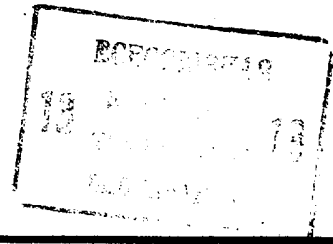




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3797110/24-25
 (22) 24.07.84
 (46) 23.04.86. Бюл. № 15
 (71) Специальное конструкторско-технологическое бюро промышленной геофизики
 (72) А.Г. Барминский, А.Ф. Мясоедов и Ю.К. Ионе
 (53) 550.83(088.8)
 (56) Патент США № 3330374, кл. 181-85, опублик. 1967.
 Патент США № 3302166, кл. 340-18, опублик. 1967.
 Авторское свидетельство СССР № 765772, кл. G 01 V 1/40, 1978.

- (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА СКВАЖИН
 (57) Изобретение относится к геофизическим исследованиям нефтяных и газовых скважин акустическими методами. Для повышения точности измерения интервального времени распространения упругой волны по горным породам, расширения функциональных возможностей и упрощения устройства в наземную панель устройства для акустического каротажа скважины введены одноразрядный сумматор, схема управления, регистр изменения диаметра скважины (регистр ΔD), цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) и пять

сдвиговых регистров: регистр времени (регистр T_1), регистр измеренного интервального времени (регистр ΔT_u), регистр операций, первый и второй регистры памяти, при этом регистр ΔT_u соединен параллельными входами с выходами реверсивного счетчика ΔT , выходом - с первым входом сумматора, регистр операций параллельными входами - с входами регистра T_1 и выходами счетчика времени, последовательным выходом - с вторым входом сумматора и входом второго регистра памяти, параллельными выходами - с входами регистра ΔT и регистра ΔD , последовательным входом - с выходом сумматора. Первый регистр памяти соединен входом с выходом регистра T_1 и третьим входом сумматора, выходом - с четвертым входом сумматора. Второй регистр памяти соединен выходом с пятым входом сумматора и последовательным входом регистра T_1 , ЦАП - входами с выходами регистра ΔD и выходом - с четвертым входом регистратора. Схема управления соединена отдельно входами с датчиком импульсов глубины, синхронизатором и пороговым устройством, выходами - с управляющими входами сумматора, регистра ΔT , регистра ΔD и пяти сдвиговых регистров. 3 ил.

Изобретение относится к геофизическим исследованиям нефтяных и газовых скважин акустическими методами.

Цель изобретения - повышение точности измерения интервального времени распространения упругой волны по горным породам, расширение функциональных возможностей и упрощение конструкции устройства.

На фиг. 1 схематически показано расположение зонда в скважине; на фиг. 2 - функциональная схема устройства; на фиг. 3 - временная диаграмма формирования основных управляющих импульсов в наземной панели.

На фиг. 1а показан зонд, находящийся на 2 м ниже положения β ; на фиг. 1б - зонд, находящийся на 1,5 м ниже положения β ; на фиг. 1в - положение зонда в определенный момент времени.

A, B, C, D - пути прохождения упругой волны от излучателя до стенки скважины и от стенки скважины к приемнику соответственно в положениях зонда α , δ и β ; t_1, t_2, t'_1, t'_2 - времена прохождения упругой волны по породе. Компенсированное интервальное время вычисляют следующим образом.

В положении δ прибора вычисляют $\Delta T'$

$$\Delta T' = T'_2 - T_1 \quad \text{з. } 0,5 \text{ м}, \quad (1)$$

где $T'_2 = C + t'_2 + A$ - время прохождения упругой волны от излучателя до дальнего приемника Π_2 ;

$T_1 \text{ з. } 0,5 \text{ м} = B + t'_1 + A$ - время прохождения упругой волны от излучателя до ближнего приемника Π_1 , измеренное в положении α и задержанное на 0,5 м.

