

ISSN 1994-4691



Всеукраїнський

науково-технічний

журнал

**ПРОМИСЛОВА
ІДРАВЛІКА І
НЕВМАТИКА**

4(30)

2010

ISSN 1994-4691



9 771994 469005

Сумський державний університет
БІБЛІОТЕКА

Редакційна колегія:

Головний редактор:

к.т.н., проф. Серета Л.П. (м. Вінниця)

Перший заступник головного редактора:

д.т.н., проф. Зайончковський Г.Й.,
президент АС ПГП (НАУ, м. Київ)

Заступники головного редактора:

д.т.н., проф. Струтинський В.Б. (м. Київ)

д.т.н., проф. Яхно О.М. (м. Київ)

к.т.н., проф. Іванов М.І. (м. Вінниця)

к.т.н., с.н.с. Бадах В.М. (м. Київ)

Члени редакційної колегії:

д.т.н., проф. Анісімов В.Ф. (м. Вінниця)

д.т.н., проф. Гарькавий А.Д. (м. Вінниця)

д.т.н., проф. Лисогор В.М. (м. Вінниця)

д.т.н., проф. Іскович-Лотоцький Р.Д.

(м. Вінниця)

д.т.н., проф. Бочаров В.П. (м. Київ)

д.т.н., проф. Лур'є З.Я. (м. Харків)

д.т.н., проф. Нахайчук О.В. (м. Вінниця)

д.т.н., Паламарчук І.П. (м. Вінниця)

д.е.н., Калетнік Г.М. (м. Вінниця)

Секретаріат:

Відповідальний секретар:

к.т.н., доц. Переяславський О.М.
(м. Вінниця)

Заступники відповідального секретаря:

д.т.н., проф. Луговський О.Ф. (м. Київ)

к.т.н., доц. Верба І.І. (м. Київ)

Асоційовані члени редакційної колегії від регіонів України:

д.т.н., проф. Кузнєцов Ю.М. (м. Київ)

д.т.н., проф. Павленко І.І.

(м. Миколаїв)

д.т.н., проф. Сахно Ю.О. (м. Чернігів)

д.т.н., проф. Усов А.В. (м. Одеса)

д.т.н., проф. Батлук В.А. (м. Львів)

д.т.н., проф. Михайлов О.М.

(м. Донецьк)

д.т.н., проф. Мельничук П.П.

(м. Житомир)

д.т.н., проф. Ковальов В.Д.

(м. Краматорськ)

д.т.н., проф. Фінкельштейн З.Л.

(м. Алчевськ)

д.т.н., проф. Проволоцький О.Є.

(м. Дніпропетровськ)

к.т.н., проф. Євтушенко А.О. (м. Суми)

д.т.н., проф. Осенін Ю.І. (м. Луганськ)

д.т.н., проф. Сяляревський О.М.

(м. Санкт-Петербург, Росія)

д.т.н., проф. Панченко А.І.

(м. Мелітополь)

к.т.н. Кармугин Б.В. (м. Київ)

д.т.н. Трофімов В.А. (м. Київ)

к.т.н., доц. Жук В.М. (м. Львів)

ПРОМИСЛОВА ГІДРАВЛІКА І ПНЕВМАТИКА

Всеукраїнський науково-технічний журнал

Журнал засновано у березні 2003 р.

Свідоцтво про реєстрацію КВ № 7033, видане
Державним комітетом Інформаційної політики,
телебачення і радіомовлення України 7.03.2003 р.

№4 (30)
'2010

Засновник: Вінницький державний аграрний університет,
Асоціація спеціалістів промислової гідравліки і пневматики

Номер друкується згідно з рішенням Вченої ради ВДАУ (протокол №7 від 26.01.2010 р.)

Журнал рішенням президії ВАК України від 30 червня 2004 р. № 3-05/7 введено в перелік
наукових фахових видань (білетень ВАК України, № 8, 2004 р.)

