



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85851** (13) **C2**
(51) **МПК (2009)**
F22B 3/00
F24J 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ НАГРІВАННЯ РІДИНИ (ПАРОГЕНЕРАТОР)

1

(21) а200604395
(22) 19.04.2006
(24) 10.03.2009
(46) 10.03.2009, Бюл.№ 5, 2009 р.
(72) ПОСМІТНИЙ БОРИС МИХАЙЛОВИЧ, UA, ГО-РПИНКО ЮРІЙ ІВАНОВИЧ, UA
(73) ПОСМІТНИЙ БОРИС МИХАЙЛОВИЧ, UA, ГО-РПИНКО ЮРІЙ ІВАНОВИЧ, UA
(56) UA 63609 A, 15.01.2004
UA 52985 A, 15.01.2003
UA 50605 A, 15.10.2002
RU 2232630 C2, 27.03.2004
RU 2267718 C1, 10.01.2006
RU 2232630 C2, 20.07.2004
US 2004/0194775 A1, 07.10.2004
US 5188090 A, 23.02.1993
(57) Пристрій для нагрівання рідин (парогенера-тор), який містить статор з циліндричною порож-

2

ниною і встановлений в ній з зазором і консольно закріплений на валу ротор, що приводиться в обертання, виконаний у вигляді диска із множиною заглиблень на циліндричній поверхні, який відрізняється тим, що диск ротора в перерізі по радіусу має Т-подібну форму з симетричним або асиметричним вінцем із співвідношенням ширини вінця ротора та діаметра ротора не більше 1/2, в вінці виконані похилі канали, які сполучають підвінцеву частину із щільною, утвореною вінцем ротора і циліндричною поверхнею статора, а в диску ротора концентрично осі обертання виконані два ряди отворів, перший ряд на віддалі 1/5-2/3 радіуса ротора від осі обертання, другий ряд на віддалі 3/4-9/10 радіуса ротора від осі обертання, крім того, на внутрішній циліндричній поверхні статора, паралельній вінцю ротора, виконано множину заглиблень.

Винахід відноситься до теплотехніки, зокрема до способів і пристроїв для одержання пари різних рідин і може бути використаний у теплоенергетиці, нафтодобувній, металургійній, хімічній, нафтопереробній та фармацевтичній промисловості.

Відомий пристрій для нагрівання рідини описаний у деклараційному патенті України №50605 [МКВ F24J3/00 "Спосіб і пристрій для нагрівання рідини"], опублікований у Бюл. №10 за 2002 рік.

Пристрій для нагрівання рідини складається зі статора, що має порожнину для ротора, кришок які її закривають, перпендикулярних осі порожнини статора. В кришках виконані отвори для подачі в порожнину статора рідини на підігрів і відводу нагрітої рідини до споживача. В статорі розміщений ротор, на циліндричній поверхні якого висверлено множину поглиблень. Ротор закріплений на валу, який приводить ротор до обертання. Пристрій має теплообмінники, нагрівними поверхнями яких служать неспряжені поверхні статора і ротора. При цьому теплообмінник, який знімає тепло з ротора виконаний у вигляді отворів (каналів), які просвердлені у роторі паралельно валу, або під кутом до нього. Теплообмінник, що знімає тепло з статора

виконаний як рідинна сорочка з отворами для підводу і відводу рідини, що нагрівається.

Недоліками цього пристрою є його велика металоемність, складність конструкції та неможливість отримати пару нагрівної рідини.

Відомий пристрій для нагрівання рідини, описаний в патенті Російської Федерації №2232630 від 10.11.2002 року МКВ В01J19/0, 19/18, F24J3/00 "Способ резонансного возбуждения жидкости и способ и устройство для нагрева жидкости".

Згідно патенту, пристрій для нагрівання рідини виконаний у вигляді ротора, який складається з валу, що опирається на підшипник, на якому консольно встановлене робоче колесо. При цьому робоче колесо виконано у вигляді диска з периферійною кільцевою стінкою, в якій виконано ряд вихідних отворів, для протікання рідини, рівномірно розподілених по колу. Статор пристрою має коаксіальну робочому колесу стінку, впускний отвір для підводу рідини, який сполучений з порожниною робочого колеса і впускний отвір для відведення рідини, який сполучений із збірною камерою.

