



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 74949

(13) C2

(51) МПК (2006)
E02D 19/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СИСТЕМА ЗАХИСТУ ЗАГЛИБНИХ ВОДОНАФТОПІДІЙМАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОНАСОСІВ

1

2

(21) 20040503331

(22) 05.05.2004

(24) 15.02.2006

(46) 15.02.2006, Бюл. № 2, 2006 р.

(72) Барбасов Валерій Михайлович, Солдатенко Михайло Володимирович, Карагодін Григорій Васильович, Альохін Віктор Миколайович, Солодовніков Юрій Сергійович

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "УКРАЇНСЬКИЙ МІЖРЕГІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР "ГІДРОТОН ЛТД"

(56) UA 28556, E 02 D 19/20, 2001.

(57) 1. Система захисту заглибних водонафтопідіймальних електронасосів, що містить заглибний електронасос зниження дзеркала води і заглибний електронасос добування нафтопродуктів, кожний з яких підключений до окремого силового комутатора, зв'язаного із блоками датчиків рівня води і датчиків рівня нафтопродуктів, відповідно, а також блоки керування режимами роботи електронасосів, яка **відрізняється** тим, що вона оснащена датчиками струму електронасосів і блоками аналізу стабільності причин їхнього відключення, входи

яких з'єднані з виходами датчиків струму, а виходи - із блоками керування режимами роботи електронасосів, з можливістю тестування їх протягом часу зупинки електронасосів.

2. Система захисту заглибних водонафтопідіймальних електронасосів за п. 1, яка **відрізняється** тим, що блок аналізу стабільності причин відключення кожного з електронасосів містить компаратор перевантаження і компаратор "сухого" ходу, формувач імпульсу затримки, формувач строба "вікно аналізу", логіко-рахунковий аналізатор числа сигналів на відключення і формувач імпульсу короткочасного відключення електронасоса, при цьому входи компараторів перевантаження й "сухого" ходу з'єднані з датчиком струму електронасоса і уставками перевантаження та "сухого" ходу відповідно, виходи зазначених компараторів з'єднані із входами формувачів імпульсу затримки й строба "вікно аналізу", виходи яких через логіко-рахунковий аналізатор з'єднані із входом формувача імпульсу короткочасного відключення електронасоса, вихід якого з'єднаний із блоком керування режимами роботи електронасоса.

Винахід відноситься до систем інженерного екологічного забезпечення та може бути використаний при проведенні екологічних заходів щодо усунення значних техногенних забруднень ґрунтових вод.

Водо-нафтопідіймальні електронасоси працюють при цьому в умовах частих вмикань і вимикань, обумовлених як характером керування технологічним процесом, так і нестабільністю причин, що викликають відключення системи, що помітно знижує надійність їхньої роботи через виникнення значних динамічних навантажень у механічній частині та перенапруг в електричній при перехідних режимах. І, якщо при стабільності причин, що викликають перехід всієї системи захисту в режим "Аварія", таких як перенапруга в мережі, міжвиткові замикання в електродвигунах або їхнє заклинювання, а також виникнення режиму холостого ("сухого") ходу насосів, відключення та наступний

запуск водо-нафтопідіймальних електронасосів з нульового стану провадиться при обов'язковому втручанні оператора, то при випадкових впливах, які можуть викликати відключення системи, наприклад при короткочасному спаданні напруги в мережі, доцільно дати дозвіл на автоматичний запуск електронасосів, не доводячи їх до повної зупинки, що послабить вплив перехідних процесів як у механічній, так і електричній частинах системи.

Відома система захисту заглибних нафтодобувних електронасосів [див. Богданов А.А. Погружные центробежные насосы, М., Гостехиздат, 1957г. с. 126-129], заснована на періодичній роботі електронасоса з відключенням приводного електродвигуна при заданому значенні тиску на вході насоса та наступному його запуску після закінчення встановленої для даної свердловини тривалості технологічної паузи.

(13) C2

(11) 74949

(19) UA

Основним недоліком відомої системи є обмежене регулювання продуктивності електронасоса та складність задання тривалості технологічної паузи, протягом якої відбувається зливання рідини з підймальних труб у свердловину та відновлення припливу пластової рідини, що не забезпечує ефективного регулювання режимів експлуатації свердловини за продуктивністю та надійності роботи електроустаткування. З інших недоліків згаданої системи слід зазначити можливість виникнення значних динамічних навантажень при перехідних режимах, пов'язаних з повторними пусками електронасоса через відключення системи, викликаних випадковими причинами.