З М І С Т

Загальні питання промислової гідравліки і пневматики

А.О. Євтушенко, М.І. Сотник, О.В. Алексєнко, Л.В.Галич

Енергозбереження у гідравлічних мережах – подальша розробка методики
енергетичного обстеження систем водопостачання промислових
та комунальних підприємств.....3

О.Г. Гусак, О.А. Демченко, І.П. Каплун
Перспективи використання осьових насосів
для артезіанського водопостачання.....8

М.П. Горошко, Р.Р. Віщєга
Параметри навантаженості та лаводнової стійкості гідроспоруд гірських річок.....12

Прикладна гідромеханіка, гідромашини і гідропневмоагрегати

Є.О. Гасєв, О.М. Бердник

Потік в'язної рідини через труби
некругових перерізів з легкопроникнутою шорсткістю на стінках.....15

П.В. Лукьянов
Влияние твёрдой стенки на турбулентную диффузию компактного вихря.....19

А.В. Малахов, И.В. Ткаченко, В.А. Маслов, О.Е. Гугуєв М.А. Колегаєв, С.А. Карьянский
Гидродинамическое отделение воды от вязкопластичных жидких компонент24

В.А. Ковалєв, Н.Г. Крищук, А.С. Конохов
Векторный преобразователь скорости потока сплошной среды.....28

В.І. Сивецький, Д.Д. Рябінін, О.Л. Сокольський
Вплив механізму течії розлавлів полімерів
на величину гідравлічного радіуса каналів некрутого перерізу.....32

Е.В. Мочалин, В.С. Пупков
Особенности внутренней структуры течения
внутри вращающегося пронцаемого цилиндра.....36

В.А. Батлук, Р.Ю. Сукач, В.Г. Макаруч
Очистка повітря від пилу при роботі
гірничих комбайнів і комплексів.....39

Асоційовані зарубіжні члени редакційної колегії:

д.т.н., проф. Попов Д.М.
(м. Москва, Росія)
д.т.н., проф. Єрмаков С.О.
(м. Москва, Росія)
д.т.н., проф. Іванов Г.М.
(м. Москва, Росія)
д.т.н., проф. Нагорний В.С.
(м. Санкт-Петербург, Росія)
д.т.н., проф. Чегодаєв Д.С.
(м. Самара, Росія)
к.т.н., с.н.с. Малишев Є.А.
(м. Москва, Росія)
к.т.н., доц. Ащеулов О.В.
(м. Санкт-Петербург, Росія)
к.т.н., с.н.с. Колєватов Ю.В.
(м. Новосибірськ, Росія)
д.т.н., проф. Метлюк Н.Ф.
(м. Мінськ, Республіка Білорусь)
к.т.н., проф. Немировський І.А. (Ізраїль)
д.т.н., проф. Врублевський А. (Польща)
д.т.н., проф. Христов Х. (Болгарія)
д.т.н., проф. Неделчева П. (Болгарія)

Адреса редакції:

21008, м. Вінниця
вул. Сонячна, 3,
Вінницький державний аграрний
університет
тел.: (0432) 57-42-27, 43-72-30
e-mail: jornal@vsau.org



ГЛОБУС-ПРЕС

21021, м. Вінниця, 600-річчя, 15
Свідоцтво про внесення до Державного
реєстру ДК № 1077
тел. (+38 0432) 67-58-92

E-mail: globusp@svitonline.com

Технічний редактор О.А. Мельниченко
Комп'ютерна верстка О.В. Ступак
Коректор Є.Н. Гонга

Здано до набору 11.01.2010.
Підписано до друку 21.02.2010.
Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Гарнітура JOURNAL. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 21. Зак. № 09-41.
Наклад 100 прим.

З М І С Т

А.А. Бревнов
Расчет гидравлического сопротивления
гидродинамического неполипоточного фильтра с закруткой потока.....46
А.В. Мовчанюк, О.Ф. Луговський, А.В. Ляшок, Ю.В. Якубовський
Особливості експлуатації ультразвукових розпилювачів у мехатронних системах.....49

Системи приводів. Технологія і обладнання машинобудівного виробництва. Мехатроніка

Ю.Н. Рыкунич, А.Е. Ситников, Я.Б. Федоричко, Е.И. Барилюк, Г.И. Зайончковский
Эксплуатационные изменения функциональных свойств электромагнитных клапанов,
обусловленные циклическим срабатыванием электромагнитного привода.....53
Д.Ю. Федориненко
Теоретичні основи визначення точності шпіндельних вузлів на гідростатичних опорах.....58
П.М. Андренко, М.С. Свиноренко
Вплив конструктивних параметрів гідравлічного гасителя пульсацій тиску
на коефіцієнт гасіння.....63

