

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202091498** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.10.09

(22) Дата подачи заявки
2019.01.14

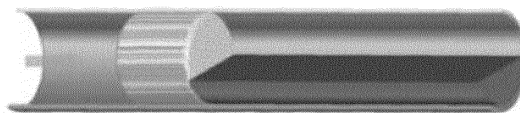
(51) Int. Cl. **B08B 9/055** (2006.01)
C09K 8/594 (2006.01)
E21B 43/12 (2006.01)
F16L 55/42 (2006.01)

**(54) СПОСОБ УДАЛЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ, НАКАПЛИВАЮЩИХСЯ В ТРУБОПРОВОДЕ
ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА**

(31) **102018000001388**
(32) **2018.01.19**
(33) **IT**
(86) **PCT/IB2019/050259**
(87) **WO 2019/142083 2019.07.25**
(71) Заявитель:
ШИМЕК С.П.А. (IT)

(72) Изобретатель:
**Букколини Марко, Куаранта Андреа,
Аллегруччи Алессандро (IT)**
(74) Представитель:
**Гизатуллин Ш.Ф., Угрюмов В.М.,
Глухарёва А.О. (RU)**

(57) Настоящее изобретение относится к новому применению пенообразующих продуктов для получения посредством принудительного взаимодействия газа, воды и продукта компактного пенного скребка, способного перемещать огромные количества воды, накапливающейся в производственных трубопроводах. Удаление воды происходит в течение очень коротких периодов времени и допускает важное уменьшение перепада давления с последующим быстрым увеличением количеств производимого газа.



A1

202091498

202091498

A1

СПОСОБ УДАЛЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ, НАКАПЛИВАЮЩИХСЯ В ТРУБОПРОВОДЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГАЗА

ОПИСАНИЕ

Область техники настоящего изобретения

Настоящее изобретение относится к новому применению уже известных пенообразующих продуктов для удаления из скважин столба жидкости, который снижает или прекращает добычу газа из скважин. В частности, в случае применения указанных пенообразующих продуктов согласно настоящему изобретению посредством принудительного взаимодействия газа, воды и продукта образуется пенный скребок, способный перемещать огромные количества воды и углеводородов, накапливающихся в трубопроводах для производства и/или транспортировки газа. Удаление отложений происходит в течение очень короткого времени и допускает важное уменьшение перепада давления и эффективную очистку трубопровода с последующим быстрым увеличением количеств производимого и/или транспортируемого газа.

Уровень техники настоящего изобретения

Добыча газа из скважин обычно ограничена накоплением воды и легких углеводородов (обычно называемых термином «конденсаты»), добываемых вместе с газом, причем это явление усиливается по мере старения указанной скважины. В «зрелых» скважинах указанное уменьшение давления образующегося газа и скорости газа вызывает внедрение в забой скважины жидкостей вследствие осаждения, что называется термином «загрузка». Загрузка газовой скважины жидкостью происходит, когда давление в забое скважины не является достаточным для вытеснения добываемых жидкостей (конденсата и, главным образом, воды, которая часто имеет высокую соленость и, соответственно, высокую плотность). Накапливающиеся жидкости препятствуют прохождению газа из продуктивного пласта в скважину, что приводит к постепенному уменьшению добычи и к сокращению срока службы указанной скважины. Существуют несколько способов осуществления разгрузки скважины, и некоторые из них называются терминами «газовый подъемник», «электрический погружной насос» (ЕСР), «балансирный насос», плунжерный подъемник», «винтовой кавитационный насос» (РСР). Выбор определяют технические соображения (пригодность к эксплуатации) и экономические соображения.

Химический способ удаления посредством пены (подъем под действием пены (FAL)) предусматривает применение пенообразующих агентов, способных создавать пену, что уменьшает вес столба жидкости и, таким образом, позволяет под давлением остатка по-прежнему выпускать газ из скважины. См., например, документы WO2008/109216 или WO 2011/064292. FAL представляет собой неотъемлемую часть программ управления эксплуатацией скважин низкой производительности, даже если это оказывается весьма затруднительным в случае высоких соотношений конденсата и воды. По существу, традиционные пенообразующие агенты (пенообразователи) могут оказаться неэффективными, если концентрация конденсата является высокой. Пена производит эффект уменьшения требуемой критической скорости, таким образом, что газ транспортирует жидкость в такой же степени, как напор скважины. Уменьшение поверхностного натяжения и плотности столба жидкости, осуществляемое посредством пенообразования, определяет уменьшение критической скорости приблизительно на 2/3. Типичные дозировки составляют от 4000 до 10000 ч./млн. по отношению к полному объему производимой жидкости. Пена может образовываться посредством взаимодействия химического продукта (пенообразователя) с газом, который обычно представляет собой газообразный углеводород, добываемый в указанной скважине; однако когда добыча газа из скважины уже значительно сокращена и оказывается недостаточной для образования требуемого количества пены, могут быть введены другие газы. Пригодные для применения газы представляют собой азот, диоксид углерода, метан, природный газ или другие газообразные углеводороды.

Главным образом, существуют три основных способа применения пенообразователя в скважине:

- введение мыльных шашек в трубы: это дешевый способ, который легко использовать, и для которого не требуется дополнительное оборудование; однако коэффициент успешности является низким, поскольку существуют трудности быстрого растворения мыльных шашек в скважине;

- периодическая обработка в кольцевом пространстве, представляющем собой пространство, заключенное между эксплуатационной трубой и стенкой скважины; эта обработка может быть осуществлена в скважинах без пакера (представляющего собой уплотнительное устройство, которое предназначено для закрытия гидравлически герметизированных нефтяных скважин), причем текучая среда для обработки может быть перекачана через кольцевое пространство;

- непрерывное или периодическое введение вглубь скважины (то есть в забой скважины); эта технология позволяет осуществлять введение пенообразующего агента на

любую глубину скважины через «капиллярный канал», который представляет собой трубу, имеющую малый диаметр и вставленную внутрь эксплуатационной трубы скважины; такая система может быть использована даже в скважине, оборудованной управляемым с поверхности внутрискважинным отсекающим клапаном (SCSSV).

Три способа основаны на применении аналогичных химических реагентов, которые решают скважинные проблемы в различных ситуациях. Хотя все они широко применяются, третий способ считается наилучшим, поскольку он допускает прямое и регулируемое введение непосредственно в забой скважины.

Применение пены описано в следующей литературе:

J. F. Lea, H. V. Nickens, M. R. Wells "Gas Well Deliquification" Second Edition, Gulf Drilling Guides, Gulf Professional Publishing, Elsevier.

Kalman Kocz, Oleg Tselnik and Benjamin Falk, Momentive Performance Materials Inc. "Silicon-Based Foamants For Foam Assisted Lift of Aqueous-Hydrocarbon Mixture", SPE 141471, 2011.

B. P. Price and B. Gothard, SPE & Multi-Chem "Foam-Assisted Lift: Importance of Selection and Application", SPE 106465, 2007.

D. Orta, S. Ramachandran, J. Yang, M. Fosdick, T. Salma, J. Long, J. Blanchard, Baker Petrolite Corp. and A. Allcom, C. Atkins and O. Salinas, Shell E&P "A Novel Foamer for Deliquification of Condensate-loaded Wells", SPE 107980, 2007.

M. Pakulski "Testing Gas Well Deliquification Chemicals at Real Downhole Conditions", SPE 121564, 2008.

C. A. M. Veeken and S. P. C. Belfroid "New Perspective on Gas-Well Liquid and Unloading", SPE 134483, 2010.

S. Campbell, S. Ramachandran and K. Bartrip, Baker Petrolite "Corrosion Inhibitor/Foamer Combination Treatment to Enhance Gas Production", SPE 67325, 2001.

S. Saleh and M. Al-Jamae'y, Colorado Scholl of Mine "Foam-Assisted Liquid Lifting in Low Pressure Gas Wells", SPE 37425, 1987.

Технологии, описанные до настоящего времени, могут быть использованы для освобождения трубопроводов для транспортировки газа от накапливаемых сопутствующих жидкостей; таким же образом, как происходит в скважине, накопление воды и конденсата может значительно увеличивать перепад давления, производимый при транспортировке газа в трубопроводе. Трубопровод может быть легко наполнен жидкостями, если сегмент, который должен быть пройден, является восходящим или находится в топографических углублениях (фиг. 1А); перепад давления, возникающий в этой ситуации, отличается от эксплуатационного давления в устье скважины. Если

скважина уже является зрелой, эксплуатационное давление будет низким, и перепад давления вследствие жидкостей в трубопроводе может вызывать значительную потерю добычи или, в худшем случае, остановку скважины.

Добываемые жидкости затем могут накапливаться как в забое скважины (повышая гидростатическое давление), так и в транспортирующих газопроводах при отсутствии расположенных в устье скважины сепараторов, или даже в случае их присутствия, это все же оказывается недостаточным для полного удаления жидкостей, связанных с добычей газа.

Такое явление «загрузки жидкостью» может быть устранено частично или полностью посредством нескольких технологий, к которым относится применение пенообразующих агентов.

Традиционное применение пенообразующих агентов (пенообразователей) предусматривает периодическое или непрерывное добавление продукта, который должен быть способным к развитию пенообразования, вызываемого потоком производимого газа и турбулентностью.

Образующаяся пена снижает поверхностное натяжение присутствующей в трубопроводе воды, которая затем транспортируется под действием того же газа с большей легкостью, чем чистая вода. В конце хода пена достигает месторождения и главных сепараторов, где она должна быть удалена перед поступлением в сепаратор с применением подходящей пеногасящей добавки с целью предотвращения захвата жидкости вместе с добываемыми газами.

Добавление большого количества продукта вызывает образование пены в первом углублении, заполненном водой (фиг. 1В (1)). Пена движется относительно легко, захватывается газом и достигает второго углубления (фиг. 1В(2)); здесь концентрация пенообразователя сначала оказывается недостаточной для создания пены, и, таким образом, пенообразование достигается после неоднократного введения добавки в больших количествах.

Когда пенообразователь достигает критической концентрации, он образует пену, которая будет переноситься в последующее углубление и до тех пор, пока не поступит в заключительный трехфазный сепаратор.

Для такой обработки требуются продолжительные периоды времени, и в систему должны быть введены большие количества пенообразователя.

Другой известный, на этот раз механический, способ освобождения транспортирующих газопроводов от гидродинамических нагрузок представляет собой применение «скребка».

