



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21B 43/26 (2017.08); E21B 43/14 (2017.08)

(21)(22) Заявка: 2016125305, 13.11.2014
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.11.2014
Дата регистрации:
10.08.2018
Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
27.11.2013 US 14/091,677
(43) Дата публикации заявки: 09.01.2018 Бюл. № 1
(45) Опубликовано: 10.08.2018 Бюл. № 22
(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 27.06.2016
(86) Заявка РСТ:
US 2014/065532 (13.11.2014)
(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/080872 (04.06.2015)
Адрес для переписки:
105082, Москва, Спартаковский пер., 2, стр. 1,
секция 1, этаж 3, ЕВРОМАРКПАТ

(72) Автор(ы):
БРАННОН Харолд Д. (US),
ЛЕМОНС Джими Девон (US)
(73) Патентообладатель(и):
БЕЙКЕР ХЬЮЗ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 5273115 A1, 28.12.1993. RU
2310066 C2, 10.11.2007. RU 2395667 C1,
27.07.2010. RU 2453693 C2, 20.06.2012. US
20110220363 A1, 15.09.2011. US 20130186625
A1, 25.07.2013.

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА В МНОГОЗОННЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

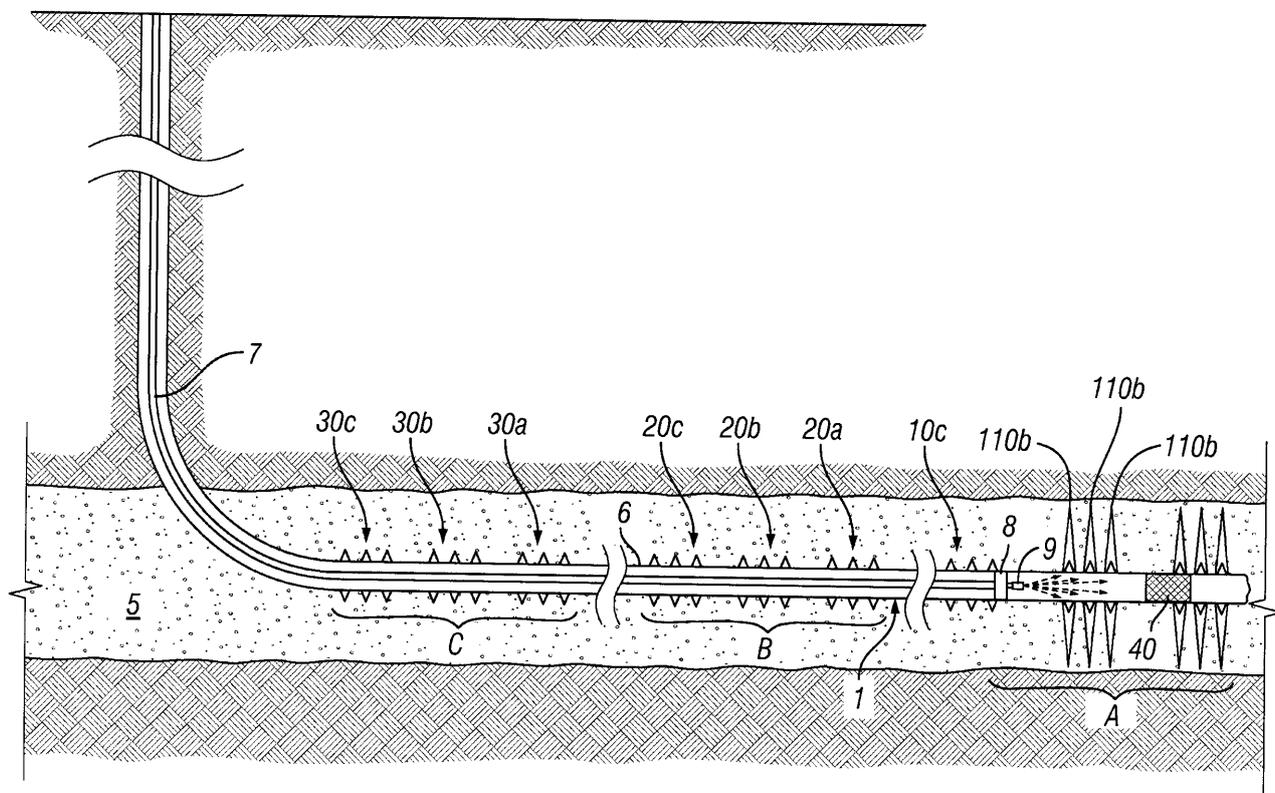
(57) Реферат:

Группа изобретений относится к горному делу и может быть применена для повторного гидравлического разрыва в многопластовой скважине. Описаны пакер на колонне насосно-компрессорных труб и закачиваемый в эту колонну отклоняющий материал, которые могут быть использованы для изоляции трещинного кластера в многозонной горизонтальной скважине, в котором ранее был проведен гидравлический разрыв пласта. После выполнения гидравлической изоляции в колонну насосно-компрессорных труб может быть

закачана рабочая жидкость для проведения повторного гидравлического разрыва пласта в этом ранее подвергнутом гидравлическому разрыву трещинном кластере с целью увеличения добычи углеводородов из этой горизонтальной скважины. Колонна насосно-компрессорных труб может включать испытательное устройство для определения, необходимо ли проведение повторного гидравлического разрыва пласта в конкретном трещинном кластере внутри горизонтальной скважины. Отклоняющий материал может быть закачан в колонну насосно-

компрессорных труб и размещен рядом с трещинным кластером для гидравлической изоляции последнего во время проведения повторного гидравлического разрыва пласта. После завершения проведения отдельных процессов повторного гидравлического разрыва пласта во всех требуемых трещинных кластерах

вдоль горизонтальной скважины отклоняющий материал может быть удален из этой горизонтальной скважины путем очистки. Технический результат заключается в повышении эффективности гидравлического разрыва. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 11 ил.



ФИГ. 7

RU 2663844 C2

RU 2663844 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E21B 43/26 (2006.01)
E21B 43/14 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21B 43/26 (2017.08); *E21B 43/14* (2017.08)

(21)(22) Application: **2016125305**, 13.11.2014

(24) Effective date for property rights:
13.11.2014

Registration date:
10.08.2018

Priority:

(30) Convention priority:
27.11.2013 US 14/091,677

(43) Application published: **09.01.2018** Bull. № 1

(45) Date of publication: **10.08.2018** Bull. № 22

(85) Commencement of national phase: **27.06.2016**

(86) PCT application:
US 2014/065532 (13.11.2014)

(87) PCT publication:
WO 2015/080872 (04.06.2015)

Mail address:
105082, Moskva, Spartakovskij per., 2, str. 1, sektsiya
1, etazh 3, EVROMARKPAT

(72) Inventor(s):

**BRANNON Kharold D. (US),
LEMONS Dzhimi Devon (US)**

(73) Proprietor(s):

Baker Hughes Incorporated (US)

(54) **SYSTEM AND METHOD FOR RE-HYDRAULIC FRACTURING IN MULTI-ZONE HORIZONTAL WELLS**

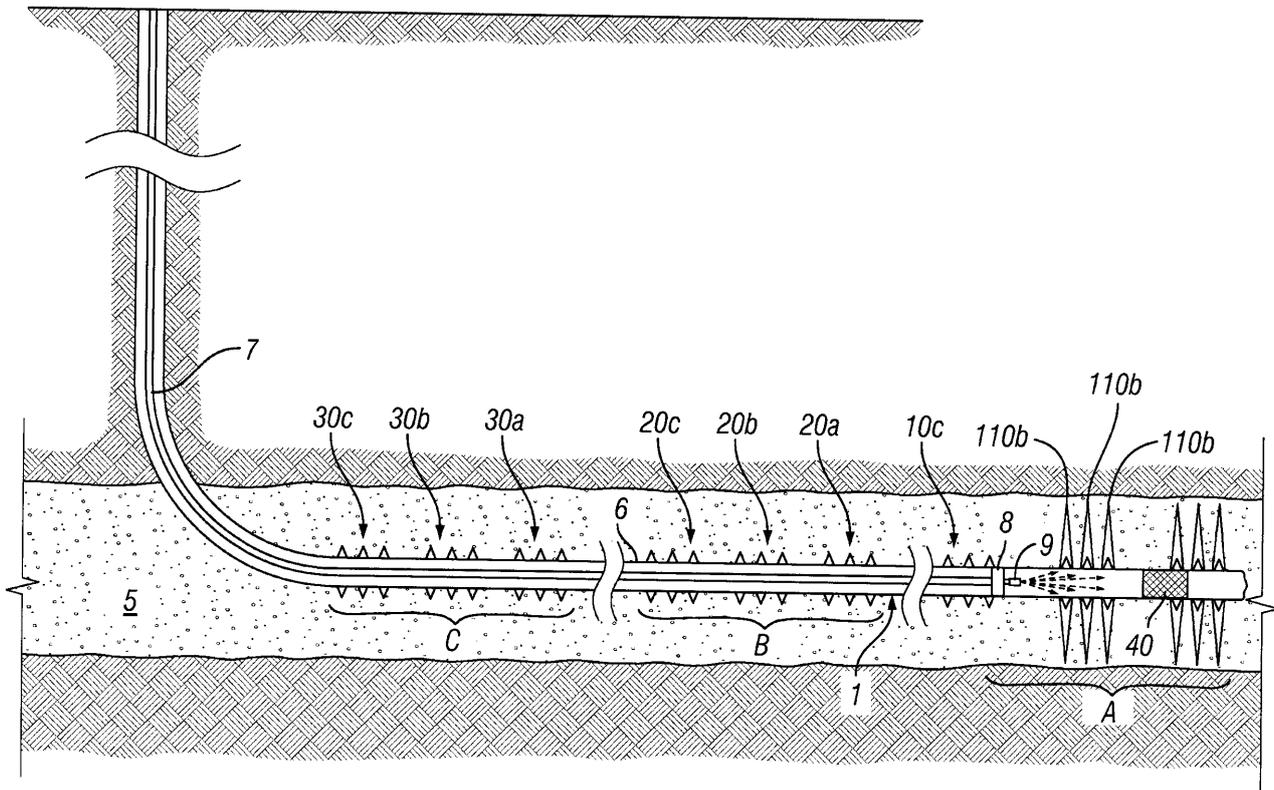
(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: group of inventions refers to mining and can be used for re-hydraulic fracturing in a multi-well borehole. Packer on a tubing string is described and pumped into this column a deflecting material that can be used to isolate a fracture cluster in a multi-zone horizontal well in which hydraulic fracturing of the formation was previously performed. After performing the hydraulic isolation, a hydraulic fluid may be injected into the tubing string to conduct a re-hydraulic fracturing of the formation in this previously fractured hydraulic fracturing cluster to increase production of hydrocarbons from this horizontal well. Tubing string

