



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 09.03.2016 - действует

(21), (22) Заявка: **2014128384/03**, **10.07.2014**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.07.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **10.07.2014**(45) Опубликовано: **27.11.2015**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2493352 C1**, **20.09.2013**. **RU 10778 U1**, **16.08.1999**. **RU 98047 U1**, **27.09.2010**. **US 4976318 A**, **11.12.1990**. **US 2014144632 A1**, **29.05.2014**.

Адрес для переписки:

634050, г.Томск, пр. Ленина, 36, НИИ ПММ ТГУ

(72) Автор(ы):

Барсуков Виталий Дементьевич (RU),
Голдаев Сергей Васильевич (RU),
Минькова Наталья Петровна (RU)

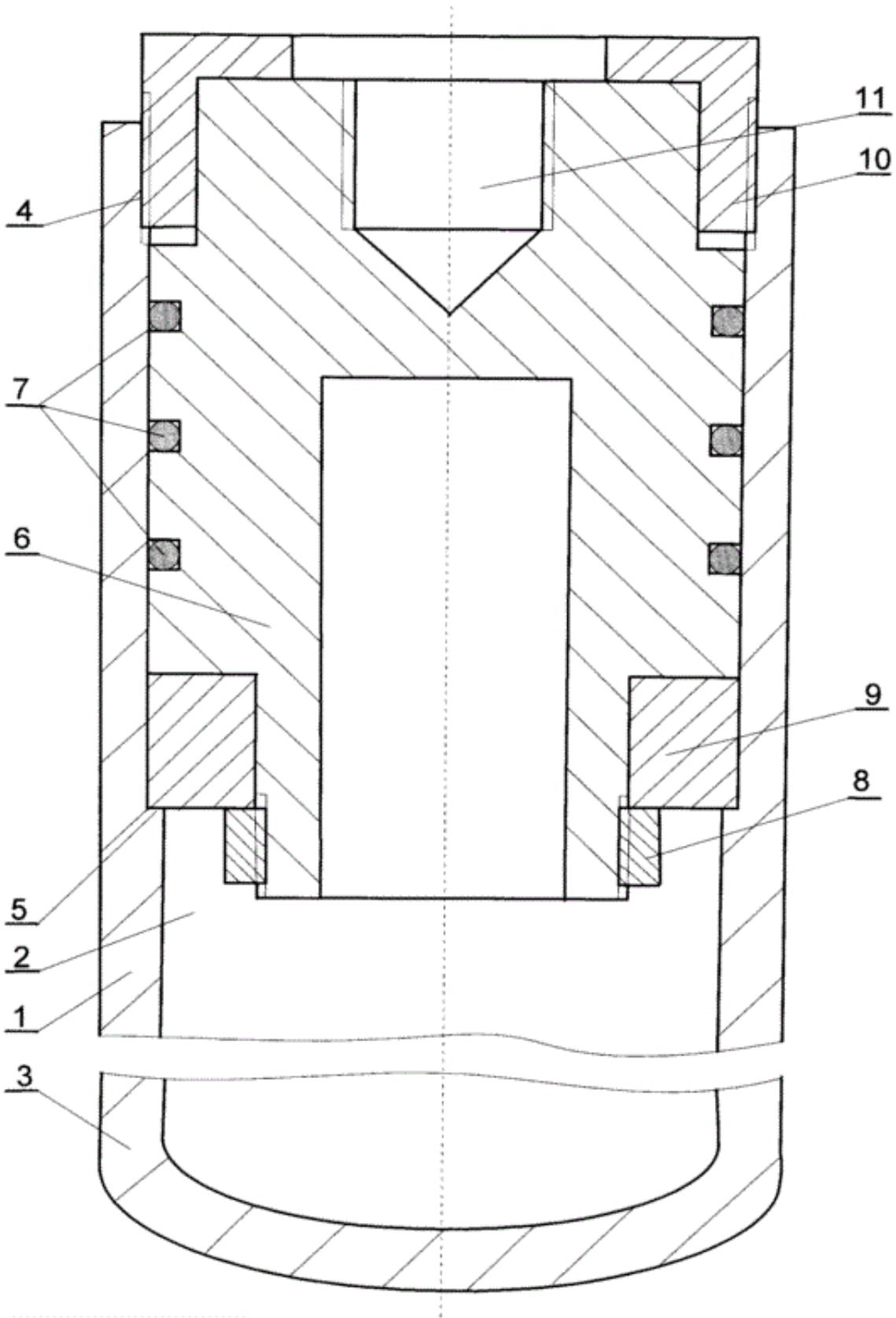
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский государственный университет" (ТГУ) (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОГРАНИЧЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНЕ И СПОСОБ РАЗРЫВА ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА ДАВЛЕНИЕМ ПОРОХОВЫХ ГАЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УКАЗАННОГО УСТРОЙСТВА

