



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 132 560** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **G 01 V 1/40, G 01 N 15/08**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 97104988/25, 24.03.1997

(46) Дата публикации: 27.06.1999

(56) Ссылки: SU 1712926 C, 15.02.92. SU 2045081 C1, 27.09.95. SU 488917 A, 07.01.76. US 4575828 A, 11.03.86. US 4764903 A, 16.08.88. FR 2616919 A1, 23.12.88.

(98) Адрес для переписки:
450074, Башкортостан Уфа, ул.Фрунзе, 32,
БашГУ Нач.патентного отдела Н.П.Шипиловой

(71) Заявитель:

Башкирский государственный университет

(72) Изобретатель: Халилов В.Ш.,

Гафуров Р.Р., Антонов К.В., Бандов
В.П., Косолапов А.Ф., Халилов И.В.

(73) Патентообладатель:

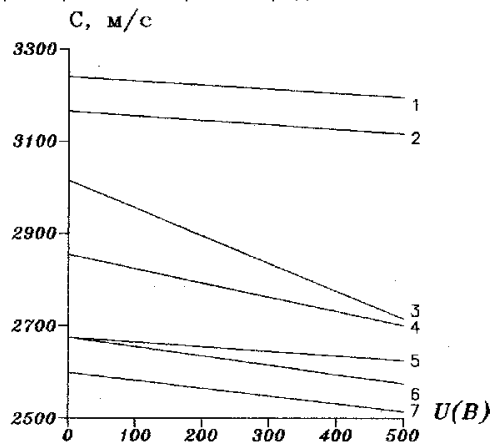
Халилов Вячеслав Шамильевич

(54) СПОСОБ ОЦЕНКИ ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

(57) Реферат:

Изобретение относится к области промышленной геофизики, а именно к сейсмоакустическим способам исследования скважин, в частности к способам оценки проницаемости горных пород. Техническим результатом изобретения является возможность надежной и точной оценки величины проницаемости за счет эффекта фильтрационных перетоков на фронте волны. Технический результат достигается тем, что выбирают пункты возбуждения и приема за пределами интервала исследований горных пород, возбуждают упругие колебания в среде, прием в интервале исследований волн давления в пластовой жидкости и сравнение динамических параметров исследуемых волн, пункт возбуждения сигнала размещают в одной из двух скважин, а пункт приема сигнала - в другой скважине с обеспечением возможности генерации колебаний, затухающих при распространении в среде, при этом воздействие на исследуемую среду осуществляют путем ступенчатого изменения

амплитуды волны возбуждения, после чего в пункте приема сигнала регистрируют величины скорости и затухания волны, по результату сравнения полученных зависимостей судят о величине проницаемости горных пород. 3 ил.



Фиг. 1

RU 2 132 560 C1

RU 2 132 560 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 132 560** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl. ⁶ **G 01 V 1/40, G 01 N 15/08**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 97104988/25, 24.03.1997
 (46) Date of publication: 27.06.1999
 (98) Mail address:
 450074, Bashkortostan Ufa, ul.Frunze, 32,
 BashGU Nach.patentnogo otdela N.P.Shipilovoj

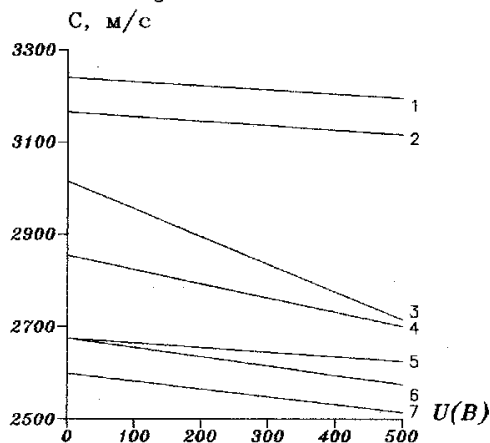
(71) Applicant:
 Bashkirskij gosudarstvennyj universitet
 (72) Inventor: Khalilov V.Sh.,
 Gafurov R.R., Antonov K.V., Bandov
 V.P., Kosolapov A.F., Khalilov I.V.
 (73) Proprietor:
 Khalilov Vjacheslav Shamil'evich

