



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81802 (13) C2
(51) МПК (2006)
E02D 19/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ШАХТНА ВОДОВІДЛИВНА УСТАНОВКА

1

2

(21) а200510207

(22) 31.10.2005

(24) 11.02.2008

(72) ГАЛАНІН ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, UA,
АНТОНОВ ЕДУАРД ІВАНОВИЧ, UA(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "НА-
УКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ГІРНИЧОЇ МЕХА-
НІКИ ІМ. М.М.ФЕДОРОВА", UA

(56) SU 1174534 A, E02D 19/10, 23.08.1985

SU 1726659 A1, E02D 19/10, 15.04.1992

(57) Шахтна водовідливна установка, що включає насоси водовідливу, кожний з яких оснащений всмоктувачем, підкачувальну систему, що складається з струминного апарата і низьконапірного підкачувального насоса, комутаційного колектора, яка відрізняється тим, що струминний апарат виконаний у вигляді додаткового усмоктувального пристрою насосів водовідливу так, що його напірна гідролінія виконана у вигляді комутаційного колектора, підключеного до всмоктувачів насосів водовідливу.

Винахід відноситься до області шахтного і рудничного водовідливу і знайде застосування безпосередньо на шахтних і рудничних водовідливних установках.

Відома шахтна водовідливна установка /1/, що включає водозбірну ємність із прийомним колодязем, насос водовідливу, всмоктувач якого розміщений у прийомному колодязі і постачений струминним бустерним апаратом з насадкою робочого потоку. Остання підключена до трубопроводу, що підводить приплив води з вищерозташованого горизонту шахти. Дана схема забезпечує підвищення усмоктувальної здатності насоса водовідливу. Однак при цьому вона має й істотні недоліки. Схема застосовна у вузькій області, а саме, тільки в тих випадках, коли має місце достатній приплив на проміжному горизонті. Однак навіть при його наявності на останньому через коливання його величини нестабільними і випадковими є, природно, і параметри робочого потоку через насадок (опло), що в загальному випадку принципово виключає можливість оптимізації процесу створення підпору. Крім того мають місце значні додаткові енерговитрати через необхідність повторного підйому води, що

Відома також схема водовідливної установки [2], що включає водозбірну ємність із прийомним колодязем, багатоступінчасті високонапірні насоси водовідливу, всмоктувачі яких розміщені в прийомному колодязі і постачені струминними бустер-

ними апаратами з насадками робочого потоку. У даній схемі відбір робочого середовища в кожен насадок здійснюється від проміжної ступені насоса водовідливу, як правило від другої або третьої. Дана рішення дозволяє ліквідувати кавітаційні режими роботи насосів водовідливу більш економічно, чим [1].

Однак і ця схема має істотні недоліки:

1. Для струминних апаратів характерна визначена, відносно вузька, область досить високої економічності, обмежена діапазоном відносної витрати

$q = \frac{Q_0}{Q_p} = 1 \dots 4$, де Q_0 - витрата всмоктуємої,

пасивної рідини, Q_p - витрата робочого потоку. Стосовно до схеми [2] це означає, що витрата Q_p повинна складати більш 20% від сумарної подачі ($Q_0 + Q_p$) групи робочих ступіней насоса водовідливу, розташованих до місця відбору Q_p . При найбільш природній вихідній вимозі, що полягає в тому щоб друга, після місця відбору, група робочих ступіней, (більша по їхній кількості) працювала на оптимальному режимі ($Q_0 = Q_{\text{опт}}$), перша (до місця відбору) група по режиму роботи (через збільшення подачі на величину Q_p) переміщується до крайньої правої границі робочої частини характеристики насоса або навіть виходить по подачі за її межі з одночасним зниженням напірності насоса в цілому. Більш того, якщо необхідно, щоб режим роботи насоса відповідав вихідній вимозі $Q_0 > Q_{\text{опт}}$,