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к горному делу и может быть применена для предохранения обсадной колонны от разрушения при разрыве продуктивного пласта давлением пороховых газов. Устройство содержит герметичную чугунную емкость с цилиндрической полостью с кольцевым уступом. На нем установлен поршень с кольцевой вставкой из быстрорежущей стали. Причем диаметр поршня определен из приведенного приближенного соотношения. При разрыве пласта давлением пороховых газов вместе с газогенератором устройство подвешивают на тросе на уровне ниже зоны перфорации и повторяют операции с повышением массы заряда газогенератора до максимально допустимого. После этого проводят дополнительные операции разрыва с дополнительным зарядом. Для первой дополнительной операции разрыва выбирают заряд, больший по сравнению с зарядом, использованным в операции разрыва с максимальным давлением на величину, определяемую из приведенного приближенного соотношения. Для последующих операций разрывов используют аналогичные ограничители давления. При этом соответствующие дополнительные заряды выбирают с учетом длины срезания внутренних стенок цилиндрической полости в процессе предыдущей операции разрыва согласно приближенному выражению. Технический результат заключается в повышении эффективности разрыва продуктивного пласта. 2 н.п. ф-лы, 1 ил.



Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности, а именно к способам и устройствам для увеличения проницаемости продуктивных пластов с одновременным предохранением обсадной колонны от разрушения. Предлагаемый способ и устройство могут быть использованы и в тех случаях, когда исчерпаны возможности других известных способов разрыва продуктивного пласта давлением пороховых газов. В дальнейшем, для краткости, в описании наряду с термином «устройство для ограничения давления в скважине» использован его синоним: «ограничитель давления».

При проведении разрыва пласта давлением пороховых газов используются различные способы и устройства, которые наряду со стремлением повысить эффективность обработки пластов за счет повышения давления призваны не допустить разрушение обсадной колонны. Для этого используют ограничители давления. Например, в известном способе вскрытия пласта [1] использовали вязкоупругую жидкость, смешивая ее с полыми стеклянными микросферами с механической прочностью на 0,5-1 МПа больше забойного давления в скважине и в количестве 10-30% от ее объема и утяжеляя ее до плотности в 1,1-1,2 раза и более плотности скважинной жидкости, которую затем закачивают в скважину, а герметизацию скважины осуществляют в затрубном пространстве системой пакеров. Наличие в жидкости герметизации полых стеклянных микросфер за счет разрушения приводит к поглощению излишков газов и позволяет тем самым защитить ствол и расположенное внутри него оборудование от разрушения, производя гашение энергии гидроударной волны.

К недостаткам такого ограничителя давления следует отнести его малую эффективность вследствие небольшого запаса свободного объема в стеклянных сферах и неравномерности их разрушения.

К прототипу можно отнести компенсатор давления, используемый при реализации способа проведения взрывных перфорационных работ в скважине [2]. Указанный компенсатор давления имеет герметичную емкость судя по рисунку с цилиндрической полостью, входное отверстие которой с нижнего конца заглушенной, а с верхнего конца закрытой узлом вскрытия свободного объема в виде разрушаемой диафрагмы.

Недостатком такого компенсатора давления является невозможность поддерживать постоянное давление в скважине вследствие того, что при разрыве диафрагмы давление резко падает до полного заполнения свободного объема.

