

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11)

014623

(13)

B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации
и выдачи патента: **2010.12.30**

(51) Int. Cl. *E21B 7/12* (2006.01)

(21) Номер заявки: **200970346**

(22) Дата подачи: **2007.10.04**

**(54) ДВОЙНЫЕ ПОДВОДНЫЕ ФОНТАННЫЕ ШТУЦЕРЫ ДЛЯ ДОБЫЧИ В СКВАЖИНЕ
ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

(31) 60/849,544

(32) 2006.10.04

(33) US

(43) 2009.10.30

(86) PCT/US2007/021489

(87) WO 2008/045381 2008.04.17

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ФЛУОР ТЕКНОЛОДЖИЗ КОРПО-
РЕЙШН (US)**

(72) Изобретатель:

Мэн Вэйхун (US)

(74) Представитель:

Медведев В.Н. (RU)

(56) WO-A1-9947788

US-A-3163224

US-B2-7040393

US-A1-20040007392

US-A-4097069

US-A-4938450

US-A-5299641

(57) Предложены узлы и способы для подводной добычи углеводородов в скважинах высокого давления, в которых управление добычей осуществляется посредством использования двух штуцерных задвижек, установленных последовательно между устьевой арматурой и райзером. Первый фонтанный штуцер уменьшает давление от скважинного давления до уменьшенного давления, в то время как второй фонтанный штуцер дополнительно уменьшает давление от уменьшенного давления до давления райзера. Первый фонтанный штуцер предпочтительно соединен с устьевой эксплуатационной арматурой, а второй фонтанный штуцер соединен с устьевой эксплуатационной арматурой, подводным оконечным устройством трубопровода (например, манифольдом подводного трубопровода или оконечным аппаратом трубопровода, скважинным соединителем или соединителем промыслового трубопровода).

B1

014623

014623

B1

Область изобретения

Настоящее изобретение относится к штуцерным задвижкам для добычи в глубоководных скважинах, конкретно - к штуцерным задвижкам для скважин добычи нефти и газа высокого давления.

Предпосылки создания изобретения

Недавние открытия запасов нефти и газа высокого давления в Мексиканском заливе и Северном море привели к необходимости управления подводной добычей, поскольку давление в скважине первоначально является очень высоким, но прогнозируется его значительное падение с течением времени.

В настоящее время управление давлением и расходом осуществляют, используя одиночный подводный фонтанный штуцер, установленный на подводной устьевой эксплуатационной арматуре. Вместе с тем, поскольку избыточное давление в скважинах высокого давления может достигать 5000-6000 фунт/дюйм² на фонтанном штуцере, возможен быстрый износ или даже отказ штуцера вследствие тяжелых условий работы на запорных частях штуцера. Пример подводной штуцерной задвижки описан в патенте США № 4589493, включенном в данное описание путем ссылки, и усовершенствования для преодоления, по меньшей мере, некоторых из трудностей, связанных с гидравлическим режимом прохождения потока добычи вблизи его закрытого положения показаны в патенте США № 6701958. Поскольку добываемый поток добычи содержит в дополнение к газу и сырой нефти также и твердые частицы, работа под высоким давлением часто значительно сокращает срок службы штуцерных задвижек вследствие механического износа.

Износоустойчивость можно улучшить, используя пакеты дисков, в которых многочисленные диски образуют 3-мерный извилистый путь, по которому направляют текучую среду высокого давления. Примеры таких штуцерных задвижек раскрыты в патенте США № 4938450 и WO 2007/074342. Хотя такие штуцерные задвижки существенно улучшают износоустойчивость и кавитацию, ряд проблем остается. Среди прочего, большие перепады давления часто трудно регулировать такими задвижками. Альтернативно, текучую среду высокого давления можно подавать по ряду концентрических гильз, образующих пути прохождения потока с включением в него проемов гильз, при этом гильзы могут вращаться друг относительно друга для сужения или расширения пути потока. Примеры, представляющие такие штуцерные задвижки, описаны в патенте США № 5018703. В других известных конфигурациях и в дополнительных попытках уменьшения износа и вредного воздействия давления поток можно направлять в радиальном режиме и перенаправлять перегородками, как описано в патенте США № 6105614. Вместе с тем, как и прежде, в штуцерных задвижках большими перепадами давления трудно управлять с помощью таких известных устройств.

