

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046181**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.02.14

(51) Int. Cl. *E21B 33/13* (2006.01)
C09K 8/64 (2006.01)

(21) Номер заявки
202192096

(22) Дата подачи заявки
2019.12.10

(54) **ТЕХНОЛОГИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ОБВОДНЕННОСТИ И ПОВЫШЕНИЮ ДЕБИТА НЕФТИ ЗАПОЛНЕНИЕМ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН ДЛЯ ТРЕЩИНОВАТЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИМИ ЧАСТИЦАМИ**

(31) **201910084658.8**

(32) **2019.01.29**

(33) **CN**

(43) **2021.11.29**

(86) **PCT/CN2019/124222**

(87) **WO 2020/155861 2020.08.06**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АНТОН БАЙЛИН ОЙЛФИЛД
ТЕКНОЛОДЖИ (БЕЙДЖИНГ) КО.,
ЛТД. (CN)**

(72) Изобретатель:
**Пей Байлинь, Чжан Сунмэй, Фэн
Гоцзян, Ван Хайлун (CN)**

(74) Представитель:
**Гизатуллина Е.М., Угрюмов В.М.,
Христофоров А.А., Строкова О.В.,
Гизатуллин Ш.Ф., Костюшенкова
М.Ю., Парамонова К.В., Прищепный
С.В. (RU)**

(56) **CN-A-109653707
CN-A-108442895
CN-A-102604605
CN-A-103509537
CN-A-107664020
CN-A-103015945
CN-A-1594827
US-A1-2011303411**

(57) Предложен способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, который включает следующие стадии: (1) закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в ствол скважины и трещину через устье скважины, пока не будет достигнуто или превышено давление расширения разрыва/трещины пласта, или пока не приблизится к нулю закачиваемое количество на единицу инъекционного давления, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе; (2) ввод скважины в эксплуатацию. Настоящее изобретение эффективно решает проблему проскальзывания воды и поступления воды, присутствующей в разнообразных трещинах, посредством прямого заполнения и восстановительного заполнения трещин, прямого заполнения кольцевого пространства и заполнение из водонагнетательной скважины в эксплуатационную скважину. В частности, когда используется при двух значениях давления поэтапное напорное заполнение и восстановительное заполнение, герметизирующие частицы плавно поступают в неоткрытые трещины, таким образом, что успешно улучшается эффект изолирования трещин, уменьшается гидропроводность разнообразных трещин, и сокращается поступление воды в скважину; при этом дополнительно улучшается градиент давления в течение производства матрицы, повышается возможность производства матричной нефти и газа, и, соответственно, увеличивается коэффициент извлечения.

046181 B1

046181 B1

Область техники настоящего изобретения

Настоящее изобретение относится к области техники эксплуатации нефтегазовых скважин и предлагает способ эксплуатации нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора и, в частности, способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти.

Уровень техники настоящего изобретения

Трещиноватые нефтегазоносные пласты-коллекторы (залежи) распространены настолько, что они составляют приблизительно половину существующих общих залежей. В трещиноватых нефтегазовых коллекторах осуществляется эксплуатация заводнением, которая представляет собой, главным образом, донное заводнение, краевое заводнение, нагнетательное заводнение от водонагнетательной скважины и т.п. Вследствие существования трещин, в каналах возникает значительный поток воды в процессе применения заводнения, таким образом, что прорыв воды в нефтегазовой скважине направляется вперед, создавая очень высокую обводненность нефтяной скважины и значительно сокращая производство нефти. Фактические производственные процессы показывают, что чем больше масштаб распространения трещин, тем выше пропускная способность образования каналов. Высокие углы наклона трещин упрощают проникновение донной воды через канал в эксплуатационную скважину. Хотя, например, определенная горизонтальная скважина имеет нефтяной слой с толщиной вплоть до десятков метров, обводненность нефтяной скважины составляет вплоть до 50% в первый день ввода скважины в эксплуатацию вследствие существования трещин. Горизонтальные трещины, проходящие большие расстояния, проявляют тенденцию к направлению краевой воды и закачиваемой воды из водонагнетательной скважины через канал в эксплуатационную скважину. Например, нефтегазоносный пласт-коллектор содержит водонагнетательную скважину и эксплуатационную скважину, которые разделяет расстояние, составляющее 700 метров, и требуется лишь неделя, чтобы вода через канал поступила из водонагнетательной скважины в эксплуатационную скважину. Причины многочисленных трещин в нефтегазоносных пластах-коллекторах обуславливают два аспекта, из которых один аспект представляет собой разрыв, сдвиг и другие движения нефтегазоносного пласта-коллектора и окружающих пластов под действием напряженного состояния земной коры, в результате чего возникают трещины, имеющие относительно большую площадь растрескивания; а другой аспект представляет собой растворение, которое вызывает дополнительное увеличение ширины трещины. Благодаря образующимся при растворении щелям и каналам, трещины имеют высокую гидропроводность, даже если на них воздействует давление вышележащего пласта.

Как показала практика, трещины, которые существуют в эксплуатационных нефтегазовых скважинах, принимают разнообразные структурные формы: некоторые трещины являются частично открытыми, представляя собой открытые трещины, у стенки буровой скважины с относительно высокой степенью открытия; некоторые трещины имеют двухсторонние поверхности, которые находятся в частичном контакте друг с другом, таким образом, что степень открытия является очень низкой; некоторые трещины имеют отверстия, которые почти полностью закрыты у стенки буровой скважины под действием пластового давления, но для трещин этого типа (т.е. неоткрытых трещин) все же существует возможность открытия под действием давления внутри скважины; кроме того, существуют некоторые открытые трещины, которые изолированы буровым шламом или крупными осколками выбуренной горной породы, таким образом, что отверстия закрываются.

Одна из проблем, причиной которых являются трещины в течение производства нефти и газа, заключается в том, что является очень высокой обводненность производимой жидкости. Это обусловлено тем, что, с одной стороны, трещины имеют чрезвычайно высокую гидропроводность, например, гидропроводность трещины, ширина которой составляет 1 мм, является эквивалентной гидропроводности производственной секции скважины, у которой длина составляет 400 м, и проницаемость матрицы составляет 0,2 дарси; с другой стороны, нефть в трещинах вытесняется водой вскоре после начала производства, таким образом, что выход воды из трещин дополнительно увеличивается вследствие высокого соотношения вязкости нефти и воды, например, вязкость воды обычно составляет менее чем 0,8 мПа·с в условиях коллектора, в то время как вязкость нефти обычно составляет десятки мПа·с, и при этом соотношение вязкости нефти и воды составляет более 10 и даже может составлять несколько сотен. Если не приняты ограничительные технические меры, обводненность трещиноватых газоносных пластов-коллекторов может составлять более чем 90%, и в результате этого производство нефти значительно сокращается. Другая проблема, которую вызывают трещины в течение производства нефти и газа представляет собой снижение эффективности извлечения пластовой матрицы. Причина заключается в том, что вследствие присутствия трещин оказывается весьма низким градиент давления внутри секции, содержащей трещины, что, в свою очередь, приводит к очень низкому градиенту матричного давления вокруг трещин, и в результате чего наблюдается очень низкий коэффициент извлечения нефтегазодобывающей скважины; это явление возникает не только в открытых трещинах, но также в неоткрытых трещинах.

В заключение необходимо отметить, что в процессе эксплуатации трещиноватого нефтегазонасного пласта-коллектора должны быть приняты специальные технические меры, чтобы изолировать трещины производственной секции таким образом, чтобы ограничить поступление воды и увеличить производство нефти. В документах предшествующего уровня техники раскрыты способ изоляции с применением геля, способ изоляции с применением химического реагента и аналогичные способы. Способ изоляции с применением геля представляет собой наиболее широко используемый способ, но все же оказывается затруднительным определение надлежащей прочности геля в практических приложениях, и если прочность геля оказывается чрезмерно высокой, становится затруднительным закачивание геля в трещины; с другой стороны, если прочность геля является чрезмерно низкой, гель оказывается неприменимым в процессе производства, поскольку он делает изоляцию неэффективной. В способе изоляции с применением геля и в способе изоляции с применением геля может находить применение загуститель или аналогичное вещество в качестве блокирующей среды, но оказывают свое воздействие экстремальные условия подземной изолирующей среды, такие высокая температура, высокая соленость и другие условия, и изолирующая среда проявляет тенденцию к разложению и потере эффективности, причем срок эксплуатации изолирующей среды редко превышает три месяца. В документе WO2011/069339 раскрыто техническое решение, предотвращающее образование каналов в производственной секции нефтегазовой скважины посредством герметизирующих частиц, но в настоящем изобретении не содержится непосредственное техническое предложение о возможном применении герметизирующих частиц в нефтегазовых скважинах трещиноватого нефтегазонасного пласта-коллектора в целях изоляции трещин в стволе скважины производственной секции нефтегазовой скважины. По причинам, которые описаны выше, проблема выхода воды в нефтегазовой скважине трещиноватого нефтегазонасного пласта-коллектора до настоящего времени не получила эффективного решения.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

Цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы преодолеть недостатки предшествующего уровня техники и предложить способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазонасного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, который представляет собой простой и легкий в эксплуатации процесс и производит хороший эффект в отношении изоляции трещин, длительности работы и высокого соотношения расхода и производства.