А.Н. Рыжаков, И.В. Николенко
Исследование переходных процессов в гидроприводах с дискретным регулированием
силовых гидроагрегатов с учетом двухфазности рабочей жидкости.....68

Р.Д. Іскович-Лотоцький, Д.В. Повстенюк, В.П. Міськов, О.І. Бєлий
Установка для отримання порошків металів
з гідравлічною системою охолодження.....76

Л.К. Поліщук, А.О. Мальярчук, Р.П. Ноцюбівський
Синтез системи пуску гідравлічного привода стрічкового конвеєра.....81

Л.П. Серєда, Р.В. Будяк
Основи розробки ресурсозберігального процесу
та комбінованого інструмента для отримання якісних поверхонь.....84

Механізація сільськогосподарського виробництва

І.В. Севостьянов, Р.Д. Іскович-Лотоцький, В.С. Любин
Експериментальні дослідження процесів потокового віброударного фільтрування
вологих дисперсних матеріалів.....89

М.Г. Зінченко, О.А. Тинда
Моделювання гідродинамічних процесів при анаеробному збродженні
відходів тваринництва у біореакторі з іммобілізованою мікрофлорою.....93

О.М. Погорілець, М.С. Волянський
Обґрунтування параметрів планетарно-синусного механізму привода поршня насоса
об'ємного керованого гідропривода активних виконуючих органів
сільськогосподарських машин.....96

О.Г. Гусак, канд. техн. наук,
О.А. Демченко,
І.П. Каплун, канд. техн. наук
Сумський державний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ОСЬОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ АРТЕЗІАНСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

В статті аналізуються перспективи застосування осевих проточних частин низької швидкості в погружених скважинних насосах, використовуваних для артезіанського водопостачання.

The article analyzes the prospects of application of axial flow parts of low type characteristic in the submersible borehole pumps for artesian water supply.

Вступ

Сьогодні проблема постачання питної води надзвичайно гостро постала не тільки у нашій країні, але й в усьому світі. Вчені констатують [1], що в Україні подекуди відхилення якості води від норми сягає 80%. Тенденція до погіршення спостерігається у великих містах та населених пунктах біля р. Дніпро, а також у південно-східних регіонах.

Однією з причин незадовільної якості питної води є значне забруднення поверхневих водойм — основних джерел питного водопостачання — у зв'язку з викидами у них великої кількості неочищених та недостатньо очищених промислових, господарсько-побутових та сільськогосподарських стічних вод, дощових та талих вод з полів, територій сіл та міст [2]. Використання підземних вод з артезіанських свердловин стає все більш перспективним завдяки їх максимальній близькості до споживача, зручності облаштування та експлуатації водозаборів, чистоти видобутої води і економічності у порівнянні з відкритими поверхневими водозаборами.

За деякими оцінками у загальному об'ємі водопостачання в Україні вода із свердловин займає зараз близько 32% [3], у майбутньому, ця частка, очевидно, буде тільки збільшуватися.

Постановка проблеми

Для видобутку артезіанської води з підземних джерел на теперішній час широко використовуються заглибні свердловинні насосні агрегати типу ЕЦВ (Е — електроприводні, Ц — відцентрові (російською — «центробежные»), В — для води). Крім систем водопостачання, заглибні агрегати застосовуються для зниження рівня ґрунтових вод під час будівельних робіт, а також у системах вертикального дренажу. Насоси, що входять до їх складу (рис. 1), як правило, багатоступеневі, з робочими колесами відцентрового чи діагонального типу [3]. Насосні агрегати типу ЕЦВ для різних умовних габаритів свердловин можуть працювати з подачею у діапазоні від 0,63 до 1000 м³/год та напором від 12 до 680 м. Перекачуване середовище — вода з загальною мінералізацією (сухий залишок) не більше 1500 мг/л, з водневим показником від 6,5 до 9,5, з температурою 25 °С і масовою долею твердих механічних домішок не більше 350 мг/л.

Експлуатація даних насосів супроводжується низкою проблем.