(54) **ROCK PERMEABILITY EVALUATION TECHNIQUE**

(57) Abstract:

FIELD: industrial geophysics; seismic-acoustic methods for investigating wells and the like. SUBSTANCE: excitation and reception points are chosen beyond range of analyzed rock, elastic waves are excited in medium, pressure waves are received within investigation interval in bed liquid, and dynamic characteristics of analyzed waves are compared; signal excitation point is arranged in one of two wells and signal reception point, in other well provision being made for generating waves decaying when propagated in medium; analyzed medium is acted upon by stepwise varying excitation wave amplitude whereupon wave growth and decay rates are recorded in signal reception point; dependences obtained are compared and their data are used to evaluate rock permeability. EFFECT: improved reliability and accuracy of evaluating rock permeability

due to effect of filtering transfer on wavefront. 4 dwg



Фиг. 1

RU 2 132 560 C1

RU 2 132 560 C1

Изобретение относится к области промышленной геофизики, а именно к сейсмоакустическим способам исследования скважин, и, в частности, к способам оценки проницаемости горных пород.

Известные способы оценки проницаемости горных пород основаны на измерении величин, косвенно зависящих от проницаемости. В настоящее время известен способ определения типа флюида, насыщающего пласт, основанный на выявлении изменений акустических параметров породы при воздействии, изменяющем акустические свойства насыщающих ее флюидов, включающий возбуждение и прием зондирующего акустического сигнала и измерении его параметров (А.С. СССР 777610, кл. G 01 V 1/40, 1978). При этом воздействие на исследуемую среду осуществляют непосредственно в процессе многократного измерения акустических параметров пород путем возбуждения в них дополнительного акустического сигнала, мощность которого изменяют ступенчато. Однако при этом остается открытым вопрос об оценке величины проницаемости пласта, информация о которой является весьма важной для правильной разведки и разработки нефтегазовых месторождений.

Наиболее близким по техническому результату к заявляемому является способ оценки проницаемости горных пород, включающий выбор пунктов возбуждения за пределами интервала исследований горных пород, возбуждение упругих колебаний в среде, прием в интервале исследований волн давления в жидкости, заполняющей ствол скважины, выделение трубной волны, генерируемой проницаемым пластом горных пород на пересечении со скважиной, и измерение амплитуды этой волны. Одновременно с приемом волн давления измеряют полный вектор смещения пород на стенке скважины в том же интервале исследований, вычисляют отношения амплитуды давления в трубной волне к амплитуде полного вектора скорости смещения пород на стенке скважины, по которому судят о проницаемости пород (А. С. СССР 1712926, кл. G 01 V 1/40, 1989).

Недостатком этого способа является то, что сама трубная волна, по определению, генерируется при взаимодействии продольной волны не только с пластом, но и со стенками скважины, и с буровым раствором и т.д. Горная порода исследуется в узком интервале, и, хотя в данном способе оценивается также и азимутальная анизотропия проницаемости, полученные данные являются косвенными и могут оказаться ошибочными на широком интервале горных пород. Также на практике могут возникнуть сложности из-за различной реализации способа для больших и малых значений проницаемости, при этом сам критерий малости величины проницаемости не определен.

Техническим результатом заявляемого изобретения является надежная и точная оценка величины проницаемости, достигаемая за счет обеспечения проявления эффекта фильтрационных перетоков на фронте волны и, вследствие этого, изменение скорости распространения волны при

изменении амплитуды.

Технический результат достигается тем, что известный способ включает выбор пунктов возбуждения и приема упругих волн за пределами интервала исследований горных пород, возбуждение упругих волн в данном интервале исследований и сравнение кинематических параметров исследуемых волн. При этом пункт возбуждения упругих волн размещают в одной из двух скважин, а пункт приема - в другой скважине, при этом воздействие на исследуемую среду осуществляют путем ступенчатого изменения амплитуды волн возбуждения, после чего в пункте приема регистрируют значения их скорости распространения, затем сравнивают зависимости скорости волны от амплитуды с зависимостями, полученными ранее на опытных образцах, и по результатам сравнения оценивают величину проницаемости горных пород.