(13) C2

(11) 81802

(19) UA

подача першої групи ще більш змішується вправо з усе більшим зниженням уККД її і напірності. У той же час досить істотно, що насоси водовідливу, у тому числі і найбільш розповсюджені їхні типи, наприклад, ЦНС 300-120...600, вимагають організації підвищення енергії на вході в насос саме на режимах з витратами $Q_p > Q_{opt}$, оскільки на менших подачах усмоктувальна здатність нових, незношених, насосів цілком прийнятна і не вимагає використання додаткових засобів. З попереднього можна зробити висновок, що рішення [2] приводить до зниженого рівня економічності: з одного боку, унаслідок зниження ККД першої групи ступіней насоса, до місця відбору, а з іншого боку - через неможливість використання самих бустерних апаратів з досить близькими до оптимальних співвідношеннями q . При роботі насосів на режимах $Q_p > Q_{opt}$ рішення [2] практично не застосовне.

2. Схема [2] ускладнена конструктивно, оскільки вимагає істотної зміни конструкції відводу ступіні кожного насоса, від якої здійснюється відбір. Якісне виготовлення такої ступіні можливо тільки в умовах заводу-виробника серійної продукції. Однак з п.1 випливає, що на тому самому типі насоса не завжди необхідне використання бустерного апарата, тому введення такого відводу в серійне виготовлення не виправдано завищує капітальні витрати на виробництво насосів. На практиці саме з цієї причини схему 121 упровадити не вдається.

У підсумку схема [2] характеризується зниженим рівнем економічності і надійності, обмеженою областю використання, складністю виконання установки. У цілому це приводить до істотного зниження ефективності роботи установки.

Відома обрана як прототип схема шахтної водовідливної установки [3], що включає насоси водовідливу, кожний з яких постачений всмоктувачем, підкачувальну систему, що складається зі струминних апаратів (апарата) і низьконапірного підкачуючого насоса, комутаційного колектора.

На відміну від пропонованої схеми у відомій схемі [3] струминні (бустерні) апарати вбудовані безпосередньо у всмоктавачі насосів водовідливу. При цьому підкачуючий насос з боку нагнітання підключений до комутаційного колектора, який у свою чергу, підключений до насадків апаратів (або до насадка одного апарата).

Розглянута схема [3] відрізняється від схеми [2] тим, що в ній робочий потік (що надходить у насадки (сопла) апаратів від підкачувального насоса) спільно з усмоктуваним потоком рідини відкачується на поверхню. Завдяки цьому ККД установки підвищується в порівнянні з [2] (приблизно на 8-10%). Однак і схемі [3] властиві істотні недоліки:

- знижена надійність підкачувальної системи і водовідливної установки в цілому внаслідок того, що підкачувальний насос відповідно до принципу роботи системи, експлуатується в неприпустимо широкому діапазоні подач. Дослідження показують, що навіть при роботі підкачувального насоса тільки на два апарати (на два робочих насоса водовідливу) не вдається забезпечити експлуатацію підкачувального насоса у приоптимальній зоні робочої частини його характеристики. У випадку ж

підключення його на три і більш апарати режими роботи його виходять за межі робочої частини характеристики, іноді досить суттєво, що й обумовлює знижений рівень як його надійності, так і економічності, обумовлює знижену усмоктувальну здатність (внаслідок експлуатації на великих подачах).

- ускладненість схеми підкачувальної системи і установки в цілому, унаслідок великого числа апаратів, рівного кількості насосів на установці. Унаслідок цього підвищуються капітальні витрати на її устаткування.

- знижена маневреність установки, обумовлена неможливістю вимикання апаратів з роботи в періоди експлуатації, коли припустима експлуатація насосів водовідливу без підпору, тобто при виключених апаратах. У результаті мають місце підвищені витрати електроенергії і додаткове зниження економічності установки.

