



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E21B 43/16 (2020.02); E21B 34/02 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2018122438, 14.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.12.2016

Дата регистрации:
05.02.2021

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
23.12.2015 FR 1563188

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2019 Бюл. № 35

(45) Опубликовано: 05.02.2021 Бюл. № 4

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 20.06.2018

(86) Заявка РСТ:
FR 2016/053415 (14.12.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/109334 (29.06.2017)

Адрес для переписки:
123242, Москва, Кудринская площадь, 1, а/я 35,
"Михайлюк, Сороколат и партнеры-патентные
поверенные"

(72) Автор(ы):

ПИШ Эммануэль (FR),
БОННЬЕР Жюльен (FR)

(73) Патентообладатель(и):
С.П.С.М. СА (FR)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 2012160469 A2, 29.11.2012. WO
2012151529 A2, 08.11.2012. RU 2010124468 A,
20.12.2011. RU 2012780 C1, 15.05.1994. US
3477467 A, 11.11.1969. US 4782847 A, 08.11.1988.
US 20150041143 A1, 12.02.2015.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ ЗАКАЧКИ ПРИ ПРИНУДИТЕЛЬНОМ
ИЗВЛЕЧЕНИИ НЕФТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности. Техническим результатом является обеспечение снижения эффекта деструкции полимерных растворов в процессе закачки в пласт. В частности, предложено устройство для регулирования давления для закачки в нефтяную скважину водного раствора полимера, причем указанное устройство состоит из ряда прямолинейных труб, каждая из которых снабжена датчиком давления. При этом каждая

труба отделена от каждой примыкающей трубы трубопроводной арматурой. Трубопроводная арматура представляет собой задвижки и/или игольчатые клапаны, при этом длина прямолинейных труб составляет от 10 до 50 сантиметров. В случае задвижек прямолинейные трубы имеют диаметр, который больше, чем проточный канал трубопроводной арматуры. 2 н. и 3 з.п. ф-лы, 2 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

E21B 43/16 (2020.02); E21B 34/02 (2020.02)(21)(22) Application: **2018122438, 14.12.2016**(24) Effective date for property rights:
14.12.2016Registration date:
05.02.2021

Priority:

(30) Convention priority:
23.12.2015 FR 1563188(43) Application published: **20.12.2019 Bull. № 35**(45) Date of publication: **05.02.2021 Bull. № 4**(85) Commencement of national phase: **20.06.2018**(86) PCT application:
FR 2016/053415 (14.12.2016)(87) PCT publication:
WO 2017/109334 (29.06.2017)

Mail address:

**123242, Moskva, Kudrinskaya ploshchad, 1, a/ya
35, "Mikhajlyuk, Sorokolat i partnery-patentnye
poverennye"**

(72) Inventor(s):

**PICH Emmanuel (FR),
BONNIER Julien (FR)**

(73) Proprietor(s):

S.P.C.M. SA (FR)(54) **DEVICE FOR CONTROLLING INJECTION PRESSURE DURING FORCED OIL EXTRACTION**

(57) Abstract:

FIELD: oil-producing industry.

SUBSTANCE: invention relates to oil-producing industry.

EFFECT: technical result consists in ensuring reduction of destruction effect of polymer solutions in the process of injection into reservoir. In particular, disclosed is device for controlling pressure for injection of water polymer solution into oil-reservoir, with said device comprising a number of rectilinear pipes, each

of which is provided with pressure sensor. Meanwhile each pipe is separated from each adjacent pipe with pipeline valves. Pipeline valves represent locks and/or needle valves, with length of rectilinear pipes ranging from 10 to 50 centimeters. In case of locks rectilinear pipes have a diameter which is larger than flow channel of pipeline valves.

5 cl, 2 dwg

Добыча нефти с искусственным поддержанием энергии пласта (EOR) путем закачки вязких растворов полимеров происходит с некоторыми затруднениями из-за возможности механической деструкции полимера.