Подставим значения T'_2 и T_1 з. 0,5 м в выражение (1) и получим

$$\Delta T' = t'_2 - t'_1 + C - B \quad (2)$$

Вычисленное $\Delta T'$ задерживают на 1,5 м по отношению к положению β зонда и измеряют интервальное время

$$\Delta T_u = T_2 - T_1 = t_2 - t_1 + B - C, \quad (3)$$

вычисляют компенсированное интервальное время

$$\Delta T = \frac{\Delta T_u + \Delta T'}{2} \quad \text{з. } 1,5 \text{ м} = \frac{(t_2 - t_1) + (t'_2 - t'_1)}{2}, \quad (4)$$

Учитывая, что из фиг. 1 следует

$$t_2 - t_1 = t'_2 - t'_1 = \Delta t, \quad (5)$$

получим

$$\Delta T = \Delta t, \quad (6)$$

где Δt - время прохождения упругой волны по породе на длине пути, равном измерительной базе зонда, в данном случае расстояние между приемниками Π_1 и Π_2 , равное 0,5 м.

Таким образом, вычисленное интервальное время не зависит от изменения диаметра скважины и определяется только свойствами горной породы.

Функцию изменения диаметра скважины определяют по формуле

$$\Delta D = \Delta T_u - \Delta T' \quad \text{з. } 1,5 \text{ м} \quad (7)$$

Подставив значения ΔT_u и $\Delta T'$ з. 1,5 м в формулу (7) и, учитывая зависимость (5), получим $\Delta D = 2(B - C)$.

Из фиг. 1б - $C = \Delta r$, следовательно

$$\Delta D = 2\Delta r, \quad (8)$$

где Δr - время прохождения упругой волны по пути, равном изменению радиуса скважины на длине измерительной базы.

Таким образом, по выражению (7) вычисляется функция, пропорциональная изменению диаметра скважины на длине измерительной базы.

Устройство содержит скважинный прибор с одним излучателем и двумя приемниками Π_1 и Π_2 , соединенный через каротажный кабель с наземной вычислительной панелью. В состав наземной панели входят фильтр 1, пороговое устройство 2, счетчик 3 времени (счетчик времен T_1 и T_2 распространения упругой волны от излучателя поочередно до ближнего Π_1 и дальнего Π_2 приемников) реверсивный счетчик 4 интервального времени (счетчик ΔT), генератор 5 импульсов (например, частоты 2 мГц), синхронизатор 6, первый цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) 7 (поочередно времен T_1 и T_2), схема 8 аналоговой памяти и выдачи времен T_1 и T_2 (схема T_1, T_2), сдвиговый регистр 9 измененного интервального времени (регистр ΔT_u), сдвиговый регистр 10 операций, одноразрядный сумматор 11 со своей схемой коммутации входов, сдвиговый регистр 12 для оперативного хранения времени T_1 , первый сдвиговый регистр 13 памяти для хранения

результатов измерения T_1 на длине скважины, равной измерительной базе (в данном случае 0,5 м), второй сдвиговый регистр 14 памяти для хранения результатов вычисления $\Delta T'$ на длине скважины, равной расстоянию между излучателем и ближним приемником (в данном случае 1,5 м), схема 15 управления, регистр 16 изменения диаметра скважины (регистр ΔD), третий цифроаналоговый преобразователь 17, регистр 18 интервального времени (регистр ΔT), второй цифроаналоговый преобразователь 19, регистратор 20, датчик 21 импульсов глубины, механически связанный с перемещением каротажного кабеля и формирующий на своем выходе импульс при перемещении кабеля, например, на 0,1 м.

На фиг. 3 представлена временная диаграмма формирования основных управляющих импульсов в наземной панели.

ИС - сигнал на выходе фильтра 1, поступающий от скважинного прибора. Положительные импульсы соответствуют моменту запуска излучателя И скважинного прибора при опросе ближнего приемника Π_1 . Волновой сигнал, следующий за положительным импульсом, принят приемником Π_1 .

Отрицательный импульс соответствует моменту запуска излучателя И скважинного прибора при опросе дальнего приемника Π_2 . Следующий за отрицательным импульсом волновой сигнал принят приемником Π_2 . Пунктиром показан уровень срабатывания порогового устройства.