Один зі шляхів зниження динамічних навантажень при запуску заглибних електронасосів описаний в [авт. свід. CPCP № 1000602, М. кл. F04D 13/08, опубл. 28.02.83р.], відповідно до якого запуск електронасоса здійснюється посекційно з наступним приєднанням секцій насоса, причому перед розкручуванням вала першої секції вихід насоса з'єднують із входом цієї секції, а приєднання вала кожної наступної секції здійснюють при розкручуванні її вала в турбінному режимі. Реалізується даний спосіб за допомогою системи, постаченої керованими електромагнітними муфтами.

Основним недоліком відомої системи є її складність і відсутність працюючих узгоджено з нею пристроїв захисту від попадання води при вилученні техногенних скупчень нафтопродуктів. До інших недоліків відомої системи ставиться наявність гальванічних зв'язків у колах керування та силових комунікацій, що приводить до виникнення перенапруг у моменти відключення обмоток електронасосів, а також відключення системи, викликане випадковими причинами. При цьому надійність системи знижується через виникнення значних динамічних навантажень при перехідних режимах, пов'язаних з повторними пусками електронасоса через відключення системи, викликаних випадковими причинами.

Найбільш близькою до пропонованого винаходу за числом співпадаючих ознак, технічною суттю та ефектом, що досягається, є система захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів за [пат. України № 28556, М. кл. E02D 19/20, опубл. 16.04.2001р.], яка прийнята у якості прототипу. Відома система захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів містить заглибний електронасос зниження дзеркала води і заглибний електронасос добування нафтопродуктів, кожний з яких підключений до окремого силового комутатора, пов'язаного із блоками датчиків рівня води і датчиків рівня нафтопродуктів, відповідно, а також блоки керування режимами роботи електронасосів.

Відома система захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів не має засобів аналізу стабільності причин відключень електронасосів і недостатньо надійна через виникнення динамічних ударів при пусках електронасосів після їхніх відключень, викликаних випадковими причинами. Поряд із цим відома система захисту не забезпечує виключення перенапруг у моменти відключення обмоток двигунів

насосів і не виключає можливість наявності гальванічних зв'язків у колах керування та силових комунікацій, що знижує надійність функціонування електричної частини системи.

Завданням даного винаходу є створення системи захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів, що має високу ефективність та надійність, за рахунок запобігання значних динамічних навантажень при перехідних режимах, пов'язаних з повторними пусками електронасосів через відключення системи, викликаних випадковими причинами.

Для рішення поставленої задачі у відомій системі захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів, що містить заглибний електронасос зниження дзеркала води і заглибний електронасос добування нафтопродуктів, кожний з яких підключений до окремого силового комутатора, пов'язаного із блоками датчиків рівня води і датчиків рівня нафтопродуктів, відповідно, а також блоки керування режимами роботи електронасосів, відповідно до винаходу, вона оснащена датчиками струму електронасосів і блоками аналізу стабільності причин їхнього відключення, входи яких з'єднані з виходами датчиків струму, а виходи - із блоками керування режимами роботи електронасосів, з можливістю тестування їх протягом часу зупинки електронасосів.

В окремому варіанті виконання системи захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів блок аналізу стабільності причин відключення кожного з електронасосів містить компаратор перевантаження і компаратор "сухого" ходу, формувач імпульсу затримки, формувач стробу "вікно аналізу", логіко-рахунковий аналізатор числа сигналів на відключення і формувач імпульсу короткочасного відключення електронасоса, при цьому входи компараторів перевантаження й "сухого" ходу з'єднані з датчиком струму електронасоса та уставками перевантаження та "сухого" ходу, відповідно, виходи зазначених компараторів з'єднані із входами формувачів імпульсу затримки і стробу "вікно аналізу", виходи яких через логіко-рахунковий аналізатор з'єднані із входом формувача імпульсу короткочасного відключення електронасоса, вихід якого з'єднаний із блоком керування режимами роботи електронасоса.

Підвищення надійності захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів забезпечується за рахунок введення в систему, що заявляється, датчиків струму електронасосів і блоків аналізу стабільності причин відключення електронасосів, які з'єднані із блоками керування режимами роботи електронасоса. При зміні величини струму електронасоса, у результаті його перевантаження або "сухого" ходу виробляється сигнал, що надходить у блок аналізу стабільності причин відключення електронасоса, де формується імпульс короткочасного відключення електронасоса, що направляється у відповідний блок керування режимами роботи електронасоса. У результаті, силовий комутатор короткочасно відключає електронасос. Якщо при повторному включенні електронасоса величина струму буде

мати номінальне значення, електронасос буде продовжувати роботу в штатному режимі. Якщо ж при повторному включенні величина струму залишається аномальною, знову формується імпульс короткочасного відключення електронасоса, що знову направляється в блок керування режимами роботи електронасоса і далі в силовий комутатор, що приводить до повторного короткочасного відключення електронасоса. Після встановленого числа повторних відключень електронасоса, у випадку перевантаження або несправності електронасоса, відбувається повна зупинка електронасоса. У випадку короткочасного перевантаження й відновлення величини струму при повторному включенні електронасоса відбувається його повернення в штатний режим, що дозволяє уникнути виникнення значних динамічних навантажень при перехідних режимах, пов'язаних з повторними пусками електронасоса через відключення системи, викликаних випадковими причинами. Таким чином здійснюються тестові впливи в системі, що заявляється, за час, що не перевищує часу зупинки електронасосів.