may include a test device for determining whether a repeated hydraulic fracturing of the formation is necessary in a particular fracture cluster within the horizontal well. Deflecting material can be pumped into the tubing string and is located next to the fracture cluster for hydraulic isolation of the latter during the re-hydraulic fracturing of the formation. After completion of individual fracturing processes in all the required fracture clusters along a horizontal well, the deflecting material can be removed from this horizontal well by purification.

EFFECT: increased efficiency of hydraulic fracturing.



ФИГ. 7

RU 2663844 C2

RU 2663844 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к системе и способу проведения повторного гидравлического разрыва в выбранных областях пласта в многозонной горизонтальной скважине, таких как ранее перфорированные участки, ранее образованные трещины и/или трещинные кластеры. Повторный гидравлический разрыв пласта может быть также проведен через скользящую муфту, оставленную открытой в ходе предыдущего процесса гидроразрыва.

Уровень техники

Добыча природных ресурсов, таких как газ и нефть, из подземных пластов может осуществляться с использованием хорошо известных технологий. Например, можно пробурить внутри подземного пласта горизонтальную скважину. После формирования горизонтальной скважины можно спустить в нее или зацементировать в ней колонну труб, например обсадных. Вслед за этим из этой горизонтальной скважины можно будет добывать углеводороды.

Пытаясь увеличить добычу углеводородов из скважины, выполняют перфорирование обсадной колонны и закачивают в скважину рабочую жидкость, предназначенную для выполнения гидравлического разрыва подземного пласта. Эту рабочую жидкость гидроразрыва закачивают в скважину с такими скоростью и давлением, которые достаточны для формирования трещин, простирающихся внутрь подземного пласта и образующих дополнительные пути, по которым потоки добываемых флюидов могут поступать в скважины. Рабочая жидкость гидроразрыва обычно включает могущие находиться в ней во взвешенном состоянии частицы вещества, известного как проппант, например сортированного песка, боксита или песка со смоляным покрытием. Проппант осаждается в трещинах, сохраняя их раскрытыми после снятия давления, приложенного к рабочей жидкости гидроразрыва.

Другой способ увеличения добычи углеводородов из скважины заключается в попытке создать трещины в пласте через снабженные отверстиями (портами) утяжеленные или иные трубы, спущенные в скважину. Эти порты в утяжеленных трубах могут селективно (выборочно) закрываться скользящей муфтой, которая может приводиться в движение для перевода в открытое положение с помощью различных средств, например путем использования переключающего инструмента или создания перепада давления. После открытия порта можно закачать жидкость в скважину и далее в пласт через этот порт с целью создания трещин в этом пласте для увеличения добычи углеводородов.

Возможны случаи, когда какая-либо продуктивная зона в скважине ранее подвергалась воздействию гидроразрывом, но этого оказалось недостаточно для достижения удовлетворительных показателей добычи из этой зоны. Показатели добычи из продуктивной зоны могут не сохраняться на приемлемом уровне даже при хорошо проведенном гидравлическом разрыве пласта (ГРП). Добыча из горизонтальной скважины, в которой ранее был проведен ГРП, может находиться на предельно низком уровне в течение продолжительного времени. Одним из способов, имеющих целью увеличение добычи углеводородов из конкретной скважины, является создание новых трещин внутри подземного пласта. Одна из потенциальных проблем при создании новых трещин в пласте заключается в том, что рабочая жидкость гидроразрыва, закачанная в скважину, может поступать в ранее сформированные в этом пласте трещины, а не создавать новые. Вместо инициирования образования новых трещинных кластеров пытались использовать расширяемые трубы или процедуры установки внутри скважины пластырей, обеспечивающих зональную изоляцию, для перекрытия путей

движения потока рабочей жидкости гидроразрыва в старые трещины. Однако расширяемые трубы и пластыри не могут обеспечить в достаточной степени требуемые результаты и, кроме того, их применение с целью увеличения добычи из конкретной скважины может быть связано со слишком большими затратами. Поэтому существует
5 потребность в более эффективном способе увеличения продуктивности скважины.

Раскрытие изобретения

В настоящем изобретении предлагаются способ и система, обеспечивающие преодоление указанных выше проблем и недостатков и предназначенные для проведения повторного гидравлического разрыва в выбранных областях пласта в многозонной
10 горизонтальной скважине, в которых ранее был проведен гидравлический разрыв пласта или была предпринята попытка проведения гидравлического разрыва пласта.

В настоящем изобретении предлагается способ проведения повторного гидравлического разрыва в некоторой области пласта в многозонной горизонтальной скважине, включающий гидравлическую изоляцию некоторой первой области от участка
15 многозонной скважины, простирающегося от этой первой области до устья скважины, причем в первой области ранее проводился по меньшей мере однократный гидравлический разрыв пласта, и проведение повторного гидравлического разрыва пласта в первой области. Способ включает размещение первого отклоняющего материала в непосредственной близости к первой области после проведения в этой
20 области повторного гидравлического разрыва пласта, причем первый отклоняющий материал гидравлически изолирует первую область, в которой был проведен повторный гидравлический разрыв пласта, от участка многозонной горизонтальной скважины, простирающегося от этой первой области до устья скважины. Способ включает гидравлическую изоляцию некоторой второй области от участка многозонной
25 горизонтальной скважины, простирающегося от этой второй области до устья скважины, причем во второй области ранее проводился по меньшей мере однократный гидравлический разрыв пласта, и проведение повторного гидравлического разрыва пласта во второй области. Способ включает размещение второго отклоняющего материала в непосредственной близости ко второй области после проведения в этой
30 области повторного гидравлического разрыва пласта, причем второй отклоняющий материал гидравлически изолирует вторую область, в которой был проведен повторный гидравлический разрыв пласта, от участка многозонной горизонтальной скважины, простирающегося от этой второй области до устья скважины.

Первая область может представлять собой трещинный кластер, наиболее удаленный
35 в направлении забоя многозонной горизонтальной скважины, причем гидравлическая изоляция первой области может включать создание уплотнения посредством уплотнительного элемента, соединенного с колонной гибких (насосно-компрессорных) труб, с целью герметизации кольцевого пространства между этой колонной гибких труб и обсадной колонной многозонной горизонтальной скважины со стороны устья
40 скважины до первой области. Способ может включать очистку по меньшей мере одного участка многозонной горизонтальной скважины до выполнения гидравлической изоляции первой области. Способ может включать очистку по меньшей мере одного участка многозонной горизонтальной скважины после проведения повторного гидравлического разрыва пласта в первой и второй областях с целью удаления первого
45 и второго отклоняющих материалов из многозонной горизонтальной скважины. Способ может включать добычу углеводородов из первой и второй областей многозонной горизонтальной скважины, в которых был проведен повторный гидравлический разрыв пласта. Первый и второй отклоняющие материалы могут содержать один или более из

следующих материалов: термореактивную пластмассу, термореактивный полимер, песчаную пробку, растворяющиеся шары для гидроразрыва, гель, перекрестно-сшитый гель, шары для гидроразрыва, растворяющийся материал, потокоотклоняющую жидкость с волокнами, твердые частицы или перемычку из разлагаемых частиц. Способ может включать определение, необходимо ли проведение повторного гидравлического разрыва пласта в первой области, до проведения повторного гидравлического разрыва пласта в первой области и определение, необходимо ли проведение повторного гидравлического разрыва пласта во второй области, до проведения повторного гидравлического разрыва пласта во второй области. Способ может включать проведение каротажа в первой и второй областях посредством каротажного устройства. Между первой и второй областями может располагаться по меньшей мере один трещинный кластер. Гидравлическая изоляция второй области может включать размещение третьего отклоняющего материала между первой и второй областями и создание уплотнения посредством уплотнительного элемента, соединенного с колонной гибких, с целью герметизации кольцевого пространства между этой колонной гибких труб и обсадной колонной многозонной горизонтальной скважины со стороны устья скважины до второй области, причем третий отклоняющий материал размещают до создания уплотнения со стороны устья скважины до второй области.

