

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037764**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.05.19

(21) Номер заявки
201891947

(22) Дата подачи заявки
2018.09.27

(51) Int. Cl. *E21B 43/24* (2006.01)
E21B 43/22 (2006.01)
C09K 8/592 (2006.01)

(54) **СПОСОБ БЫСТРОГО УСТРАНЕНИЯ НАРУШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАСТА В ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

(31) **201711361241.9**

(32) **2017.12.18**

(33) **CN**

(43) **2019.06.28**

(56) **WO-A1-2008118242**
SU-A1-1714096
WO-A1-2007107950

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПЕТРОЧАЙНА КОМПАНИ
ЛИМИТЕД (CN)

(72) Изобретатель:
У Чжицзюнь, Цуй Миньюэ, Жэнь
Юаньфэн, Яо Фэй, Чжан Цзяньвэй,
Ван Пэн, Чжан Хэвэнь, Цзоу Чуньмэй,
Вэнь Сяохун, Сунь Цзевэнь, Цао Ша
(CN)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнагьев
А.В. (RU)

(57) Изобретение относится к способу быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях, включающему закачивание газообразного азота в газоносную зону, затем закачивание этанола и снова закачивание газообразного азота; приостановку скважины для пропитывания; затем открытие скважины и обеспечение обратного потока для завершения устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях. Способ быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта по изобретению может эффективно устранить ретроградную конденсацию и нарушения эксплуатационных характеристик из-за водяного затвора и повысить производительность газоносной скважины.

037764
B1

037764
B1

Область техники

Изобретение относится к восстановлению нарушенных эксплуатационных характеристик пласта в газоносных месторождениях, в частности к способу быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях, относящемуся к области разработки газоносных месторождений.

Уровень техники

При разработке газоконденсатного месторождения, когда забойное давление газоносной скважины падает ниже давления точки росы флюида, из-за изменения фазового состояния флюида выбрасывается конденсатная нефть, и возникает явление ретроградной конденсации, при этом конденсатная нефть прилипает к поверхности частиц породы в месторождении и вызывает повреждение из-за ретроградной конденсации. Из-за большого падения давления в области вблизи ствола скважины при добыче давление в этой области становится ниже, чем давление точки росы, следовательно, серьезное повреждение из-за ретроградной конденсации более вероятно происходит вблизи ствола скважины, что приводит к резкому падению относительной газоносности и снижению продуктивности газоносной скважины.

При добыче из газоносной скважины, если внешние водные флюиды внедряются в смачиваемые водой месторождения, это приводит к блокированию водной фазой в каналах вблизи ствола скважины. Если энергии пласта недостаточно для полного устранения блокирования водой, образуется водяной затвор. Когда пластовая вода или конденсатная вода не могут быть вынесены из ствола скважины потоком газа, флюид заполняет забой скважины. Когда скважину закрывают, накопившийся флюид может протекать обратно в микрокапиллярные каналы месторождения с пониженной проницаемостью под действием обратного давления ствола скважины, смачиваемости породы месторождения и капиллярного давления в микропорах, таким образом создавая эффект водяного затвора. Водяной затвор в свою очередь блокирует каналы выхода газа, снижает эффективную проницаемость газоносной фазы и усугубляет нарушение эксплуатационных характеристик пласта в области вблизи ствола скважины.

В настоящее время существует пять способов устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях, которые включают закачку газа, гидроразрыв, поставку скважины на приток в импульсном режиме, добавление поверхностно-активного вещества и закачку метанола. Среди этих способов способ закачки газа можно дополнительно разделить на циклическую закачку газа, повторную закачку сухого газа, закачку влажного газа, закачку низкокалорийного газа, закачку диоксида углерода, закачку газообразного азота и закачку пропана. В этом способе требуется много времени для получения какого-либо отклика, он требует устройств и трубопроводов высокого давления и высоких инвестиционных расходов, но имеет очень долгий период окупаемости. Способ гидроразрыва имеет недостатки, состоящие в его сложности, высоких инвестиционных расходах, и также долгим периоде окупаемости. Способ поставки скважины на приток в импульсном режиме дает нестабильный эффект, который зависит от устройств для обратного притока и насосно-компрессорных труб. Добавление поверхностно-активного вещества не дает значительного результата. Что касается способа закачки метанола, мы все знаем, что метанол является токсичным и вредным для окружающей среды.