Перепады давления на нефтяных и газовых месторождениях с высоким давлением на ранних стадиях добычи часто составляют около 6000 фунт/дюйм² или даже выше, но затем прогнозируется значительное снижение давления с течением времени. Таким расчетным градиентом давления трудно управлять в экономичном и безопасном режиме, используя сегодняшнюю известную технологию. Среди прочих причин, сегодняшние фонтанные штуцеры могут иметь коэффициент расхода C_v , составляющий $1 \text{ гал/мин} \cdot (\text{фунт/дюйм}^2)^{0.5}$ при штуцере в закрытом положении или вблизи него, что соответствует дебиту 3000 баррелей жидкости в день. Вместе с тем, скважине требуется очень высокий коэффициент расхода C_v на более поздних этапах добычи для компенсации более низкого скважинного давления. Поэтому идеальной штуцерной задвижке следует иметь низкий коэффициент расхода C_v на раннем этапе добычи скважины и высокий коэффициент расхода C_v на позднем этапе добычи для обеспечения достаточного управления добычей без дорогостоящих операций в стволе скважины или замены штуцера. К сожалению, хотя были предложены задвижки широкого диапазона с коэффициентом расхода C_v , коммерчески и технически обоснованные задвижки широкого диапазона с коэффициентом расхода C_v пока не разработаны.

Для преодоления таких проблем с широким диапазоном коэффициента расхода C_v было предложено задействовать палубный штуцер в комбинации с подводным штуцером. Хотя комбинация подводного фонтанного штуцера с палубным штуцером предпочтительно обеспечивает расширенный контроль коэффициента расхода C_v , возникает ряд новых трудностей. Например, такие конфигурации требуют промысловых трубопроводов высокого давления, проходящих на борт судна добычи, что создает значительный риск в случае отказа оборудования. Альтернативно, также была предложена установка второго штуцера на палубе добычи или на основании подводного райзера. Хотя такие конфигурации уменьшают тяжесть условий работы на штуцерах, подводные промысловые трубопроводы должны работать под высоким давлением, увеличивая риск и капитальные затраты проекта. Более того, в случае отказа оборудования может возникать существенная опасность для платформы и персонала на ней или на палубе добычи. И еще дополнительно, повышенное давление в промысловых трубопроводах создает существенную проблему гарантирования притока вследствие повышенного риска гидратообразования и закупоривания.

Известны многоштуцерные конфигурации для применения на забое скважины, в которых каждым из штуцеров управляют отдельно и в которых штуцеры размещены параллельно, как описано в патенте США № 2007/0163774. Системы управления таких многоштуцерных устройств являются обычно электрогидравлическими, как описано в публикации WO 99/47788.

Вместе с тем, штуцеры в таких конфигурациях в основном используют для изоляции областей в скважине, например для уменьшения или предотвращения всасывания воды в трубопровод добычи. Следовательно, такие штуцеры должны работать в режиме включен/выключен и обычно не предусматривают управления расходом.

Поэтому, хотя из уровня техники известны многочисленные конфигурации и способы управления эксплуатационными скважинами, все или почти все они страдают одним или несколькими недостатками. Таким образом, продолжает существовать необходимость в улучшенных конфигурациях и способах управления эксплуатационными скважинами.

Сущность изобретения

Настоящим изобретением созданы узлы и способы управления добычей для подводных скважин и в особенности для подводных скважин высокого давления. В предпочтительных аспектах по меньшей мере два фонтанных штуцера последовательно гидравлически соединены с арматурой устья скважины, при этом по меньшей мере один из фонтанных штуцеров соединен с устьевой эксплуатационной арматурой. Таким образом, предложенные узлы обеспечивают существенное снижение давления в широком диапазоне давления при широком диапазоне коэффициентов расхода.