У применяемых полимеров, в частности полиакриламидов, при воздействии на них сдвигающей силы происходит снижение молекулярной массы. Это снижение молекулярной массы тем больше, чем больше молекулярная масса и чем ниже концентрация полимера.

В период с 1970-х по 1980-е годы, после первого нефтяного кризиса, в США была разработана EOR с использованием низкомолекулярных полимеров (с молекулярной массой, приблизительно равной 10 миллионов дальтонов).

В 1990-е годы была проведена существенная научно-исследовательская работа, направленная на увеличение значений молекулярной массы в целях получения более высоких значений вязкости при малой дозе. В настоящее время, при таком применении, значения молекулярной массы составляют более 20 миллионов при высокой чувствительности к механической деструкции, поскольку они закачиваются с низкой концентрацией, составляющей от 50 до 2000 частей на миллион.

Нефтепромысел включает в себя от 10 до нескольких тысяч скважин вторичного извлечения нефти закачкой воды, при этом способ вторичного извлечения представляет собой автогенную добычу нефти.

Когда в месторождение, куда закачивается вода, должен закачиваться раствор полимера, сначала готовят концентрированный маточный раствор, в котором доля высокомолекулярного полимера обычно составляет 0,5—2%.

Затем этот раствор распределяют при 50—2000 частей на миллион для его закачки различными способами.

Обычно в нефтяной скважине один насос для закачки воды в пласт питает несколько скважин. Но из-за разнородности месторождений значения давления закачки от одной скважины к другой различаются. По этой причине на устье скважины устанавливают клапан управления давлением или регулирования давления (называемый дроссельным клапаном). Раствор полимера не может проходить через этот дроссель без деструкции, которая увеличивается по мере падения давления непропорциональным образом, начиная от ΔP , составляющего приблизительно 20—30 бар.

Из-за этих различных типов дросселя не обеспечивается возможность необходимого понижения давления в растворе полимера без деструкции, которая становится почти экспоненциальной с возрастанием давления.

Для устранения этого недостатка, состоящего в деструкции, применяется механическое оборудование:

- с помощью объемного насоса маточный раствор и вода нагнетаются при низком давлении с такой скоростью, что поддерживается давление в скважине;
- вода и полимер при конечном давлении смешиваются при высоком давлении, причем этот раствор проходит через калиброванную трубу подходящей длины, в результате чего создается необходимое понижение давления без деструкции полимера. В этом оборудовании, с деструкцией при разностях давлений в 50 бар, скорость подачи раствора при стандартной концентрации 1000—2000 частей на миллион и молекулярной массе 20 миллионов не должна быть выше приблизительно 11 м/с (патент США 2015/0041143);

- смесь может также пропускаться через объемный насос, например насос с редуктором, скорость подачи которого, а значит, и его расход, регулируются с помощью гидравлического или электрического тормоза.

В документе US 3 477 467 А раскрыто устройство для регулируемого понижения давления при малом усилии сдвига. Оно состоит из двух прямолинейных труб, каждая из которых имеет датчик давления. Эти трубы отделены друг от друга дополнительным непрямолинейным трубопроводом, который имеет запорную арматуру. Этот промежуточный трубопровод отделен комплектом, содержащим коллектор для текучей среды, который позволяет удерживать твердые частицы в проводящих каналах благодаря запорному элементу. Вследствие этого он не является ни игольчатым клапаном, ни задвижкой.

В 1980-е годы по поданным фирмой Marathon заявкам на патенты получено два патента, которые в принципе представляют собой интерес, но не очень подходят для существующих в настоящее время промысловых условий.

