

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202091413** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2020.09.24

(51) Int. Cl. **C09K 8/524 (2006.01)**

(22) Дата подачи заявки
2018.12.07

(54) СКВАЖИННЫЕ ИНГИБИТОРЫ АСФАЛЬТЕНОВ НА ОСНОВЕ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ И СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

(31) 62/596,303; 62/596,326; 62/696,544

(72) Изобретатель:

(32) 2017.12.08; 2017.12.08; 2018.07.11

Уирс Джерри, Нгуйэн Генри,

(33) US

Дженнингс Дэвид, Чао Кунг-По (US)

(86) PCT/US2018/064572

(74) Представитель:

(87) WO 2019/113513 2019.06.13

Фелицына С.Б. (RU)

(71) Заявитель:

**БЕЙКЕР ХЬЮЗ ХОЛДИНГЗ ЛЛК
(US)**

(57) Описаны способы обработки нефтяного углеводородного флюида, в которых нефтяной углеводородный флюид приводят в контакт с композицией ингибитора асфальтенов, содержащей ионную жидкость и ингибитор асфальтенов. Ионная жидкость имеет катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксиалкильной группы, C_{7-30} гидроксиалкилбензильной группы, оксиалкиленовой или полиоксиалкиленовой группы или же цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксиалкилен или алкиленполиоксиалкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

202091413

A1

A1

202091413

СКВАЖИННЫЕ ИНГИБИТОРЫ АСФАЛЬТЕНОВ НА ОСНОВЕ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ И СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Область техники

Настоящее описание относится к композиции ингибитора асфальтенов, способу обработки нефтяного углеводородного флюида с помощью указанной композиции и способу ингибирования или предотвращения образования или осаждения асфальтенов при добыче и извлечении нефтяных углеводородных флюидов из нефтеносных коллекторов.

Предпосылки создания изобретения

Сырая нефть представляет собой сложные смеси, содержащие множество различных углеводородов, отличающихся по внешнему виду и имеющих консистенцию от воды до смолистых твердых веществ. Высокая вязкость тяжелого сырого нефтепродукта по меньшей мере частично обусловлена наличием асфальтенов. Дополнительно, известно, что асфальтены отрицательно влияют на вязкоэластичность и текучесть сырой нефти.

Известно, что в ходе операций по добыче нефти асфальтеновые осадки осаждаются в виде хлопьев и образуют отложения в различных местах. В нефтеносных подземных пластах извлечение нефти затруднено вследствие наличия агломератов таких отложений в порах пласта. Известно, что такие отложения также покрывают стволы скважины. В некоторых случаях асфальтеновые осадки блокируют трассы и трубы добычи, затвердевая на поверхности скважинного оборудования. Иногда присутствие асфальтеновых отложений приводит к замедлению или полному прекращению добычи. Кроме того, известно, что такие отложения значительно сокращают продуктивный период скважины.

Как известно, помимо эксплуатационных проблем из-за асфальтеновых отложений возникают проблемы для безопасности при добыче и обработке углеводородов. В некоторых случаях, например, асфальтены вызывают отказ критически важных предохранительных клапанов.

Негативные эффекты асфальтеновых осадков еще сильнее проявляются во время переработки нефти. Например, известно, что наличие асфальтенов приводит к отравлению катализаторов, образованию кокса и засорению теплообменников.

В прошлые годы немалые усилия были сосредоточены на разработке средств для обработки, которые в достаточной мере решали бы проблемы, вызываемые асфальтеновыми отложениями. Такие средства для обработки включают средства, которые ингибируют, предотвращая или сокращая, отложение и/или накопление асфальтенов. Асфальтены представляют собой очень сложные гетероциклические макромолекулы. Хотя некоторые средства для обработки успешно ингибируют отложение

некоторых асфальтенов, во многих случаях их успешное применение сильно ограничено. Таким образом, требуются улучшенные композиции для ингибирования отложения и/или накопления асфальтенов.

Раскрытие сущности изобретения

В одном варианте осуществления настоящее изобретение относится к способу повышения эффективности ингибитора асфальтенов при добыче, хранении, транспортировке или переработке нефтяного углеводородного флюида. Согласно этому способу ингибитор асфальтенов приводят в контакт с ионной жидкостью при операции добычи или переработке, или же перед хранением или транспортировкой нефтяного углеводородного флюида или во время осуществления указанных операций. Ионная жидкость имеет катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксильной группы, C_{7-30} гидроксильной группы, оксильной или полиоксильной группы или же цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксиалкилен или алкиленполиоксиалкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

В другом варианте осуществления настоящее изобретение относится к композиции ингибитора асфальтенов, которая содержит ионную жидкость и ингибитор асфальтенов. Ионная жидкость имеет катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксильной группы, C_{7-30} гидроксильной группы, оксильной или полиоксильной группы или же цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксиалкилен или алкиленполиоксиалкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

В другом варианте осуществления изобретения предложен нефтяной углеводородный флюид, который содержит композицию ингибитора асфальтенов, описанную в приведенных выше абзацах.