Известен «Способ обработки прискважинной зоны пласта и устройство для его реализации» [3], характеризующийся размещением в интервале продуктивного пласта гирлянды пороховых и воспламенительного зарядов, сжиганием их с помощью электровоспламенителя, расположенного в канале воспламенительного заряда, с созданием импульса давления заданной величины. Воспламенительный заряд располагают выше зоны перфорации на расстоянии, обеспечивающем необходимый объем жидкости между упомянутым зарядом и зоной перфорации для образования трещин в пласте. Последовательно производят гидроразрыв и термогазохимическую обработку прискважинной зоны пласта за одну спускоподъемную операцию при условии, что выше воспламенительного заряда располагают пороховые заряды с развитой поверхностью горения, а ниже упомянутого воспламенительного заряда располагают пороховые заряды, в процессе сжигания которых образуются высокотемпературные продукты.

В качестве пороховых зарядов, расположенных выше воспламенительного заряда, использованы заряды с развитой поверхностью горения. В результате в месте нахождения воспламенительного заряда создается достаточное давление, при котором происходит гидроразрыв пласта с образованием сетки трещин вокруг перфорационных каналов, после разрыва пласта скважинная жидкость продолжает вытесняться давлением в пласт, а продукты горения пороховых зарядов достигают зоны перфорации, при этом происходит газовая продувка перфорационных каналов и естественных пор. После сгорания пороховых зарядов, расположенных выше воспламенительного заряда, происходит падение давления.

Недостатком известного способа является кратковременность действия максимального давления («острый» максимум давления), обеспечивающего разрыв пласта, что ограничивает количество и размер образующихся трещин, а также отсутствие средства предохранения обсадной колонны.

Известен «Способ обработки призабойной зоны пласта и устройство для его осуществления» [4]. Заряды устройства располагают напротив перфорационных отверстий. При выбранных экстремальных условиях и совместном горении зарядов давление в скважине возрастает до 74 МПа при времени 0,6 с после их воспламенения. Затем по окончании горения зарядов со сквозным каналом 3 давление падает в 3-3,5 раза и при горении только бесканальных зарядов 4 продолжается еще в течение 5,7 с.

Недостатком этого изобретения является то, что при его реализации давление, обеспечивающее разрыв пласта, действует короткое время («острый» максимум давления), а основное время горения заряда обеспечивает лишь термогазохимическое воздействие на пласт. Кроме этого, отсутствует средства предохранения обсадной колонны от разрушения.

Прототипом является известное «Устройство и способ термогазогидродинамического разрыва продуктивных пластов нефтегазовых скважин» [5]. Для термогазогидродинамического разрыва пласта нефтегазовых скважин применяется устройство корпусного типа, включающее геофизический кабель для спуска устройства, состоящее из кабельной головки, блока дистанционного контроля с приборной головкой, переводника, корпуса для размещения газогенерирующего заряда и манометрического блока.

Способ термогазогидродинамического разрыва продуктивного пласта нефтегазовых скважин включает установку корпусного газогенератора на геофизическом кабеле в интервале продуктивного пласта, вскрытого перфорацией, приведение газогенератора в действие и создание термогазодинамического импульса, при этом оценивается качество вторичного вскрытия продуктивного пласта и при поверхности вскрытия пласта перфорационными каналами менее $1000 \text{ см}^2/\text{м}$ перфорированного интервала выполняется дополнительная перфорация кумулятивными или сверлящими перфораторами для обеспечения поверхности вскрытия пласта до $2000 \text{ см}^2/\text{м}$ и более. Затем производится циклическое воздействие на продуктивный пласт путем спуска корпусного газогенератора в требуемый интервал на геофизическом кабеле с привязкой к геологическому разрезу гамма-методом для термогазогидродинамического воздействия в управляемом и контролируемом режиме. Создается импульс давления в 1,5-3 раза выше давления разрыва пласта с целью раскрытия существующих и создания новых трещин в пласте и формируется депрессионно-репрессионный волновой процесс в инфразвуковом частотном диапазоне для вовлечения в разработку тупиковых (застойных) нефтенасыщенных участков с документированием процесса и оценкой завершенности разрыва пласта.

Недостатком известного способа является кратковременность действия эффективного перепада давления, когда разница между давлением, создаваемым газогенератором и горным давлением, является достаточной для разрыва пласта («острый» максимум давления), что ограничивает количество и размер образующихся трещин. Кроме того, отсутствуют средства предохранения обсадной колонны.