В настоящем изобретении также предлагается система для проведения повторного гидравлического разрыва пласта в некоторой совокупности областей внутри многозонной горизонтальной скважины, содержащая первую колонну насосно-компрессорных труб, расположенную внутри многозонной горизонтальной скважины и простирающуюся от некоторой области на поверхности до первой области в этой многозонной горизонтальной скважине. Эта первая область представляет собой самую удаленную область вдоль многозонной горизонтальной скважины, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта. Система содержит уплотнительный элемент, соединенный с первой колонной насосно-компрессорных труб в непосредственной близости к ее концу и выполненный с возможностью неоднократной герметизации кольцевого пространства между первой колонной насосно-компрессорных труб и обсадной колонной многозонной горизонтальной скважины, причем конец первой колонны насосно-компрессорных труб выполнен с возможностью обеспечения проведения повторного гидравлического разрыва пласта в выбранных областях внутри многозонной горизонтальной скважины. Система содержит некоторую совокупность отклоняющих материалов, каждый из которых расположен в непосредственной близости к области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, для селективной гидравлической изоляции этой области.

Первая колонна насосно-компрессорных труб может представлять собой колонну гибких труб. Первая колонна насосно-компрессорных труб может содержать секцию жестких труб, соединенную с нижним концом колонны гибких труб. Система может включать испытательное устройство, соединенное со второй колонной насосно-компрессорных труб и выполненное с возможностью обеспечения определения, необходимо ли проведение повторного гидравлического разрыва пласта в области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, причем вторую колонну насосно-компрессорных труб размещают внутри многозонной горизонтальной скважины до размещения внутри этой скважины первой колонны насосно-компрессорных труб. Испытательное устройство может представлять собой каротажное устройство.

Кроме того, в настоящем изобретении также предлагается способ селективного

(выборочного) проведения повторного гидравлического разрыва пласта в одной или более областей внутри многозонной горизонтальной скважины, в которых ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, включающий размещение уплотнительного элемента со стороны устья скважины перед первой областью, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, причем этот уплотнительный элемент соединяется с колонной насосно-компрессорных труб, и активацию уплотнительного элемента с целью герметизации кольцевого пространства между колонной насосно-компрессорных труб и обсадной колонной со стороны устья скважины до первой области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта. Способ включает закачку рабочей жидкости в колонну насосно-компрессорных труб для проведения повторного гидравлического разрыва пласта в первой области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, и размещение первого отклоняющего материала в непосредственной близости к подвергнутой повторному гидравлическому разрыву первой области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта. Способ включает снятие уплотнительного элемента и размещение последнего со стороны устья скважины перед второй областью, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта. Способ включает активацию уплотнительного элемента с целью герметизации кольцевого пространства между колонной насосно-компрессорных труб и обсадной колонной со стороны устья скважины до второй области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, и закачку рабочей жидкости в колонну насосно-компрессорных труб для проведения повторного гидравлического разрыва пласта во второй области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта. Способ включает размещение второго отклоняющего материала в непосредственной близости к подвергнутой повторному гидравлическому разрыву второй области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта.

Способ может включать размещение испытательного устройства в непосредственной близости к первой области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, и определение, необходимо ли проведение повторного гидравлического разрыва пласта в первой области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, до проведения повторного гидравлического разрыва пласта в первой области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, и размещение испытательного устройства в непосредственной близости ко второй области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, и определение, необходимо ли проведение повторного гидравлического разрыва пласта во второй области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, до проведения повторного гидравлического разрыва пласта во второй области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта. Способ может включать удаление первого и второго отклоняющих материалов и добычу углеводородов из подвергнутых повторному гидравлическому разрыву первой и второй областей, в которых ранее был проведен гидравлический разрыв пласта. Способ может включать выявление отсутствия необходимости проведения повторного гидравлического разрыва пласта в третьей области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, до размещения уплотнительного элемента со стороны устья скважины перед второй областью, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, причем третья область, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, находится между первой и второй областями, в которых ранее был проведен гидравлический разрыв пласта. Способ может включать размещение третьего отклоняющего материала в непосредственной близости к третьей области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, до размещения

уплотнительного элемента со стороны устья скважины перед второй областью, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта.

Краткое описание чертежей

На чертежах показано:

5 фиг. 1 - колонна насосно-компрессорных труб, размещенная в части многозонной горизонтальной скважины, включающей некоторую совокупность областей, в которых ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

10 фиг. 2 - колонна насосно-компрессорных труб, используемая в процедуре очистки в части многозонной горизонтальной скважины, включающей некоторую совокупность областей, в которых ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

фиг. 3 - активированный пакер на колонне насосно-компрессорных труб, создающий уплотнение над самой удаленной областью многозонной горизонтальной скважины, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

15 фиг. 4 - проведение повторного гидравлического разрыва пласта в самой удаленной области многозонной горизонтальной скважины, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

фиг. 5 - размещение отклоняющего материала для гидравлической изоляции самой удаленной области после проведения в ней повторного гидравлического разрыва пласта,

20 фиг. 6 - активированный пакер на колонне насосно-компрессорных труб, создающий уплотнение над областью, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

фиг. 7 - проведение повторного гидравлического разрыва пласта в одной из областей многозонной горизонтальной скважины,

25 фиг. 8 - размещение отклоняющего материала для гидравлической изоляции области после проведения в ней повторного гидравлического разрыва пласта, показанного на фиг. 7,

30 фиг. 9 - часть многозонной горизонтальной скважины, в которой был проведен повторный гидравлический разрыв пласта, показанная без извлеченной колонны насосно-компрессорных труб и без удаленного из скважины отклоняющего материала, что дает возможность осуществлять добычу углеводородов из подвергнутых повторному гидравлическому разрыву областей внутри горизонтальной скважины,

35 фиг. 10 - колонна насосно-компрессорных труб, включающая гибкие и жесткие насосно-компрессорные трубы и расположенная внутри части многозонной горизонтальной скважины, в которой область, не подлежащая повторному гидравлическому разрыву пласта, гидравлически изолирована посредством отклоняющего материала,

фиг. 11 - иллюстрация проведения повторного гидравлического разрыва пласта в одной из областей многозонной горизонтальной скважины.

Ссылочные обозначения на фиг. 1-10:

40 А - зона горизонтальной скважины, содержащая некоторую совокупность трещинных кластеров,

В - зона горизонтальной скважины, содержащая некоторую совокупность трещинных кластеров,

45 С - зона горизонтальной скважины, содержащая некоторую совокупность трещинных кластеров,

1 - многозонная горизонтальная скважина,

5 - пласт,

6 - обсадная колонна горизонтальной скважины,

7 - колонна насосно-компрессорных труб,

8 - уплотнительный элемент,

9 - конец колонны насосно-компрессорных труб,

10a - область в зоне А, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

5 10b - область в зоне А, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

10c - область в зоне А, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

20a - область в зоне В, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

20b - область в зоне В, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

10 20c - область в зоне В, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

30a - область в зоне С, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

30b - область в зоне С, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

30c - область в зоне С, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта,

40 - отклоняющий материал,

50 - скважинное испытательное устройство,

15 70 - колонна жестких труб,

75 - колонна гибких насосно-компрессорных труб,

110a - область в зоне А, в которой был проведен повторный гидравлический разрыв пласта,

110b - область в зоне А, в которой был проведен повторный гидравлический разрыв
20 пласта,

110c - область в зоне А, в которой был проведен повторный гидравлический разрыв пласта.

Несмотря на то, что предлагаемое изобретение допускает разнообразные изменения и альтернативные формы, в настоящей заявке в качестве примера представлены
25 конкретные варианты его осуществления, подробно описанные ниже и показанные на чертежах. Тем не менее, следует иметь в виду, что настоящее изобретение не ограничивается этими представленными конкретными вариантами осуществления. Напротив, оно распространяется на все модификации, эквивалентные и альтернативные варианты, охватываемые объемом настоящего изобретения в соответствии с
30 приведенной формулой изобретения.

Подробное описание вариантов осуществления изобретения

На фиг.1 схематически показана многозонная горизонтальная скважина 1, пробуренная в пласте 5. Горизонтальная скважина 1 включает некоторую совокупность зон А, В и С, каждая из которых может содержать некоторую совокупность областей
35 10a, 10b, 10c, 20a, 20b, 20c, 30a, 30b и 30c, в которых ранее был проведен гидравлический разрыв пласта (ГРП). Области 10a, 10b, 10c, 20a, 20b, 20c, 30a, 30b и 30c могут представлять собой ранее образованные трещины, трещинные кластеры или перфорированные участки в обсадной колонне. Как упоминалось выше в настоящем описании, каждая область может включать один или более трещинных кластеров, в
40 которых ранее был проведен ГРП или была предпринята попытка проведения ГРП. Хотя на представленных чертежах показана только многозонная горизонтальная скважина с зацементированной обсадной колонной, упомянутая область может также представлять собой порт гидроразрыва в устройстве для заканчивания, оставленный открытым после ранее проведенной операции, заключавшейся в попытке
45 гидравлического разрыва пласта, расположенного за этим портом. Например, систему и способ, предлагаемые в настоящем изобретении, можно использовать для проведения повторного гидравлического разрыва пласта 5 через снабженное портами устройство для заканчивания, описанное в патентной заявке США US 12/842099, озаглавленной

"Компоновка низа бурильной колонны, содержащая снабженное портами устройство для заканчивания, и способы проведения гидравлического разрыва пласта посредством этого устройства", зарегистрированной 23 июля 2010 г. Джоном Эдвардом Равенсбергенем (John Edward Ravensbergen) и Лайлом Е. Лауном (Lyle E. Laun) и целиком включенной в настоящую заявку посредством ссылок.