Возможность достижения технического результата обусловлена тем, что при изменении амплитуды волны изменяются кинематические параметры упругих волн. При распространении волнового возмущения в исследуемой среде деформация данной среды осуществляется за счет изменения порового пространства. При этом реологическая среда (жидкость или газ) в момент деформации на фронте волны вытесняется за время прохождения волны из областей сжатия в области разрежения. Величина смещения жидкости или газа, как показали расчеты, является функцией проницаемости среды, вязкости флюида, амплитуды волны и скорости ее распространения. Наш способ оценки проницаемости физически основывается на том, что величина проницаемости обусловлена гидродинамическим сопротивлением фильтрационному течению жидкости внутри порового пространства. Поэтому для более точного измерения проницаемости необходимо иницировать фильтрационные перетоки жидкости из поры в пору, в результате которых будет иметь место зависимость измеряемой величины от интенсивности фильтрационных перетоков.

Из научно-технической литературы и патентной документации не известно использование для достижения технического результата двух скважин, одна из которых используется для размещения пункта возбуждения упругих волн, а другая скважина используется для размещения пункта приема, при этом воздействие на исследуемую среду осуществляют путем ступенчатого изменения амплитуды возбуждаемых упругих волн, после чего в пункте приема регистрируют значения их скорости распространения, затем сравнивают зависимости скорости волны от амплитуды с зависимостями, полученными ранее на опытных образцах, и по результатам сравнения оценивают величину проницаемости горных пород. Однако известен способ оценки проницаемости, когда генерируются колебания, затухающие при распространении в среде, после чего в пункте приема сигнала регистрируют величины скорости и затухания волны, технический результат - возможность упрощенной оценки проницаемости - достигается за счет эмпирически установленных зависимостей между скоростью распространения волн,

пористостью и проницаемостью (Ивакин Б.Н., Карус Е.В., Кузнецов О.Я. Акустический метод исследования скважин. М.: Недра, 1978).

На прилагаемых графических материалах показаны зависимости скорости распространения волны от ее амплитуды для образцов керна, обладающих различными значениями проницаемости - фиг. 1, тарировочные графики - фиг. 2 и на фиг. 3 - схема размещения источника волн и приемника в скважинах.

Способ осуществляют следующим образом. Источник волн переменной амплитуды помещают в одну из исследуемых скважин. В другой скважине размещают прибор, регистрирующий исследуемую волну. Варьируя амплитуду излучаемой волны в источнике осуществляют ее регистрацию в приемном устройстве, например, в аппаратуре АСПУ-3-48. Регистрируют величину скорости волны. С помощью исследований на образцах с известными значениями проницаемости получают графики зависимости скорости распространения упругой волны от проницаемости. По этим графикам благодаря варьированию величины амплитуды волны и регистрации величины скорости распространения волны определяют величину проницаемости среды.

Возможность получения технического результата подтверждают эксперименты по распространению упругих волн в образцах горных пород в кернах. Они проводились на установке ИФЕС-1 во ВНИИГИС. Для определения времени распространения волн в материале образца использовался способ прямого прозвучивания. Через коммутатор опорный импульс, сформированный источником временных сдвигов измерителя И2-26 и усиленный по амплитуде до 300-600 В, подавался на излучатель и был преобразован в механические колебания. Механические колебания, пройдя через образец, были преобразованы приемником в электрический сигнал, который также через коммутатор поступал на усилитель сигнала пьезоприемника, а усиленный сигнал подавался на вход индикатора-измерителя И2-26. Волновая картина сигнала высвечивалась на экране индикатора. Измеритель И2-26 позволил измерять временной интервал между запускающим импульсом и началом принятого пьезоприемником сигнала. Этот временной интервал характеризовал время распространения упругих волн по образцу.

