



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85048 (13) C2
(51) МПК (2006)
F04D 13/06МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЗАГЛИБНИЙ ВІДЦЕНТРОВИЙ БАГАТОСТУПІНЧАТИЙ НАСОС

1

2

(21) а200504340

(22) 06.05.2005

(24) 25.12.2008

(46) 25.12.2008, Бюл.№ 24, 2008 р.

(72) АЛІЄВ НАТІКБЕК АЛІЙОВИЧ, UA, АЛІЄВ
ДЖАНГІР НАТІКБЕКОВИЧ, UA, АЛІЄВ ПАРВІЗ
НАТІКБЕКОВИЧ, UA(73) АЛІЄВ НАТІКБЕК АЛІЙОВИЧ, UA, АЛІЄВ
ДЖАНГІР НАТІКБЕКОВИЧ, UA, АЛІЄВ ПАРВІЗ
НАТІКБЕКОВИЧ, UA

(56) RU 2234620, F 04 D 13/10, 20.08.2004

RU 2163693, F 04 D 13/10, 27.02.2001

FR 2509804, F 04 D 13/08, 21.01.1983

FR 2329876, F 04 D 13/08, 21.05.1977

EP 0089121, F 04 D 13/10, 21.09.1983

SU 387141, F 04 D 13/08, 21.06.1973

RU 2250392, F 04 D 13/10, 10.09.2005

RU 2208185, F 04 D 13/10, 10.07.2003

(57) Заглибний електронасосний відцентровий
агрегат, корпусно-секційного виконання, що скла-

дається з електродвигуна, з'єднаного за допомо-
гою сполучної муфти у вертикальний тандем з
насосною частиною, яка має всмоктувальну і на-
гнітальну кришки, корпусів з напрямними апарата-
ми, закріплених на валу насоса робочих коліс, що
формують ротор, опорних і розвантажувальних
вузлів, який **відрізняється** тим, що робочі колеса
секцій багатоступінчатого насоса встановлені по-
слідовно - один за одним забірними горловинами
вгору з можливістю здійснювати всмоктування
рідини, що перекачується зверху донизу, при цьо-
му різниця між осьовою силою, що виникає в агре-
гаті, і вагою ротора компенсується опорним підши-
пником і розвантажувальним поршнем, які
виконані сферично-увігнутими або сферично-
опуклими, встановленими на пакет тарілчастих
пружин для формування монтажних осьових зазо-
рів в насосі та сприйняття сумарної ваги ротора і
нестационарних навантажень до часу виходу агре-
гату на робочий режим.

Винахід відноситься до насособудування, зокре-
ма, до високонапірних заглибних насосів верти-
кального типу корпусно-секційного виконання,
призначених для відкачки ґрунтових вод зі сверд-
ловин та шахт при організації групових водовідли-
вних комплексів з використанням шахтних стволів
як водозбірників.

Винахід може бути реалізований як у водовід-
ливних установках шахт з установкою агрегату в
якості водознижуючого засобу у водозбірниках, а
також у свердловинах, при відкаченні нафти й під-
йомі якого-небудь текучого, у тому числі й питної
води з артезіанських колодязів і свердловин.

Відомі заглибні електронасосні агрегати, що
складаються із приводного електродвигуна в тан-
демі з насосом вертикального виконання, розта-
шованим над або під ним електродвигуном. Вали
насоса й електродвигуна зкомпоновані на єдиній
геометричній осі. Насос складається з ротора з
робочими колесами, число яких відповідає необ-
хідному напору, кінцевих і проміжних радіальних
опор для сприйняття радіальної сили й опорного
підшипника, що сприймає осьову силу. Ця сила є

алгебраїчною сумою ваги ротора й гідродинаміч-
ної осьової сили, що виникає при роботі відцент-
рової турбомашини й спрямованої убік усмокту-
вального трубопроводу.

Краї насосної частини агрегату являють собою
приймні закриті циліндро-сферичні дифузори,
з'єднані перманентно з усмоктувальними й нагні-
тальними патрубками, що закінчуються кінцевими
фланцями.

Кожне з робочих коліс ротора вмонтовано в
корпус, що несе в собі - напрямний апарат, який
приймає потік з колеса й передає його в порожни-
ну корпусу, де за допомогою лопаток, що форму-
ють дифузори, рідину підводить до наступного ро-
бочого колеса.