В одном аспекте изобретения узел подводной добычи включает в себя первый фонтанный штуцер, который последовательно и гидравлически соединен со вторым фонтанным штуцером, при этом первый фонтанный штуцер уменьшает давление потока углеводородов из подводной скважины от скважинного давления до уменьшенного давления, а второй фонтанный штуцер уменьшает давление потока углеводородов от уменьшенного давления до давления райзера. Наиболее предпочтительно первый и второй фонтанные штуцеры гидравлически соединены с устьевой арматурой в положении на устьевой арматуре или ниже по потоку от нее и выше по потоку от основания райзера.

В зависимости от конкретных требований эксплуатации первый и второй фонтанные штуцеры можно соединять с устьевой эксплуатационной арматурой или первый фонтанный штуцер соединяют с устьевой эксплуатационной арматурой, а второй фонтанный штуцер соединяют с подводным оконечным устройством трубопровода (например, манифольдом подводного трубопровода, оконечным аппаратом трубопровода, скважинным соединителем или соединителем промышленного трубопровода). Конфигурации, предложенные в данном описании, являются наиболее предпочтительными в случае, если перепад между скважинным давлением и давлением в райзере превышает 4500 или 5500 фунт/дюйм² или является еще большим. Таким образом, должно быть ясно, что перепад давления между входными отверстиями первого и второго подводных фонтанных штуцеров (и между входным отверстием второго штуцера и райзером) составляет менее 4000 фунт/дюйм² и более типично 2500 фунт/дюйм² и, значит, существенно уменьшает износ на фонтанных штуцерах. Как дополнительное преимущество следует признать, что предложенные конфигурации должны обеспечивать объединенный диапазон коэффициента расхода C_v между 1,2 и 0,05 гал/мин·(фунт/дюйм²)^{0,5} и обычно между 1,0 и 0,1 гал/мин·(фунт/дюйм²)^{0,5}.

Следовательно, в другом аспекте изобретения способ регулирования потока добычи углеводорода на подводном месторождении содержит гидравлическое соединение с устьевой арматурой первого и второго фонтанного штуцера в положении на устьевой арматуре или ниже по потоку от нее и выше по потоку от основания райзера, при этом первый фонтанный штуцер выполнен с возможностью уменьшения давления потока углеводородов из подводной скважины от скважинного давления до уменьшенного давления и второй фонтанный штуцер выполнен с возможностью уменьшения давления потока углеводородов от уменьшенного давления до давления райзера. В отношении конкретных конфигураций и преимуществ таких способов применяются соображения, аналогичные предусмотренным выше для узла подводной добычи.

Различные задачи, признаки, аспекты и преимущества настоящего изобретения станут более ясными из следующего подробного описания предпочтительных вариантов осуществления изобретения.

Подробное описание

Изобретатель обнаружил, что эффективного управления эксплуатационными скважинами высокого скважинного давления можно достичь сравнительно простым и экономичным способом, в котором два (или даже больше) подводных фонтанных штуцера размещают вблизи устьевой арматуры. Следует заметить, что фонтанные штуцеры, предложенные в данном описании, однозначно исключают внутрискважинные штуцеры. Наиболее предпочтительно первый и второй подводные фонтанные штуцеры работают последовательно так, чтобы перепад давления между устьевой арматурой и райзером разделялся по меньшей мере между двумя штуцерами. Поэтому даже в скважинах высокого давления с давлением в устьевой арматуре более 5000 фунт/дюйм² перепад давления на каждой из штуцерных задвижек существенно уменьшается.

Следовательно, ясно, что параметры потока для запорных частей штуцера в таких конфигурациях значительно улучшены, что существенно продлевает продолжительность службы фонтанных штуцеров. Более того, давление в промышленном трубопроводе во время работы становится существенно пониженным по сравнению с конфигурациями, использующими подводный штуцер и палубный штуцер. Таким образом, риск образования гидратных пробок в промышленных трубопроводах существенно уменьшается. Предложенные узлы и способы создают узлы фонтанных штуцеров, имеющие необычно широкий диапа-

зон коэффициента расхода, особенно желательный в случае, если скважинное давление первоначально является очень высоким и затем снижается до умеренного и даже низкого уровня.