Сутність винаходу, що заявляється, пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 показана схема розміщення основних блоків системи захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів у свердловині; на фіг. 2 - структурна схема керування одним з електронасосів системи, що заявляється.

Система захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів (див. фіг. 1) містить заглибний електронасос 1 зниження дзеркала води та заглибний електронасос 2 добування нафтопродуктів, які підключені до силового комутатора 3 та силового комутатора 4 відповідно, які у свою чергу з'єднані із блоками керування 5, 6 режимами роботи електронасосів 1, 2. На корпусі електронасоса 1 змонтований фільтр 7 попереднього очищення, який призначений для запобігання попадання твердих частинок суспензії в воду, що відкачується. На корпусі електронасоса 2 змонтований частково гідрофобний фільтр 8 попереднього очищення, який затримує частинки води від попадання в нафтопродукти, що відкачуються. Вхід блоку 5 з'єднаний з виходом блоку 9 датчиків рівня води (товщини водяного шару), у якому використані герконові датчики 10 та 11, а також безконтактний датчик 12 нижнього рівня води. Вхід блоку керування 6 з'єднаний з виходом блоку 13 датчиків рівня нафтопродуктів (товщини шару нафтопродуктів), у якому використані поплавкові герконові датчики 14, 15, 16.

На фіг. 2 представлена структурна схема керування одним з електронасосів, наприклад, заглибним електронасосом 1 зниження дзеркала води, оскільки для електронасоса 2 структура керування аналогічна. Тут показані склад елементів та їхні з'єднання в блоці 17 аналізу причин стабільності відключень електронасоса 1. Вхід блоку 17 аналізу стабільності причин відключення з'єднаний з виходом датчика струму 18, а вихід блоку 17 з'єднаний із входом блоку керування 5, вихід якого підключений до входу керування силового комутатора 3.

Блок 17 аналізу стабільності причин відключення містить компаратор перевантаження 19, вхід якого з'єднаний з виходом датчика струму 18 та уставкою припустимого перевантаження 20, а також компаратор "сухого" ходу 21, вхід якого також з'єднаний з виходом датчика струму 18 та уставкою припустимого струму "сухого" ходу 22. Виходи компараторів 19 та 21 з'єднані із входами формувача 23 імпульсу затримки і формувача 24 стробу "вікно аналізу". Виходи формувачів 23 і 24 через логічний елемент 25 (І-АБО) та лічильник числа відключень 26, відповідно, з'єднані із входом формувача 27 імпульсу короткочасного відключення електронасоса 1, при цьому вихід формувача 27 з'єднаний із входом блоку керування 5.

Логічний елемент 25 і лічильник числа відключень 26 утворюють логіко-рахунковий аналізатор числа сигналів на відключення електронасоса 1.

Система захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів монтується в свердловині, при цьому розміщення її складових частин здійснюється відповідно до гідротехнічного стану свердловини, оцінюваним допоміжним вимірювальним устаткуванням.

Працює пропонується система захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів таким чином.

При включенні системи в роботу в штатному режимі, в залежності від наповнення свердловини та настроювання режиму її роботи, відбувається включення одного з електронасосів 1, 2, або обох разом. Команди на включення електронасосів 1, 2 подаються від блоків керування 5, 6 через силові комутатори 3 й 4, відповідно.

За допомогою герконових датчиків 10, 11, що входять до складу блоку 9, визначається товщина водяного шару, а також проводиться контроль рівня розділу фаз (нафтопродукти/вода). При досягненні рівнем розділу фаз безконтактного датчика 12 нижнього рівня води електронасос 1 відключається і відкачування води зі свердловини припиняється.

У результаті утворення депресійної вирви відбувається активне залучення в свердловину води разом з нафтопродуктами, тобто зниження дзеркала води сприяє утворенню в свердловині шару нафтопродуктів у кілька разів більшого в порівнянні з природним.

