



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 055 172** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁶ **E 21 B 43/26**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 94004737/03, 10.02.1994

(46) Дата публикации: 27.02.1996

(56) Ссылки: 1. Шулов В.И. Технология и техника добычи нефти. М.: Недра, 1983, с.154-168.2. Временная инструкция по гидropескоструйному методу перфорации и вскрытию пласта. М.; ВНИИ, 1967, с.12-15, 32-35.

(71) Заявитель:

Акционерное общество закрытого типа "НЕФТЕ-ИНТЕНС"

(72) Изобретатель: Константинов С.В.

(73) Патентообладатель:

Акционерное общество закрытого типа "НЕФТЕ-ИНТЕНС"

(54) СПОСОБ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

(57) Реферат:

Использование: в нефтяной и газовой промышленности для повышения производительности вновь вводимых, действующих добывающих и нагнетательных скважин. Сущность изобретения: закачивают жидкость разрыва в объеме, обеспечивающем создание трещины гидроразрыва длиной, равной предварительно определенному радиусу прискважинной зоны сниженной проницаемости. Уменьшением темпа закачки снижают забойное давление ниже давления

разрыва пласта и при этом темпе закачивают в колонну насосно-компрессорных труб суспензию жидкости-носителя с закрепляющим материалом в объеме созданной трещины, после чего увеличением темпа закачки повышают забойное давление выше давления разрыва пласта, обеспечивая повторное раскрытие трещины, и закачивают продавочную жидкость в объеме, равном объему колонны насосно-компрессорных труб и части обсадной колонны от низа НКТ до прорезанных щелей.

RU 2 0 5 5 1 7 2 C 1

RU 2 0 5 5 1 7 2 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 055 172** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **E 21 B 43/26**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 94004737/03, 10.02.1994

(46) Date of publication: 27.02.1996

(71) Applicant:
**Aktsionernoe obshchestvo zakrytogo tipa
"NEFTE-INTENS"**

(72) Inventor: **Konstantinov S.V.**

(73) Proprietor:
**Aktsionernoe obshchestvo zakrytogo tipa
"NEFTE-INTENS"**

(54) **METHOD FOR HYDRAULIC FRACTURING OF FORMATION**

(57) Abstract:

FIELD: gas and oil producing industry.
SUBSTANCE: method for hydraulic fracturing of formation includes injection of fluid for making fracture in the volume which ensures creation of fracture length equalling the preliminarily determined radius of well zone of reduced permeability. Rate of injection is reduced to reduce bottom-hole pressure below the pressure of formation fracturing and, at this rate, injected into tubing

string is suspension of fluid carrier with solidifying material in the volume of produced fracture. Then, injection rate is increased to raise the bottom-hole pressure above the pressure of formation fracturing to provide for repeated opening of fracture, and forcing fluid is injected in the volume equalling the volume of tubing string and part of casing string from bottom of tubing string up to produced slots. EFFECT: higher efficiency.

RU 2 0 5 5 1 7 2 C 1

RU 2 0 5 5 1 7 2 C 1

Изобретение относится к нефтяной и газовой промышленности и может быть использовано для повышения производительности как вновь вводимых, так и действующих добывающих и нагнетательных скважин.

Известен способ гидравлического разрыва пласта, включающий спуск в скважину колонны насосно-компрессорных труб с пакером и его установку, последовательную закачку в колонну насосно-компрессорных труб жидкости разрыва, суспензии жидкости-носителя с закрепляющим материалом и продавочной жидкости с темпом закачки, обеспечивающим давление на забое скважины выше давления разрыва пласта, технологическую выдержку и ввод скважины в эксплуатацию [1]

Использование этого способа часто приводит к созданию трещин гидроразрыва избыточных размеров по разрезу и простиранию пласта. Иногда это сопряжено лишь с излишними затратами на проведение процесса, но в ряде случаев чрезмерное развитие трещин гидроразрыва может приводить к значительным потерям добываемой продукции за счет образования гидродинамических связей забоя скважины с водо- или газонасыщенными зонами и пластами. Для предотвращения отрицательных последствий гидроразрыва пласта при подборе объектов воздействия приходится часть скважин, которые имеют недостаточную толщину перемычек, отделяющих продуктивный пласт от водогазонасыщенных пластов, отклонять, значительно сужая тем самым область применения метода.

