



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **106860** (13) **C2**  
(51) МПК (2014.01)  
**F04D 1/00**  
**F04D 29/44** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2013 15077	(72) Винахідник(и):	Валюхов Сергій Георгієвич (RU), Житеньов Сергій Вячеславович (RU), Весселов Валерій Ніколаєвич (RU)
(22) Дата подання заявки:	23.12.2013	(73) Власник(и):	ОТКРИТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ТУРБОНАСОС", ул. Острогожская, 107, г. Воронеж, 394052, Российская Федерация (RU)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	10.10.2014	(74) Представник:	Гудим Ірина Вікторівна, реєстр. №121
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.07.2014, Бюл.№ 14	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	SU 1178958 A, 15.09.1985 SU 1298427 A1, 23.03.1987 RU 57393 U1, 10.10.2006 RU 2449173 C1, 27.04.2012 UA 54078 U, 25.10.2010 UA 59883 U, 10.06.2011 UA 50699 A, 15.10.2002 DE 19908143 A1, 07.09.2000 RU 2448275 C1, 20.04.2012 JPS 6053699 A, 27.03.1985 SU 827851, 07.05.1981
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.10.2014, Бюл.№ 19		

## (54) МАГІСТРАЛЬНИЙ НАФТОВИЙ НАСОС

### (57) Реферат:

Магістральний нафтовий насос виконаний горизонтальним, одноступеневим. Корпус насоса містить вхідний і вихідний патрубки, ротор у вигляді вала з двопотоковим робочим колесом і спрямовуючий апарат. Робоче колесо містить основний і покривні диски, приєднані до основного диска засобом систем просторово спіральних лопаток з утворенням двох потоків. Лопатки є рознесеними по колу із знайденими параметрами кутової частоти та з утворенням суміжними лопатками в кожній із зазначених систем спірально закручених міжлопаткових каналів. Спіральні лопатки виконані зі змінним кутом заходу в потік, що збільшується до виходу з градієнтом просторової кривини, який дорівнює  $(0,2 \div 6,0)$  [рад/м]. Системи лопаток двопотокового робочого колеса зміщені в площині обертання колеса на кут не менше половини проекції скошеного вихідного кінця лопатки на умовну середню площину основного диска робочого колеса. Спрямовуючий апарат устаткований криволінійними лопатками, число яких перевищує число лопаток робочого колеса в  $(1,25 \div 2,62)$  разу. Технічний результат полягає у поліпшенні гідродинамічних та енергетичних характеристик насоса.

UA 106860 C2

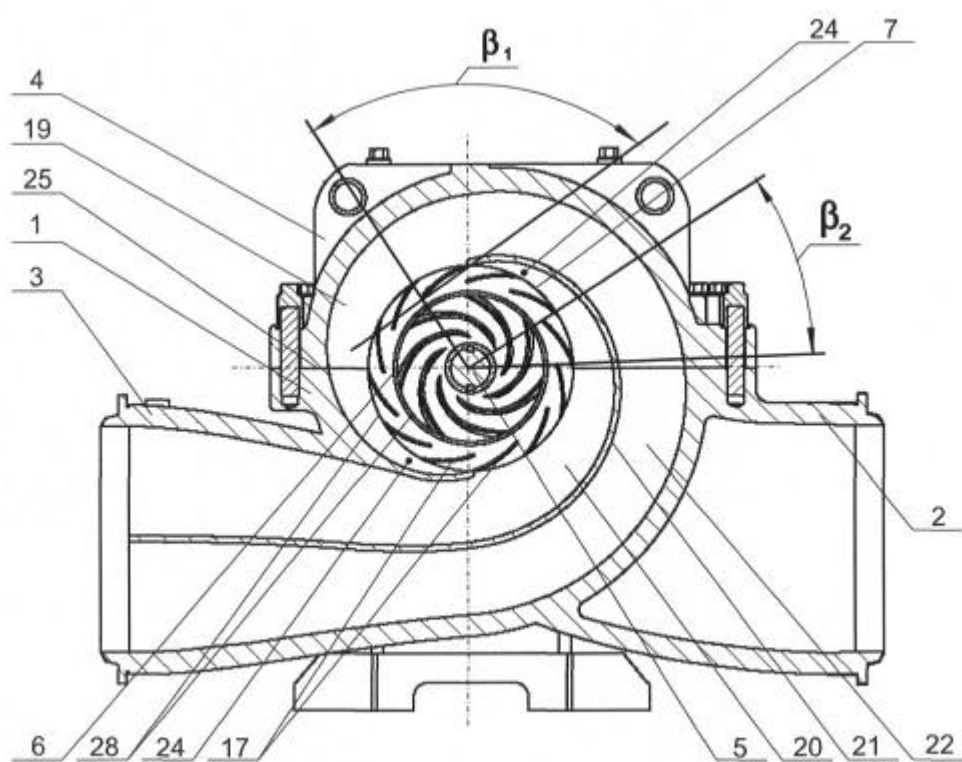


Fig. 2

Винахід стосується галузі насособудування, а саме конструкцій нафтових насосів.

Відомий відцентровий насос з двовитковим спіральним відводом, який містить внутрішній виток, який має спіральний та дифузорний канали, і зовнішній виток, який має спіральний та обвідний канали. Обвідний канал містить дифузорну ділянку, ділянку з постійною площею

5 прохідного перерізу і конфузорну ділянку (SU 1178958 A, 15.09.1985).