Ставилась задача повышения эффективности разрыва продуктивного пласта за счет разработки и использования устройства для ограничения давления в скважине, позволяющего увеличить время поддержания действующего давления на максимально возможном уровне путем наращивания заряда при последующих операциях разрыва при сохранении целостности обсадной колонны.

Поставленная цель достигается тем, что в известном устройстве для ограничения давления в скважине, содержащем герметичную емкость с цилиндрической полостью, с нижнего конца заглушенной, а с верхнего конца закрытой узлом вскрытия свободного объема для заполнения скважинной жидкостью, герметичная емкость с цилиндрической полостью изготовлена из материала, образующего при резании стружку с надломом, например ковкого чугуна, и в верхней части цилиндрической полости предусмотрена резьба, ниже которой имеется участок герметизации, оканчивающийся кольцевым уступом, на котором установлен узел вскрытия свободного объема, выполненный в виде поршня, на внутренней части которого предусмотрена поджатая гайкой взаимодействующая с уступом кольцевая вставка из быстрорежущей стали, а с внешней стороны поршень закреплен при помощи фасонной гайки, взаимодействующей с резьбой в верхней части цилиндрической полости, причем диаметр поршня определен из приближенного соотношения

$$D = d + 0,312d^{1,3} P_{\max} / [(HB)^{0,96} (1 + 0,40\mu)]$$

где D - диаметр поршня, м;

d - диаметр цилиндрической полости, м;

P_{\max} - максимальное давление в последней операции разрыва, Н/м²;

HB - твердость по Бринеллю, Н/м²;

μ - коэффициент трения, безразмерный,

и в известном способе разрыва продуктивного пласта давлением пороховых газов с использованием устройства для ограничения давления в скважине, включающем установку в скважине на геофизическом кабеле в окрестности продуктивного пласта регистратора давления и твердотопливного газогенератора, приведение газогенератора в действие для создания газодинамического импульса и повторение операций с последовательным увеличением заряда до достижения максимально допустимого давления, для первой дополнительной операции разрыва выбирают заряд, больший по сравнению с зарядом, использованным в операции разрыва продуктивного пласта с максимальным давлением на величину, определяемую из приближенного соотношения

$$M_1 = \pi d^2 L P_{\max} / [4(1 - \alpha)\chi RT]$$

где M_1 - масса дополнительного заряда, кг;

d - диаметр цилиндрической полости, м;

L - длина цилиндрической полости, м;

P_{\max} - максимально допустимое давление, Па;

α - массовая доля конденсата, безразмерная;

χ - коэффициент теплосохранения, безразмерный;

R - удельная газовая постоянная, Дж/(кг·К);

T - температура продуктов горения, К,

и снаряжают газогенератор с добавлением выбранного заряда, затем вместе с погружением в скважину регистратора давления и снаряженного твердотопливного газогенератора подвешивают на тросе на уровне ниже зоны перфорации вышеуказанное устройство для ограничения давления, а для последующих операций разрывов используют аналогичные ограничители давления, при этом соответствующие дополнительные заряды выбирают с учетом длины среза внутренних стенок цилиндрической полости в процессе предыдущей операции разрыва согласно приближенному выражению

$$M_n = LM_{n-1}/L_{n-1}$$

где M_n - масса дополнительного заряда для n-й операции разрыва, кг;

L_{n-1} - длина среза внутренних стенок цилиндрической полости в предыдущей операции разрыва, м.

Наличие герметизированного поршня из быстрорежущей стали в совокупности с предусмотренным выступом в цилиндрической полости обеспечивает принципиальную работоспособность ограничителя давления, а изготовление герметичной емкости из материала, образующего при резании стружку с надломом, например ковкого чугуна, обеспечивает постоянное сопротивление движению поршня и, следовательно, обеспечивает постоянство давления.

Предложенное приближенное соотношение дает возможность определять диаметр поршня в зависимости от максимального давления и диаметра цилиндрической полости.

Выбор заряда для первой дополнительной операции разрыва, большим по сравнению с зарядом, использованным в операции разрыва продуктивного пласта с максимальным давлением, и снаряжение газогенератора с добавлением выбранного заряда в сочетании с размещением в скважине предложенного ограничителя давления позволяет увеличить время действия давления на максимальном уровне.

