



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110306** (13) **C2**
(51) МПК**F04D 29/22** (2006.01)**F04D 29/24** (2006.01)**F04D 7/04** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД**

(21) Номер заявки:	а 2014 13523	(72) Винахідник(и):	Берджесс Кевін Едвард (AU), Лю Вень-Цзе (AU), Лаванья Луїс Москозо (AU)
(22) Дата подання заявки:	27.05.2009	(73) Власник(и):	УЕЙР МІНЕРАЛЗ ОСТРЕЙЛІА ЛТД, 1 Marden Street, Artarmon, New South Wales 2064, Australia (AU)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.12.2015	(74) Представник:	Мошинська Ніна Миколаївна, реєстр. №115
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	2008902665, 2009901137	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 3167021 A, 26.01.1965 US 5609468 A, 11.03.1997 WO 1988/002820 A1, 21.04.1988 GB 2092228 A, 11.08.1982 US 3285187 A, 15.11.1966 US 3953150 A, 27.04.1976 US 5368443 A, 29.11.1994 UA a2003903024, 15.02.2006
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	27.05.2008, 16.03.2009		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	AU, AU		
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.03.2015, Бюл.№ 5		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.12.2015, Бюл.№ 23		
(62) Номер та дата подання попередньої заявки, з якої виділено заявку, позначену кодом (21):	, a201306420, 27.05.2009		

(54) РОБОЧЕ КОЛЕСО ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА І ЙОГО КОМБІНАЦІЯ З ПЕРЕДНІМ ВКЛАДИШЕМ НАСОСА**(57) Реферат:**

Робоче колесо (40) для використання у відцентровому насосі включає в себе передній кожух (50) і задній кожух (51), причому задній кожух (51) містить задню поверхню і внутрішню основну поверхню з зовнішньою периферійною кромкою і центральною віссю (X-X), причому з внутрішньої основної поверхні заднього кожуха (51) виступає множина насосних лопатей (42) у напрямку переднього кожуха (50), розташованих на відстані одна від одної на внутрішній основній поверхні з утворенням випускного каналу між суміжними насосними лопатями (42), при цьому кожна насосна лопать (42) включає в себе передню кромку (43) в області центральної осі (X-X) і задню кромку (44) в області периферійної кромки, і задній кожух (51) додатково включає в себе опуклу частину (47), що має зігнений профіль з вершиною опуклої частини в області центральної осі, що проходить у напрямку переднього кожуха (50), при цьому існує зігнена перехідна область між внутрішньою основною поверхнею і опуклою частиною (47). Згідно з винаходом перехідна область має радіус кривизни (F_r), і робоче колесо має діаметр (D_2), причому співвідношення радіуса кривизни перехідної області до діаметра робочого колеса (F_r/D_2) складає від 0,02 до 0,75, при цьому один або більше проходів мають зв'язану з ними одну або більше випускних напрямних лопатей (55), причому одна або кожна випускна напрямна лопать (55) розташована на основній поверхні щонайменше одного з кожухів. Робоче колесо використовується у комбінації з переднім вкладишем насоса.

UA 110306 C2

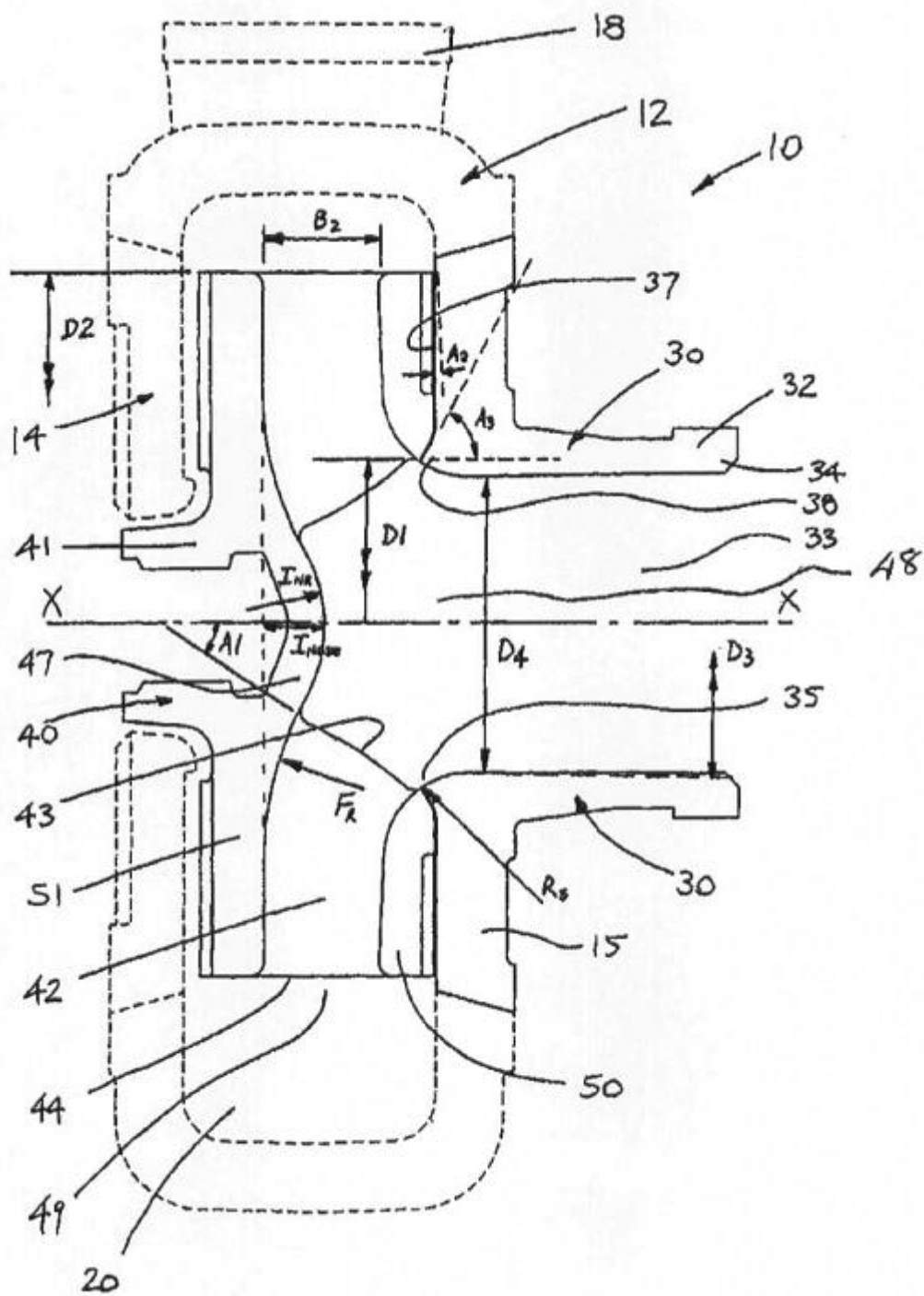


Fig. 1

Даний винахід стосується загалом відцентрових насосів і, більш конкретно, хоча не виключно, насосів для роботи з абразивними матеріалами, наприклад, такими як шлами і т. п.

Відцентрові шламові насоси, які, в типовому випадку, можуть містити вкладиші з твердого сплаву або еластомеру і/або оболонки, які протистоять зношуванню, широко використовуються в гірничодобувній промисловості. Звичайно, чим вища густина шламу або чим більші або твердіші частинки шламу, тим більші будуть темпи зношування і тим менший буде термін служби насоса.

Відцентрові шламові насоси широко використовуються на збагачувальних заводах від початку процесу, коли шлам грубозернистий і викликає високу інтенсивність зношування (наприклад, в ході подрібнення), до кінця процесу, коли шлам значно тонший, і інтенсивність зношування значно зменшуються (наприклад, коли виробляються хвости флотації). Наприклад, шламові насоси, які працюють з великими частинками, що подаються, можуть мати термін служби зношуваних деталей, який вимірюється тижнями або місяцями, в порівнянні з насосами в кінці процесу, які мають зношені деталі, які можуть працювати від одного до двох років.

Зношування у відцентрових шламових насосах, які використовуються для роботи з шламами, що містять великі частинки, в типовому випадку, найбільше на вході робочого колеса, оскільки тверді частинки повинні здійснювати поворот під прямим кутом від осьового потоку у впускній трубі до радіального потоку в робочому колесі насоса, і, таким чином, розмір і інерція частинок призводять до більшої кількості співударів і ковзання відносно стінок робочого колеса і передніх кромek лопатей робочого колеса.

Зношування робочого колеса відбувається головним чином на лопатях і передньому і задньому кожухах на вході робочого колеса. Сильне зношування в цих зонах може також впливати на зношування переднього вкладиша насоса. Невеликий зазор, який існує між обертовим робочим колесом і стаціонарним переднім вкладишем (що іноді називається горловинним вкладишем), буде також впливати на термін служби і робочі характеристики зношуваних деталей насоса. Цей зазор звичайно досить малий, але, в типовому випадку, збільшується внаслідок зношування на передньому боці робочого колеса, кожусі робочого колеса або внаслідок зношування і на робочому колесі, і на передньому облицюванні.

Один спосіб зменшення потоку, який проходить з зони високого тиску кожуха насоса через зазор між переднім боком робочого колеса і переднім вкладишем у вхід насоса, передбачає включення похилого виступу на стаціонарному передньому вкладиші на вході робочого колеса. Робоче колесо має профіль, що відповідає цьому виступу. Хоча потік через зазор можна зменшити за допомогою витискуючих лопатей на передній частині робочого колеса, потік через зазор може бути також ефективно мінімізований за допомогою конструювання і підтримування цього вузького зазору.

Деякі, але не всі, насоси можуть мати засоби для підтримування зазору між робочим колесом і переднім вкладишем настільки малим, наскільки це практично, не викликаючи надмірного зношування стиранням. Невеликий зазор звичайно поліпшує термін служби переднього вкладиша, але зношування на вході робочого колеса все ще відбувається і не зменшується.

Високе зношування на вході робочого колеса стосується ступеня турбулентності в потоці, коли він змінює напрямок від осьового до радіального. Геометрія невдало розробленого робочого колеса і насосних лопатей може різко збільшити величину турбулентності і, отже, зношування.

Різні описані тут аспекти можуть застосовуватися до всіх відцентрових шламових насосів і, зокрема, до тих, які зазнають високої інтенсивності зношування на вході робочого колеса, або до тих, які використовуються у варіантах застосування з високотемпературними шламами.