Скребки представляют собой, главным образом, очищающие щетки. Материалы, из которых они изготовлены, могут представлять собой пластмассы, такие как пенополиуретан или кремнийорганический каучук, или металлы, такие как нержавеющая сталь. По-видимому, первые устройства были изготовлены из стали и кожи, и во время скольжения они производили пронзительные и хриплые шумы, как если бы внутри трубы могли находиться скребущие животные, в результате чего возникло название «скребок».

По существу, скребок представляет собой устройство, которое вставляют в трубопровод, и оно движется по всей длине трубопровода под действием толчков, которые создает производимый газ или другое вытесняющее вещество (воздух, вода, азот и т. п.), и при этом происходит очистка и опустошение указанного трубопровода. Это очищающее устройство запускают, когда загрязняющие газ вещества (песок, вода, осажденные соли, жидкие и твердые углеводороды, такие как парафин и т. д.) накапливаются на внутренних стенках трубопроводов в таких количествах, что начинается создание препятствий. В настоящее время применение скребков является очень широко распространенным и находится в непрерывном развитии, что обеспечивает увеличение производительности, уменьшение перекачиваемого давления и повышение чистоты и безопасности производства.

Очевидно, что не все трубы могут быть обработаны с помощью скребка, но в большинстве случаев трубопровод имеет такую конструкцию, что может быть запущен скребок для операций очистки и удаления воды.

В таком случае обязательное условие для применения скребков представляет собой присутствие начальной станции, на которой вводят скребок, и конечной станции (которая в случае замкнутого контура может совпадать с начальной станцией), на которой скребок ожидает повторного применения. Очевидно, что является весьма нежелательным оставление запертого в трубопроводе скребка, без возможности его извлечения. Кроме того, клапаны, присутствующие в очищаемых скребком трубопроводах, должны допускать прохождение скребка без возникновения неоднородностей с остальной частью трубопровода или создания препятствия или сжатия, которое может быть с трудом преодолено посредством вкладыша.

Скребок технология является весьма эффективной и низкорискованной, если она применяется на новом трубопроводе, и эта технология приспособлена для правильного применения; однако даже если некоторые устаревшие трубопроводы, изношенные с течением времени, сначала были пригодными для очистки скребком, они больше не обеспечивают условия безопасности и скольжения, требуемые для применения этой технологии. Если препятствия в некоторых трубопроводах становятся чрезмерно

консолидированными, или если геометрия трубопровода изменяется вследствие ряда механических операций в течение срока эксплуатации системы, эта механическая обработка становится рискованной и непригодной для применения.

Кроме того, даже если классическая скребковая технология оказывается эффективной, она, тем не менее, является чрезвычайно агрессивной с учетом времени и режимов ее применения, поскольку трубопровод должен быть закрыт, и, таким образом, производство должно быть остановлено в течение относительно продолжительного периода времени. Перед обработкой трубопроводы должны быть обязательно высушены с применением азота во избежание возможных рисков взрыва; кроме того, для запуска скребка требуется остановка в течение весьма продолжительного периода времени, который согласно оценкам всегда составляет приблизительно несколько часов или даже суток (в среднем 8 часов).

Задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы предложить новую технологию, которая преодолевает недостатки известных технологий, и которая в целом обладает преимуществами по сравнению с ними.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

Настоящее изобретение, по существу, объединяет в себе технологию применения пенообразователей и технологию запуска скребка и предлагает новую идею, которая представляет собой образование скребка в форме пенного скребка, расположенного внутри трубопровода и производимого с применением воды, поверхностно-активного вещества и указанного добываемого газа. В данном случае скребок означает пенный поршень или вкладыш из плотной, компактной и достаточно устойчивой пены.

Образующаяся пена может фактически иметь устойчивость и прочность реального скребка и оказывается способной перемещать небольшие скопления отложений, но, в первую очередь, все жидкости, накапливающиеся и содержащиеся в трубопроводе, посредством своего действия в качестве поршня. При этом ее очищающий и удаляющий эффект достигается посредством механического толкания, а не посредством механизмов, на которых основаны технологии с применением пенообразователей, которые описаны в документах предшествующего уровня техники, то есть уменьшения поверхностного натяжения накапливающейся воды и интеграции этой воды в составе пены, которая затем продвигается к концу трубопровода.

Таким образом, настоящее изобретение относится к способу удаления жидкостей, накапливающихся в трубопроводах для получения и/или транспортировки газа, характеризуемому следующими стадиями, на которых:

а) блокируют поток газа вдоль трубопровода посредством (блокирующего) запорного клапана;

б) вводят пенный скребок, который полностью занимает секцию трубопровода, расположенную ниже по потоку относительно запорного клапана и выше по потоку относительно секции, содержащей накапливающиеся жидкости;

с) повторно активируют поток газа, который толкает пенный скребок вдоль трубопровода вместе с содержащимися в нем отложениями.

В способе согласно варианту настоящего изобретения пенный скребок получают *in situ* внутри трубопровода или получают снаружи трубопровода и после этого вводят в трубопровод.

Согласно другому варианту осуществления пену получают посредством смешивания одного или нескольких поверхностно-активных веществ и газа или воздуха в растворителе, выбранном из воды, водного раствора или органического раствора.

Согласно другому варианту осуществления поверхностно-активное вещество выбирают из следующих веществ: оксиэтилированные поверхностно-активные вещества, оксиэтилированные фенолы, оксиэтилированные жирные кислоты, оксиэтилированные алкилмоноэтаноламиды, лаурил-бета-иминопропионаты, оксиэтилен-оксипропиленовые сополимеры, анионные поверхностно-активные вещества, кислые поверхностно-активные вещества, основные или амфотерные поверхностно-активные вещества или твердые мыла.

Согласно конкретному варианту осуществления пенный скребок получают *in situ* в трубопроводе, и способ включает следующие стадии, на которых:

- изолируют секцию трубопровода посредством начального клапана и конечного клапана, что ограничивает расположенный ниже по потоку сегмент;

- вентилируют трубопровод в сегрегированной (изолированной) секции посредством снижения давления приблизительно до атмосферного давления;

- наполняют сегрегированную трубопроводную секцию смесью воды и пенообразователя;

- открывают начальный клапан, расположенный выше по потоку относительно сегрегированной секции;

- открывают конечный клапан, расположенный ниже по потоку относительно сегрегированного сегмента посредством создания сильной турбулентности ниже по

потоку относительно клапана, что тщательно перемешивает толкающий газ с водой и поверхностно-активным веществом в растворе;

- допускают, что давление газа толкает пенный скребок вдоль трубопровода, а скребок толкает воду и любые накапливающиеся отходы к сборной станции.

Согласно другому конкретному варианту осуществления пенный скребок получают снаружи трубопровода, и способ включает следующие стадии, на которых:

- закрывают трубопровод посредством запорного клапана, расположенного выше по потоку относительно секции, содержащей отложения;

- получают пену снаружи трубопровода посредством подходящего приспособления;

- вводят пену внутрь трубопровода ниже по потоку относительно запорного клапана через отводной загрузочный трубопровод;

- повторно открывают запорный клапан полностью;

- допускают, что давление газа толкает пенный скребок вдоль трубопровода, а скребок толкает воду и любые накапливающиеся отходы к сборной станции.

Согласно другому варианту осуществления подходящее приспособление для получения пены выбирают из следующих: смеситель, имеющий высокую скорость потока высокое рабочее давление насос для смеси воды и продукта, выпускное отверстие или сопло, редуктор давления (фиг. 3).

Во-вторых, настоящее изобретение относится к пенообразующему агенту, содержащему поверхностно-активное вещество или состоящему из поверхностно-активного вещества, выбранного из следующих веществ: оксиэтилированные поверхностно-активные вещества, оксиэтилированные фенолы, оксиэтилированные жирные кислоты, оксиэтилированные алкилмоноэтаноламидами, лаурил-бета-иминопропионаты, оксиэтилен-оксипропиленовые сополимеры, анионные поверхностно-активные вещества, кислые поверхностно-активные вещества, основные или амфотерные поверхностно-активные вещества или твердые мыла, в способе по любому из пп. 1-3 и 7-10 формулы изобретения для получения пенного скребка (или вкладыша).

В-третьих, настоящее изобретение относится к применению пенообразующего агента, содержащего поверхностно-активное вещество или состоящего из поверхностно-активного вещества, выбранного из следующих веществ: оксиэтилированные поверхностно-активные вещества, оксиэтилированные фенолы, оксиэтилированные жирные кислоты, оксиэтилированные алкилмоноэтаноламидами, лаурил-бета-иминопропионаты, оксиэтилен-оксипропиленовые сополимеры, анионные поверхностно-активные вещества, кислые поверхностно-активные вещества, основные или амфотерные

поверхностно-активные вещества или твердые мыла, в способе по любому из пп. 1-3 и 7-10 формулы изобретения для получения пенного скребка (или вкладыша).

В-четвертых, настоящее изобретение относится к промышленной установке для получения и/или транспортировки газа, содержащей трубопровод для транспортировки газа, оборудованный приспособлением для создания пенного скребка внутри указанного трубопровода и подходящий для удаления отложений, которые задерживают поток газа через трубопровод.

В установке согласно конкретному варианту осуществления настоящего изобретения приспособление для получения пенного скребка представляет собой по меньшей мере один сегмент указанного трубопровода, (сегрегируемый) изолируемый от остальной части трубопровода первым расположенным выше по потоку клапаном и вторым расположенным ниже по потоку клапаном и снабженный по меньшей мере одним наружным клапаном для открытия в атмосферу в целях выпуска внутренних газов и для загрузки пенообразующего агента и по меньшей мере одним отсечным клапаном, то есть отводной трубой, имеющей небольшую секцию, для введения прибора (термометра, манометра и т. д.) или для отбора проб газа, причем указанный изолируемый сегмент расположен выше по потоку относительно трубопроводной зоны, закупоренной отложениями.

Согласно дополнительному варианту осуществления установка представляет собой нефтеперерабатывающую установку, содержащую приспособление для получения пенного скребка, описанного в настоящем изобретении, в целях дренажа трубопроводов, транспортирующих газ внутри указанной установкой между фазой эксплуатации и последующей фазой.

Наконец, настоящее изобретение относится к применению пенного скребка, который описан и определен в настоящем описании и формуле изобретения, в целях удаления нежелательных газов, которые могут накапливаться в трубопроводах промышленных установок, и/или для дренажа указанных трубопроводов.