Таким образом, для газодобывающей промышленности является первоочередной задачей обеспечение способа быстрого и эффективного устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатном месторождении при малом времени обработки и простых операциях.

Краткое содержание изобретения

Чтобы решить вышеизложенные технические задачи, изобретение направлено на обеспечение способа быстрого и эффективного устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях, который может эффективно устранить нарушение эксплуатационных характеристик пласта из-за ретроградной конденсации и образование водяного затвора в газоконденсатном месторождении при малом времени обработки и простых операциях.

Чтобы достичь вышеуказанной цели, в настоящем изобретении предложен способ быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях, включающий следующие стадии:

стадия 1: закачивание газообразного азота в газоносную зону для ее нагревания;

стадия 2: закачивание этанола в газоносную зону;

стадия 3: закачивание газообразного азота в газоносную зону для ее нагревания и для поддержания высокой температуры внутри нее;

стадия 4: приостановка скважины для ее пропитки, в течение которой передняя часть введенной этаноловой пробки проходит сквозь край зоны с нарушенными эксплуатационными характеристиками пласта вблизи скважины, проходя указанную зону по радиусу на 3-5 м;

стадия 5: открытие скважины и осуществление обратного притока, таким образом завершая быстрое устранение нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях.

В способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях обратный приток выполняют посредством выпуска азота, этанола и азота, в указанном порядке, и когда в обратном потоке доминирует конденсатная нефть и природный газ, начинается процесс добычи.

В вышеуказанном способе на стадии 1 целью закачивания азота является нагревание зоны газоносного месторождения; на стадии 2 целью закачивание этанола является ослабление эффекта водяного затвора и устранение нарушения эксплуатационных характеристик пласта из-за ретроградной конденсации; на стадии 3 целью закачивания азота снова является непрерывный нагрев зоны и поддержание ее при высокой температуре и создание условий для воздействия этанола. Кроме того, хорошую сжимаемость газообразного азота используют для того, чтобы способствовать преодолению ограничения капиллярной силы, ослаблению эффекта водяного затвора и вытеснению воды, которая обратным потоком протекает в зону.

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях на стадии 1 и стадии 3 объем закачиваемого азота является одинаковым и определяется по следующей формуле:

$$V_{\text{азота}} = \pi r^2 h \phi n (P_i T / T_i P)$$

где $V_{\text{азота}}$ представляет собой объем закачиваемого газообразного азота, м³;

r представляет собой радиус нарушения эксплуатационных характеристик пласта, м;

h представляет собой толщину газоносной зоны, м;

ϕ представляет собой пористость газоносной зоны;

n представляет собой дополнительный коэффициент, составляющий от 1,2 до 1,5 (n представляет собой коэффициент надежности, и конкретное значение может быть определено специалистом в данной области техники, исходя из практических знаний);

P_i представляет собой давление в газоносной зоне, МПа;

T представляет собой температуру закачки газообразного азота, °С;

T_i представляет собой температуру газоносной зоны, °С;

P представляет собой давление закачки газообразного азота, МПа.

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях объем закачиваемого этанола определяют по следующей формуле:

$$V_{\text{этанола}} = \pi r^2 h \phi n$$

где $V_{\text{этанола}}$ представляет собой объем закачиваемого этанола, м³;

r представляет собой радиус нарушения эксплуатационных характеристик пласта, м;

h представляет собой толщину газоносной зоны, м;

ϕ представляет собой пористость газоносной зоны;

n представляет собой дополнительный коэффициент, составляющий от 1,2 до 1,3 (n представляет собой коэффициент надежности, и конкретное значение может быть определено специалистом в данной области техники на основании практических знаний).

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях предпочтительно газообразный азот закачивают в газоносную зону при высокой температуре и высоком давлении.

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях назначением закачивания газообразного азота является нагрев слоя месторождения для превращения конденсатной нефти в газ. Температуру закачки газообразного азота можно определить в соответствии с температурой начала кипения конденсатной нефти и температурой в газоносной зоне. Предпочтительно газообразный азот закачивают при температуре от 50 до 300°С.

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях предпочтительно газообразный азот закачивают под давлением, которое ниже, чем давление гидроразрыва пласта, чтобы предотвратить разрыв газоносной зоны во время закачивания.

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях предпочтительно этанол закачивают под давлением, которое ниже, чем давление гидроразрыва пласта, чтобы предотвратить разрыв газоносной зоны во время закачивания.