Эти и другие преимущества должны улучшать экономику (например, вследствие уменьшения операций в стволе скважины с заменой штуцеров), продолжительность эксплуатации и дополнительно уменьшать риск для персонала и оборудования в случае поломки. Следует также, в частности, заметить, что предложенные конфигурации с двумя последовательными подводными штуцерами не должны требовать специализированной или новой технологии, но могут использовать технологию существующих штуцеров. Более того, использование последовательных подводных фонтанных штуцеров, особенно при работе на устьевой арматуре вблизи нее, должно улучшать работу в течение всего периода эксплуатации подводной скважины.

Поэтому в наиболее предпочтительных осуществлениях узел подводной добычи должен включать в себя первый фонтанный штуцер, гидравлически и последовательно соединенный со вторым фонтанным штуцером. Первый фонтанный штуцер выполнен с возможностью уменьшения давления потока углеводородов от скважинного давления или около него до уменьшенного давления, а второй фонтанный штуцер выполнен с возможностью дополнительного уменьшения давления потока углеводородов от уменьшенного давления до давления райзера. В дополнительных, особенно предпочтительных аспектах, первый и второй фонтанные штуцеры гидравлически соединены с устьевой арматурой в положении на устьевой арматуре или ниже по потоку от нее, но выше по потоку от основания райзера. При использовании в данном документе термин "около" в связи с цифрой относится к диапазону, начинающемуся от величины на 20% меньше значения цифры до величины на 20% больше абсолютного значения цифры включительно. Например, термин "около 5000 фунт/дюйм² изб." относится к диапазону значений от 4000 до 6000 фунт/дюйм² изб.

Хотя в общем предложена возможность значительного изменения положения первого и второго фонтанного штуцеров, предпочтительна установка штуцеров на устройствах, размещенных на морском дне. Таким образом, среди других вариантов, предложена установка первого штуцера на устьевой эксплуатационной арматуре. Второй штуцер можно затем устанавливать последовательно с первым штуцером на той же фонтанной арматуре и ниже по потоку от первого штуцера для приема потока уменьшенного давления. Альтернативно, второй штуцер можно также устанавливать в положение выше по потоку от райзера и наиболее предпочтительно выше по потоку от основания райзера. Поэтому подходящие места расположения второго фонтанного штуцера включают в себя эксплуатационный манифольд, концевую опорную плиту/манифольд промышленного трубопровода. Вместе с тем, еще более предпочтительные места расположения включают в себя фонтанную арматуру скважинным соединителем, соединителем промышленного трубопровода, и/или оконечные устройства трубопровода, такие как манифольд подводного трубопровода, оконечный аппарат трубопровода.

Относительно выбора параметров первого и второго фонтанных штуцеров должно быть ясно, что конкретный набор параметров должен в общем зависеть от конкретных скважинных условий. Вместе с тем в общем предложено выбирать первый и второй фонтанные штуцеры такими, чтобы перепад давления между давлением в устьевой арматуре и давлением в райзере делился равномерно. Например, в случае если давление в устьевой арматуре скважины составляет около 6000 фунт/дюйм² и давление в райзере составляет около 1000 фунт/дюйм², предложено первый фонтанный штуцер выполнить с возможностью уменьшения давления от 6000 до около 3500 фунт/дюйм² и второй штуцер выполнить с возможностью уменьшения давления от около 3500 до около 1000 фунт/дюйм². Вместе с тем должно быть ясно, что можно также использовать более двух последовательно работающих штуцеров. Также предложено, что перепад давления нет необходимости делить пополам, и многочисленные другие перепады давления также считаются приемлемыми. Например, используя приведенный выше пример, предложен первый фонтанный штуцер, выполненный с возможностью уменьшения давления от 6000 до около 4500 фунт/дюйм², и второй штуцер, выполненный с возможностью уменьшения давления от около 4500 до около 1000 фунт/дюйм².