Установка ограничителя давления ниже зоны перфорации исключает тепловое воздействие на него работающего газогенератора.

Приведенное приближенное соотношение позволяет конкретизировать массу дополнительного заряда для первой дополнительной операции разрыва, гарантирующей сохранность обсадной колонны.

Использование для последующих дополнительных операций разрыва аналогичных или более длинных ограничителей давления в сочетании с учетом согласно приближенному соотношению длины среза внутренних стенок цилиндрической полости в процессе предыдущей операции разрыва позволяет в каждой последующей операции увеличивать время действия давления на максимальном уровне.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором изображено в разрезе устройство для ограничения давления в скважине.

Устройство для ограничения давления в скважине содержит герметичную емкость 1 с цилиндрической полостью 2, заглушенной с нижнего конца днищем 3. Указанная герметичная емкость 1 изготовлена из материала, образующего при резании стружку с надломом, например из ковкого чугуна. В верхней части цилиндрической полости 2 предусмотрена резьба 4, ниже которой имеется участок герметизации, оканчивающийся кольцевым уступом 5. На последнем установлен узел вскрытия свободного объема, выполненный в виде герметизированного поршня 6 с герметизирующими кольцами 7. На внутренней части поршня 6 предусмотрена поджатая гайкой 8 взаимодействующая с уступом 6 кольцевая вставка 9 из быстрорежущей стали. С внешней стороны поршень закреплен фасонной гайкой 10, взаимодействующей с резьбой 4 в верхней части цилиндрической полости 2. На верхней части герметизированного поршня 6 предусмотрено углубление 11 с резьбой для ввинчивания подъемного крюка (на чертеже не показан).

Работа устройства осуществляется следующим образом. При появлении избыточного действующего на поршень давления сопротивление ковкого чугуна на уступе 5 не выдерживает силы поршня и происходит срезание слоя, равного высоте уступа 5. За счет этого происходит движение поршня и соответственно высвобождение свободного объема, обеспечивающего стравливание скважинной жидкости. Высота уступа 5 определяет давление срабатывания устройства. Ее конкретное значение (или диаметр поршня при известном диаметре цилиндрической полости) может быть определено из следующих соображений.

Сила, обусловленная действием на поршень давления скважинной жидкости при работе газогенератора равна

$$F = \pi d^2 P_{\max}, \quad (1)$$

где F - сила давления скважинной жидкости, действующая на поршень, Н/м²;

d - диаметр цилиндрической полости, м;

P_{\max} - максимальное давление в скважине при работе газогенератора, Н/м².

За счет этой силы обеспечивается срезание кольцевой стружки с глубиной резания, равной высоте выступа h

$$h = (D - d)/2, \quad (2)$$

где h - глубина резания, м;

D - диаметр поршня, м;

d - диаметр цилиндрической полости, м.

При этом сила F , обеспечивающая движение поршня, должна преодолеть сопротивление срезанию кольцевой стружки и силу трения

$$F = F_p + F_{\text{тр}}, \quad (3)$$

где F - сила давления скважинной жидкости, Н;

F_p - сила резания, Н;

$F_{\text{тр}}$ - сила трения, Н.

Сила сопротивления движению поршня может быть приближенно определена по аналогии с главной составляющей силы резания при строгании [6]. С учетом поправочных коэффициентов, учитывающих свойства чугуна, и коэффициентов, переводящих размеры параметров в международную систему единиц, соотношение для главной составляющей силы резания примет вид

$$F_p = 1,13h S^{0,7} (\text{HB})^{0,96}, \quad (4)$$

где h - глубина резания, м;

S - подача, м;

HB - твердость по Бринеллю, Н/м².

Величина подачи S представляет собой ширину стружки, снимаемой резцом за один проход при строгании. В случае срезания поршнем ширина стружки может быть представлена как длина окружности сечения цилиндрической полости

$$S = \pi d. \quad (5)$$

Сила трения может быть определена следующим образом. Согласно [7] вертикальная составляющая силы, отталкивающая резец от обрабатываемой детали (в нашем случае это боковая составляющая) равна приблизительно 40% от силы резания. Тогда сила трения $F_{\text{тр}}$ может быть определена соотношением

$$F_{\text{тр}} = 0,40\mu F_p, \quad (6)$$

где μ - коэффициент трения, безразмерный.