Для достижения указанных выше целей настоящее изобретение предлагает следующие технические решения:

способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазонасного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, включающий следующие стадии: (a1) закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в ствол скважины и трещину через устье скважины, пока не будет достигнуто или превышено давление расширения разрыва/трещины пласта, или пока не приблизится к нулю закачиваемое количество на единицу инжекционного давления, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе; (a2) ввод в эксплуатацию.

Предпочтительно на стадии (a2), перед вводом скважины в эксплуатацию, способ дополнительно включает следующие стадии: размещение промывочной трубы и обеспечение полного обратного стока герметизирующих частиц в стволе скважины.

Предпочтительно способ измерения давления расширения разрыва/трещины пласта включает следующие стадии: (s1) непрерывное закачивание жидкого заполнителя в ствол скважины через устье скважины с постепенным увеличением скорости закачивания; (s2) непрерывное измерение давления в скважине, пока давление в скважине не начнет быстро падать; (s3) наиболее высокое значение давления перед тем, как происходит его быстрое падение, представляет собой давление расширения разрыва/трещины пласта в скважине.

Предпочтительно заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе определяется выражением: $V \geq \rho \cdot L_0$, в котором V представляет собой заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе, L_0 представляет собой полную длину ствола скважины производственной секции; и ρ представляет собой плотность заполнения, причем когда нефтегазовая скважина представляет собой горизонтальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 1,0 м³/м, и когда нефтегазовая скважина представляет собой вертикальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 5,0 м³/м.

Предпочтительно размер частицы в случае герметизирующих частиц составляет от 0,05 до 5 мм.

Предпочтительно плотность герметизирующих частиц составляет от 0,7 до 1,4 г/см³ (истинная плотность).

Предпочтительно плотность герметизирующих частиц составляет от 0,9 до 1,08 г/см³ (истинная плотность).

Предпочтительно герметизирующие частицы изготовлены из полиэтилена, полиэтилена высокой плотности, полипропилена, поливинилхлорида или сшитого сополимера стирола и дивинилбензола.

Предпочтительно герметизирующие частицы имеют сферическую структуру.

Предпочтительно концентрация герметизирующих частиц в жидком наполнителе составляет от 1 до 20% (по объему).

Для достижения указанных выше целей настоящее изобретение дополнительно предлагает следующие технические решения:

способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, причем нефтегазовая скважина имеет ствол скважины, внутри которого находится трубчатый фильтр, при этом пакер находится в верхней части трубчатого фильтра, и пакер содержит заполнительный канал для закачивания жидкого заполнителя, причем способ включает следующие стадии: (b1) непрерывное закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в кольцевое пространство и трещину через заполнительный канал, находящийся в пакере, пока не будет достигнуто или превышено давление расширения разрыва/трещины пласта, или пока не приблизится к нулю закачиваемое количество на единицу инъекционного давления, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в наполнителе; (b2) уменьшение скорости закачивания жидкого заполнителя и обеспечение меньшего давления заполнения, чем давление расширения разрыва/трещины пласта, непрерывное закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, пока все кольцевое пространство не будет наполнено герметизирующими частицами, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в наполнителе; (b3) закрытие заполнительного канала и ввод скважины в эксплуатацию.

Предпочтительно трубчатый фильтр представляет собой регулирующий воду трубчатый фильтр.

Предпочтительно скорость закачивания жидкого заполнителя на стадии (b2) составляет менее чем скорость производства жидкости после того, как скважина введена в эксплуатацию.

Предпочтительно способ измерения давления расширения разрыва/трещины пласта включает следующие стадии: (s1) непрерывное закачивание жидкого заполнителя в ствол скважины через устье скважины с постепенным увеличением скорости закачивания; (s2) непрерывное измерение давления в скважине, пока давление в скважине не начнет быстро падать; (s3) наиболее высокое значение давления перед тем, как происходит его быстрое падение, представляет собой давление расширения разрыва/трещины пласта.

Предпочтительно заданное количество герметизирующих частиц в наполнителе определяется выражением: $V \geq \rho \cdot L_0$, в котором V представляет собой заданное количество герметизирующих частиц в наполнителе, L_0 представляет собой полную длину ствола скважины производственной секции; и ρ представляет собой плотность заполнения, причем когда нефтегазовая скважина представляет собой горизонтальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 1,0 м³/м, и когда нефтегазовая скважина представляет собой вертикальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 5,0 м³/м.

Предпочтительно заполнение герметизирующими частицами всего кольцевого пространства может быть определено следующим образом: когда жидкий наполнитель закачивается при постоянной скорости, непрерывное измерение давления в скважине, пока давление в скважине не увеличится до заданного давления, затем определение того, что все кольцевое пространство наполнено герметизирующими частицами; или когда жидкий наполнитель закачивается при постоянном давлении, непрерывное измерение скорости потока жидкого заполнителя, пока скорость потока не уменьшится до заданной скорости потока, затем определение того, что все кольцевое пространство наполнено герметизирующими частицами.

Предпочтительно герметизирующие частицы имеют сферическую структуру, и размер частицы в случае герметизирующих частиц составляет от 0,05 до 5 мм.

Предпочтительно плотность герметизирующих частиц составляет от 0,7 до 1,4 г/см³ (истинная плотность).

Предпочтительно плотность герметизирующих частиц составляет от 0,9 до 1,08 г/см³ (истинная плотность).

Предпочтительно герметизирующие частицы изготовлены из полиэтилена, полиэтилена высокой плотности, полипропилена, поливинилхлорида или сшитого сополимера стирола и дивинилбензола.

Предпочтительно концентрация герметизирующих частиц в жидком наполнителе составляет от 1 до 20% (по объему).

Для достижения указанных выше целей настоящее изобретение дополнительно предлагает следующие технические решения:

способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, причем нефтегазовая скважина содержит одну или несколько эксплуатационных скважин и одну или несколько водонагнетательных скважин, взаимодействующих с эксплуатационными скважинами, причем способ включает следующие стадии: (c1) закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в ствол скважины, представляющей собой водонагнетательную скважину, и трещина

через устье скважины, представляющей собой водонагнетательную скважину, пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе; (с2) ввод скважины в эксплуатацию или начало нормальной эксплуатации.

Предпочтительно эксплуатационная скважина содержит трубчатый фильтр или регулирующий воду трубчатый фильтр.

Предпочтительно герметизирующие частицы имеют сферическую структуру, и размер частицы в случае герметизирующих частиц составляет от 0,05 до 5 мм.

Предпочтительно плотность герметизирующих частиц составляет от 0,7 до 1,4 г/см³ (истинная плотность).

Предпочтительно плотность герметизирующих частиц составляет от 0,9 до 1,08 г/см³ (истинная плотность).

Предпочтительно герметизирующие частицы изготовлены из полиэтилена, полиэтилена высокой плотности, полипропилена, поливинилхлорида или сшитого сополимера стирола и дивинилбензола.

Предпочтительно концентрация герметизирующих частиц в жидком заполнителе составляет от 1 до 20% (по объему).

Для достижения указанных выше целей настоящее изобретение дополнительно предлагает следующие технические решения:

способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения содержания воды и увеличения производства нефти, включающий следующие стадии: (d1) закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в ствол скважины и трещину через устье скважины; (d2) ввод скважины в эксплуатацию. Скорость закачивания жидкого заполнителя на стадии (d1) составляет менее чем скорость производства жидкости после того, как скважина введена в эксплуатацию на стадии (d2).

Предпочтительно стадия (d2) дополнительно включает следующую стадию перед вводом в эксплуатацию: удаление жидкости из ствола скважины посредством насоса, установленного в стволе скважины, в котором скорость, с которой жидкость удаляется посредством насоса, составляет более чем скорость закачивания жидкого заполнителя.

Предпочтительно удаляемый объем жидкости в стволе скважины составляет более чем закачиваемый объем жидкого заполнителя.

Предпочтительно стадия (d2) дополнительно включает следующую стадию перед вводом в эксплуатацию: производство жидкости в стволе скважины способом искусственного подъема, в котором скорость производства жидкости составляет более чем скорость закачивания жидкого заполнителя.

Предпочтительно объем жидкости, производимой в стволе скважины, составляет более чем закачиваемый объем жидкого заполнителя.

Предпочтительно на стадии (d1) закачиваемый объем герметизирующих частиц составляет от одного до 12-кратного объема кольцевого пространства.

Предпочтительно трубчатый фильтр или регулирующий воду трубчатый фильтр присутствует в стволе скважины, пакер присутствует в верхней части трубчатого фильтра, пакер содержит заполнительный канал для закачивания жидкого заполнителя, и жидкий заполнитель закачивается в кольцевое пространство и трещину через заполнительный канал, находящийся в пакере.

Предпочтительно размер частицы в случае герметизирующих частиц составляет от 0,05 до 5 мм.

Предпочтительно плотность герметизирующих частиц составляет от 0,7 до 1,4 г/см³ (истинная плотность).

Предпочтительно плотность герметизирующих частиц составляет от 0,9 до 1,08 г/см³ (истинная плотность).

Предпочтительно герметизирующие частицы изготовлены из полиэтилена, полиэтилена высокой плотности, полипропилена, поливинилхлорида или сшитого сополимера стирола и дивинилбензола.