В другом варианте осуществления предложен способ повышения продуктивности добычи нефтяного углеводородного флюида из подземного пласта. В данном варианте осуществления композицию ингибитора асфальтенов, описанную в приведенных выше параграфах, закачивают в скважину. Композиция ингибитора асфальтенов ингибирует, снижает или предотвращает образование, агломерирование и/или накопление асфальтенов в добываемом флюиде. Композиция ингибитора асфальтенов способна дополнительно предотвращать или уменьшать осаждение асфальтенов из нефтяного углеводородного флюида.

В другом варианте осуществления изобретения представлен способ ингибирования, уменьшения или предотвращения образования, агломерирования и/или накопления асфальтеновых отложений в подземном нефтеносном коллекторе, в трубопроводе, в колонне или в нефтеперерабатывающей установке. В данном варианте осуществления нефтяной углеводородный флюид в подземном коллекторе, трубопроводе, колонне или нефтеперерабатывающей установке приводят в контакт с композицией ингибитора асфальтенов, описанной в приведенных выше параграфах. Приведение в контакт флюида с композицией ингибитора асфальтенов в нефтеносном коллекторе, трубопроводе, колонне или нефтеперерабатывающей установке дополнительно может ингибировать, предотвращать или уменьшать осаждение асфальтенов из флюида.

В другом варианте осуществления предложен способ повышения стабильности нефтяного углеводородного флюида, согласно которому углеводородный флюид приводят в контакт с композицией ингибитора асфальтенов, описанной в приведенных выше абзацах.

В другом варианте осуществления предложен способ обработки нефтяного углеводородного флюида, согласно которому флюид приводят в контакт с феноло-альдегидной смолой и ионной жидкостью. Ионная жидкость имеет катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксильной группы, C_{7-30} гидроксильной группы, оксильной или полиоксильной группы или же цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксиалкилен или алкиленполиоксиалкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

В другом варианте осуществления предложена композиция ингибитора

асфальтенов, которая содержит феноло-альдегидную смолу и ионную жидкость, содержащую катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксиалкильной группы, C_{7-30} гидроксиалкилбензильной группы, оксиалкиленовой или полиоксиалкиленовой группы или же цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксиалкилен или алкиленполиоксиалкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

Краткое описание графических материалов

Нижеследующие фигуры, являющиеся частью настоящего описания, включены для демонстрации некоторых аспектов различных вариантов осуществления настоящего изобретения и упоминаются в подробном описании в данном документе. В описании со ссылкой на прилагаемые чертежи одинаковые элементы имеют одинаковую нумерацию.

На фиг. 1 представлены результаты испытания в виде аналитического анализа стабильности методом центрифугирования для асфальтенов (ACSAA) при 25°C для сырой нефти № 1, обработанной ингибитором № 1 асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы отдельно или в комбинации с полиаминной добавкой или различными ионными жидкими синергетиками.

На фиг. 2 представлены результаты испытания в виде ACSAA при 25°C для сырой нефти № 1, обработанной ингибитором № 2 асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы отдельно или в комбинации с амином, полиаминной добавкой или двумя ионными жидкими синергетиками.

На фиг. 3 представлены результаты испытания в виде ACSAA при 25°C для сырой нефти № 2, обработанной ингибитором № 3 асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы отдельно или в комбинации с амином или несколькими ионными жидкими синергетиками.

На фиг. 4 представлены результаты испытания в виде ACSAA при 25°C для сырой нефти № 3, обработанной ингибитором № 3 асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы отдельно или в комбинации с амином или несколькими ионными жидкими синергетиками.

На фиг. 5 представлены результаты испытания в виде ACSAA при 25, 60 и псевдо 80°C для сырой нефти № 4, обработанной ингибиторами № 2 и № 4 асфальтенов на основе

феноло-альдегидной смолы отдельно или в комбинации с амином или ионным жидким синергетиком с гидроксидом диталлового диметиламмония.

На фиг. 6 представлены результаты испытания в виде ACSAA при 25, 60 и псевдо 80°C для сырой нефти № 4, обработанной ингибитором № 2 асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы отдельно или в комбинации с различными ионными жидкими синергетиками.