Три зоны, или сегмента, многозонной горизонтальной скважины 1 показаны на фиг. 1 только с иллюстративными целями. С теми же целями на фиг. 1 показаны имеющиеся в каждой из этих зон (каждом сегменте) три области, в которых ранее был проведен ГРП. Специалистам в данной области будет ясно, что многозонная горизонтальная скважина 1 может включать разное число зон, или сегментов, А, В и С, в которых ранее был проведен ГРП. Аналогичным образом может изменяться число областей, в которых ранее был проведен ГРП, в пределах каждой зоны (каждого сегмента). Как упоминалось выше, области, в которых ранее был проведен ГРП, могут содержать перфорированный участок обсадной колонны, через который была предпринята попытка проведения ГРП, трещину или трещинный кластер в пласте либо порт гидроразрыва в устройстве для заканчивания. Область, в которой ранее был проведен ГРП, включает любую область внутри скважины, которая ранее подвергалась воздействию гидроразрывом с целью создания трещин в этой части пласта, независимо от того, были созданы там трещины в результате этого воздействия или нет. Области, в которых ранее был проведен ГРП, ниже именуются трещинными кластерами, однако они не ограничиваются областями, в которых ранее был проведен ГРП, приведший к образованию трещинного кластера, и могут включать любую область, упомянутую выше, или другие области, в которых ранее был проведен ГРП.

Продуктивная зона может содержать единственный трещинный кластер или включать более 10 (десяти) трещинных кластеров. Несколько зон в многозонной горизонтальной скважине 1 могут включать некоторую совокупность трещинных кластеров 10, 20 и 30, простирающихся в пласте 5, окружающем обсадную колонну 6 многозонной горизонтальной скважины 1. Как упоминалось выше, в пласте 5 создана некоторая совокупность трещинных кластеров 10, 20 и 30 с целью увеличения добычи углеводородов из этой скважины. В случае падения дебита горизонтальной скважины ниже некоторого минимального порогового уровня может возникнуть, как упоминалось выше, необходимость проведения повторного ГРП (ПГРП) в выбранных трещинных кластерах 10, 20 и 30 в скважине 1.

Внутри обсадной колонны 6 горизонтальной скважины 1 размещена колонна 7 насосно-компрессорных труб (НКТ). Рабочая жидкость закачивается в колонну 7 НКТ, выходит из ее конца 9 и движется обратно, циркулируя по кольцевому пространству и очищая горизонтальную скважину 1 до начала процесса ПГРП, как показано на фиг. 2. Колонна 7 НКТ включает испытательное устройство 50, которое может использоваться для определения, необходимо ли проведение ПГРП в каком-либо трещинном кластере, таком как 10а, 10b, 10с, 20а, 20b, 20с, 30а, 30b или 30с. Например, испытательное устройство может представлять собой каротажное устройство. Испытательное устройство 50 может показать, что в процессе ПГРП какой-либо трещинный кластер следует пропустить. Испытательное устройство 50 может определить различные параметры, такие как целостность обсадной колонны, характеристики скважины, коллекторские свойства пласта и/или состав продукции скважины, помогающие принять решение о необходимости проведения ПГРП в какой-либо области.

После очистки горизонтальной скважины 1 внутри ее обсадной колонны 6 может быть размещена колонна 7 НКТ, содержащая пакер, или уплотнительный элемент, 8,

ниже именуемый пакером. Пакер 8 можно активировать для создания уплотнения в кольцевом пространстве между колонной 7 НКТ и обсадной колонной. Колонна 7 НКТ может быть составлена из разных труб, что позволяет, как описано ниже, разместить и активировать пакер, или уплотнительный элемент, внутри горизонтальной скважины 1, а также закачать рабочую жидкость через колонну 7 НКТ в требуемую область вдоль горизонтальной скважины 1. Например, колонна 7 НКТ может представлять собой колонну гибких НКТ (ГНКТ), простирающуюся от поверхности до области трещинного кластера 10а, расположенной дальше всех в направлении забоя горизонтальной скважины 1. Другим примером является колонна 7 НКТ, содержащая секцию 70 жестких труб, соединенную с колонной 75 ГНКТ, как схематически показано на фиг. 10. Из-за большого веса секции 70 жестких труб по сравнению с колонной 75 ГНКТ может оказаться предпочтительным использовать относительно короткую секцию 70 по сравнению с общей длиной колонны 7 НКТ.

Пакер 8 может быть расположен со стороны устья скважины перед самым удаленным трещинным кластером 10а и активирован с целью создания уплотнения между колонной 7 НКТ и обсадной колонной 6 горизонтальной скважины 1. На фиг. 3 показан пакер 8, активированный с целью гидравлической изоляции самого удаленного трещинного кластера 10а от части горизонтальной скважины 1, расположенной над активированным пакером 8. Как будет ясно специалисту в данной области, для гидравлической изоляции трещинного кластера 10а можно использовать разные пакеры и/или уплотнительные элементы, соединенные с колонной 7 НКТ.

Пакер 8 включает уплотнительный элемент, который может быть неоднократно активирован и/или подключен к источнику питания с целью создания уплотнения между колонной 7 НКТ и обсадной колонной 6 скважины. Обломки выбуренной породы в кольцевом пространстве могут представлять собой потенциальную помеху повторяющемуся активированию пакера 8. Для минимизации такой помехи, обусловленной наличием обломков выбуренной породы в скважине 1, пакер 8 может быть снабжен приспособлением для удаления обломков выбуренной породы, таким как одна или более камер для сбора обломочного материала, расположенных после уплотнительного элемента со стороны забоя и выполненных с возможностью предотвращения возникновения помехи (обусловленной наличием обломков выбуренной породы и/или другого материала в скважине) созданию уплотнения посредством уплотнительного элемента пакера 8. Один из примеров такого уплотнительного элемента описан в патенте США US 6315041, Стивен Л. Карлайл (Stephen L. Carlisle) и Дуглас Дж. Лер (Douglas J. Lehr), озаглавленном "Скважинный инструмент для многозонной изоляции и способ стимуляции и испытания подземной скважины" и целиком включенном в настоящую заявку посредством ссылок.

На фиг. 4 показано, что рабочая жидкость закачивается в колонну 7 НКТ и выводится из ее конца 9 с целью проведения ПГРП в кластере 110а, который ранее представлял собой трещинный кластер 10а (показанный на фиг. 1-3), подвергнутый ГРП. После проведения ПГРП в кластере 110а размещают в непосредственной близости к нему отклоняющий материал 40 в скважине 1, как показано на фиг. 5. Отклоняющий материал 40 гидравлически изолирует подвергнутый ПГРП кластер 110а от следующих операций ПГРП, проводимых в горизонтальной скважине 1. В качестве отклоняющего материала 40 могут использоваться различные материалы, размещаемые внутри скважины 1 с помощью колонны 7 НКТ и гидравлически изолирующие трещинный кластер от участка скважины 1, простирающегося от отклоняющего материала 40 до устья скважины. Специалисту в данной области будет ясно, что отклоняющий материал 40 может

представлять собой, не ограничиваясь этим, терморезистивную пластмассу, терморезистивный полимер, песчаную пробку, растворяющиеся шары для гидроразрыва, например предлагаемые компанией Baker Hughes к поставке под торговой маркой INTALLIC™, гель, перекрестно-сшитый гель, шары для гидроразрыва, растворяющийся материал, потокоотклоняющую жидкость с волокнами, твердые частицы или перемычку из разлагаемых частиц. Отклоняющий материал 40 закачивается в колонну 7 НКТ и размещается в непосредственной близости к кластеру 110а, подвергнутому ПГРП, для гидравлической изоляции кластера 110а в ходе проведения ПГРП в других кластерах в горизонтальной скважине 1, ранее подвергнутых ГРП.

После размещения отклоняющего материала 40 для изоляции подвергнутого ПГРП кластера 110а перемещают колонну 7 НКТ в направлении устья скважины, устанавливая пакер 8 над следующим трещинным кластером 10b, который должен быть подвергнут ПГРП. Как упоминалось выше, следующим трещинным кластером, который должен быть подвергнут ПГРП, может оказаться не соседний трещинный кластер. В ходе процесса ПГРП один или несколько трещинных кластеров могут быть пропущены. Отклоняющий материал закачивают в колонну 7 НКТ для гидравлической изоляции пропущенного трещинного кластера в ходе проведения ПГРП в следующем трещинном кластере.

На фиг. 6 показан пакер 8, активированный для гидравлической изоляции трещинного кластера 10b от простирающегося со стороны устья участка горизонтальной скважины 1. Отклоняющий материал 40, размещенный рядом с более удаленным и подвергнутым ПГРП трещинным кластером 110а, обеспечивает в сочетании с активированным пакером 8 гидравлическую изоляцию трещинного кластера 10b от остальной части горизонтальной скважины 1. По выполнении изоляции трещинного кластера 10b можно закачать рабочую жидкость в колонну 7 НКТ с целью проведения ПГРП в кластере 110b, как показано на фиг. 7. По завершении процесса ПГРП можно разместить отклоняющий материал рядом с подвергнутым ПГРП кластером 110b с целью гидравлической изоляции последнего от простирающегося со стороны устья участка горизонтальной скважины 1, как показано на фиг.8. Гидравлическая изоляция подвергнутого ПГРП кластера 110b позволяет провести ПГРП в другом трещинном кластере, расположенном относительно кластера 110b со стороны устья скважины. Специалисту в данной области будет ясно, что этот процесс с использованием пакера и отклоняющего материала может быть повторен для проведения ПГРП во всех трещинных кластерах, где это необходимо.

Отклоняющий материал 40, размещенный в горизонтальной скважине 1 для гидравлической изоляции ее участков, требуется удалить, как только из гидравлически изолированных кластеров должна быть начата добыча и/или как только будет завершен процесс ПГРП во всех трещинных кластерах, где это необходимо. На фиг. 9 показана горизонтальная скважина 1, из которой был удален весь отклоняющий материал 40, размещенный рядом с подвергнутыми ПГРП кластерами 110а и 110b, что дает возможность осуществлять добычу углеводородов из этих кластеров. Специалисту в данной области будет ясно, что отклоняющий материал 40 может быть удален разными средствами. Например, отклоняющий материал можно удалить, выполнив процедуру очистки в горизонтальной скважине 1. В альтернативном варианте отклоняющий материал может быть выполнен с возможностью растворения в течение заданного времени или в результате закачки конкретного химического реагента в горизонтальную скважину.

