



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81006 (13) C2
(51) МПК (2006)
F04D 15/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА

1

2

(21) а200507540

(22) 28.07.2005

(24) 26.11.2007

(72) МАЛЄЄВ ВІКТОР БОРИСОВИЧ, UA,
ПРИЩЕНКО ВОЛОДИМИР АНАТОЛІЙОВИЧ, UA(73) ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56) US 3844673, F 04 D 3/00, 29.10.1974

SU 1596133, F 04 D15/00, 30.09.1990

SU 1675584, F 04D 15/00, 07.09.1991

SU 1139894, F 04 D 15/00, 15.02.1985

(57) Спосіб регулювання відцентрового насоса, що
включає вимір і регулювання параметрів роботи
насоса, виконаного з поворотними лопатками,
який **відрізняється** тим, що здійснюють
вимірювання фактичного значення подачі іформування сигналу керування кута нахилу
лопаток вхідного направляючого апарата, причому
кут нахилу лопаток визначають за формулою:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_1}{C_{m1} \cdot q} - \operatorname{ctg} \beta_1$$

де U_1 - обводова швидкість потоку на вхідній
кромці робочого колеса, C_{m1} - меридіональна швидкість потоку на вхідній
кромці робочого колеса, q - показник режиму роботи насоса, β_1 - кут нахилу вхідної кромки лопатки робочого
колеса.

Винахід відноситься до способів регулювання і
керування відцентровими насосами, зокрема до
відцентрових насосів шахтного водовідливу, що
працюють з перемінною подачею і високою
вакуумметричною висотою всмоктування.

Відомий спосіб регулювання насосних
агрегатів, що включає вимір газовмісту у
всмоктуючому трубопроводі за допомогою
п'єзоелектричного перетворювача і регулювання
засувки на напірному трубопроводі [Веремьев М.
Н., Гавриленко Б. В. Разработка устройств
регулирования и защиты насосных агрегатов от
кавитации. // Труды международной научно-
технической конференции «Горная
энергомеханика и автоматика» -Д.:ДонНТУ. - 2003.
- Т.2. - С.43-49].

У даному способі зменшення кавітаційного
запасу досягається шляхом примусової зміни
робочого режиму насосної установки, а саме
збільшення опору напірної магістралі.
Результатом такого регулювання є зниження ККД
установки через втрати енергії на дроселювання
потoku рідини в напірному трубопроводі.

Найбільш близьким по технічній сутності і
результату, що досягається, є спосіб керування
відцентровим насосом, що включає вимір
параметра, що характеризує фазовий склад
потoku середовища на вході в насос, і

регулювання напору, що розвивається насосом,
при виконанні останнього з поворотними
лопатками, причому як вимірюваний параметр
використовують об'ємну концентрацію газового
середовища в потоці, а регулювання здійснюється
шляхом зміни вихідного кута лопаток [SU, А.с.
№1139894, кл F04 D15/00, Опубл. 15.02.85.,
Бюл.№6].

Ознаки найбільш близького аналога, що
збігаються з істотними ознаками винаходу, що
заявляється: вимірювання і регулювання
параметрів роботи насоса, виконаного з
поворотними лопатками.

При даному способі зниження кавітаційного
запасу досягається зменшенням робочої подачі
шляхом зміни напірної характеристики насоса при
зміні кута нахилу його лопаток. У даному випадку
зменшення кавітаційного запасу не
забезпечується при зміні режиму роботи насоса в
результаті зміни параметрів напірної мережі.

В основу винаходу поставлена задача
створення оптимальної величини закручування
потoku на вході в робоче колесо відцентрового
насоса для зменшення кавітаційного запасу, що
забезпечить підвищення його всмоктуючої
здатності.

Поставлена задача вирішується за рахунок
того, що спосіб регулювання відцентрового

(13) C2

(11) 81006

(19) UA

насоса, що включає вимір і регулювання параметрів роботи насоса, виконаного з поворотними лопатками, відповідно до винаходу здійснюють шляхом вимірювання фактичного значення подачі і формування сигналу керування, спрямованого на регулювання кута нахилу лопаток вхідного направляючого апарата, причому кут нахилу лопаток визначають за формулою:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_1}{C_{m1} \cdot q} - \operatorname{ctg} \beta_1$$

де U_1 - окружна швидкість потоку на вхідній кромці робочого колеса,

C_{m1} - меридіональна швидкість потоку на вхідній кромці робочого колеса,

q - показник режиму роботи насоса,

β - кут нахилу вхідної кромки лопатки робочого колеса.