Відомий відцентровий насос, який містить робоче колесо з лопатками і двовитковий відвід. Внутрішній виток складається з послідовно розташованих спірального, дифузорного і обвідного каналів. Площа вхідного перерізу обвідного каналу вибрана такою, що дорівнює площі вихідного перерізу спірального каналу внутрішнього витка. Площі вхідних перерізів загального та

10 внутрішнього спіральних каналів є рівними (SU 1298427 A1, 23.03.1987).

Відомий відцентровий насос з робочим колесом двостороннього входу, який містить півспіральний підвід та спіральний відвід, які утворені порожнинами в кришці та корпусі, підшипники ковзання, торцеве ущільнення вала. За робочим колесом встановлений спрямовуючий апарат (RU 57393 U1, 10.10.2006).

15 Відомий відцентровий насос з робочим колесом та спрямовуючим апаратом. Корпус насоса виконаний зі спіральним відводом, який містить розділені внутрішньовідвідною стінкою зовнішній та внутрішній витки з вхідною спіральною і вихідною дифузорною ділянками, послідовно поєднаними між собою у внутрішньому витку і через обвідну ділянку у зовнішньому витку (RU 2449173 C1, 27.04.2012).

20 Недоліками відомих рішень є відносно невисока ефективність вирівнювання тиску потоків середовища, що перекачується, при виході із робочого колеса, що спричинює підвищену вібрацію, зменшує ККД насоса і недостатньо знімає нерівномірність радіальних сил робочого колеса, а також скорочує ресурс магістрального насоса.

25 В основу винаходу поставлено задачу покращення гідродинамічних та енергетичних характеристик насоса, зменшення вібраційних радіальних навантажень, підвищення ККД, надійності та довговічності насоса при зниженні енерговитрат на роботу по перекачуванню рідких середовищ.

Поставлена задача вирішується тим, що запропонований магістральний нафтовий насос, згідно з винаходом, виконаний горизонтальним, одноступінчастим, містить корпус, який має

30 проточну частину, корпус виконаний рознімним і включає нижню базову частину з вхідним та вихідним патрубками, знімну кришку, ротор у вигляді вала з двопотоковим робочим колесом закритого типу і спрямовуючий апарат, причому робоче колесо містить основний та два покривних диски, приєднаних кожний до основного диска засобом систем просторово спіральних лопаток, з утворенням в сукупності двох потоків, при цьому зазначені лопатки є

35 рознесеними по колу з параметром кутової частоти  $G_{\text{л.р.к.}} = (0,8 \div 1,5)$  [од/рад], де  $G_{\text{л.р.к.}}$  - параметр кутової частоти лопаток робочого колеса, та з утворенням суміжними лопатками у кожній із зазначених систем спірально закручених міжлопаткових каналів, крім того, спіральні лопатки виконані зі змінним кутом заходу в потік, що збільшується до виходу з градієнтом просторової кривини  $G_{\text{п.к.л.}}$ , що визначається із виразу

40 
$$G_{\text{п.к.л.}} = (\alpha_{\text{вих}} - \alpha_{\text{вх}}) / L_{\text{л.}} = (0,2 \div 6,0)$$
 [рад/м],

де  $\alpha_{\text{вих}}$  та  $\alpha_{\text{вх}}$  - вихідний та вхідний кути нахилу твірної поверхні лопатки до умовної середньої площини основного диска, нормальної до осі колеса;  $L_{\text{л.}}$  - довжина лопатки; а відповідні системи лопаток двопотокового робочого колеса зміщені в площині обертання колеса на кут, який складає не менше половини проекції скошеного вихідного кінця лопатки на умовну

45 середню площину основного диска і не більше ніж на половину кроку суміжних лопаток будь-якого із зазначених потоків робочого колеса, крім того, спрямовуючий апарат устаткований системою криволінійних лопаток із загальним числом, що перевищує кількість лопаток будь-якого з потоків робочого колеса в  $(1,25 \div 2,62)$  рази, при цьому лопатки спрямовуючого апарата в проекції на умовну середню площину, нормальну до осі зазначеного апарата, відхилені в

50 сторону вектора потоку у відводі на утворений хордою, яка поєднує найближчий та віддалений від осі кінці лопатки, і радіусом, проведеним через найближчий до осі кінець хорди, кут  $\beta_1$ , що кількісно складає  $\beta_1 = (75 \div 110)^\circ$ , а міжлопатковий канал в проекції на зазначену умовну середню площину, нормальну до осі спрямовуючого апарата, виконаний таким, що розширюється до виходу з градієнтом дифузорності  $G_{\text{к.с.а.}}$ , який дорівнює

55 
$$G_{\text{к.с.а.}} = (F_{\text{вих}} - F_{\text{вх}}) / L_{\text{к.с.а.}} = (1 \div 12) \times 10^{-3}$$
 [м<sup>2</sup>/м],

де  $F_{\text{вх}}$  та  $F_{\text{вих}}$  - площі вхідного та вихідного перерізів міжлопаткового каналу спрямовуючого апарата;  $L_{\text{к.с.а.}}$  - довжина міжлопаткового каналу спрямовуючого апарата.

