



УКРАЇНА

(19) UA (11) 50395 (13) A

(51) B F02G1/04

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

(54) ДВИГУН ІЗ ЗОВНІШНІМ ПІДВОДОМ ТЕПЛОТИ /ДЗПТ/

1

2

(21) 2002010022

(22) 03 01 2002

(24) 15 10 2002

(46) 15 10 2002, Бюл. № 10, 2002 р.

(72) Стефановський Олександр Борисович, Дорус  
Володимир Олександрович(73) ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА  
АКАДЕМІЯ

(57) Двигун із зовнішнім підводом теплоти, що складається з рами, що містить два напівкорпуси і проставку, регенератора, передавального механізму, що містить вал, котрий спирається на два підшипники, закріплені у напівкорпусах, і має два маховики з противагами, першої циліндропоршневої групи, що містить стакан, підігрівний циліндр, витискувальний поршень і шатун, причому витискувальний поршень має тонкостінний витискувач, а стакан прикріплений до циліндра, другої циліндропоршневої групи, що містить охолоджуваний циліндр, робочий поршень і шатун, причому обидва циліндри прикріплені до рами, їхні об'єми з'єднані за допомогою трубопроводів, а шатуни приєднані до маховиків передавального механізму за допомогою шатунних пальців таким чином, що витискувальний і робочий поршни, а також нерухомо з'єднані з ними деталі переміщуються з взаємним зрушенням по фазі у відношенні описуваних ними об'ємів, який відрізняється тим, що вал передавального механізму має ведучу зірочку, розташовану між опорними підшипниками, стакан першої циліндропоршневої групи має зовнішні ребра для підводу тепла, підігрівний циліндр в області з'єднання зі стаканом має внутрішні подовжні ребра, з вершинами яких нерухомо з'єднане труба-

сте огороження, а поза областю з'єднання зі стаканом зовнішня поверхня підігрівного циліндра має тонкостінні ребра для відводу тепла, проміжний і торцевий фланці, причому тонкостінні ребра розташовані між фланцями, а проміжний фланець з'єднаний з рамою, також з ділянкою внутрішньої поверхні підігрівного циліндра між торцевим фланцем і найближчим до нього охолодним ребром нерухомо з'єднана тонкостінна пльза, що поза ділянкою з'єднання основною частиною довжини не контактує з внутрішньою поверхнею циліндра, а з пльзою своєю бічною поверхнею, котра має антифрикційне покриття, сполучений витискувальний поршень, з'єднаний з витискувачем своїм днищем через пустотілу втулку і котрий також має внутрішній стакан, причому підбобишкови стінки стакану мають симетричні радіусні вирізи по напрямках хитання шатуна, а бобишки стакану з'єднані з поршневим пальцем, на торцевому фланці підігрівного циліндра закріплено не менш двох форсунок для подачі охолодної рідини (води) на незв'язану з внутрішнім стаканом поверхню витискувального поршня, охолоджуваний циліндр другої циліндропоршневої групи має зовнішню сорочку охолодження і внутрішні подовжні ребра, з вершинами яких і циліндром з'єднана пльза, робочий поршень має антифрикційне покриття бічної поверхні, сполученої з внутрішньою поверхнею пльзи, поршневі кільця з антифрикційного матеріалу і тонкостінний витискувач, прикріплений до днища, а матриця регенератора розміщена в корпусі, установленому на рамі і з'єднаному трубопроводами з об'ємами підігрівного і охолоджувального циліндрів

Передбачуваний винахід відноситься до теплових двигунів, зокрема, до тих з них, у яких теплота від спалювання палива чи від іншого її джерела підводиться до робочого тіла через зовнішні поверхні підігрівних (витискувальних) циліндрів, а відводиться також через зовнішні поверхні охолоджуваних (робочих) циліндрів

Уже відомий ДЗПТ, що складається з рами, що

містить два півкорпуси і проставку, передавального механізму, що містить вал, котрий спирається на два закріплені у півкорпусах рами підшипники і має два маховики, першої циліндропоршневої групи, що містить стакан, витискувальний циліндр, сорочку охолодження, стопорне кільце, охолоджувач, витискувальний поршень, шток і виделчастий шатун, другої циліндропоршневої групи, що міс-