Предпочтительно герметизирующие частицы имеют сферическую структуру.

Предпочтительно концентрация герметизирующих частиц в жидком заполнителе составляет от 1 до 20% (по объему).

Настоящее изобретение относится к способу заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения содержания воды и увеличения производства нефти, который может эффективно решать проблему проскальзывания воды и поступления воды, присутствующей в разнообразных трещинах, посредством прямого заполнения и восстановительного заполнения трещин герметизирующими частицами, прямого заполнения кольцевого пространства, обратного потока герметизирующих частиц из трещин в кольцевое пространство и заполнения из водонагнетательной скважины в эксплуатационную скважину. В частности, когда используется при двух значениях давления поэтапное напорное заполнение и восстановительное заполнение, герметизирующие частицы плавно поступают в узко открытые трещины и неоткрытые трещины таким образом, что существенно улучшается эффект изолирования трещин, уменьшается гидропроводность разнообразных трещин, и сокращается поступление воды из скважины; при этом дополнительно улучшается градиент давления в течение производства матрицы, увеличивается возможность производства матрич-

ной нефти и газа, и, соответственно, повышается коэффициент извлечения.

Краткое описание фигур

На фиг. 1 представлена схематическая иллюстрация конструкции нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора;

на фиг. 2 представлена схематическая иллюстрация конструкции нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора, которая представлена на фиг. 1, после заполнения соответствующих трещин с применением способа заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, как описано в варианте осуществления 1;

на фиг. 3 представлена схематическая иллюстрация конструкции нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора, которая представлена на фиг. 1, после заполнения соответствующих трещин и кольцевого пространства с применением способа заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, как описано в варианте осуществления 2;

на фиг. 4 представлена схематическая иллюстрация конструкции нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора, которая представлена на фиг. 1, после заполнения соответствующих трещин и кольцевого пространства с применением способа заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, как описано в варианте осуществления.

Список условных обозначений:

1 - фонтанное устьевое оборудование, 2 - обсадная труба нефтяной скважины, 3 - стенка производственной секции буровой скважины, 4 - трещина А, 5 - трещина В, 6 - неоткрытая трещина С, 7 - почти горизонтальная трещина D, 8 - поверхность, 9 - вышележащий пласт, 10 - нефтяная зона (трещиноватый нефтегазоносный пласт-коллектор), 11 - донная вода, 12 - герметизирующие частицы, 13 - пакер, 14 - кольцевое пространство, 15 - трубчатый фильтр, 16 - регулирующий воду трубчатый фильтр.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

В следующем описании будут подробно обсуждаться конкретные варианты осуществления способа заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти в сочетании с фиг. 1-4. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти в соответствии с настоящим изобретением не ограничивается описаниями следующих вариантов осуществления.

Термины, используемые в настоящем изобретении, определены следующим образом: "трубчатый фильтр" также известен в промышленности как скважинный фильтр или песчаный фильтр; "регулирующий воду трубчатый фильтр" также известен в промышленности как скважинный регулирующий поток фильтр или регулирующий поток песчаный фильтр, регулирующий поток трубчатый фильтр или регулирующий воду песчаный фильтр; по сравнению с нефтью, регулирующий воду трубчатый фильтр с дополнительным гидравлическим сопротивлением для воды называется AICD (автономное устройство регулирования притока), и регулирующий воду трубчатый фильтр без дополнительного гидравлического сопротивления для воды называется ICD (устройство регулирования притока), и оба устройства AICD и ICD относятся к концепции регулирующего воду трубчатого фильтра; "кольцевое пространство" означает кольцевое пространство между трубчатым фильтром (или регулирующим воду трубчатым фильтром) и стенкой буровой скважины. Согласно настоящему изобретению оба конца трубчатого фильтра (или регулирующего воду трубчатого фильтра) имеют закрытые конструкции, например, оба конца закрыты с применением таких приспособлений, как пробки; давление заполнения, давление в скважине, давление расширения разрыва/трещины пласта и аналогичные термины означают давление, преобразованное в пласт; плотность или объем герметизирующих частиц означает истинную плотность или объем, но на насыпную плотность или объем; скорость заполнения жидкого заполнителя, скорость производства жидкости и скорость вытеснения жидкости из ствола скважины с применением откачивания, как описано в настоящем документе означают объем жидкого заполнителя, протекающий через устье скважины в единицу времени; технология регулирования поступления воды с применением системы непрерывных герметизирующих частиц в стволе скважины представляет собой технологию регулирования поступления воды посредством объединенного действия регулирующего воду трубчатого фильтра в стволе скважины и кольца из непрерывных герметизирующих частиц в кольцевом пространстве.

На фиг. 1 представлена иллюстрация традиционной нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора. Нефтяная зона 10 представляет собой трещиноватый нефтегазоносный пласт-коллектор и имеет сложную структуру трещин. В частности, трещина А и трещина В находятся в непосредственном сообщении между донной водой и производственной секцией ствола скважины. Ширина открытой трещины А составляет менее чем размер частицы (диаметр частицы) в случае герметизирующих частиц, ширина открытой трещины В составляет более чем размер частицы в случае герметизирующих частиц, и трещина С представляет собой неоткрытую трещину, которая находится в сообщении с трещиной В через почти горизонтальную трещину D.

Вариант осуществления 1.

Согласно этому варианту осуществления предложен способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти. Способ обеспечивает непосредственное заполнение герметизирующими частицами, поступающими в ствол скважины и трещину, чтобы изолировать трещину, и, в частности, включает следующие стадии: (a1) закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в ствол скважины и трещину через устье скважины; пока не будет достигнуто или превышено давление расширения разрыва/трещины пласта, или пока не приблизится к нулю закачиваемое количество на единицу инъекционного давления, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе; (a2.1) размещение промывочной трубы и обеспечение полного обратного стока герметизирующих частиц в стволе скважины; и (a2.2) ввод скважины в эксплуатацию.

На описанной выше стадии (a1) существуют три критерия для прекращения закачивания жидкого заполнителя, которые соответствуют производственным секциям ствола скважины, содержащим различные конструкции и различные трещины, соответственно. В практических приложениях закачивание жидкого заполнителя может быть прекращено, если выполнен любой из трех критериев. В частности, в первом случае, в котором трещина заполняется с равномерной скоростью (но без ограничения "постоянной скоростью", поскольку скорость может медленно изменяться в определенном диапазоне), если трещина, т.е. кольцевое пространство, полностью заполняется герметизирующими частицами, и может быть достигнуто изолирование трещины, давление постепенно увеличивается, пока не будет достигнуто или превышено давление расширения разрыва/трещины пласта, то выполняется критерий прекращения заполнения. Во втором случае, в котором жидкий заполнитель закачивается непрерывно при постоянном давлении, если трещина, т.е. кольцевое пространство, полностью заполняется герметизирующими частицами, и может быть достигнуто полное или почти полное изолирование трещины, поток закачивания на единицу инъекционного давления будет постепенно уменьшаться, пока он не приблизится к нулю или не примет малое значение, которое будет оставаться постоянным (например, составляя менее чем одну пятую или одну десятую часть начального инъекционного давления), то выполняется критерий прекращения заполнения. В третьем случае, в котором давление расширения разрыва/трещины пласта не достигается или не превышает после полного введения заданного количества герметизирующих частиц, и закачиваемое количество на единицу инъекционного давления все же остается высоким или не уменьшается в значительной степени, то существует большая трещина, которая не может быть непосредственно изолирована, и эта трещина может быть изолирована посредством восстановительного заполнения, как описано ниже.

На описанной выше стадии (a1) оказывается наиболее эффективным способ заполнения посредством закачивания жидкого заполнителя при равномерной скорости, пока его конечное давление (или давление прекращения закачивания) не становится таким же или составляющим более чем давление расширения разрыва/трещины пласта; предпочтительнее заполнение может быть продолжено в течение некоторого периода времени после того, как давление заполнения становится таким же или превышает давление расширения разрыва/трещины пласта, таким образом, что герметизирующие частицы в достаточном количестве поступают в трещину. Причина заключается в том, что давление расширения разрыва/трещины пласта представляет собой давление расширения начальной трещины, и, с одной стороны, давление может дополнительно увеличивать открытие трещины, таким образом, что герметизирующие частицы в большем количестве могут закачиваться в трещину, и может быть достигнут улучшенный изолирующий эффект (например, начальная трещина имеет ширину, составляющую лишь 0,3 мм, и трещина слегка расширяется посредством увеличения давления заполнения, таким образом, что в трещину могут поступать в большем количестве герметизирующие частицы, для которых размер частицы составляет 0,5 мм); с другой стороны, под действием давления некоторые неоткрытые трещины могут открываться, обеспечивая поступление герметизирующих частиц в трещины, таким образом, что неоткрытые трещины являются изолированными.