Першу групу складають проблеми, пов'язані з помилками при монтажі та експлуатації насосного обладнання. Досить часто при монтажі електронасосів знімають з них зворотні клапани. Це призводить до гідравлічних ударів під час вимкнення насосів, особливо при наявності горизонтальних ділянок [4]. Також серйозними помилками є самостійне переобладнання насоса під нестандартне монтажне з'єднання, що нерідко призводить до поломки вала насоса чи хвостовика ротора. Внаслідок недостатнього охолодження двигуна під час експлуатації (через монтаж електронасоса у свердловині більшого діаметра, пониження напруги в електромережі, зміну динамічного рівня води у свердловині, тощо) часто відбувається оплавлення обмоток статора.

Також типовим явищем є використання на водозаборах насосів, які не відповідають параметрам (подачі та напору), потрібним для забезпечення роботи насосної системи, що призводить до збільшення енергозатрат. Це може бути викликаним як неправильним вибором насоса, так і зміною параметрів мережі з часом. Установка насоса зі значним «запасом» призводить до передчасного виходу його з ладу, перевантаженню двигуна, роботи у нестійких режимах тощо [4].

Другу групу складають проблеми, пов'язані власне з конструкцією насосного обладнання. Переважну більшість конструкцій насосів типу ЕЦВ було розроблено у другій половині минулого століття, і якість конструктивних рішень, які використовувались при проектуванні, а також закладені в конструкцію матеріали не задовольняють потребам сучасних споживачів і, незважаючи на чисельні модернізації, не завжди відповідають сучасному науково-технічному рівню.

Третю групу складають проблеми, пов'язані з властивостями перекачуваного середовища. Наявність у воді кислот, сірководню, заліза та ін. призводить до швидкої корозії деталей насоса, утворення свищей і виходу його з ладу. Аналогічні явища виникають при перекачуванні води, насиченої газами: так звана робота у режимі «сухого ходу», коли насос перекачує не тільки ту воду, що поступає знизу, але й збагачену киснем з верхніх шарів сверд-

ловини. Крім того, у даному режимі насос разом з водою захоплює повітря і нагрівається, тобто додатково створюються сприятливі умови для корозії [4]. Руїнування деталей насосів відбувається також через так звану біокорозію.

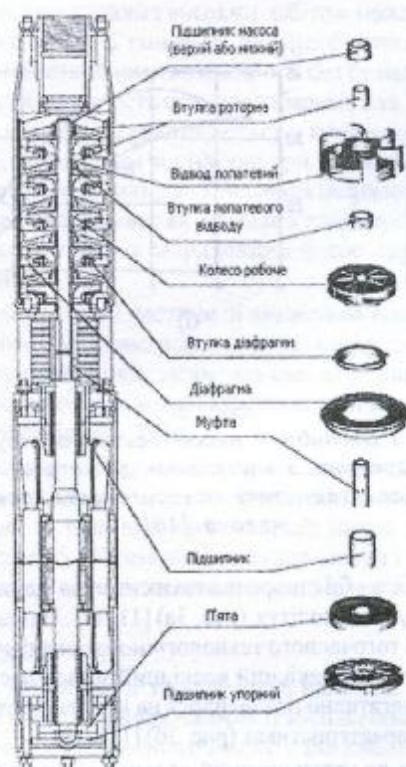


Рис. 1. Один з видів конструкції насосу ЕЦВ.

Наявність твердих включень у перекачуваному середовищі призводить до підвищеного зносу конструктивних елементів проточної частини, різкого зменшення ресурсу та поступового падіння параметрів насоса. Перекачувана вода змачує підшипники ковзання насоса (пара тертя — гума-сталь), тому будь-який абразивний матеріал у ній призводить до їх швидкого виходу із ладу, що у свою чергу призводить до руїнування всього агрегата.

Усе вищевказане у сукупності призводить до коротких строків експлуатації до ремонту (9–12 місяців), підвищеного зносу деталей насоса, що призводить до суттєвих перевитрат електроенергії та до низької ремонтпридатності насосу.

