



УКРАЇНА

(19) UA (11) 12072 (13) U
(51) МПК (2006)
F04D 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА

1

2

(21) u200507537

(22) 28.07.2005

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Малєєв Віктор Борисович, Прищенко Володимир Анатолійович

(73) ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(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 і формування 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 - колова 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.

Корисна модель 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 потоку 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 потоку 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 F04D15/00, Опубл. 15.02.85, Бюл. №6].

Ознаки найбільш близького аналога, що збігаються з істотними ознаками корисної моделі, 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 корисної моделі поставлена задача створення оптимальної величини закручування потоку 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 насоса,

(19) UA (11) 12072 (13) U

що включає вимір і регулювання параметрів роботи насоса, виконаного з поворотними лопатками, відповідно до корисної моделі 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_1 - 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 апарата.

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 апарата 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

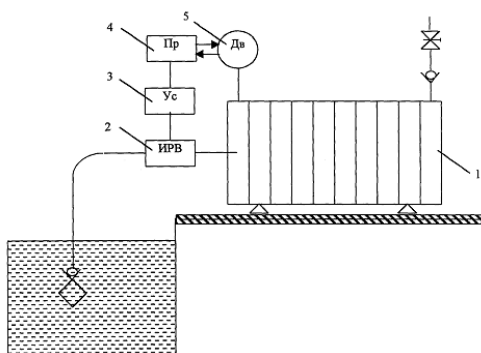
З метою перевірки впливу закручування потоку на величину кавітаційного запасу Δh_k на експериментальному стенді було проведено дослідження відцентрового консольного насосу К 20-30 при частоті обертання 2940 хв^{-1} . Режим роботи насоса визначався шляхом вимірювання подачі насоса, після чого розраховувався його кавітаційний запас. Дослідження проводилися для трьох випадків: без направляючого апарата (лінія позначена \bullet) 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

$\varphi = 45^\circ$ (позначення ліній відповідно \blacksquare і \blacklozenge). 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 закру-

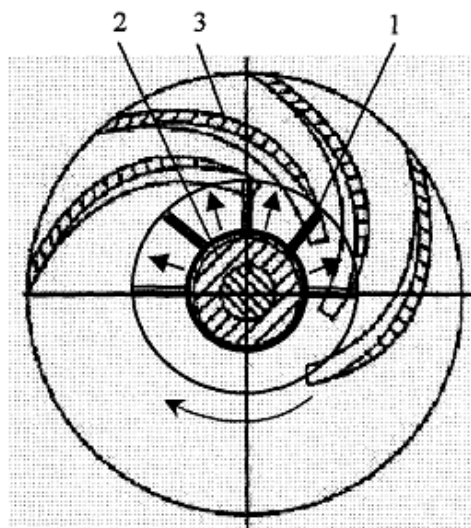
чення за допомогою ґрат направляючого апарата зменшилося з 2,3 до 1,5м, що підтверджує ефективність запропонованого способу.

Таким чином, запропонована корисна модель дозволяє створити оптимальну величину закручу-

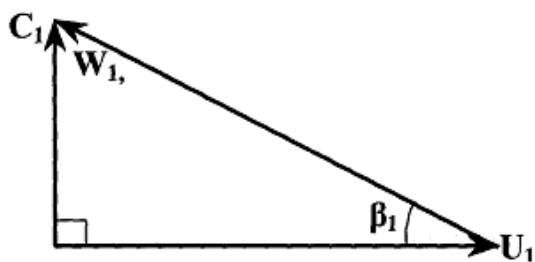
вання потоку на вході в робоче колесо насоса, що дозволяє підвищити всмоктуючу здатність відцентрових насосів.



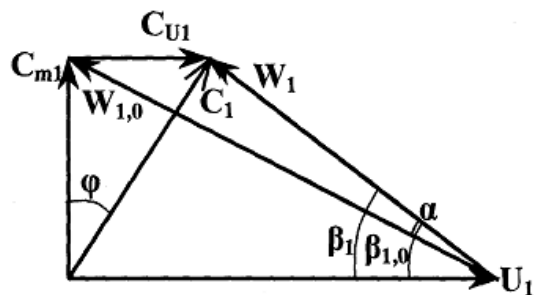
Фиг. 1



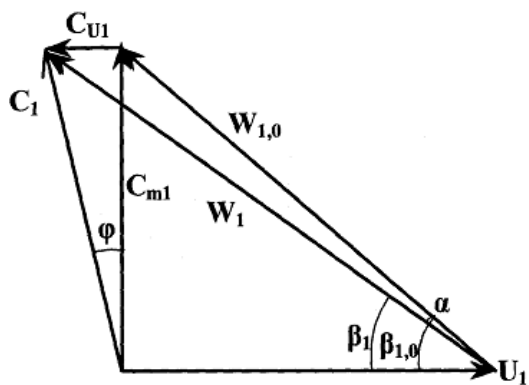
Фиг. 2



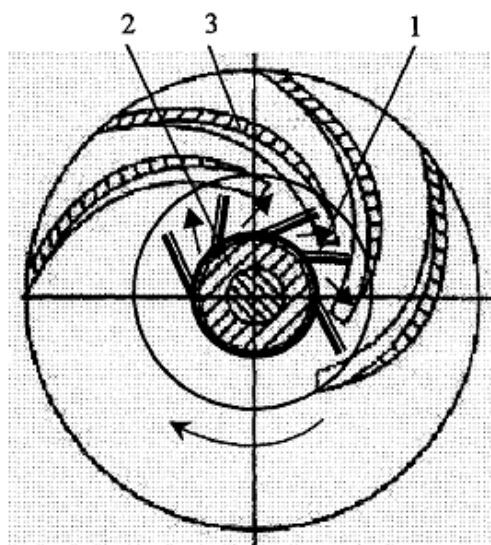
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

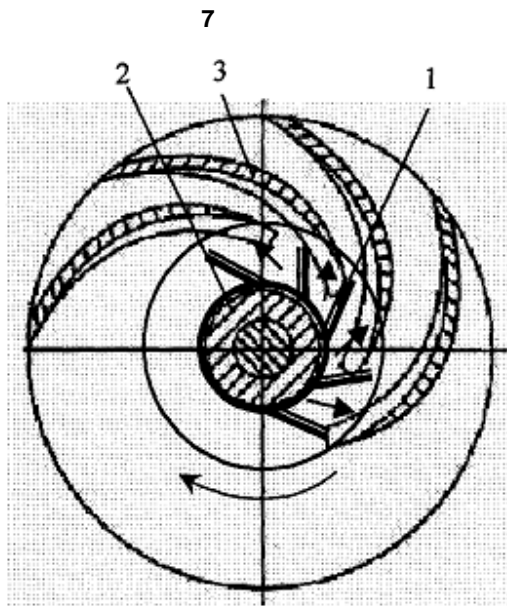


Fig. 7

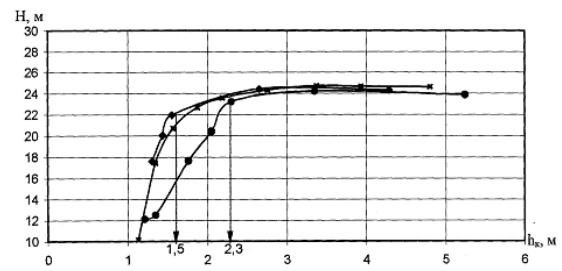


Fig. 8