(19) UA (11) 50395 (13) A

тять стакан, робочий циліндр, робочий поршень і шатун, причому обидва циліндри прикріплені до рами, їхні об'єми з'єднані трубопроводом, а шатуни двох циліндропоршневих груп приєднані до маховиків передавального механізму за допомогою шатунних пальців таким чином, що робочий і витискувальний поршні переміщуються з взаємним зрушенням по фазі у відношенні описуваних ними об'ємів, також у першій циліндропоршнєвій групі витискувальний поршень має тонкостінний витискувач і з'єднаний зі штоком, що з'єднаний із шатуном через палець, а охолоджувач має радіальне орієнтовані щілини і подовжній канал для штока, сорочка охолодження зафіксована між опорним кільцем і фланцем витискувального циліндра через торцеві ущільнення, а це кільце і стакан з'єднані з витискувальним циліндром в області, протилежній фланцю цього циліндра, у другій циліндропоршнєвій групі стакан з'єднаний з робочим циліндром, робочий поршень має сполучені з цим циліндром ущільнюючі кільцеві виступи і з'єднаний із шатуном через вісь і два півпальці, що центрують шатун (Motor Experimental PLANO 4 1/1 Prieto 1986)

Недоліками цього відомого ДЗПТ є недостатня площа поверхонь гладкого стакана першої циліндропоршнєвої групи, куди підводиться теплота від зовнішнього джерела і відкля відводиться теплота робочим газом, неможливість відбору потужності від вала передавального механізму за допомогою привода ведучої зірочки

Прототипом обраний відомий ДЗПТ, що найбільш близький по конструкції до винаходу і складається з рами, що містить два півкорпуси і проставку, передавального механізму, що містить вал, що спирається на два підшипники, закріплених у півкорпусах рами, і має два маховики з противагами, першої циліндропоршнєвої групи, що містить стакан, підігрівний циліндр, витискувальний поршень, регенератор, шток, шатун і сорочку охолодження, другий циліндропоршнєвої групи, що містить стакан, охолоджуваний циліндр, робочий поршень і шатун, причому обидва циліндри прикріплені до рами, їхні об'єми з'єднані трубопроводом, а шатуни обох циліндропоршневих груп приєднані до маховиків передавального механізму таким чином, що робочий і витискувальний поршні переміщуються з взаємним зрушенням по фазі у відношенні описуваних ними об'ємів, також у першій циліндропоршнєвій групі витискувальний поршень має тонкостінний витискувач і з'єднаний із шатуном через шток і палець, регенератор встановлений усередині штокової порожнини підігрівного циліндра і має радіальне орієнтовані щілини і канал для штока, а стакан і сорочка охолодження з'єднані з різними ділянками зовнішньої поверхні цього циліндра, суміжними відповідно безштоковий і штоковий його порожнинам (Зуев А А, Ялпачик В Ф К вопросу оптимизации основных параметров двигателей с внешним подводом теплоты// Труды ТГАТА Мелпополь, 1999 Вып 2, т 10 С 56-59)

До недоліків цього пристрою-прототипу відносяться

1) Неможливість істотно підвищити індикаторний крутний момент і роботу циклу при помірному тиску робочого газу, внаслідок недостатньої площі

поверхні гладкого стакана першої циліндропоршнєвої групи й охолоджуваного циліндра другої циліндропоршнєвої групи

2) Неможливість істотно підвищити ККД циклу внаслідок підвищених утрат теплоти уздовж підігрівного циліндра (у напрямку сорочки охолодження) і витискувального поршня, а також недостатньо ефективною регенерації теплоти робочого газу внаслідок нераціонального розташування регенератора

3) Недостатня довговічність деталей першої циліндропоршнєвої групи при збільшенні нагрівання її гладкого стакана, підвищені втрати енергії при терті штока об ущільнення і робочого поршня об свій циліндр, підвищений знос з'єднання штока із шатуном, незахищеного від пилу, підвищені витоки робочого газу з циліндропоршневих груп, неможливість відбору потужності від вала передавального механізму за допомогою привода ведучої зірочки