Обычно перепад между скважинным давлением и давлением райзера является превышающим 3000 фунт/дюйм², более обычно превышающим 4500 фунт/дюйм² и наиболее обычно превышающим 5500 фунт/дюйм². Поэтому предложенные перепады давления между входными отверстиями первого и второго подводных фонтанных штуцеров обычно составляют менее 4000 фунт/дюйм² и даже, более обычно менее 2500 фунт/дюйм². В зависимости от конкретной конфигурации штуцера, скважинного давления и давления райзера в общем предпочтителен выбор первого и второго фонтанных штуцеров такими, чтобы коэффициент расхода комбинации штуцеров находился в диапазоне между 1,5 и 0,01 гал/мин·(фунт/дюйм²)^{0,5}, более предпочтительно между 1,2 и 0,05 гал/мин·(фунт/дюйм²)^{0,5} и наиболее предпочтительно между 1,0 и 0,1 гал/мин·(фунт/дюйм²)^{0,5}.

В дополнительных вариантах можно использовать первый резервный штуцер, гидравлически и параллельно соединенный с первым фонтанным штуцером, и второй резервный штуцер, гидравлически и параллельно соединенный со вторым фонтанным штуцером. В таких конфигурациях один из фонтанных штуцеров может работать, в то время как другой можно заменять или обслуживать.

Следует особенно отметить, что все известные и имеющиеся в продаже подводные фонтанные штуцеры считаются пригодными для использования в данном описании, конкретный выбор штуцера должен, в первую очередь, зависеть от объема добычи и давления. Поэтому подходящие фонтанные штуцеры включают в себя штуцеры, в которых пакеты дисков образуют извилистый путь потока продукта добычи, штуцеры, в которых ряд концентрических гильз образует путь прохождения потока, и штуцеры, разработанные с показателями улучшенной износостойчивости в течение увеличенного времени эксплуатации. Управление работой фонтанных штуцеров предпочтительно выполняют с использованием хорошо известных в уровне техники способов, включающих в себя гидравлический, пневматический, электрический привод, все предпочтительно управляемые палубным компьютером или другой системой подачи сигналов управления.

Следовательно, способ регулирования потока углеводородного продукта добычи на подводном месторождении содержит гидравлическое соединение с устьевой арматурой первого и второго фонтанных штуцеров в положении на устьевой арматуре или ниже по потоку от нее и выше по потоку от основания райзера, при этом первый фонтанный штуцер выполнен с возможностью уменьшения давления потока углеводородов из подводной скважины от скважинного давления до уменьшенного давления и второй фонтанный штуцер выполнен с возможностью уменьшения давления потока добычи углеводородов от уменьшенного давления до давления райзера. Наиболее предпочтительно первый и второй фонтанные штуцеры соединены с устьевой эксплуатационной арматурой или второй фонтанный штуцер соединен с устройством, выбранным из следующей группы, состоящей из подводных оконечных устройств трубопровода, скважинным соединителем или соединителем промышленного трубопровода. Относительно дополнительных конфигураций и аспектов применимы соображения, приведенные выше.

Таким образом, раскрыты специфические варианты осуществления и способы практического применения в добыче с высоким давлением. Специалистам в данной области техники, вместе с тем, должно быть ясно, что являются возможными многочисленные модификации, кроме уже описанных, без отхода от концепции изобретения, изложенной в данном документе. Предмет изобретения поэтому не подлежит ограничению ничем, кроме сути настоящего раскрытия. Более того, при интерпретировании подробного описания и предложенной формулы изобретения все термины следует интерпретировать так широко, как это возможно в соответствии с контекстом. В частности, термины "содержит" и "содержащий" следует интерпретировать в отношении элементов, компонентов или этапов не в исключающей манере, указывая, что упоминаемые элементы, компоненты или этапы могут присутствовать, использоваться или объединяться с другими элементами, компонентами или этапами, однозначно не упомянутыми. Дополнительно к этому, в случае если значение или использование термина, упоминаемого в документе, включенном в данный документ путем ссылки, не соответствует или противоречит значению термина в данном документе, значение термина в данном документе является применимым, а значение термина в документе ссылки является не применимым.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Узел подводной добычи, содержащий первый фонтанный штуцер, гидравлически и последовательно соединенный со вторым фонтанным штуцером, при этом первый и второй фонтанные штуцеры не являются внутрискважинными фонтанными штуцерами, первый фонтанный штуцер выполнен с возможностью уменьшения давления потока углеводородов из подводной скважины от скважинного давления до уменьшенного давления, второй фонтанный штуцер выполнен с возможностью уменьшения давления потока углеводорода от уменьшенного давления до давления райзера, и первый и второй фонтанные штуцеры гидравлически соединены с устьевой арматурой в положении на устьевой арматуре или ниже по потоку от нее и выше по потоку от основания райзера.