На фиг. 7 представлены результаты испытания в виде ACSAA при 25, 60 и псевдо 80°C для сырой нефти № 4, обработанной ингибитором № 2 асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы отдельно или в комбинации с амином или различными ионными жидкими синергетиками.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

Характеристики и преимущества настоящего изобретения, а также дополнительные признаки и благоприятные эффекты станут очевидными для специалистов в данной области после ознакомления с представленным ниже подробным описанием примеров осуществления. Описание содержит конкретные детали, такие как типы материалов, композиции и условия обработки, для представления полного описания вариантов осуществления изобретения. Ниже подробно описаны только те действия способа, формулы и структуры, которые необходимы для понимания вариантов осуществления изобретения.

Следует понимать, что приведенное в настоящем документе описание, в котором представлены примеры осуществления, не предназначено для ограничения формулы изобретения данного патента. Напротив, цель заключается в том, чтобы охватить все изменения, эквиваленты и альтернативы, соответствующие сущности и входящие в объем формулы изобретения.

В настоящем документе и в приложенной формуле изобретения использованы определенные термины для обозначения конкретных компонентов. Для специалиста в данной области будет понятно, что различные люди могут обозначать компонент по-разному. В данном документе не предполагается различать компоненты, которые отличаются по имени, но не по функционированию. Кроме того, термины «включающий» и «содержащий» использованы в настоящем документе и в приложенной формуле изобретения в неограничивающей форме и, таким образом, их следует интерпретировать как означающие «включающий, без ограничений». Кроме того, упоминание в настоящем документе и в приложенной формуле изобретения компонентов и аспектов в единственном числе не ограничивает настоящее описание или прилагаемую формулу изобретения только одним таким компонентом или аспектом, но должно быть

интерпретировано, как правило, как одно или более, в зависимости от того, что будет подходящим и желательным в каждом конкретном случае.

Все диапазоны, описанные в настоящем документе, включают граничные точки, и граничные точки могут быть независимо скомбинированы друг с другом. В настоящем документе предполагается, что термин с указанным в скобках окончанием множественного числа (например, (-ы)) включает как единственное, так и множественное число изменяемого им термина, включая, таким образом, по меньшей мере один такой термин (например, термин диспергирующий (-ые) агент (-ы) включает в себя по меньшей мере один диспергирующий агент). Термин «необязательный» или «необязательно» означает, что описанный далее параметр может присутствовать или отсутствовать, и что данное описание включает случаи, в которых этот параметр встречается, и случаи, в которых его не используют. Используемый в настоящем документе термин «комбинация» включает компоненты, компаунды, смеси, комплексы, продукты реакции и т.п. Все справочные документы включены в настоящий документ путем ссылки.

Использование форм единственного и множественного числа и аналогичных отсылок в контексте описания настоящего изобретения (в частности, в контексте представленной ниже формулы изобретения) следует понимать как охватывающее как единственное, так и множественное число, если в настоящем документе не указано иное или если это явно не противоречит контексту.

Используемый в настоящем документе термин «нефтяной углеводородный флюид» включает в себя сырую нефть, сланцевую нефть, сланцевый газовый конденсат, битум, разбавленный битум (diluted bitumen, dil-bit), фракции переработки нефти, включая дистилляты, включая дистилляты коксования, алкилаты, готовое топливо, включая дизельное топливо, легкое топливо и биотопливо, готовые нефтепродукты, продукты риформинга, рецикловый газойль, остаточную нефть, топливный газ, факельный газ, пропан, бутан, сжиженный нефтяной газ (СНГ), конденсат природного газа, газоконденсатную жидкость (NGL) и их комбинации. Композиции ингибитора асфальтенов, описанные в данном документе, в частности, пригодны для сырой нефти, битума, дизельного топлива, легкого топлива, биотоплива, остаточной нефти, топливного газа, факельного газа, пропана, бутана, сжиженного нефтяного газа (СНГ), газоконденсатной жидкости (NGL), фракций переработки нефти (включая газойли и легкие смазочные масла) и их комбинаций. Кроме того, любое из вышеуказанного может содержать воду, водные растворы солей, газы, такие как углеводородные газы, или их комбинацию.

Используемый в настоящем документе термин «ингибитор асфальтенов» включает

средство для обработки, способное ингибировать, предотвращать или уменьшать образование, агломерирование и/или накопление асфальтеновых отложений, а также средство для обработки, способное ингибировать, предотвращать или уменьшать осаждение асфальтенов.

Используемый в настоящем документе термин «композиция ингибитора асфальтенов» относится к продукту, полученному в результате приведения в контакт ингибитора асфальтенов с ионной жидкостью. Указанный термин включает компаунды, смеси, комплексы и продукты реакции ионной жидкости и ингибитора асфальтенов.