Тому на сьогоднішній день в Україні існує значна потреба у заглибних свердловинних насосах із збільшеним строком експлуатації до капітального ремонту, покращеними енергетичними та напірними характеристиками, із зниженими струмовими навантаженнями на обмотки двигунів і т.д. Крім того, типорозмірний ряд насосів, які виробляються сьогодні у відповідності до ГОСТ 10428-89, орієнтований передусім на використання низькодебетних свердловин. За базову витратність вітчизняних 6-ти дюймових насосів прийнято витрату $10 \text{ м}^3/\text{год}$, у той час як за кордоном це значення сягає $25 \text{ м}^3/\text{год}$, у 8-ми дюймових — відповідно 25 і 65, 10-ти дюймових — 63 і 120, 12-ти дюймових 160 і 250 [5]. Вказана тенденція до використання висо-

ковитратних машин за кордоном зумовлена тим, що при їх використанні можливо суттєво зменшити експлуатаційні витрати, так як для свердловин з такими насосами поточні затрати та витрати на експлуатацію трубних мереж знижуються на 10–12%.

Основна частина

При виборі насосного обладнання користувачі, розглядаючи пропозиції-аналоги, найчастіше віддають перевагу варіантам з найменшою початковою ціною, не звертаючи уваги на вартість експлуатації. У той же час вибір найкращого варіанту на думку авторів [6] повинен виконуватися з позиції мінімізації загальної величини затрат за період служби обладнання. В умовах жорсткої конкуренції боротьба за мінімізацію витрат, враховуючи затрати на придбання та експлуатацію обладнання, стала особливо гострою, і насосне обладнання неможливо розглядати як таке, що може бути відремонтованим та заміненим на більш сучасне без особливої уваги на витрати. Тому особливо актуальним є аналіз витрат протягом життєвого циклу або LCC (Life Cycle Cost), який показує, що початкова вартість придбання є лише малою частиною вартості «життєвого циклу» насосів [7]. Аналіз вартості життєвого циклу призначений для мінімізації величини загальних витрат, максимізації енергоефективності насосних систем та знаходження найбільш ефективних рішень. Компонентами аналізу вартості життєвого циклу звичайно є: початкова вартість, вартість монтажу, затрати на електроенергію, експлуатаційні витрати, вартість ремонту, вартість простою, екологічні витрати, вартість утилізації — тобто сума усіх статей затрат:

$$LCC = C_{п.в} + C_{м} + C_{сел} + C_{секспл} + C_{рем} + C_{спр} + C_{секол} + C_{сут}$$

Вартість життєвого циклу насосу

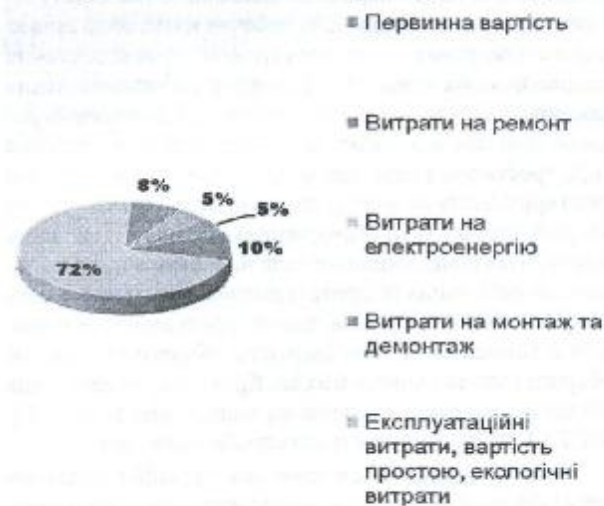


Рис. 2. Вартість життєвого циклу насосу.

У багатьох випадках витрати на обслуговування, запасні частини, незаплановані простої, втрату продуктивності, зміну ущільнень будуть складати суттєву частину в LCC, та перевищувати витрати на початкову вартість та поточні експлуатаційні затрати [7]. Проведені розрахунки LCC показують, що на даний момент вітчизняні насоси

мають меншу вартість життєвого циклу в порівнянні з закордонними аналогами. Але це пов'язано, перш за все, з відносно низькою вартістю електроенергії. При зростанні тарифів на електроенергію та їх наближенню до європейського рівня, вибір на користь дешевшого вітчизняного обладнання буде все менш очевидним. Зважаючи на це, більшість виробників насосного обладнання схилиються до думки про необхідність прийняття активних дій, спрямованих на модернізацію насосного обладнання, що випускається [8].