На фіг.1 приведена схема регулювання відцентрового насоса; на фіг.2 - схема безударного входу рідини в міжлопаточні канали робочого колеса при номінальному режимі роботи насоса; на фіг.3 - трикутник швидкостей при безударному вході потоку рідини в робоче колесо насоса; на фіг.4 і 5 - трикутники швидкостей при подачах, що відрізняються від номінальної; на фіг.6 і 7 - схеми входу рідини в міжлопаточні канали робочого колеса при подачах, що відрізняються від номінальної; на фіг.8 - експериментальні характеристики зривних режимів насосу К 20-30 при наявності направляючого апарата.

На фіг.1 представлена схема установки, що здійснює спосіб керування відцентровим насосом 1, на всмоктуючому трубопроводі якого встановлений індукційний витратомір 2 типу ІРВ у вибухобезпечному виконанні. Послідовно до витратоміра 2 приєднаний підсилювач 3, програмний пристрій 4 та привід 5 механічного регулятора лопаток направляючого апарата, який має зворотній зв'язок із програмним пристроєм 4.

На фіг.2, 6 і 7 приведені схеми входу рідини в міжлопаточні канали колеса при різних режимах роботи насоса. Лопатки 1 вхідного направляючого апарата встановлені між втулкою робочого колеса 2 та лопатками робочого колеса 3. Стрілками показаний напрямок ліній струму рідини, що рухається від втулки 2 робочого колеса до вхідних крайок його лопаток 3, причому цей напрямок забезпечується за допомогою повороту лопаток 1 вхідного направляючого апарату.

У номінальному режимі роботи насоса лінії струму рідини на вході в міжлопаточні канали робочого колеса являють собою радіальні лінії, що виходять від його втулки 2 до вхідних крайок лопаток робочого колеса 3 (фіг.2). Закручування потоку при цьому відсутнє, що пояснюється напрямком стрілок. Кут повороту лопаток 1 направляючого апарату відповідає лініям струму і дорівнює нулю. На вхідному трикутнику швидкостей (фіг.3) це відповідає перпендикулярності вектора абсолютної швидкості C_1 векторові переносної швидкості U_1 , відносна швидкість W_1 спрямована під кутом установки лопатки β_1 .

При зміні подачі насоса відбувається відповідна зміна меридіональної швидкості C_{m1} і поява окружної складової швидкості C_{u1} , що характеризує удар. Поява окружної складової швидкості C_{u1} приводить до зміни напрямку вектора абсолютної швидкості потоку (фіг.4 і 5). Однак рідина не може миттєво змінити напрямок руху, у результаті чого утворюються вихори на вхідних крайках лопаток 3 робочого колеса і, відповідно, зростають гідравлічні втрати. Потік рідини на вході в робоче колесо насоса в цьому випадку здобуває закручування убік обертання самого колеса, що показано стрілками на фіг.6 і 7.

Для усунення удару рідина повинна входити в міжлопаточні канали робочого колеса вже з окружною складовою абсолютної швидкості C_{u1} . Величина цієї складової визначається з трикутника швидкостей (фіг.4 і 5):

$$C_{u1} = U_1 - W_1 \cos \beta_1 = U_1 - \frac{C_{m1}}{\operatorname{tg} \beta_1} \quad (1)$$

Для закручування потоку на величину C_{u1} , обумовлену виразом (1) необхідно забезпечити кут повороту вектора абсолютної швидкості C_1 на вході в міжлопаточні канали, що визначається наступним вираженням:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_1}{C_{m1} \cdot q} - \operatorname{ctg} \beta_1 \quad (2)$$

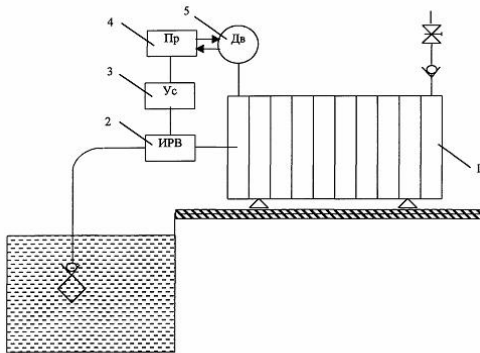
де q - показник режиму роботи насоса, дорівнює відношенню значень фактичної подачі до номінальної.