При цьому проточна частина корпусу насоса може бути виконана зі спіральним відводом, який включає два витки - зовнішній та внутрішній, розділені проміжною стінкою і сполучені з

60 вихідним патрубком, який виконаний, переважно, дифузорним, причому внутрішній виток

сполучений з вихідним патрубком безпосередньо, а зовнішній виток сполучений з вихідним патрубком через обвідну ділянку, при цьому початковий поперечний переріз зовнішнього витка корпуса виконаний першим по ходу закручування спіралі, а внутрішнього витка другим, розташованим за першим зі зміщенням по спіралі, переважно, на  $\pi$  радіан з вихідним перерізом, який співпадає за радіусом в осевій площині ротора з кінцевим перерізом обвідної ділянки зовнішнього витка, при цьому зовнішній і внутрішній витки розділені внутрішньовідвідною стінкою, яка в зоні розділення ділянок обвідного зовнішнього і спірального внутрішнього із зазначених витків виконана спіральньо-циліндричною.

Двопотокowe робоче колесо може бути встановлено на валу ротора, переважно, з горизонтальною віссю обертання, яка розташована в площині, нормальній векторам потоку у вхідного та вихідного патрубків, а проточна частина насоса розділена робочим колесом та спрямовуючим апаратом на вхідну всмоктувальну і вихідну напірну порожнини.

Кришка корпуса герметично може бути встановлена на базовій частині насоса через горизонтальне рознімання, розташоване, переважно, на висоті геометричної осі вала ротора.

Вихідний кінець кожної лопатки робочого колеса може бути, переважно, доведений до зовнішнього краю відповідно основного і покривного дисків, а вихідна кромка принаймні напірної поверхні лопатки нахилена під кутом до умовної середньої площини основного диска, нормальної до осі колеса, що складає  $(40 \div 110)^\circ$  в проекції на умовну площину, дотичну в кінцевій точці вихідної кромки лопатки до умовної, що охоплює вихідні кінці лопаток, циліндричної оболонки обертання.

Кутова різниця між вхідним та вихідним радіусами проточної частини і перепадів висот лопаток робочого колеса в діапазоні припустимих варіантів виконання та експлуатації ротора можуть утворювати динамічний об'єм заповнення сукупності міжлопаткових каналів, які утворюють проточну частину робочого колеса, який складає  $V = (2,8 \div 7,3) \times 10^{-2} \text{ [м}^3/\text{об]}$ .

Нерухомо закріплений в корпусі насоса спрямовуючий апарат може бути розташований співвісно з валом ротора з охопленням принаймні вихідних кінців лопаток робочого колеса, причому система криволінійних лопаток розташована на кільцевій платформі, при цьому кільцева платформа спрямовуючого апарата виконана з внутрішнім діаметром, що перевищує діаметр робочого колеса, на величину, не менше такої, що достатня для утворення мінімального технологічного зазору, необхідного для вирівнювання тиску підпора рідини, що перекачується, та забезпечення можливості варіаційної технологічної заміненості робочих коліс різних діаметрів при універсальному збереженні розмірів корпуса та відводу насоса.

В спрямовуючому апараті кутовий створ радіусів, проведених через вісь ротора і відповідно початкову та кінцеві точки лопатки в проекції на умовну площину спрямовуючого апарата, може складати  $\beta_2 = (15 \div 50)^\circ$ .

Вал ротора з однієї сторони може бути подовжений консольним кінцевиком для поєднання з електроприводом.

Магістральний нафтовий насос може бути призначений для магістральної перекачки нафти та нафтопродуктів з можливою продуктивністю від 5000 до 12500 м<sup>3</sup>/год. при напорі від 160 до 280 м.

Технічний результат, що досягається наведеною сукупністю ознак, полягає у зниженні вібраційних радіальних навантажень і підвищенні ККД насоса при зниженні енерговитрат на перекачування нафти та нафтопродуктів при одночасному підвищенні надійності і ресурсу роботи запропонованого насоса, що досягається за рахунок розроблених у винаході форми проточної частини корпусу насоса з двовитковим закручуванням напірного потоку рідини, що перекачується, двопотокowego робочого колеса, виконаного із взаємним зміщенням систем криволінійних лопаток в двох потоках по площині обертання колеса, і знайденим у винаході кутом нахилу вихідних кінців лопаток робочого колеса, а також виконання спрямовуючого апарата із загальним числом лопаток з розробленим у винаході перевищенням кількості лопаток будь-якого з потоків робочого колеса, що дозволяє суттєво знизити вібраційні радіальні навантаження на вісь ротора, зменшивши амплітуду зусиль хвильового гідродинамічного впливу потоку рідкого середовища, що перекачується, на лопатки спрямовуючого апарата, а також дозволяє підвищити ККД і водночас збільшити надійність і ресурс насоса в цілому.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де:

на фіг. 1 показаний магістральний нафтовий насос, вигляд спереду;

на фіг. 2 - корпус магістрального нафтового насоса з двовитковим відводом, повздовжній переріз;

на фіг. 3 - міжлопатковий канал спрямовуючого апарата, переріз, паралельний кільцевій платформі спрямовуючого апарата;

на фіг. 4 - двопотокowe робоче колесо, меридіональний переріз;

на фіг. 5 - двопотокове робоче колесо, вигляд збоку;  
на фіг. 6 - система криволінійних лопаток одного з потоків двопотокового робочого колеса, вигляд збоку;

на фіг. 7 - фрагмент робочого колеса, меридіональний переріз з вхідним кутом лопатки.