ИЗ₁, ИЗ₂ - импульсы на выходе синхронизатора 6, формируемые соответственно для выделения интервала времени первого приемника и второго приемника (при частоте запуска излучателя, например, 25 Гц, период следования импульсов 80 мс).

ИПУ - импульсы порогового устройства 2, формируемые в момент пересечения порога первым положительным вступлением волнового сигнала.

ИГ - импульсы глубины, формируемые датчиком 21 импульсов глубины через каждые перемещения каротажного кабеля на 0,1 м.

Устройство работает следующим образом.

Акустический сигнал преобразуется в скважинном приборе в электрический сигнал, который по каротажному кабе-

лю поступает в наземную вычислительную панель, отфильтровывается фильтром 1 от низкочастотных помех (акустических шумов и шумов питания) и далее поступает на пороговое устройство 2, где определяется первое вступление продольной волны на определенном уровне выше уровня шума.

Импульсы первого вступления (ИПУ), сформированные пороговым устройством 2, поступают на счетчик 3 времени и счетчик ΔT 4, схему 15 управления и схему T_1, T_2 8. Синхронизатор 6 по своим порогам выделяет импульсы момента запуска излучателя скважинного прибора, поступающие на его вход через фильтр 1, и формирует на своих выходах импульсы ИЗ₁, соответствующие моменту запуска излучателя И при опросе приемника Π_1 , и импульсы ИЗ₂, соответствующие моменту запуска излучателя И при опросе приемников Π_2 .

Выходные импульсы ИЗ₁ и ИЗ₂ поступают на управляющие входы счетчиков 3 времени и счетчика ΔT 4, схему T_1, T_2 8 и схему 16 управления. Измерение времени распространения волны от излучателя И до ближнего Π_1 и дальнего Π_2 приемников осуществляется поочередно счетчиком 3 времени по принципу выполнения временного интервала от импульса излучения до импульса первого вступления в волновой картине импульсами 2 мГц, поступающими от генератора 5. Параллельные выходы счетчика времени 3 соединены с входами первого ЦАП 7 и сдвиговых регистров 10 и 12. Формирование цифрового кода времени T в счетчике 3 заканчивается с поступлением на его вход импульсов ИПУ. Сформированный код T преобразуется первым ЦАП 7 в напряжение, которое поступает в схему T_1, T_2 8 аналоговой памяти и выдачи T_1 и T_2 . Запоминание напряжения, соответствующее T_1 , схемой T_1, T_2 8 производится по каждому импульсу ИЗ₁ после прихода импульса ИПУ до прихода импульса ИЗ₂, а напряжения T_2 - по каждому импульсу ИЗ₂ после прихода импульса ИПУ до прихода импульса ИЗ₁. С выхода схемы T_1, T_2 8 напряжения T_1 и T_2 поступают на входы регистратора 20.

Измерение интервального времени производится реверсивным счетчиком ΔT 4. По импульсу ИЗ₁ счетчик ΔT 4 сбрасывается в ноль, включается на вычитание, разрешается прохождение импульсов счета и импульсы генерато-

ра 5 заполняют счетчик ΔT_4 с частотой 2 МГц до момента прихода импульса ИПУ, который прекращает счет. По импульсу ИЗ₂ счетчик ΔT_4 включается на сложение и разрешается прохождение импульсов генератора 5 в счетчик. Счетчик ΔT_4 заполняется импульсами до прихода импульса ИПУ. Таким образом, в счетчике ΔT_4 после прихода второго импульса ИПУ формируется цифровой код интервального времени ΔT_n , равный разности кодов $T_2 - T_1$. С выхода счетчика ΔT_4 параллельный код ΔT_n подается на входы сдвигового регистра T_u 9. Последовательный выход регистра ΔT_u 9 соединен с первым входом сумматора 11. Функциональные элементы, обозначенные позициями 9-16 и 18, образуют вычислитель интервального времени ΔT и вычислитель функции изменения диаметра скважины ΔD . Функционирование вычислителя ΔT и ΔD обеспечивает схема 15 управления. Сигналом для работы вычислителя являются импульсы ИГ, поступающие от датчика 21 импульсов глубины на вход схемы 15 управления. Первый импульс ИЗ₁, пришедший на свой управляющий вход схемы 15 управления, после действия импульса ИГ подготавливает схему 15 управления к работе. По первому пришедшему импульсу ИПУ, после действия импульса ИЗ₁, вписывается значение кода T_1 в сдвиговой регистр 12, формирование которого к этому времени закончено в счетчике 3 времени.