Наиболее близким к изобретению по совокупности признаков (прототип) является способ гидравлического разрыва пласта, включающий спуск в скважину на заданную глубину гидropескоструйного перфоратора с вращателем, прорезание щелей в горизонтальной плоскости продуктивного пласта, подъем перфоратора с вращателем, спуск в скважину колонны насосно-компрессорных труб с пакером и его установку, последовательную закачку в колонну насосно-компрессорных труб жидкости разрыва, суспензии жидкости-носителя с закрепляющим материалом и продавочной жидкости с темпом закачки, обеспечивающим давление на забое скважины выше давления разрыва пласта, технологическую выдержку и ввод скважины в эксплуатацию [2]

Этот способ устраняет часть недостатков известного способа [1] за счет локализации трещины гидроразрыва в заданном интервале разреза продуктивного пласта посредством предварительных надрезов, осуществляемых методом щелевой гидropескоструйной перфорации. Однако развитие трещины гидроразрыва в ограниченном интервале возможно лишь на определенном радиусе от скважины. Развиваясь вглубь пласта, трещина, даже первоначально локализованная щелевыми надрезами, может выйти за пределы заданного интервала. Поэтому ее развитие следует ограничивать соответствующими режимами и объемами закачки, что обычно не может обеспечить способ.

В ряде случаев при проведении

гидроразрыва требуется создать трещину в ограниченном интервале разреза продуктивного пласта, что осуществляют за счет дополнительных работ по иницированию трещины в заданном интервале. Такую технологию применяют при значительной неоднородности продуктивного пласта по разрезу, при относительно небольших толщинах перемычек, отделяющих продуктивный пласт от выше- и нижележащих пластов, особенно насыщенных водой либо газом (для нефтяных месторождений), при проведении поинтервального гидроразрыва пластов толщиной более 15-20 м, при проведении гидроразрыва пластов толщиной менее 3 м.

Для локализации трещины по разрезу пласта применяют дополнительную перфорацию в заданном интервале. Наиболее эффективно для этой цели проведение до гидроразрыва щелевой гидropескоструйной перфорации с прорезанием на заданной глубине щелей в горизонтальной плоскости продуктивного пласта. При закачке жидкости разрыва в пласт в обработанной дополнительной перфорацией зоне за счет активной фильтрации происходит опережающий рост давления. В результате при достижении давления разрыва в этой зоне образуется трещина.

Развиваясь вглубь пласта, трещина может выйти за пределы заданного интервала. Поэтому развитие трещины должно быть локализовано и по простиранию пласта, т.е. локальный гидроразрыв следует проводить на ограниченном радиусе от скважины, обычно в пределах прискважинной зоны пласта сниженной проницаемости.

Снижение проницаемости в прискважинной зоне может быть обусловлено ее загрязнением в процессе первичного и вторичного вскрытия пласта, различными отложениями в процессе эксплуатации, а также перераспределением напряжений, вызванных выработкой породы при бурении скважины. Радиус зоны сниженной проницаемости определяют стандартными методами гидродинамических исследований при выявлении причин работы скважин с производительностью ниже потенциальной и выборе метода интенсификации их работы. Радиус этой зоны может составлять от нескольких метров до нескольких десятков метров.

Предлагаемое техническое решение позволяет создавать в пределах прискважинной зоны пласта сниженной проницаемости локализованные по его разрезу трещины гидроразрыва высокой проводимости, в результате чегократно повышать производительность скважин и интенсифицировать выработку отдельных пропластков. Кроме создания локализованной трещины высокой проводимости, техническим результатом предлагаемого способа гидравлического разрыва пласта является существенная экономия энергии и технологических материалов при его проведении.

Прорезание горизонтальных щелей обычно в виде двух диаметрально противоположных секторов на заданной глубине позволяет иницировать развитие трещины гидроразрыва в заданном интервале

разреза продуктивного пласта. Как показали промысловые исследования, вблизи забоя скважины за счет горизонтальных надрезов трещина развивается в горизонтальной плоскости. Затем, удаляясь от скважины, трещина может менять ориентацию и развиваться далее вглубь пласта в наклонной или вертикальной плоскости, что определяет напряженное состояние пласта. Поэтому, для того чтобы трещина не вышла за предела заданного интервала, в предлагаемом изобретении предусмотрены режимы и объемы закачки технологических жидкостей и закрепляющего материала, обеспечивающие создание относительно короткой, хорошо закрепленной трещины.