Согласно другому варианту осуществления или в качестве реализации описанных выше вариантов осуществления приспособление для создания пенного скребка представляет собой производящее пену приспособление, расположенное снаружи и параллельно по отношению к указанному трубопроводу и содержащее инструмент, подходящий для получения пены, и трубопровод для введения пены в магистральный трубопровод.

Нежелательные газы или любые газы, подлежащие удалению посредством пенного скребка согласно настоящему изобретению, могут представлять собой природные газы,

неограничительные примеры которых представляют собой метан и/или пропан, или они могут представлять собой газы, которые образуются в установке после процессов нефтепереработки (определены в настоящем документе как «технологические газы»), неограничительные примеры которых представляют собой пропан, бутан, сероводород, меркаптаны и другие газы, известные специалисту в данной области техники.

Преимущества

Процедуры пенообразования являются очень простыми, здесь можно использовать, главным образом, трубопроводную секцию, которая может быть сегрегированна от остальной части системы, или внешнюю установку или аппаратуру для получения пены.

Оба режима были эффективно исследованы; после обеспечения оптимальных результатов они стали неотъемлемой частью настоящего изобретения. Вся процедура может быть выполнена в течение очень короткого времени (составляющего долю часа или несколько больше), и прекращение производства является весьма ограниченным по времени, составляя значительно менее чем в случае традиционного применения механических скребков.

Кроме того, применение этой новой технологии позволяет перемещать воду в огромных количествах в течение очень коротких периодов времени. В случае применения классической технологии необходимо ждать, пока пенообразующий продукт транспортируется посредством газа, достигает первого углубления с водой, накапливающейся в трубопроводе, концентрируется до достижения критической концентрации пенообразования, после чего пена развивается и постепенно транспортирует воду (транспортируется только вода, принимающая участие в пенообразовании); такой же механизм реализуется в последующих углублениях, в которые поступает пена, транспортируемая газом, причем она частично растворяется и способствует повышению концентрации поверхностно-активного вещества до повторного достижения критической концентрации с повторным пенообразованием, и так далее.

Кроме того, при этом механизме расходуются продолжительные периоды времени, и вода поступает на конечную станцию после значительного разбавления с течением времени, причем этот период может составлять несколько суток.

Посредством применения технологии пенного скребка согласно настоящему изобретению вода поступает очень быстро, поскольку ее толкает компактный пенный скребок; очевидно, следует уделять большее внимание принимающей газ станции. По существу, поступление воды в огромных количествах может создавать проблемы для трехфазных сепараторов, расположенных ниже по потоку относительно трубопровода.

Очевидно, что требуется применение подходящего пеногасящего продукта во избежание того, чтобы образующаяся пена достигала сепаратора и производила после этого явление захвата жидкости газом в расположенных ниже по потоку компрессорах.

Таким образом, применение «пенного скребка» приводит к достижению нескольких преимуществ по сравнению с классическими технологиями. По сравнению с непрерывным введением пенообразующей добавки значительно сокращается продолжительность времени, значительно уменьшается количество требуемого поверхностно-активного вещества, и значительно повышается эффективность. По сравнению с применением механического скребка новый способ оказывается менее агрессивным и может быть осуществлен во всех трубопроводах, даже в тех, которые не могут быть механически очищены с помощью скребка, в течение значительно менее продолжительных периодов времени с обеспечением значительно большего уменьшения продолжительности прекращения производства, и при этом устраняется любой риск механических повреждений, вызываемых перемещением классического скребка в течение очистки трубопровода. Преимущества в отношении времени и стоимости являются весьма значительными, поскольку новый способ может быть осуществлен в течение нескольких часов с привлечением весьма малочисленного персонала.

Дополнительное преимущество настоящего изобретения обеспечено посредством применения новой технологии пенного скребка, представленной в настоящем описании, даже в трубопроводах, по которым транспортируются газы в пределах нефтеперерабатывающего завода. В частности, применение этой технологии оказывается полезным для дренажа продувочного контура и факельного устройства. Эта часть нефтеперерабатывающего завода является необходимой, поскольку указанные использующие давление устройства сконструированы таким образом, чтобы выдерживать предварительно установленное внутреннее давление. Если внутреннее давление превосходит предварительно установленное значение, избыточный газ выпускают через соответствующим образом калиброванные предохранительные клапаны; при этом выпуск в атмосферу не рекомендуется, поскольку пары и газы могут оказаться токсичными и воздействовать на окружающую среду, причем выпуск через факельное устройство позволяет быстро и безопасно уменьшать давление в установках в чрезвычайных ситуациях. Факельное (или пламенное) устройство сжигает возможный избыточный газ, производимый установками по отношению к потребностям печей, а также избыточный газ, производимый в течение нерегулярной работы (пуска, остановки, неисправностей) установки.

В течение эксплуатации нефтеперерабатывающего завода выпускной контур и факельное устройство, включая ряд очень длинных трубопроводов, имеющих огромные размеры и фактически переносящих газы для сжигания, загрязняются рядом транспортируемых отходящими газами побочных продуктов, включая серу, H_2S , меркаптаны, легкие углеводородные соединения и углеродные остатки.

По этой причине, когда происходит переход от фазы эксплуатации к последующей фазе (например, пуску или остановке вследствие обслуживания) выпускной установки, требуется дренаж указанной установки; дренаж оказывается полезным для обеспечения совместимости внутреннего пространства аппаратов с последующими процедурами. Таким образом, оказывается необходимым осуществление дренажа установки перед ее пуском, после обслуживания или перед остановкой вследствие обслуживания. Например, перед пуском дренаж установки осуществляют для полного удаления воздуха перед введением углеводородов по соображениям безопасности и в целях предотвращения взрывоопасной атмосферы. Перед обслуживанием оказывается целесообразным осуществление дренажа для полного удаления газообразных углеводородов, водорода и любого другого горючего газа или пара перед введением воздуха в установку. Фактическое отсутствие остаточных газов или паров должно быть продемонстрировано посредством анализа, проводимого на месте или в лаборатории.

Текущие среды, обычно используемые для дренажа, представляют собой азот и водяной пар.

Изобретение, проиллюстрированное в настоящем патенте, является новым и особенно пригодным для применения в случае дренажа выпускных трубопроводов нефтеперерабатывающего завода, поскольку удаление газов из трубопровода часто оказывается неудовлетворительным и малоэффективным, если его осуществляют с применением азота или пара, причем при этом применяют указанные текущие среды в огромных количествах в течение очень продолжительных периодов времени (нескольких суток). Применение пенного скребка (пенного буфера, образующегося из воды, поверхностно-активного вещества и газа, который в этом случае представляет собой азот) действительно обеспечивает быстрое удаление с максимальной эффективностью разнообразных газов и загрязняющих веществ, присутствующих внутри трубопроводов.

Предпочтительно используемый газ для образования пены представляет собой азот; образующийся пенный скребок всегда может проталкиваться используемым в качестве носителя азотом или паром высокого или среднего давления. Поверхностно-активные вещества, используемые для образования пены, будут полезными даже при очистке трубопровода, способствуя удалению жидких и твердых загрязняющих веществ.

Кроме того, пена может быть использована при транспортировке в качестве носителя для других веществ, совместимых с указанной пеной и пригодных для применения в очистке и удалении загрязнений в качестве растворителей и окислителей (включая аминоксиды и разнообразные пероксиды, в частности, персульфат и перкарбонат). Осуществление этой новой технологии является особенно простым и достаточным для отсечки азота и приемника для сбора пены в конце трубопровода. В отличие от очистки паром, не требуется никакое ограничение увеличения температуры, и, кроме того, значительно уменьшается количество образующегося конденсата. Другие преимущества представляют собой уменьшение массы, содержащейся в трубах, поскольку практически отсутствует жидкая фаза, и значительное сбережение времени по сравнению с очисткой паром.

Дополнительные преимущества и признаки согласно настоящему изобретению станут очевидными для специалистов в данной области техники из следующего подробного описания настоящего изобретения.

Краткое описание фигур

Фиг. 1: На первом изображении (А) проиллюстрирован трубопровод с водой, накапливающейся в углублениях. На других изображениях (В) представлено классическое действие пенообразующих продуктов; введение добавки продукта в большом количестве вызывает образование пены в первом углублении, заполненном водой. Пена движется относительно легко под действием газа и достигает второго углубления; здесь концентрация пенообразователя вначале не является достаточной, чтобы создавать пену, при этом пенообразование достигается после неоднократного введения добавки в больших количествах. Когда пенообразователь достигает критической концентрации, он образует пену, которая перемещается в следующее углубление и далее вплоть до заключительного трехфазного сепаратора.

Фиг. 2: На изображении А схематически проиллюстрировано механическое действие для удаления жидкостей, производимое пенным скребком согласно настоящему изобретению. На изображении В представлен один из вариантов осуществления настоящего изобретения, включающий получение пены *in situ*. В частности, представлен трубопроводный сегмент, предназначенный для периодической загрузки пенообразующего продукта: (1) точка введения смеси воды и пенообразователя и/или пены; (2) трубопроводная секция, наполненная пеной; (А) запорный клапан, который ограничивает расположенный ниже по потоку сегмент; (В) отсечный клапан для вентиляции трубопровода и/или для введения пены; (С) вентиляция трубопровода; (D)

запорный клапан газопровода или начальный клапан, расположенный выше по потоку относительно сегрегированной секции.

Фиг. 3: Здесь схематически проиллюстрирована установка с наружным приспособлением для получения пены и для присоединения пенообразующего приспособления к трубопроводу: (1) насос для введения смеси пенообразователя и воды; (2) статический смеситель; (3) отверстие; (4) редуктор давления; (С) запорный клапан газопровода.

Фиг. 4: Здесь представлен график изменения давления внутри трубопровода в течение процесса удаления жидкостей.

Фиг. 5: Здесь представлена схема, иллюстрирующая выпускную сеть нефтеперерабатывающего завода, согласно настоящему изобретению приспособление для получения пенного скребка образует такой скребок для введения *in situ* или образования в предварительном режиме или в начальной части продувочной сети нефтеперерабатывающего завода, проиллюстрированного на фигуре.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

Для цели настоящего изобретения приведенные ниже технические термины следует интерпретировать таким образом, как разъяснено далее в настоящем документе.

Термин «трубопровод» или «газопровод» означает устройство для перемещения газа из первого положения в следующее второе положение. Например, из устья эксплуатационной скважины в следующую перерабатывающую установку.

Термин «устье скважины» означает часть поверхности скважины, которая обеспечивает сообщение между месторождением и транспортировочными трубопроводами.