На фиг. 10 схематически показана колонна 7 НКТ, содержащая колонну 75 ГНКТ,

соединенную с секцией 70 жестких труб. В длинной горизонтальной скважине может оказаться нецелесообразным, если вся колонна 7 будет составлена из жестких труб 70, которые являются более тяжелыми, чем ГНКТ 75. Вместо этого можно подсоединить короткую, по сравнению с длиной горизонтальной скважины 1, секцию 70 жестких труб к колонне НКТ другого типа, такой как колонна 75 ГНКТ. Как упоминалось выше, колонна 7 НКТ может включать испытательное устройство 50, которое могло быть уже использовано для определения, необходимо ли проведение ПГРП в каком-либо трещинном кластере, таком как 10а, 10b, 10с, 20а, 20b, 20с, 30а, 30b или 30с. Например, испытательное устройство может представлять собой каротажное устройство.

Испытательное устройство 50 может показать, что в процессе ПГРП какой-либо трещинный кластер следует пропустить. Например, на фиг. 10 показано, что трещинный кластер 10b не был подвергнут ПГРП, а вместо него ПГРП был проведен в трещинном кластере 10с, что отображено на чертеже в виде кластера 110с, подвергнутого ПГРП. Отклоняющий материал 40 размещен в непосредственной близости к трещинному кластеру 10b для изоляции последнего в ходе ПГРП в трещинном кластере 110с. До начала закачки рабочей жидкости в колонну 7 НКТ осуществляется подача питания на пакер 8, расположенный над трещинным кластером 10с. Активированный пакер 8 в сочетании с отклоняющим материалом 40, размещенным рядом с трещинным кластером 10b, изолирует трещинный кластер 10с во время процесса ПГРП, так что рабочая жидкость производит ПГРП в кластере 110с и не стекает в трещинный кластер 10b. Как будет ясно специалисту в данной области, отклоняющий материал 40 можно использовать для изоляции многих трещинных кластеров, проведение ПГРП в которых было признано нецелесообразным.

На фиг. 11 показано проведение ПГРП в области 200b скважины, включающей два трещинных кластера 310b и 310с, в которых ранее был проведен ГРП. До проведения ПГРП в области 200b был проведен ПГРП в области 200а, включающей трещинный кластер 310а. Отклоняющий материал 40 размещен в скважине 1 для изоляции области 200а во время проведения ПГРП в области 200b. После проведения ПГРП в области 200b можно разместить отклоняющий материал над областью 200b, а пакер 8 - над областью 200с для обеспечения возможности проведения в последней ПГРП. Как показано на фиг. 11, область 200с включает некоторую совокупность трещинных кластеров, таких как 220а, 220b и 220с. После проведения ПГРП в области 200с можно гидравлически изолировать эту область и установить пакер 8 над следующей областью 200d, в которой должен быть проведен ПГРП. Следующая область 200d может включать единственный трещинный кластер или совокупность трещинных кластеров 230а, 230b и 230с, как показано на фиг. 11. Как упоминалось выше, после проведения ПГРП в некоторой области, такой как область 200b, можно изолировать другую область, такую как область 200с, от воздействия процесса ПГРП, если было установлено, что ПГРП в этой области проводить не следует.

Хотя в настоящем описании изобретение представлено конкретными предпочтительными вариантами осуществления, специалистам в данной области будет ясно, что возможны другие варианты осуществления, также охватываемые объемом изобретения, включая те варианты, в которых не отражены все отличительные признаки и преимущества изобретения, представленные в настоящем описании. Объем настоящего изобретения соответственно определяется только приложенной формулой изобретения и ее эквивалентами.

(57) Формула изобретения

1. Способ проведения повторного гидравлического разрыва в области пласта в многозонной горизонтальной скважине, включающий:

гидравлическую изоляцию первой области от участка многозонной горизонтальной скважины, простирающегося от этой первой области до устья скважины, причем в первой области ранее был проведен по меньшей мере однократный гидравлический разрыв пласта;

проведение повторного гидравлического разрыва пласта в первой области;

размещение первого отклоняющего материала в непосредственной близости к первой области после проведения в ней повторного гидравлического разрыва пласта, причем первый отклоняющий материал гидравлически изолирует первую область, в которой был проведен повторный гидравлический разрыв пласта, от участка многозонной горизонтальной скважины, простирающегося от этой первой области до устья скважины;

гидравлическую изоляцию второй области от участка многозонной горизонтальной скважины, простирающегося от этой второй области до устья скважины, причем во второй области ранее был проведен по меньшей мере однократный гидравлический разрыв пласта;

проведение повторного гидравлического разрыва пласта во второй области; и

размещение второго отклоняющего материала в непосредственной близости ко второй области после проведения в ней повторного гидравлического разрыва пласта, причем второй отклоняющий материал гидравлически изолирует вторую область, в которой был проведен повторный гидравлический разрыв пласта, от участка многозонной горизонтальной скважины, простирающегося от этой второй области до устья скважины.

2. Способ по п.1, в котором первая область представляет собой трещинный кластер, наиболее удаленный в направлении забоя многозонной горизонтальной скважины, причем гидравлическая изоляция первой области включает создание уплотнения посредством уплотнительного элемента, соединенного с колонной гибких труб, для герметизации кольцевого пространства между этой колонной гибких труб и обсадной колонной многозонной горизонтальной скважины со стороны устья скважины до первой области.

3. Способ по п.1, включающий очистку по меньшей мере одного участка многозонной горизонтальной скважины до выполнения гидравлической изоляции первой области.

4. Способ по п.3, включающий очистку по меньшей мере одного участка многозонной горизонтальной скважины после проведения повторного гидравлического разрыва пласта в первой и второй областях для удаления первого и второго отклоняющих материалов из многозонной горизонтальной скважины.

5. Способ по п.4, включающий добычу углеводородов из первой и второй областей многозонной горизонтальной скважины, в которых был проведен повторный гидравлический разрыв пласта.

6. Способ по п.1, в котором первый и второй отклоняющие материалы включают одно или более из термореактивной пластмассы, термореактивного полимера, песчаной пробки, растворяющихся шаров для гидроразрыва, геля, перекрестно-сшитого геля, шаров для гидроразрыва, растворяющегося материала, потокоотклоняющей жидкости с волокнами, твердых частиц или перемычки из разлагаемых частиц.

7. Способ по п.1, включающий определение, необходимо ли проведение повторного гидравлического разрыва пласта в первой области, до проведения в ней повторного гидравлического разрыва пласта.

8. Способ по п.7, включающий определение, необходимо ли проведение повторного

гидравлического разрыва пласта во второй области, до проведения в ней повторного гидравлического разрыва пласта.

9. Способ по п.8, в котором определение, необходимо ли проведение повторного гидравлического разрыва пласта в первой и второй областях, включает проведение каротажа в первой и второй областях посредством каротажного устройства.

10. Способ по п.1, в котором между первой и второй областями располагается по меньшей мере один трещинный кластер, а гидравлическая изоляция второй области дополнительно включает размещение третьего отклоняющего материала между первой и второй областями и создание уплотнения посредством уплотнительного элемента, соединенного с колонной гибких труб, для герметизации кольцевого пространства между этой колонной гибких труб и обсадной колонной многозонной горизонтальной скважины со стороны устья скважины до второй области, причем третий отклоняющий материал размещают до создания уплотнения со стороны устья скважины до второй области.

11. Система для проведения повторного гидравлического разрыва пласта в нескольких областях внутри многозонной горизонтальной скважины, содержащая: первую колонну насосно-компрессорных труб, расположенную внутри многозонной горизонтальной скважины и простирающуюся от области на поверхности до первой области в этой многозонной горизонтальной скважине, причем данная первая область представляет собой самую удаленную область вдоль многозонной горизонтальной скважины, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта;

уплотнительный элемент, соединенный с первой колонной насосно-компрессорных труб в непосредственной близости к ее концу и выполненный с возможностью неоднократной герметизации кольцевого пространства между первой колонной насосно-компрессорных труб и обсадной колонной многозонной горизонтальной скважины, причем конец первой колонны насосно-компрессорных труб выполнен с возможностью обеспечения проведения повторного гидравлического разрыва пласта в выбранных областях внутри многозонной горизонтальной скважины; и

отклоняющие материалы, каждый из которых размещается в непосредственной близости к области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, для селективной гидравлической изоляции этой области.

12. Система по п.11, в которой первая колонна насосно-компрессорных труб содержит колонну гибких труб.

13. Система по п.11, в котором первая колонна насосно-компрессорных труб содержит секцию жестких труб, соединенную с нижним концом колонны гибких труб.

14. Система по п.11, содержащая испытательное устройство, соединенное со второй колонной насосно-компрессорных труб и выполненное с возможностью обеспечения определения, необходимо ли проведение повторного гидравлического разрыва пласта в области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, причем вторая колонна насосно-компрессорных труб размещается внутри многозонной горизонтальной скважины до размещения внутри нее первой колонны насосно-компрессорных труб.

15. Система по п.14, в которой испытательное устройство представляет собой каротажное устройство.