Согласно конкретному воплощению настоящего изобретения этанол и газообразный азот закачивают при насколько возможно большей величине вытеснения при условии, что их давление закачки ниже давления гидроразрыва пласта.

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях предпочтительно содержание N₂ в газообразном азоте составляет 98% или выше.

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях предпочтительно в используемый газообразный азот имеет плотность более 1,09 кг/м³.

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях давление, величину вытеснения, температуру и объем закачиваемого газообразного азота определяют согласно фактическим требованиям.

Предпочтительно газообразный азот закачивают в газоносную зону через комплект передвижных насосных установок для газообразного азота, и комплект передвижных насосных установок для газообразного азота имеет максимальное рабочее давление 35 МПа.

Предпочтительно комплект передвижных насосных установок для газообразного азота имеет максимальную выдачу газа 1200 м³/ч.

Предпочтительно комплект передвижных насосных установок для газообразного азота имеет величину вытеснения при закачивании, составляющий от 500 до 800 м³/ч.

В этом способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях пропитка служит для нагревания месторождения и этанола посредством газообразного азота и для полного взаимодействия с конденсатной нефтью и поступающей обратным потоком водой, и таким образом устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях. Время пропитки определяется количеством закачиваемого газообразного азота и этанола; предпочтительно, время пропитки составляет 4 ч.

Настоящее изобретение обеспечивает способ быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях. В этом способе посредством непрерывного закачивания газообразного азота при высокой температуре и высоком давлении в газоносную зону, затем закачивания этанола в газоносную зону, и после этого повторного непрерывного закачивания газообразного азота при высокой температуре и высоком давлении в газоносную зону, в газоносной зоне образуется пробка, состоящая из нагретого азота-этанола-нагретого азота, которая быстро устраняет нарушение эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатном месторождении.

В вышеописанном способе по настоящему изобретению используют высокую летучесть и смешиваемость с водой этанола; с повышением содержания этанола давление насыщенных паров водного раствора этанола возрастает при высоких температурах, что может эффективно ослабить эффект водяного затвора. Кроме того, этанол, который обладает высокой способностью повторно испарять конденсатную нефть, используют для снижения давления точки росы конденсатного газа и устранить нарушения из-за ретроградной конденсации.

В вышеописанном способе по настоящему изобретению газообразный азот может поступать в порода с низкой проницаемостью, в которую не может поступать вода, и преобразовывать конденсатную нефть, находящуюся в связанном состоянии, в текучую нефть, таким образом извлекая или вынося часть конденсатной нефти. Кроме того, используют сжимаемость и расширяемость газообразного азота, чтобы получить хороший эффект деблокирования, способствовать выбросу, вытеснению и подъему с помощью газа при рассеивании энергии, и чтобы преодолеть ограничение капиллярных сил, ослабить эффект водяного затвора и вытеснить протекающую в обратном направлении воду. Кроме того, газообразный азот используют для повышения температуры в зоне вблизи ствола газоконденсатной скважины, чтобы повысить степень испарения конденсатной нефти, уменьшить ее вязкость и снизить влияние скопления жидкости в породе вблизи ствола скважины на продуктивность газоносной скважины.

Способ быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по настоящему изобретению, в частности, включает следующее.

Основное используемое оборудование включает комплект нагревательных передвижных насосных установок для азота, передвижные буровые насосные установки, соединительные нагнетательные трубопроводы и всасывающий трубопровод.

Комплект нагревательных передвижных насосных установок для азота и передвижные буровые насосные установки располагают рядом с устьем газоносной скважины. Выход нагревательного насоса для азота соединен с эксплуатационной задвижкой на одном крыле фонтанной арматуры через соединительный нагнетательный трубопровод для нагретого азота; выход передвижных буровых насосных установок соединен с эксплуатационной задвижкой на другом крыле фонтанной арматуры через соединительный нагнетательный трубопровод; вход передвижных буровых насосных установок соединен с емкостью для этанола через всасывающий трубопровод.

Эксплуатационную задвижку на крыле фонтанной арматуры, соединенном с нагревательными передвижными насосными установками для азота открывают, и азот закачивают в газоносное месторождение при высокой температуре и высоком давлении через эксплуатационную насосно-компрессорную колонну в скважине (в направлении потока нагретого азота), эксплуатируя комплект нагревательных передвижных насосных установок для азота при заданных согласно требованиям давлении нагнетания, величине вытеснения, температуре и закачиваемом объеме азота.