В основу винаходу покладена задача удосконалення ДЗПТ, у якому за рахунок зміни конструкції обох циліндропоршневих груп, а також раціонального розташування матриці регенератора підвищені ККД циклу, потужність і надійність, а за рахунок того, що вал передавального механізму має ведучу зірочку, можливий відбір потужності

Рішення даної задачі досягається тим, що у відомому ДЗПТ, що складається з рами, що містить два напівкорпуси і проставку, регенератора, передавального механізму, що містить вал, що спирається на два підшипники, закріплених у півкорпусах, і має два маховики з противагами, першої циліндропоршнєвої групи, що містить стакан, підігрівний циліндр, витискувальний поршень і шатун, причому витискувальний поршень має тонкостінний витискувач, а стакан прикріплений до циліндра, другої циліндропоршнєвої групи, що містить охолоджуваний циліндр, робочий поршень і шатун, причому обидва циліндри прикріплені до рами, їхні об'єми з'єднані за допомогою трубопроводів, а шатуни приєднані до маховиків передавального механізму за допомогою шатунних пальців таким чином, що витискувальний і робочий поршні, а також нерухомо з'єднані з ними деталі переміщуються з взаємним зрушенням по фазі у відношенні описуваних ними об'ємів, відповідно до винаходу, вал передавального механізму має ведучу зірочку, розташовану між опорними підшипниками, стакан першої циліндропоршнєвої групи має зовнішні ребра для підводу тепла, підігрівний циліндр в області з'єднання зі стаканом має внутрішні подовжні ребра, з вершинами яких нерухомо з'єднані трубочасте огороження, а поза областю з'єднання зі стаканом зовнішня поверхня підігрівного циліндра має тонкостінні ребра для відводу тепла, проміжний і торцевий фланці, причому тонкостінні ребра розташовані між фланцями, а проміжний фланець з'єднаний з рамою, також з ділянкою внутрішньої поверхні підігрівного циліндра між торцевим фланцем і найближчим до нього охолоджуваним ребром нерухомо з'єднана тонкостінна гільза, що поза ділянкою з'єднання основною частиною довжини не контактує з внутрішньою поверхнею циліндра, а з гільзою своєю бічною поверхнею, котра має антифрикційне покриття, сполучений витиску-

вальний поршень, з'єднаний з витискувачем своїм днищем через пустотілу втулку і також маючий внутрішній стакан, причому підбобишкові стінки стакана мають симетричні радіусні вирізи по напрямках хитання шатуна, а бобишки стакана з'єднані з поршнеvim пальцем, на торцевому фланці підігрівного циліндра закріплено не менш двох форсунок для подачі охолодної рідини (води) на незв'язану з внутрішнім стаканом поверхню витискувального поршня, охолоджуваний циліндр другої циліндропоршневої групи має зовнішню сорочку охолодження і внутрішні подовжні ребра, з вершинами яких і циліндром з'єднана гльза, робочий поршень має антифрикційне покриття бічної поверхні, сполученої з внутрішньою поверхнею гльзи, поршневі кільця з антифрикційного матеріалу і тонкостінний витискувач, прикріплений до днища, а матриця регенератора розміщена в корпусі, установленому на рамі і з'єднаному трубопроводами з об'ємами підігрівного і охолоджуваного циліндрів