Для вирішення згаданих проблем було створено робоче колесо для відцентрового насоса, яке включає в себе передній кожух і задній кожух, причому задній кожух містить задню поверхню і внутрішню основну поверхню з зовнішньою периферійною кромкою і центральною віссю, причому з внутрішньої основної поверхні заднього кожуха виступає множина насосних лопатей у напрямку переднього кожуха, розташованих на відстані одна від одної на внутрішній основній поверхні з утворенням випускного каналу між суміжними насосними лопатями, при цьому кожна насосна лопать включає в себе передню кромку в області центральної осі і задню кромку в області периферійної кромки, і задній кожух додатково включає в себе опуклу частину, що має зігнений профіль з вершиною опуклої частини в області центральної осі, що проходить у напрямку переднього кожуха, при цьому існує зігнена перехідна область між внутрішньою основною поверхнею і опуклою частиною, в якому, згідно з винаходом, перехідна область має радіус кривизни, і робоче колесо має діаметр, причому співвідношення радіуса кривизни перехідної області до діаметра робочого колеса складає від 0,02 до 0,75, при цьому один або

більше проходів мають зв'язану з ними одну або більше випускних напрямних лопатей, причому одна або кожна випускна напрямна лопать розташована на основній поверхні щонайменше одного з кожухів.

5 Переважно, співвідношення радіуса кривизни перехідної області до діаметра робочого колеса складає від 0,41 до 0,52.

Переважно, співвідношення відстані від площини, в якій лежить внутрішня основна поверхня заднього кожуха, до вершини опуклої частини до ширини насосної лопатки складає від 0,25 до 0,75, більш переважно, від 0,4 до 0,65, і найбільш переважно, від 0,48 до 0,56.

10 Кожна насосна лопать має основну частину між її передньою і задньою кромками, довжину перехідної ділянки передньої кромки лопаті і передню кромку, що має радіус, який становить 0,09-0,45 від товщини основної частини насосної лопаті, переважно, 0,125-0,31 від товщини основної частини насосної лопаті, найбільш переважно, 0,18-0,19 від товщини основної частини насосної лопаті.

15 Переважно, товщина основної частини насосної лопаті лежить в діапазоні 0,03-0,11 від зовнішнього діаметра робочого колеса, більш переважно, в діапазоні 0,055-0,10 від зовнішнього діаметра робочого колеса.

Кожна лопать може мати довжину перехідної ділянки між передньою кромкою і повною товщиною лопаті, причому перехідна довжина становить 0,5-3 від товщини основної частини насосної лопатки.

20 Переважно, товщина основної частини по суті постійна по її довжині.

Переважно, одна або кожна випускна напрямна лопать є виступом з основної поверхні кожуха, з яким вона з'єднана і який проходить у відповідний прохід.

Переважно, одна або кожна випускна напрямна лопать є подовженою.

25 Переважно, одна або кожна випускна напрямна лопать має зовнішній кінець, який примикає до периферійної кромки кожуха, причому випускна напрямна лопать проходить всередину і закінчується на внутрішньому кінці, який знаходиться між центральною віссю і периферійною кромкою кожуха, з яким він зв'язаний.

Переважно, кожний з переднього і заднього кожухів має випускну напрямну лопать, яка виступає з основної його поверхні.

30 Переважно, кожна випускна напрямна лопать має висоту, яка становить 5-50 % від ширини насосної лопаті.

Переважно, одна або кожна випускна напрямна лопать в основному має в горизонтальному перерізі одну і ту ж форму і ширину основних насосних лопатей.

Переважно, кожна випускна напрямна лопать має зменшувану висоту.

35 Переважно, кожна насосна лопать має кут нахилу передньої кромки лопаті до центральної осі робочого колеса, який складає 20-35°.

Переважно, внутрішній діаметр робочого колеса становить 0,25-0,75 від зовнішнього діаметра робочого колеса.

40 Згадані проблеми також вирішуються за рахунок того, що у комбінації описаного робочого колеса і переднього вкладиша відцентрового насоса передній вкладиш має підведений виступ, який утворює кут з центральною віссю робочого колеса, який складає 10-80°.

Також в комбінації описаного робочого колеса і переднього вкладиша відцентрового насоса передній вкладиш має внутрішній кінець і зовнішній кінець, причому діаметр внутрішнього кінця становить 0,55-1,1 від діаметра зовнішнього кінця.

45 Крім того, у комбінації описаного робочого колеса і переднього вкладиша відцентрового насоса кут між паралельними поверхнями робочого колеса і переднього вкладиша і площиною, перпендикулярною до осі обертання, становить 0-20°.

50 Для мінімізації турбулентності в зоні входу робочого колеса, конфігурація, бажано, включає ознаки, які мінімізують характеристики кавітації, що впливають на робочі характеристики насоса. Це означає, що конструкція мінімізує кавітаційний запас насоса, що допускається (або всмоктування). Кавітація відбувається, коли тиск, доступний на вході насоса, нижчий необхідного для насоса, що спричиняє "закипання" шламової води і виникнення кавітаційних каверн, турбулентних слідів і турбулентності. Пара і турбулентність будуть викликати пошкодження лопатей входу насоса і кожухів, видаляючи матеріал і утворюючи газові пори і малі каверни через зношування, які можуть збільшитися в розмірі з часом.

55 Частинки шламу, що входять у вхід, можуть відхилятися від рівного потоку паром і турбулентним потоком, таким чином, прискорюючи інтенсивність зношування. Турбулентний потік створює структури потоку з невеликим або великим рівнем завихрення. Коли тверді частинки захоплені в ці завихрені потоки, їх швидкість різко збільшується, і, як правило, зношування на частинах насоса має тенденцію збільшуватися. Коефіцієнт зношування в

шламових насосах може співвідноситися зі швидкістю частинки, зведеної у другий-третій степінь, і, таким чином, підтримання низьких швидкостей частинок корисне для мінімізування зношування.

Деякі збагачувальні заводи, такі як глиноземні заводи, потребують підвищених робочих температур, що сприяють витягуванню мінералу. Високотемпературні шлами потребують насосів, які мають хороші характеристики пригнічення кавітації. Чим нижча висота стовпа рідини над входом насоса, що потребується, тим краще насос буде здатний зберігати його робочі характеристики. Конструкція робочого колеса, яка має низькокавітаційні характеристики, буде сприяти як мінімізації зношування, так і зменшенню впливу на робочі характеристики насоса і, таким чином, на продуктивність збагачувального заводу.

Одним зі способів зменшення турбулентності завантажувального шламу, що входить в насос, полягає в забезпеченні плавної зміни кута руху потоку шламу і захоплених ним твердих частинок, коли шлам змінює напрямок потоку від горизонтального до вертикального. Вхід може бути закруглений за допомогою створення форми внутрішнього каналу робочого колеса, що відповідає передньому вкладишу. Закруглення робить більш ламінарне протікання і, в результаті, меншу турбулентність. Вхід переднього вкладиша також може бути закруглений або може включати частину меншого діаметра на вході або опуклу частину, яка також може сприяти згладжуванню траєкторії повороту потоку шламу.

Інший засіб для повороту потоку більш рівномірно полягає у включенні в конструкцію похилого переднього вкладиша і відповідній похилій передній поверхні робочого колеса.

Більш низькі рівні турбулентності в зоні входу робочого колеса будуть призводити до загального зниження зношування. Термін служби має першочергове значення для насосів, працюючих з важкими і грубими шламами в збагачувальних галузях. Як описано вище, для досягнення більш низького зношування на вході робочого колеса потрібна комбінація певних розмірних відношень для одержання певної геометрії з низькою турбулентністю. Несподівано винахідники виявили, що ця переважна геометрія значною мірою незалежна від відношення зовнішнього діаметра робочого колеса до діаметра входу (що звичайно називається відношенням робочого колеса).

Було виявлено, що різні відношення, описані вище або в комбінації, забезпечують оптимальну геометрію, по-перше, для одержання плавної структури потоку і мінімізації ударних втрат на вході каналу робочого колеса і, по-друге, для контролю величини турбулентності в максимально можливій мірі на протяжності каналу робочого колеса. Різні відношення важливі, оскільки вони регулюють потік від осьового напрямку в робоче колесо з поворотом на дев'яносто градусів для формування радіального потоку, і також вирівнюють потік, що пройшов передні кромки основних насосних лопатей в кожен з випускних каналів робочого колеса (тобто, проходів між всіма основними насосними лопатями).

Зокрема, робоче колесо, яке має розмірні відношення R_s/D_2 в діапазоні від 0,05 до 0,16 і F_r/D_2 від 0,32 до 0,65, як було виявлено, забезпечувало переважні результати, описані вище.

Зокрема, робоче колесо, яке має розмірні відношення R_s/D_2 в діапазоні від 0,05 до 0,16 і I_{nr}/D_2 від 0,17 до 0,22, як було виявлено, забезпечувало переважні результати, описані вище.

Зокрема робоче колесо, яке має насосні лопаті з розмірними відношеннями R_v/T_v в діапазоні від 0,18 до 0,19, як було виявлено, забезпечувало переважні результати, описані вище.

Подальше удосконалення було також досягнуте за допомогою застосування випускних напрямних лопатей, описаних вище. Випускні напрямні лопаті регулюють турбулентність завдяки завихренню в потоці матеріалу, який проходить через канал робочого колеса під час його використання. Збільшена турбулентність може призвести до збільшеного зношування поверхонь робочого колеса і спіральної камери, а також до збільшення втрат енергії, які, зрештою, вимагають від оператора подачі більшої енергії до насоса для досягнення бажаної продуктивності. Залежно від вибраного положення випускних напрямних лопатей, зона турбулентності негайно перед насосною поверхнею робочого колеса може бути істотно обмежена. У результаті, інтенсивність або сила завихрень зменшена, оскільки вони не можуть зростати необмеженим чином. Інший переважний результат полягав в тому, що більш плавний потік по всьому каналу робочого колеса знижував турбулентність і, таким чином, також знижував зношування через наявність твердих частинок в потоці шламу.

Вдосконалення робочих характеристик включають наступне:

- менше падіння тиску, що створюється насосом, при збільшенні потоків, тобто, менші втрати енергії при збільшенні потоку, при цьому потрібно зазначити, що у традиційних робочих коліс більш різка втрата характеристик з такою ж кількістю основних насосних лопатей;
- збільшення ефективності на 7-8 % в абсолютних значеннях;

- зниження кавітаційних характеристик насоса і підтримка їх більш рівними навіть при великих потоках (звичайні робочі колеса мають більш круті характеристики);
 - збільшення терміну служби робочого колеса на 50 % в порівнянні з традиційною конструкцією робочого колеса.

5 Згідно з існуючими традиційними протоколами конструювання завжди вважалось, що один параметр робочих характеристик може бути збільшений, але за рахунок іншого, наприклад, більш високої ефективності, але при більш низькому терміні служби. Даний винахід спростовує це уявлення, досягаючи кращих робочих характеристик для всіх параметрів.

10 В результаті кращих різносторонніх робочих характеристик, робоче колесо може бути зроблене з використанням "стандартних" матеріалів без потреби в спеціальних сплавах, які вимагалися б інакше для розв'язання проблем локального високого зношування.