В частности, оценка давления расширения разрыва/трещины пласта должна быть осуществлена заблаговременно, и соответствующий способ измерения включает следующие стадии: (s1) подключение манометра и расходомера в устье скважины, непрерывное закачивание жидкого заполнителя (жидкого заполнителя без герметизирующих частиц) в ствол скважины через устье скважины с постепенным увеличением скорости закачивания, и непрерывное увеличение давления в скважине; (s2) непрерывное измерение давления в скважине, пока давление в скважине не испытает быстрое падение, причем это падение представляет собой значительное и резкое падение и может быть легко идентифицировано; причина этого падения заключается в том, что пласт или трещина в сообщении со стволом скважины расклинивается и открывается под действием давления, таким образом, что всасывающая способность пласта значительно увеличивается, и происходит быстрая потеря жидкого заполнителя в стволе скважины; таким образом, давление может разрушать пласт и может разрушать трещину и расширять трещину; (s3) наиболее высокое значение давления перед тем, как происходит его быстрое падение, представляет собой давление расширения разрыва/трещины пласта.

На описанной выше стадии (a1) герметизирующие частицы с соответствующими размерами частиц могут быть выбраны для изоирования в зависимости от степени открытия трещины. Однако для некоторых трещин, имеющих большое открытие, большой объем трещинного пространства в сообщении с неоткрытой трещиной и почти горизонтальной трещиной или в непосредственном сообщении с донной водой, закачиваемые герметизирующие частицы могут утекать, таким образом, что становится затруднительным полное изоирование трещин, а также становится затруднительным достижение давления расширения разрыва/трещины пласта, и тогда "достижение заданного количества герметизирующих частиц в заполнителе" может рассматриваться как показатель для прекращения заполнения.

После того, как заполнение завершается, осуществляется стадия (a2.1), представляющая собой обеспечение полного обратного стока герметизирующих частиц в стволе скважины и извлечение текущих обратно герметизирующих частиц. В то же время, уменьшается давление в скважине, сокращается открытие трещины, и герметизирующие частицы в трещине могут вызывать такое явление, как "восстановительное заполнение", то есть герметизирующие частицы в трещине движутся обратно в направлении ствола скважины производственной секции, что соответствует направлению движения текущей среды (очевидно, после снятия давления заполнения и начала производства явление "восстановительного заполнения" становится более выраженным). Однако поскольку степень открытия трещины уменьшается, некоторые из герметизирующих частиц могут все же оставаться изолированными и запертыми в трещине, и трещина остается изолированной. Как представлено на фиг. 2, после того, как завершается стадия (a2.1), как трещина А, так и трещина В оказывается изолированной герметизирующими частицами; предпочтительно даже почти горизонтальная трещина D и открытая трещина С (не представленная на фиг. 2-4) могут быть изолированы с применением способа согласно настоящему изобретению. Поскольку на следующей стадии (a2.2) производственного процесса трещина является эффективно изолированной герметизирующими частицами, может быть значительно сокращена обводненность производимой жидкости, и может быть значительно повышена эффективность производства.

Согласно данному способу заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе на стадии (a1) может быть определено выражением $V \geq \rho \cdot L_0$, в котором V представляет собой заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе, L_0 представляет собой полную длину ствола скважины производственной секции; и ρ представляет собой плотность заполнения, которая означает объем, заполненный герметизирующими частицами в стволе скважины производственной секции, на единицу длины. Когда нефтегазовая скважина представляет собой горизонтальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 1,0 м³/м. Когда нефтегазовая скважина представляет собой вертикальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 5,0 м³/м. В течение практического сооружения надлежащее значение для количества герметизирующих частиц в заполнителе может быть установлено согласно фактическому размеру трещины и развитию трещины под действием давления. Согласно конкретному варианту осуществления герметизирующие частицы предпочтительно имеют сферическую структуру, в результате чего они проявляют хорошую текучесть; разумеется, также могут быть использованы структуры, принимающие другие формы, такие как пирамиды, квадраты, додекаэдры и другие формы, и при этом размер частицы (т.е. наибольший размер из измерений во всех направлениях) составляет от 0,05 до 5 мм. Герметизирующие частицы изготовлены из полиэтилена, полиэтилена высокой плотности, полипропилена, поливинилхлорида или сшитого сополимера стирола и дивинилбензола, при этом их плотность составляет от 0,7 до 1,4 г/см³ и предпочтительнее от 0,9 до 1,08 г/см³. Герметизирующие частицы должны быть выбраны таким образом, чтобы иметь гладкую поверхность в целях улучшения текучести. Концентрация герметизирующих частиц в жидком заполнителе составляет от 1 до 20% (по объему), и жидкий заполнитель должен проявлять хорошую смазывающую способность. В случае применения вышеупомянутых герметизирующих частиц и жидкого заполнителя, герметизирующие частицы могут легче затекать в трещины вместе с жидким заполнителем.

Вариант осуществления 2.

Вариант осуществления 2 представляет собой дополнительную оптимизацию варианта осуществления 1. Согласно техническому решению варианта осуществления 1 после начала эксплуатации нефтегазовой скважины, поскольку текучая среда, находящаяся в трещине, вытекает из трещины в ствол скважины, текучая среда может увлекать некоторые из частиц, подлежащих извлечению, в ствол скважины и удалять их, в результате чего возникают следующие проблемы: во-первых, после извлечения некоторых герметизирующих частиц из трещин уменьшается степень заполнения трещин герметизирующими частицами, а также уменьшается способность регулирования поступления воды и блокирования потока воды; в частности, для трещин с более широким открытием герметизирующие частицы, которые поступают в трещины, в большом количестве могут быть перемещены в ствол скважины после того, как начинается производство, таким образом, что не могут поддерживаться эффекты изоирования трещин и регулирования поступления воды; во-вторых, удаление герметизирующих частиц может производить определенные воздействия на эксплуатацию скважинного электрического погружного насоса (ESP), например, создавать риск блокирования насоса; в-третьих, герметизирующие частицы могут поступать в инфузионный трубопровод и осаждаться в нем, создавая риск воздействия на инфузию.

В данном отношении, согласно варианту осуществления 2 предложена заблаговременная установка песчаной защитной колонны в нефтегазовой скважине в целях решения указанных выше проблем. В частности, как представлено на фиг. 3, песчаная защитная колонна содержит фильтр, при этом пакер находится в верхней части трубчатого фильтра (т.е. у конца вблизи устья скважины), и пакер содержит дополнительный канал для закачивания жидкого заполнителя; другой конец трубчатого фильтра закрыт такими приспособлениями, как пробка или аналогичное устройство. В целях более подробного описания можно обратиться к техническому решению, раскрытому в полезной модели КНР № 201621200386 "Конструкция для заканчивания нефтегазовой скважины, способная улучшать возможность сокращения поступления воды и увеличения производства нефти".

Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти в соответствии с настоящим вариантом осуществления включает следующие стадии: (b1) открытие заполнительного канала, находящийся в пакере, и непрерывное закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в кольцевое пространство и трещину через заполнительный канал; пока не будет достигнуто или превышено давление расширения разрыва/трещины пласта, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе; (b2) уменьшение скорости закачивания жидкого заполнителя, причем скорость закачивания жидкого заполнителя может составлять менее чем скорость производства жидкости после того, как производство начинается и обеспечение меньшего давления заполнения, чем давление расширения разрыва/трещины пласта, непрерывное закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, пока все кольцевое пространство не будет наполнено герметизирующими частицами, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе; (b3) закрытие заполнительного канала и ввод скважины в эксплуатацию.

Стадии (b1) и (b2) могут быть определены как первая стадия заполнения и вторая стадия заполнения, соответственно. Первая стадия заполнения осуществляется при давлении заполнения, составляющем более чем давление расширения разрыва/трещины пласта (т.е. давление расширения начальной трещины), главным образом, с целью расширения трещины в максимально возможной степени, чтобы упростить поступление герметизирующих частиц в трещину; вторая стадия заполнения осуществляется при давлении заполнения, составляющем менее чем давление расширения начальной трещины, главным образом, с целью заполнения относительно больших трещин и кольцевого пространства. Посредством заполнения всего кольцевого пространства герметизирующими частицами в течение второй стадии можно не только ингибировать явление извлечения герметизирующих частиц в трещинах в течение производственного процесса, но также производственный процесс может выполнять функцию восстановительного заполнения (когда происходит явление извлечения, герметизирующие частицы, находящиеся в трещинах, движутся в обратном направлении под воздействием движущей силы текучей среды, но изолируются герметизирующими частицами в кольцевом пространстве и не могут поступать в кольцевое пространство, в результате чего они собираются в трещинах вблизи кольцевого пространства, и таким образом, может быть достигнут улучшенный эффект изолирования), таким образом, что могут быть достигнуты эксплуатационные характеристики регулирования поступления воды. Причины применения двухстадийного заполнения заключаются в том, что, во-первых, трещины должны быть заполнены относительно большим количеством герметизирующих частиц в процессе заполнения, но не могут заполняться бесконечно, в противном случае оказывается очень высокой стоимостью и продолжительностью работы; во-вторых, размер частицы в случае герметизирующих частиц, которыми заполнена трещина, и размер частицы в случае герметизирующих частиц, которыми заполнено кольцевое пространство, должны удовлетворять различным требованиям; в-третьих, материал герметизирующих частиц для заполнения трещины и материал герметизирующих частиц для заполнения кольцевого пространства должны удовлетворять различным требованиям. Следует отметить, что вышеупомянутый термин "двухстадийное заполнение" не следует истолковывать в узком смысле как "двойное заполнение", но он может означать, что может быть осуществлено многократное заполнение при различных значениях давления на каждой стадии. Например, в пределах объема способа согласно настоящему изобретению находится осуществление заполнения в сумме $M+N$ раз (оба числа M и N представляют собой натуральные числа), и при этом давление заполнения в течение первых M раз составляет более чем давление расширения разрыва/трещины пласта, и давление заполнения в течение заключительных N раз составляет менее чем давление расширения разрыва/трещины пласта.