Передачею текучого від ступені до ступені фо-
рмується необхідний напір (стовп) рідини для під-
йому на необхідну висоту, зумовленою проектним
рішенням.

Найбільш відомі й поширені заглибні корпусно-
секційні насосні агрегати фірм "Ritz" й "KSB", від-
мінною рисою яких є можливість створення дво-
торної системи відкачки.

(13) C2

(11) 85048

(19) UA

Компонування таких насосних агрегатів дозволяє за допомогою включення поперемінно декількох секцій змінювати продуктивність машин у цілому. При роботі, наприклад, тільки нижньої секції продуктивність визначається об'ємом текучого, минаючим через робоче колесо першої ступені. При підвищених водоприпливах (при необхідності відкачки текучого насосами великої продуктивності) включається друга секція. Потоки з першої й другої секції, підсумовуючись, забезпечують відкачування підвищеного водоприпливу. При необхідності одна із секцій може бути відключена. Однак, робота обох секцій є найбільш сприятливою для системи навантажень, що недоліків запропонованого рішення ставиться неможливість використання агрегату для перекачування рідин з активними кородуючими властивостями. Навантаження на осьовий підшипник спрямовані вертикально вниз і для забезпечення його працездатності потрібно підводити мастило. У цьому випадку таким змащенням служить середовище, що перекачується, - нафта або нафтопродукти.

При роботі такого насоса з іншими середовищами або рідинами малої в'язкості й з кородуючими властивостями неможливо забезпечити працездатність і довговічність опорного підшипника.

Найбільш близьким по суті до запропонованого винаходу є технічне рішення по патенті [US №5201633 «Гідравлічний вертикальний насос»]. Цей винахід прийнятий за прототип. Дане технічне рішення представлено збіркою, до складу якої входять кришки-фланці усмоктування й нагнітання, стягнуті між собою стрижнями-анкерами. Між кришками набрані секції корпусу з убудованими напрямними апаратами й робочими колісами. Причому горловини зібраних на валу коліс установлені зевом униз: усмоктування й транспортування текучого в даній машині здійснюється знизу нагору. Усмоктувальний патрубок спрямований перпендикулярно діаметральної площини агрегату (по видимому, у силу робочих особливостей агрегату), а нагнітання здійснюється в діаметрально протилежній стороні усмоктування. Для цього остання ступень (секція) з'єднана з порожниною, сформованою в кришці нагнітання й перехідної в коаксимально розташованій щодо корпусу відповідного циліндра, за допомогою якого здійснюється нагнітання. До особливостей технічного рішення по патенту [US №5201633] відноситься також і те, що опорний підшипник, що сприймає осьову силу, розташований у діафрагмі усмоктувального тракту, тобто в нижньому ярусі машини. На нагнітальному тракті, на виході, установлений зворотний клапан, що перекриває циліндричну кільцеву порожнину від навколишнього середовища та забезпечує підпір.

До основного недоліку по патенті [US №5201633] варто віднести те, що опорний підшипник сприймає як осьову силу, що виникає в насосі, так і вагу ротора з деталями проточної частини. Залежно від числа секцій, при реалізації вищеприданого конструктивного виконання, ці сили можуть досягати декількох тонн, що з урахуванням значних обертів приводить до виходу агрегату з ладу. Тобто компонування агрегату дійсно визначає опорний вузол як найменш надійний, як по праце-

здатності так і по ресурсу. Крім того, корпусні деталі з усмоктувальним і нагнітальним трактами, розташованими в одній поперечній площині, діафрагмами й вузлом зворотного клапана, розташованим у самому насосі, ускладнює конструкцію й виготовлення, зменшує надійність, погіршує ремонтпридатність агрегату.

Задачею винаходу є підвищення надійності й довговічності заглибних багатосекційних насосних агрегатів у процесі експлуатації, забезпечення їхньої ремонтпридатності.

Поставлена задача досягається тим, що робочі колеса заглибного насоса розташовані так, щоб виникаюча осьова сила могла б бути частково діююю на агрегат. Робочі колеса на обох секціях розташовані у взаємозворотному напрямку й осьові сили, що виникають в обох секціях, взаємно компенсуються. Однак, при роботі однієї секції насоса осьова сила сприймається упорним підшипником, що є опорним вузлом машини.