Експериментальні випробування продемонстрували, що ці конструктивні параметри і специфікація певних розмірних відношень можуть зробити відносно низьке або по суті оптимальне зношування робочого колеса, особливо навколо опуклості (вхідної зони) робочого колеса.

15 Незважаючи на будь-які інші форми, які можуть відповідати пристрою і способу, вказаному в короткому описі винаходу, нижче описані конкретні варіанти здійснення винаходу способом і пристроєм на прикладі і з посиланнями на прикладені креслення, на яких показане наступне:

20 фіг. 1 зображує типовий схематичний вигляд збоку з частковим перерізом насоса, що включає робоче колесо і комбінацію робочого колеса і вкладиша згідно з одним варіантом здійснення винаходу;

фіг. 1А - докладний вигляд частини робочого колеса, показаного на фіг. 1;

фіг. 2 - типовий схематичний вигляд зверху в перерізі насосної лопаті робочого колеса згідно з іншим варіантом здійснення винаходу; і

25 фіг. 3-12 - типові вигляди загалом і з частковим перерізом робочого колеса і вхідного вкладиша, де деякі вигляди показують комбінацію робочого колеса і вхідного вкладиша, що відповідають деяким варіантам здійснення винаходу.

фіг. 13А - типовий схематичний вигляд збоку в перерізі комбінації робочого колеса і вкладиша згідно з одним варіантом здійснення винаходу, що показує різні зони вхідного вкладиша (1), переднього кожуха (2) робочого колеса, виходу (3) переднього кожуха робочого колеса і опуклої частини (4) заднього кожуха робочого колеса.

30 фіг. 13В - типовий схематичний вигляд збоку в перерізі комбінації робочого колеса і вкладиша згідно з одним варіантом здійснення винаходу, де вимірювальні точки зроблені апроксимацією кривої і моделюванням лінійної регресії для показу внутрішнього профілю різних зон, показаних на фіг. 13А.

35 На фіг. 1 і 1А показаний типовий насос 10, що відповідає деяким варіантам здійснення винаходу, що включає кожух 12, задній вкладиш 14, передній вкладиш 30 і вихід 18 насоса. Внутрішня камера 20 пристосована для розміщення робочого колеса 40 для обертання навколо осі Х-Х обертання.

40 Передній вкладиш 30 включає циліндричну подавальну секцію 32, через яку шлам надходить в насосну камеру 20. Подавальна секція 32 має канал 33 з першим зовнішнім кінцем 34, в робочому положенні з'єднаним з живильною трубою (не показана), і другим, внутрішнім кінцем 35, суміжним з камерою 20. Передній вкладиш 30 також включає бічну стінкову секцію 15, яка сполучається з кожухом 12 насоса для формування і обгороджування камери 20, причому бічна стінкова секція 15 має внутрішню поверхню 37. Другий кінець 35 переднього вкладиша 30 має виступ 38, який пристосований для з'єднання з робочим колесом 40.

45 Робоче колесо 40 включає маточину 41, від якої проходить множина рознесених по окружності насосних лопатей 42. Виступаюча або опукла частина 47 проходить уперед від маточини до каналу 33 в передньому вкладиші. Насосні лопаті 42 включають передню кромку 43, що знаходиться в зоні входу робочого колеса 48, і задню кромку 44, яка знаходиться в зоні виходу робочого колеса 49. Робоче колесо також включає передній кожух 50 і задній кожух 51 і лопаті 42, розташовані між ними.

50 У конкретному варіанті виконання робочого колеса 10А, частково показаному на фіг. 2, показана тільки одна типова насосна лопать 42, яка проходить між протилежними основними внутрішніми поверхнями кожухів 50, 51. Звичайно таке робоче колесо 10А має множину таких насосних лопатей, рівномірно розташованих навколо зони між згаданими кожухами 50, 51, наприклад три, чотири або п'ять насосних лопатей, що типово для шламових насосів. На цьому кресленні показана тільки одна насосна лопать для зручності ілюстрування ознак. Як показано на фіг. 2, типова насосна лопать 42 є загалом дугоподібною в перерізі і включає внутрішню передню кромку 43 і зовнішню задню кромку 44 і протилежні бічні поверхні 45 і 46, причому

бічна поверхня 45 є стороною накачування або підвищеного тиску. Лопаті звичайно згадуються як заломлені назад лопаті при погляді в напрямку обертання. Посилальні позиції, які означають описані вище різні ознаки, позначені тільки на показаних лопатях 42 для ясності. Важливі основні розміри L_t , R_v і T_v показані на фігурі і визначені нижче в цьому описі.

Відповідно до деяких варіантів здійснення винаходу, типове робоче колесо показане на фіг. 3-12. Для зручності тепер будуть використовуватися однакові посилальні позиції для позначення однакових частин, описаних відносно фіг. 1, 1A і 2. В конкретному варіанті здійснення винаходу, показаному на фіг. 3-12, робоче колесо 40 має множину випускних напрямних лопатей. Випускні напрямні лопаті мають форму подовжених виступів 55 з плоскою вершиною, які загалом мають ковбасоподібний переріз. Ці виступи 55 проходять, відповідно, від основної поверхні заднього кожуха 51 і розташовані між двома суміжними насосними лопатями 42. Виступи 55 мають відповідний зовнішній кінець 58, який розташований суміжно із зовнішньою периферійною кромкою кожуха 51, на якому вони розташовані. Випускні напрямні лопаті також мають внутрішній кінець 60, який розташований приблизно всередині відповідного каналу. Внутрішні кінці 60 відповідних випускних напрямних лопатей 55 віднесені на деяку відстань від центральної осі X-X обертання робочого колеса 40. У типовому випадку, хоча не обов'язково, випускні напрямні лопаті можуть бути зв'язані з кожним каналом.

Кожна випускна напрямна лопать в формі виступу 55 показана на кресленнях з висотою приблизно 30-35 % ширини насосної лопаті 42, де ширина насосної лопаті визначена як відстань між переднім і заднім кожухами робочого колеса. У інших варіантах здійснення винаходу висота напрямної лопаті може бути між 5 % і 50 % згаданої ширини насосної лопаті 42. Кожна напрямна лопать має загалом сталу висоту вздовж її довжини, хоча в інших варіантах здійснення винаходу напрямна лопать може бути звужена по висоті і також звужена по ширині. Як можна бачити на кресленнях, лопаті мають скошені периферійні кромки.

У варіанті здійснення винаходу, показаному на фіг. 3-12, кожна випускна напрямна лопать може бути розташована ближче до нагнітальної поверхні або поверхні сторони підвищеного тиску найближчої суміжної насосної лопаті. Розташування випускної напрямної лопаті ближче до однієї суміжної насосної лопаті може корисно поліпшити робочі характеристики насоса. Такі варіанти здійснення винаходу також описані в заявці РСТ/AU2009/000661 даного заявника, озаглавленій "Робоче колесо шламового насоса", яка була зареєстрована одночасно з даною заявкою і зміст якої включений сюди як перехресне посилання.

У інших варіантах здійснення винаходу випускні напрямні лопаті можуть проходити у випускний канал на меншу або більшу відстань, ніж показано у варіантах здійснення винаходу на фіг. 3-12, залежно від перекачуваної рідини або шламу.

У інших варіантах здійснення винаходу може бути більше однієї випускної напрямної лопаті на кожній внутрішній основній поверхні кожуха або, в деяких випадках, на одній з протилежних внутрішніх основних поверхонь будь-якого з двох кожухів, які визначають випускний канал, може не бути випускної напрямної лопаті.

У інших варіантах здійснення винаходу випускні напрямні лопаті можуть мати ширину поперечного перерізу, яка відрізняється від ширини основних насосних лопатей, і вони навіть можуть не бути подовженими, якщо досягається бажаний вплив на потік шламу на виході робочого колеса.

Випускні напрямні лопаті знижують імовірність формування високошвидкісних потоків вихрового типу в слабких потоках. Це знижує імовірність зношування твердими частинками переднього або заднього кожуха, що призводить до утворення зносових раковин, в яких можуть утворюватися і розвиватися потоки вихрового типу. Направні лопаті також будуть зменшувати змішування розділених зон потоку безпосередньо біля виходу робочого колеса з потоком, що вже обертається, в спіральній камері. Випускні напрямні лопаті будуть вирівнювати і зменшувати турбулентність потоку від робочого колеса в кожух насоса або спіральну камеру.

Як показано на фіг. 8-12, робоче колесо 10 також включає витісняючі допоміжні або лопаті 67, 68, 69 на відповідних зовнішніх поверхнях кожухів. Деякі з лопатей 67, 68 на задньому кожусі мають різну ширину. Як показано на фігурах, всі лопаті, включаючи випускні напрямні лопаті, мають скошені кромки.

Фіг. 1 і 2 креслень показують наступні параметри:

D_1 - діаметр входу робочого колеса в точці перерізу переднього кожуха і передньої кромки насосної лопаті.

D_2 - зовнішній діаметр робочого колеса, який є зовнішнім діаметром насосних лопатей, який в деяких типових варіантах здійснення винаходу дорівнює діаметру заднього кожуха робочого колеса.

D_3 - діаметр першого кінця переднього вкладиша.

D_4 - діаметр другого кінця переднього вкладиша.

A_1 - кут між передньою кромкою лопаті і центральною віссю обертання робочого колеса.

A_2 - кут між паралельними поверхнями робочого колеса і переднього вкладиша і площиною, перпендикулярною осі обертання.

5 A_3 - кут виступу переднього вкладиша відносно центральної осі обертання робочого колеса.

R_s - радіус кривизни переднього кожуха робочого колеса в точці, де горловинний вкладиш і передній кожух робочого колеса суміщені, тобто, де потік проходить горловинний вкладиш і входить в робоче колесо.

R_v - радіус передньої кромки лопаті.

10 T_v - товщина основної частини насосної лопаті.

L_t - довжина перехідної ділянки лопаті.

B_2 - ширина виходу робочого колеса.

I_{nr} - радіус кривизни зігнутого профілю опуклої частини робочого колеса у маточини.

15 I_{nose} - відстань від площини, що містить внутрішню основну поверхню заднього кожуха, до вершини опуклої частини під прямим кутом відносно центральної осі.

F_r - радіус кривизни перехідної зони між внутрішньою основною поверхнею і опуклою частиною.