Магістральний нафтовий насос виконаний горизонтальним, одноступеневим, містить корпус 1, який має проточну частину. Корпус 1 насоса виконаний рознімним і містить нижню базову частину з вхідним патрубком 2 та вихідним патрубком 3, знімну кришку 4, ротор у вигляді вала 5 з двопотоковим робочим колесом 6 закритого типу, а також спрямовуючий апарат 7.

Робоче колесо 6 містить основний диск 8 і два покривних диски 9, приєднаних кожний до основного диска 8 за допомогою систем 10, 11 просторово спіральних лопаток 12, з утворенням в сукупності двох потоків 13, 14. Лопатки 12 кожної системи 10, 11 є рознесеними по колу з параметром кутової частоти  $G_{п.д.к.} = (0,8 \div 1,5)$  [од/рад], де  $G_{п.д.к.}$  - параметр кутової частоти лопаток 12 робочого колеса 6, з утворенням суміжними лопатками 12 в кожній із систем 10, 11 спіральні закручених міжлопаткових каналів 15.

Спіральні лопатки 12 робочого колеса 6 виконані із змінним кутом заходу в потік 13, що збільшується до виходу з градієнтом просторової кривини  $G_{п.к.л.}$ , що визначається із виразу

$$G_{п.к.л.} = \frac{(\alpha_{вих} - \alpha_{вх})}{L_{л.}} = (0,2 \div 6,0) \text{ [рад/м]},$$

де  $\alpha_{вих}$  та  $\alpha_{вх}$  - вихідний та вхідний кути нахилу твірної поверхні лопатки 12 до умовної середньої площини основного диска 8, нормальної до осі робочого колеса 6;  $L_{л.}$  - довжина лопатки 12.

Виконана аналогічно відповідна система 11 лопаток 12 потоку 14 двопотокового робочого колеса 6 зміщена в площині обертання колеса 6 на кут, який складає не менше половини проекції скошеного вихідного кінця 16 лопатки 12 на умовну середню площину основного диска 8 і не більше ніж на половину кроку суміжних лопаток 12 будь-якого із зазначених потоків 13, 14 робочого колеса 6.

Спрямовуючий апарат 7 устаткований системою криволінійних лопаток 17. Загальне число лопаток 17 перевищує кількість лопаток 12 будь-якого із потоків 13, 14 робочого колеса 6 в  $(1,25 \div 2,62)$  рази. Лопатки 17 в проекції на умовну середню площину, нормальну до осі спрямовуючого апарата 7, відхилені в сторону вектора потоку у відводі на утворений хордою, що поєднує ближній і віддалений від осі кінці лопатки 17, і радіусом, проведеним через ближній до осі кінець хорди, кут  $\beta_1$ , який кількісно складає  $\beta_1 = (75 \div 110)^\circ$ . Утворений лопатками 17 міжлопатковий канал 18 в проекції на зазначену умовну середню площину, нормальну до осі спрямовуючого апарата 7, виконаний таким, що розширюється до виходу з градієнтом, дифузорності  $G_{к.н.а.}$ , що дорівнює

$$G_{д.н.а.} = \frac{(F_{вих} - F_{вх})}{L_{к.с.а.}} = (1 \div 12) \times 10^{-3} \text{ [м}^2\text{/м]},$$

де  $F_{вх}$  та  $F_{вих}$  - площі вхідного та вихідного перерізів міжлопаткового каналу 18 спрямовуючого апарата 7;  $L_{к.с.а.}$  - довжина міжлопаткового каналу 18 спрямовуючого апарата 7.

Проточна частина корпусу 1 насоса виконана зі спіральним відводом, який містить два витки - зовнішній виток 19 та внутрішній виток 20, які розділені проміжною стінкою 21. Витки 19 та 20 сполучені з вихідним патрубком 3, який виконаний, переважно, дифузорним. Внутрішній виток 20 сполучений з вихідним патрубком 3 безпосередньо, а зовнішній виток 19 сполучений з вихідним патрубком 3 через обвідну ділянку 22. Початковий поперечний переріз зовнішнього витка 19 корпусу 1 насоса виконаний першим по ходу закручування спіралі, а внутрішнього витка 20 - другим і розташований за першим зі зміщенням по спіралі, переважно, на  $\pi$  радіан з вихідним перерізом, що співпадає по радіусу в осьовій площині ротора з кінцевим перерізом обвідної ділянки 22 зовнішнього витка 19. Зовнішній та внутрішній витки 19 та 20 розділені проміжною внутрішньовідводною стінкою 21, яка в зоні розділення обвідної ділянки 22 зовнішнього витка 19 і спіральної ділянки внутрішнього витка 20 виконана спірально-циліндричною.

Двопотокове робоче колесо 6 встановлено на валу 5 ротора, переважно, з горизонтальною віссю обертання, яка розташована в площині, нормальній векторам потоку у вхідного і вихідного патрубків 2 та 3 відповідно. Проточна частина насоса розділена робочим колесом 6 і спрямовуючим апаратом 7 на вхідну всмоктувальну порожнину 23 і вихідну напірну порожнину 24.