Подставив в (3) значения сил из (4) и (6) с учетом (1) и проводя объединение числовых коэффициентов, получим соотношение для определения высоты уступа.

$$h = 0,312d^{1,3} P_{\max} / [(\text{HB})^{0,96} (1 + 0,40\mu)] \quad (7)$$

С учетом (2) окончательная формула для определения диаметра поршня примет вид

$$D = d + 0,312d^{1,3}P_{\max} / [(HB)^{0,96}(1+0,40\mu)], \quad (8)$$

Приведем расчет диаметра поршня для условий разрыва продуктивного пласта, представленных в прототипе: в последней операции разрыва достигнутое давление составляло 71,6 МПа. Для емкости с цилиндрической полостью выбираем трубу из ковкого чугуна диаметром 114 мм, имеющей внутренний диаметр 94 мм. Для ковкого чугуна, например, марки К4 45-7 твердость по Бринеллю составляет $HB=150 \times 10^7 \text{ Н/м}^2$. Коэффициент трения стали по чугуну равен 0,3. Тогда диаметр поршня определяется из следующих соотношений

$$D = 0,094 + (0,312 \times 0,094^{1,3} \times 71,6 \times 10^6) / [(150 \times 10^7)^{0,96} (1 + 0,40 \times 0,3)] \approx 0,0968 \text{ м} = 96,8 \text{ мм}.$$

Реализация предложенного способа разрыва продуктивного пласта давлением пороховых газов с использованием устройства для ограничения давления в скважине заключается в следующем. При каждой операции разрыва продуктивного пласта вместе с погружением в скважину газогенератора с повышением заряда и регистратора давления подвешивают на тросе на уровне ниже зоны перфорации вышеописанное устройство для ограничения давления. Это дает возможность ограничить давление в скважине при излишнем (случайном) превышении заряда над необходимым. Однако в случае предположения, что в очередном разрыве продуктивного пласта имеется опасность превышения допустимого давления в скважине, дальнейшее наращивание заряда обычно прекращают.

Настоящее предложение предполагает проводить дополнительные разрывы с очередным повышением заряда на величину, определяемую возможностями ограничителя давления. Для первого дополнительного разрыва выбирают дополнительный заряд, определяемый из следующих соображений. При использовании дополнительного заряда часть продуктов горения пойдет на задавливание скважинной жидкости в трещины продуктивного пласта, а оставшаяся часть поступит в освобождающийся объем ограничителя давления.

Вследствие расширения существующих трещин и образования новых соотношение этих частей неизвестно, но исходя из условий гарантированной сохранности обсадной колонны для первой операции разрыва целесообразно дополнительный заряд выбирать только для заполнения свободного объема ограничителя давления. С учетом этого для первой дополнительной операции разрыва массу дополнительного заряда выбирают, исходя из уравнения соотношения идеального газа

$$M_1 = \pi d^2 L P_{\max} / [4(1-\alpha)\chi RT], \quad (9)$$

где M_1 - масса дополнительного заряда, кг;

d - диаметр цилиндрической полости, м;

L - длина цилиндрической полости, м;

P_{\max} - максимальное давление, достигнутое при последней операции разрыва пласта, Н/м^2 ;

α - массовая доля конденсата;

χ - коэффициент теплосохранения;

R - удельная газовая постоянная продуктов горения, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

T - температура горения, К .

В результате первой дополнительной операции разрыва в продуктивном пласте будут образованы новые трещины и расширены старые. Поэтому часть дополнительного заряда будет израсходована на задавливание скважинной жидкости. В связи с этим поршень не может продвинуться на всю длину цилиндрической полости. Если длина срезания внутренних стенок оказалась равной L_1 , то это означает, что масса заряда в первой операции разрыва могла бы быть выбрана большей в L/L_1 раз. Поэтому для второй дополнительной операции разрыва выбирают заряд

$$M_2 = M_1 L / L_1, \quad (10)$$

где M_2 - масса дополнительного заряда во второй операции разрыва, кг;

M_1 - масса дополнительного заряда в первой дополнительной операции разрыва, кг;

L_1 - длина срезания внутренних стенок цилиндрической полости в первой дополнительной операции разрыва, м.