Проведений патентний пошук показав, що виведені основні ознаки компонування заглибних насосних електроагрегатів відображені в патентах на вказані типи машин [FR 2509804 A1, 1983р., EP 2329876 A1, 1977р., EP 0089121 A, 1983., RU 2122653, 1998р., SU 387141, 1973р.]. Для певної групи компонувань осьова сила частково компенсується також отворами, сформованими по радіусу єдиного кола на поверхні корінного диска робочого колеса. У вертикальних конденсатних насосах великої продуктивності після пуску до виходу насоса в стаціонарний режим, осьова сила компенсується радіально-упорними підшипниками, установленими в дуплексі з радіальними підшипниками.

Після виходу насоса в стаціонарний режим роботи осьова сила компенсується розвантажувальним поршнем. Однак, у силу особливостей експлуатації конденсатних насосів вертикального компонування - установка й розташування насоса в приміщенні, відсутність текучого навколо поверхні агрегату, можливість створення герметичних опорних вузлів і циркуляційного змащення зовнішнім носієм - усе це відсутньо в умовах при експлуатації заглибних засобів відкачки.

Для всіх заглибних засобів відкачки осьову силу, що виникає від гідродинамічних процесів, обумовлених як конструкцією, так і компонуванням насоса, сприймає підшипник, розташований найчастіше в нижній частині насосного вузла, одночасно сприймаючої сили та ваги, що діють в агрегаті. До них можна віднести вагу ротора, вала електродвигуна, текучого й т.д. З огляду на те, що в багатосекційних насосах ця сила може досягати декількох десятків тонн, отже, упорний підшипник є найбільш навантаженим і найменш надійним елементом агрегату. У всіх конструктивних компонуваннях підшипник насоса виконаний у вигляді сегментного підшипника (підшипник Митьчела) із графітофторопласта. Високі напори й відповідно більші оберти (до 3000 хв^{-1}) не сприяють надійній і довговічній роботі високонавантаженого вузла, яким є упорний підшипник.

Напрямок переміщення текучого в насосі знизу нагору зумовлює осьову силу, спрямовану відпові-

дно по вертикалі зверху вниз, убик усмоктування. У сукупності така система розташування робочих коліс - горловинами вниз, убик усмоктування, вимагає установки підшипника в нижній частині насоса. Підшипник перебуває при роботі в гранично навантаженому стані, має мінімальний ресурс.

Вихід з ладу упорного підшипника приводить до втрати працездатності всього агрегату, складним демонтажним роботам при розбиранні водопідйомного става для підняття агрегату зі значної глибини шахтного ствола або свердловини, необхідності ремонту й відповідно до зворотного процесу монтажу його в стволі або свердловині.

Пропоноване рішення дозволяє розвантажити або зменшити величину сумарної осьової сили, що діє на опорний підшипник, збільшити термін служби сегментів і підшипника й, відповідно, усього насосного агрегату.

Найбільш близьким рішенням до пропонованого винаходу є конструктивне виконання заглибного багатоступінчастого відцентрового насоса по патенту [RU №2234620, МПК - F04D13/10, авторів Язикова Ю.А. і Левіта Д.Г. Дата публікації патенту - 20.08.2004р., а дата початку дії патенту - 12.05.2003р.]. Винахід по [патенту №2234620] спрямований на підвищення довговічності роботи заглибного багатоступінчастого насоса за рахунок запобігання руйнувань робочого колеса першої ступені й перерозподілу загальної осьової сили, що зрушує ротор убик усмоктування на проміжні осьові опори. Причому додаткові осьові опори, що є невід'ємною частиною робочих коліс, кожної із ступеней, є також ущільненням, що розділяє по-рожнини усмоктування й нагнітання.

Насос містить ступені, що складаються з корпусів з напрямним апаратом, робочими колісьми, що формують ротор корпусно-секційної машини, причому вал насоса виконаний у вигляді не круглого перерізу й на ньому по посадці із зазором установлена маточина робочого колеса й роздільні шайби з антифрикційного матеріалу.