Переважно, один або більше з цих параметрів має розмірні відношення в наступних діапазонах:

20 $D_4=0,55D_3-1,1D_3$;

більш переважно, $D_1=0,25D_2-0,75D_2$;

більш переважно, $0,25D_2-0,5D_2$;

більш переважно, $0,40D_2-0,75D_2$;

$R_s=0,05D_2-0,16D_2$;

25 більш переважно, $0,08D_2-0,15D_2$;

більш переважно, $0,11D_2-0,14D_2$;

$R_v=0,09T_v-0,45T_v$;

більш переважно, $0,125T_v-0,31T_v$;

більш переважно, $0,18T_v-0,19T_v$;

30 $T_v=0,03D_2-0,11D_2$;

більш переважно, $0,055D_2-0,10D_2$;

$L_t=0,5T_v-3T_v$;

$B_2=0,08D_2-0,2D_2$;

$I_{nr}=0,02D_2-0,50D_2$;

35 більш переважно, $= 0,10D_2-0,33D_2$;

більш переважно, $= 0,17D_2-0,22D_2$;

$I_{nose}=0,25B_2-0,75B_2$;

більш переважно, $= 0,40B_2-0,65B_2$;

більш переважно, $= 0,48B_2-0,56B_2$;

40 $F_r=0,20D_2-0,75D_2$;

більш переважно, $= 0,32D_2-0,65D_2$;

більш переважно, $= 0,41D_2-0,52D_2$.

І має кути в діапазонах:

$A_2=0-20^\circ$;

45 $A_3=10^\circ-80^\circ$;

$A_1=20^\circ-35^\circ$

Приклади.

Були проведені порівняльні випробування із звичайним насосом і насосом згідно з типовим варіантом здійснення винаходу.

50 Різні відповідні розміри двох насосів наведені нижче.

Робоче колесо звичайного насоса	Робоче колесо нового насоса
$D_1=203$ мм	$= 226$ мм
$D_2=511$ мм	$= 550$ мм
$R_s=156$ мм	$= 60$ мм
$R_v=2$ мм	$= 6$ мм
$T_v=3$ мм (до максимуму 76 мм)	$= 32$ мм
$L_t=$ Немає	$= 67$ мм
$B_2=76$ мм	$= 72$ мм
$F_r=232$ мм	$= 228$ мм

$I_{nr}=95$ мм	= 95 мм
$A_1=0$ (паралельно осі входу)	= 25°
Передній вкладиш	Передній вкладиш
$A_2=0$ (перпендикулярно осі входу)	= те ж
$A_3=60^\circ$	= 60°
$D_3=203$ мм	= 203 мм
$D_4=200$ мм	= 224 мм

Для типового нового робочого колеса насоса, описаного тут вище, відношення R_3/D_2 становить 0,109, відношення F_r/D_2 становить 0,415, відношення I_{nr}/D_2 становить 0,173 і відношення R_v/T_v становить 0,188.

5 Приклад 1

Новий і звичайний насоси працювали з однаковою продуктивністю і швидкістю із золотовмісною рудою. Термін служби робочого колеса звичайного насоса становив 1600-1700 годин, і термін служби переднього вкладиша становив 700-900 годин. Термін служби нового робочого колеса і переднього вкладиша становив 2138 годин.

10 Приклад 2

Новий і звичайний насоси працювали з однаковою продуктивністю і швидкістю із золотовмісною рудою, що призвело до швидкого зношування внаслідок високого вмісту кремнієвого піску в шлам. В результаті трьох випробувань нове робоче колесо і передній вкладиш показали, відповідно, в 1,4 і в 1,6 рази більші терміни служби, ніж звичайні металеві частини в такому ж матеріалі.

Звичайне робоче колесо, в типовому випадку, виходило з ладу через значне зношування на лопатях насоса і утворення раковин на задньому кожусі. Нове робоче колесо показало дуже невелике зношування цього ж типу.

Приклад 3

20 Новий і звичайний насоси працювали з однаковою продуктивністю і швидкістю на заводі для очищення глинозему з навантаженням, яке було критичним для постачання заводу. Це навантаження було при високій температурі і, таким чином, передбачало конструкцію робочого колеса з низькими кавітаційними характеристиками.

25 Середній термін служби звичайного робочого колеса і переднього вкладиша становив 4875 годин з деяким зносом робочого колеса, але, в типовому випадку, передній вкладиш ушкоджувався через утворення раковин під час використання.

Термін служби нового робочого колеса і переднього вкладиша перевищив 6000 годин без утворення раковин.

Приклад 4

30 Новий і звичайний насоси працювали з однаковою продуктивністю і швидкістю на заводі для очищення глинозему, де відкладення на внутрішніх стінках труби і резервуара може впливати на продуктивність насоса внаслідок кавітації.

На основі експериментів було обчислено, що нове робоче колесо і передній вкладиш забезпечили додаткове збільшення на 12,5 % продуктивності, залишаючись не пошкодженими кавітацією.

Експериментальне моделювання.

40 Були виконані обчислювальні експерименти для визначення рівнянь для різних конструкцій описаного тут робочого колеса з використанням комерційно доступного програмного забезпечення. Це програмне забезпечення застосовує нормалізовану лінійну регресію або методи апроксимації кривої для визначення багаточлена, який описує кривизну внутрішніх поверхонь кожухів робочого колеса для певних описаних тут варіантів здійснення винаходу.

45 Кожен вибраний варіант виконання робочого колеса при погляді в перерізі в площині, що проходить через вісь обертання, має чотири основні зони профілю, кожна з яких має явні ознаки форми, як показано на фіг. 13A. На фіг. 13B показаний профіль з ознаками форми певного робочого колеса, які були одержані за допомогою багаточлена. Вздовж осі X, яка є лінією, що проходить від маточини робочого колеса через центр опуклої частини робочого колеса і співвісно з віссю X-X обертання, взяті фактичні розміри робочого колеса і розділені на B_2 (ширина виходу робочого колеса) для одержання нормалізованої величини X_n . Вздовж осі Y (яка є лінією, що проходить під прямим кутом до осі X-X обертання і в площині основної внутрішньої поверхні заднього кожуха) взяті фактичні розміри робочого колеса і поділені на $0,5 \times D_2$ (половина зовнішнього діаметра робочого колеса) для одержання нормалізованої величини Y_n . Величини X_n і Y_n потім регресуються для обчислення багаточлена для опису

профілю зони 2, який є гострою внутрішньою поверхнею в зоні входу робочого колеса, і профілю зони 4, який є зігнутим профілем опуклої частини робочого колеса.

У одному варіанті здійснення винаходу, де D_2 становить 550 мм і B_2 становить 72 мм, зона 2 профілю визначена як:

$$y_n = -2,3890009903x_n^5 + 19,4786939775x_n^4 - 63,2754154980x_n^3 + 102,6199259524x_n^2 - 83,4315403428x + 27,7322233171$$

У одному варіанті здійснення винаходу, де D_2 становить 550 мм і B_2 становить 72 мм, зона 4 профілю визначена як:

$$y_n = -87,6924201323x_n^5 + 119,7707929717x_n^4 - 62,3921978066x_n^3 + 16,0543468684x_n^2 - 2,7669594052x + 0,5250083657.$$

У одному варіанті здійснення винаходу, де D_2 становить 1560 мм і B_2 становить 190 мм, зона 2 профілю визначена як:

$$y_n = -7,0660920862x_n^5 + 56,8379443295x_n^4 - 181,1145997000x_n^3 + 285,9370452104x_n^2 - 223,9802206897x + 70,2463717260.$$

У одному варіанті здійснення винаходу, де D_2 становить 1560 мм і B_2 становить 190 мм, зона 4 профілю визначена як:

$$y_n = -52,6890959578x_n^5 + 79,4531495101x_n^4 - 45,7492175031x_n^3 + 13,0713205894x_n^2 - 2,5389732284x + 0,5439201928.$$

У одному варіанті здійснення винаходу, де D_2 становить 712 мм і B_2 становить 82 мм, зона 2 профілю визначена як:

$$y_n = -0,8710521204x_n^5 + 7,8018806610x_n^4 - 27,9106218350x_n^3 + 50,0122747105x_n^2 - 45,1312740213x + 16,9014790579.$$

У одному варіанті здійснення винаходу, де D_2 становить 712 мм і B_2 становить 82 мм, зона 4 профілю визначена як:

$$y_n = -66,6742503139x_n^5 + 103,3169809752x_n^4 - 60,6233286019x_n^3 + 17,0989215719x_n^2 - 2,9560300900x + 0,5424661895.$$

У одному варіанті здійснення винаходу, де D_2 становить 776 мм і B_2 становить 98 мм, зона 2 профілю визначена як:

$$y_n = -0,2556639974x_n^5 + 2,6009971578x_n^4 - 10,5476726720x_n^3 + 21,4251116716x_n^2 - 21,9586498788x + 9,5486465528.$$

У одному варіанті здійснення винаходу, де D_2 становить 776 мм і B_2 становить 98 мм, зона 4 профілю визначена як:

$$y_n = -74,2097253182x_n^5 + 115,5559502836x_n^4 - 67,8953477381x_n^3 + 19,1100516593x_n^2 - 3,2725057764x + 0,5878323997.$$

У попередньому описі певних типових варіантів здійснення винаходу для ясності застосована спеціальна термінологія. Однак винахід не обмежено вибраними спеціальними термінами, і потрібно розуміти, що кожен спеціальний термін включає всі технічні еквіваленти, які працюють подібним чином для досягнення подібної технічної мети. Такі терміни, як "передній" і "задній", "вище" і "нижче" і т. п. використані як слова для зручності визначення опорних точок і не повинні розглядатися як обмежувальні терміни.

Посилання в цьому описі на будь-яку попередню публікацію або одержану з неї інформацію, або будь-який відомий матеріал не повинні розглядатися як визнання або допущення або будь-яка форма вказівки, що ця попередня публікація або одержана з неї інформація, або відомий матеріал формує частину загальновідомого знання в зоні, якої стосується цей опис.