По завершении закачивания газообразного азота эксплуатационную задвижку на крыле фонтанной арматуры, соединенном с нагревательными передвижными насосными установками для азота, закрывают, эксплуатационную задвижку на крыле фонтанной арматуры, соединенном с передвижными буровыми насосными установками, открывают и в газоносную зону закачивают этанол через эксплуатационную насосно-компрессорную колонну в скважине (в направлении потока этанола), эксплуатируя передвижные буровые насосные установки при заданных согласно требованиям давлению нагнетания, величине вытеснения, температуре и закачиваемом объеме этанола.

Эксплуатационную задвижку на крыле фонтанной арматуры, соединенном с передвижными буровыми

выми насосными установками, закрывают, эксплуатационную задвижку на крыле фонтанной арматуры, соединенном с нагревательными передвижными насосными установками для азота, открывают, и азот снова закачивают в газоносную зону при высокой температуре и высоком давлении через эксплуатационную насосно-компрессорную колонну в скважине (в направлении потока нагретого азота), эксплуатируя комплект нагревательных передвижных насосных установок для азота при заданных согласно требованиям давлению нагнетания, величине вытеснения, температуре и закачиваемом объеме азота.

После второго закачивания нагретого азота эксплуатационную задвижку на крыле фонтанной арматуры, соединенном с нагревательными передвижными насосными установками для азота, закрывают и скважину приостанавливают для пропитки, обеспечивая возможность взаимодействия этанола и нагретого азота с нефтью ретроградного конденсата и водой (время пропитки определяется количеством закачиваемых нагретого азота и этанола, обычно время пропитки составляет 4 ч).

После пропитки соединительные нагнетательные трубопроводы между задвижками фонтанной арматуры и нагревательными передвижными насосными установками для азота и передвижными буровыми насосными установками отсоединяют, и задвижку на одном крыле фонтанной арматуры соединяют с добычным трубопроводом, и затем задвижку на этом крыле фонтанной арматуры открывают для регулирования обратного потока, так что газообразный азот, этанол и газообразный азот выпускают в указанном порядке, при этом одновременно выпускают пробки, которые несет этанол и газообразный азот; процесс добычи начинают, когда протекающий в обратном направлении газ и жидкость представляют собой главным образом конденсатную нефть и природный газ.

В способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по настоящему изобретению используемый газообразный азот является невоспламеняющимся, невзрывающимся, не вызывающим химической коррозии, не вызывающим загрязнений, безопасным и надежным, и его можно нагревать до температуры 300°C, и нагретый азот и этанол широко доступны по низким ценам.

Способ быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по настоящему изобретению имеет высокую эффективность в отношении устранения закупорки и быстрого ввода в действие, и в то же время протекающий в обратном направлении газ может выносить пробки. Поэтому способ является экологически безопасным способом устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях.

В способе быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по настоящему изобретению посредством использования высокой летучести и смешиваемости с водой этанола и применения нагретого газообразного азота при высокой температуре в качестве теплоносителя можно эффективно устранять нарушение эксплуатационных характеристик пласта из-за ретроградной конденсации и водяного затвора и можно повысить продуктивность газоносной скважины.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 представлена схема способа быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по примеру 1;

на фиг. 2 схематически представлена пробка, состоящая из нагретого азота-этанола-нагретого азота, в условиях пропитки примера 1.

Список основных обозначений на чертежах

- 1-1 - Комплект нагревательных передвижных насосных установок для азота;
- 1-2 - выход нагревательного насоса для азота;
- 1-3 - соединительный нагнетательный трубопровод для нагретого азота;
- 1-4 - эксплуатационная задвижка на одном крыле фонтанной арматуры;
- 1-5 - эксплуатационная задвижка на другом крыле фонтанной арматуры;
- 1-6 - соединительные нагнетательные трубопроводы;
- 1-7 - всасывающий трубопровод;
- 1-8 - выход передвижных буровых насосных установок;
- 1-9 - передвижные буровые насосные установки;
- 2-1 - пробка из первичного нагретого азота;
- 2-2 - пробка из этанола;
- 2-3 - пробка из вторичного нагретого азота
- 2-4 - край зоны нарушения эксплуатационных характеристик пласта.