В патенте США 4782847 раскрыто применение игольчатого клапана и трубчатых секций с сужениями сечения, которые вызывают вихревой эффект. Испытания, проведенные нефтяными компаниями на низковязких (<20 сП) разбавленных растворах (1000 частей на миллион) полимеров с молекулярной массой, составляющей 20 миллионов, дали возможность уменьшить с помощью игольчатого клапана давление на 7—10 бар при деструкции не более чем на 2%. Дроссели вихревого сопротивления и игольчатый клапан не позволяют выполнить постоянную настройку на скважине, где изменение с течением времени может составлять 50 бар. Вследствие этого должен быть произведен демонтаж системы для того, чтобы отрегулировать вихревые гильзы, что невозможно выполнить на больших нефтепромыслах.

В патенте США 4510993 раскрыто применение одного игольчатого клапана или игольчатой системы коррекции, но в нем имеются более существенные ограничения, чем в вышеописанном патенте.

Для нефтяной компании в настоящее время требуется следующее:

- деструкция при 50 барах со снижением вязкости не более чем на 10% (иногда на 5%);
- при значениях вязкости в диапазоне 3—30 сП значительно большая подверженность деструкции, чем для концентрированных растворов;
- при значениях концентрации полимеров от 50 до 2000 частей на миллион обеспечение изменения вязкости в широких пределах вследствие влияния солёности на вязкость.

В настоящее время имеются нефтепромыслы, на которых концентрация NaCl составляет 50000 частей на миллион:

- причем оборудование, не требующее демонтажа на протяжении многих лет (EOR может длиться от 10 до 20 лет);
- изменение давления может осуществляться очень простым способом на устье скважины;
- и изменение давления в скважине составляет по меньшей мере 50 бар.

Эти условия в 1980-х годах не существовали, и в настоящее время было бы нереально применять игольчатый клапан или расположенные на одной прямой поршень и игольчатый клапан, как описано в патенте США 4553594.

Для устранения недостатков известных технических решений Патентообладатель разработал систему на основе нескольких задвижек или игольчатых клапанов, все из которых отделены прямолинейными отрезками трубы.

В связи с вышеуказанным объектом изобретения является устройство для регулирования давления, предназначенное для закачки водного раствора полимера в нефтяную скважину, причем указанное устройство состоит из ряда прямолинейных труб, каждая из которых снабжена датчиком давления, при этом каждая труба отделена

трубопроводной арматурой.

Устройство отличается тем, что трубопроводная арматура представляет собой задвижки и/или игольчатые клапаны.

Другими словами, трубы собраны последовательно одна за другой, и каждая из них отделена задвижкой и/или игольчатым клапаном. Устройство, таким образом, состоит из непрерывной последовательности прямолинейных труб и задвижек и/или игольчатых клапанов.

Для того, чтобы деструкция была минимальной, применяются промежуточные датчики давления для распределения понижений давления. Очевидно, что эта деструкция будет зависеть от расхода, и поэтому необходимо будет вычислять диаметры для того, чтобы не превысить скорость, ограничивающую деструкцию, как функцию от состава раствора.

Длина прямолинейных труб может быть очень малой, предпочтительно в пределах от 10 до 50 сантиметров.

На практике прямолинейные трубы и трубопроводная арматура изготавливаются из нержавеющей сталей, в частности из аустенитно-ферритных сталей, называемых «супердуплексными» или поверхностно-закаленными аустенитными сталями (вакуумное азотирование, Kolsterising), имеющих высокую механическую прочность и высокую коррозионную стойкость. Применение «супердуплексных» аустенитно-ферритных сталей ведет к уменьшению эрозии, вызываемой вихревой кавитацией.

Когда предлагаемое в соответствии с изобретением устройство для регулирования давления содержит задвижки, диаметр прямолинейных труб, соединенных с трубопроводной арматурой, больше проточного канала трубопроводной арматуры, что обеспечивает возможность возникновения вихревого эффекта.

Когда предлагаемое в соответствии с изобретением устройство для регулирования давления содержит игольчатые клапаны, вихревой эффект является минимальным. Трубопроводная арматура сама по себе позволяет регулировать давление закачки.