Термин «клапаны устья скважины» означает набор клапанов, требуемых для регулирования потоков из скважины в транспортировочные трубопроводы.

Термин «отсечный клапан» означает клапан, вставляемый в трубопровод и способный прекращать поток внутри трубопровода.

Термин «отсечный» означает проходящий вдоль трубопровода отводной трубопровод, имеющий небольшое сечение и предназначенный для введения прибора (термометра, манометра и т. п.).

Термин «скребок» означает очищающую щетку.

Термин «пенный скребок» или «вспененный скребок» означает вкладыш или поршень из достаточно плотной и компактной пены, который в процессе своего движения

вдоль трубопровода под действием давления газа, выходящего из скважины, толкает или продвигает удаляемые отложения.

Термин «пенообразующий агент» или просто «пенообразователь» означает вещество, содержащее поверхностно-активное вещество или смесь поверхностно-активных веществ или состоящее из поверхностно-активного вещества или смеси поверхностно-активных веществ. Композиция пенообразующего агента обычно содержит поверхностно-активное вещество или смесь поверхностно-активных веществ, воду и другие компоненты, в том числе растворители и вспомогательные растворители, требуемые для устойчивости получаемого продукта, кислоты, основания или соли для изменения значения pH смеси или для улучшения эксплуатационных характеристик поверхностно-активных веществ. Для цели настоящего изобретения термины «поверхностно-активный агент» и «поверхностно-активное вещество» следует рассматривать как синонимы.

Выражения «расположенный выше по потоку» и «расположенный ниже по потоку» означают расположение по отношению к направлению потока газа, выходящего из выпуска или устья скважины к периферической станции. Эти два выражения определяют, соответственно, положение до или после другого положения на трубопроводе.

Пенообразователи

В качестве пенообразователей согласно настоящему изобретению может быть использовано очень широкое разнообразие поверхностно-активных веществ. Указанные поверхностно-активные вещества уже известны в области нефтехимии. Пенообразующий агент согласно настоящему изобретению может содержать единственное поверхностно-активное вещество или смесь различных поверхностно-активных веществ или состоять из них.

В 1959 году Dunning и др. исследовали ряд товарных поверхностно-активных веществ, таких как оксиэтилированные поверхностно-активные вещества, оксиэтилированные фенолы, оксиэтилированные жирные кислоты, оксиэтилированные алкилмоноэтаноламиды, лаурил-бета-иминопропионаты, оксиэтилен-оксипропиленовые сополимеры, анионные поверхностно-активные вещества, кислые поверхностно-активные вещества, основные или амфотерные поверхностно-активные вещества.

Примерные подходящие кислые поверхностно-активные вещества представляют собой кококарбоксипропионовая кислота, сополимер акриловой кислоты и хлорида диметилдиаллиламмония, хлорид кокотриметиламмония, алкоксисульфат (линейного) C9-11-алкилспирта, алкоксисульфат (линейного) C6-10-алкилспирта, моногексилэфирсульфат триэтиленгликоля, C14-16-альфа-олефинсульфонат, тринатриевая соль

этилендиаминтетрауксусной кислоты, олеиновая кислота, додекановая кислота, кокосовая кислота, октадекановая кислота, лауриновая кислота, миристиновая кислота, гексадекановая кислота, октановая кислота.

Примерные подходящие основные поверхностно-активные вещества представляют собой кокодиметиламинооксид, кокоамидопропилсульфобетаин, кокоамидопропилбетаин, кокоамидопропиламинооксид, бис-гидроксиэтилглицинат таллового масла, кокодизтаноламид, диэтанолламид олеиновой кислоты, коко-N,N-бис-гидроксиэтиламид, оксиэтилированный кокоамин, лауриламиноксид, дигидроксиэтил-C12-15-алкоксипропиламинооксид.

Подходящие для настоящего изобретения амфотерные поверхностно-активные вещества могут представлять собой кокоамфоацетат, кокоамфопропионат, кокоамфогидроксипропилсульфонат, лаурилфамфоацетат, лаурилфамфодипропионат, каприламфодиацетат, лаурилиминопропионат натрия, динатриевая соль иминодипропионата таллового масла, стеариламфопропилсульфонат.

Интерфикс «амфо» означает амфотерный, то есть продукт, который может проявлять свойства кислоты или основания в зависимости от вещества, с которым он может взаимодействовать, и определяет присутствие дополнительной аммонийной или азотной группы в соответствующей молекуле или формуле представленного поверхностно-активного вещества. Например, свойство амфотерности придают аммонийные, иминные, имидазольные группы или соответствующие эквивалентные группы.

В частности, они могут быть использованы даже с твердыми мылами в форме шашки. В этой связи они были использованы для подъема под действием пены.

Специалисты в данной области техники могут производить возможные варианты и/или дополнения варианта осуществления настоящего изобретения, описанного и проиллюстрированного в настоящем документе, в пределах объема прилагаемой формулы изобретения.

Следующие поверхностно-активные вещества оказались особенно эффективными, и предпочтительными: кококарбоксипропионовая кислота, сополимер акриловой кислоты и хлорида диметилдиаллиламмония, хлорид кокотриметиламмония, алкоксисульфат (линейного) C9-11-алкилспирта, алкоксисульфат (линейного) C6-10-алкилспирта, моногексилэфирсульфат триэтиленгликоля, C14-16-альфа-олефинсульфонат, тринатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, олеиновая кислота, додекановая кислота, кокосовая кислота, октадекановая кислота, лауриновая кислота, миристиновая кислота, гексадекановая кислота, октановая кислота, кокодиметиламинооксид,

кокоамидопропилсульфобетаин, кокоамидопропилбетаин, кокоамидопропиламиноксид, бис-гидроксиэтилглицинат таллового масла, кокодизтаноламид, диэтаноламид олеиновой кислоты, коко-N,N-бис-гидроксиэтиламин, оксиэтилированный кокоамин, лауриламиноксид, дигидроксиэтил-C12-15-алкоксипропиламиноксид, кокоамфоацетат, кокоамфопропионат, кокоамфогидроксипропилсульфонат, лаурилфамфоацетат, лаурилфамфодипропионат, каприламфодиацетат, лаурилиминопропионат натрия, динатриевая соль иминодипропионата таллового масла, стеариламфопропилсульфонат.

Пенный скребок

Получение пены высокой плотности, имеющей подходящую устойчивость для получения пенного скребка осуществляют в следующих условиях: соотношение воды и пенообразователя составляет от 1:3 до 1:1; плотность пены составляет от 0,1 г/мл до 0,5 г/мл.

Количество пены, требуемой для запуска каждого скребка или вкладыша, зависит от диаметра трубопровода и предусматривает применение от нескольких десятков (10, 20, 30) литров до нескольких сотен литров смеси воды и пенообразователя с целью получения нескольких (например, от 1 до 20) кубических метров пены.

Получение пены *in situ*

Способ согласно настоящему изобретению предусматривает два возможных режима осуществления. В первом режиме пену получают *in situ* в трубопроводном сегменте по отношению ко всему трубопроводу (фиг. 2, изображение В), во втором режиме пену получают снаружи в установке параллельно по отношению к трубопроводу (фиг. 3, изображения А и В).

В первом режиме оказывается существенным, что трубопровод содержит секцию, длина которой составляет по меньшей мере несколько десятков метров (например, 10, 15, 20, 30 метров), и которая может быть изолирована от остальной части, расположенной в начальной части, которая находится в непосредственной близости от устья скважины или даже расположена выше по потоку по отношению к областям, которые должны быть очищены и представляют собой области, которые могут накапливать жидкости или закупориваться отходами. При этом изолированный сегмент должен быть оборудован одним или несколькими клапанами для закрытия устья скважины, которые ограничивают его выше по потоку и которые определяют начало сегмента, причем он должен содержать закрывающий клапан, который ограничивает его ниже по потоку относительно начального клапана, скажем, на расстоянии от 10 до 30 метров (что также зависит от диаметр трубопровода). Очевидно, что изолированный сегмент должен быть снабжен по меньшей мере одним наружным клапаном для открытия в атмосферу, что требуется для

вентиляции и удаления оставшегося захваченного газа, после чего осуществляют дренаж указанного сегмента. Аналогичным образом, сегмент должен содержать по меньшей мере один отсечный клапан для введения прибора (термометра, манометра и т. д.) или для отбора проб газа, а также для введения пенообразующего агента или предварительно изготовленной пены согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Установка может содержать два или более сегментов, которые могут быть изолированы последовательно, как описано выше, для последовательного получения двух или более пенных скребков, которые будут независимо достигать сепаратора на конце трубопровода.

В установке этого типа предусмотрено получение пены *in situ*. Процедура создания пены может быть схематически представлена несколькими обязательными стадиями, которые описаны далее в качестве примера.

- Закрывают начальный клапан в устье скважины и прекращают добычу, в результате чего будет остановлено движение газа ниже по потоку. На этой фазе давление в трубопроводе будет оставаться более или менее постоянным, поскольку поток газа остановлен, и в трубопроводе будут созданы статические условия.

- Закрывают клапан, который ограничивает расположенный ниже по потоку сегмент.

- Открывают вентиляционный клапан; при этом газ, который заполняет трубопроводный сегмент, заставляют выходить регулируемым и постепенным образом. Давление внутри сегмента снижается до нуля, в то время как в остальной части трубопровода давление остается неизменным.

- Заполняют сегрегированную трубопроводную секцию смесью воды и пенообразующего агента в пропорции, специально определенной для образования пены, которая обладает максимально возможной устойчивостью и плотностью.

Предпочтительное соотношение воды и пенообразователя составляет от 1:3 до 1:1; плотность пены составляет от 0,2 г/мл до 0,3 г/мл.

Предпочтительное соотношение воды и пенообразователя было определено посредством следующих лабораторных исследований:

Способ: исследование смеси при переменном соотношении воды и продукта (от 90:10 до 10:90).

Текущие среды: продукты Chimes, (недеминерализованная) питьевая вода.

Перемешивание: 3 минуты при максимальной скорости.

Температура: 20°C.

Наблюдаемые параметры представляли собой количество, качество и устойчивость получаемой пены.

Все исследования были осуществлены в одинаковых условиях, за исключением переменного соотношения воды и продукта, которое воспроизводит соотношение, представляющее собой соотношение, используемое в данной области.

В качестве примера, в следующей таблице представлены исследования, осуществленные при переменном соотношении воды и СН Phoenix 6163 (смесь неионогенных поверхностно-активных веществ) с соответствующими комментариями в отношении количества и качества полученной пены.