Подробное описание

Далее воплощения изобретения дополнительно описано подробно, чтобы лучше пояснить технические признаки, объекты и преимущества настоящего изобретения, но это описание не ограничивает область защиты настоящего изобретения.

Пример 1.

В примере реализован способ быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях, схематично показанный на фиг. 1, и конкретно этот способ включает следующие стадии.

Комплект нагревательных передвижных насосных установок 1-1 для азота и передвижные буровые насосные установки размещают возле устья скважины и выход 1-2 комплекта нагревательных передвижных насосных установок 1-1 для азота соединяют с эксплуатационной задвижкой 1-4 на одном крыле фонтанной арматуры посредством соединительного нагнетательного трубопровода 1-3 для азота. Выход 1-8 передвижных буровых насосных установок 1-9 соединяют с эксплуатационной задвижкой 1-5 на другом крыле фонтанной арматуры посредством соединительного нагнетательного трубопровода 1-6, а вход 1-2 передвижных буровых насосных установок 1-9 соединяют с емкостью для этанола посредством всасывающего трубопровода 1-7.

Открывают эксплуатационную задвижку 1-4 на крыле фонтанной арматуры и нагретый газообразный азот закачивают в газоносную зону при высокой температуре и высоком давлении через эксплуатационную насосно-компрессорную колонну в скважине (в направлении потока нагретого азота), используя комплект нагревательных передвижных насосных установок 1-1 для азота. Исходя из базисной ситуации газоносной скважины, нагретый газообразный азот имеет давление закачки 10 МПа, величину вытеснения 580 м³/ч, температуру закачки 280°C и объем закачки 790,4 м³.

По завершении закачки нагретого газообразного азота эксплуатационную задвижку 1-4 на одном крыле фонтанной арматуры закрывают, открывают эксплуатационную задвижку 1-5 на другом крыле фонтанной арматуры и в газоносную зону закачивают этанол через эксплуатационную насосно-компрессорную колонну в скважине (в направлении потока этанола), используя передвижные буровые насосные установки 1-9. Исходя из базисной ситуации газоносной скважины этанол имеет давление закачки 25 МПа, величину вытеснения 75 м³/ч, температуру закачки 25°C и объем закачки 705,7 м³, и объем закачки этанола $V_{\text{этанола}}$ определяют согласно следующей формуле:

$$V_{\text{этанола}} = \pi r^2 h \phi n = 3,1416 \times 16^2 \times 7,5 \times 0,09 \times 1,3 = 705,7 \text{ м}^3$$

$$r = 16 \text{ м}, h = 7,5 \text{ м}, \phi = 0,09, n = 1,3.$$

Эксплуатационную задвижку 1-5 на другом крыле фонтанной арматуры закрывают, открывают эксплуатационную задвижку 1-4 на крыле фонтанной арматуры и в газоносную зону опять закачивают газообразный азот при высокой температуре и при высоком давлении через эксплуатационную насосно-компрессорную колонну в скважине (в направлении потока газообразного азота), используя комплект нагревательных передвижных насосных установок 1-1 для азота. Исходя из базисной ситуации газоносной скважины, нагретый газообразный азот имеет давление закачки 10 МПа, величину вытеснения 580 м³/ч, температуру закачки 280°C и объем закачки 790,4 м³.

Объем закачки нагретого газообразного азота определяют согласно следующей формуле:

$$V_{\text{азота}} = \pi r^2 h \phi n (P_i T / T_i P) = 3,1416 \times 16^2 \times 7,5 \times 0,09 \times 1,3 \times 3,2 \times 280 / (80 \times 10)$$

$$= 790,4 \text{ м}^3$$

$$r = 16 \text{ м}, h = 7,5 \text{ м}, \phi = 0,09, n = 1,3, P_i = 3,2 \text{ МПа}, T = 280 \text{ }^\circ\text{C}, T_i = 80 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$P = 10 \text{ МПа}.$$

После второй закачки нагретого азота эксплуатационную задвижку 1-4 на крыле фонтанной арматуры закрывают и скважину останавливают для пропитывания в течение 4 ч, обеспечивая возможность взаимодействия этанола и нагретого азота с нефтью и водой ретроградной конденсации. В течение процесса пропитывания пробка состоит из нагретого азота-этанола-нагретого азота, как показано на фиг. 2, и содержит первую пробку 2-1 из нагретого азота, пробку 2-2 из этанола, вторую пробку 2-3 из нагретого азота и зону 2-4 нарушения эксплуатационных качеств пласта вблизи скважины. В соответствии с заданным объемом закачки в состоянии пропитывания передний фронт закаченной пробки 2-2 из этанола разрушает край зоны 2-4 нарушения эксплуатационных качеств пласта вблизи скважины, превосходя радиус нарушения эксплуатационных качеств пласта на 3,2 м.