Кришка 4 корпусу 1 насоса герметично встановлена на базовій частині насоса через горизонтальне рознімання 25, розташоване, переважно, на висоті геометричної осі вала 5 ротора.

Вихідний кінець 16 кожної лопатки 12 робочого колеса 6 переважно, доведений до зовнішнього краю відповідно основного і покривного дисків 8 і 9. Вихідна кромка 26 принаймні напірної поверхні 27 лопатки 12 нахилена під кутом до умовної середньої площини основного диска, нормальної до осі колеса, який складає  $(40 \div 110)^\circ$  в проекції на умовну площину, дотичну в кінцевій точці вихідної кромки лопатки 12 до умовної, що охоплює вихідні кінці 16 лопаток 12, циліндричної оболонки обертання.

Різниця вхідного та вихідного радіусів проточної частини і перепадів висот лопаток 12 робочого колеса 6 в діапазоні припустимих варіантів виконання та експлуатації ротора створюють динамічний об'єм заповнення сукупності міжлопаткових каналів 15, які утворюють проточну частину робочого колеса 6, що складає  $V = (2,8 \div 7,3) \times 10^{-2} \text{ [м}^3/\text{об]}$ .

Нерухомо закріплений в корпусі 1 насоса спрямовуючий апарат 7 розташований співвісно з валом 5 ротора з охопленням принаймні вихідних кінців 16 лопаток 12 робочого колеса 6. Система криволінійних лопаток 17 розташована на кільцевій платформі 28. Кільцева платформа 28 спрямовуючого апарата 7 виконана з внутрішнім діаметром, що перевищує діаметр робочого колеса 6, на величину, що є не менш, ніж достатньою для утворення мінімального технологічного зазору, необхідного для вирівнювання тиску підпору рідини, що перекачується, та забезпечення можливості варіаційної технологічної змінності робочих коліс різних діаметрів при універсальному збереженні розмірів корпусу та відводу насоса.

У спрямовуючому апараті 7 кутовий створ радіусів, проведених через вісь ротора і відповідно початкову та кінцеву точки лопатки 17 в проекції на умовну площину спрямовуючого апарата 7, складає  $\beta_2 = (15 \div 50)^\circ$ .

Вал 5 ротора з однієї сторони подовжений консольним кінцевиком 29 для поєднання з електроприводом.

Магістральний нафтовий насос призначений для магістрального перекачування нафти та нафтопродуктів з можливою продуктивністю від 5000 до 12500 м<sup>3</sup>/ч при напорі від 160 до 280 м.

Роботу насоса здійснюють наступним чином.

При включенні насоса забезпечують обертання ротора, робоче колесо 6 якого нагнітає рідину, що перекачується, наприклад нафту, із всмоктувальної порожнини 23 в напірну порожнину 24.

Двопотокowe робоче колесо 6, обертаючись, подає рідину, що перекачується, в нерухомий спрямовуючий апарат 7. При цьому рідина, що перекачується, при взаємодії потоків 13 та 14, що вийшли із робочого колеса 6, з лопатками 17 спрямовуючого апарата 7 піддається хвилеподібним змінним перепадам тиску, які викликають вібраційне радіальне навантаження на вал 5 ротора і корпус 1 насоса.

При цьому за рахунок перевищення кількості лопаток 17 спрямовуючого апарата 7 відносно кількості лопаток 12 робочого колеса 6, взаємного зміщення останніх в двох потоках в площині обертання робочого колеса 6 і різного кута нахилу зустрічних кромок робочого колеса 6 та спрямовуючого апарата 7 гідравлічний процес взаємодії потоку рідини, що виходить з робочого колеса 6 і вхідних кромок спрямовуючого апарата 7 розтягнутий в часі, що дозволяє знизити гідравлічні удари.

Далі рідина, що перекачується, із спрямовуючого апарата 7 надходить до спірального двовиткового відводу, де потік проходить через внутрішній та зовнішній виток 19 та 20 і потім у вихідний патрубок 3, забезпечуючи вирівнювання швидкостей на виході із відводу.

Таким чином, завдяки оптимізації проточної частини насоса, знайденого нового конструктивного рішення сполучення двопотокowego робочого колеса і спрямовуючого апарата забезпечується максимальне зниження вібраційних радіальних навантажень, що дозволяє підвищити якість роботи, надійність і ресурс насоса.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Магістральний нафтовий насос, який характеризується тим, що виконаний горизонтальним, одноступеневим, містить корпус, який має проточну частину, корпус виконаний рознімним і включає нижню базову частину з вхідним та вихідним патрубками, знімну кришку, ротор у вигляді вала з двопотокowym робочим колесом закритого типу і спрямовуючий апарат, причому робоче колесо містить основний та два покривних диски, приєднаних кожний до основного диска засобом систем просторово спіральних лопаток, з утворенням в сукупності двох потоків, при цьому зазначені лопатки є рознесеними по колу з параметром кутової частоти

$G_{л.р.к.}=(0,8\div1,5)$  [од/рад], де  $G_{л.р.к.}$  - параметр кутової частоти лопаток робочого колеса, та з утворенням суміжними лопатками в кожній із зазначених систем спіральні лопатки виконані зі змінним кутом заходу в потік, що збільшується до виходу з градієнтом просторової кривини  $G_{п.к.л.}$ , що визначається із виразу

