



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **36980** (13) **U**
(51) **МПК (2006)**
F04D 1/00
F04D 13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ЗРІВНОВАЖУВАННЯ ОСЬОВОЇ СИЛИ В НАСОСІ

1

(21) u200807887

(22) 10.06.2008

(24) 10.11.2008

(46) 10.11.2008, Бюл.№ 21, 2008 р.

(72) ЧОРНИЙ АНАТОЛІЙ ПЕТРОВИЧ, UA

(73) ЧОРНИЙ АНАТОЛІЙ ПЕТРОВИЧ, UA

(57) 1. Пристрій зрівноважування осьової сили в насосі, що має розташований за його ступенями та закріплений на його валу розвантажувальний диск і працює за рахунок створюваного насосом тиску перекачуваного середовища, який відрізняється тим, що для його розвантажувального диска використовується обтікач насоса, який контактує із заглищеною зверху ступицею корпусу верхнього підшипника через торцеве ущільнення, одна частина якого виконана на обтікачі, а друга установлена і зафіксована від прокручування у ступиці корпусу підшипника із можливістю осьового переміщення в ній, обмеженого величиною, меншою від осьового переміщення ротора насоса, а внутрішня порожнина ступиці сполучена через отвори в корпусі верхнього підшипника із порожниною свердловини, якщо насос свердловинний, або із всмоктувальною порожниною насоса.

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що частина його торцевого ущільнення по діаметру, по якому вона установлена в ступицю корпусу

2

верхнього підшипника, виконана меншою за внутрішній діаметр торцевого ущільнення.

3. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що його торцеве ущільнення по зовнішньому діаметру виконано не більшим від діаметра переднього щільового ущільнення робочого колеса.

4. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що отвори в корпусі верхнього підшипника, які сполучають внутрішню порожнину ступиці із порожниною свердловини або із всмоктувальною порожниною насоса, виконані у її верхній частині за підшипником, а порожнини до і за підшипником також сполучені між собою поздовжніми отворами або пазами.

5. Пристрій за пп. 1, 4, який відрізняється тим, що на торцевій поверхні установленій і зафіксованій від прокручування у ступиці корпусу верхнього підшипника частині торцевого ущільнення з протилежної йому сторони закріплена еластична, наприклад гумова, шайба, яка перекриває поздовжні отвори або пази ступиці або підшипника при крайньому верхньому положенні ротора насоса.

6. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що на вході в отвори, що сполучають внутрішню порожнину ступиці корпусу верхнього підшипника із порожниною свердловини або із всмоктувальною порожниною насоса, закріплені фільтри, наприклад керамічні, або фільтрувальна сітка.

Корисна модель відноситься переважно до багатоступеневих насосів, наприклад свердловинних, в яких виникають значні осьові сили на їх роторі, що перевищують допустимі для їх осьових підшипників, і може бути використана при створенні та модернізації таких насосів.

Відомий пристрій зрівноважування осьової сили в насосі, що має розташований за його ступенями та закріплений на його валу розвантажувальний диск, працює за рахунок створюваного насосом тиску перекачуваного середовища на нього і називається гідравлічною п'ятою. При цьому цей пристрій характерний наявністю окремого розвантажувального диска і спеціальної камери перед

ним, тиск в якій змінюється в залежності від осьового положення ротора насоса, яке у свою чергу змінюється залежно від величини осьової сили на роторі і щілини між диском і корпусом. Тобто цей пристрій зрівноважування є такий, що самоустановлюється, але при цьому між диском і корпусом завжди є щілина, через яку постійно протікає середовище, яке перекачується насосом [1].

Недоліком відомого пристрою є наявність в ньому постійного витоку перекачуваного насосом середовища через щілину, що знижує його коефіцієнт корисної дії (ККД), постійний знос поверхонь, що утворюють щілину у пристрої і рухаються одна відносно другої, від перетікання через нього разом

(13) **U**

(11) **36980**

(19) **UA**

із середовищем і механічних домішок, що, як правило, бувають в ньому. А це призведе до зростання витоків середовища і до того, що пристрій перестане виконувати свої функції і насос вийде із ладу. Тому використання цього відомого пристрою обмежене тільки чистими від механічних домішок середовищами, у той час, як такі широко розповсюджені багатоступеневі насоси, як свердловинні, в яких проблема зрівноважування осьових сил дуже актуальна, повинні перекачувати воду, що містить до 0,01% механічних домішок по масі (стандартне виконання) і більше, як правило, до 0,05-0,1% по масі (спеціальне виконання «Г») [2].