Объем воды (мл)	Объем СН Phoenix 6163 (мл)	Масса 100 см ³ пены (г)	Количество пены	Структура пены	Устойчивость пены
90	10	8	Хорошее	Низкоструктурированная	Низкая
70	30	12	Хорошее	Компактная	Хорошая
50	50	14	Умеренное	Умеренная	Умеренная
30	70	36	Умеренное	Компактная	Хорошая
10	90	69	Низкое	Низкоструктурированная	Низкая

Чтобы лучше подчеркнуть воздействие соотношения воды и пенообразователя на тип получаемой пены, фракции пены собирали после перемешивания и взвешивали.

В результате осуществленных исследований было выяснено, что при увеличении количества пенообразователя плотность пены увеличивается, но пена ухудшается в отношении количества и качества; может быть сделан вывод, что для эффективного пенообразующего действия необходимо избегать применения пенообразователя в количествах, составляющих более чем 70% в смеси с водой. Определенно соотношение воды и продукта в диапазоне, составляющем от 30/70 до 70/30, может обеспечивать эффективную применимость в данной области, но вероятное наилучшее соотношение составляет 50/50 во избежание стабилизации избыточной пены.

Показатели эффективности пенного скребка оказываются максимальными, если изолированная трубопроводная секция будет полностью заполнена без оставления пустых пространств в верхней части трубопровода.

- Открывают начальный клапан, расположенный выше по потоку относительно сегрегированной секции; давление в сегменте увеличивается до выравнивания с давлением в устье скважины (зачастую, когда добыча прекращается, для скважины с непрерывной добычей давление в устье скважины значительно увеличивается, вплоть до удвоения или утроения по отношению к начальному давлению в трубопроводе). На этой

стадии смесь воды и пенообразователя толкают и сжимают под действием газа ниже по потоку, но поскольку конечный клапан секции остается закрытым, жидкость не может перемещаться в любом направлении. Кроме того, указанная жидкость насыщена газом, поступающим из устья скважины.

- Очень медленно открывают конечный клапан, расположенный ниже по потоку относительно сегмента; при постепенном открытии клапана давление газа толкает жидкость в расположенный ниже по потоку трубопровод, и открытие становится подобным отверстию, через которое жидкость проходит с увеличивающейся скоростью, когда ее толкает высокое давление в устье скважины, что создает высокую турбулентность и обеспечивает тщательное смешивание толкающего газа с водой и поверхностно-активным веществом в растворе.

В результате этого получается весьма устойчивая пена, которую образует добываемый газ, захваченный в виде пузырьков в воде, благодаря присутствию поверхностно-активного вещества, которое увеличивает поверхностное натяжение жидкости. Пена будет полностью занимать относительно протяженную трубопроводную секцию, длина которой превышает длину сегмента, используемого для введения жидкостей.

Полученный таким способом пенный скребок ведет себя как «химический скребок» или «пенный скребок», который подобно поршню движется под давлением газа и оказывается способным перемещать воду и любые отходы, накапливающиеся вдоль трубопровода.

Вся процедура может быть выполнена в течение очень коротких периодов времени (составляющих доли часа или несколько больше), и прекращение производства оказывается весьма ограниченным по времени и значительно менее продолжительным, чем в случае традиционного применения механических скребков.

Наружное получение пены

Во втором режиме образования пенного скребка пену получают снаружи по отношению к трубопроводу, используя приспособление, которое представляет собой автономный аппарат, устройство или установку и расположено параллельно по отношению к трубопроводу, причем его вводят в трубопровод посредством подходящего отсечного устройства, предназначенного для введения приборов или отбора проб.

В этом режиме не требуется присутствие сегрегируемого трубопроводного сегмента, но необходимо просто иметь отсечное устройство или подходящее отверстие, расположенное ниже по потоку относительно закрывающего клапана трубопровода в устье скважины.

В этом случае требуемые процедуры заключаются в следующем:

- Закрывают трубопровод через запорный клапан, представляющий собой клапан С на фиг. 2b или фиг. 3, на минимальное возможное время.

- Вводят пену в загрузочный трубопровод через описанное выше отсечное устройство.

- Запускают наружное приспособление для получения пены и ее введения внутрь трубопровода ниже по потоку относительно закрытого клапана.

- После полной загрузки полученной пены клапан полностью открывают повторно. Давление газа, накапливающегося в устье скважины, будет обеспечивать мощный толчок для транспортировки образующегося пенного скребка, благодаря применению наружного инструмента, по всей длине трубопровода, а также перенос всей воды и возможных малустойчивых отложений.

Наружное приспособление для получения пены может представлять собой любое устройство, подходящее для получения пены, такое как смеситель, имеющий высокую скорость и высокое рабочее давление насос, отверстие или сопло, или любое другое приспособление, подходящее для получения пены.

Указанное наружное приспособление обычно вставляют в трубопровод параллельно, как схематически представлено в качестве примера на фигурах, но оно может иметь и другую геометрическую форму.

Установка

Настоящее изобретение также относится к промышленным установкам, подходящим для осуществления способа согласно настоящему изобретению.

Промышленная установка представляет собой установку для получения и/или транспортировки природных или технологических газов, которые определены выше, содержащая трубопровод для транспортировки газа или трубопровод, оборудованный приспособлением для создания пенного скребка, находящегося внутри указанного трубопровода и подходящего для удаления отложений, которые задерживают поток газа через трубопровод.

В качестве альтернативы, указанная установка представляет собой нефтеперерабатывающую установку, оборудованную приспособлением, предназначенным для создания пенного скребка внутри трубопровода выпускного контура указанной установки и подходящим для дренажа указанного трубопровода, причем дренаж осуществляют между рабочим циклом нефтепереработки и следующим циклом, как описано выше. После дренажа, как указано выше, происходит удаление избыточного

остаточного газа, который накапливается в выпускном трубопроводе перед зоной сжигания факельного устройства, как описано выше.

Приспособление для создания пенного скребка представляет собой по меньшей мере один трубопроводный сегмент, (сегрегируемый) изолируемый от остальной части трубопровода, ограниченный начальным клапаном для закрытия выше по потоку и конечным клапаном для закрытия ниже по потоку и снабженный по меньшей мере одним наружным клапаном для открытия в атмосферу в целях выпуска внутренних газов и загрузки пенообразующего агента.

Изолируемый трубопроводный сегмент имеет длину, составляющую от 5 до 40 метров, причем эта длина зависит от диаметра указанного трубопровода и составляет, например, 10, 15, 20, 25, 30, 35 метров. Указанный сегмент оборудован одним или несколькими дополнительными отсечными клапанами для введения прибора (термометра, манометра и т. п.) или для отбора проб газа.

Согласно конкретному варианту осуществления настоящего изобретения установка содержит в последующем ряду два или более изолируемых сегментов, которые описаны выше и отделены друг от друга закрывающим клапаном.

Согласно другому варианту осуществления в трубопроводе не требуется изолируемый сегмент, но приспособление для создания пенного скребка представляет собой производящее пену приспособление, расположенное снаружи и параллельно по отношению к указанному трубопроводу. Такое приспособление содержит аппаратуру и устройство, подходящее для создания пены, и трубопровод для введения пены в магистральный трубопровод. Наружное приспособление для создания пены может представлять собой смеситель, имеющий высокую скорость потока и высокое рабочее давление насос, отверстие или сопло.

Описанный выше сегрегируемый сегмент для получения пены *in situ* или параллельная установка для наружного получения пены обычно расположены в начале трубопровода вблизи устья скважины, из которой выходит газ. В этом случае запорный клапан (клапан устья скважины) соответствует клапану в начале сегмента или закрывающему поток клапану в случае наружного получения пены.

В каждом случае приспособление для получения пенного скребка расположено выше по потоку относительно трубопроводной зоны, закупоренной отложениями.

Примерные установки согласно настоящему изобретению проиллюстрированы на фиг. 2 (изображение В) и фиг. 3 (изображения А и В).

Примеры

Далее настоящее изобретение разъяснено во всех подробностях, включая технологические условия, посредством примерных вариантов осуществления, которые представлены исключительно в качестве иллюстрации и не имеют ограничительного действия.

Пример 1

Чтобы проверить эффективность этой технологии, было осуществлено исследование по удалению жидкостей, накапливающихся в трубопроводе, который транспортирует газ от производственной станции до центральной газоперерабатывающей станции. Основу используемого продукта представляют собой неионогенные поверхностно-активные вещества, соответствующим образом смешанные с водой и гликолями.

Цель применения представляет собой удаление воды, накапливающейся в пяти углублениях трубопровода длиной 15 км, поскольку следствием накопления воды в трубопроводе является ограничение добычи газа в результате накапливающейся жидкости, которая вызывает дополнительный перепад давления.

Удаление жидкостей происходит с применением пенообразующего агента CHIMES Phoenix 6163 посредством вытеснения благодаря созданию пенного скребка.

Показания для этого приложения представляют собой значения давления в трубопроводе, полученные в последней процедуре запуска механического скребка (очистки скребком), которую однако не осуществляли в течение нескольких лет; в таких случаях давление в трубопроводе уменьшается до приблизительно 6 бар, причем это значение следует считать минимальным получаемым значением, когда трубопровод полностью освобожден от жидкостей. Количество перемещаемой воды, которое затем обнаруживается по прибытии центральную станцию после скребковой очистки, составляло приблизительно 13 м³.

Результат применения зависит от выбора подходящего продукта. Используемый продукт был надлежащим образом выбран после (описанных выше) лабораторных исследований в отношении химического состава и объемного соотношения продукта и воды, находящихся в трубопроводе, то есть соотношение воды и пенообразователя составляло от 1:3 до 1:1, а плотность пены составляла от 0,1 г/мл до 0,5 г/мл.

Наконец, процедура применения должна быть предназначена для создания компактного и эффективного пенного фронта для цели вытеснения.

Применение препятствующего пенообразованию агента CHIMES требуется для ограничения возможных отрицательных эффектов пены и для защиты установки и, в частности, сепаратора на впуске центральной станции, имеющего ограниченный объем.

Процедура применения (фиг. 2В)

Пенообразователь CHIMES загружали в начале трубопровода в секции, находящейся между регулирующим давлением клапаном (PCV, клапан В на фигурах) и запорным клапаном (клапан А на фигурах), расположенным на несколько метров выше по потоку относительно указанного клапана PCV. Обработка предусматривает введение двух порций пенообразующего агента и воды. Объем рассматриваемого сегмента трубопровода составляет приблизительно 120 литров.