16. Способ селективного проведения повторного гидравлического разрыва пласта в одной или более областей внутри многозонной горизонтальной скважины, в которых ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, включающий:

размещение уплотнительного элемента со стороны устья скважины перед первой областью, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, причем этот

уплотнительный элемент соединяется с колонной насосно-компрессорных труб;

активацию уплотнительного элемента для герметизации кольцевого пространства между колонной насосно-компрессорных труб и обсадной колонной со стороны устья скважины до указанной первой области;

5 закачку рабочей жидкости в колонну насосно-компрессорных труб для проведения повторного гидравлического разрыва пласта в указанной первой области;

размещение первого отклоняющего материала в непосредственной близости к подвергнутой повторному гидравлическому разрыву указанной первой области;

снятие уплотнительного элемента;

10 размещение уплотнительного элемента со стороны устья скважины перед второй областью, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта;

активацию уплотнительного элемента для герметизации кольцевого пространства между колонной насосно-компрессорных труб и обсадной колонной со стороны устья скважины до указанной второй области;

15 закачку рабочей жидкости в колонну насосно-компрессорных труб для проведения повторного гидравлического разрыва пласта в указанной второй области; и

размещение второго отклоняющего материала в непосредственной близости к подвергнутой повторному гидравлическому разрыву указанной второй области.

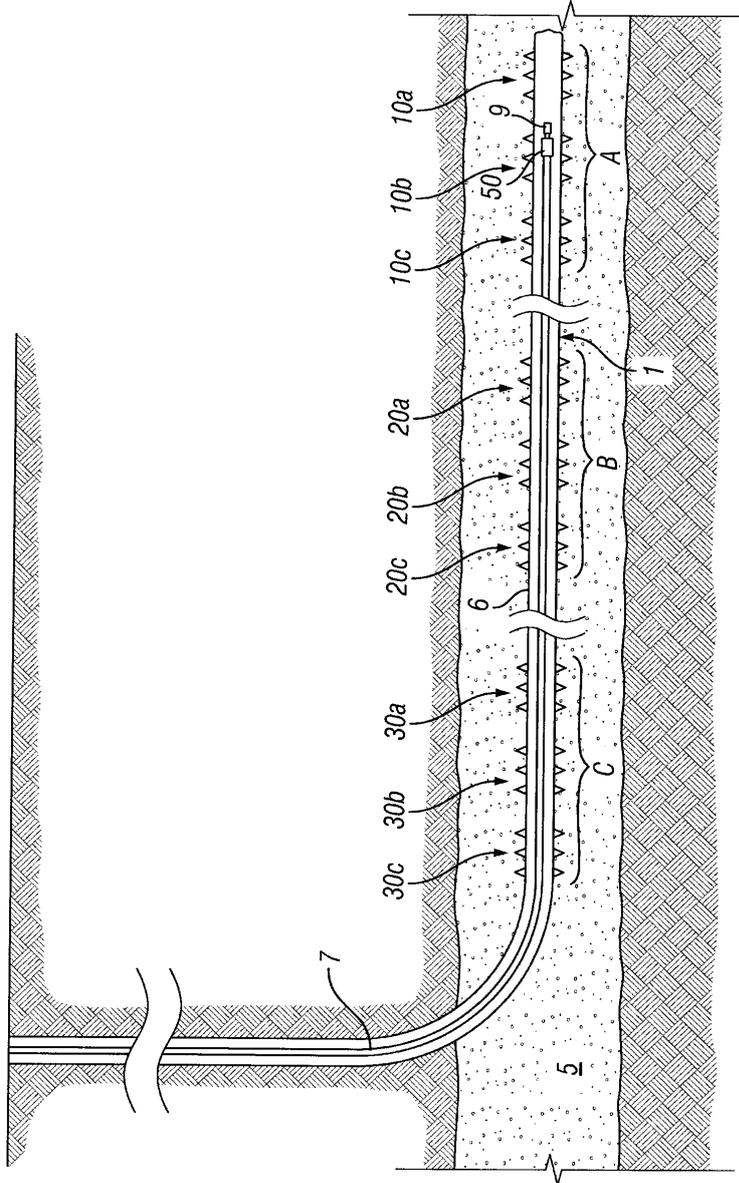
17. Способ по п.16, включающий размещение испытательного устройства в
20 непосредственной близости к первой области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, и определение, необходимо ли проведение в ней повторного гидравлического разрыва пласта до его проведения, и размещение испытательного устройства в непосредственной близости ко второй области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, и определение, необходимо ли
25 проведение в ней повторного гидравлического разрыва пласта до его проведения.

18. Способ по п.16, включающий удаление первого и второго отклоняющих материалов и добычу углеводородов из подвергнутых повторному гидравлическому разрыву первой и второй областей.

19. Способ по п.16, включающий выявление отсутствия необходимости проведения
30 повторного гидравлического разрыва пласта в третьей области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, до размещения уплотнительного элемента со стороны устья скважины перед второй областью, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, причем указанная третья область находится между
35 первой и второй областями, в которых ранее был проведен гидравлический разрыв пласта.

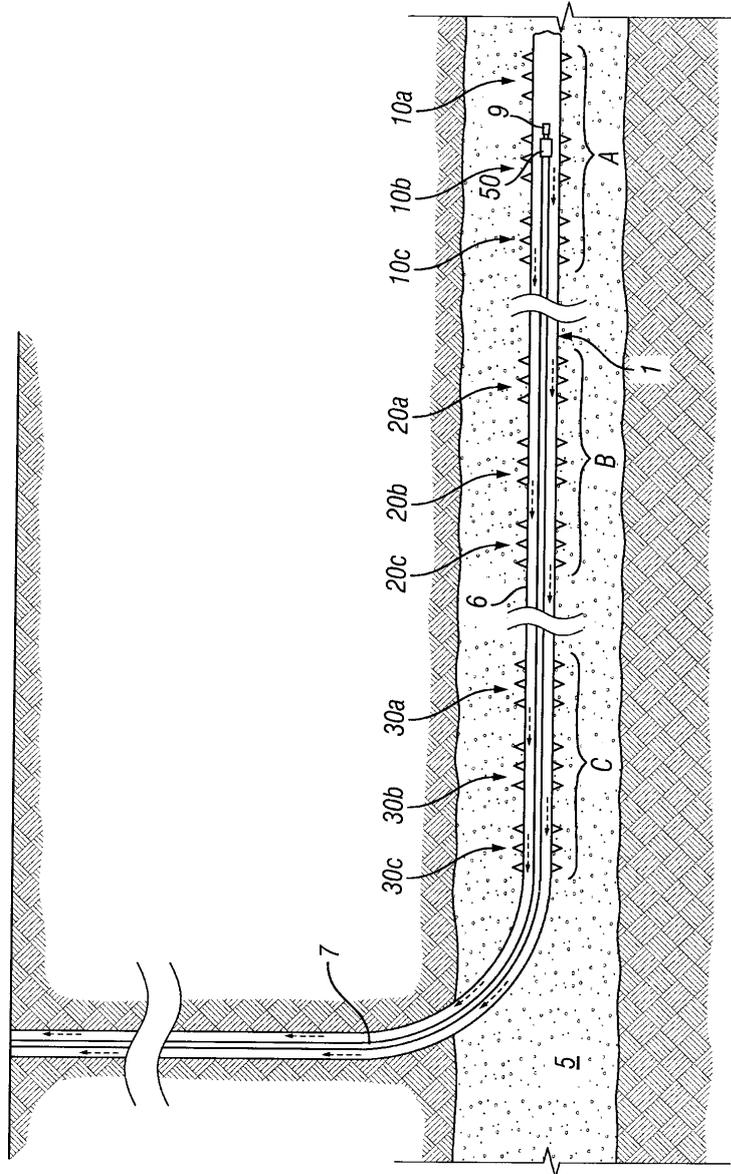
20. Способ по п.19, включающий размещение третьего отклоняющего материала в
40 непосредственной близости к третьей области, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта, до размещения уплотнительного элемента со стороны устья скважины перед второй областью, в которой ранее был проведен гидравлический разрыв пласта.