Для каждой нефтяной скважины изменяются в широких пределах такие условия:

- давление закачки скважины;
- необходимое понижение давления;
- разность давления между закачиваемой водой и давлением скважины;
- соленость воды, особенно содержание в ней солей Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, которая сильно влияет на вязкость;
- температура воды;
- вязкость, которая должна обеспечиваться;
- допустимая деструкция и т.д.

Для определения диаметра, количества прямолинейных труб и длины устройства абсолютно необходимо проведение испытаний. Во избежание деструкции при большом падении давления (50 бар) устройство состоит, например, из 6 следующих один за другим прямолинейных отрезков трубы с вихревым эффектом и 5 задвижек, что приводит к минимальной деструкции полимера.

На практике количество единиц трубопроводной арматуры находится в пределах от 3 до 20, предпочтительно в пределах от 5 до 15.

Объектом изобретения является также способ понижения давления закачки водного раствора полимера как функции давления скважины путем внедрения вышеописанного устройства в рамках способа добычи нефти с искусственным поддержанием энергии пласта.

Более конкретно, способ, предлагаемый в соответствии с изобретением, включает

следующие этапы:

- вычисления требуемого понижения давления ΔP вычитанием давления закачки на устье скважины из давления главного насоса для закачки;

- определения диаметра, количества прямолинейных труб и длины устройства для регулирования давления при конкретном расходе посредством цеховых испытаний;

- закачивания водного раствора полимера в магистральный трубопровод;

- корректировки падения давления на одной прямолинейной трубе и связанной трубопроводной арматуре путем измерения давления в каждой прямолинейной трубе с применением датчика давления и путем уравнивания указанного падения давления между прямолинейными трубами с применением различной трубопроводной арматуры.

При закачке устройство может быть легко откорректировано до требуемого давления или вручную, или с помощью программируемого логического контроллера (PLC), что позволяет получить необходимую величину давления закачки.

Способ позволяет получить снижение вязкости, составляющее менее 10%, предпочтительно менее 5%.

Устройство для регулирования давления в соответствии с изобретением предпочтительно расположено ниже по потоку от коллектора (магистральной).

Специалист в области техники может вносить корректировки в устройство и способ для каждого отдельного случая. Специалист в области техники, к которой относится изобретение, таким образом, может объединять различные характеристики, описанные выше, для достижения желаемого результата. В частности, путем увеличения количества трубопроводной арматуры для одинакового расхода может быть получено уменьшение деструкции, причем наряду с этим уменьшается падение давления на трубопроводной арматуре.

Изобретение и получаемые в результате преимущества станут ясны из следующих ниже примеров, подтверждаемых прилагаемыми фигурами.

На фиг. 1 показан пример устройства с задвижками (1) и промежуточными датчиками (2) давления.

На фиг. 2 показан пример устройства с игольчатыми клапанами (3) и промежуточными датчиками (2) давления.

Пример № 1:

На платформе с закачкой в 4 скважины давление водяного насоса равно 160 бар. Давления скважин составляют 130, 125, 120, 110 бар.

Лабораторные испытания с закачиваемым рассолом выявили концентрацию полимера (FLOPAM®, сополимеры акриламида/акрилата Na с молекулярной массой, равной 20 миллионов), составляющую 800 частей на миллион, для конечной вязкости, равной 21 сП, и вязкости нефти, равной 20 сП. Расход закачиваемого в скважину раствора составляет 19 м³/ч.

Сконструировано четыре редуктора давления, состоящих из 6 прямолинейных труб длиной 30 см и внутренним диаметром 20 мм, отделенных 14-миллиметровыми задвижками.

Эти редукторы установлены на 4 скважинах и ΔP корректируется с помощью секции, в которой применяются датчики давления, следующим образом:

- скважина на 130 бар: 5 бар;
- скважина на 125 бар: 7 бар;
- скважина на 120 бар: 8 бар;
- скважина на 110 бар: 10 бар.

В таком случае давление окончательно корректируется посредством незначительной

модификации этих значений.