Каждая загружаемая порция состоит из пенообразующего агента и воды в соотношении 2:1. Полное количество загружаемых жидкостей составляет приблизительно 120 литров продукта Chimes Phoenix 6163 и приблизительно 60 литров воды.

Введение продукта на этой стадии обеспечивает образование эффективной пены, если открытие клапана осуществляется согласно последовательности, представленной ниже.

Важно соблюдать последовательность загрузки таким образом, чтобы вводить пенообразующий агент и воду в трубопроводный сегмент в небольших количествах и поочередно (например, вводить 20 литров продукта + 10 литров воды приблизительно четыре раза) в целях обеспечения оптимального перемешивания.

Важно обеспечивать полное заполнение трубопровода посредством установки нулевого пустого объема, который мог бы создавать предпочтительные каналы для прохождения газа над жидкой смесью посредством предотвращения образования эффективной пены вследствие ее низкой плотностью и устойчивостью.

В течение повторного открытия все клапаны следует открывать медленно. Процедура состоит из операций, которые должны быть осуществлены предварительно на центральной станции, причем процедура предусматривает применение пенообразователя и пеногасителя и наблюдение активности для полной обработки.

Предварительные процедуры на центральной станции:

- Дренаж сепаратора таким образом, чтобы обеспечить максимальную концентрацию начального пеногасителя и увеличить полезное пространство для поступления жидкостей.

- Дренаж приемника скребка для обеспечения надежного отбора проб.

Процедура применения:

1. Закрывают клапаны А и С и снижают давление в трубопроводном сегменте посредством отсоединения одного из манометров трубопроводного сегмента. Такую процедуру осуществляют согласно процедурам безопасности установки.

2. Загружают первую порцию в секцию А-В (закрывая для этой цели клапан В и регулируя скорость потока в ручном режиме). Загрузку следует осуществлять через сопло одного из манометров, как представлено на фиг. 2. Другое сопло должно оставаться свободным для вентиляции трубопровода в течение загрузки.

3. Оставляют трубопровод, расположенный выше по потоку относительно клапана А, под нагрузкой вследствие давления в устье скважины (в исследовании достигнуто давление, составляющее приблизительно 25 бар).

4. Повышают давление и вводят первую порцию, клапан В слегка открывают (таким образом, что смесь проходит через ограничение). Клапан А открывают полностью и вскоре после этого частично открывают клапан С в минимальной степени, требуемой для обеспечения потока. Текучая среда продолжает скольжение в этом режиме в течение 5 минут, и после этого клапаны В и С открывают полностью.

5. Повторяют операции 1-4 для загрузки второй порции.

6. Непрерывно вводят пеногаситель вскоре после введения первой порции пенообразователя, причем дозирующий насос работает на уровне 60% (в течение первого часа) и 80% (до поступления всей вытесненной жидкости).

Цифровой манометр регистрирует изменение давления в трубопроводе ниже по потоку относительно PCV. Другие наблюдаемые параметры представляют собой добычу газа и воды из индивидуальных скважин и суммарную добычу.

Процедура введения пенообразователя и воды продолжалась в течение нескольких десятков минут, причем группа процедур для создания пенного скребка потребовала остановки добычи в течение приблизительно одного часа.

Исследование показало положительный результат, представляющий собой существенное увеличение средней добычи газа. Объем вытесненной воды составлял приблизительно 13 м^3 , и давление в трубопроводе уменьшилось от 15 бар до 6 бар, причем это значение приближается к значению, полученному с применением процедуры механической очистки скребком. Значение противодавления в трубопроводе, которое сначала составляло приблизительно 10 бар, уменьшилось до приблизительно 0,5 бар, как проиллюстрировано на фиг. 4.

После обработки увеличение суммарной добычи газа составило 5,9%, причем некоторые максимумы добычи для некоторых скважин увеличились даже на 138%.

Как уже было указано, на приемной станции (центральной станции) было собрано приблизительно 13 м³ воды в течение менее чем двух часов после применения пенообразующего агента.

Поступление воды, толкаемо пеной, регулировали надлежащим образом посредством введения добавки пеногасящего агента на центральной станции так, чтобы не вызывать прекращение работы установки.

Пример 2

На таком же трубопроводе, как в примере 1, повторяли применение пенного скребка, но без применения указанного изолируемого трубопроводного сегмента и клапанов, уже существовавших для создания пены. Пенный скребок изготавливали с применением наружного приспособления, описанного в представленной выше схеме (фиг. 3, изображения А и В). Используемые количества воды и продукта были более или менее такими же, как в примере 1, но, очевидно, отсутствовала необходимость открытия и дренажа трубопроводного сегмента.

Процедуры введения пена в трубопровод происходили в течение нескольких минут, и перерыв добычи был дополнительно сокращен.

Результаты оказались полностью сопоставимыми с представленными выше результатами, полученными посредством создания пены внутри трубопровода.

Применение наружного приспособления является чрезвычайно важным, поскольку оно допускает создание пенного скребка даже в трубопроводах, в которых отсутствуют сегрегируемые сегменты и клапаны на коротком расстоянии между ними. Для применения этого режима в целях прекращения добычи требуется просто запорный клапан (который всегда присутствует на любом газовом месторождении) и отсечное устройство (например, приборное гнездо) для введения пена.

Пример 3

Выпускной трубопровод нефтеперерабатывающего завода, имеющий диаметр, составляющий три дюйма, подвергали дренажу с применением пенной скребковой процедуры.

Трубопровод имел значительную длину (составляющую более чем 150 м) и содержал два углубления, имеющие большие размеры. При этом оказалось необходимым регулирование поведения пены в течение прохождения углублений (явление гидравлического удара, перепад давления, снижение пены).

Результаты применения оказались весьма благоприятными и продемонстрировали, что трубопроводный путь не был закупорен, отсутствовала проблема прохождения пенного скребка по двум углублениям, пена была собрана в заключительный контейнер

без затруднения. Отсутствовали чрезмерный запах и нагрев, горячий исходящий поток, и был полностью устранен риск самовоспламенения. Трубопровод был идеально очищен, и дренаж допустил осуществление работ по обслуживанию, включая даже осуществление горячих сварочных работ, без дополнительной очистки. В заключительном контейнере присутствовал пеногаситель для нейтрализации пены.

В таблице представлены основные данные, полученные в результате применения предшествующих классических технологий дренажа трубопроводов по сравнению с применением новой технологии.

	Классическое удаление загрязнений с применением пара	Удаление загрязнений с применением пенного скребка	Примечания
Продолжительность установки	2 часа	2 часа	Применяемые материалы являются идентичными
Количество требуемого химического продукта	Одна бочка (200 литров)	Менее чем 50 литров	Очень небольшое количество продукта для получения пены
Продолжительность удаления загрязнений	24 часа	8 часов	Повышение эффективности
Объем исходящих потоков	От 1 до 5 м ³	Менее чем 200 литров	Исходящие потоки содержали пеногаситель, пенообразующий продукт и остаточные углеводороды из трубопровода
Эффективность	Нулевая взрывоопасность и нулевое содержание углеводородов через 10 часов	Нулевая взрывоопасность и нулевое содержание летучих углеводородов через 1 час	Исходная взрывоопасность составляла приблизительно 12% при содержании летучих углеводородов, составляющем более чем 10000 ч./млн.

Техника безопасности, охрана здоровья и защита окружающей среды	Риски ожогов	Отсутствие увеличения температуры	Необходимость регулирования применения азота
---	--------------	-----------------------------------	--

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ удаления отложений, накапливающихся в трубопроводах для добычи и/или транспортировки природного и/или технологического газа, характеризующийся следующими стадиями:

- а) блокируют поток газа вдоль трубопровода посредством запорного клапана;
- б) получают компактный пенный буфер (пенный скребок), который полностью занимает секцию трубопровода, расположенную ниже по потоку относительно запорного клапана и выше по потоку относительно секции, содержащей отложения;
- с) повторно активируют поток газа, который толкает пенный скребок вдоль трубопровода вместе с содержащимися в нем отложениями.

2. Способ по п. 1, в котором отложения представляют собой отложения воды и/или конденсатных материалов.

3. Способ по пп. 1 или 2, в котором пенный скребок получают *in situ* внутри трубопровода или получают снаружи трубопровода и после этого вводят в трубопровод.

4. Способ по любому из пп. 1-3, в котором пену получают посредством смешивания одного или нескольких поверхностно-активных веществ и газа или воздуха в растворителе, выбранном из воды, водного раствора или органического раствора.

5. Способ по п. 4, в котором поверхностно-активное вещество выбрано из следующих веществ: оксиэтилированные поверхностно-активные вещества, оксиэтилированные фенолы, оксиэтилированные жирные кислоты, оксиэтилированные алкилмоноэтаноламиды, лаурил-бета-иминопропионаты, оксиэтилен-оксипропиленовые сополимеры, анионные поверхностно-активные вещества, кислые поверхностно-активные вещества, основные или амфотерные поверхностно-активные вещества или твердые мыла.

6. Способ по п. 5, в котором кислые поверхностно-активные вещества выбраны из следующих веществ: кококарбоксипропионовая кислота, сополимер акриловой кислоты и хлорида диметилдиаллиламмония, хлорид кокотриметиламмония, алкоксисульфат (линейного) C9-11-алкилспирта, алкоксисульфат (линейного) C6-10-алкилспирта, моногексилэфирсульфат триэтиленгликоля, C14-16-альфа-олефинсульфонат, тринатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, олеиновая кислота, додекановая кислота, кокосовая кислота, октадекановая кислота, лауриновая кислота, миристиновая кислота, гексадекановая кислота, октановая кислота, кокодиметиламинооксид, кокоамидопропилсульфобетаин, кокоамидопропилбетаин, кокоамидопропиламинооксид, бис-гидроксиэтилглицинат таллового масла, кокодизтаноламид, диэтаноламид олеиновой кислоты, коко-N,N-бис-гидроксиэтиламин, оксиэтилированный кокоамин,

лауриламиноксид, дигидроксиэтил-С12-15-алкоксипропиламиноксид, кокоамфоацетат, кокоамфопропионат, кокоамфогидроксипропилсульфонат, лаурилфамфоацетат, лаурилфамфодипропионат, каприламфодиацетат, лаурилиминопропионат натрия, динатриевая соль иминодипропионата таллового масла, стеариламфопропилсульфонат.