При проектировании локального гидроразрыва пласта расчетным путем определяют темп и объем закачки жидкости разрыва, обеспечивающие развитие трещины по длине, равной радиусу прискважинной зоны пласта сниженной проницаемости. Осуществляют гидроразрыв пласта с закачкой жидкости разрыва по расчетному регламенту. После этого уменьшением темпа закачки снижают забойное давление ниже давления разрыва пласта, что приводит к смыканию трещины. При сниженном темпе закачивают в колонну насосно-компрессорных труб суспензии жидкости-носителя с закрепляющим материалом в объеме, равном объему созданной трещины. Затем закачивают продавочную жидкость, вытесняя технологические жидкости из колонны насосно-компрессорных труб в трещину гидроразрыва. При этом темп закачки увеличивают до величины, обеспечивающей подъем забойного давления выше давления разрыва пласта, что приводит к повторному раскрытию ранее созданной трещины. Объем закачки продавочной жидкости устанавливают равным объему колонны насосно-компрессорных труб и части обсадной колонны от низа насосно-компрессорных труб до прорезанных щелей, что гарантирует полное вытеснение суспензии в трещину гидроразрыва. Таким образом создается закрепленная трещина заданных размеров. Кроме того, проведение гидроразрыва по описанной технологической схеме требует значительно меньших затрат энергии и технологических материалов по сравнению с применяемыми технологиями.

Дальнейшее освоение скважины и добыча нефти или газа с увеличенным дебитом приводит к росту добываемой продукции.

Существенные признаки изобретения следующие.

1. Спуск в скважину на заданную глубину гидropескоструйного перфоратора с вращателем.

2. Прорезание щелей в горизонтальной плоскости продуктивного пласта.

3. Подъем перфоратора с вращателем.

4. Спуск в скважину колонны насосно-компрессорных труб с пакером и его установка.

5. Закачка в колонну насосно-компрессорных труб жидкости разрыва с темпом закачки, обеспечивающим давление на забое скважины выше давления разрыва пласта.

6. То же суспензии жидкости-носителя с закрепляющим материалом.

7. То же продавочной жидкости.

8. Технологическая выдержка.

9. Ввод скважины в эксплуатацию.

10. Объем закачки жидкости разрыва в процессе операции 5, обеспечивающей создание трещины гидроразрыва длиной, равной радиусу прискважинной зоны пласта сниженной проницаемости.

11. Дополнительная технологическая операция снижение забойного давления ниже давления разрыва пласта за счет уменьшения темпа закачки, в результате чего созданная в процессе операции 5 трещина смыкается.

12. Закачка в колонну насосно-компрессорных труб суспензии жидкости-носителя с закрепляющим материалом в объеме, равном объему созданной трещины в процессе операции 5.

13. Дополнительная технологическая операция вытеснение жидкости разрыва из колонны насосно-компрессорных труб в пласт в процессе операции 12 под давлением ниже давления разрыва пласта.

14. Режим операции 12 при темпе закачки, обеспечивающем забойное давление ниже давления разрыва пласта.

15. Время проведения операции 12 перед началом закачки продавочной жидкости.

16. Дополнительная технологическая операция увеличение темпа в начале закачки продавочной жидкости до величины, обеспечивающей подъем забойного давления выше давления разрыва пласта, что приводит к повторному раскрытию созданной в процессе операции 5 трещины.

17. Объем закачки продавочной жидкости в объеме колонны насосно-компрессорных труб и части обсадной колонны от низа насосно-компрессорных труб до прорезанных щелей.

Признаки 1-9 являются признаками, общими с прототипом, признаки 10-17 являются существенными отличительными признаками изобретения.

Для оценки эффективности технологии локального гидроразрыва пласта проводят ее промысловые испытания на водоплавающей нефтяной залежи.

Гидроразрыв проводят в верхней части разреза продуктивного пласта толщиной 17,5 м, проницаемость 83 мд со значительно загрязненной прискважинной зоной в радиусе 20 м.