1/11



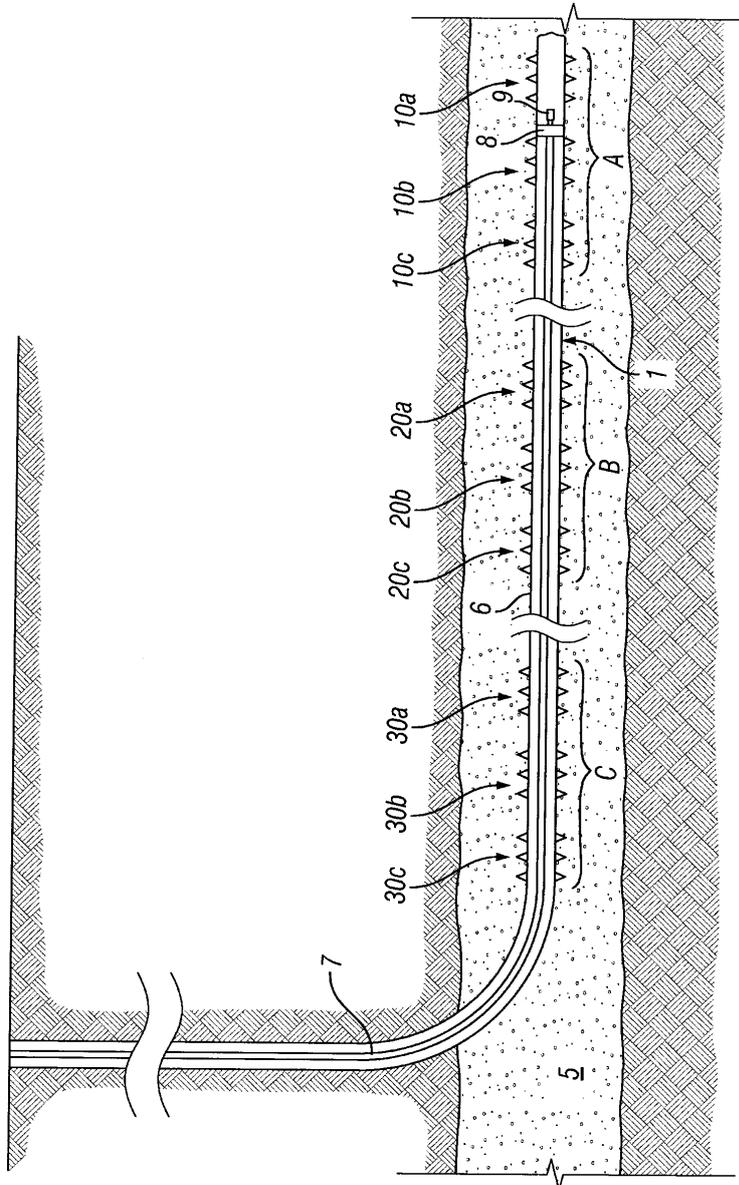
ФИГ. 1

2/11

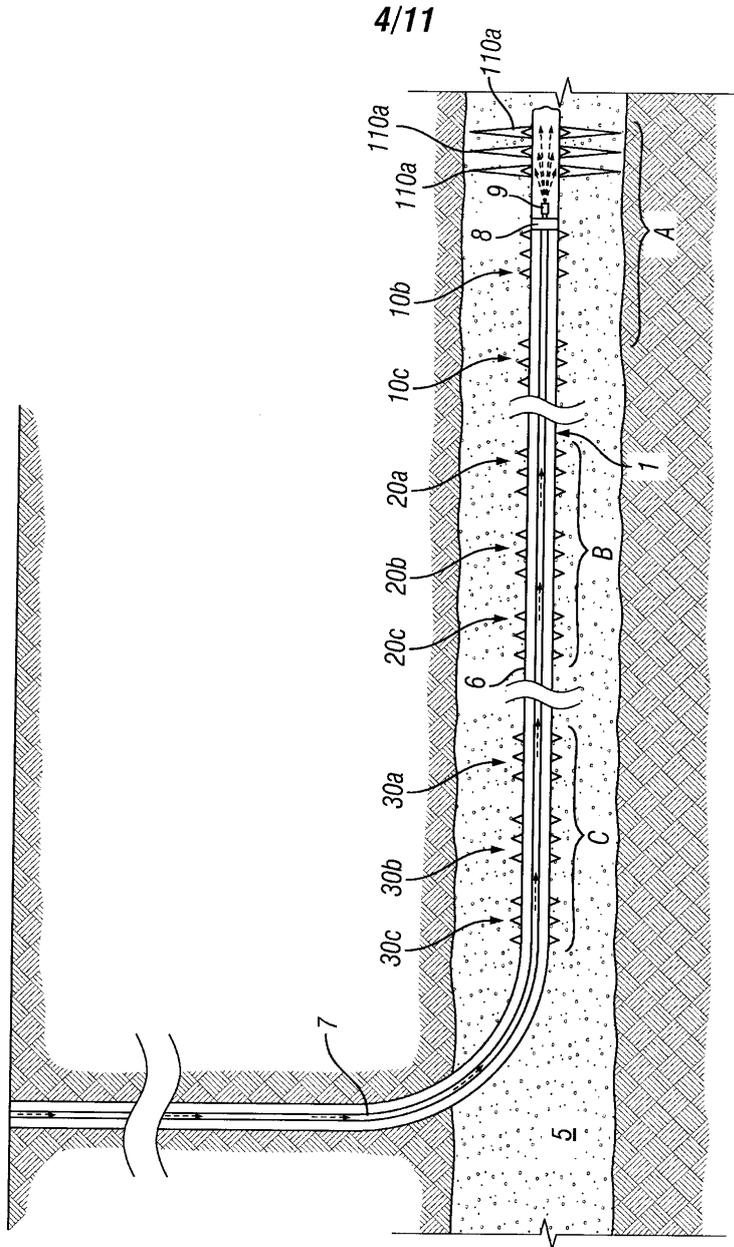


ФИГ. 2

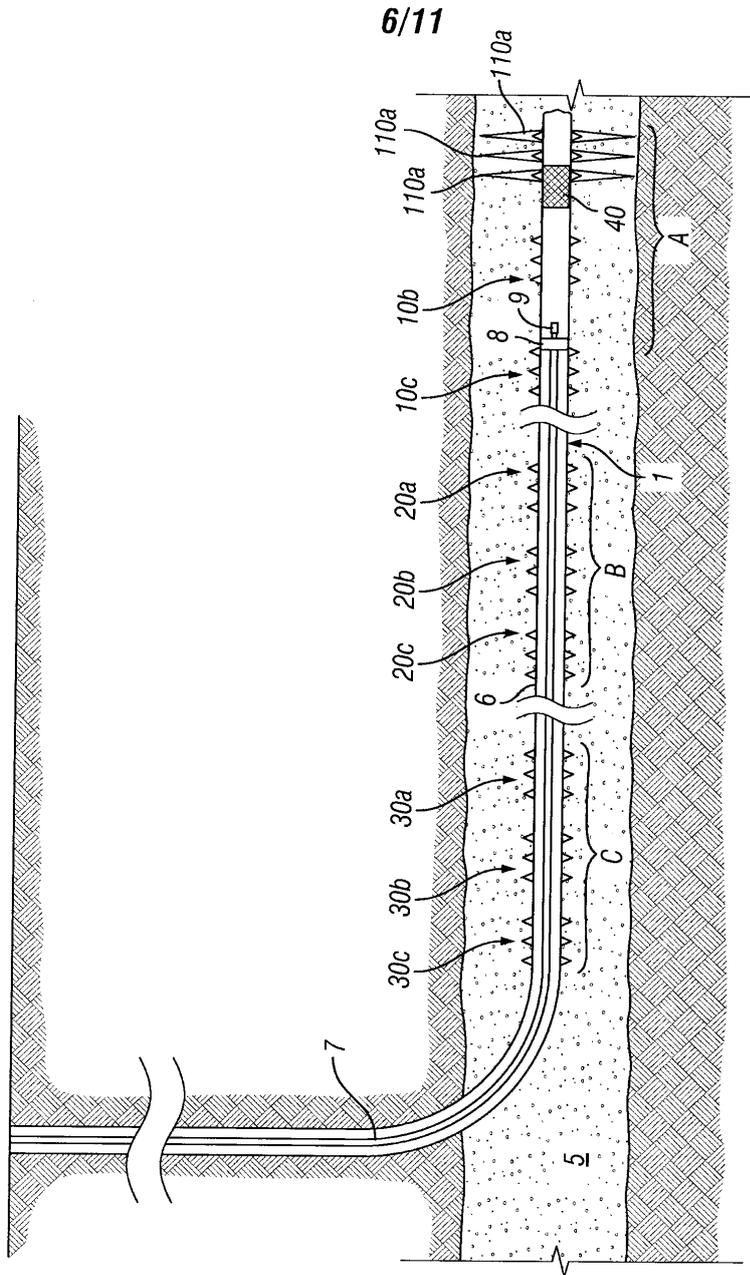
3/11



ФИГ. 3

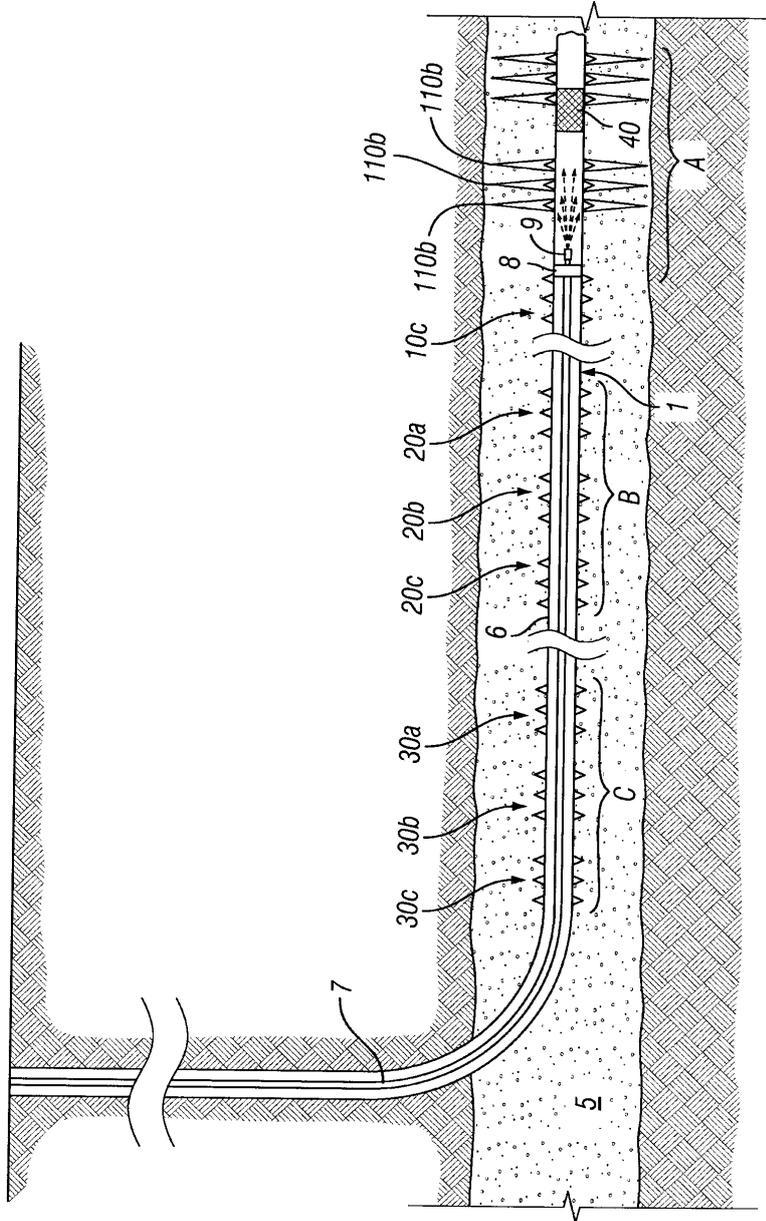