7. Способ по п. 3, в котором пенный скребок получают *in situ* внутри трубопровода, и способ включает следующие стадии, на которых:

- изолируют секцию трубопровода посредством начального клапана и конечного клапана, что ограничивает расположенный ниже по потоку сегмент;
- вентилируют трубопровод в сегрегированной секции посредством снижения давления приблизительно до атмосферного давления;
- наполняют сегрегированную трубопроводную секцию смесью воды и пенообразователя;
- открывают начальный клапан, расположенный выше по потоку относительно сегрегированной секции;
- открывают конечный клапан, расположенный ниже по потоку относительно сегрегированного сегмента посредством создания сильной турбулентности ниже по потоку относительно клапана, что тщательно перемешивает толкающий газ с водой и поверхностно-активным веществом в растворе;
- допускают, что давление газа толкает пенный скребок вдоль трубопровода, а скребок толкает воду и любые накапливающиеся отходы к сборной станции.

8. Способ по п. 9, в котором последовательность всех стадий повторяют два раза или более.

9. Способ по п. 3, в котором пену получают снаружи трубопровода, и способ включает следующие стадии:

- закрывают трубопровод посредством запорного клапана, расположенного выше по потоку относительно секции, содержащей отложения;
- получают пену снаружи трубопровода посредством подходящего приспособления;
- вводят пену внутрь трубопровода ниже по потоку относительно запорного клапана через отводной загрузочный трубопровод;
- повторно открывают запорный клапан полностью;
- допускают, что давление газа толкает пенный скребок вдоль трубопровода, а скребок толкает воду и любые накапливающиеся отходы к сборной станции.

10. Способ по п. 10, в котором подходящее приспособление для получения пены выбирают из следующих: смеситель, работающий при высокой скорости потока и высоком давлении насос, выпускное отверстие или сопло, редуктор давления.

11. Пенообразующий агент, содержащий поверхностно-активное вещество или состоящий из поверхностно-активного вещества, выбранного из следующих веществ: оксиэтилированные поверхностно-активные вещества, оксиэтилированные фенолы, оксиэтилированные жирные кислоты, оксиэтилированные алкилмоноэтаноламида, лаурил-бета-иминопропионаты, оксиэтилен-оксипропиленовые сополимеры, анионные поверхностно-активные вещества, кислые поверхностно-активные вещества, основные или амфотерные поверхностно-активные вещества или твердые мыла, в способе по любому из пп. 1-3 и 7-10 для получения компактного пенного скребка (или вкладыша).

12. Пенообразующий агент по п. 11 в котором поверхностно-активное вещество выбрано из следующих: кококарбоксипропионовая кислота, сополимер акриловой кислоты и хлорида диметилдиаллиламмония, хлорид кокотриметиламмония, алкоксисульфат (линейного) C9-11-алкилспирта, алкоксисульфат (линейного) C6-10-алкилспирта, моногексилэфирсульфат триэтиленгликоля, C14-16-альфа-олефинсульфонат, тринатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, олеиновая кислота, додекановая кислота, кокосовая кислота, октадекановая кислота, лауриновая кислота, миристиновая кислота, гексадекановая кислота, октановая кислота, кокодиметиламиноксид, кокоамидопропилсульфобетаин, кокоамидопропилбетаин, кокоамидопропиламиноксид, бис-гидроксиэтилглицинат таллового масла, кокодизетаноламид, дизетаноламид олеиновой кислоты, коко-N,N-бис-гидроксиэтиламин, оксиэтилированный кокоамин, лауриламиноксид, дигидроксиэтил-C12-15-алкоксипропиламиноксид, кокоамфоацетат, кокоамфопропионат, кокоамфогидроксипропилсульфонат, лаурилфамфоацетат, лаурилфамфодипропионат, каприламфодиацетат, лаурилиминопропионат натрия, динатриевая соль иминодипропионата таллового масла, стеариламфопропилсульфонат.

13. Пенообразующий агент по любому из пп. 11 или 12, содержащий воду и поверхностно-активное вещество при соотношении воды и поверхностно-активного вещества от 1:3 до 1:1, причем поверхностно-активное вещество выбирают из следующих веществ: кококарбоксипропионовая кислота, сополимер акриловой кислоты и хлорида диметилдиаллиламмония, хлорид кокотриметиламмония, алкоксисульфат (линейного) C9-11-алкилспирта, алкоксисульфат (линейного) C6-10-алкилспирта, моногексилэфирсульфат триэтиленгликоля, C14-16-альфа-олефинсульфонат, тринатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, олеиновая кислота, додекановая кислота, кокосовая кислота, октадекановая кислота, лауриновая кислота, миристиновая кислота,

гексадекановая кислота, октановая кислота, кокодиметиламиноксид, кокоамидопропилсульфобетаин, кокоамидопропилбетаин, кокоамидопропиламиноксид, бис-гидроксиэтилглицинат таллового масла, кокодизтаноламид, диэтаноламид олеиновой кислоты, коко-N,N-бис-гидроксиэтиламин, оксиэтилированный кокоамин, лауриламиноксид, дигидроксиэтил-C12-15-алкоксипропиламиноксид, кокоамфоацетат, кокоамфопропионат, кокоамфогидроксипропилсульфонат, лаурилфамфоацетат, лаурилфамфодипропионат, каприламфодиацетат, лаурилиминопропионат натрия, динатриевая соль иминодипропионата таллового масла, стеарилламфопропилсульфонат,

14. Применение пенообразующего агента, содержащего поверхностно-активное вещество или состоящего из поверхностно-активного вещества, выбранного из следующих веществ: оксиэтилированные поверхностно-активные вещества, оксиэтилированные фенолы, оксиэтилированные жирные кислоты, оксиэтилированные алкилмоноэтаноламиды, лаурил-бета-иминопропионаты, оксиэтилен-оксипропиленовые сополимеры, анионные поверхностно-активные вещества, кислые поверхностно-активные вещества, основные или амфотерные поверхностно-активные вещества или твердые мыла, в способе по любому из пп. 1-3 и 7-10 для получения пенного скребка (или вкладыша).

15. Применение по п. 14, в котором поверхностно-активное вещество выбрано из следующих веществ: кококарбоксипропионовая кислота, сополимер акриловой кислоты и хлорида диметилдиаллиламмония, хлорид кокотриметиламмония, алкоксисульфат (линейного) C9-11-алкилспирта, алкоксисульфат (линейного) C6-10-алкилспирта, моногексилэфирсульфат триэтиленгликоля, C14-16-альфа-олефинсульфонат, тринатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, олеиновая кислота, додекановая кислота, кокосовая кислота, октадекановая кислота, лауриновая кислота, миристиновая кислота, гексадекановая кислота, октановая кислота, кокодиметиламиноксид, кокоамидопропилсульфобетаин, кокоамидопропилбетаин, кокоамидопропиламиноксид, бис-гидроксиэтилглицинат таллового масла, кокодизтаноламид, диэтаноламид олеиновой кислоты, коко-N,N-бис-гидроксиэтиламин, оксиэтилированный кокоамин, лауриламиноксид, дигидроксиэтил-C12-15-алкоксипропиламиноксид, кокоамфоацетат, кокоамфопропионат, кокоамфогидроксипропилсульфонат, лаурилфамфоацетат, лаурилфамфодипропионат, каприламфодиацетат, лаурилиминопропионат натрия, динатриевая соль иминодипропионата таллового масла, стеарилламфопропилсульфонат.

16. Промышленная установка для получения природного и/или технологического газа, содержащая трубопровод для транспортировки газа, оборудованный приспособлением для создания скребка из пенообразователя внутри указанного

трубопровода и подходящий для удаления отложений, которые задерживают поток газа через трубопровод.

17. Нефтеперерабатывающая установка, содержащая трубопровод в выпускном контуре, предшествующем факельному устройству, оборудованный приспособлением для создания скребка из пенообразователя (пенного скребка) внутри указанного трубопровода и подходящий для удаления отложений и технологического газа, накапливающихся внутри указанного трубопровода.

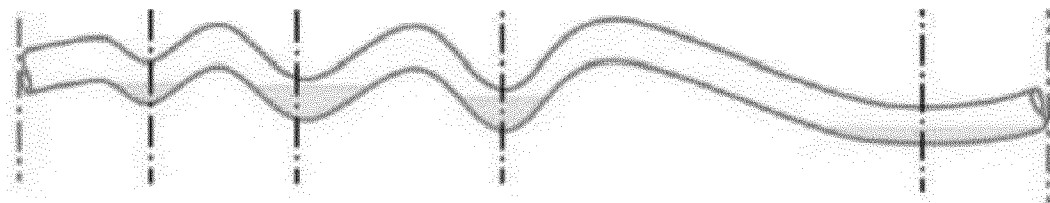
18. Установка по любому из пп. 16 или 17, в которой указанное приспособление для создания скребка из пенообразователя создает указанный скребок в начале указанного трубопровода.

19. Установка по любому из пп. 16-18, в которой указанное приспособление для создания пенного скребка представлено по меньшей мере одним сегментом указанного трубопровода, который (сегрегирован) изолирован от остальной части трубопровода первым расположенным выше по потоку клапаном и вторым расположенным ниже по потоку клапаном и снабжен по меньшей мере одним наружным клапаном для открытия в атмосферу в целях выпуска внутренних газов и загрузки пенообразующего агента и по меньшей мере одним отсечным клапаном для введения прибора, выбранного из термометра, манометра или других приборов, или для отбора проб газа, причем указанный изолируемый сегмент расположен выше по потоку относительно трубопроводной зоны, закупоренной отложениями.

20. Установка по любому из пп. 16-18, в которой приспособление для создания пенного скребка представляет собой производящее пену приспособление, расположенное снаружи и параллельно по отношению к указанному трубопроводу и содержащее инструмент для создания пены и трубопровод для помещения пены в магистральный трубопровод.

21. Применение полученного пенного скребка по пп. 1-10 для удаления нежелательных газов, присутствующих в трубопроводах промышленных установок, и/или для дренажа указанных трубопроводов.

