



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18915 (13) U  
(51) МПК (2006)  
E21B 47/04МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ЕХОЛОТ-РІВНЕМІР ДЛЯ АРТЕЗІАНСЬКИХ СВЕРДЛОВИН

1

(21) u200606775

(22) 19.06.2006

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Наumenко Ігор Якович, Кизима Володимир  
Іванович, Бершадська Вікторія Віталіївна(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-  
ТУТ"

(57) Ехолот-рівнемір для артезіанських свердловин, що містить генератор сигналу зондування, вихід якого з'єднано з входом підсилювача потужності, підсилювач сигналу, другий вхід якого з'єднано з виходом регулятора підсилення, а вихід - зі входом фільтра, який відрізняється тим, що в нього введено автономний акустичний блок, що містить корпус, який являє собою акустичний резонатор, під'єднаний до устя свердловини, оборо-

2

тний акустичний перетворювач, з'єднаний з входом підсилювача сигналу і виходом підсилювача потужності, контролер ехолота, перший вхід якого з'єднано з виходом генератора сигналу зондування, а другий вхід - з виходом фільтра, крім того перший вихід контролера ехолота з'єднано з входом генератора сигналу зондування, а другий, третій та четвертий інформаційні його виходи з'єднано відповідно з входами регулятора підсилення, першого приймача-передавача та оперативного запам'ятовувального пристрою, і крім того, в нього введено автономний комп'ютерний блок, що містить компактний комп'ютер, інформаційний вихід якого через контролер з'єднано з входом другого приймача-передавача, виходи першого і другого приймачів-передавачів автономних акустичного і комп'ютерного блоків з'єднано відповідно з першою і другою радіоантенами.

Корисна модель належить до галузі акустичних вимірювань і може бути використаний для вимірювання рівня рідини в міжтрубному просторі артезіанських та контрольних свердловин.

Відомі пристрої для вимірювання рівня рідини в свердловинах, в основу яких покладено принцип вимірювання статичного тиску стовпа рідини або принцип ехолокації в міжтрубному просторі з визначенням часової затримки між моментами збудження та прийому ехо-сигналу, що відбивається від поверхні рідини [1,2]. Недоліками цих пристроїв є низька надійність, пов'язана з використанням механічних пристроїв, які потрібно опускати в свердловину на відповідну глибину, а також застаріла структура електронної частини, наслідком чого є низька ергономічність, що особливо важливо при їхньому використанні в складних умовах, наприклад, в умовах підземних комунікацій, міських метрополітенів тощо.

Найбільш близьким до того, що пропонується по технічній суті та ефекту, який досягається, є акустичний пристрій для вимірювання рівня рідини в свердловинах, вибраний за прототип, який як і пристрій, що пропонується, містить генератор сигналу зондування, вихід якого з'єднано з входом

підсилювача потужності, підсилювач сигналу, другий вхід якого з'єднано з виходом регулятора підсилення, а вихід - зі входом фільтра [3].

Особливістю відомого пристрою, яка відрізняє його від того, що заявляється, є метод ехолокації з рознесеними у просторі акустичним приймачем і випромінювачем. Це дозволяє зменшити "мертву зону" при вимірюваннях, а також використати сигнал акустичного приймача, що утворюється в момент випромінювання, в якості копії для забезпечення оптимальної обробки прийнятого ехо-сигналу. За умови використання складних сигналів це дозволяє отримати їх стиснення в часі і таким чином забезпечити виявлення і розрізнення ехо-сигналів, відбитих не тільки від рівня, а й від максимальної кількості з'єднувальних муфт, що знаходяться на насосно-компресорних трубах (НКТ). При відомій відстані до з'єднувальних муфт з'являється можливість в процесі вимірювання з необхідною точністю обчислити середню швидкість звуку на максимальній дистанції від гирла свердловини і таким чином досягти максимальної точності вимірювання рівня рідини.