В скважину на глубину 2890 м на насосно-компрессорных трубах диаметром 73 мм спускают гидropескоструйный перфоратор АП-6М с двумя насадками в одной плоскости диаметром 6 мм. Над перфоратором устанавливают вращатель, обеспечивающий его поворот с заданной скоростью в процессе перфорации. Процесс резки осуществляют в течение 30 мин, в результате чего прорезают две щели в горизонтальной плоскости в виде секторов с углом 90°. После прорезания щелей поднимают внутрискважинное оборудование и приступают к гидроразрыву пласта.

В скважину спускают колонну насосно-компрессорных труб диаметром 89 мм с гидравлическим пакером. Пакер устанавливают на глубину 2870 м. После опрессовки пакера приступают к закачке жидкости разрыва, в качестве которой используют дизельное топливо. Закачивают 23 м³ жидкости разрыва с темпом 4 м³/мин, при этом устьевое давление равняется 46

МПа, а забойное 50 МПа. Параметры закачки жидкости разрыва определяют расчетным путем из условия образования трещины гидроразрыва полудлиной 20 м. При этом расчетный объем трещины составляет $1,9 \text{ м}^3$.

После закачки жидкости разрыва и создания трещины заданного размера уменьшают темп закачки до $0,25 \text{ м}^3/\text{мин}$, что обеспечивает снижение давления на забое скважины до 30 МПа и, соответственно, смыкание трещины. При этом темпе закачивают в колонну насосно-компрессорных труб 2 м^3 углеводородной гелеобразной жидкости-носителя в смеси с пропантом средней прочности при его концентрации 800 кг/м^3 .

Затем переходят к закачке продавочной жидкости, в качестве которой используют пресную воду с добавкой полиакриламида для снижения потерь давления на трение. Темп закачки продавочной жидкости увеличивают до $4 \text{ м}^3/\text{мин}$, что обеспечивает подъем забойного давления до 50 МПа и повторное раскрытие ранее созданной трещины. Закачивают $12,3 \text{ м}^3$ воды, что равняется объему колонны насосно-компрессорных труб (12 м^3) и части обсадной колонны от низа насосно-компрессорных труб до прорезанных щелей ($0,26 \text{ м}^3$). Для точности закачки заданного объема используют мерную емкость.

После окончания процесса гидроразрыва закрывают устье скважины на 24 ч для деструкции геля, перераспределения давления в пласте и трещине и ее смыкания. Затем обрабатывают скважину через штуцер в течение 2 сут, после чего заглушают скважину, срывают пакер, извлекают внутрискважинное оборудование, оборудуют скважину для фонтанной эксплуатации и запускают ее в работу.

Дебит скважины после гидроразрыва пласта составляет $87 \text{ м}^3/\text{сут}$ безводной нефти, до обработки он равнялся $7 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Проведение гидроразрыва по технологии прототипа при тех же условиях приведено к обводненности добываемой продукции до 70%. Кроме того, затраты на проведение процесса по предлагаемой технологии по сравнению с прототипом снижены: по времени в 5 раз по жидкости-носителю в 10 раз, по пропанту в 3 раза.

Формула изобретения:

СПОСОБ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА

ПЛАСТА, включающий спуск в скважину на заданную глубину гидropескоструйного перфоратора с вращателем, прорезание щелей в горизонтальной плоскости продуктивного пласта, подъем перфоратора с вращателем, спуск в скважину колонны насосно-компрессорных труб с пакером и его установка, последовательную закачку в колонну насосно-компрессорных труб жидкости разрыва, суспензии жидкости-носителя с закрепляющим материалом и продавочной жидкости с темпом закачки, обеспечивающим давление на забое скважины выше давления разрыва пласта, технологическую выдержку и ввод скважины в эксплуатацию, отличающийся тем, что жидкость разрыва закачивают в объеме, обеспечивающем создание трещины гидроразрыва длиной, равной предварительно определенному радиусу прискважинной зоны пласта сниженной проницаемости, затем уменьшением темпа закачки снижают забойное давление ниже давления разрыва пласта и при этом темпе закачивают в колонну насосно-компрессорных труб суспензию жидкости-носителя с закрепляющим материалом в объеме созданной трещины, после чего увеличением темпа закачки поднимают забойное давление выше давления разрыва пласта и закачивают продавочную жидкость в объеме, равном объему колонны насосно-компрессорных труб и части обсадной колонны от низа насосно-компрессорных труб до прорезанных щелей.

45

50

55

60