2. Узел по п.1, в котором первый и второй фонтанные штуцеры соединены с устьевой эксплуатационной арматурой.

3. Узел по п.1, в котором первый фонтанный штуцер соединен с устьевой эксплуатационной арматурой и второй фонтанный штуцер соединен с устройством, выбранным из группы, содержащей оконечное устройство подводного трубопровода, скважинный соединитель или соединитель промышленного трубопровода.

4. Узел по п.3, в котором оконечное устройство подводного трубопровода является оконечным устройством конца трубопровода или концевым манифольдом трубопровода.

5. Узел по п.1, в котором перепад между скважинным давлением и давлением райзера превышает 4500 фунт/дюйм².

6. Узел по п.1, в котором перепад между скважинным давлением и давлением райзера превышает 5500 фунт/дюйм².

7. Узел по п.1, в котором перепад давления между входными отверстиями первого и второго подводных фонтанных штуцеров меньше 4000 фунт/дюйм².

8. Узел по п.1, в котором перепад давления между входными отверстиями первого и второго подводных фонтанных штуцеров меньше 2500 фунт/дюйм².

9. Узел по п.1, в котором первый и второй подводные фонтанные штуцеры имеют объединенный диапазон коэффициента расхода C_v между 1,2 и 0,05 гал/мин·(фунт/дюйм²)^{0,5}.

10. Узел по п.1, в котором первый и второй подводные фонтанные штуцеры имеют объединенный диапазон коэффициента расхода C_v между 1,0 и 0,1 гал/мин·(фунт/дюйм²)^{0,5}.

11. Способ регулирования расхода потока углеводородов на подводном месторождении, содержащий гидравлическое соединение с устьевой арматурой первого и второго фонтанного штуцера в положении на устьевой арматуре или ниже по потоку от нее и выше по потоку от основания райзера, при этом первый и второй фонтанные штуцеры не являются внутрискважинными фонтанными штуцерами, первый фонтанный штуцер выполнен с возможностью уменьшения давления потока углеводорода из подводной скважины от скважинного давления до уменьшенного давления, и при этом второй фонтанный штуцер выполнен с возможностью уменьшения давления потока углеводорода от уменьшенного давления до давления райзера.

12. Способ по п.11, в котором первый и второй фонтанные штуцеры соединены с устьевой эксплуатационной арматурой.

13. Способ по п.11, в котором первый фонтанный штуцер соединен с устьевой эксплуатационной арматурой и второй фонтанный штуцер соединен с устройством, выбранным из группы, содержащей оконечное устройство подводного трубопровода, скважинный соединитель или соединитель промышленного трубопровода.

14. Способ по п.13, в котором оконечное устройство подводного трубопровода является оконечным устройством конца трубопровода или концевым манифольдом трубопровода.

15. Способ по п.11, в котором перепад между скважинным давлением и давлением райзера превышает 4500 фунт/дюйм².

16. Способ по п.11, в котором перепад между скважинным давлением и давлением райзера превышает 5500 фунт/дюйм².

17. Способ по п.11, в котором перепад давления между входными отверстиями первого и второго подводных фонтанных штуцеров меньше 4000 фунт/дюйм².

18. Способ по п.11, в котором перепад давления между входными отверстиями первого и второго подводных фонтанных штуцеров меньше 2500 фунт/дюйм².

19. Способ по п.11, в котором первый и второй подводные фонтанные штуцеры имеют объединенный диапазон коэффициента расхода C_v между 1,2 и 0,05 гал/мин·(фунт/дюйм²)^{0,5}.

20. Способ по п.11, в котором первый и второй подводные фонтанные штуцеры имеют объединенный диапазон коэффициента расхода C_v между 1,0 и 0,1 гал/мин·(фунт/дюйм²)^{0,5}.