Проте в умовах артезіанських свердловин з врахуванням вимог до ергономічності і компактно-

(13) U  
(11) 18915  
(19) UA

сті сучасних приладів використання ехолотації з рознесеними акустичним приймачем і збуджувачем не є раціональним. Крім того сучасні тенденції побудови ехолотів передбачають обов'язкове використання компактних комп'ютерних засобів з вичерпною базою даних по кожній свердловині та можливістю оперативної передачі результатів вимірювань на диспетчерський пункт по тих чи інших лініях зв'язку. Оскільки комп'ютерні засоби являють собою завершену і самодостатню конструкцію, то свердловинні акустичні рівнеміри доцільно будувати з двох частин - акустичного блоку, що встановлюється безпосередньо на усті свердловини та компактного комп'ютера, з'єднаних між собою відповідною лінією зв'язку. Враховуючи складні умови використання свердловинних рівнемірів, а також ненадійність кабельних з'єднань з компактним комп'ютером наразі найкращим способом передачі даних від акустичного блоку до комп'ютера є радіомодемний зв'язок. Наявність бездротових ліній зв'язку дозволяє оператору ефективно використовувати комп'ютер як автономний пристрій в будь-яких умовах вимірювання. Відсутність саме цих принципів побудови не дозволяє ефективно використати прототип в якості ехолота-рівнеміра для артезіанських свердловин особливо в складних умовах використання, оскільки значно ускладнює саму процедуру вимірювання та введення даних і, крім того, не дозволяє вести бездротову передачу даних від акустичного блоку як на компактний комп'ютер, так і на диспетчерський пункт.

Це є головним недоліком прототипу при використанні його в якості рівнеміра для артезіанських свердловин.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалити акустичний пристрій для вимірювання рівня рідини в свердловинах шляхом побудови його з двох автономних частин - акустичного та комп'ютерного блоків з використанням бездротового, а саме радіомодемного зв'язку між ними, що дозволяє вести дистанційну передачу інформації від акустичного блоку ехолоту до компактного комп'ютера по радіоканалу. Особливістю пропонованого ехолота-рівнеміра є також те, що індикаторний засіб виконано на базі компактного комп'ютера, який під час вимірювань може знаходитись або в руках оператора або поряд з ним, наприклад, в кейсі, приймаючи одночасно вимірювальну інформацію. Така структура дозволяє значно розширити функціональні можливості ехолота-рівнеміра, підвищити вірогідність вимірювань, позбутися ненадійних роз'ємно-кабельних з'єднань, а головне - максимально спростити процес вимірювання та введення даних, особливо в складних умовах. В такому разі оператор, використовуючи спочатку акустичний блок, одержує можливість швидкого введення ехограми свердловини в пам'ять комп'ютера, після чого він може працювати лише безпосередньо з комп'ютерним блоком, як автономним пристроєм, виконуючи необхідні операції, в тому числі і дистанційну передачу даних на диспетчерський пункт.

Поставлена задача вирішується тим, що в ехолоті-рівнемірі для артезіанських свердловин, що містить генератор сигналу зондування, вихід

якого з'єднано з входом підсилювача потужності, підсилювач сигналу, другий вхід якого з'єднано з виходом регулятора підсилення, а вихід - зі входом фільтра, згідно корисної моделі новим є те, що в нього введено корпус, який являє собою акустичний резонатор, що під'єднується до устя свердловини, оборотний акустичний перетворювач, з'єднаний з входом підсилювача сигналу і виходом підсилювача потужності, контролер ехолоту, перший вхід якого з'єднано з виходом генератора сигналу зондування, а другий вхід - з виходом фільтра і, крім того, перший вихід контролера ехолоту з'єднано зі входом генератора сигналу зондування, а другий, третій та четвертий інформаційні його виходи з'єднано відповідно зі входами регулятора підсилення, першого приймача-передавача та оперативного запам'ятовувального пристрою, компактний комп'ютер, інформаційний вихід якого через контролер з'єднано з входом другого приймача-передавача, а виходи першого і другого приймачів-передавачів з'єднано відповідно з першою і другою радіоантенами.