Така конструкція насоса не виключає наявності в агрегаті основної опори, що сприймає осьову силу. Однак, у цілому реалізація такого виконання потребує використання при зборці методу повної взаємозамінності, точної вивірки роздільних шайб та визначення для кожного із ступеней осьових зазорів при виготовленні фіксованої довжини маточини. І, відповідно, для корпусно-секційних машин повинен проводитися контроль величини цих зазорів, який ускладнює складання зважаючи на конструктивну їх особливість - відсутність поздовжнього рознімання.

У цілому, крім досить високої технологічної складності виготовлення й складання насоса по [патенту RU №2234620], вузол основного підшипника є високонавантаженим і таке рішення не сприяє збільшенню ресурсу агрегату в цілому. Застосування в конструкції додаткових осьових опор, роздільних шайб, і тим більше вала не круглого перерізу не тільки не підвищує ресурс агрегату, але й різко здорожує його виробництво, розширює парк потрібного для його виробництва встаткування, що комплектує інструмент, технологічного оснащення. При цьому зростають собівар-

тість, станоччаси й падає надійність агрегату в цілому без кардинального рішення проблеми - збільшення терміну служби підп'ятника за рахунок зменшення діючої на нього навантаження й відносних швидкостей ковзання.

Відомий [патент RU №2163693 «Заглибний відцентровий багатоступінчастий насос» автора Шпільман А.Х. Дата публікації 27.02.2001р., дата початку дії патенту 06.09.1999р.]. Винахід ставиться до підромашинобудування й стосується заглибних насосів для перекачування рідин зі шпар. Насос містить корпус, у якому встановлений вал з робочими колісьми, що опирається на радіальний й осьовий підшипники. Причому осьовий підшипник установлений тільки на нижній секції вала. До основних скомпенсована вагою ротора агрегату в момент запуску й при нестационарному режимі роботи. Повна сумарна осьова сила після виходу агрегату в робочий режим сприймається розвантажувальним поршнем, що одночасно є й торцевою площиною сферичного опорного підшипника. Сферичний сегмент опорного підшипника має можливість самоустановлюватися та обмежений від переміщень уздовж поздовжньої осі насоса пакетом тарілчастих пружин, що одночасно служать регульовальним вузлом для установки монтажних зазорів при запуску агрегату.

Істотними відмінними ознаками технічного рішення, що заявляє, є:

- для вертикального заглибного засобу відкачки змінено розташування трактів усмоктування й нагнітання. Патрубок усмоктування розташований над трактом нагнітання, рознесений на відповідну кількість секцій і розташований у діаметрально протилежній стороні від патрубка нагнітання. Усмоктування, а також нагнітання текучого середовища здійснюються зверху вниз в площині, перпендикулярній поздовжньої осі симетрії агрегату (діаметральної площини);

- робочі колеса секцій багатоступінчатої машини встановлені послідовно - один за одним забірними горловинами нагору, що визначає напрямок виникаючої осьової сили - вертикально нагору;

- кінцева частина вала встановлена в опорний підшипник, що представляє сферичний підп'ятник і сприймає вагу ротора агрегату, при цьому торцева площа верхнього сегмента виконує роль розвантажувального поршня;

- наявність у корпусі опорного підшипника пакета тарілчастих пружин, що формують монтажні зазори в насосі й сприймають сумарній вазі ротора й опорного підшипника, а також нестационарного силового навантаження до моменту виходу машини в робочий режим.

Сутність пропонованого винаходу пояснюється кресленнями:

на Фіг.1 - загальний вид вертикального заглибного багато секційного електронасосного агрегату;

на Фіг.2 - поздовжній розріз у діаметральній площині вертикального заглибного багато секційного електронасосного агрегату.