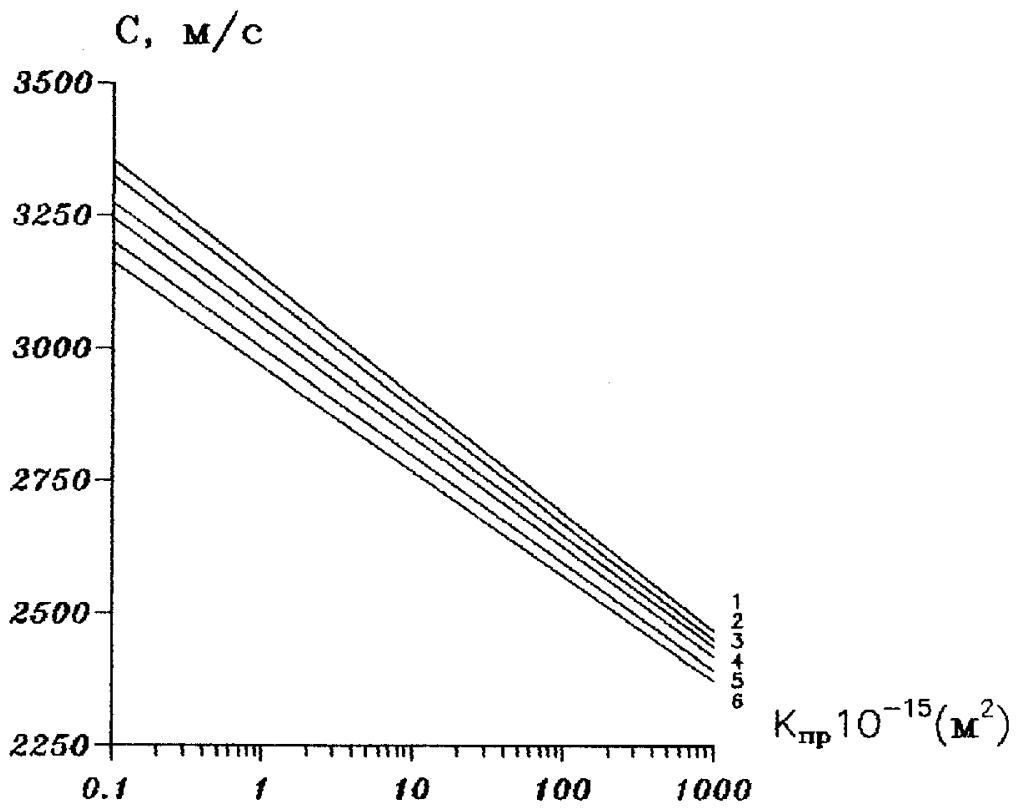
Пример. Опыты были поставлены на семи образцах кернов с различной проницаемостью при следующих параметрах: частота 600 КГц, обжимное давление 10^7 Па, поровое давление 10^6 Па, температура 293 К. Амплитуда сигнала варьировалась от 50 до 500 В с шагом в 50 В. Таким образом, были получены зависимости скорости

распространения волны от ее амплитуды для образцов керна, обладающих различными значениями проницаемости, представленные на фиг. 1. Затем для полученных на фиг. 1 зависимостей построили тарировочный график, изображенный на фиг. 2. Данный график является основной методики оценки проницаемости горных пород. Проницаемость исследуемого образца определялась следующим образом. Выбирался керн с неизвестной проницаемостью и на установке ИФЕС-1 повторялась последовательность волнового воздействия со ступенчатым изменением амплитуды. В результате получали зависимость скорости распространения упругой волны от ее амплитуды. Далее точки зависимости наносились на тарировочный график, изображенный на фиг. 2, который представляют собой зависимость скорости распространения волны от проницаемости, где амплитуда является параметром. Их осредненная проекция на ось проницаемости дала в результате истинное значение искомой величины. Сравнение полученных значений проницаемости с известными ранее показывает высокую степень соответствия их реальным результатам.