За рахунок сукупності перерахованих ознак у запропонованому ДЗПТ підвищуються ККД циклу, потужність і надійність роботи сполучення витискувального поршня і гльзи в першій циліндропоршневої групі, знижуються тертя і витоки робочого газу в сполученні робочого поршня й охолоджуваного циліндра в другій циліндропоршневої групі, можливий добір потужності двигуна від вала передавального механізму за допомогою ланцюгової передачі ККД робочого циклу і індикаторна робота підвищуються, тому що через зовнішні ребра стакана і внутрішні ребра підігрівного циліндра до робочого газу підводиться значний потік тепла, через внутрішні ребра охолоджуваного циліндра робочий газ віддає теплоту потоку охолодної рідини, що проходить через сорочку охолодження, також при витисненні охолодженого газу з охолоджуваного циліндра газ проходить через матрицю регенератора і нагрівається до надходження в підігрівний циліндр, а при витисненні з останнього газ надходить у матрицю регенератора і охолоджується до надходження в охолоджуваний циліндр. Довговічність підігрівного циліндра підвищується завдяки наявності тонкостінних тепловідводних ребер на ділянці зовнішньої поверхні між двома фланцями, що відводять від циліндра мінімально необхідну кількість теплоти, і завдяки з'єднанню зі стаканом, котрий має зовнішні ребра, виготовленим з жароміцного матеріалу і перешкоджаючим корозії і деформації циліндра. Витискувальний поршень виготовлений з легкого сплаву і захищений від впливу нагрітого робочого газу за допомогою встановленої на ньому пустотілої втулки, з'єднаної з витискувачем, а підведення тепла до бічної поверхні цього поршня обмежене завдяки тому, що сполучена з нею тонкостінна гльза встановлена в підігрівному циліндрі із зазором протягом, більшим ходу витискувального поршня, і подачі охолодної рідини (води) на його поверхню, не сполучену з внутрішнім стаканом, не менш чим із двох форсунок, закріплених на торцевому фланці цього циліндра. Крім того, знос бічної поверхні витискувального поршня знижений завдяки її антифрикційному покриттю і зм'якшенню ударів об гльзу при перекладці, що досягається

завдяки пружному деформуванню тонкостінної гльзи і підбобишкових стінок внутрішнього стакана цього поршня. Обмеження нагрівання витискувального поршня і тонкостінної гльзи, виконаних з матеріалів відповідно з підвищеним і зниженим тепловим розширенням, сприяє збереженню досить малого зазору в їхньому сполученні і зниженню витоку робочого газу. Знос бічної поверхні робочого поршня також знижений завдяки її антифрикційному покриттю, а витік робочого газу - завдяки тому, що цей поршень має поршневі кільця з антифрикційного матеріалу.

Винахід пояснений кресленнями, де на фіг 1 зображений загальний вид ДЗПТ, на фіг 2 - розріз А-А за фіг 1, на фіг 3 - розріз В за фіг 1, і на фіг 4 - вид ДЗПТ С за фіг 1.

ДЗПТ складається з рами 1, поставленої двома півкорпусами 2 і 3, проставкою 4 і встановленої на плиті 5 з можливістю подовжного переміщення, передавального механізму, що містить вал 6, підшипники 7 і 8, маховики 9 і 10 із противагами 11 і 12 і з'єднану з валом ведучу зірочку 13, закріплену на рамі 1 регенератора і двох циліндропоршневих груп. Перша циліндропоршнева група складається з жароміцного оребреного стакана 14, нерухомо з'єднаного через жаростійку прокладку 15 з циліндром підігрівним 16, нерухомо з'єднаним із трубчастим огороженням 17 внутрішніх каналів 18 і жароміцною зносостійкою гльзою 19, причому основною частиною довжини вона не контактує з циліндром 16, безконтактне сполучення з бічною поверхнею тонкостінного жароміцного витискувача 20 і котрий має тонкостінні тепловідводні ребра 21 і фланці 22 і 23, причому проміжний фланець 22 з'єднаний з рамою 1 з можливістю вертикального зсуву, витискувального поршня 24, поставленого витискувачем 20, прикріпленим до днища поршня 24 через пустотілу втулку 25, і антифрикційним покриттям бічної поверхні, сполученої з гльзою 19, нерухомо з'єднаного із шатуном 27 через поршневі пальці 28 і внутрішній стакан 29, виконаний з міцного корозійностійкого матеріалу і котрий має сполучені з пальцем 28 бобишки 30, причому підбобишкові стінки стакана 29 мають симетричні радіусні вирізи 31 по напрямках хитання шатуна 27, з'єднаного шатунним пальцем 32 з маховиком 9. До торцевого фланця 23 прикріплено не менш двох форсунок 33 для подачі охолодної води на витискувальний поршень 24 і його внутрішній стакан 29. Друга циліндропоршнева група містить сорочку 34 рідинного охолодження, що з'єднана нижньою частиною з охолоджуванним циліндром 35, з'єднаним з міцною зносостійкою гльзою 36 і маючим перекритими її внутрішніми каналами 37 і фланець 38, з'єднаний з полицею 39 рами 1 з можливістю бічного зсуву, гльза 36 також безконтактне сполучена з бічною поверхнею міцного тонкостінного витискувача 40, прикріпленого до робочого поршня 41 через проставку 42, причому поршень 41 має антифрикційне покриття бічної поверхні і поршневі кільця 43 з антифрикційного матеріалу, що контактують з гльзою 36, і з'єднаний із шатуном 44 поршнеvim пальцем 45, зафіксованим різьбовими заглушками 46 у поршні 41, а шатун 44 з'єднаний з маховиком 10 шатунним пальцем 47. Сорочка 34 і охолоджуваний циліндр 35