При заповненні свердловини, відповідно до настройки системи, відбувається або повторне включення електронасоса 1, що приводить до повторного циклу відкачування води з свердловини, яка поступає у насос через фільтр 7 попереднього очищення, призначений для запобігання попадання твердих частинок суспензії в воду, яка відкачується, або включення електронасоса 2, що забезпечує відкачування нафтопродуктів, що накопичилися в свердловині. При цьому нафтопродукти, що відкачуються, піддаються попередньому очищенню від частинок води за допомогою частково гідрофобного фільтра 8, змонтованого на корпусі електронасоса 2. Включення електронасоса 2 визначається розташуванням верхньої границі нафтопродуктів і задається за допомогою

поплашкових герконових датчиків 14, 15, 16, які входять до складу блоку 13, що контролює товщину шару нафтопродуктів у свердловині.

При виникненні посилок до відключення електронасосів 1, 2, у зв'язку з порушенням штатного режиму роботи, запропонована система захисту заглибних водо-нафтопідіймальних електронасосів здійснює їхнє тестування таким чином.

Позаштатний сигнал, що виробляється датчиком струму 18, надходить у блок 17 аналізу стабільності причин відключення відповідного електронасоса, основними вузлами якого є два компаратори 19 й 21, що порівнюють напругу, яка пропорційна струму живлення електронасоса із граничними напругами уставок 20, 22, що відповідають його допустимим струмам перевантаження та "сухого ходу", відповідно. Далі сигнали з виходів компараторів 19 і 21 надходять на входи формувача 23 імпульсу затримки і формувача 24 стробу "вікно аналізу". Отримані на виходах формувачів 23 і 24 сигнали через логічний елемент 25 і лічильник числа відключень 26, відповідно, надходять на вхід формувача 27 імпульсу короткочасного відключення електронасоса 1, а потім на вхід блоку керування 5.

При виникненні режиму перевантаження або "сухого" ходу, наприклад, у працюючого електронасоса 1, на виході одного або обох компараторів 19, 21 виникає перепад напруги, яким запускається формувач 23 імпульсу затримки. Він виробляє короткий (порядку 0,1 с) імпульс із затримкою від моменту запуску 4...5 с. Якщо протягом часу затримки струм, що споживається електронасосом 1, залишається нижче або вище допустимого значення, вихідна напруга одного з компараторів 19 або 21 буде дорівнювати значенню логічної одиниці і імпульс формувача 23 пройде через логічний елемент 25 і лічильник числа відключень 26 на вхід формувача 27 імпульсу короткочасного відключення електронасоса 1. Формувач 27 виробляє імпульс тривалістю 4...5 с, завдяки чому на цей час у блоці керування 5 напруга падає до нуля, і електронасос 1 вимикається.

Якщо при повторному включенні через 4...5 с струм електронасоса 1 залишається аномальним,

електронасос 1 знову вимикається на 4...5 с. Цей процес повторюється до 4 разів. Після цього лічильник числа відключень 26 виробляє сигнал "Аварія", яким він блокує свій вхід обнуління й тим самим утримує електронасос 1 у вимкненому стані до втручання оператора.

Щоб система захисту не виробляла сигнал "Аварія" при випадкових кидках струму електронасоса 1, уведений часовий інтервал (вікно) аналізу, менший часу повної зупинки електронасоса 1. Він створюється формувачем 24 стробу "вікно аналізу", що запускається одночасно з формувачем 23. Таким чином, якщо протягом часу вікна аналізу, число аварійних відключень електронасоса 1 буде менше чотирьох, відбувається обнуління лічильника числа відключень 26. Система захисту повертається у вихідний черговий режим.

У цілому запропонована система керування водо-нафтопідіймальними електронасосами дозволяє оптимізувати процес добування нафтопродуктів шляхом більш точної настройки і узгодження режимів роботи електронасосів 1, 2, а також адаптивного контролю за гідротехнічним станом свердловини.

При використанні заявленого винаходу забезпечується найбільш ефективне автоматичне керування заглибними водо-нафтопідіймальними електронасосами з однофазними (220В) електродвигунами потужністю від 0,5 до 15кВт. При цьому передбачене відключення електродвигунів без можливості їх повторного автоматичного включення у випадках стабільного перевантаження (тривалої перенапруги в мережі 220В, заклинювання, міжвиткового і короткого замикання у двигунах електронасосів) або холостого ("сухого") ходу за результатами тестування їх протягом часу зупинки електронасосів.

Водопідіймний електронасос 1 забезпечує підтримку рівня води в свердловині в заданих межах, тим самим значною мірою стабілізує опорний рівень нафтопродуктів. Нафтопідіймний електронасос 2 відкачує нафтопродукти теж у межах заданих рівнів, але на відміну від першого, у ньому передбачена захисна зупинка електронасоса 2, у випадку небезпеки захоплення їм води.