В основу корисної моделі поставлено задачу: у пристрої зрівноважування осьової сили в насосі шляхом забезпечення постійного контакту його розвантажувального диска із ступицею корпусу верхнього підшипника через торцеве ущільнення і сполучення її внутрішньої порожнини із порожниною свердловини або із всмоктувальною порожниною насоса забезпечити відсутність щілини між розвантажувальним диском та ступицею, незношення її контактних поверхней в процесі експлуатації насоса на реальному середовищі з механічними домішками, а також відповідно його - невитікання через нього.

Зазначена мета досягається тим, що у пристрої зрівноважування осьової сили в насосі, що має розташований за його ступенями та закріплений на його валу розвантажувальний диск і працює за рахунок створюваного насосом тиску перекачуемого середовища, для його розвантажувального диску використовується обтікач насоса, який контактує із заглушеною зверху ступицею корпусу верхнього підшипника через торцеве ущільнення. При цьому одна частина цього ущільнення виконана на обтікачі, а друга установлена і зафіксована від провороту у ступиці корпусу підшипника із можливістю осьового переміщення в ній, обмеженою величиною, меншою осьового переміщення ротора насоса, а внутрішня порожнина ступиці сполучена через отвори в корпусі верхнього підшипника із порожниною свердловини, якщо насос свердловинний, або із всмоктувальною порожниною насоса. Для забезпечення самопритискування частини торцевого ущільнення, яка установлена в ступиці корпусу верхнього підшипника, до обтікала і виключення необхідності для цього пружини, її діаметр, по якому вона установлена в ступиці, виконаний меншим за внутрішній діаметр торцевого ущільнення. Для скорочення тривалості дії на роторі насоса можливої осьової сили протилежного напрямку торцеве ущільнення по зовнішньому діаметру виконане не більшим діаметра переднього щільового ущільнення робочого колеса насоса. При цьому залишкова невірноважена осьова сила насоса сприймається осьовим підшипником його привода.

Тому що більшість багатоступеневих, зокрема свердловинних, насосів працюють вертикально, то для випуску повітря із порожнини ступиці, де розташований підшипник, при заповненні її середовищем, що необхідно для забезпечення роботи підшипника ковзання, отвори в корпусі підшипника,

які сполучають внутрішню порожнину ступиці із порожниною свердловини або із всмоктувальною порожниною насоса, виконані у її верхній частині за підшипником, а порожнини до і за підшипником також сполучені між собою поздовжніми отворами або пазами для протікання по ним середовища. Ці отвори або пази можуть бути виконані як у підшипнику так і в ступиці. На режимах роботи насоса з невеликим напором на його ротор може діяти осьова сила протилежного напрямку, яка виникає внаслідок дії швидкісного напору середовища на його робочі колеса і переміщає його ротор в напрямку руху середовища в насосі, тобто вверх. Для скорочення тривалості дії цієї сили і знаходження ротора у крайньому верхньому положенні на торцевій поверхні установленій і зафіксованій від провороту у ступиці корпусу верхнього підшипника частині торцевого ущільнення з протилежної йому стороні закріплена еластична, наприклад гумова, шайба, яка перекриває поздовжні отвори або пази ступиці та підшипника при крайньому верхньому положенні ротора насоса. Це сприяє підвищенню тиску у внутрішній порожнині ступиці і автоматичному поверненню ротора насоса у початковий стан.

Для очищення середовища, яким заповнюється внутрішня порожнина ступиці з працюючим в ній підшипником, від механічних домішок і підвищення надійності його роботи, на вході в отвори, що сполучають внутрішню порожнину ступиці корпусу верхнього підшипника із порожниною свердловини або із всмоктувальною порожниною насоса, закріплені фільтри, наприклад керамічні або фільтрувальна сітка.

Ця сукупність нових суттєвих ознак, що полягають у використанні обтікача насоса як розвантажувального диска, сполучення його через торцеве ущільнення із ступицею корпусу верхнього підшипника, а її внутрішню порожнину, де розміщений підшипник, через отвори із порожниною свердловини або із всмоктувальною порожниною насоса, у взаємодії із відомою загальною суттєвою ознакою, що полягає у наявності розвантажувального диска, що працює за рахунок створюваного насосом тиску перекачуваного середовища, дозволяє використовувати пристрій зрівноважування осьової сили в насосах, які перекачують забруднені механічними домішками середовища, розширюючи його функціональні можливості, та підвищує ККД і надійність насоса за рахунок зменшення витоків із нього та підвищення надійності верхнього підшипника завдяки його захисту від механічних домішок.