Крім того, пристрій має кільцеву камеру, яка утворена внутрішньою поверхнею коаксіальної

(13) **C2**

(11) **85851**

(19) **UA**

стілки статора і зовнішньою поверхнею периферійної кільцевої стінки робочого колеса, і сполучену зі збірною камерою статора, і засіб для надання ротору обертового руху. В проміжній кільцевій стінці робочого колеса виконано ряд перепускних отворів для проходження рідини, які рівномірно розподілені по колу.

Недоліком цього пристрою є складність конструкції робочого колеса і неможливість отримання пари.

Найбільш близьким за технічною суттю до заявленого, вибраним в якості прототипу, є пристрій нагрівання рідини, описаний у деклараційному патенті України №63609 (МКВ7 F24J3/00) "Пристрій для нагрівання рідини", опублікований у бюлетені №1 за 2004 рік, Фіг.2.

Пристрій, згідно патенту, складається зі статора з циліндричною порожниною, який має днище і кришку, перпендикулярну осі порожнини статора, встановленого в цій порожнині з зазором і закріпленого на валу ротора, який виконаний у вигляді диска і має на циліндричній поверхні множини заглиблень, або отворів, і теплообмінника, який утворений днищем статора і його кришкою, паралельно яким встановлена пластина, або декілька пластин, які утворюють кожух і щільні порожнини пластинчатого теплообмінника.

Недоліком прототипу є те, що він є складним у конструктивному виконанні - має два теплообмінники, а диск ротора складається з двох елементів, виконаних з різних матеріалів, і конструктивно не забезпечує отримання пари рідини.

В основу винаходу поставлена задача, яка полягає в усуненні недоліків прототипу і створенні простого в конструктивному виконанні пристрою, який би забезпечив отримання сухої продуктивної пари.

Суть винаходу в пристрої для нагрівання рідини (парогенераторі), який містить статор з циліндричною порожниною і встановлений в ній з зазором і консольно закріплений на валу ротор, що приводиться в обертання, виконаний у вигляді диска із множиною заглиблень на циліндричній поверхні полягає в тому, що диск ротора в перерізі по радіусу має Т-подібну форму з симетричним (асиметричним) вінцем із співвідношенням ширини вінця ротора до діаметра ротора не більше $1/2$, в вінці виконані похилі канали, які сполучають підвінцеву частину із щільною, утвореною вінцем ротора і циліндричною стінкою статора, а в диску ротора концентрично вісі обертання, виконані два ряди отворів, перший ряд на віддалі $1/5 \div 2/3$ радіуса ротора від вісі обертання, другий ряд на віддалі $3/4 \div 9/10$ радіуса ротора від вісі обертання, крім того, на внутрішній циліндричній поверхні статора, паралельній вінцю ротора, виконано також множини заглиблень.

Суть винаходу досягається також і тим, що диск ротора може бути виконаний у вигляді спиць.

Порівняльний аналіз технічного рішення, яке заявляється, з прототипом дозволяє зробити висновки, що пристрій для нагрівання рідини (парогенератор), який заявляється, відрізняється тим, що диск ротора в перерізі по радіусу має Т-подібну форму з симетричним (асиметричним) вінцем із

співвідношенням ширини вінця ротора до діаметра ротора не більше $1/2$, в вінці виконані похилі канали, які сполучають підвінцеву частину із щільною, утвореною вінцем ротора і циліндричною стінкою статора, а в диску ротора концентрично вісі обертання, виконані два ряди отворів, перший ряд - на віддалі $1/5 \div 2/3$ радіуса ротора від вісі обертання, другий ряд - на віддалі $3/4 \div 9/10$ радіуса ротора від вісі обертання, крім того, на внутрішній циліндричній поверхні статора, паралельній вінцю ротора, виконано також множини заглиблень, крім того диск ротора може бути виконаний у вигляді спиць.

Таким чином, пристрій для нагрівання рідини (парогенератор), який заявляється, відповідає критерію винаходу "новизна".

Суть винаходу пояснюється за допомогою ілюстрацій.

На Фіг.1 зображено пристрій для нагрівання рідини (парогенератор) з диском ротора в перерізі по радіусу Т-подібної форми з симетричним вінцем.

На Фіг.2, 3 зображено пристрій для нагрівання рідини (парогенератор) з диском ротора в перерізі по радіусу Т-подібної форми з асиметричним вінцем.

На Фіг.4 зображено креслення ротора Т-подібної форми, диск якого виконаний у вигляді спиць.