Нарешті, потрібно розуміти, що різні зміни, модифікації і/або додавання можуть бути включені в різні конструкції і розташування частин, не відступаючи від суті або об'єму винаходу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Робоче колесо (40) для використання у відцентровому насосі, яке включає в себе передній кожух (50) і задній кожух (51), причому задній кожух (51) містить задню поверхню і внутрішню основну поверхню з зовнішньою периферійною кромкою і центральною віссю (X-X), причому з внутрішньої основної поверхні заднього кожуха (51) виступає множина насосних лопатей (42) у напрямку переднього кожуха (50), розташованих на відстані одна від одної на внутрішній основній поверхні з утворенням випускного каналу між суміжними насосними лопатями (42), при цьому кожна насосна лопать (42) включає в себе передню кромку (43) в області центральної осі (X-X) і задню кромку (44) в області периферійної кромки, і задній кожух (51) додатково включає в себе опуклу частину (47), що має зігнений профіль з вершиною опуклої частини в області центральної осі, що проходить у напрямку переднього кожуха (50), при цьому існує зігнена перехідна область між внутрішньою основною поверхнею і опуклою частиною (47), яке

- відрізняється** тим, що перехідна область має радіус кривизни (F_r), і робоче колесо має діаметр (D_2), причому співвідношення радіуса кривизни перехідної області до діаметра робочого колеса (F_r/D_2) складає від 0,02 до 0,75, при цьому один або більше проходів мають зв'язану з ними одну або більше випускних напрямних лопатей (55), причому одна або кожна випускна напрямна лопать (55) розташована на основній поверхні щонайменше одного з кожухів.
2. Робоче колесо за п. 1, яке **відрізняється** тим, що співвідношення радіуса кривизни перехідної області до діаметра робочого колеса (F_r/D_2) складає від 0,41 до 0,52.
3. Робоче колесо за п. 1 або 2, яке **відрізняється** тим, що співвідношення відстані від площини, в якій лежить внутрішня основна поверхня заднього кожуха, до вершини опуклої частини (I_{nose}) до ширини насосної лопатки (B_2) складає від 0,25 до 0,75.
4. Робоче колесо за п. 3, яке **відрізняється** тим, що співвідношення (I_{nose}/B_2) складає від 0,4 до 0,65.
5. Робоче колесо за п. 3, яке **відрізняється** тим, що співвідношення (I_{nose}/B_2) складає від 0,48 до 0,56.
6. Робоче колесо за будь-яким з пп. 1-5, яке **відрізняється** тим, що кожна насосна лопать має основну частину між її передньою і задньою кромками (43, 44), довжину (L_1) перехідної ділянки передньої кромки лопаті і передню кромку, що має радіус (R_v), який становить 0,09-0,45 від товщини (T_v) основної частини насосної лопаті.
7. Робоче колесо за п. 6, яке **відрізняється** тим, що радіус (R_v) передньої кромки становить 0,125-0,31 від товщини (T_v) основної частини насосної лопаті.
8. Робоче колесо за п. 6 або 7, яке **відрізняється** тим, що радіус (R_v) передньої кромки (43) становить 0,18-0,19 від товщини (T_v) основної частини насосної лопаті.
9. Робоче колесо за п. 7 або 8, яке **відрізняється** тим, що товщина (T_v) основної частини лежить в діапазоні 0,03-0,11 від зовнішнього діаметра (D_2) робочого колеса.
10. Робоче колесо за п. 9, яке **відрізняється** тим, що товщина (T_v) основної частини становить 0,055-0,10 від зовнішнього діаметра (D_2) робочого колеса.
11. Робоче колесо за будь-яким з пп. 6-10, яке **відрізняється** тим, що кожна лопать має довжину (L_1) перехідної ділянки між передньою кромкою (43) і повною товщиною лопаті, причому перехідна довжина становить 0,5-3 від товщини (T_v) основної частини насосної лопатки.
12. Робоче колесо за будь-яким з пп. 6-11, яке **відрізняється** тим, що товщина основної частини по суті постійна по її довжині.
13. Робоче колесо за п. 1, яке **відрізняється** тим, що одна або кожна випускна напрямна лопать (55) є виступом з основної поверхні кожуха, з яким вона з'єднана і який проходить у відповідний прохід.
14. Робоче колесо за п. 13, яке **відрізняється** тим, що одна або кожна випускна напрямна лопать (55) є подовженою.
15. Робоче колесо за п. 14, яке **відрізняється** тим, що одна або кожна випускна напрямна лопать (55) має зовнішній кінець, який примикає до периферійної кромки кожуха, причому випускна напрямна лопать проходить всередину і закінчується на внутрішньому кінці, який знаходиться між центральною віссю і периферійною кромкою кожуха, з яким він зв'язаний.
16. Робоче колесо за будь-яким з пп. 13-15, яке **відрізняється** тим, що кожний з кожухів (50, 51) має випускну напрямну лопать (55), яка виступає з основної його поверхні.
17. Робоче колесо за будь-яким з пп. 13-16, яке **відрізняється** тим, що кожна випускна напрямна лопать (55) має висоту, яка становить 5-50 % від ширини насосної лопаті.
18. Робоче колесо за будь-яким з пп. 13-17, яке **відрізняється** тим, що одна або кожна випускна напрямна лопать (55) в основному має в горизонтальному перерізі одну і ту ж форму і ширину основних насосних лопатей.
19. Робоче колесо за будь-яким з пп. 13-18, яке **відрізняється** тим, що кожна випускна напрямна лопать (55) має зменшувану висоту.
20. Робоче колесо за будь-яким з пп. 1-19, яке **відрізняється** тим, що кожна насосна лопать (42) має кут нахилу (A_1) передньої кромки лопаті до центральної осі робочого колеса, який складає 20-35°.
21. Робоче колесо за будь-яким з пп. 1-20, яке **відрізняється** тим, що його внутрішній діаметр (D_1) становить 0,25-0,75 зовнішнього діаметра (D_2) робочого колеса.
22. Комбінація робочого колеса за будь-яким з пп. 1-21 і переднього вкладиша (30) відцентрового насоса, яка **відрізняється** тим, що передній вкладиш має підведений виступ, який утворює кут (A_3) з центральною віссю робочого колеса, який складає 10-80°.
23. Комбінація робочого колеса за будь-яким з пп. 1-21 і переднього вкладиша (30) відцентрового насоса, яка **відрізняється** тим, що передній вкладиш має внутрішній кінець і

зовнішній кінець, причому діаметр (D_4) внутрішнього кінця лежить в діапазоні 0,55-1,1 від діаметра (D_3) зовнішнього кінця.

24. Комбінація робочого колеса за будь-яким з пп. 1-21 і переднього вкладиша (30) відцентрового насоса, яка **відрізняється** тим, що кут (A_2) між паралельними поверхнями робочого колеса і переднього вкладиша і площиною, перпендикулярною до осі обертання, становить 0-20°.