На стадии (b2) устанавливается скорость заполнения жидкого заполнителя, которая составляет менее чем скорость производства жидкости после того, как производство начинается, и соответствующая цель заключается в том, что стадия (b2) может быть осуществлена для дополнительного заполнения относительно более широко открытой трещины, однако в случае более широко открытой трещины, которая имеет относительно больший объем и совершенно не может быть полностью заполненной; в конечном счете, она будет заполнена в части, которая расположена вблизи скважины, посредством "восстановительного заполнения", таким образом, чтобы изолировать трещину и регулировать поступление воды. Таким образом, если установленная скорость закачивания жидкого заполнителя на стадии (b2) является

чрезмерно высокой, скорость текучей среды в трещине также оказывается чрезмерно высокой, герметизирующие частицы будут смываться в более дальние положения в трещины, в то время как скорость текучей среды в трещине после начала производства является чрезмерно низкой, герметизирующие частицы у дальнего конца могут не перемещаться в окрестность кольцевого пространства; с другой стороны, если скорость текучей среды в трещине после начала производства составляет более чем скорость текучей среды в течение заполнения, большинство или почти все из герметизирующих частиц можно перемещать в окрестность кольцевого пространства, и в результате этого возникает улучшенный эффект "восстановительного заполнения".

На стадии (b2) заполнение герметизирующими частицами всего кольцевого пространства может быть определено следующим образом: когда жидкий наполнитель закачивается при постоянной скорости, непрерывное измерение давления в скважине, пока давление в скважине не увеличится до заданного давления, затем определение того, что все кольцевое пространство наполнено герметизирующими частицами; или когда жидкий наполнитель закачивается при постоянном давлении, непрерывное измерение скорости потока жидкого наполнителя, пока скорость потока не уменьшится до заданной скорости потока, затем определение того, что все кольцевое пространство наполнено герметизирующими частицами. Установленное давление предпочтительно составляет от трехкратного до пятикратного давления заполнения, и установленная скорость потока предпочтительно составляет от одной трети до одной пятой скорости потока заполнения. Поскольку герметизирующие частицы предпочтительно заполняют трещины, могут присутствовать относительно более крупные трещины, которые не являются полностью заполненными, таким образом, что не все кольцевое пространство является заполненным, то условия прекращения установлены как достижения заданного количества герметизирующих частиц в наполнителе.

Жидкий наполнитель, параметры герметизирующих частиц и стадии, которые не описаны конкретно в настоящем варианте осуществления, являются идентичными тем условиям, которые присутствуют согласно варианту осуществления 1.

Согласно техническому решению, которое предлагает настоящий вариант осуществления, во-первых, поскольку все кольцевое пространство также является заполненным, может быть эффективно предотвращено обратное вытекание герметизирующих частиц, находящихся в трещинах, в кольцевое пространство, которое в противном случае приводило бы к увеличению гидропроводности трещин и уменьшению эффекта регулирования поступления воды; во-вторых, может быть предотвращено воздействие герметизирующих частиц на эксплуатацию электрического погружного насоса; в-третьих, может быть предотвращено осаждение герметизирующих частиц на поверхности трубопроводов, которое воздействует на эксплуатацию поверхности трубопроводов; в-четвертых, герметизирующие частицы могут поступать в трещины, ширина которых составляет менее чем размер частицы в случае герметизирующих частиц, таким образом, что улучшается изолирующая способность герметизирующих частиц, находящихся в трещинах; в-пятых, посредством восстановительного заполнения может быть достигнут улучшенный эффект изолирования трещин при условии применения меньшего количества герметизирующих частиц.

Вариант осуществления 3.

Вариант осуществления 3 представляет собой дополнительную оптимизацию варианта осуществления 2. Техническое решение, описанное в сочетании с вариантом осуществления 2, характеризуют следующие проблемы: во-первых, хотя после того, как трещины заполняются герметизирующими частицами, гидропроводность значительно уменьшается по сравнению с состоянием перед заполнением, проницаемость трещин все же остается выше, чем проницаемость матрицы (кратность превышения составляет от нескольких раз до нескольких сотен раз) по сравнению с матрицей, и все же производится определенное количество воды, причем поступление воды в трещины должно быть дополнительно уменьшено; во-вторых, вдоль производственной секции ствола скважины по множеству причин производится вода, причем некоторое количество воды производится посредством локальной высокой проницаемости матрица, и при этом оказывается не вполне идеальным осуществление регулирования поступления воды только в трещинах.

В данном отношении, согласно варианту осуществления 3 применяется регулирующий воду трубчатый фильтр, чтобы дополнительно улучшать способность регулирования поступления воды. Как представлено на фиг. 4, настоящий вариант осуществления отличается от варианта осуществления 2 только тем, что трубчатый фильтр, используемый согласно настоящему варианту осуществления, представляет собой регулирующий воду трубчатый фильтр, а остальные признаки являются такими же как признаки согласно варианту осуществления 2.

В этом способе реализованы две функции регулирования поступления воды, причем одна функция представляет собой регулирование поступления воды в трещинах, а другая функция представляет собой регулирование поступления воды в стволе скважины (эффект регулирования поступления воды реализован посредством объединенного действия непрерывных герметизирующих частиц и регулирующего воду трубчатого фильтра в стволе скважины). Двойное регулирование поступления воды обладает преимуществами, которые заключаются в том, что, во-первых, в условиях регулирования поступления воды посредством объединенного действия регулирующего воду трубчатого фильтра и непрерывных гермети-

рующих частиц в стволе скважины может быть дополнительно уменьшено просачивание воды из трещин; во-вторых, все кольцевое пространство ствола скважины наполняют непрерывные герметизирующие частицы, что предотвращает вынос большого количества герметизирующих частиц в трещинах текучей средой в трещинах, и в результате этого обеспечивается эффект изолирования трещин; в-третьих, в процессе извлечения герметизирующие частицы выносятся из трещин обратно в кольцевое пространство, улучшается компактность накопления герметизирующих частиц в кольцевом пространстве, таким образом, что техническое решение, представляющее собой "кольцевое пространство герметизирующие частицы плюс регулирующий воду трубчатый фильтр" согласно этому варианту осуществления может обеспечивать улучшенный эффект регулирования поступления воды. С другой стороны, двойное регулирование поступления воды также производит улучшенный эффект регулирования поступления воды на имеющую высокую проницаемость матрицу вблизи производственной секции ствола скважины, и в результате этого реализуется синергетический эффект.

Вариант осуществления 4.

Согласно этому варианту осуществления предложен способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, который представляет собой подходящий для применения сценарий, в котором одновременно присутствуют эксплуатационная скважина и водонагнетательная скважина. В нефтегазовой скважине присутствуют одна или несколько эксплуатационных скважин и одна или несколько водонагнетательных скважин, с которыми взаимодействуют эксплуатационные скважины. Способ включает следующие стадии: (с1) непрерывное закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в ствол скважины, представляющей собой водонагнетательную скважину, и трещина через устье скважины, представляющей собой водонагнетательную скважину, пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе; (с2) ввод скважины в эксплуатацию или начало нормальной эксплуатации.

Принцип этого способа разъясняется следующим образом: в случае определенных трещиноватых нефтегазоносных пластов-коллекторов производство жидкости может быть в значительной степени улучшено посредством обеспечения водонагнетательной скважины для закачивания воды в нефтяную зону. Однако в случае трещиноватых нефтегазоносных пластов-коллекторов, вследствие присутствие трещин, закачиваемая вода может непосредственно проходить в эксплуатационную скважину через трещины, таким образом, что нефть, содержащаяся в матрице, не может быть эффективно вытеснено; особая проблема заключается в том, что некоторые сети трещин обеспечивают непосредственное сообщение водонагнетательной скважины с эксплуатационной скважиной, таким образом, что вода непосредственно направляется из водонагнетательной скважины в эксплуатационную скважину, и оказывается затруднительным проникновение в матрицу. С применением способа согласно настоящему варианту осуществления в водонагнетательную скважину, содержащую трещины, закачивается вода, и одновременно герметизирующие частицы в определенном содержании и количестве смешиваются с водой, таким образом, что трещины, находящиеся в сообщении с водонагнетательной скважиной, могут быть изолированы, упрощают проникновение закачиваемой воды в матрицу и повышают эффективность производства нефти и газа.