Запропонований пристрій для отримання пари складається із статора 1 (див. Фіг.1-3) з циліндричною порожниною, в якій з зазором розміщений ротор 2. Ротор 2 консольно за допомогою шпонки 8, закріплений на валу 9, який приводиться до обертання двигуном (внутрішнього згорання, електричним, або іншими) вал якого з'єднується з валом 9 ротора 2 пружною муфтою. На малюнках Фіг.1-3 муфту не показано.

Ротор має Т-подібну форму в розтині по радіусу з симетричним (асиметричним) вінцем 5. На вінці 5 по кільцю виконано множини заглиблень 4 та канали 3, які виконують роль відцентрового насоса.

В диску ротора 2 концентрично відносно осі обертання, виконані відповідно отвори 6 і 7. Вал 9 ротора 2 опирається на підшипник 11 і має ущільнення 10. Корпус статора 1 з метою технологічності виконано з двох частин, які з'єднані між собою по колу болтами, а для герметичності між ними поставлена термостійка прокладка 12. На внутрішній поверхні 14 статора, паралельній вінцю 5 виконано також множини заглиблень 4. Для кріплення пристрою до опори або фундаменту в нижній частині обох половин корпус статора має силові кронштейни з вузлами кріплення 13.

Для підводу рідини на підігрів і відводу до користувача отриманої пари на частині корпусу статора 1, яка не містить опорного підшипникового вузла, закріплені штуцер 16 підводу рідини і штуцер 15 відводу пари. При цьому штуцер 15 відведення пари закріплений на рівні осі обертання, а штуцер 16 виконано на відстані не менше 10мм від штуцера 15.

З метою забезпечення охолодження підшипникового вузла штуцер 16 конструктивно може

бути закріплений на корпусі статора зверху над підшипниковим вузлом.

Досягнення поставленої задачі можливе також при конструктивному виконанні ротора з диском у вигляді спиць 18 (див. Фіг.4).

Запропонований пристрій для нагрівання рідини (парогенератор) працює наступним чином. Включаємо систему привода (на Фіг.1, 2, 3 не показано) і виводимо ротор на постійні оберти. Потім через штуцер 16 подаємо в середину статорнороторної частини рідину, з якої необхідно отримати пару, в об'ємі, щоб рідина не витікала через штуцер 15 відводу пари.

При обертанні ротора 2 рідина відцентровими силами відкидається в зазор (щілину), утворений вінцем 5 ротора 2 і циліндричною стінкою 14 статора 1. В зазорі відбуваються виділення тепла за рахунок взаємо-тертя рідини і елементів конструкції пристрою. Рідина, обертаючись, взаємодіє з заглибленнями 4 на роторі і статорі. Внаслідок гальмування рідини на периферичній поверхні статора 14 та взаємодії з заглибленнями 4 відбувається збурення рідини і виникнення кавітаційних пухирців. Пухирці за рахунок різкого стискування руйнуються, внаслідок чого виділяється тепло, яке додається до тепла отриманого внаслідок взаємодії рідини з елементами конструкції.

Виконані в тілі вінчика 5 канали 3 забезпечують постійне витіснення рідини з робочого зазору до лівої і правої частин підвінцевої порожнини через щілини між вінцем 5 ротора 2 і боковими стінками статора 1. Між обертвою рідиною і вінцем 5 є різниця в швидкості обертання, пов'язана з проковзуванням вінчика. Канали 3 нахилені до радіуса в площинах, перпендикулярних осі обертання (див. Фіг.1, краще Фіг.2, 3 завдяки наявності додаткової проекції). В роторі з диском Т-подібної форми з симетричним вінцем (Фіг.1) канали 3 додатково мають нахил до радіуса в площинах, які проходять через вісь обертання. Такий прийом зменшує ширину застійної зони між осьовими потоками, які рухаються через зазор (щілину) в лівому й правому напрямках.

Завдяки нахилу каналів 3 до радіуса в площинах, перпендикулярних осі обертання, рідина з підвінцевого простору під дією сил інерції вривається в ту, яка знаходиться в каналах і виштовхує її в робочий зазор (щілину). В свою чергу, рідина з робочого зазору через щілини між торцями вінця 5 і боковими стінками статора 1 витісняється в підвінцеву порожнину. В такий спосіб всередині обертвової рідини встановлюється постійна циркуляція, напрямки і контури якої показані на Фіг.1, 2 стрілками. Середнє (Фіг.2) чи симетричне (Фіг.1) положення виходів каналів 3 до робочого зазору (щілини) забезпечує збалансованість витрати рідини на циркуляцію по її правій і лівій петлях.