Ціль винаходу - усунення відзначених недоліків, підвищення надійності роботи й економічності установки, спрощення її схеми. Ця мета досягається тим, що у відомій схемі шахтної водовідливної установки, що включає насоси водовідливу, кожний з яких постачений всмоктувачем, підкачувальну систему, що складається з струминного апарата і низьконапірного підкачувального насоса, комутаційного колектора відповідно до винаходу, струминний апарат виконаний у виді додаткового усмоктувального пристрою насосів водовідливу так, що його напірна гідролінія виконана у виді комутаційного колектора, підключеного до всмоктувачів насосів водовідливу.

Сутність передбачуваного винаходу пояснюється кресленням, де на Фіг. представлений один з можливих варіантів схеми водовідливної установки.

Установка включає: водозбірники 1 і прийомні колодязі 2; насоси 3 водовідливу, кожний з яких постачений всмоктувачем 4; підкачувальну систему, що складається зі струминного (бустерного) апарата 5 і низьконапірного підкачувального насоса 6, постаченого всмоктувачем 7, нагнітання якого підключено до насадка апарата 5 за допомогою напірного трубопроводу 8; комутаційний колектор 9.

У даній схемі струминний апарат виконаний у виді додаткового усмоктувального пристрою насосів 3 водовідливу так, що його напірна гідролінія виконана у виді комутаційного колектора 9, підключеного до всмоктувачів 4 ряду насосів 3 водовідливу (у даному випадку - до всмоктувачів 4 двох насосів 3 водовідливу).

Всмоктувачі 4 і 7, а також струминний (бустерний) апарат 5, розміщені в прийомних колодязях 2, сполучених з водозбірниками 1 між собою - переливом 10. Насоси 3 постачені напірним трубопроводом 11. Крім того, колектор 9 містить засувки 12, що дозволяють гідроізолювати будь-який насос 3 (наприклад, на період виходу його з ладу) від апарата 5.

Установка працює таким чином. Після чергового наповнення водозбірників 1 і колодязів 2 припливом води включається низьконапірний підкачувальний насос 6 і потік води по всмоктувачу 7 і

напірному трубопроводу 8 надходить у насадок апарата 5, який при цьому вводиться в роботу. Завдяки цьому всмоктувана апаратом 5 рідина з колодязя 2 надходить у комутаційний колектор 9 і далі - у всмоктувачі насосів 3 (рух потоку показаний стрілками), що забезпечує передпускове заливання насосів 3 водовідливу (засувки 12 відкриті). Після цього включається розрахункове число насосів 3 водовідливу, унаслідок чого, одночасно з введенням робочого потоку (з витратою Q_p через насадок апарата 5), на вхід насосів 3 починає надходити необхідний по подачі Q_0 потік води, всмоктуваний апаратом 5 з колодязя 2. Сумарний потік $Q_{\Sigma} \geq Q_p + Q_0$ насосами 3 видається по напірному трубопроводі 11 на поверхню.

Протягом усього процесу видачі води за допомогою струминного бустерного апарата 5 забезпечується підтримка підвищеного рівня енергії на вході в перші ступені насосів 3 водовідливу. У результаті, як і в [3], цілком виключаються кавітаційні режими роботи насосів 3.

Але, на відміну від [3], пропонується схема забезпечує підвищення надійності, економічності і маневреності установки, її спрощення. Досягається це насамперед за рахунок того, що в даній схемі режим роботи підкачувального насоса 6 залишається незмінним, практично незалежним від числа насосів 3 водовідливу, що включаються в роботу. Завдяки цьому режим роботи насоса 6 може бути обраний у межах приоптимальної зони робочої частини його характеристики. Іншими словами - на режимі оптимальної подачі насоса або поблизу нього. Як добре відомо, саме в цій частині характеристики практично будь-який відцентровий насос має максимальні, або близькі до нього ККД і найбільш високі показники по надійності його роботи. Крім того, на цих режимах насоси 3 характеризуються і прийнятною усмоктувальною здатністю. Зміна сумарної подачі насосів 3 водовідливу забезпечується за рахунок одночасної зміни подачі струминного бустерного насоса 5: при включенні більшого числа насосів 3 у роботу відповідно збільшується величина витрати Q_0 усмоктуваної апаратом 5 рідини, при збереженні умови $Q_p = \text{const}$.