ФИГ. 4



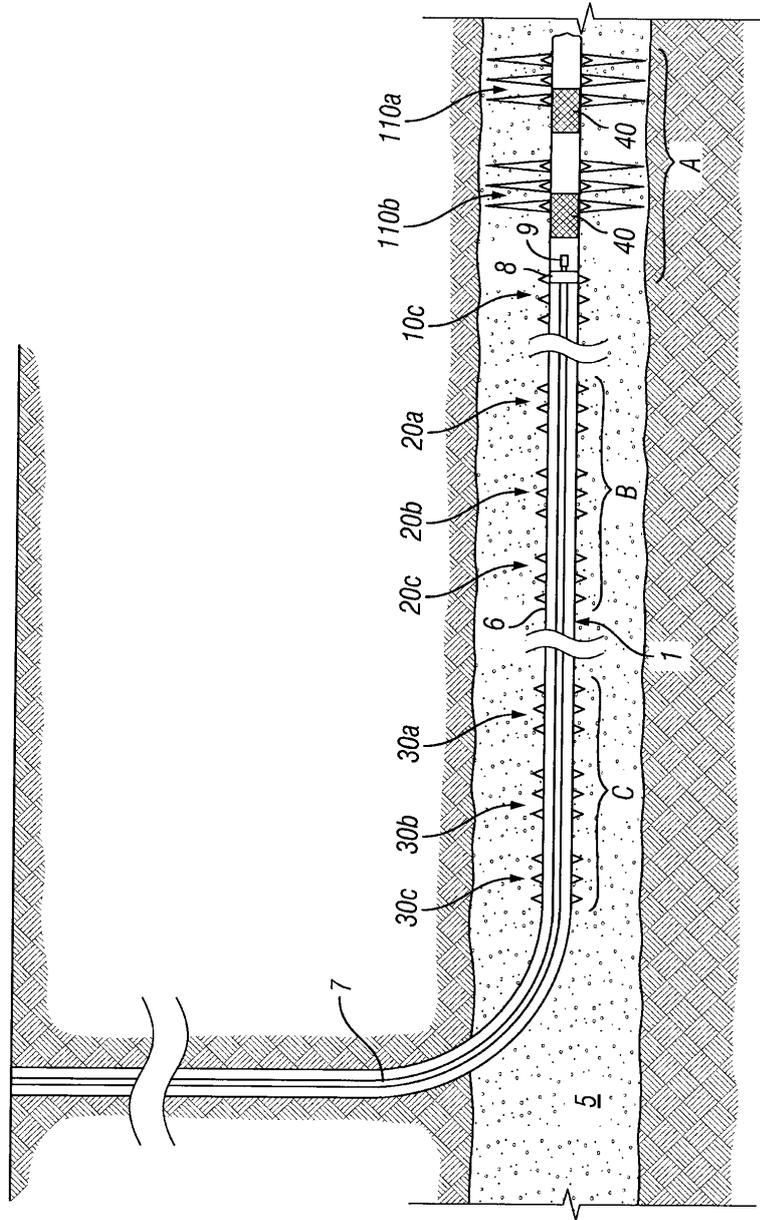
ФИГ. 6

7/11



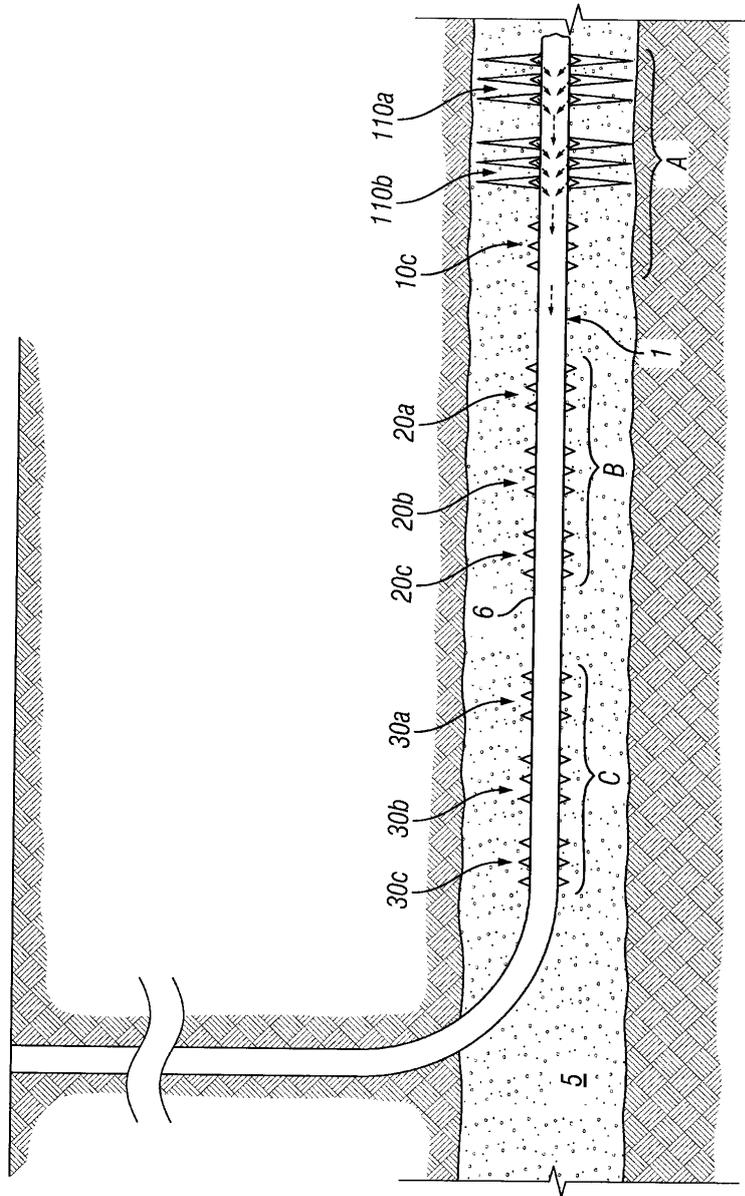
ФИГ. 7

8/11

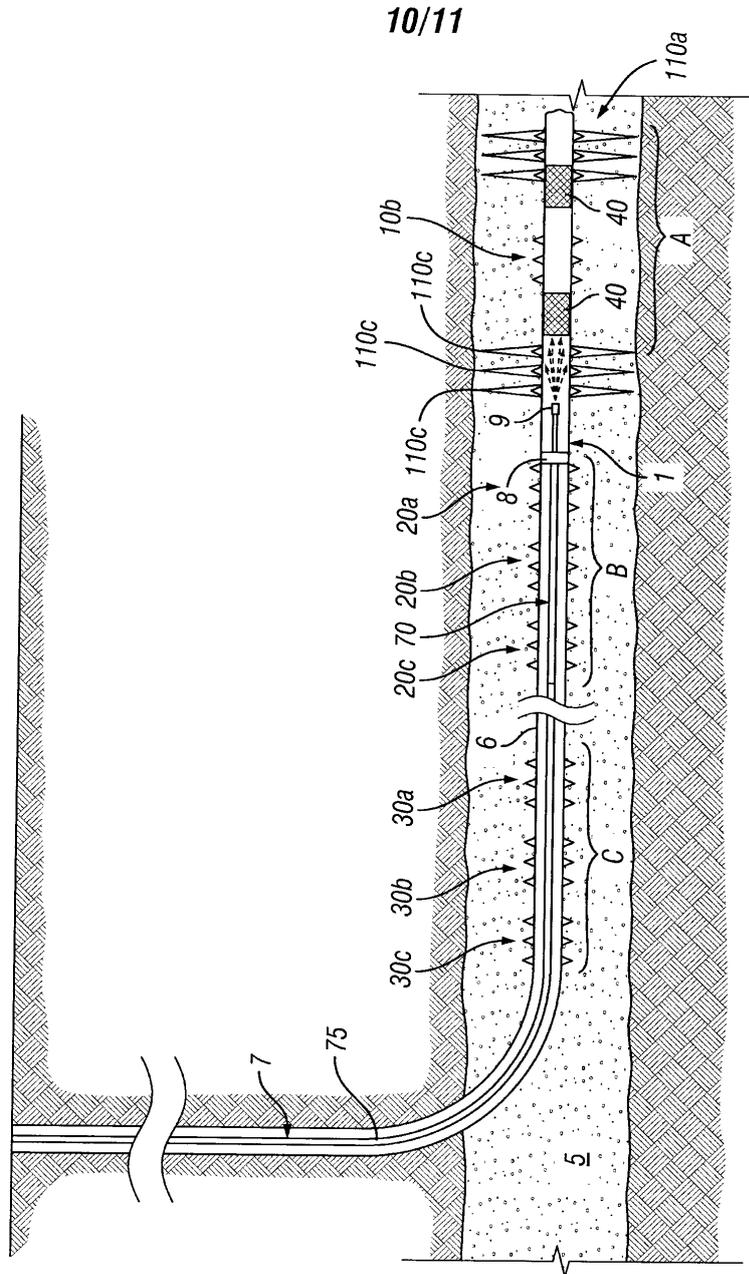


ФИГ. 8

9/11



ФИГ. 9



ФИГ. 10