После пропитки вначале отсоединяют соединительные нагнетательные трубопроводы между задвижками фонтанной арматуры и нагревательными передвижными насосными установками для азота и передвижными буровыми насосными установками, и задвижку на одном крыле фонтанной арматуры соединяют с добычным трубопроводом, и затем задвижку на этом крыле фонтанной арматуры открывают для регулирования обратного потока, так что пробки, которые несет этанол и нагретый газообразный азот, выталкиваются обратно. Процесс добычи начинают, когда обратный поток представляет собой главным образом конденсатную нефть и природный газ.

Вышеописанный способ по примеру применяли к Heavy Oil District No.3, и конкретные результаты этого представлены в таблице.

Дополнительная нефть после обработки в Heavy Oil District No.3

№	Температура азота на входе (°С)	Давление пласта (МПа)	Обратное давление в устье скважины (МПа)	Температура на выходе (°С)	Добыча перед промывкой (тонн/сутки)	Добыча после промывки (тонн/сутки)
1	280	1,9-3,6	0,22-1,0	80	1,4/0,6	17,5/17,6
2	280	1,8-2,2	0,6-0,45	75	1,9/3,7	12,2/12
3	280	2,7-5,2	0,5-0,5	75	1,1/5,7	9,1/8,9
4	280	4,2-6,5	0,6-0,4	80	1,4/0,1	6,3/5,7

Все действия в соответствии с вышеописанным способом быстрого устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях занимают всего пять суток, таким образом можно быстро устранить нарушение эксплуатационных характеристик пласта.

Как видно из приведенного выше примера, способ устранения нарушения эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по изобретению может быстро и эффективно устранить нарушение эксплуатационных характеристик пласта из-за ретроградной конденсации и водяного затвора и повысить производительность газоносной скважины.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ восстановления нарушенных эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях, отличающийся тем, что он включает следующие стадии:

стадия 1: закачивание нагретого газообразного азота в газоносную зону для ее нагревания;

стадия 2: закачивание этанола в газоносную зону с целью ослабления эффекта водяного затвора и устранения нарушения характеристик пласта из-за ретроградной конденсации;

стадия 3: закачивание нагретого газообразного азота в газоносную зону для ее нагревания;

стадия 4: приостановка скважины для пропитки, в течение которой передняя часть введенной этаноловой пробки проходит сквозь край зоны вблизи скважины с ухудшенными эксплуатационными характеристиками пласта, проходя указанную зону по радиусу на 3-5 м, при этом время пропитки составляет 4 ч;

стадия 5: открытие скважины и осуществление обратного притока азота, этанола и азота в указанном порядке до тех пор, пока в обратном потоке не начнет доминировать конденсатная нефть и природный газ.

2. Способ восстановления нарушенных эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по п.1, отличающийся тем, что на стадии 1 и стадии 3 объем закачиваемого газообразного азота в каждом случае определяют по следующей формуле:

$$V_{\text{азота}} = \pi r^2 h \phi n (P_i T / T_i P)$$

где $V_{\text{азота}}$ представляет собой объем закачиваемого газообразного азота, м³;

r представляет собой радиус зоны нарушенных эксплуатационных характеристик пласта в газоносной зоне, м;

h представляет собой толщину газоносной зоны, м;

ϕ представляет собой пористость газоносной зоны;

n представляет собой дополнительный коэффициент, составляющий от 1,2 до 1,5;

P_i представляет собой давление в газоносной зоне, МПа;

T представляет собой температуру закачивания газообразного азота, °С;

T_i представляет собой температуру газоносной зоны, °С;

P представляет собой давление закачки газообразного азота, МПа; и

на стадии 2 объем закачиваемого этанола определяют по следующей формуле:

$$V_{\text{этанола}} = \pi r^2 h \phi n$$

где $V_{\text{этанола}}$ представляет собой объем закачиваемого этанола, м³;

r представляет собой радиус зоны нарушенных эксплуатационных характеристик пласта в газоносной зоне, м;

h представляет собой толщину газоносной зоны, м;