Предпочтительно в целях предотвращения непосредственного поступления герметизирующих частиц, закачиваемых из водонагнетательной скважины, в эксплуатационную скважину вдоль трещин и воздействия на корпус насоса в эксплуатационной скважине, производственная секция эксплуатационной скважины имеет конструкцию, содержащую трубчатый фильтр или регулирующий воду трубчатый фильтр, таким образом, что герметизирующие частицы в эксплуатационной скважине выделяются посредством трубчатого фильтра или регулирующего воду трубчатый фильтр. В случае эксплуатационной скважины, содержащей трубчатый фильтр или регулирующий воду трубчатый фильтр, технические эффекты, описанные в сочетании с вариантами осуществления 2 и 3, также могут быть достигнуты, если кольцевое пространство и трещины вблизи скважины могут быть полностью наполнены с применением настоящего способа. В частности, герметизирующие частицы имеют сферическую структуру, размер частицы составляет от 0,05 до 5 мм, и плотность составляет от 0,7 до 1,4 г/см³ (истинная плотность), и материал представляет собой полиэтилен, полиэтилен высокой плотности, полипропилен, поливинилхлорид или шитый сополимер стирола и дивинилбензола; концентрация герметизирующих частиц в воде составляет от 1 до 10% (по объему); закачивание количество герметизирующих частиц должно удовлетворять требованиям, которыми предусмотрены объем кольцевого пространства эксплуатационной скважины, объем трещин (или объем трещин вблизи эксплуатационной скважины) и потеря вдоль пути в эксплуатационную скважину, и герметизирующие частицы можно постепенно добавлять в закачиваемую воду согласно эффекту регулирования поступления воды в эксплуатационную скважину (эффект регулирования поступления воды можно в динамическом режиме наблюдать и определять по тенденции к изменению обводненности производимой жидкости).

Техническое решение, предложенное согласно настоящему варианту осуществления обладает преимуществами, которые заключаются в том, что, во-первых, эксплуатационные затраты являются низкими, и герметизирующие частицы можно непосредственно добавлять в закачиваемую воду водонагнета-

тельной скважины; во-вторых, по сравнению с техническим решением, предусматривающим прямое заполнение в эксплуатационной скважине, исключена стадия обеспечения специализированного для заполнения насоса в эксплуатационной скважине, таким образом, что не нарушается нормальное производство эксплуатационной скважины, и дополнительно повышается эффективность производства; в-третьих, может быть эффективно сокращена обводненность производимой жидкости, и может быть повышено производство нефти.

Вариант осуществления 5.

В технологии предшествующего уровня техники для регулирования поступления воды с применением непрерывных герметизирующих частиц в стволе скважины также предусмотрена стадия заполнения кольцевого пространства герметизирующими частицами. Однако такая технология способна только заполнять все трещины, имеющие открытие в сообщении с малым объемом, и не может эффективно заполнять все закрытые трещины, скрытые трещины и бесконечные трещины, причем термин "закрытая трещина" означает трещину, имеющую открытие у стенки буровой скважины, которое является чрезмерно узким; термин "скрытая трещина" означает трещину, у которой совершенно отсутствует открытие у стенки буровой скважины, и ни одна частица не может проходить; термин "бесконечная трещина" означает трещину, имеющую открытие у стенки буровой скважины, которое является очень широким и находится в сообщении с одной или несколькими трещинами, которые удалены на очень большие расстояния и имеют очень большой объем, и герметизирующие частицы могут протекать вместе с жидким наполнителем в положение, значительно удаленное от ствола скважины, в процессе заполнения и не могут оставаться в положении вблизи скважины, таким образом, что положение вблизи скважины не может обеспечивать полного заполнения. Полное заполнение бесконечной трещины оказывается чрезмерно дорогостоящим в осуществлении. Бесконечная трещина также создает проблему, заключающуюся в том, что кольцевое пространство не может быть полностью заполненным, потому что в тех условиях, в которых существуют трещины, частицы предпочтительно протекают в трещины, и кольцевое пространство не может быть полностью заполнено, пока все трещины не будут заполнены, и если не все трещины являются заполненными, кольцевое пространство не может быть полностью заполненным. В то же время, если не все кольцевое пространство является заполненным, становится невозможной полностью или в некоторой степени функция герметизирующих частиц ствола скважины, которые регулируют поступления воды. Трещины указанных трех типов также представляют собой важное средство для проскальзывания воды, и оказываются совершенно необходимыми для наполнения и изолирования с применением герметизирующих частиц. С другой стороны, вследствие скрытых трещин, вода может протекать почти беспрепятственно из положения, значительно удаленного от ствола скважины, до конца трещины вблизи ствола скважины, а затем просачиваться через матрицу короткой длины в ствол скважины, в результате чего возникает очень серьезная проблема проскальзывания воды.

Для расположенной вблизи ствола скважины закрытой трещины могут быть приняты технические решения, представленные в вариантах осуществления 1-4, и если давление заполнения становится таким же или превышает давление расширения разрыва/трещины пласта, ствол скважины и трещины, или кольцевое пространство и трещины заполняет определенный объем герметизирующих частиц вместе с жидким наполнителем. Предпочтительно закачиваемый объем герметизирующих частиц составляет от однократного до 12-кратного объема кольцевого пространства.

Что касается расположенных вблизи ствола скважины бесконечных трещин, некоторых расположенных вблизи ствола скважины скрытых трещин и некоторых закрытых трещин, согласно этому варианту осуществления предложен способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазового пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, который может обеспечивать, что герметизирующие частицы, которые заполняют трещины и расположены на определенном расстоянии от ствола скважины, собираются в эксплуатационную скважину посредством восстановления, осуществляя восстановительное заполнение, и включает следующие конкретные стадии осуществления: (d1) закачивание жидкого наполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в ствол скважины и трещину через устье скважины; (d2) ввод скважины в эксплуатацию, причем скорость закачивания жидкого наполнителя на стадии (d1) составляет менее чем скорость производства жидкости после того, как скважина вводится в эксплуатацию на стадии (d2). Понизением скорости закачивания жидкого наполнителя, составляющей менее чем скорость производства жидкости, может быть предотвращен унос жидким наполнителем на чрезмерно большое расстояние герметизирующих частиц, находящихся в трещинах, и это обеспечивает, что большинство герметизирующих частиц может быть извлечено для заполнения кольцевого пространства и расположенных вблизи ствола скважины трещин в процессе восстановления. В течение восстановительного заполнения скрытые трещины и закрытые трещины могут принимать герметизирующие частицы через соединяющую трещины сеть в составе пласта, и они могут быть полностью заполнены или частично заполнены. Предпочтительно закачиваемый объем герметизирующих частиц составляет от однократного до 12-кратного объема кольцевого пространства.

Предпочтительно стадия (d2) дополнительно включает следующую стадию перед вводом в эксплуатацию: удаление жидкости из ствола скважины посредством насоса, установленного в стволе сква-

жины, в котором скорость, с которой жидкость удаляется посредством насоса, составляет более чем скорость закачивания жидкого заполнителя, и удаляемый объем жидкости составляет более чем закачиваемый объем жидкого заполнителя; или производство жидкости в стволе скважины способом искусственного подъема, причем скорость производства жидкости составляет более чем скорость закачивания жидкого заполнителя, и объем производимой жидкости составляет более чем закачиваемый объем жидкого заполнителя. Цель быстрого удаления или производства жидкости в стволе скважины посредством закачивания или иным образом с применением способа искусственного подъема заключается в том, чтобы дополнительно улучшать скорость удаления потока герметизирующих частиц, находящихся в трещинах вблизи ствола скважины, улучшать коэффициент извлечения и повышать компактность извлеченных частиц. В случае проточной скважины скорость удаления, составляющая более чем скорость заполнения, может быть достигнута посредством увеличения скорости производства проточной скважины.

Этот способ не только является подходящим для обычных нефтегазовых скважин, но также может оказаться более подходящим для нефтегазовых скважин, содержащих трубчатый фильтр или регулирующий воду трубчатый фильтр. Трубчатый фильтр присутствует в стволе скважины, причем трубчатый фильтр может представлять собой регулирующий воду трубчатый фильтр. Пакер присутствует в верхней части трубчатого фильтра. Пакер содержит заполнительный канал для закачивания жидкого заполнителя. Жидкий заполнитель закачивается в кольцевое пространство и трещину через заполнительный канал, находящийся в пакере.

Параметры жидкого заполнителя, герметизирующих частиц и других материалов, которые используются согласно настоящему варианту осуществления, являются идентичными соответствующим параметрам согласно варианту осуществления 1.

Вариант осуществления 6.

Согласно этому варианту осуществления предложено практическое применение технического решения, описанного в варианте осуществления 1.

Нефтегазовая скважина трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора проходит через твердый трещиноватый пласт на основе песчаника, проницаемость матрицы составляет 0,1 дарси, и измеренное начальное давление расширения трещины составляет 10 МПа. Горизонтальная секция ствола скважины составляет 400 метров в длину, диаметр ствола скважины составляет 8,5 дюймов, и при этом предполагаемый объем герметизирующих частиц, предназначенных для заполнения, составляет 15 м³. Ввод скважины в эксплуатацию осуществлен непосредственно, ежедневный выход нефти составляет 30 м³, и обводненность производимой жидкости составляет 80%. Техническое решение согласно варианту осуществления 1 используется для заполнения трещины. Сферические герметизирующие частицы с размером частицы, составляющим 0,1 мм, используются в процессе сооружения, материал представляет собой полиэтилен, плотность составляет 0,9 г/см³, заполняющее количество составляет 12 м³, жидкий заполнитель представляет собой производимую воду эксплуатационной скважины, концентрация жидкого заполнителя составляет 3%, (максимальное) давление заполнения составляет 12 МПа. Скорость закачивания потока при таком же давлении заполнения уменьшается на одну пятую, когда заполнение завершается. После того, как заполнение завершается, суточный выход нефти составляет 56 м³ в сутки, и обводненность производимой жидкости составляет 63%.