Для последующих операций разрыва массу дополнительного заряда выбирают в соответствии с соотношением

$$M_n = M_{n-1} L / L_{n-1}, \quad (11)$$

где n - порядковый номер дополнительного разрыва продуктивного пласта.

По принципу действия предлагаемое устройство является ограничителем давления. Однако его использование в совокупности с операцией разрыва пласта известными газогенераторами представляет собой некую «машину», позволяющую увеличить время задавливания скважинной жидкости именно при максимальном давлении в несколько раз (другими словами, при «остром» максимуме вместо среднего давления эффективного разрыва достигается существенно более длительное действие максимального давления, которое вдвое превышает среднее). А часть дополнительного заряда служит источником энергии для обеспечения функционирования этой «машины».

Приведем пример выбора массы дополнительного заряда для операции разрыва в условиях, описанных в прототипе. Как следует из описания патента, достигнутое при последнем разрыве давление составляет $71,6 \cdot 10^6$ Н/м². По-видимому, дальнейшее повышение массы заряда представлялось исполнителям рискованным. Согласно настоящему предложению последующие (дополнительные) разрывы продуктивного пласта с размещением в скважине ограничителя давления с добавлением дополнительного заряда в соответствии с соотношением (9) длину цилиндрической емкости выберем в 5 м, а дополнительный заряд баллиститного топлива типа НМ-2 со следующими характеристиками [8]: $R=373$ Дж/(кг К), $T=2351$ К, $\alpha = 0,02$, $\chi = 0,9$. Для первой дополнительной операции разрыва масса дополнительного заряда равна

$$M_1 = 3,14 \times 0,094^2 \times 3 \times 71,6 \times 10^6 / [4 \times (1 - 0,02) \times 0,9 \times 373 \times 2351] \approx 2,89 \text{ кг.}$$

Далее предположим, что в первой дополнительной операции разрыва продуктивного пласта сревание внутренних слоев цилиндрической полости произошло на длине 3 м. Тогда из соотношения (10) имеем

$$M_2 = 2,89 \times 5/3 \approx 4,82 \text{ кг.}$$

Приращение массы заряда относительно небольшое, однако эффект оказывается значительным по трем причинам.

Во-первых, за счет повышенного заряда давление, обеспечивающее разрыв, достигается за более короткое время, и скважинная жидкость начинает задавливаться в пласт, когда столб жидкости над газогенератором еще не приобрел значительной скорости.

Во-вторых, и это главное, использование дополнительного заряда вместе с предложенным ограничителем давления позволяет перевести работу основного заряда газогенератора в зону повышенной эффективности. Действительно, вместо задавливания жидкости при среднем давлении, равном половине разности между максимальным давлением и горным давлением, перевести на задавливание при максимальном давлении. Другими словами, основное назначение дополнительного заряда служить источником энергии для нормального функционирования ограничителя давления. А его нормальное функционирование приводит к повышению эффективности использования основного заряда вдвое.

В-третьих, некоторая часть дополнительного заряда также расходуется на расширение и образование трещин во время действия максимального давления, т.е. также в режиме максимальной эффективности.

Источники информации

1. Патент РФ № 2392426 С1, Е21В 43/263. Способ вскрытия пласта. Шишлянников А.Н., Белоусов Г.А.. Заявл. 31.03.2009. Оpubл. 20.06.2010.
2. Патент РФ № 2001249 С2, Е21В 43/116. Способ проведения взрывных перфорационных работ в скважине. Неволин В.Г., Мальцев А.В. Заявл. 28.11.1991. Оpubл. 15.10.1993. Бюл. № 37-38.
3. Патент РФ № 2204706 С1, Е21В 43/263, Е21В 43/116. Способ обработки прискважинной зоны пласта и устройство для его реализации. Дуванов А.М., Балдин А.В., Новоселов Н.И., Дуванов А.И. и др. Заявл. 26.06.2002. Оpubл. 20.05.2003.
4. Патент РФ № 2471974 С2, Е21В 43/263, Е21В 43/24. Способ обработки призабойной зоны пласта и устройство для его осуществления. Пелых Н.М. Заявл. 39.03.2011. Оpubл. 10.01.2013.