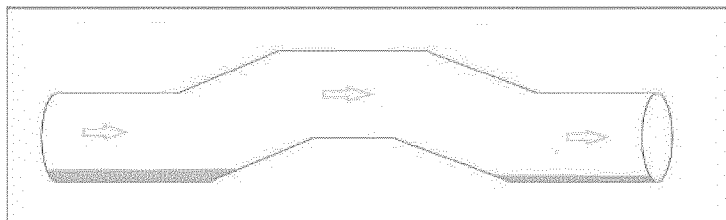
A



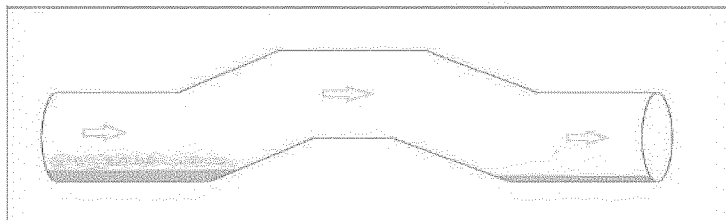
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ТРУБОПРОВОДА

B

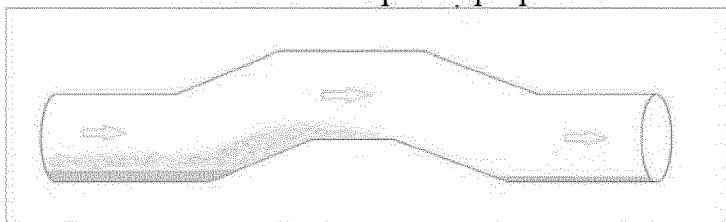
Накопленная вода



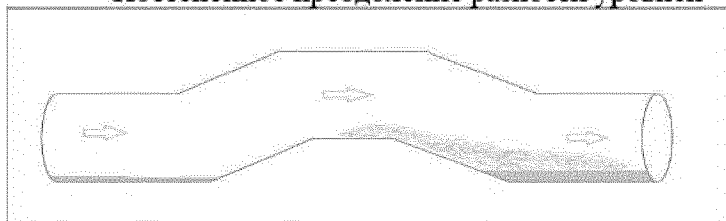
Введение добавок и пенообразование



Начало пенной транспортировки

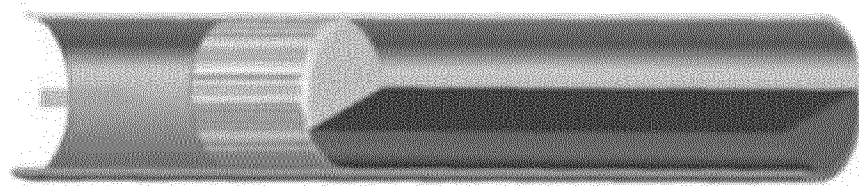


Постепенное преодоление разности уровней

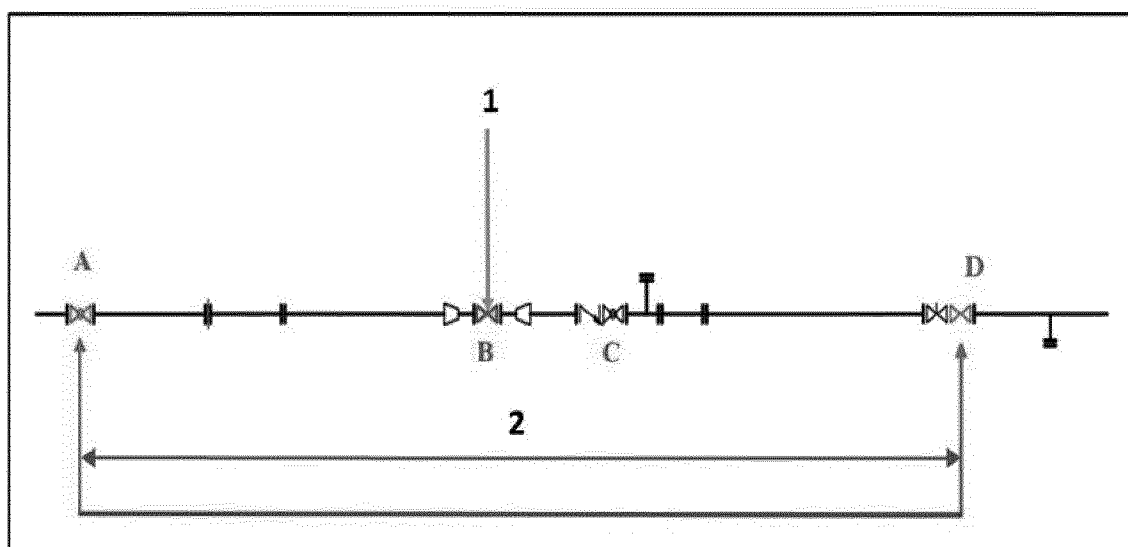


Фиг. 1

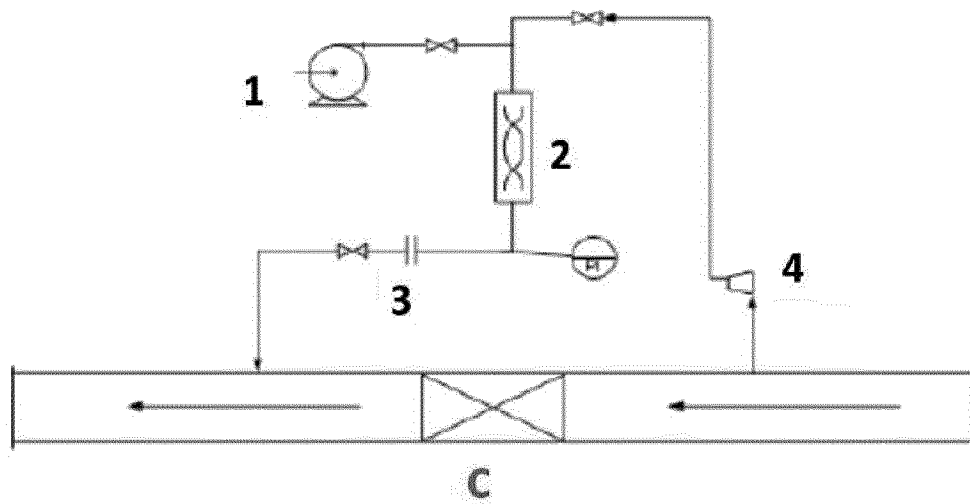
A



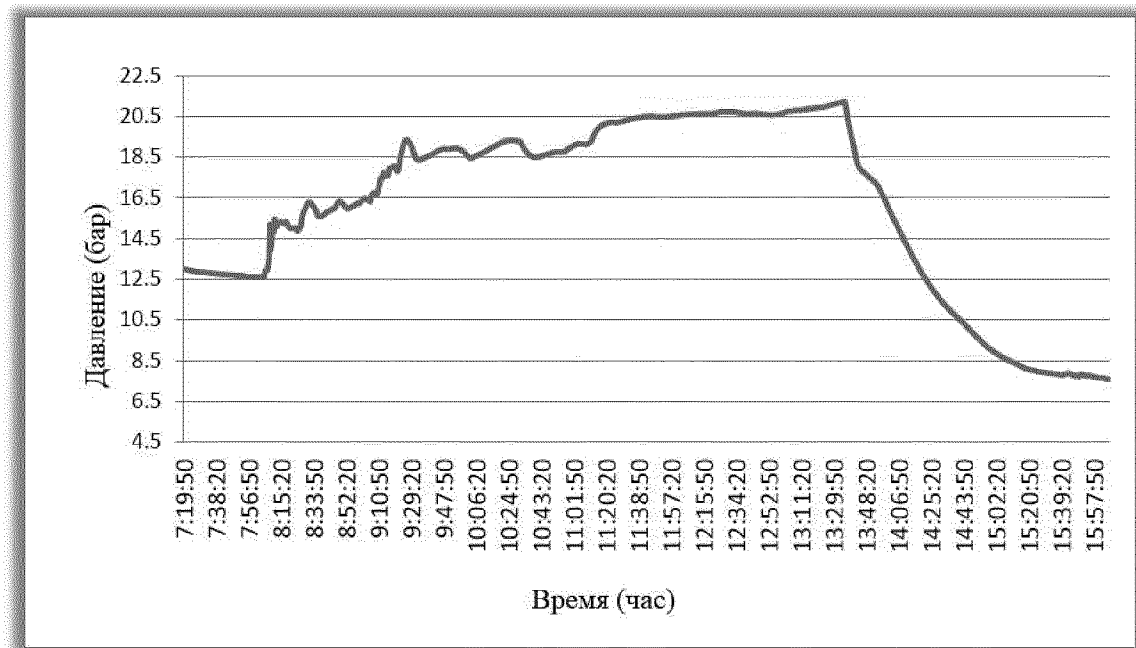
B



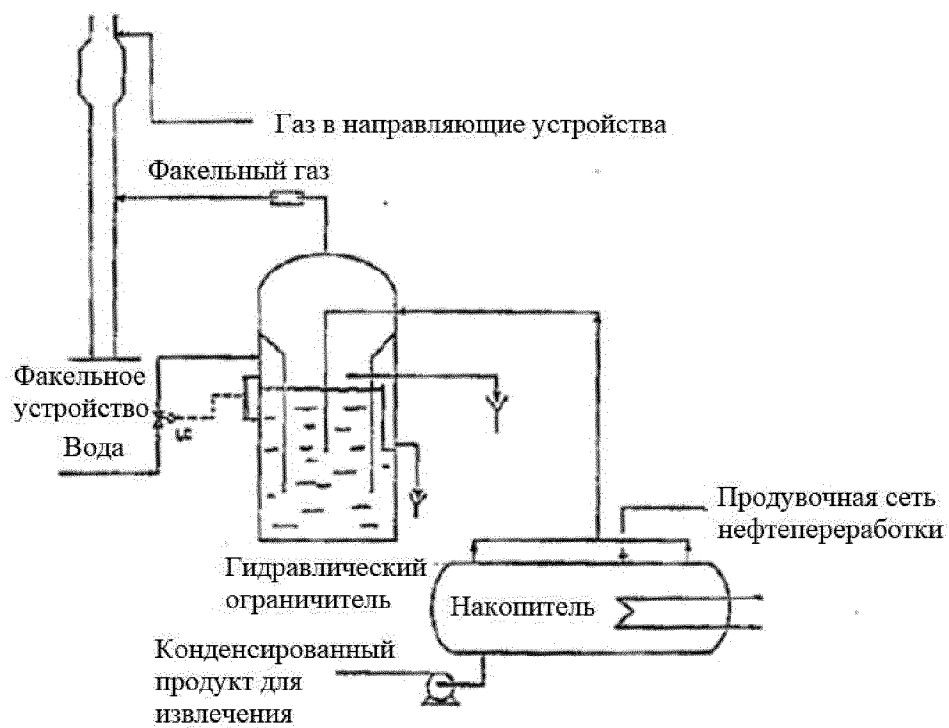
ФИГ. 2



ФИГ. 3



Фиг. 4



Фиг. 5