Виділене тепло не відводиться назовні, нагрів, завдяки додатковим кавітаційним тепловиділенням, є вельми ефективним, тому циркулююча через підвінцеву порожнину і робочий зазор (щілину) рідина швидко прогріває конструктивні елементи і поступово нагрівається сама. За короткий час (до 300 секунд), рідина прогрівається до температур нормального кипіння.

Інтенсивне перемішування і циркуляція рідини довкола вінчика 5 забезпечує рівномірність температур рідини по об'єму заповненої порожнини статора. За рахунок впливу відцентрових сил, всередині шару обертвової однофазної чи двофазної речовини встановлюється такий розподіл тиску, що його абсолютна величина монотонно підвищується від дзеркала розподілу фаз 17 до внутрішньої поверхні статора 14, яка паралельна вінцю 5. Тому температура кипіння речовини в робочому зазорі (щілині) завжди є вищою, порівняно з температурою кипіння в ближчих до умовної осі обертання шарах. З цих причин закипання рідини починається в підвінцевій порожнині. Парові пухирці, утворившись всередині рідини, переміщують положення дзеркала розподілу фаз 17 у порожнині статора ближче до осі.

Щільність пари є набагато (приблизно в 1000 раз) меншою, порівняно з щільністю рідини, тому після закипання займаний двофазною речовиною об'єм суттєво збільшується. Підіймаючись до поверхні розподілу фаз 17, пухирці ще збільшують свій об'єм за рахунок зниження тиску в високих шарах. Саме тому необхідний великий об'єм вільної від конструктивних елементів порожнини статора, наявність якого забезпечує запропонована конструкція ротора. Конструкція ротора і розташування штуцера відводу пари 15 на осі обертання попереджують виплеск киплячої рідини в лінію споживача. Утворена відцентровими силами всередині обертвової суміші рідини і пари циліндрична порожнина, яка обмежена поверхнею розподілу фаз 17, має ширину гарантовано більшу ніж діаметр отвору в статорі для штуцера 15. Стабільність положення поверхні розподілу фаз 17 і неможливість відриву крапель рідини забезпечують ефективну сепарацію пари.

Прорвавшись через циліндричну поверхню розподілу фаз (поз.17 на Фіг.1), пара поєднується з повітрям над рідиною, і підвищує його тиск. Пароповітряна суміш починає виходити через штуцер 15. Рідина в периферійних шарах продовжує розігріватись, оскільки підвищений тиск не дає їй закипіти, а тепловиділення продовжуються. Температура рідини і конструктивних елементів поблизу робочого зазору перевищує нормальну температуру кипіння рідини, і підвищується далі. Можливий рівень перегріву тим вищий, чим більший тиск в робочому зазорі.

Коли витрата рідини з парою стане помітною візуально, або приведе до пониження тиску в робочому зазорі на 0,01МПа (спостережний пристрій на Фіг.1, 2 не показано), необхідно забезпечити підживлення порожнини статора рідиною через штуцер 16. Рідина без попереднього підігріву подається в порожнину статора за допомогою насоса підживлення (для води ним може бути насос водогону), в такій кількості, щоб компенсувати її витрати з парою. За виконання такої умови парогенератор виходить на стаціонарний режим роботи.

Подана із зовні, набагато холодніша від обертвової, рідина за рахунок відцентрових сил швидко відкидається до вінця 5. Насичене пухирцями пари рихле двофазне середовище обертвової речовини в шарах низького надлишкового тиску не здатне

ефективно перемішуватись з щільною рідиною підживлення чи нагріти її до температур периферійної зони. Змішування рідини підживлення і нагрітої рідини проходить вже біля вінця ротора за рахунок циркуляції. Воно попереджає закипання рідини в зоні підвищеного тиску. Таким чином підтримується ефективний кавітаційний нагрів рідини в робочому зазорі.

Найбільш розігріті мікро-об'єми тієї рідини, яка циркулює навколо вінчика 5, за рахунок меншої щільності підіймаються в напрямку до кільцевої поверхні розподілу фаз 17. За відповідного тиску, у вказаних об'ємах утворюються парові пухирці. При подальшому русі до поверхні розподілу, їх об'єм збільшується через зменшення навколишнього тиску. Ті пухирці, які прорвалися через поверхню розподілу фаз 17, утворюють вільну від рідини пару.