можуть бути виконані з корозійностійких матеріалів чи постачені відповідними покриттями поверхонь, обтічних охолодною рідиною. Регенератор складається зі з'єднаного з рамою 1 корпусу 48, з'єднаного з ним кришки 49, до яких приєднані трубопроводи 50 і 51, теплопередавальної матриці 52 і перфорованих дисків 53 і 54, причому трубопровід 50 з'єднаний з отвором 55 циліндра підігрівного 16, а трубопровід 51 - з трийником 56, котрий має зворотний клапан, з'єднаний трубопроводом 57 із загальним отвором 58 охолоджуваного циліндра 35 і гльзи 36, а трубопроводом 59 підключеним до джерела робочого тіла (наприклад, компресору).

Описаний ДЗПТ діє в такий спосіб. Ребра стакану 14 встановлюються в потоці гарячих продуктів згоряння палива, а форсунки 33, котрі установлені на фланці 23 циліндра підігрівного 16, і сорочка 34 приєднуються трубопроводами до загального рідинного насоса чи двох різних насосів.

Вал 6 необхідно повернути за допомогою стороннього двигуна, використовуючи зірочку 13, з частотою обертання не нижче мінімальної. Після цього двигун працює на холостому ході і може приймати навантаження. Робочий цикл ДЗПТ здійснюється так. При русі робочого поршня 41 у циліндрі 35 у напрямку верхньої мертвої точки (ВМТ), об'єм робочого газу зменшується, одночасно витискувальний поршень 24 у циліндрі 16 рухається до нижньої мертвої точки (НМТ), робочий газ по трубопроводах 57, 51 і 50 через регенератор надходить у простір над витискувачем 20, завдяки чому припиняється охолодження робочого газу і починається його нагрів поверхнями внутрішніх каналів 18 і трубчастого огороження 17. При русі поршня 41 у циліндрі 35 до НМТ об'єм робочого газу збільшується, одночасно витискувальний поршень 24 у циліндрі 16 рухається до ВМТ, робочий газ по трубопроводах 50, 51 і 57 через регенератор надходить у простір над витискувачем 40, при цьому газ продовжує нагріватися і робочий поршень 41 робить корисну роботу. Коли витискувальний поршень 24 прийде у ВМТ у циліндрі 16, нагрів робочого газу припиниться і почнеться його охолодження поверхнями каналів 37 і гльзи 36. У момент приходу робочого поршня 41 у НМТ об'єм

газу стає максимальним і далі всі процеси повторюються. Матриця 52 регенератора протягом циклу накопичує теплову енергію і частково віддає її охолодженню робочому газу, полегшуючи його нагрів, і сприймає теплоту від нагрітого газу, полегшуючи його охолодження.