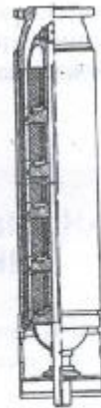
Основні напрямки для модернізації насосів витікають з аналізу ЛСС. Деякі з них є достатньо очевидними — підвищення ККД, збільшення строку служби, підвищення показників надійності та ремонтпридатності. Порівняльний аналіз ЛСС насосів вітчизняного виробництва з закордонними аналогами став причиною для проведення низкою виробників [5, 9] програм модернізації насосів ЕЦВ, основною метою якої є підвищення надійності та енергетичної ефективності свердловинних насосів і таким чином зменшення вартості їх життєвого циклу.

На даний час для вирішення проблем експлуатації насосів типу ЕЦВ виробники використовують в основному два шляхи — модернізацію приводного електродвигуна та модернізацію насосної частини.

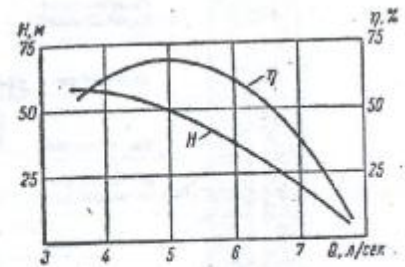
Модернізація приводного двигуна в основному полягає у створенні герметичного заглибного електродвигуна, що виключає контакт внутрішньої порожнини двигуна з перекачуваним середовищем, яке може містити абразивні та агресивні компоненти. Це значно підвищує довговічність двигуна і забезпечує стабільність його роботи протягом усього терміну експлуатації.

Модернізація насосної частини у більшості випадків має два напрями. По-перше, це вдосконалення міжступневих ущільнень та ущільнень робочих коліс, опор вала за рахунок створення нових конструкцій та використання зносостійких матеріалів [5]. По-друге, це удосконалення проточної частини. Заглибний ступінь з відцентровим робочим колесом має низку недоліків: помірне значення ККД, зростаюча крива характеристики потужності, що часто призводить до виходу двигуна з ладу при запуску на відкриту засувку та ін. Використовувані при підвищених коефіцієнтах швидкохідності (для збільшення подачі в обмежених радіальних габаритах) діагональні ступені мають низку додаткових недоліків: значно ускладнюється технологія виготовлення, а тому і вартість, збільшуються осьові габарити і металоемність насоса. Крім того, забезпечення роботи діагональних ступенів на вищих, ніж зазначені у ГОСТ 10428-89, подачах є досить проблематичним.

У той же час аналіз існуючих конструкцій насосів показує [10], що є можливість зміни діагональної проточної частини на осьову низької швидкохідності ($n_2 \approx 300$) зі значенням ККД на рівні або незначно нижче, ніж у традиційних (наземних) осьових насосах.



а)



б)

Рис. 3.

а) Заглибний насос осьового типу для свердловини з внутрішнім діаметром 150 мм;
б) Характеристика осьового свердловинного насоса [10].

Перші спроби створення таких насосів були ще у 70-х роках минулого століття (рис. 3а) [11, 12]. На жаль, недосконалість тогочасного технологічного оснащення не дозволила створити якісний дослідний зразок насоса. Звичайно, це негативно позначилося на його енергетичних та напірних характеристиках (рис. 3б) [11].

Беручи до уваги значний розвиток технологій у ливарному виробництві, який відбувся за останні 40 років, на наш погляд, є доцільним застосування осьових ступенів низької швидкохідності у заглибних свердловинних насосах. Це дозволить суттєво покращити вказані насоси за рахунок наступних переваг:

- осьові проточні частини мають високий гідравлічний ККД (на рівні 87–90%), є всі підстави очікувати збереження даного рівня ККД і при зниженні коефіцієнта швидкохідності до $n_2 = 300$;
- при заданих параметрах вони забезпечують найпростішу та компактну конструкцію, що особливо актуально в обмежених умовах свердловини;
- осьові проточні частини з відкритими каналами технологічніші за відцентрові при серійному ливарному виробництві і дозволяють широко використовувати корозійностійкі матеріали з невисокими ливарними якостями, що, у свою чергу, дозволяє забезпечити стабільність параметрів у процесі експлуатації та значно підвищити ресурс насосу;
- при зносі осьових робочих коліс у процесі експлуатації осьове зусилля (яке є одним з основних руйнуючих факторів для насосів типу ЕЦВ) не зростає, як у відцентрових машинах, а зменшується, що, з однієї сторони, дозволяє значно підвищити ресурс опорного вузла та насоса у цілому, а з іншої — уникнути підвищеного споживання електроенергії.