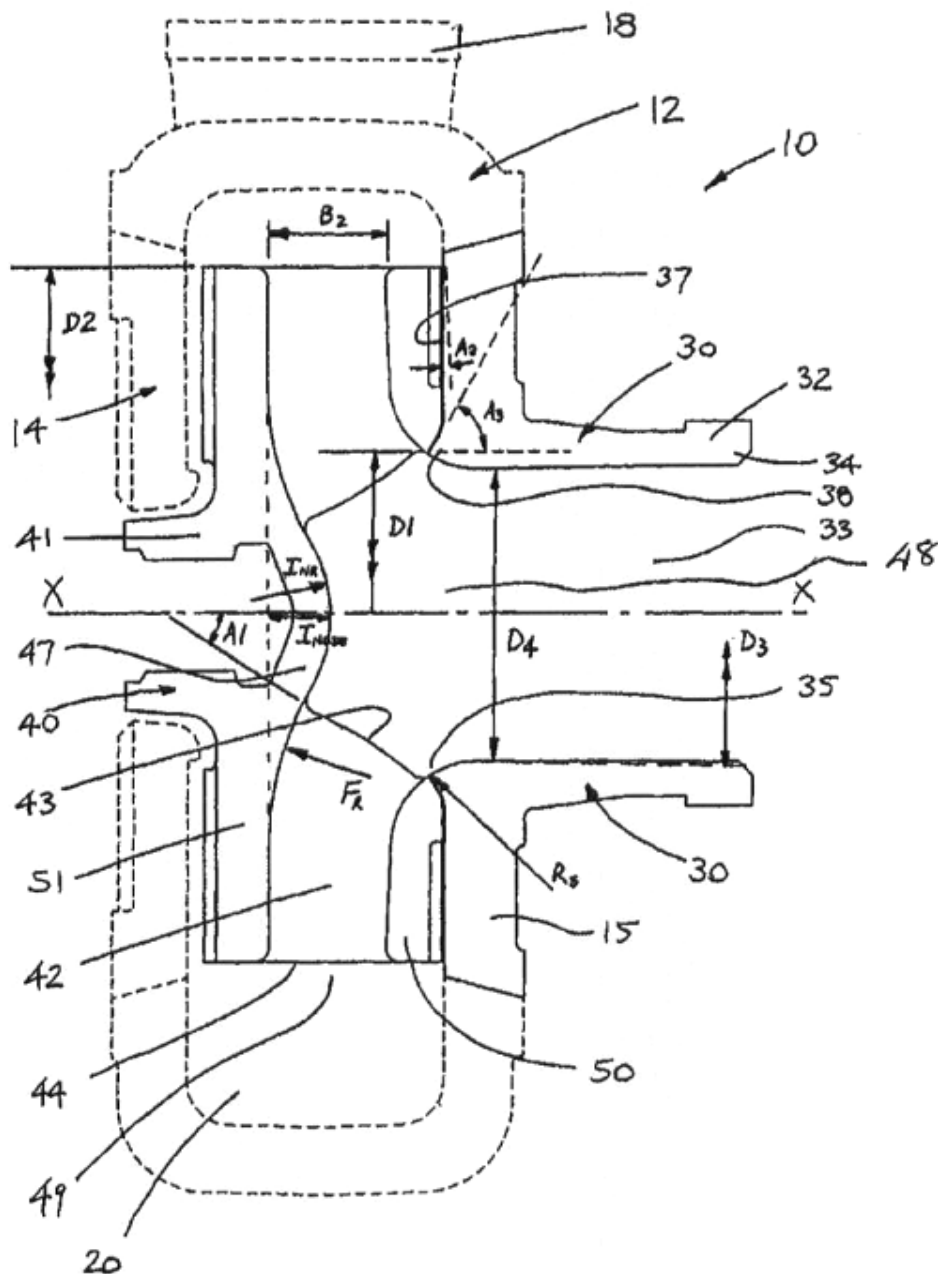


Fig. 1

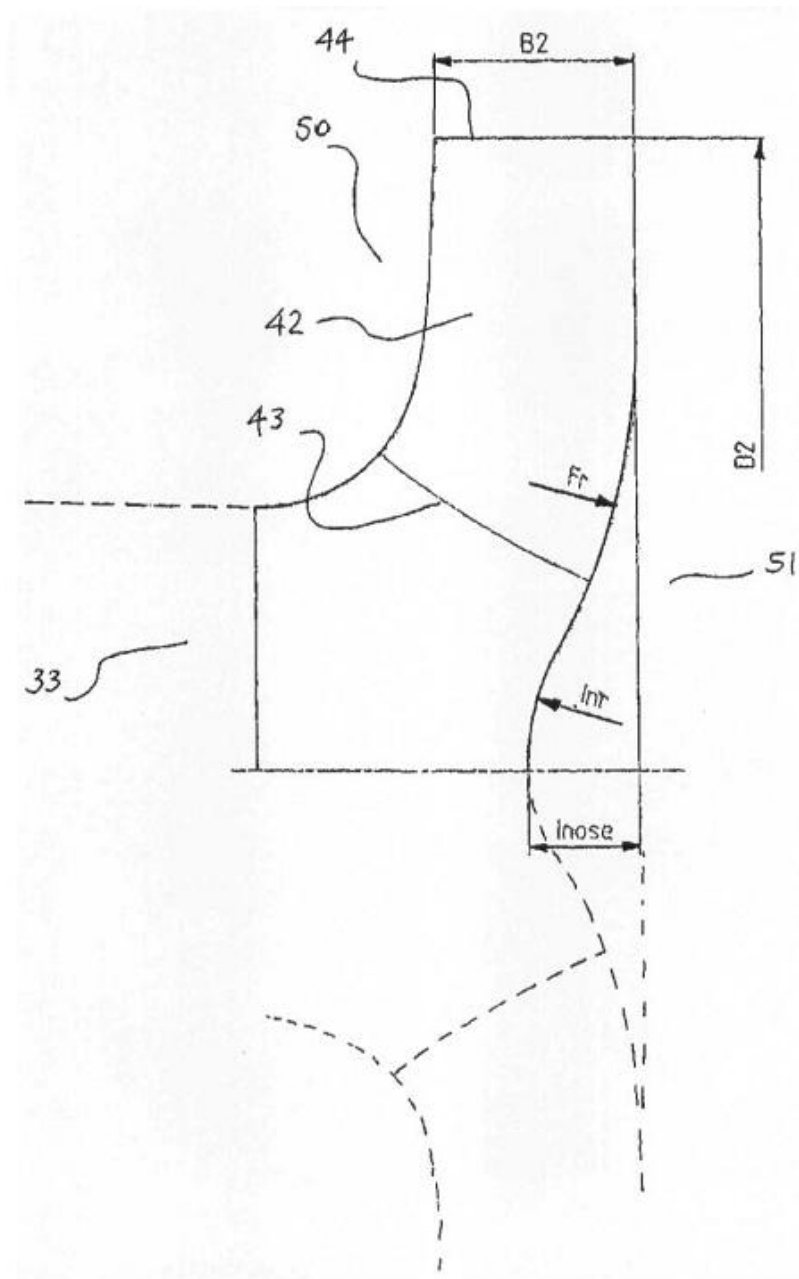
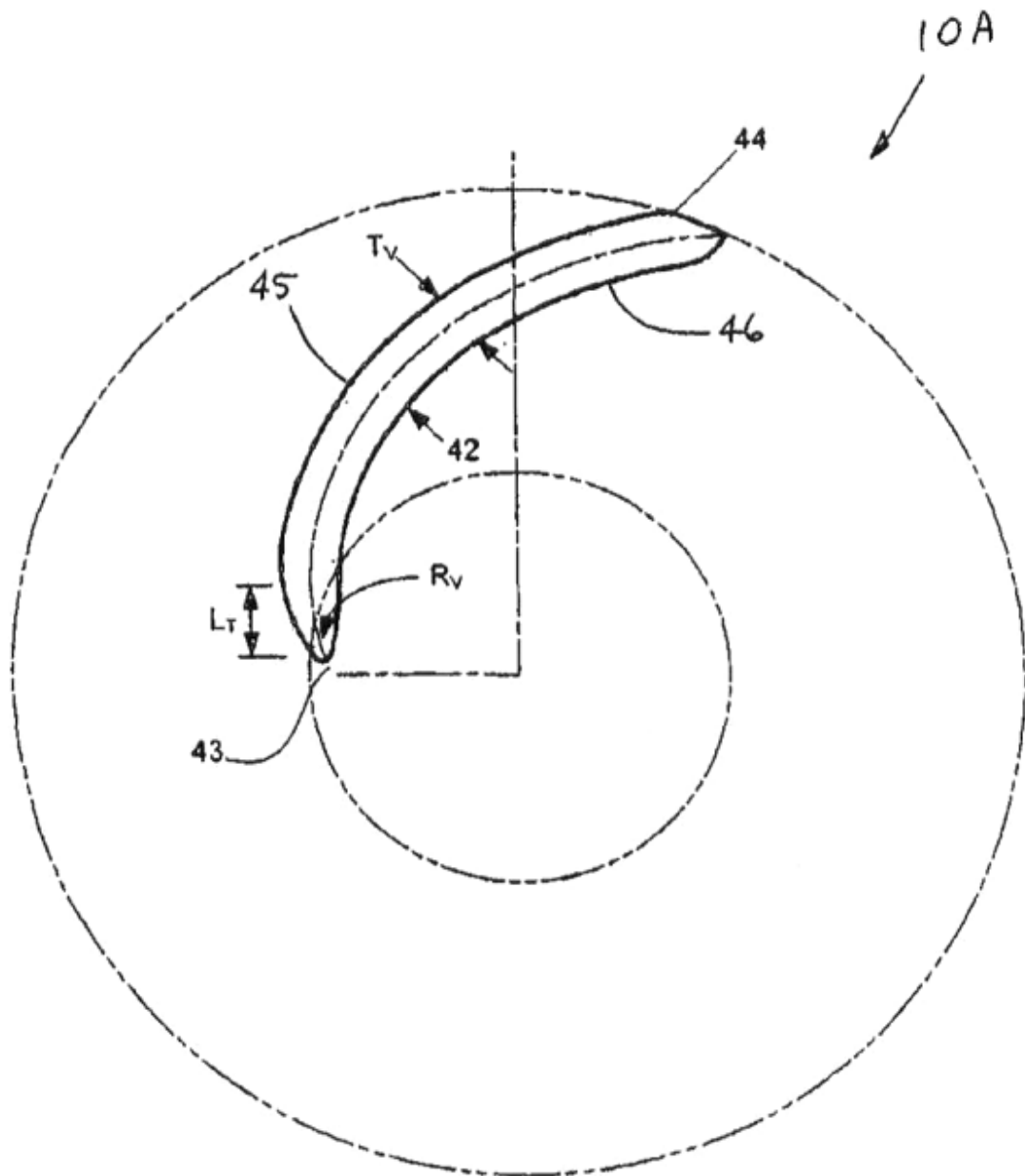