На Фіг.1 зображена верхня частина багатоступеневого свердловинного насоса з пристроєм зрівноважування осьової сили, на Фіг.2 - фрагмент пристрою з торцевим ущільненням у збільшеному масштабі з епюрами діючого на його елементи тиску середовища, що перекачується насосом.

Пристрій має розвантажувальний диск у вигляді обтікача 1, який закріплений на валу 2 насоса через шпонку 3 та захисну підшипникову втулку 4 за допомогою болта 5, ущільнюється на ньому гумовим кільцем 6 і обертається з ним. На обтікачу 1 передбачена нижня частина 7 торцевого ущільнення, верхня частина 8 якого установлена у сту-

пиці 9 корпусу верхнього підшипника 10 з можливістю осьового переміщення, ущільнюється в ній гумовим кільцем 11 і зафіксована від провороту в ній за допомогою закріплених до обтікача 1 планок 12 і відповідних їм пазів у верхній частині 8 торцевого ущільнення або штифтів 13 і відповідних їм отворів у ступиці 9. До протилежного торцевому ущільненню торця верхньої його частини 8 закріплена, наприклад клеєм, гумова шайба 14. Ступиця 9 зверху герметичне заглушена ковпаком 15 і в неї запресований підшипник ковзання 16. Для заповнення середовищем внутрішньої порожнини ступиці 9 з підшипником ковзання 16 в корпусі верхнього підшипника 10 передбачені отвори 17, через які при заповненні цієї порожнини виходить також повітря, а в ступиці 9 - отвори 18 або в підшипнику ковзання 16 - пази, через які середовище перетікає із верхньої сторони підшипника у нижню, а повітря навпаки - із нижньої у верхню і далі через отвори 17 - назовні насоса. Для очищення середовища, що через отвори 17 заповнює внутрішню порожнину ступиці 9 з подлинником ковзання 16, на вході в отвори 17 закріплені фільтри 19, наприклад керамічні або фільтрувальні сітки.

Пристрій працює наступним чином.

При монтажу насоса у свердловину, якщо він свердловинний, або при заповненні його всмоктувальної порожнини, якщо він звичайний, внутрішня порожнина ступиці 9, в якій знаходяться підшипник ковзання 16, через фільтри 19 та отвори 17 заповнюється середовищем (рідиною), очищаючись від механічних домішок, які можуть бути в середовищі. Через ці ж отвори 17 при заповненні порожнини ступиці виходить із неї повітря, що було в ній. Це у подальшому забезпечує надійну роботу підшипника ковзання 16 за рахунок його змащування очищеною рідиною.

Після включення насоса в роботу у порожнині його корпусу 10 верхнього підшипника, що обмежена його зовнішнім корпусом та ступицею 9, створюється тиск рідини, відповідний напору насоса, а у внутрішній порожнині ступиці 9 тиск відповідає тиску рідини у свердловині на рівні отворів 17 або у всмоктувальній порожнині насоса. За рахунок цього перепаду тиску верхня частина 8 торцевого ущільнення притискується до обтікача 1, перешкоджаючи перетіканню рідини, що перекачується насосом, із порожнини за ступицею 9 у її внутрішню порожнину. Причому, зусилля цього притиснення пропорційне тиску p_n , створюваному насосом, і площині кільця, обмеженої внутрішнім діаметром D_{y2} торцевого ущільнення та зовнішнім діаметром D_{y3} верхньої частини 8 торцевого ущільнення (див. епюри тиску на Фіг.2). Одночасно на обтікач 1 діє тиск p_n рідини, створюючи на ньому направлену уверх зрівноважувальну осьову силу