5  $G_{п.к.л.}=(\alpha_{вих}-\alpha_{вх})/L_{л.}=(0,2\div6,0)$  [рад/м],

де  $\alpha_{вих}$  та  $\alpha_{вх}$  - вихідний та вхідний кути нахилу твірної поверхні лопатки до умовної середньої площини основного диска, нормальної до осі колеса;  $L_{л.}$  - довжина лопатки; а відповідні системи лопаток двопотокового робочого колеса зміщені в площині обертання колеса на кут, який складає не менше половини проекції скошеного вихідного кінця лопатки на умовну середню площину основного диска і не більше ніж на половину кроку суміжних лопаток будь-якого із зазначених потоків робочого колеса, крім того, спрямовуючий апарат устаткований системою криволінійних лопаток із загальним числом, що перевищує кількість лопаток будь-якого з потоків робочого колеса в  $(1,25\div2,62)$  разу, при цьому лопатки спрямовуючого апарата в проекції на умовну середню площину, нормальну до осі зазначеного апарата, відхилені в сторону вектора потоку у відводі на утворений хордою, що поєднує найближчий та віддалений від осі кінці лопатки, і радіусом, проведеним через найближчий до осі кінець хорди, кут  $\beta_1$ , який кількісно складає  $\beta_1=(75\div110)^\circ$ , а міжлопатковий канал в проекції на зазначену умовну середню площину, нормальну до осі спрямовуючого апарата, виконаний таким, що розширюється до виходу з градієнтом дифузорності  $G_{к.с.а.}$ , який дорівнює

20  $G_{к.с.а.}=(F_{вих}-F_{вх})/L_{к.с.а.}=(1\div12)\times10^{-3}$  [м<sup>2</sup>/м],

де  $F_{вх}$  та  $F_{вих}$  - площі вхідного та вихідного перерізів міжлопаткового каналу спрямовуючого апарата;  $L_{к.с.а.}$  - довжина міжлопаткового каналу спрямовуючого апарата.

2. Магістральний нафтовий насос за п. 1, який **відрізняється** тим, що проточна частина корпуса насоса виконана зі спіральним відводом, який включає два витки - зовнішній та внутрішній, що розділені проміжною стінкою і сполучені з вихідним патрубком, який виконаний, переважно, дифузорним, причому внутрішній виток сполучений з вихідним патрубком безпосередньо, а зовнішній виток сполучений з вихідним патрубком через обвідну ділянку, при цьому початковий поперечний переріз зовнішнього витка корпуса виконаний першим за ходом закручування спіралі, а внутрішнього витка другим, розташовано за першим зі зміщенням по спіралі, переважно, на  $\pi$  радіан з вихідним перерізом, що співпадає по радіусу в осьовій площині ротора з кінцевим перерізом обвідної ділянки зовнішнього витка, причому зовнішній та внутрішній витки розділені внутрішньовідвідною стінкою, яка в зоні розділення ділянок обвідного зовнішнього та спірального внутрішнього із зазначених витків виконана спіралью-циліндричною.

3. Магістральний нафтовий насос за п. 1, який **відрізняється** тим, що двопотокове робоче колесо встановлено на валу ротора, переважно, з горизонтальною віссю обертання, що розташована в площині, нормальній векторам потоку у вхідного та вихідного патрубків, а проточна частина насоса розділена робочим колесом і спрямовуючим апаратом на вхідну всмоктувальну і вихідну напірну порожнини.

4. Магістральний нафтовий насос за п. 1, який **відрізняється** тим, що кришка корпуса герметично встановлена на базовій частині насоса через горизонтальне рознімання, розташоване, переважно, на висоті геометричної осі вала ротора.

5. Магістральний нафтовий насос за п. 1, який **відрізняється** тим, що вихідний кінець кожної лопатки робочого колеса, переважно, доведений до зовнішнього краю відповідно основного і покривного дисків, а вихідна кромка, принаймні, напірної поверхні лопатки нахилена під кутом до умовної середньої площини основного диска, нормальної до осі колеса, який складає  $(40\div110)^\circ$  в проекції на умовну площину, дотичну в кінцевій точці вихідної кромки лопатки до умовної, що охоплює вихідні кінці лопаток, циліндричної оболонки обертання.

6. Магістральний нафтовий насос за п. 1, який **відрізняється** тим, що кутова різниця між вхідним та вихідним радіусами проточної частини і перепадів висот лопаток робочого колеса в діапазоні припустимих варіантів виконання та експлуатації ротора створюють динамічний об'єм заповнення сукупності міжлопаткових каналів, які утворюють проточну частину робочого колеса, який складає  $V=(2,8\div7,3)\times10^{-2}$  [м<sup>3</sup>/об].

7. Магістральний нафтовий насос за п. 1, який **відрізняється** тим, що нерухомо закріплений в корпусі насоса спрямовуючий апарат розташований співвісно з валом ротора з охопленням, принаймні, вихідних кінців лопаток робочого колеса, при цьому система криволінійних лопаток розташована на кільцевій платформі, при цьому кільцева платформа спрямовуючого апарата виконана з внутрішнім діаметром, що перевищує діаметр робочого колеса, на величину не менше такої, що достатня для утворення мінімального технологічного зазору, необхідного для вирівнювання тиску підпору рідини, що перекачується, та забезпечення можливості варіаційної

технологічної заміності робочих коліс різних діаметрів при універсальному збереженні розмірів корпусу та відводу насоса.