Спосіб регулювання відцентровим насосом 1 (фіг.1) здійснюється таким чином. Для забезпечення повороту лопаток вхідного направляючого апарату на необхідний кут індукційний датчик 2 видає сигнал про значення показника режиму роботи q , після чого цей сигнал підсилюється в підсилювачі 3. Отриманий після підсилювання сигнал подається до програмного пристрою 4, з якого надходить напруга на привід 5 повороту лопаток направляючого апарата відцентрового насоса 1. Поворот лопаток здійснюється на кут, значення якого визначається залежністю (2). Зворотний зв'язок за значенням кута повороту направляючого апарата реалізується електромагнітним датчиком розташування, розміщеним у приводі 5.

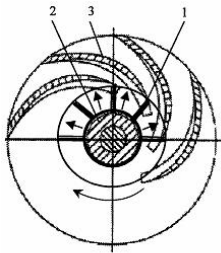
Приклад. З метою перевірки впливу закручування потоку на величину кавітаційного запасу Δh_k на експериментальному стенді було проведено дослідження відцентрового консольного насоса К 20-30 при частоті обертання 2940 хв⁻¹. Режим роботи насоса визначався шляхом вимірювання подачі насоса, після чого розраховувався його кавітаційний запас. Дослідження проводилися для трьох випадків: без направляючого апарата (лінія позначена •) і з направляючим апаратом на вході в робоче колесо у виді ґрат лопаток, загнутих для закручування потоку на кути відповідно ($\varphi_1 = 30^\circ$ і $\varphi_2 = 45^\circ$) (позначення ліній відповідно ■ і ♦). Для кожного випадку були отримані характеристики (фіг.8) зриву роботи внаслідок розвитку кавітації. З характеристик на фіг.8 видно, що значення

мінімального кавітаційного запасу при створенні закручення за допомогою грат направляючого апарата зменшилося з 2,3 до 1,5 м, що підтверджує ефективність запропонованого способу.

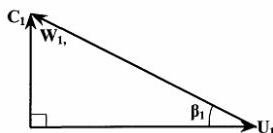
Таким чином, запропонований винахід дозволяє створити оптимальну величину закручування потоку на вході в робоче колесо насоса, що дозволяє підвищити всмоктуючу здатність відцентрових насосів.



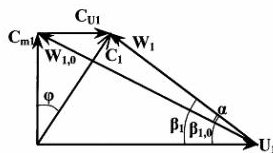
Фиг. 1



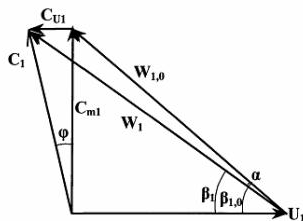
Фиг. 2



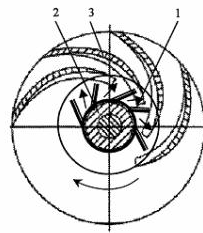
Фиг. 3



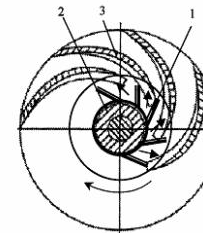
Фиг. 4



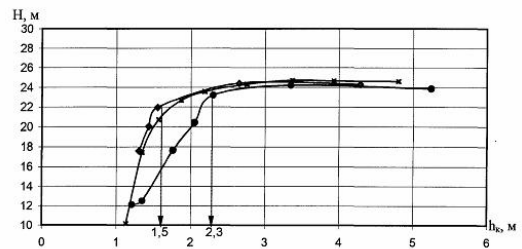
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8