Таке функціональне вирішення ехолота-рівнеміра для артезіанських свердловин за рахунок використання радіомодемного зв'язку між акустичним та комп'ютерним блоками дозволяє суттєво розширити функціональні можливості корисної моделі, підвищити вірогідність вимірювань, позбувшись ненадійних роз'ємно-кабельних з'єднань, а також досягти максимальної автономності компактного комп'ютера в складі ехолота-рівнеміра, що дозволяє максимально спростити процес зондування свердловини, оскільки оператор тепер працює спочатку з автономним акустичним блоком, записуючи ехограми в пам'ять, а потім - лише з компактним комп'ютером, виконуючи всі необхідні операції, в тому числі і передачу даних на диспетчерський пункт. Введення в прилад корпусу, що являє собою одночасно і акустичний резонатор, забезпечує ефективну передачу акустичного сигналу через вузький отвір на усті свердловини у її міжтрубний простір. Це підвищує економічність і точність вимірювань.

На фігурі зображено структурну схему ехолота-рівнеміра для артезіанських свердловин.

Пристрій складається з генератора сигналу зондування 1, вихід якого з'єднано з входом підсилювача потужності 2, підсилювача сигналу 3, другий вхід якого з'єднано з виходом регулятора підсилення 4, а вихід - зі входом фільтра 5. Пристрій містить також корпус 6, який являє собою акустичний резонатор, що під'єднується до устя свердловини, оборотний акустичний перетворювач 7, з'єднаний з входом підсилювача сигналу 3 і виходом підсилювача потужності 2. Крім того пристрій містить контролер ехолоту 8, перший вхід якого з'єднано з виходом генератора сигналу зондування 1, а другий вхід - з виходом фільтра 5, перший вихід контролера ехолоту 8 з'єднано зі входом генератора сигналу зондування 1, а другий, третій та четвертий інформаційні його виходи з'єднано відповідно зі входами регулятора підсилення 4, першого приймача-передавача 9 та оперативного запам'ятовувального пристрою 10. В пристрій входить також компактний комп'ютер 11, інформаційний вихід якого через контролер 12 з'єднано з вхо-

дом другого приймача-передавача 13, а виходи першого 9 і другого 13 приймачів-передавачів з'єднано відповідно з першою 14 і другою 15 радіоантенами.

Конструктивно ехолот-рівнемір для артезіанських свердловин виконано у вигляді двох автономних портативних модулів - акустичного блоку 16 та комп'ютерного блоку 17, перший з яких під'єднується оператором до отвору свердловини, а другий знаходиться або в руках оператора або поряд з ним, наприклад, в кейсі.