ϕ представляет собой пористость газоносной зоны;

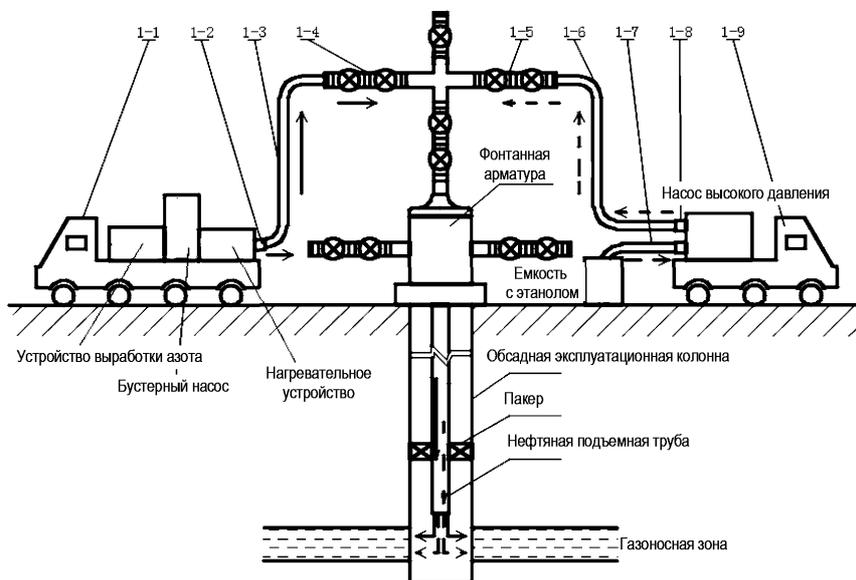
n представляет собой дополнительный коэффициент, составляющий от 1,2 до 1,3.

3. Способ восстановления нарушенных эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по п.1, отличающийся тем, что газообразный азот имеет плотность более 1,09 кг/м³, содержит 98% или выше N₂ и его закачивают в газоносную зону при высокой температуре, составляющей от 50 до 300°С, и высоком давлении, которое, однако, ниже давления гидроразрыва пласта.

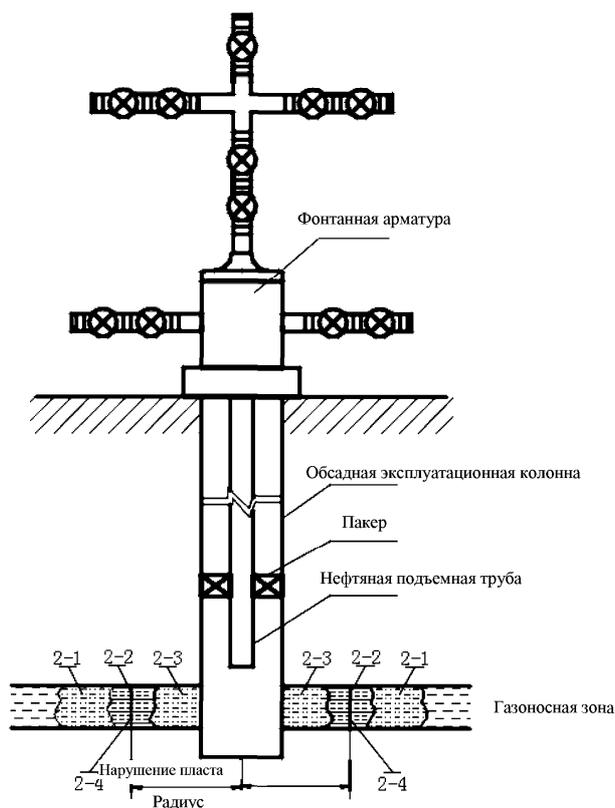
4. Способ восстановления нарушенных эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по п.1, отличающийся тем, что газообразный азот закачивают в газоносную зону

через комплект насосных агрегатов для газообразного азота, который имеет максимальное рабочее давление 35 МПа, максимальную выдачу газа 1200 м³/ч и величину вытеснения при закачке, составляющую от 500 до 800 м³/ч.

5. Способ восстановления нарушенных эксплуатационных характеристик пласта в газоконденсатных месторождениях по п.1, отличающийся тем, что этанол закачивают при давлении, которое ниже давления гидроразрыва пласта.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2