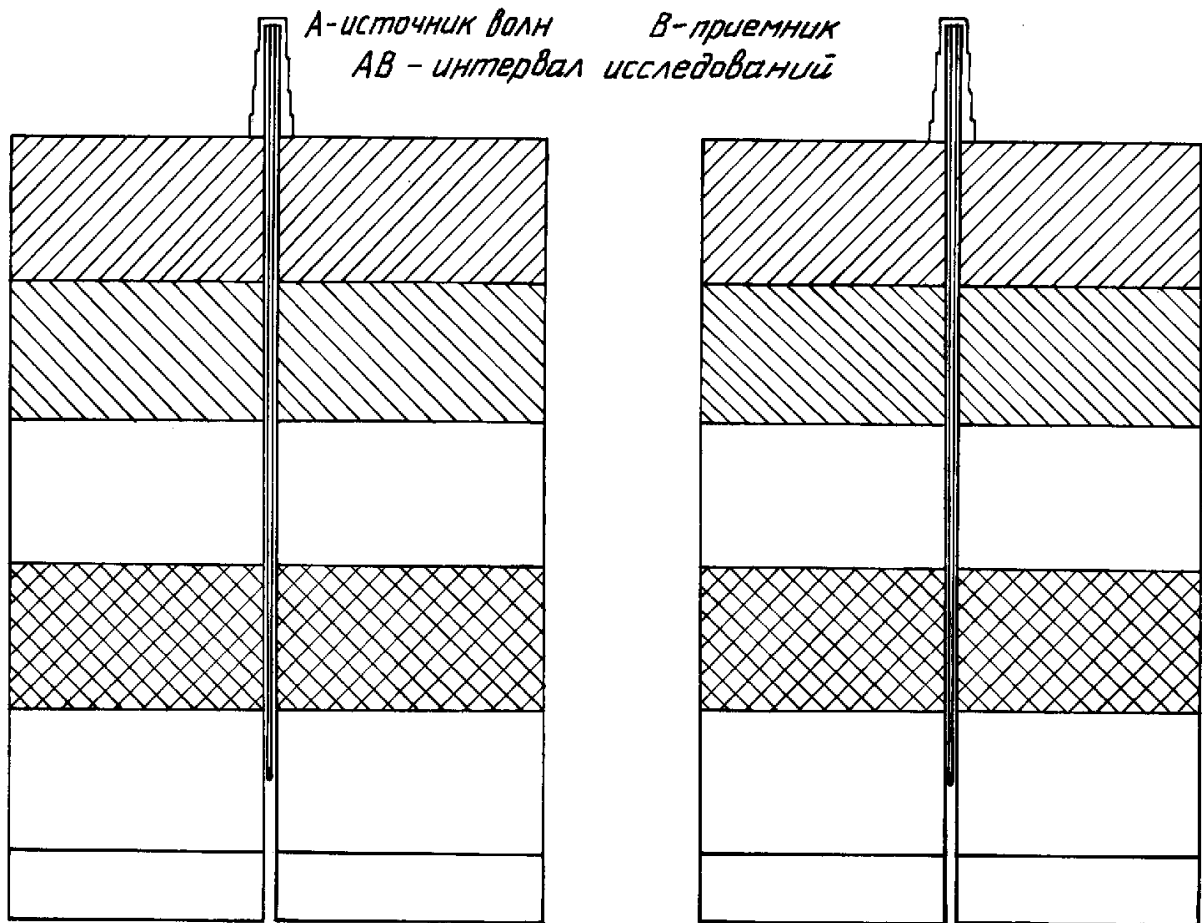
Предлагаемый способ оценки проницаемости горных пород обладает большей точностью и надежностью в сравнении с наиболее близкими к нему способами, основанными на исследованиях только узкой прискважинной зоны. Благодаря этому появляется возможность существенного повышения эффективности промышленно-геофизических работ за счет сокращения времени на обработку и интерпретацию материалов каротажа при определении продуктивности выделенных горизонтов и оценке их дебита.

Формула изобретения:

Способ оценки проницаемости горных пород, включающий выбор пунктов возбуждения и приема упругих волн за пределами интервала исследований горных пород, возбуждение упругих волн в данном интервале исследований и сравнение кинематических параметров исследуемых волн, отличающийся тем, что пункт возбуждения упругих волн размещают в одной из двух скважин, а пункт приема - в другой скважине, при этом воздействие на исследуемую среду осуществляют путем ступенчатого изменения амплитуды возбуждаемых упругих волн, после чего в пункте приема регистрируют значения их скорости распространения, затем сравнивают зависимости скорости волны от амплитуды с зависимостями, полученными ранее на опытных образцах, и по результатам сравнения оценивают величину проницаемости горных пород.



Фиг.2



Фиг.3

RU 2132560 C1

RU 2132560 C1