На устье скважины взяты пробы с применением устройства для взятия проб, соответствующего разделу 6.4 стандарта API RP63. Измерены следующие степени деструкции:

- 5 - при 130 барах: неизмеримая;
- при 125 барах: очень низкая (1—2%);
- при 120 барах: 2%;
- при 110 барах: 4%.

Это является вполне приемлемым.

- 10 При закачке каждое устройство может быть легко откорректировано до требуемого давления или вручную, или с помощью программируемого логического контроллера (PLC), что позволяет получить необходимое значение давления закачки.

Пример № 2:

- 15 На тех же самых скважинах установлен редуктор давления, состоящий из 5 игольчатых клапанов диаметром полдюйма. После корректировки давления измерены следующие степени деструкции:

- при 130 барах: очень низкая;
- при 125 барах: 1—2%;
- при 120 барах: 3%;
- 20 - при 110 барах: 6%.

(57) Формула изобретения

- 1. Устройство для регулирования давления для закачки в нефтяную скважину водного раствора полимера, причем указанное устройство состоит из ряда прямолинейных
 - 25 труб, каждая из которых снабжена датчиком (2) давления, при этом каждая труба отделена от каждой примыкающей трубы трубопроводной арматурой, отличающееся тем, что трубопроводная арматура представляет собой задвижки (3) и/или игольчатые клапаны (1), при этом длина прямолинейных труб составляет от 10 до 50 сантиметров, при этом в случае задвижек (3) прямолинейные трубы имеют диаметр, который больше,
 - 30 чем проточный канал трубопроводной арматуры.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что трубопроводная арматура представляет собой только задвижки (3).

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что трубопроводная арматура представляет собой только игольчатые клапаны (2).

- 35 4. Устройство по любому из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что прямолинейные трубы изготовлены из нержавеющей сталей, в частности из аустенитно-ферритных сталей, называемых «супердуплексными» или поверхностно-закаленными аустенитными сталями.

- 40 5. Способ понижения давления закачки водного раствора полимера в соответствии с давлением скважины с применением устройства по любому из пп. 1-4, в способе добычи нефти с искусственным поддержанием энергии пласта, при этом способ включает следующие этапы:

- вычисления требуемого понижения давления вычитанием давления закачки на устье скважины из давления главного насоса для закачки;
- 45 - определения диаметра, количества прямолинейных труб и длины устройства для регулирования давления при расходе закачиваемого раствора посредством цеховых испытаний;
- закачивания водного раствора полимера в магистральный трубопровод;

- корректировки падения давления на прямолинейной трубе посредством измерения давления в каждой прямолинейной трубе и связанной трубопроводной арматуре с применением датчика давления и посредством уравнивания указанного падения давления между прямолинейными трубами с применением различной трубопроводной арматуры.

5

10

15

20

25

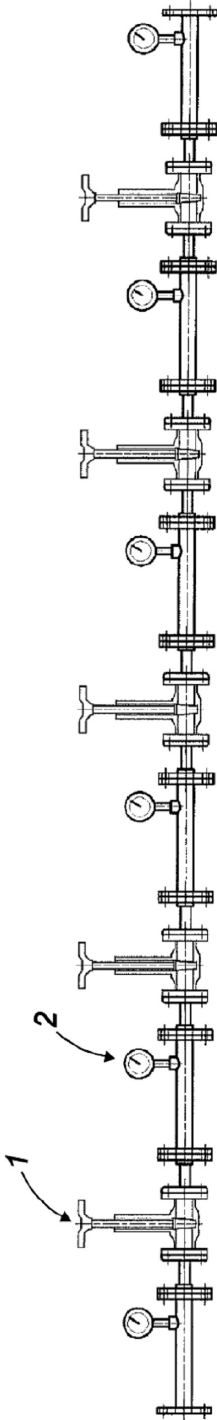
30

35

40

45

Фиг. 1



Фиг. 2