Вертикальний заглибний багато секційний електронасосний агрегат, представлений на Фіг.1, містить заглибний електродвигун 1, що приєдна-

ний перехідним фланцем до фонаря 2, що опирається на кришку усмоктування 3 заглибного насосного агрегата. На Фіг.2 на подовжньому перерізі насоса представлено: вал електродвигуна 4 за допомогою муфти 5 з'єднаний з валом 6 насосного вузла. Радіальними опорами вала 6 насоса є підшипники ковзання 7 й 8, робочі втулки яких посажені з натягом у кришки усмоктування 3 і нагнітання 9 і мастила перекачувальним середовищем. Для примусової подачі перекачувального середовища, що направляє апарат першої ступені 10 має відвідні канали, з'єднані із трубопроводами 11 й укрупненими штуцерами 12, розташованими в припливі кришки усмоктування. Робоче колесо першої ступені 13 розташовано у верхній частині насоса, у виточенні напрямного апарата 10, забірною горловиною нагору. Воно оберто торцем маточини в захисну оболонку вала 14 і здійснює транспортування текучого через отвір 15 у кришці усмоктування 3, сформованого перпендикулярно подовжньої осі симетрії агрегату. Наступне транспортування текучого здійснюється робочими колесами другий 16 і відповідно іншими ступенями в напрямку зверху вниз, тобто від усмоктувального тракту до нагнітального, для чого всі колеса розташовані у виточеннях напрямних апаратів 17 і т.д. забірними горловинами нагору. У свою чергу напрямні апарати кожної із ступенів установлені в розточеннях корпусів 18-21 і стягнуті анкерними шпильками 22 (Фіг.1) за допомогою гайок 23 (Фіг.1) з мілкомодульним різьбленням. Застосування мілкомодульного різьблення гайок 23 обумовлено вимогами до багатосекційних насосних агрегатів по перекосах, депланатії перерізів, секцій, просторових зламів утворюючих корпусів таких машин після зборки.

Таке розташування робочих коліс 13,16 і т.д. викликає виникнення осьової сили, що спрямована вертикально нагору, від кришки нагнітання 9 до кришки усмоктування 3. Із теорії гідравлічних машин відомо, що виникнення осьової сили у відцентрово-лопатевої машинах обумовлено різновеликістю площ корінного й покривного дисків робочих коліс. Дія цієї сили проявляється в динаміці, тобто у функціонуючій машині. Для сприйняття статичних навантажень від ваги ротора агрегату й нестаціонарних навантажень до виходу агрегату в робочий режим, на нижньому, різьбовому кінці вала

насоса встановлена сферична п'ята 24 опорного підшипника. Зовнішній торець сферичної п'яти виготовлений такого діаметра, щоб виникаючий на його поверхні тиск компенсував різницю осьової сили, що виникає від спільної дії ваги ротора гідродинамічних осьових сил працюючого агрегату.

Таким чином, сферична п'ята 24 виконує також функцію розвантажувального поршня. Нижній сферичний сегмент 25, виконаний у вигляді ввігнутої лінзи, служить для сприйняття осьової сили від ваги ротора, одночасно виконує роль під'ятника й виготовляється з антифрикційного матеріалу з високими контактними й антизносними властивостями.

Плоский нижній торець нижнього сферичного сегменту 25 під'ятника спирається на набір тарільчаних пружин 26, які служать компенсаторами для навантажень пульсацій, нестаціонарних навантажень, що виникають при пуску і зупинці агрегату.

Кількість пар тарільчаних пружин безпосередньо пов'язана з розміром монтажних зазорів по секціях і регулюється набором кілець прокладок 27, які встановлюються уздовж подовжньої осі агрегату нижнього сферичного сегменту 25 під'ятника служать гвинтові фіксатори. Порожнина проточної частини машини, є зоною підвищеного тиску, унаслідок чого ізольована від зовнішнього середовища кінцевим ущільненням манжетного або комірною виконання.

Таким чином, робочі колеса заглибного насоса розташовані так, щоб виникаюча осьова сила могла бути частково скомпенсована вагою ротора агрегату в момент запуску й при нестаціонарному режимі роботи. Повна сумарна осьова сила після виходу агрегату в робочий режим сприймається розвантажувальним поршнем, що одночасно є й торцевою площиною сферичного опорного підшипника. Сферичний сегмент опорного підшипника має можливість самоустановлюватися та обмежений від переміщень уздовж подовжньої осі насоса пакетом тарільчастих пружин, що одночасно служить регульовальним вузлом для установки монтажних зазорів при запуску агрегату.

Використання винаходу забезпечить підвищення надійності й довговічності заглибних багатосекційних електронасосних агрегатів у процесі експлуатації, забезпечує їхню ремонтпридатність.