Пристрій, що пропонується, працює наступним чином. Оператор, під'єднавши постійно або тимчасово акустичний блок 16 до отвору свердловини, дає команду контролеру ехолота 8 на початок процесу зондування. Після цього на виході генератора сигналу зондування 1 з'являється сигнал зондування, копія якого записується в контролер ехолота 8 і через підсилювач потужності 2 подається на оборотний акустичний перетворювач 7, який через отвір свердловини збуджує у міжтрубному просторі акустичну хвилю. Сигнали відбиття від з'єднувальних муфт 18 та від рівня рідини 19 (ехо-сигнали) приймаються оборотним акустичним перетворювачем 7 і через підсилювач сигналу 3 та фільтр 5 подаються на другий вхід контролера ехолота 8. Крім того, на початку процесу зондування контролером ехолота 8 по першому його інформаційному виходу формується сигнал керування регулятором підсилення 4, який задає часову функцію коефіцієнта підсилення для підсилювача сигналу 3. Таким чином відбувається попередня обробка та введення прийнятих сигналів через третій інформаційний вихід контролера ехолота 8 в запам'ятовувальний пристрій 10. Після закінчення процесу зондування, який триває 1...2с, оцифровані ехо-сигнали та копія сигналу зондування через перший приймач-передавач 9, першу радіоантену 14, радіоканал, другу радіоантену 15, другий приймач-передавач 13 та контролер 12 надходять до компактного комп'ютера 11, де відображаються у графічному вигляді на дисплеї та запам'ятовуються у базі даних. Всі оцифровані сигнали, включаючи копію сигналу зондування, зберігаються в оперативному запам'ятовувальному пристрої 10 на випадок можливого переривання радіозв'язку, наприклад, в разі сильних імпульсних завад. Після поновлення радіозв'язку ехограма або інші дані свердловини, що збереглися у запам'ятовувальному пристрої 10, через перший приймач-передавач 9, першу радіоантену 14, радіоканал, другу радіоантену 15, другий приймач-передавач 13 та контролер 12 надходять до компактного комп'ютера 11. Використовуючи базу даних та спеціальне програмне забезпечення, що знаходиться в компактному комп'ютері 11, оператор виконує оптимальну обробку ехо-сигналів, що надходять на тлі шумових завад, та відповідні обчислювальні операції з визначенням глибини рівня  $h$  аналогічно [3], результати яких зберігаються в пам'яті компактного комп'ютера 11. За необхідності оператор може передавати отримані дані на диспетчерський пункт по стандартним каналам стільникового зв'язку.

Розширення функціональних можливостей ехолота-рівнеміра для артезіанських свердловин

та підвищення вірогідності вимірювань відбувається за рахунок використання радіомодемного зв'язку між акустичним блоком 16 ехолота-рівнеміра та його комп'ютерним блоком 17, який здійснюється введенням в пристрій контролера ехолота 8, запам'ятовувального пристрою 10, першого приймача-передавача 9, першої радіоантени 14, другої радіоантени 15, другого приймача-передавача 13, контролера 12 та компактного комп'ютера 11. Така структура пристрою дозволяє вести візуальний контроль ехограм, позбутися роз'ємно-кабельних з'єднань і успішно використовувати його для вимірювань в артезіанських свердловинах за будь-яких умов. Візуальний контроль здійснюється за рахунок введення в пристрій компактного комп'ютера 11, на екрані якого оператор має можливість спостерігати процес відтворення ехограм. Поєднання в пристрої, що пропонується, зазначених нововведень, що дозволяють одночасно розширити його функціональні можливості і оперативно контролювати процес запису даних, значно підвищує ефективність використання ехолота-рівнеміра, відкриваючи для дослідника низку нових можливостей, а саме, можливість використання вичерпної бази даних, що підвищує вірогідність і точність вимірювань, можливість програмування процесу вимірювання на заданий термін з необхідним періодом, що дозволяє об'єктивно контролювати продуктивність водоносного пласту в часі, а також стан свердловинних фільтрів.