Та вочевидь вирішальною перевагою використання осьових робочих органів у свердловинних насосах для водопостачання є те, що вони надають можливість різко (у 1,5–2 рази) підвищити подачу насоса у порівнянні з відцентровими ступенями. Відповідно при наявності на водозаборі свердловин з високим дебітом можливо у 1,5–2 рази збільшити об'єми води, що видобувається, з мінімальними капітальними витратами – без будівництва нових свердловин, вартість яких для габаритів 8 та 10 дюймів, що в основному використовуються у комунальному господарстві, починається від 100 тис. грн. Отже, використання осьових ступенів для удосконалення свердловинних насосів надає ряд переваг як відносно конструкції насосу, так і відносно системи свердловина–насос–трубна мережа–споживач.

Осьові проточні частини зі зниженим коефіцієнтом швидкохідності можливо розглядати як основу для створення типорозмірного ряду заглиблених свердловинних багатоступеневих насосів, призначених для заміни існуючих конструкцій насосів типу ЕЦВ.

Основними споживачами таких насосних агрегатів традиційно є підприємства комунального господарства, промислові та інші підприємства, які мають потребу у підйомі великих об'ємів рідини із свердловин з метою водопостачання, водозниження або водовідведення.

Висновки

1. На даний час в Україні існує нагальна потреба у заглиблених свердловинних насосах із збільшеним терміном експлуатації до капітального ремонту, покращеними енергетичними та напірними характеристиками, із збільшеною витратністю, із зниженими струмовими навантаженнями на обмотки двигунів.

2. Існуючі конструкції не можуть забезпечити ці вимоги, а також мають низку недоліків, тому виробники насосного обладнання приймають ряд заходів щодо модернізації насосів типу ЕЦВ в основному за рахунок використання нових зносостійких матеріалів і модернізації проточної частини.

3. Перспективним вбачається створення осьових проточних частин, які мають високий гідравлічний ККД та

можуть забезпечувати високі значення подачі при мінімальних радіальних габаритах, що є особливо важливим в умовах експлуатації свердловин.

4. Також перспективним виглядає створення типорозмірного ряду свердловинних насосів на основі осьової проточної частини низької швидкохідності.

Література

1. www.ecoleague.net.
2. www.bluefilters.ua.
3. Шепеленко, О.О., Свигушенко, А.О., Кашун, І.П. Вдосконалення протічних частин насосів типу ЕЦВ // Промислова гідравліка і пневматика. — 2009. — №3(25). — С.49—54.
4. Жуплов, В. Об эксплуатации погружных скважинных электронасосов // Насосы и оборудование. — 2005. — №2(31)—3(32). — С. 38—39.
5. www.livgidromash.ru
6. www.wilo.by
7. www.rcenter.sp.ru
8. Твердохлеб, И., Костюк, А., Князева, Е., Солодченков, В. Снижение стоимости жизненного цикла скважинных насосов ЭЦВ для воды // Праці 12-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Герметичність, вібронадійність та екологічна безпека насосного та компресорного обладнання» — «ГЕРВІКОН - 2008» — Суми: Вид-во СумДУ, 2008. — С. 379—386.
9. www.bavlenu.ru
10. Ломакин, А.А. Центробежные и осевые насосы / А.А. Ломакин — М.: Машиностроение, 1966. — 364 с.
11. Папир, А.Н. Малогабаритные глубинные насосы // Труды Ленинградского политехнического института им. М.И. Калинина. — 1955. — №177. — С. 42—48.
12. Папир, А.Н. Осевые насосы водометных движителей (основы теории и расчета). — Л.: Судостроение, 1985. — 242 с.

Надійшла 16.06.2010 р.