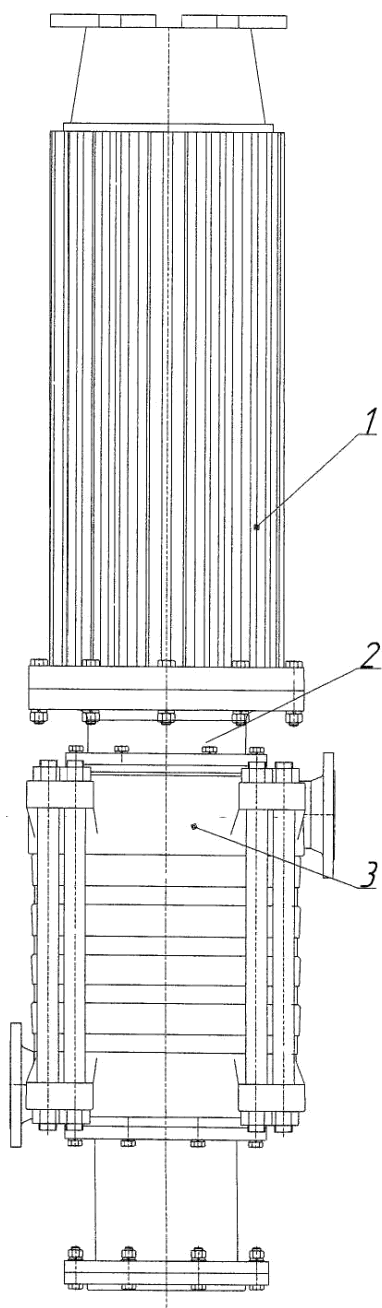


Fig. 1.

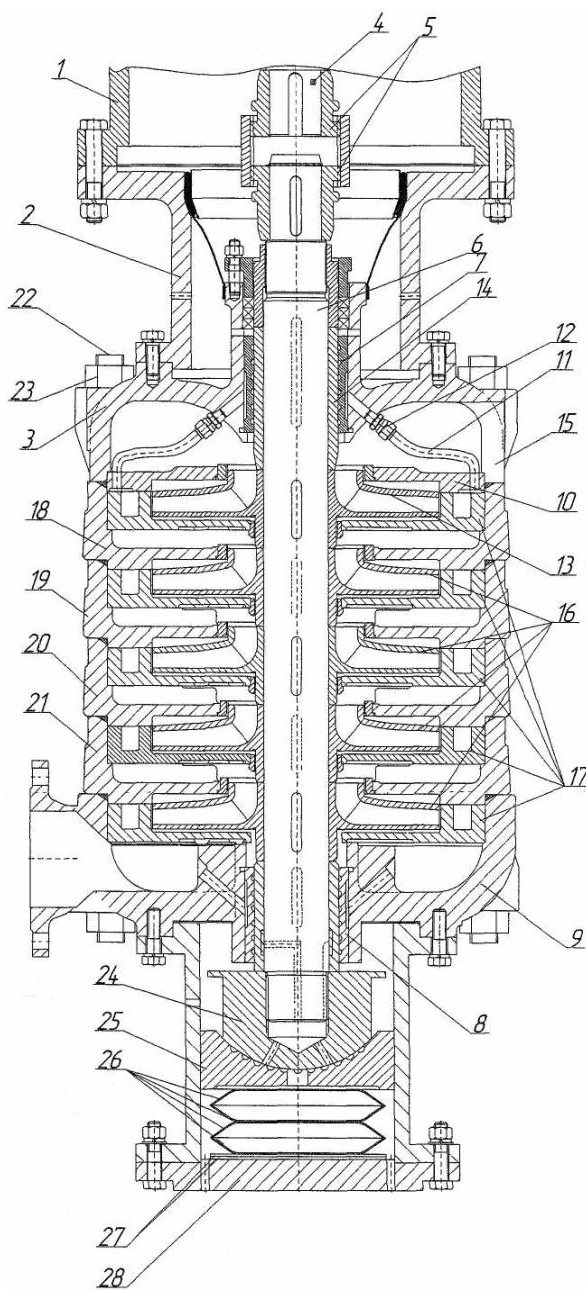


Fig. 2