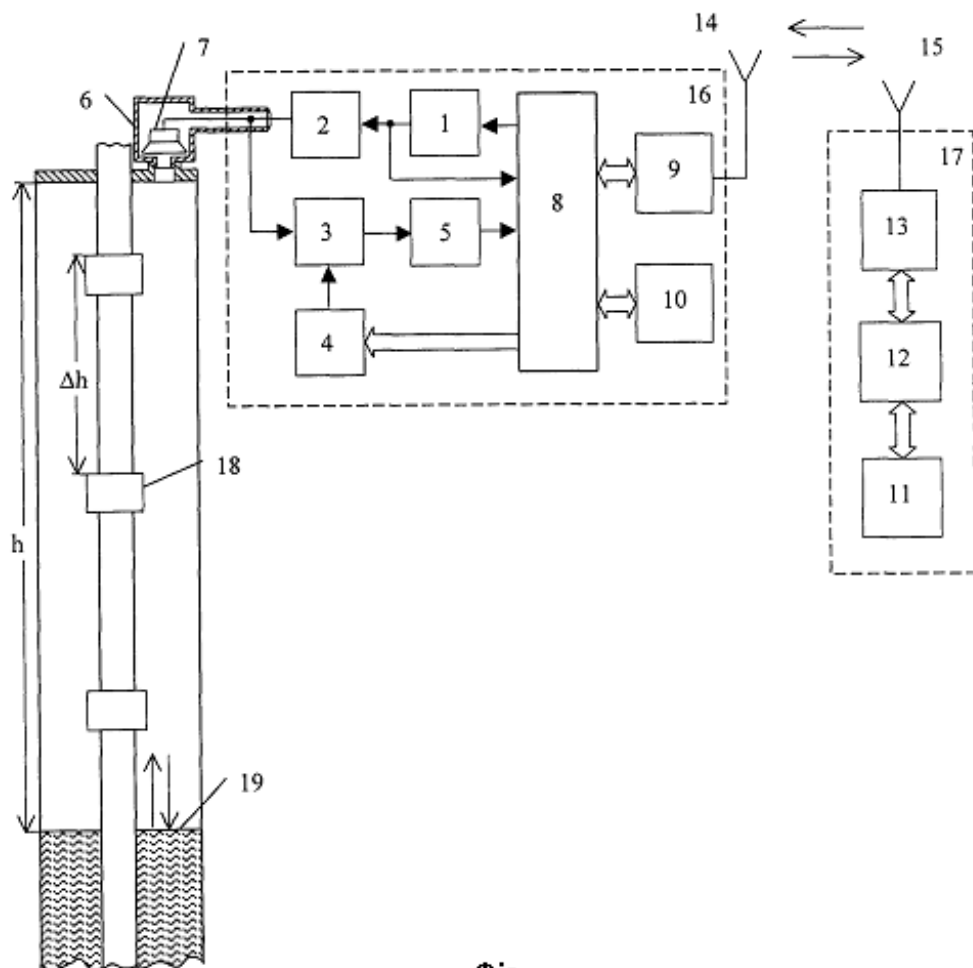
Використання елементної бази передових фірм з мікроспоживанням дозволяє створити портативний ехолот-рівнемір, який можна застосовувати для вимірювання рівня рідини в артезіанських і контрольних свердловинах глибиною від одиниць до кількох метрів. В якості контролера ехолота 8 та контролера 12 використовується елементна база фірми Texas Instruments, а саме, мікроконтролер MSP430. В якості першого 9 і другого 13 приймачів-передавачів використовується приймач-передавач RFB433 норвезької фірми Bluechip Communication, в якості компактного комп'ютера 11 - кишеньковий комп'ютер iPAQ фірми Compaq. Крім того функції компактного комп'ютера 11, включаючи оперативну передачу даних вимірювання на диспетчерський пункт, успішно може виконувати сучасний мобільний телефон, оснащений технологією Bluetooth.

Таким чином використання запропонованої структури та технології безпроводного зв'язку дозволяє створити ехолот-рівнемір нового покоління, що характеризується відсутністю вад, притаманних ехолотам з кабельно-роз'ємним з'єднанням, а саме додаткових електромагнітних завад, можливих порушень електричних контактів та механічних пошкоджень, незручностей у експлуатації у складних умовах, а також перевагами візуального контролю отримуваних вимірів, автономністю, вичерпністю використовуваної бази даних, гнучкістю програмного забезпечення і, як наслідок, розширеними функціональними можливостями та підвищеною вірогідністю вимірів. Головні ланки приладу було успішно випробувано в роботі на артезіанських і контрольних свердловинах м. Києва, зокрема на ВАР "Оболонь" і в Київському метрополітені.

Джерела інформації:  
1. А.с. СССР №1289539, МКНГОІФ 23/16,  
1990, БИ №14.

2. Патент России №2030577, МКИ Е21В 47/04,  
1995, БИ №7.

3. Патент України №68307 А, МКВ Е21В 47/04,  
2004, Бюл. №7.



Фіг.