Fig. 1A



Фиг. 2

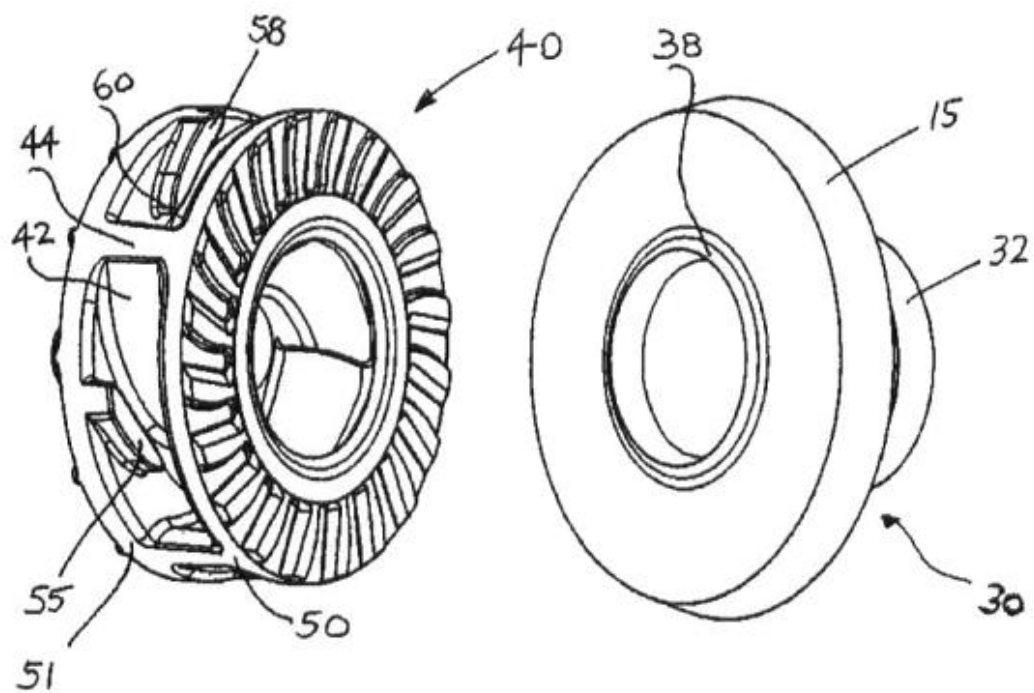


Fig. 3

Fig. 4

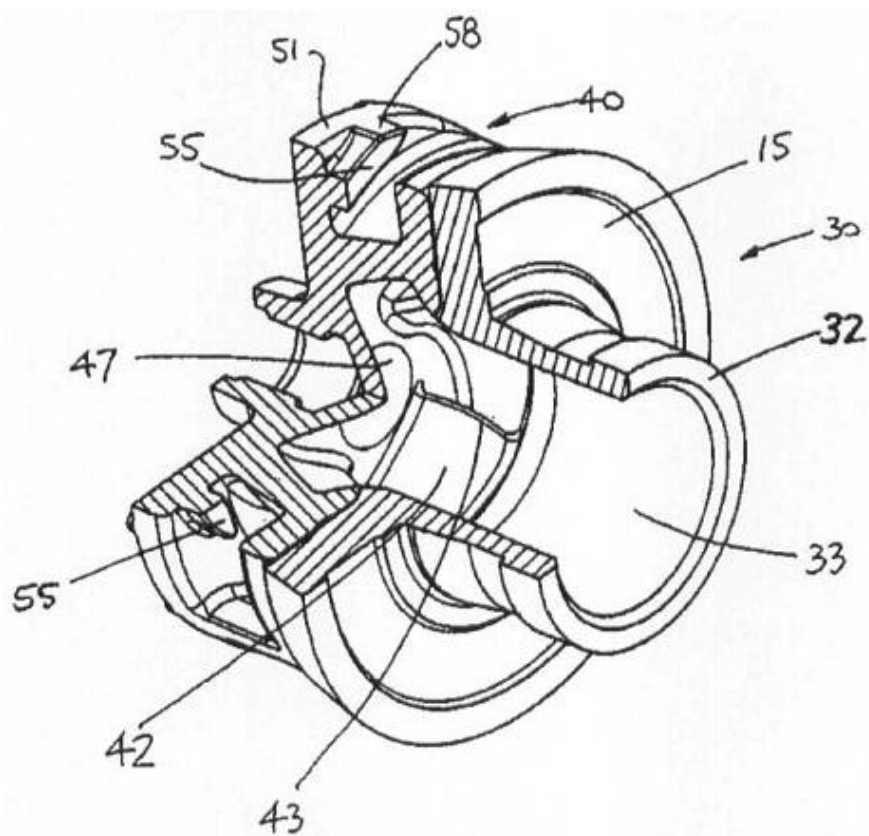


Fig. 5

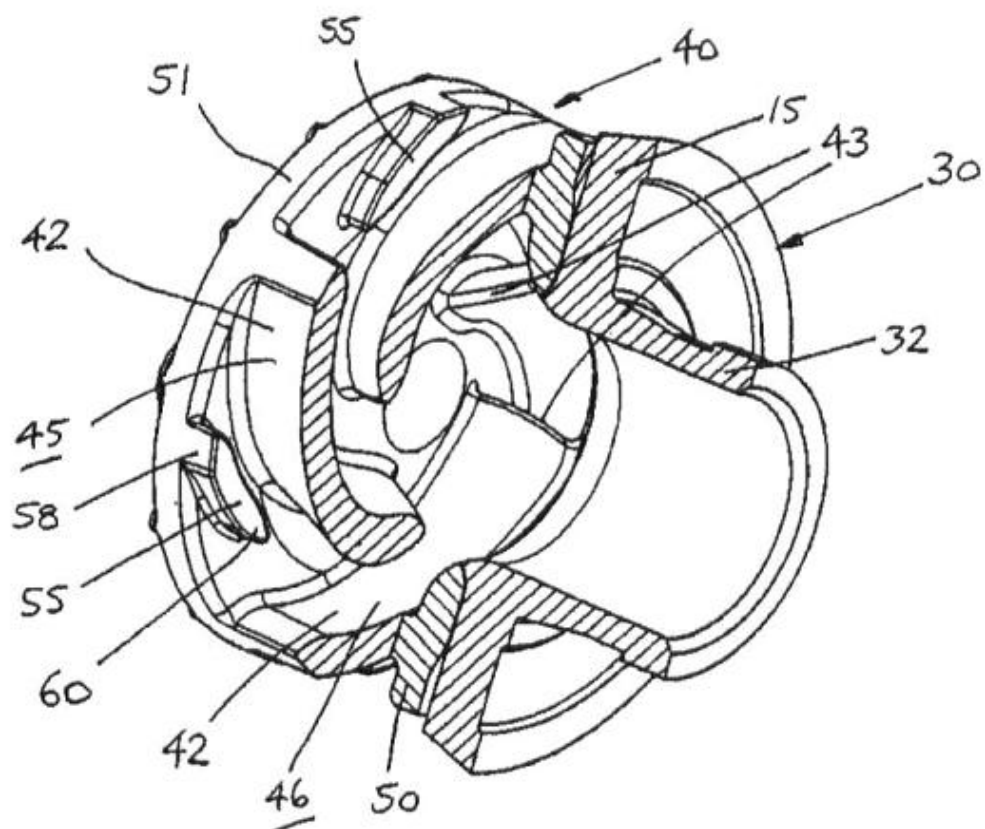


Fig. 6

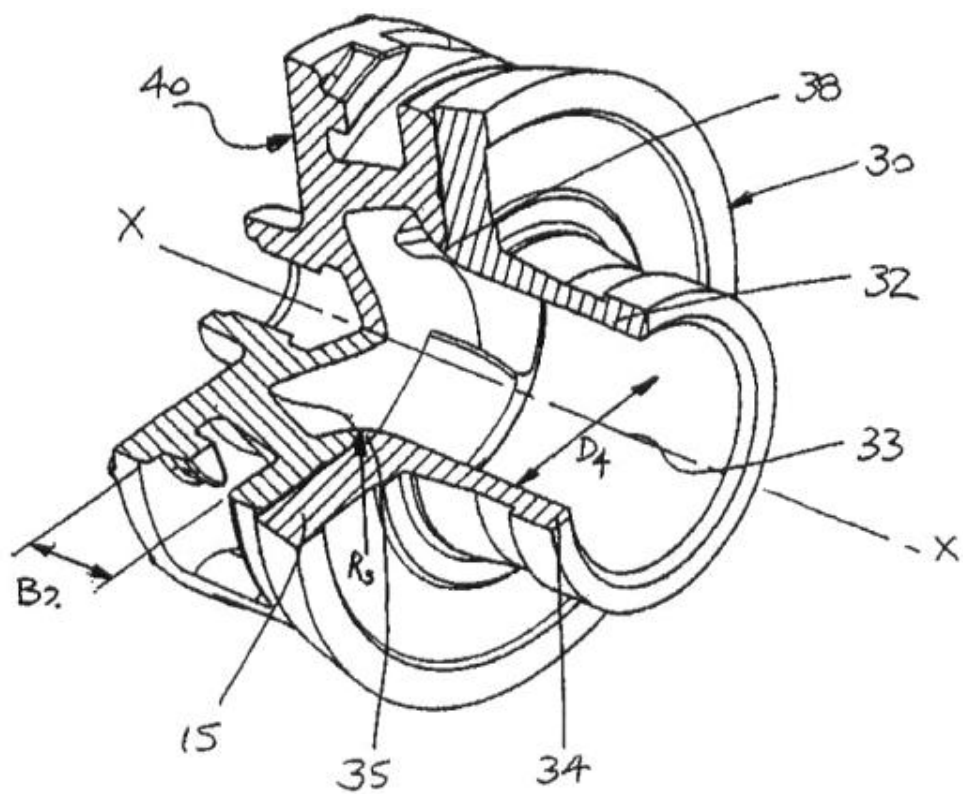


Fig. 7

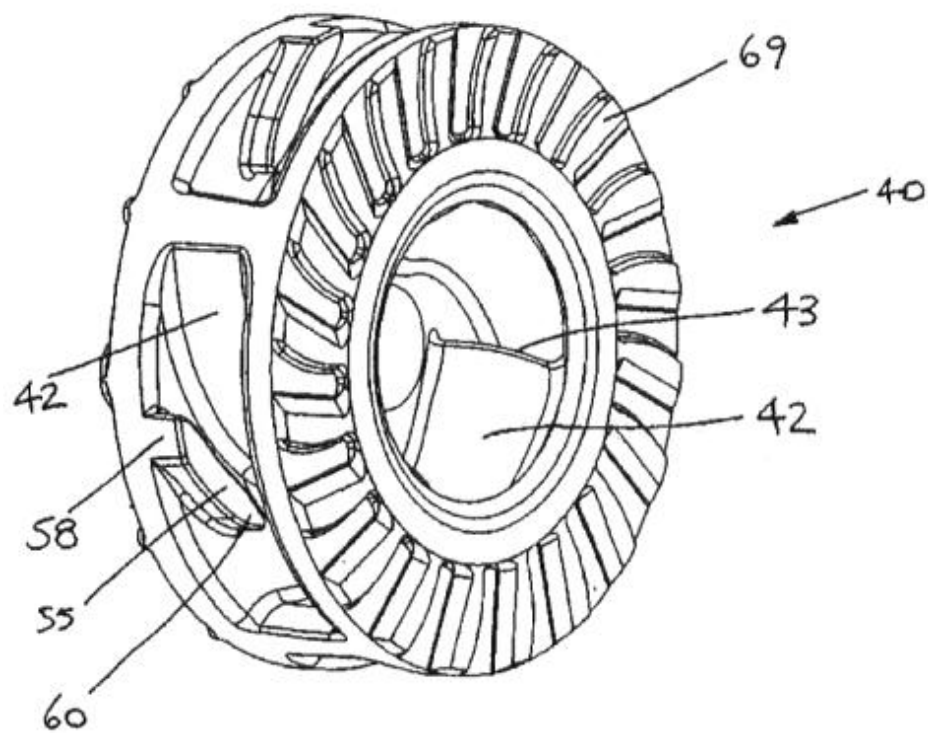


Fig. 8

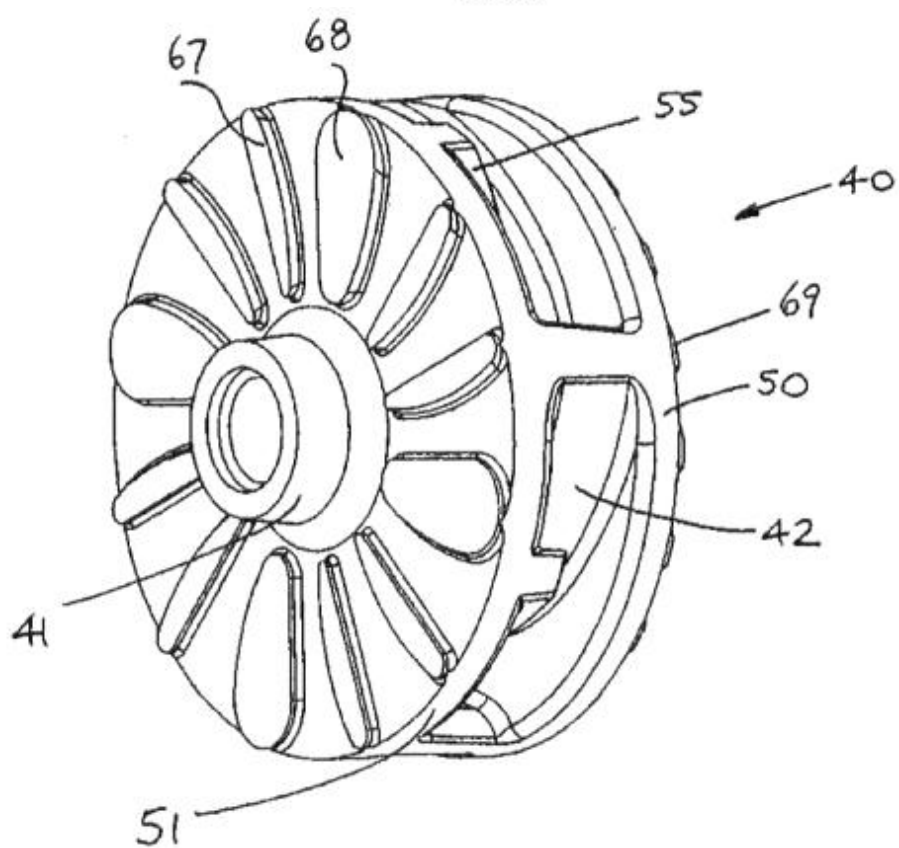


Fig. 9