Доступ живлячої рідини до протилежної встановленому штуцеру 16 частини підвінцевої порожнини (див. Фіг.1) забезпечують периферійні концентричні отвори 6 в тілі диска ротора. В ситуації несиметричного ротора ці отвори додатково забезпечують утворення однієї з петель циркуляції (див. Фіг.2). Чим отвори 6 ближче до вінчика 5 - тим краще працюють. Вихід пари з цієї частини порожнини до штуцера 15 і далі до споживача забезпечують концентричні отвори 7 виконані в диску ротора ближче до осі обертання. Розташування отворів 7 є таким, щоб вони гарантовано знаходилися над поверхнею розподілу фаз 17. Її положення залежить від геометричних розмірів і пропорцій

конструктивних елементів, властивостей робочого тіла. Відстань від отворів до осі обертання вибирається з інтервалу значень від $1/5$ до $2/3$ радіуса диска ротора.

Як тільки з'явилися перші частини пари, вони збираються в порожнині біля осі обертання, при цьому пара із правої частини через отвір 7 в диску ротора 2 виходить до штуцера 15 відводу пари до користувача. Температура стінок статора і ротора продовжує підвищуватися і може досягти кількох сотень градусів за Цельсієм. Температуру отриманої продуктивної пари можна регулювати кількістю поданої рідини та частотою обертання ротора.

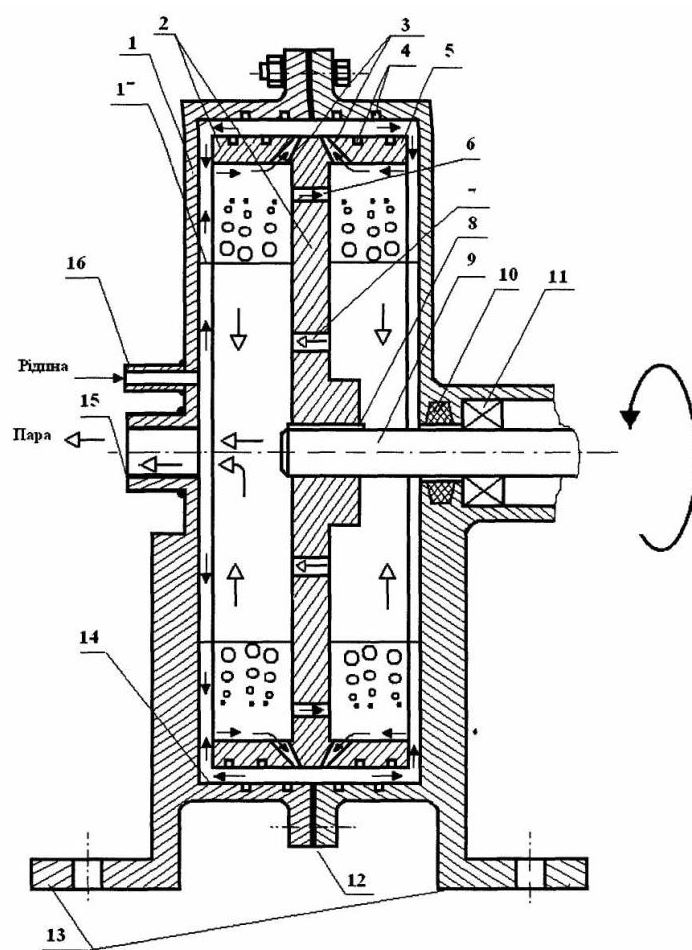
Робота пристрою з диском ротора виконаним у вигляді шпич 18 (див. Фіг.4) аналогічна роботі пристрою з дисками Фіг.1, 2 з тією різницею, що перепуск рідини і пари між лівою і правою порожнинами статора 1 відбувається через радіальні отвори між шпичами.

Підвищення ефективності застосування технічного рішення, яке заявляється у порівнянні з прототипом, полягає в тому, що конструктивне виконання є більш простим і технологічним; поза як відсутні два теплообмінники, а диск ротора виконаний суцільним і забезпечує, на відміну від прототипу, отримання не тільки нагрітої рідини, а саме продуктивної пари рідини.