Особливості конструкції описаного ДЗПТ підвищують його надійність. Стакан 14 закриває частину зовнішньої поверхні циліндра 16 від агресивних продуктів згоряння і зменшує її деформацію. Зовнішні тонкостінні ребра 21 циліндра 16 відводять від нього незначний тепловий потік, а їхні периферійні ділянки, завдяки значному градієнту температури, більш міцні і разом із фланцями 22 і 23 зменшують деформацію іншої частини циліндра 16. Надійність роботи сполучення поршня 24 з гльзою 19 підвищується завдяки тому, що за рахунок установки пустотілої втулки 25 підвищений термічний опір шкідливому тепловому потоку до поршня 24 від витискувача 20, обмежене нагрівання циліндром 16 тонкостінної гльзи 19, сполученої з поршнем 24, а з боку внутрішнього стакану 29 на нього подається охолодна вода форсунками 33 (одночасно це дозволяє зберігати досить малий зазор у цьому сполученні і знизити витік робочого газу), матеріал гльзи 19 зносостійкий, а сполучена з нею поверхня поршня 24 постачена антифрикційним покриттям, удари поршня 24 об гльзу 19, при його періодичних перекладках у площині хитання шатуна 27, зм'якшені завдяки пружним деформаціям гльзи 19 (не контактуючою основною частиною довжини з циліндром 16), підбобишкових стінок внутрішнього стакану 29 і ділянки його з'єднання з поршнем 24, а також можливості відповідного вибору величини дезаксіалу поршневої групи ДЗПТ за рахунок незалежного зсуву циліндрів 16 і 35 щодо рами 1.

За рахунок того, що робочий поршень 41 має антифрикційне покриття бічної поверхні, сполученої з гльзою 36, і поршневі кільця 43 з антифрикційного матеріалу, знижуються знос цих деталей, тертя і витік робочого газу. Рідинне охолодження частини циліндра 35 поліпшує відвід теплоти від робочого газу й обмежує нагрівання гльзи 36 і сполучених з нею третєвих деталей.