Второй импульс ИПУ запускает схему 15 управления (к этому времени сформированы коды в счетчике 3 времени, в счетчике $\Delta T_4 - \Delta T_u$) на формирование управляющих сигналов для вычисления ΔT , ΔD и выдачи на регистр ΔD 16 кода функции ΔD , а на регистр ΔT 18 - кода ΔT .

После формирования импульса записи ΔD схема 15 управления сбрасывается в режим ожидания следующего импульса глубины ИГ. С приходом следующего ИГ работа вычислителя повторяется.

Расширение функциональных возможностей предлагаемого устройства в сравнении с известным достигается вычислением функции изменения диаметра скважины ΔD , позволяющего получить дополнительную информацию и повысить этим геологическую эффективность устройства. Упрощение структуры предлагаемого устройства в сравнении с

известным обеспечивается за счет меньшего числа функциональных элементов даже при расширенных функциональных возможностях.

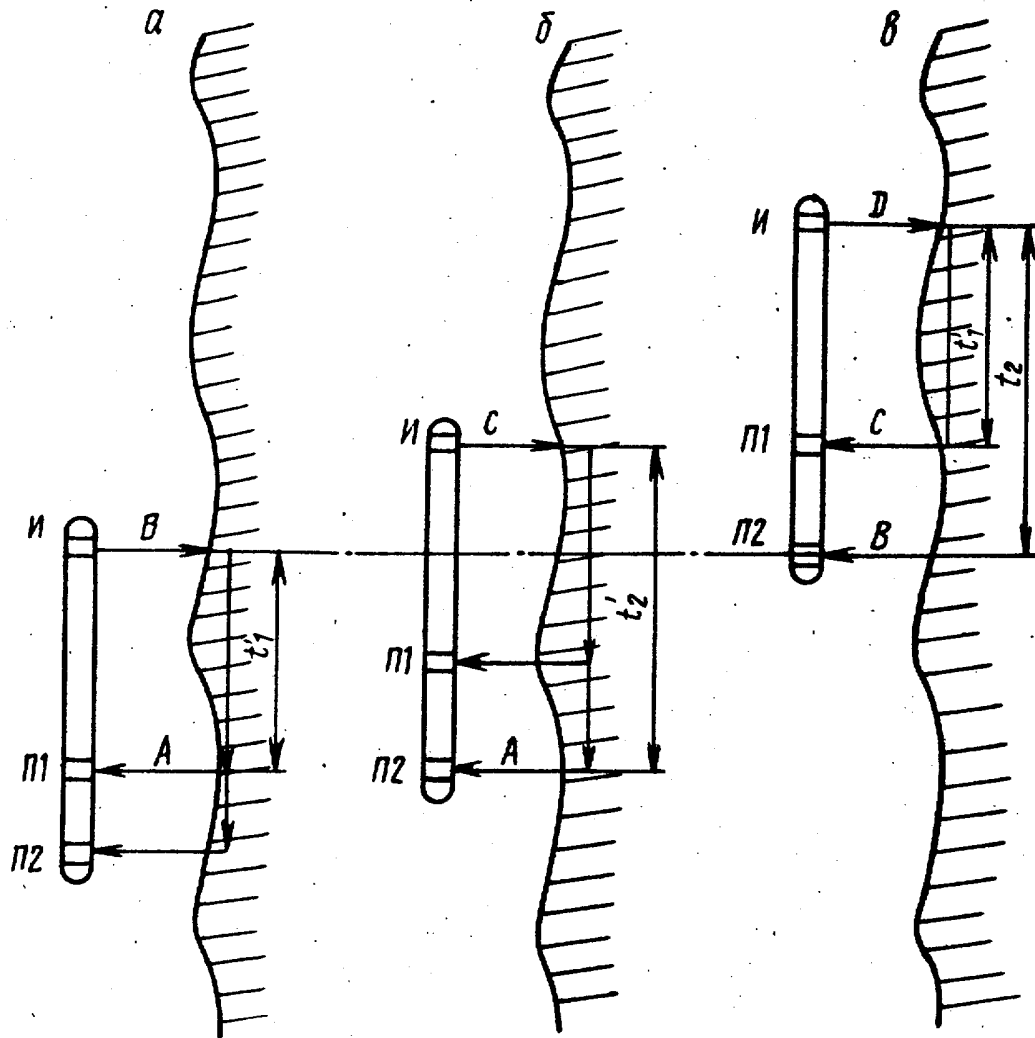
В устройстве применены в качестве памяти последовательные сдвиговые регистры, что обеспечивает естественное продвижение по ним информации синхронно с движением кабеля и не требует дешифраторов для отыскания нужной ячейки при записи и считывании, упрощает схему управления ими. Вычисления производятся одноразрядным сумматором и многократно используются при вычислениях регистры 9, ΔT_u и регистры 10 и 12, что обеспечивает также упрощение структуры устройства и уменьшает аппаратные затраты. Единая схема управления также позволяет упростить структуру устройства.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