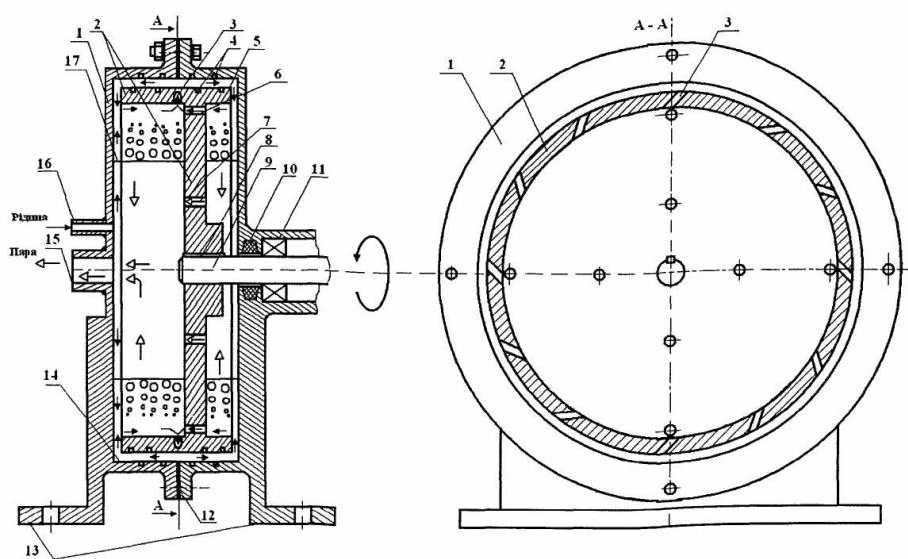
Технічні характеристики експериментальних зразків парогенераторів заявленої конструкції з приводом від електричних двигунів, досягнуті за виробництва водяної пари, наведені в таблиці.

Таблиця

Продуктивність за водяною парою, кг/год	Температура водяної пари, °C	Корисна ефективність (вихід тепла на еквівалент одиниці підведеної роботи), %	Час виходу на режим не більше, с	Вага технологічного блоку, кг
25	97-140	150	300	95
50	97-140	150	300	240
85	97-140	150	300	320

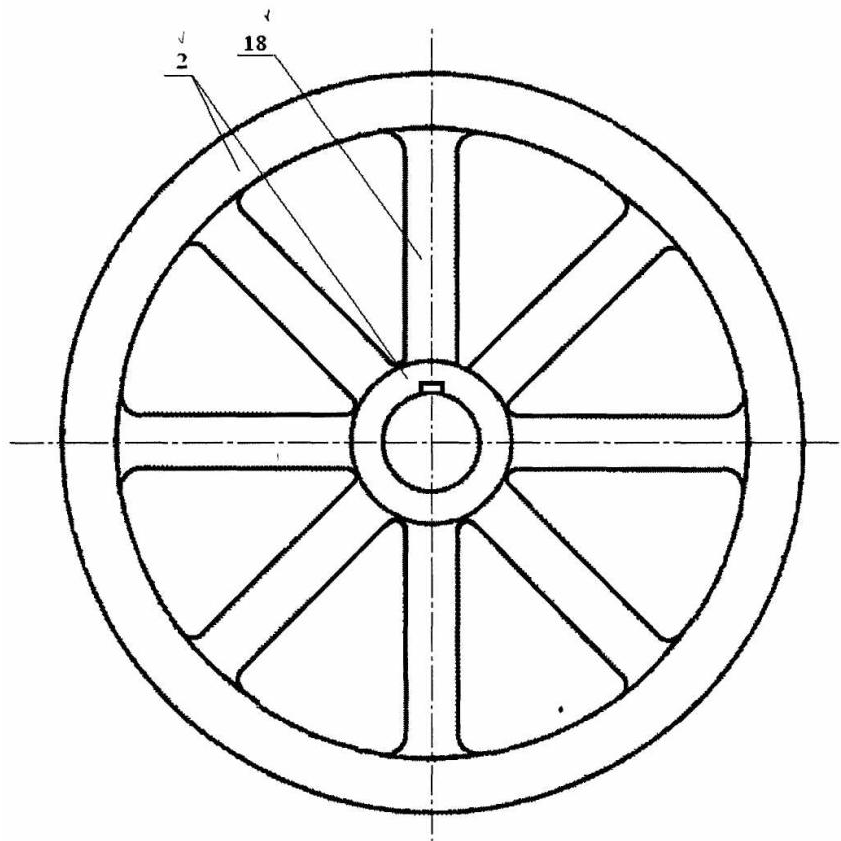


Фиг.1



Фиг.2

Фиг.3



Фіг.4