Звідси випливає, що робочі параметри і характеристики апарата 5 повинні вибиратися з обліком насамперед максимального числа одночасно працюючих насосів 3, що при використанні даної схеми складають робочу групу. У більшості практичних випадків кількість насосів 3 у робочій групі, як і в [3], не перевищує двох-трьох. Помітимо при цьому, що якщо робоча група складається з кількості їх перевищуючого два, то скільки-небудь тривала робота установки з одним працюючим насосом 3 не практикується. Тому при виборі параметрів і характеристик апарата 5 доцільно виходити з умови забезпечення максимального його ККД на режимі з подачею Q_0 необхідної при роботі максимального, одночасно працюючого, числа насосів 3. (Виконати таку умову достатньо просто, використовуючи існуючі методи розрахунку і проектування струминних апаратів). Цей же режим є визначальним і у плані забезпечення необхідного підпору на вході в насоси 3, оскільки величина напору апарата 5 при цьому режимі буде найменша (зі змен-

шенням числа одночасно працюючих насосів 3 напір апарата 5 і відповідно підпір на вході в насоси 3 буде збільшуватися).

Таким чином, розглянута схема є як більш надійною, так і більш економічною в порівнянні з [3]. З іншого боку, пропонується схема й істотно спрощується, оскільки в порівнянні з [3] у ній різко зменшується число струминних апаратів, що в підсумку забезпечить зниження капітальних витрат на устаткування установки. Поряд з цим немаловажно, що пропонується схема дає можливість роботи насосів 3 водовідливу як з підпором, так і без здійснення підпору за допомогою струминного апарата 5, що забезпечується: закриттям відповідних засувок 12; вимиканням підкачувального насоса 6. Доцільність же такого відключення виникає, наприклад, у періоди зменшення геометричної висоти усмоктування $H_{г.вс}$, коли водозбірники і колодязі наповнені водою до визначеного рівня (звичайно до верхнього рівня води). При визначеному зниженні рівня води зі збільшенням $H_{г.вс}$ насос 6 включається, засувки 12 відкриваються (приймальні клапани на всмоктувачах 4 автоматично закриваються) і насоси 3 вводяться в режим роботи з підпором.

Зазначені переваги забезпечуються саме за рахунок того, що струминний апарат 5 виконаний у виді окремого пристрою (конструктивно не сполученого зі всмоктувачами насосів 3 водовідливу), а комутаційний колектор 9 виконаний у виді напірної лінії апарата 5, підключеної до всмоктувачів насосів 3 водовідливу. (У прототипі [3] комутаційний колектор виконаний у виді напірної лінії підкачуючого насоса, підключеної до насадків апаратів). Крім того, важливо, що при визначених значеннях величини $n = d_r/d_c$ (де d_r , d_c - діаметри камери змішання і насадка апарата) струминний апарат може використовуватися в порівняно широкому діапазоні подачі, що дозволяє забезпечувати необхідну подачу і підпір для трьох одночасно працюючих насосів водовідливу.

У практичному плані важливо відзначити наступне. Конструктивне виконання струминного бустерного апарата 5 повинно визначатися відповідно до відомих рекомендацій по проектуванню струминних апаратів. При цьому виготовлення їх і монтаж цілком можуть бути здійснені безпосередньо силами енергомеханічних служб шахт. Насоси 6 вибираються, як правило, із серійної продукції і при цьому вони повинні бути одно- або двохступінчастими. Параметри їх, напір і подача, повинні відповідати розрахунковим параметрам струминних апаратів 5, що у свою чергу розраховуються виходячи з необхідного рівня підвищення усмоктувальної здатності насосів 3. Орієнтовно можна вважати, що в загальному випадку напір насоса 6 повинний відповідати діапазону 40...100м, а подача одного насоса 6 повинна бути приблизно рівною або більше подачі одного основного насоса 3. При такому співвідношенні, як правило, один насос 6 може одночасно забезпечувати необхідне підвищення усмоктувальної здатності трьох-чотирьох високонапірним шахтним насосам 3 типа ЦНС і ЦНСШ. А це, у свою чергу, дозволить вирішити поставлену задачу в цілому для значної бі-