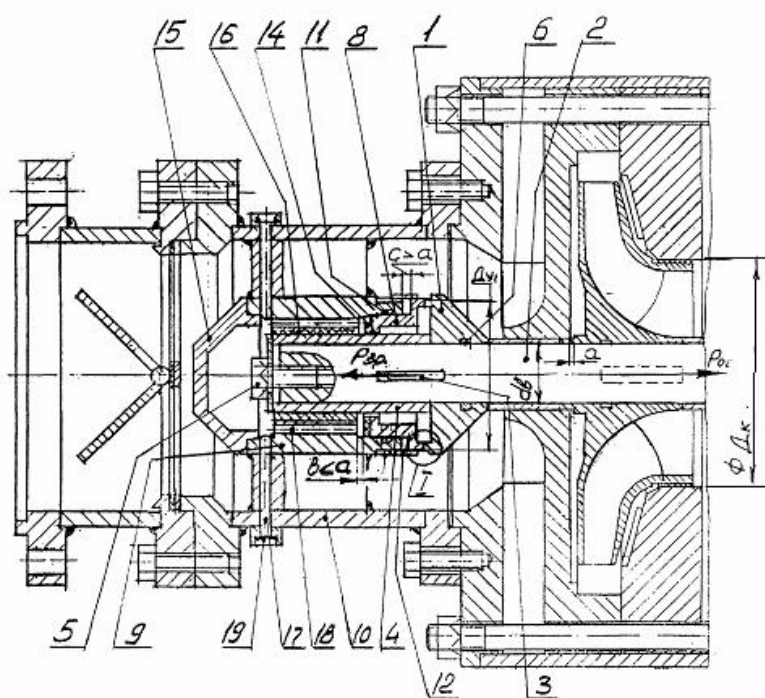
$P_{зр}$, яка зрівноважує осьову силу $P_{ос}$, що направлена униз (або в сторону всмоктування) і сприймається осьовим підшипником привода. Величина сили $P_{зр}$ також залежить від напору насоса та площини обмеженої зовнішнім діаметром D_{y1} торцевого ущільнення та діаметром вала d_v . Однак цей діаметр D_{y1} не повинен бути більшим діаметра D_k ущільнення робочого колеса, інакше зрівноважувальна осьова сила $P_{зр}$ може бути більшою за осьову силу $P_{ос}$, що діє на ротор насоса і він при цьому буде постійно підійматись при його роботі. Таке підіймання можливе і при D_{y1} меншому D_k на великих подачах роботи насоса. На цей випадок і передбачена на верхньому торці верхньої частини 8 торцевого ущільнення, гумова шайба 16, яка при підійманні ротора насоса перекриває вихід рідини із внутрішньої порожнини торцевого ущільнення через поздовжні отвори 18 у ступиці 9 або пази у підшипнику ковзання 16. Завдяки цьому, а також невеликому пропуску рідини через торцеве ущільнення тиск у його внутрішній порожнині повільно підіймається і ротор насоса разом із обтікачем повертається у первісне положення. Разом з ним в первісне положення під дією тиску P_n повертається і верхня частина 8 торцевого ущільнення. При цьому торцеве ущільнення не тільки сприяє зрівноважуванню осьової сили, а і запобігає попаданню механічних домішок у внутрішню порожнину ступиці з підшипником ковзання.

Таким чином запропонований пристрій забезпечує постійне зрівноважування осьової сили насоса незалежно від наявності механічних домішок в рідині та кількості робочих колес в ньому. Крім цього завдяки очищенню фільтрами 19 рідини, що поступає в підшипник, від механічних домішок в ній і захисту торцевого ущільнення від їх попадання у підшипник із насоса запропоноване технічне рішення одночасно сприяє зменшенню зносу підшипника ковзання 16 та покращенню його надійності роботи і відповідно насоса. А відсутність щілини у торцевому ущільненні на відміну від прототипу виключає витікання рідини, що перекачується, через нього, що підвищує гідравлічний ККД насоса. При цьому оптимальний механічний ККД можна забезпечувати величиною зовнішнього діаметра D_{y3} верхньої частини 8 торцевого ущільнення, тобто зусиллям притиснення її до обтікача 1.

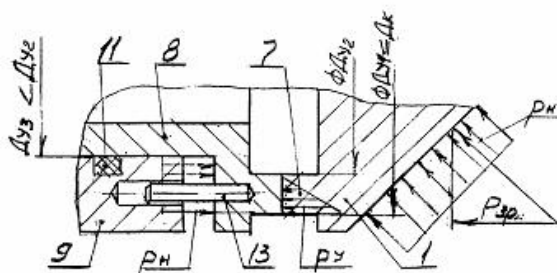
Джерела інформації:

1. АА. Ломакин. Центробежные и осевые насосы. Издательство «Машиностроение». Москва 1966 Ленинград, с. 210... 217.

2. ГОСТ 10428 - 89. Агрегаты электронасосные центробежные скважинные для воды. Основные параметры и размеры. Москва. Государственный комитет СССР по стандартам с. 1, 16.



Фиг. 1



Фиг. 2