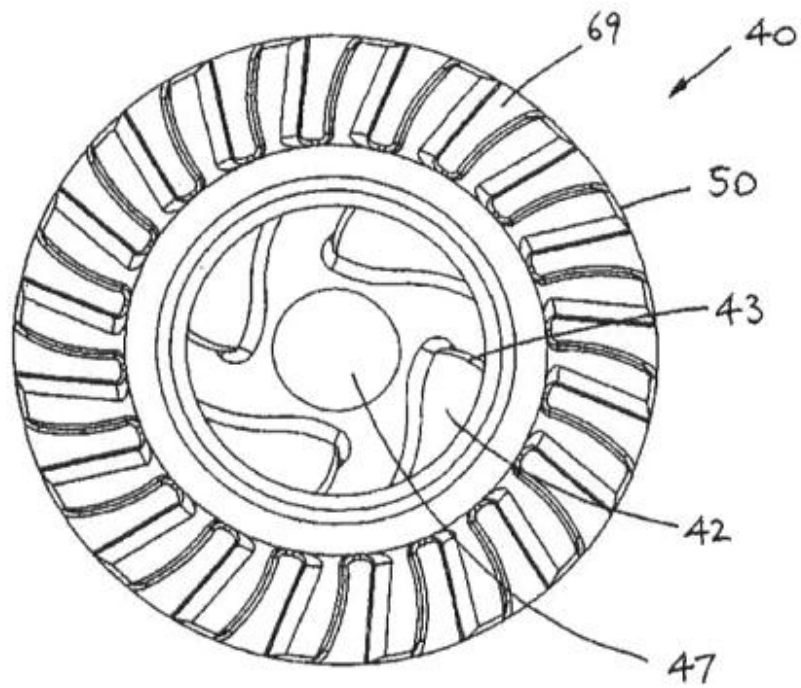


Fig. 10

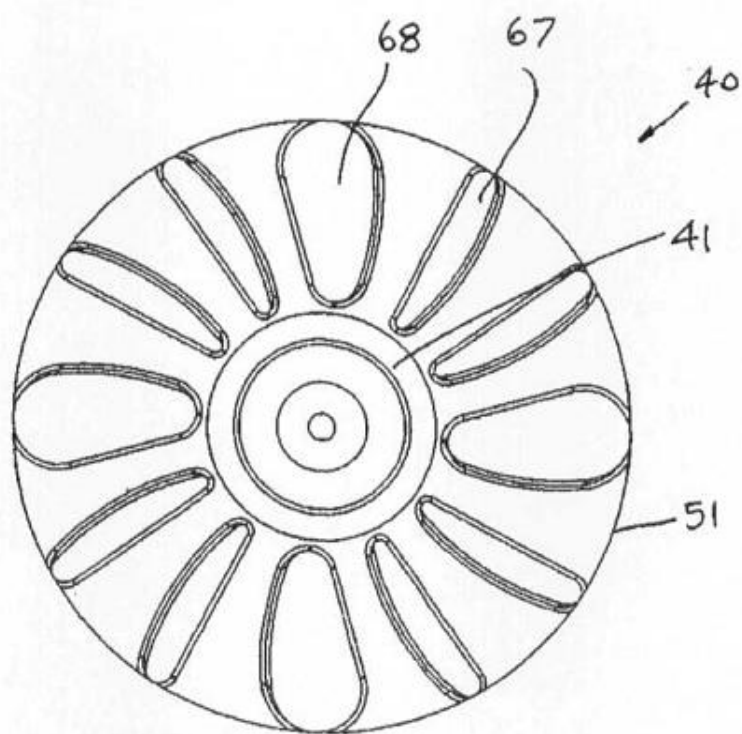


Fig. 11

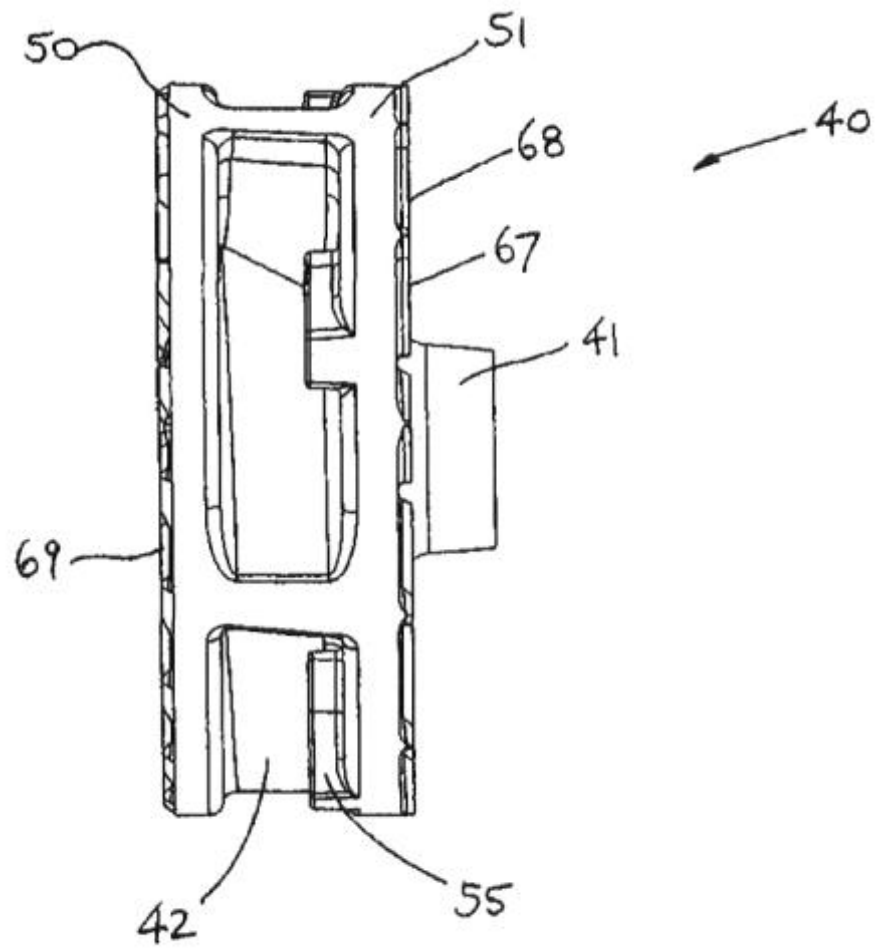


Fig. 12

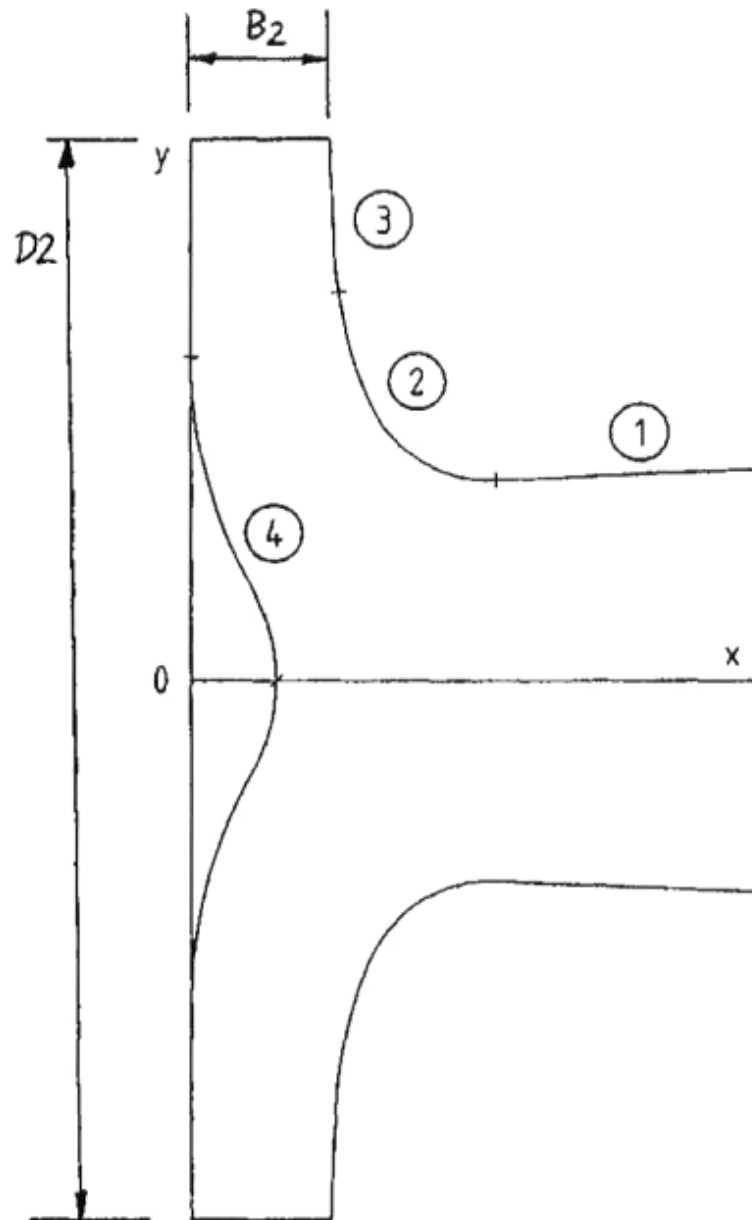


Fig. 13A

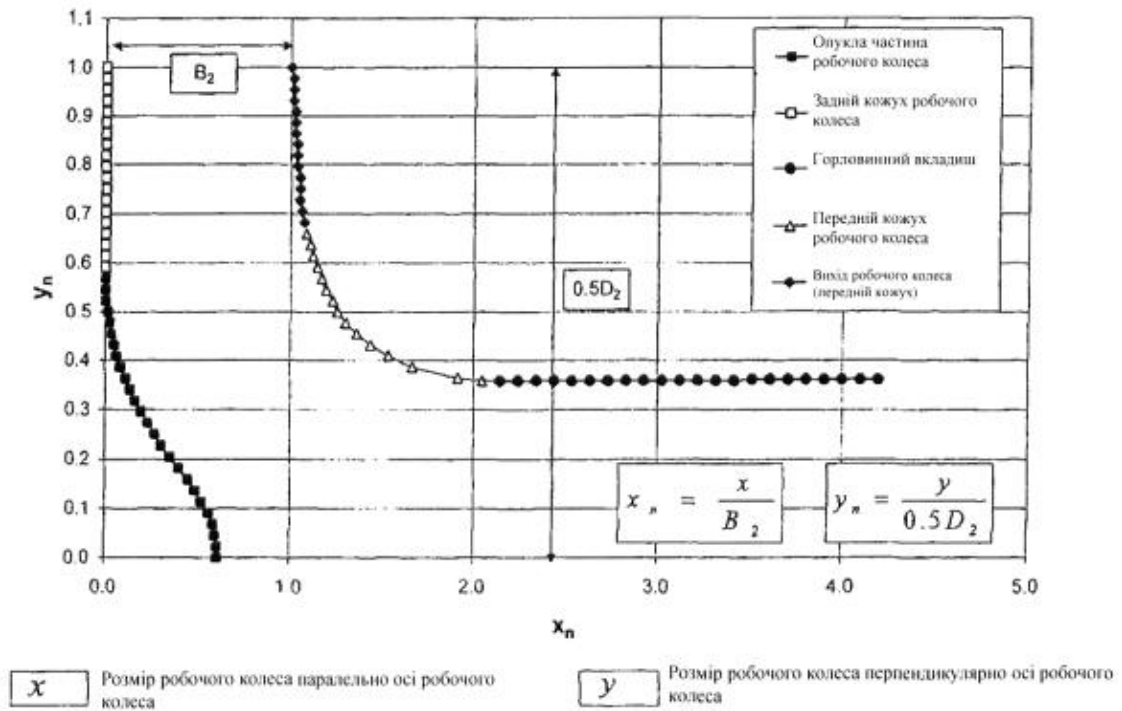


Fig. 13B

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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