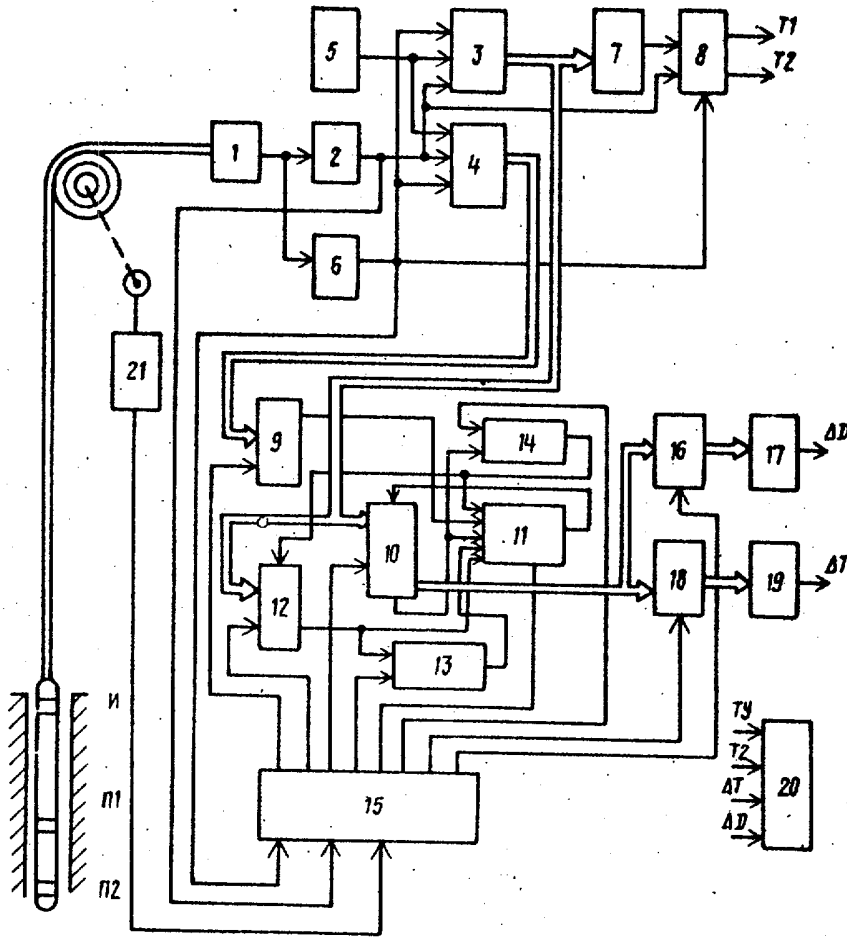
Устройство для акустического каротажа скважин, состоящее из трехэлементного скважинного прибора, соединенного каротажным кабелем с наземной измерительной панелью, включающей фильтр, пороговое устройство, синхронизатор, счетчик времен, первый цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), схему аналоговой памяти и выдачи времен T_1 и T_2 (схема T_1, T_2), реверсивный счетчик интервального времени (ΔT), второй цифроаналоговый преобразователь (ЦАП), регистр интервального времени (регистр ΔT), генератор, датчик импульсов глубины и регистратор, в котором пороговое устройство соединено входом с входом синхронизатора и через фильтр - с каротажным кабелем, а выходом - с первыми входами реверсивного счетчика ΔT , счетчика времени и схемы T_1, T_2 , синхронизатор соединен выходом с вторыми входами реверсивного счетчика ΔT , счетчика времен и схемы T_1, T_2 , генератор соединен выходом с третьими входами реверсивного счетчика ΔT и счетчика времен, первый ЦАП соединен входами с выходами счетчика времен и выходом с вторым входом схемы T_1, T_2 , которая соединена выходами с первым и вторым входами регистратора, второй ЦАП соединен входами с выходами регистра ΔT и выходом - с третьим входом регистратора, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерения

интервального времени распространения упругой волны по горным породам, расширения функциональных возможностей и упрощения конструкции, в наземную панель введены одноразрядный сумматор, 5 схема управления, регистр изменения диаметра скважины (регистр ΔD), третий цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) и пять сдвиговых регистров: регистр времени (регистр T_1), регистр измеренного интервального времени (регистр ΔT_n), регистр операций, первый и второй регистры памяти, при этом регистры соединены: регистр ΔT параллельными входами с выходами реверсивного счетчика ΔT , выходом - с первым входом сумматора; регистр операций параллельными входами - с входами регистра T_1 и выходами счетчика времени, последовательным выходом - с 20 вторым входом сумматора и входом вто-

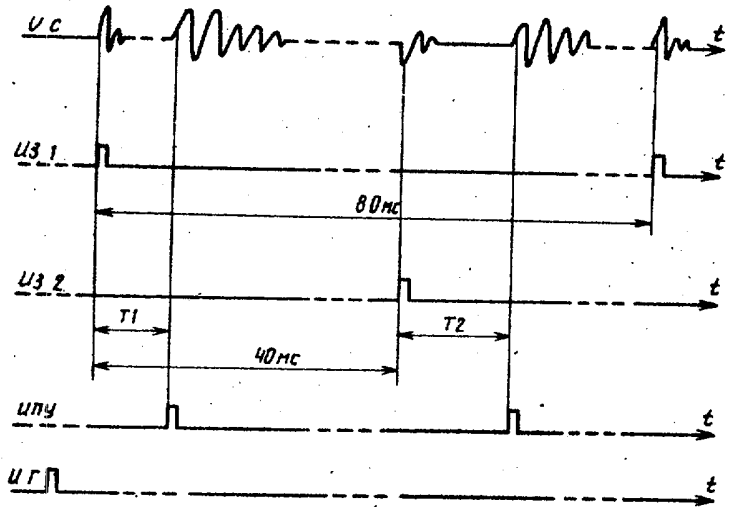
рого регистра памяти, параллельными выходами - с входами регистра ΔT и регистра ΔD , последовательным входом - с выходом сумматора; первый регистр памяти входом - с выходом регистра T_1 и третьим входом сумматора, выходом - с четвертым входом сумматора; второй регистр памяти выходом - с пятым входом сумматора и последовательным входом регистра T_1 ; третий ЦАП - входами с выходами регистра ΔD и выходом - с четвертым входом регистратора; схема управления - раздельно входами - с датчиком импульсов глубины, синхронизатором и пороговым устройством, выходами - с управляющими входами сумматора, регистра ΔT , регистра ΔD и пяти сдвиговых регистров: регистра T_1 , регистра ΔT , регистра операций, первого и второго регистров памяти.



Фиг.1



Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор А. Козориз
 Составитель Н. Журавлева
 Техред Н. Бонкало
 Корректор В. Синицкая

Заказ 2115/32
 Тираж 728
 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4