8. Магістральний нафтовий насос за п. 1, який **відрізняється** тим, що в спрямовуючому апараті кутовий створ радіусів, проведених через вісь ротора і відповідно початкову та кінцеву точки лопатки в проекції на умовну площину спрямовуючого апарату складає  $\beta_2=(15\div 50)^\circ$ .

9. Магістральний нафтовий насос за п. 1, який **відрізняється** тим, що вал ротора з однієї сторони подовжений консольним кінцевиком для поєднання з електроприводом.

10. Магістральний нафтовий насос за п. 1, який **відрізняється** тим, що насос призначений для магістральної перекачки нафти та нафтопродуктів з можливою продуктивністю від 5000 до 12500 м<sup>3</sup>/год при напорі від 160 до 280 м.

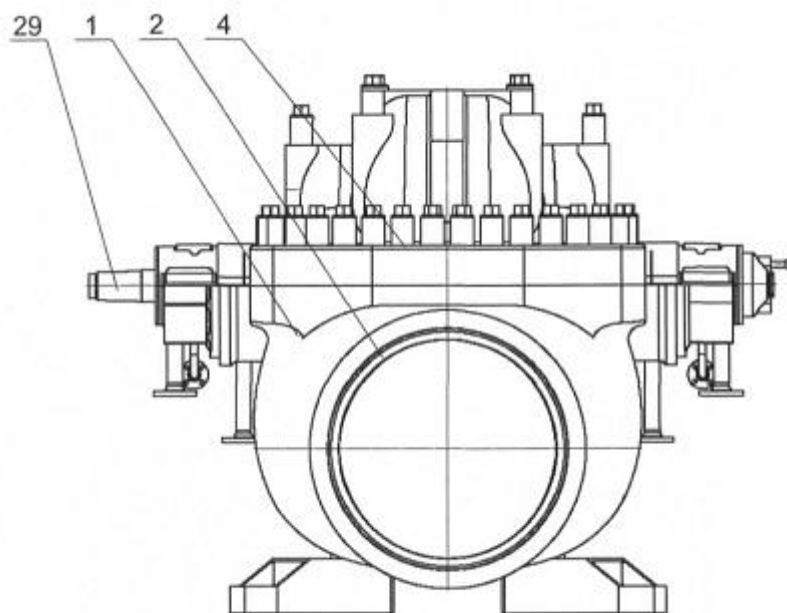


Fig. 1



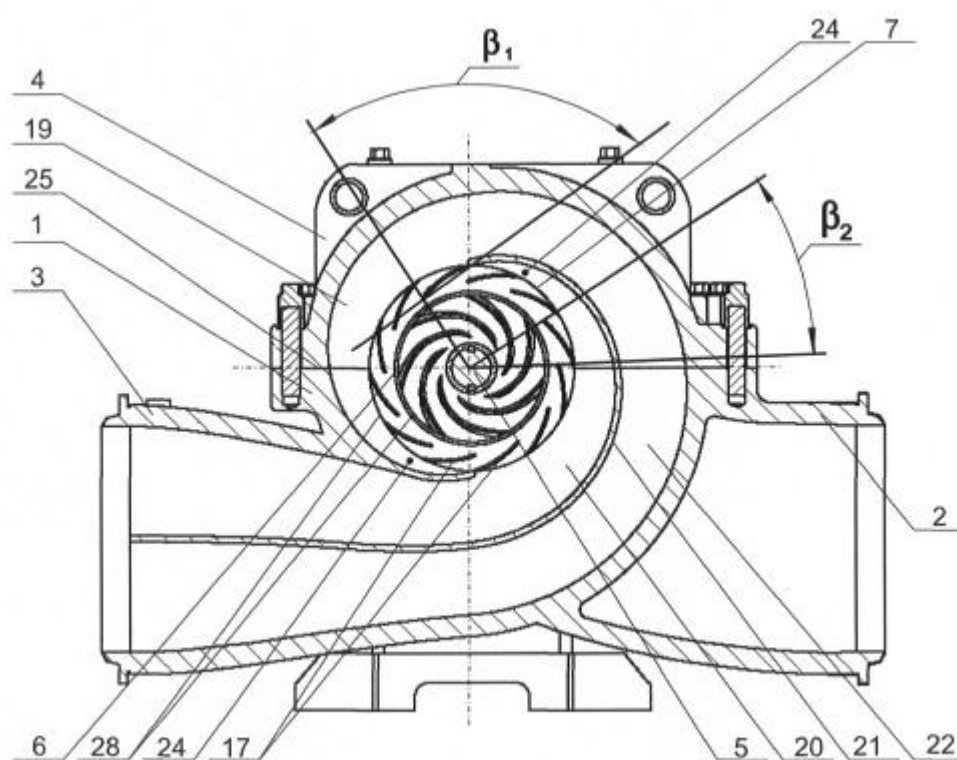


Fig. 2

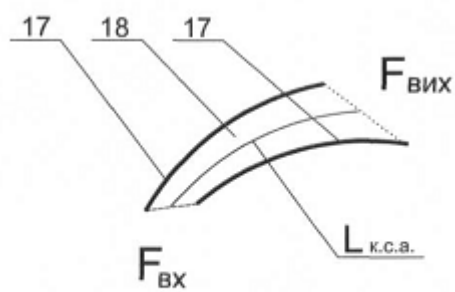
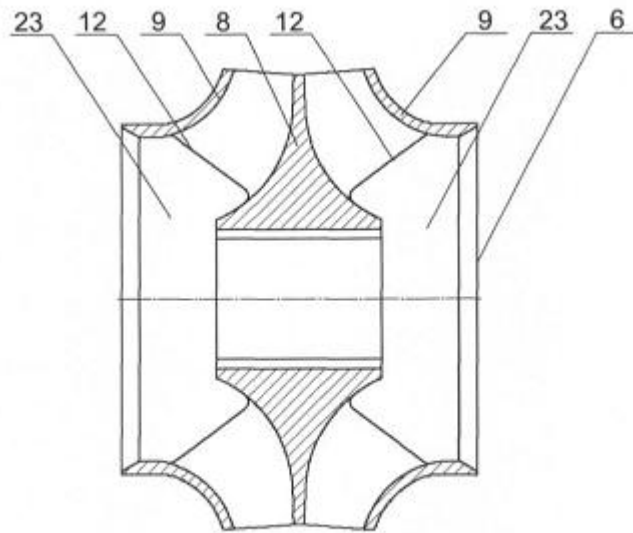
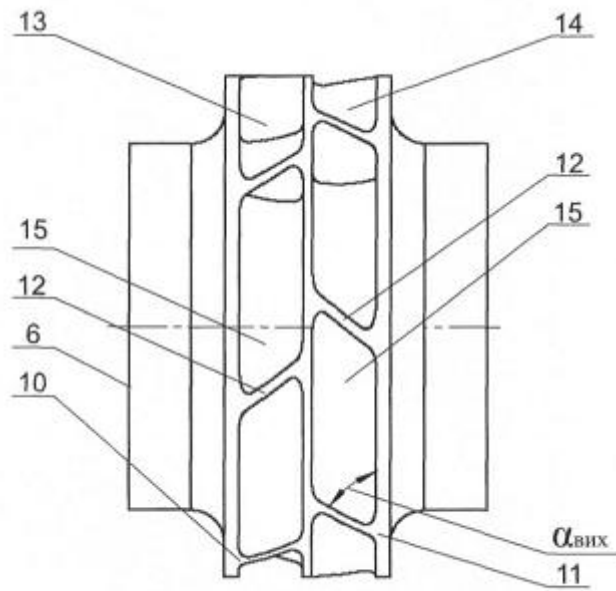


Fig. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

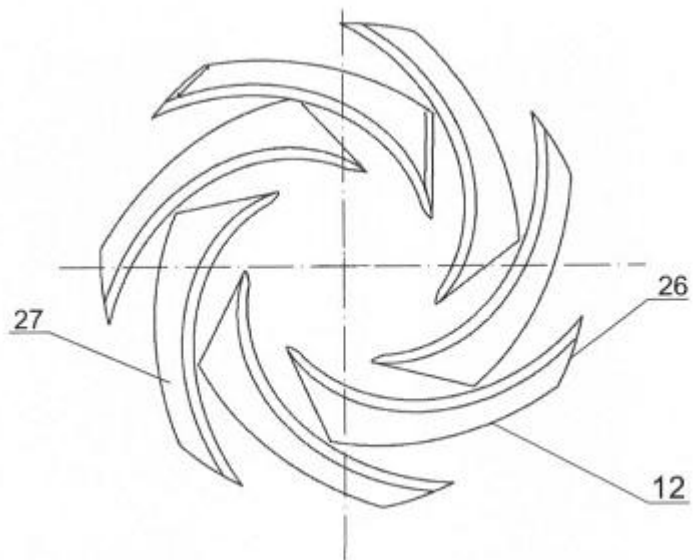


Fig. 6

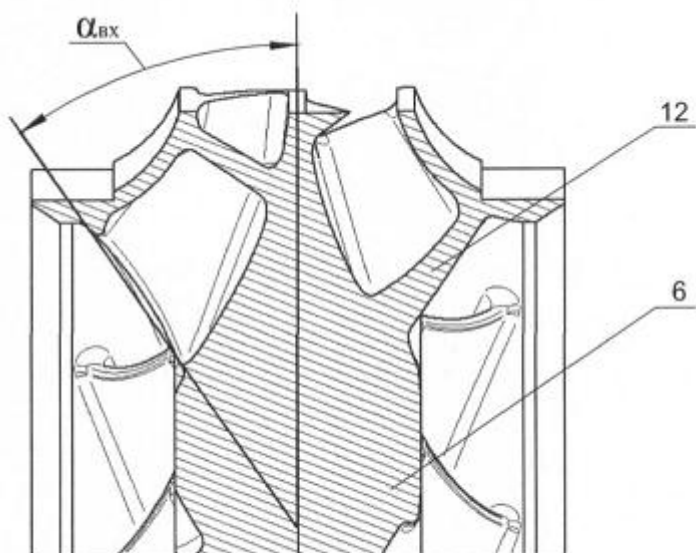


Fig. 7

---

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

---

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

---

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