Вариант осуществления 7.

Согласно этому варианту осуществления предложено практическое применение технического решения, описанного в варианте осуществления 2.

Нефтегазовая скважина трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора проходит через пласт на основе известняка. Проницаемость матрицы составляет 0,2 дарси, и измеренное начальное давление расширения трещины составляет 20 МПа. Горизонтальная секция ствола скважины составляет 300 метров в длину, и диаметр ствола скважины составляет 8,5 дюймов. Используется 5,5-дюймовый высококачественный песчаный фильтр. Объем кольцевого пространства составляет 5 м³. Осуществляется непосредственный ввод скважины в эксплуатацию, суточный выход нефти составляет 5 м³, и обводненность производимой жидкости составляет 89%. Техническое решение согласно варианту осуществления 2 используется для заполнения кольцевого пространства и трещин. Сферические герметизирующие частицы с размером частицы, составляющим 0,3 мм, используются в процессе сооружения, материал представляет собой поливинилхлорид, плотность составляет 1,4 г/см³, жидкий заполнитель представляет собой морскую воду, и концентрация жидкого заполнителя составляет 5%. На первой стадии (максимальное) давление заполнения составляет 25 МПа, и количество герметизирующих частиц в заполнителе составляет 10 м³. На второй стадии (максимальное) давление заполнения составляет 5 МПа, и количество герметизирующих частиц в заполнителе составляет 4 м³. Скорость закачивания потока при таком же давлении заполнения уменьшается на одну пятую, когда заполнение завершается. Производство начинается после того, как заполнение завершается, суточный выход нефти составляет 23 м³ в сутки, и обводненность производимой жидкости составляет 50%.

Вариант осуществления 8.

Согласно этому варианту осуществления предложено практическое применение технического решения, описанного в варианте осуществления 3.

Нефтегазовая скважина трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора проходит через био-гермный пласт на основе известняка, в котором присутствуют многочисленные напряженные трещины и трещины растворения, а также многочисленные широко открытые трещины. Проницаемость матрицы составляет 1 дарси, и измеренное начальное давление расширения трещины составляет 15 МПа. Горизонтальная секция ствола скважины составляет 700 метров в длину, и диаметр ствола скважины составляет 8,5 дюймов. Используется 5,5-дюймовый регулирующий воду трубчатый фильтр. Объем кольцевого пространства составляет 9,4 м³. Осуществляется непосредственный ввод скважины в эксплуатацию, суточный выход нефти составляет 11 м³, и обводненность производимой жидкости составляет 95%. Техническое решение согласно варианту осуществления 3 используется для заполнения кольцевого пространства и трещин. Сферические герметизирующие частицы с размером частицы, составляющим 0,2 мм, используются в процессе сооружения, материал представляет собой сшитый сополимер стирола и дивинилбензола, плотность составляет 1,05 г/см³, заполняющее количество составляет 27 м³, жидкий наполнитель представляет собой морскую воду, и концентрация жидкого наполнителя составляет 2%. На первой стадии (максимальное) давление заполнения составляет 18 МПа, и заполняющее количество составляет 5 м³. На второй стадии (максимальное) давление заполнения составляет 10 МПа и постепенно уменьшается до 2 МПа, и заполняющее количество составляет 22 м³. В этот момент достигается заданное количество герметизирующих частиц в наполнителе, составляющее 27 м³, но кольцевое пространство не является полностью заполненным, и заполнение завершается. Согласно этому варианту осуществления заданное скорость производства жидкости нефтяной скважины составляет 110 м³ в сутки. Таким образом, для заполнения с применением 22 м³ герметизирующих частиц на второй стадии скорость заполнения жидкого наполнителя, содержащего первые 2 м³ герметизирующих частиц, составляет более чем 80 м³ в сутки, и регулируемая скорость заполнения жидкого наполнителя, содержащего заключительные 20 м³ герметизирующих частиц, составляет менее чем 80 м³ в сутки (менее чем заданная скорость производства жидкости, составляющая 110 м³ в сутки). Таким образом, может быть обеспечено, что основное количество из 20 м³ герметизирующих частиц, заполняющих трещины, может быть извлечено и использовано для заполнения нефтяной скважины после возобновления эксплуатации. Эксплуатация начинается после того, как заполнение завершается, суточный выход нефти составляет 100 м³ в сутки, и обводненность производимой жидкости составляет 10%.

Вариант осуществления 9.

Согласно этому варианту осуществления предложено практическое применение технического решения, описанного в варианте осуществления 4.

Нефтегазовая скважина трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора проходит через пласт, содержащий многочисленные трещины растворения. Проницаемость матрицы составляет 0,2 дарси, и измеренное начальное давление расширения трещины составляет 10 МПа. Горизонтальная секция ствола скважины составляет 400 метров в длину, и диаметр ствола скважины составляет 8,5 дюймов. Предполагаемый объем герметизирующих частиц, предназначенных для заполнения, составляет 100 м³. Осуществляется непосредственный ввод скважины в эксплуатацию, суточный выход нефти составляет 8 м³, и обводненность производимой жидкости составляет 87%. Техническое решение согласно варианту осуществления 1 используется для заполнения трещины. Сферические герметизирующие частицы с размером частицы, составляющим 0,2 мм, используются в процессе сооружения, материал представляет собой полипропилен, плотность составляет 0,9 г/см³, заполняющее количество составляет 110 м³, жидкий наполнитель представляет собой производимую воду из устья скважины эксплуатационной скважины, и концентрация жидкого наполнителя составляет 1%. (Максимальное) давление заполнения составляет 8 МПа. Производство начинается после того, как заполнение завершается, суточный выход нефти эксплуатационной скважины составляет 26 м³ в сутки, и обводненность производимой жидкости составляет 60%.

Вариант осуществления 10.

Согласно этому варианту осуществления предложено практическое применение технического решения, описанного в варианте осуществления 5.

Нефтегазовая скважина трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора проходит через трещиноватый пласт на основе известняка. Проницаемость матрицы составляет 0,15 дарси, и измеренное начальное давление расширения трещины составляет 12 МПа. Горизонтальная секция ствола скважины составляет 500 метров в длину, и диаметр ствола скважины составляет 8,5 дюймов. Используется 5,5-дюймовый регулирующий воду трубчатый фильтр. Объем кольцевого пространства составляет 6,7 м³. Предполагаемый объем герметизирующих частиц, предназначенных для заполнения, составляет 42 м³. Осуществляется непосредственный ввод скважины в эксплуатацию, суточный выход нефти составляет 15 м³, и обводненность производимой жидкости составляет 92%. Техническое решение согласно варианту осуществления 5 используется для заполнения трещины. Сферические герметизирующие частицы с размером частицы, составляющим 0,15 мм, используются в процессе сооружения, материал представляет собой полиэтилен, плотность составляет 0,9 г/см³, заполняющее количество составляет 42 м³, жидкий наполнитель представляет собой производимую воду из эксплуатационной скважины, и концентрация жидкого наполнителя составляет 3%. Скорость потока заполнения составляет 150 м³ в сутки, заполняющее количество достигает 42 м³, и не наблюдается какой-либо показатель полностью заполненного коль-

цевого пространства, но достигается предполагаемый объем герметизирующих частиц, и таким образом, заполнение завершается. Эксплуатация начинается после того, как заполнение завершается, и дебит флюида составляет 375 м^3 в сутки, что составляет более чем скорость потока заполнения. Суточный выход нефти составляет 300 м^3 в сутки, и обводненность производимой жидкости составляет 20%.

Выше представлено дополнительное подробное описание настоящего изобретения в сочетании с конкретными предпочтительными вариантами осуществления, и это описание не предназначено для ограничения настоящего изобретения конкретными описанными вариантами осуществления. Например, для трещиноватого коллектора, в котором осуществляется, главным образом, производство газа, и трещиноватого коллектора, в котором осуществляется только производство, технические решения, описанные настоящим изобретением, все же являются применимыми и способными к достижению эффектов увеличения производства газа и уменьшения поступления воды. Для специалистов в области техники, к которой относится настоящее изобретение, многочисленные простые выводы или замены могут быть сделаны без отклонения от идеи настоящего изобретения, и при этом они должны считаться находящимися в пределах объема настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, причем способ включает следующие стадии:

(a1) закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в ствол скважины и трещину через устье скважины под начальным инжекционным давлением, пока не будет достигнуто или превышено давление расширения разрыва пласта, или пока закачиваемое количество на единицу инжекционного давления не станет меньше одной пятой закачиваемого количества под начальным инжекционным давлением, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе;

(a2) ввод в эксплуатацию,

в котором заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе определяется выражением:

$$V \geq \rho \cdot L_0,$$

в котором V представляет собой заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе, L_0 представляет собой полную длину ствола скважины эксплуатационной секции; и ρ представляет собой плотность заполнения, причем когда нефтегазовая скважина представляет собой горизонтальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от $0,01$ до $1,0 \text{ м}^3/\text{м}$, и когда нефтегазовая скважина представляет собой вертикальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от $0,01$ до $5,0 \text{ м}^3/\text{м}$.

2. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.1, в котором на стадии (a2), перед вводом в эксплуатацию, способ дополнительно включает следующие стадии: размещение промывочной трубы и обеспечение полного обратного стока герметизирующих частиц в стволе скважины.

3. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.2, в котором способ измерения давления расширения разрыва/трещины пласта включает следующие стадии:

(s1) непрерывное закачивание жидкого заполнителя в ствол скважины через устье скважины с постепенным увеличением скорости закачивания;

(s2) непрерывное измерение давления в скважине, пока давление в скважине не начнет быстро падать;

(s3) наиболее высокое значение давления перед тем, как происходит его быстрое падение, представляет собой давление расширения разрыва пласта в скважине.

4. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по любому из пп.1-3, в котором размер частицы в случае герметизирующих частиц составляет от $0,05$ до 5 мм .

5. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.4, в котором плотность герметизирующих частиц составляет от $0,7$ до $1,4 \text{ г/см}^3$.

6. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.5, в котором плотность герметизирующих частиц составляет от $0,9$ до $1,08 \text{ г/см}^3$.

7. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.6, в котором герметизирующие частицы изготовлены из полиэтилена, полиэтилена высокой плотности, полипропилена, поливинилхлорида или сшитого сополимера стирола и дивинилбензола.

8. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.7, в котором герметизирующие частицы имеют сферическую структуру.

9. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по любому из пп.1-3, в котором концентрация герметизирующих частиц в жидком заполнителе составляет от 1 до 20% по объему.

10. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, причем нефтегазовая скважина имеет ствол скважины, внутри которого находится трубчатый фильтр, при этом пакер находится в верхней части трубчатого фильтра, и пакер содержит заполнительный канал для закачивания жидкого заполнителя, причем способ включает следующие стадии:

(b1) непрерывное закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в кольцевое пространство и трещину через заполнительный канал, находящийся в пакере под начальным инжекционным давлением, пока не будет достигнуто или превышено давление расширения разрыва/пласта, или пока закачиваемое количество на единицу инжекционного давления не станет меньше одной пятой закачиваемого количества под начальным инжекционным давлением, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе;

(b2) уменьшение скорости закачивания жидкого заполнителя и обеспечение меньшего давления заполнения, чем давление расширения разрыва пласта, непрерывное закачивание жидкого заполнителя, содержащего герметизирующие частицы, пока все кольцевое пространство не будет наполнено герметизирующими частицами, или пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе;

(b3) закрытие заполнительного канала и запуск производства, в котором заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе определяется выражением:

$$V \geq \rho \cdot L_0,$$

в котором V представляет собой заданное количество герметизирующих частиц в заполнителе, L_0 представляет собой полную длину ствола скважины эксплуатационной секции; и ρ представляет собой плотность заполнения, причем когда нефтегазовая скважина представляет собой горизонтальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 1,0 м³/м, и когда нефтегазовая скважина представляет собой вертикальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 5,0 м³/м.

11. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.10, в котором трубчатый фильтр представляет собой регулирующий воду трубчатый фильтр.

12. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.10 или 11, в котором скорость закачивания жидкого заполнителя на стадии (b2) составляет менее чем скорость производства жидкости после ввода в эксплуатацию.

13. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.12, в котором способ измерения давления расширения разрыва пласта включает следующие стадии:

(s1) непрерывное закачивание жидкого заполнителя в ствол скважины через устье скважины с постепенным увеличением скорости закачивания;

(s2) непрерывное измерение давления в скважине, пока давление в скважине не начнет быстро падать;

(s3) наиболее высокое значение давления перед тем, как происходит его быстрое падение, представляет собой давление расширения разрыва пласта.

14. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.10, в котором заполнение герметизирующими частицами всего кольцевого пространства может быть определено следующим образом:

когда жидкий заполнитель закачивается при постоянной скорости, непрерывное измерение давления в скважине, пока давление в скважине не увеличится до заданного давления, затем определение того, что все кольцевое пространство наполнено герметизирующими частицами; или

когда жидкий заполнитель закачивается при постоянном давлении, непрерывное измерение скорости потока жидкого заполнителя, пока скорость потока не уменьшится до заданной скорости потока, затем определение того, что все кольцевое пространство наполнено герметизирующими частицами.

15. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.14, в котором герметизирующие частицы имеют сферическую структуру, и размер частицы в

случае герметизирующих частиц составляет от 0,05 до 5 мм.

16. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.15, в котором плотность герметизирующих частиц составляет от 0,7 до 1,4 г/см³.

17. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.16, в котором плотность герметизирующих частиц составляет от 0,9 до 1,08 г/см³.

18. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.17, в котором герметизирующие частицы изготовлены из полиэтилена, полиэтилена высокой плотности, полипропилена, поливинилхлорида или сшитого сополимера стирола и дивинилбензола.

19. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.18, в котором концентрация герметизирующих частиц в жидком наполнителе составляет от 1 до 20% по объему.

20. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти, причем нефтегазовая скважина содержит одну или несколько эксплуатационных скважин и одну или несколько водонагнетательных скважин, взаимодействующих с эксплуатационными скважинами, и при этом способ включает следующие стадии:

(с1) закачивание жидкого наполнителя, содержащего герметизирующие частицы, в ствол скважины, представляющей собой водонагнетательную скважину, и трещину через устье скважины, представляющей собой водонагнетательную скважину, пока не будет достигнуто заданное количество герметизирующих частиц в наполнителе;

(с2) ввод эксплуатационной скважины в эксплуатацию или начало нормальной эксплуатации, в котором

заданное количество герметизирующих частиц в наполнителе определяется выражением:

$$V \geq \rho \cdot L_0,$$

в котором V представляет собой заданное количество герметизирующих частиц в наполнителе, L_0 представляет собой полную длину ствола скважины эксплуатационной секции; и ρ представляет собой плотность заполнения, причем когда нефтегазовая скважина представляет собой горизонтальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 1,0 м³/м, и когда нефтегазовая скважина представляет собой вертикальную скважину, ρ принимает значение, составляющее от 0,01 до 5,0 м³/м.

21. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.20, в котором производственная секция эксплуатационной скважины содержит трубчатый фильтр или регулирующий воду трубчатый фильтр.

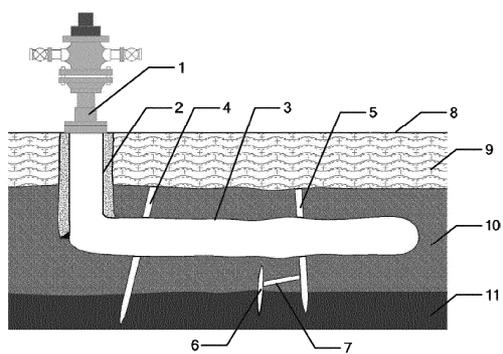
22. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.21, в котором герметизирующие частицы имеют сферическую структуру, и размер частицы в случае герметизирующих частиц составляет от 0,05 до 5 мм.

23. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.22, в котором плотность герметизирующих частиц составляет от 0,7 до 1,4 г/см³.

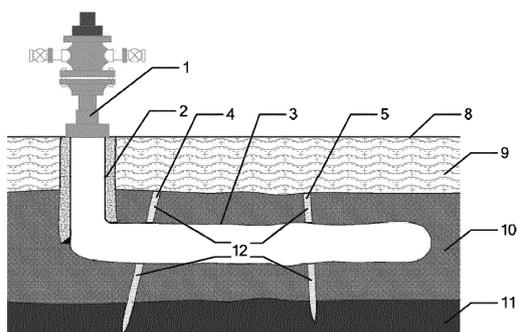
24. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.23, в котором плотность герметизирующих частиц составляет от 0,9 до 1,08 г/см³.

25. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.24, в котором герметизирующие частицы изготовлены из полиэтилена, полиэтилена высокой плотности, полипропилена, поливинилхлорида или сшитого сополимера стирола и дивинилбензола.

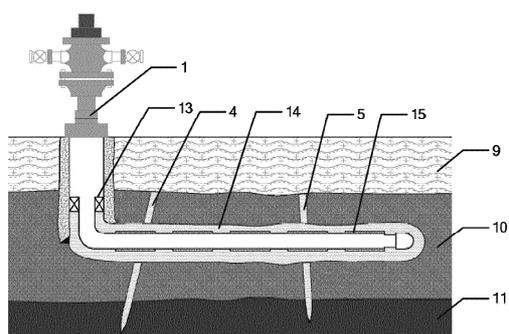
26. Способ заполнения нефтегазовой скважины трещиноватого нефтегазоносного пласта-коллектора герметизирующими частицами для уменьшения обводненности и увеличения производства нефти по п.25, в котором концентрация герметизирующих частиц в жидком наполнителе составляет от 1 до 20% по объему.



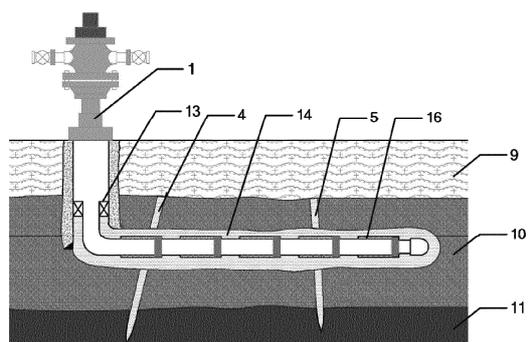
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