льшості водовідливних установок, оскільки кількість n_p насосів 3 у робочій їхній групі досить рідко перевищує число $n_p=2...4$.

Загальне число насосів 6 при цьому повинно вибиратися виходячи з вимог ПБ. При цьому на кожній установці повинний бути хоча б один резервний насос 6.

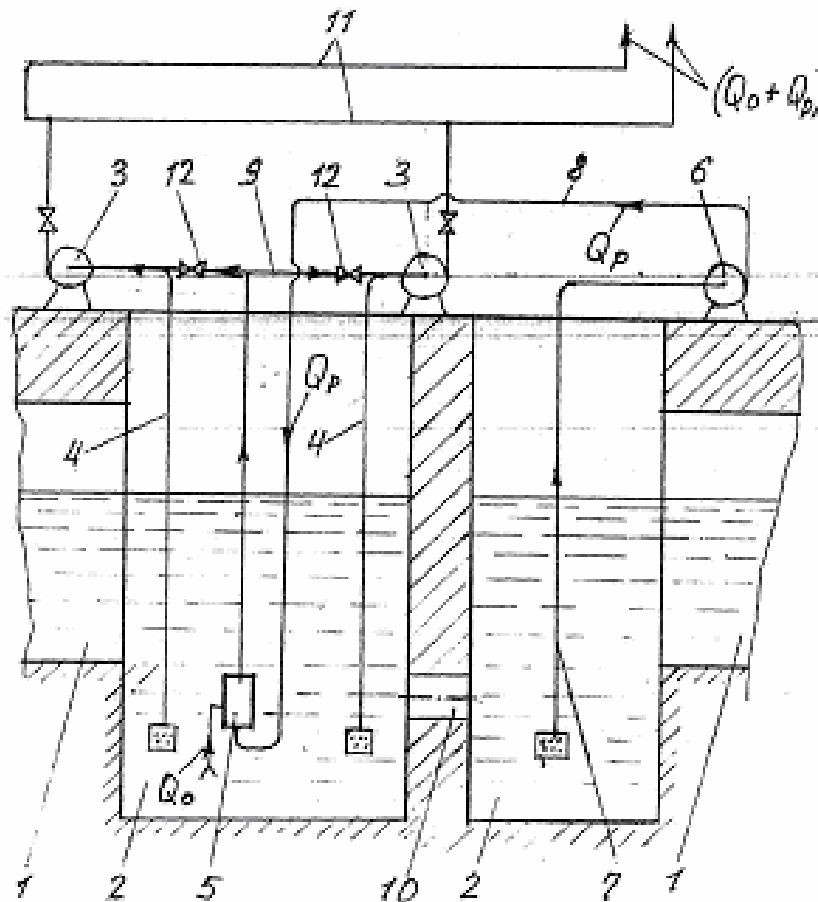
Джерела інформації

1. Попов В.М., Санін Е.Д., Гулемин Н.М. Промышленные испытания рудничных водоотливных

установок при откачке воды с разных горизонтов. // Горный журнал. - 1977. - №6. - С.46-48.

2. Авторське свідоцтво СРСР №534584, кл. F04Д1/06, 1975р.

3. Антонов Э.И., Галанин А.Н. Рациональное использование водоструйных аппаратов в шахтных гидроустановках // Уголь Украины. - 1997. - №11. - С.16-18. (рис.2).



Фиг.