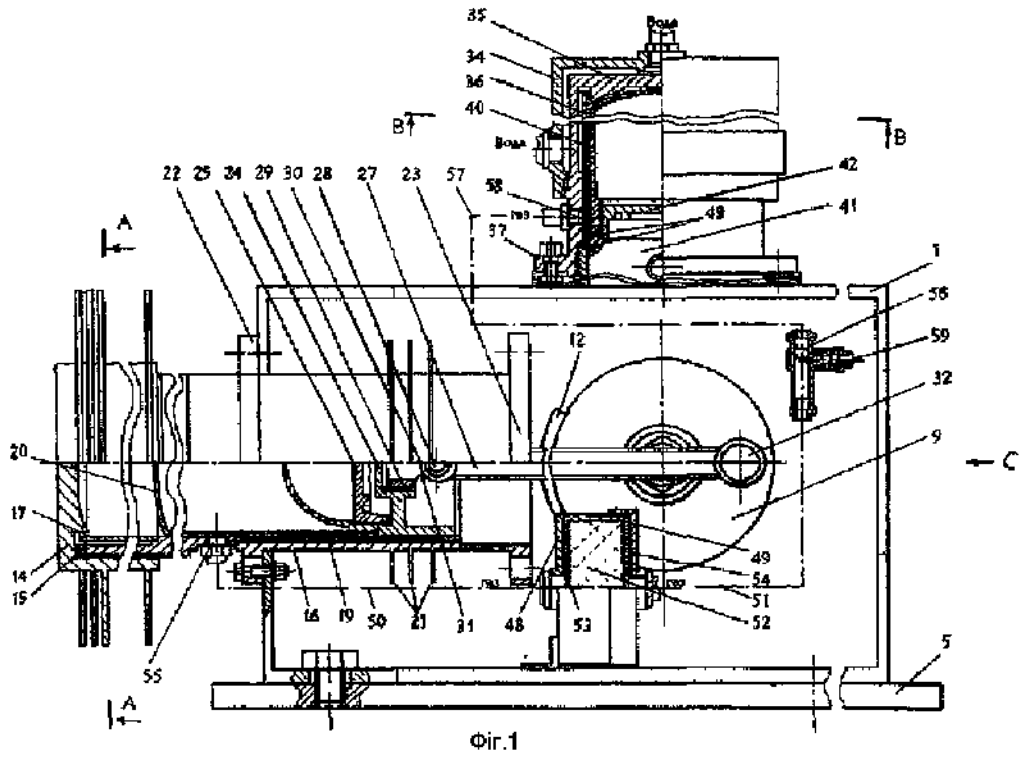


Fig. 1

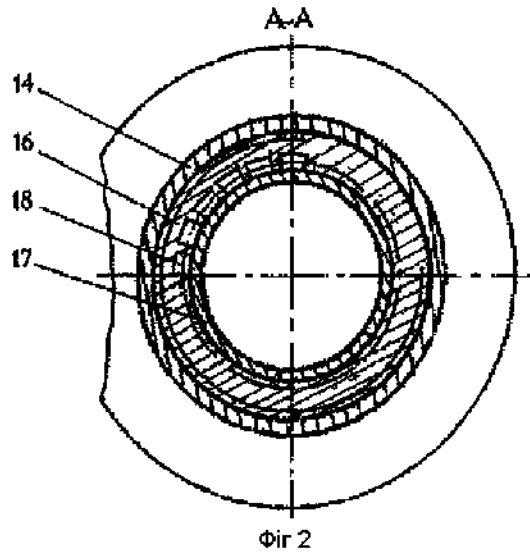


Fig. 2

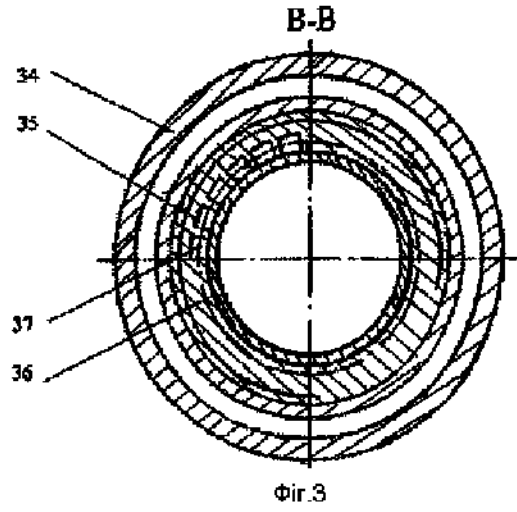
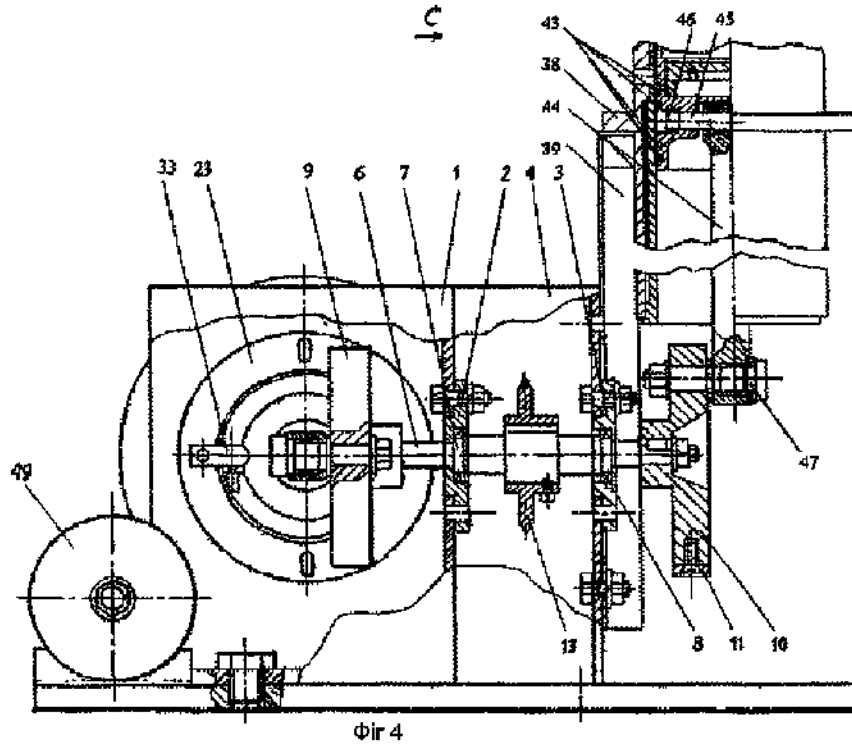


Fig. 3

11

50395

12



ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71