5. Патент РФ № 2493352 С1, Е21В 43/263, Е21В 43/11, Е21В 28/00. Устройство и способ термогазогидродинамического разрыва продуктивных пластов нефтегазовых скважин. Корженевский А.Г., Корженевский А.А., Корженевская Т.А., Корженевский А.А. Заявл. 31.01.2012. Оpubл. 20.09.2013.
6. Даниленко Б.Д., Зубков Н.Н. Выбор режимов резания / Под ред. В.С. Булошникова. - М.: Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, С. 23.
7. Силы резания и мощность при строгании: 18.php.
8. Барсуков В.Д., Голдаев С.В. Подводное зажигание и горение унитарных твердых топлив. Теория, эксперимент, технические приложения. Томск: Изд. Томского, ун-та. 2003. С. 324.

Формула изобретения

1. Устройство для ограничения давления в скважине, содержащее герметичную емкость с цилиндрической полостью, с нижнего конца заглушенной, а с верхнего конца закрытой узлом вскрытия свободного объема для заполнения скважинной жидкостью, отличающееся тем, что герметичная емкость с цилиндрической полостью изготовлена из материала, образующего при резании стружку с надломом, например ковкого чугуна, и в верхней части цилиндрической полости предусмотрена резьба, ниже которой имеется участок герметизации, оканчивающийся кольцевым уступом, на котором установлен узел вскрытия свободного объема, выполненный в виде герметизированного поршня, на внутренней части которого предусмотрена поджатая гайкой взаимодействующая с уступом кольцевая вставка из быстрорежущей стали, а с внешней стороны поршень закреплен при помощи фасонной гайки, взаимодействующей с резьбой в верхней части цилиндрической полости, причем диаметр поршня определен из приближенного соотношения

$$D = d + 0,312d^{1,3}P_{\max}/[(HB)^{0,96}(1 + 0,40\mu)]$$

где D - диаметр поршня, м;

d - диаметр цилиндрической полости, м;

P_{\max} - максимальное давление в последней операции разрыва, Н/м²;

HB - твердость по Бринеллю, Н/м²;

μ - коэффициент трения.

2. Способ разрыва продуктивного пласта давлением пороховых газов с использованием устройства для ограничения давления в скважине, включающий установку в скважине на геофизическом кабеле в окрестности продуктивного пласта регистратора давления и твердотопливного газогенератора, приведение газогенератора в действие для создания газодинамического импульса и повторение операций с последовательным увеличением заряда до достижения максимально допустимого давления, отличающийся тем, что вместе с погружением в скважину газогенератора и регистратора давления подвешивают на тросе на уровне зоны перфорации устройство для ограничения давления по п. 1, а при прогнозировании, что в очередном разрыве продуктивного пласта имеется опасность превышения допустимого давления в скважине, продолжают наращивать заряд, причем для первого дополнительного разрыва выбирают дополнительный заряд, определенный из приближенного соотношения

$$M_1 = P_{\max}\pi d^2 L / [4(1 - \alpha)\chi RT]$$

где M_1 - масса дополнительного заряда, кг;

P_{\max} - максимально допустимое давление, Н/м²;

d - диаметр цилиндрической полости, м;

L - высота цилиндрической полости, м;

α - массовая доля конденсата;

χ - коэффициент теплосохранения;

R - удельная газовая постоянная, Дж/(кг·К);

T - температура продуктов горения, К,

и снаряжают газогенератор с добавлением выбранного заряда, затем вместе с погружением в скважину регистратора давления и снаряженного твердотопливного газогенератора подвешивают на тросе на уровне ниже зоны перфорации вышеуказанное устройство для ограничения давления по п. 1, а для последующих операций разрывов используют аналогичные ограничители давления, при этом соответствующие дополнительные заряды выбирают с учетом длины срезания внутренних стенок цилиндрической полости в процессе предыдущей операции разрыва согласно приближенному выражению

$$M_n = LM_{n-1}/L_{n-1}$$

где M_n - масса дополнительного заряда для n -й операции разрыва, кг;

L_{n-1} - длина срезания внутренних стенок цилиндрической полости в предыдущей операции разрыва, м.

РИСУНКИ