Используемый в настоящем документе термин «трубопровод» относится к любому трубопроводу, трубе, трубчатому элементу, проточному трубопроводу, магистрали для транспортировки или другой магистрали, по которой перемещают или с которой контактирует химическое вещество, включая нефтяной углеводородный флюид. Термин «колонна» включает любое оборудование или контейнер, с которыми находится в контакте нефтяной углеводородный флюид, такие как теплообменники, и т.д. Участок «трубопровода» или «колонны» включает, без ограничений, резервуары, скважины, магистральные трубопроводы и магистрали для транспортировки, ведущие к подземному нефтеносному коллектору (включая скважины) или от него, нефтеперерабатывающие установки, установки для обработки флюида, контейнеры для хранения и транспортировочные контейнеры.

Добавление определенных ионных жидкостей к традиционным ингибиторам асфальтенов улучшает стабилизацию и ингибирование асфальтенов по сравнению с использованием традиционного ингибитора асфальтенов самого по себе. Это улучшение отмечено в добываемых флюидах, извлеченных из нефтеносного коллектора, в обработанных флюидах, флюидах, хранимых в колоннах, а также в транспортируемых флюидах. В случае обработки нефтяного углеводородного флюида смесью ионной жидкости/ингибитора асфальтенов при добыче, обработке, хранении или перекачивании нефтяного углеводородного флюида образуется меньшее количество асфальтеновых отложений, чем при использовании ингибитора асфальтенов самого по себе. В случае обработки нефтяного углеводородного флюида смесью ионной жидкости/ингибитора асфальтенов при добыче, обработке, хранении или перекачивании нефтяного углеводородного флюида образуется меньшее количество агломератов или накоплений асфальтеновых отложений, чем при использовании ингибитора асфальтенов самого по себе. В случае обработки нефтяного углеводородного флюида смесью ионной жидкости/ингибитора асфальтенов при добыче, обработке, хранении или перекачивании нефтяного углеводородного флюида из нефтяного углеводородного флюида осаждается

меньшее количество асфальтенов, чем при использовании ингибитора асфальтенов самого по себе.

Указанные результаты являются очень неожиданными, поскольку ионные жидкости не демонстрируют повышения стабильности асфальтенов. Это позволяет обеспечить более эффективное и действенное управление отложением, накоплением и/или агломерированием асфальтенов при добыче, хранении, транспортировке и переработке сырой нефти.

Например, феноло-альдегидные смолы часто применяют в качестве стабилизаторов и ингибиторов асфальтенов для уменьшения отложения и решения связанных с асфальтенами проблем обработки флюидов. Феноло-альдегидные смолы часто применяют с аминными или полиаминными добавками. Хотя ионные жидкости сами по себе не улучшают стабильность асфальтенов, при использовании ионных жидкостей в сочетании с феноло-альдегидными смолами (с аминными или полиаминными добавками или без них) происходит ингибирование или уменьшение отложения, агломерирования асфальтенов, а также накопления их отложений, и значительно повышается стабильность асфальтенов в нефтяных углеводородных флюидах. Отмечается также осаждение асфальтенов из нефтяных углеводородных флюидов.

В предпочтительном варианте осуществления ионные жидкости используют для повышения эффективности ингибитора асфальтенов при добыче нефтяных углеводородных флюидов, обработке нефтяных углеводородных флюидов (включая обработку в нефтеперерабатывающей установке), хранении нефтяного углеводородного флюида, а также при перекачивании нефтяного углеводородного флюида. Приведение в контакт ионной жидкости с ингибитором асфальтенов эффективно ингибирует, уменьшает, предотвращает отложение, накопление и/или агломерирование асфальтенов и/или позволяет управлять этими процессами также и в добываемых флюидах, обрабатываемых флюидах, хранимых флюидах и транспортируемых флюидах.

Композиция ингибитора асфальтенов стабилизирует нефтяной флюид во время его добычи, обработки, хранения и транспортировки, минимизируя образование или осаждение асфальтенов. Кроме того, композиция ингибитора асфальтенов минимизирует осаждение асфальтенов.

В предпочтительном варианте осуществления композиция ингибитора асфальтенов может быть введена в нефтеносный коллектор в ходе осуществления операции обработки скважины. Кроме того, для уменьшения, ингибирования или предотвращения отложения, агломерирования или накопления асфальтеновых отложений в добываемых флюидах указанная композиция минимизирует образование и осаждение отложений и агломератов

на поверхностях проточных трубопроводов и колонн, а также в стволе скважины в ходе добычи сырого нефтепродукта.

Как правило, композицию вводят в нефтеносный коллектор в ходе осуществления операции бурения, закачивания или интенсификации притока (включая гидравлический разрыв, кислотную обработку и т.д.). В одном варианте осуществления композиция ингибитора асфальтенов может быть приготовлена в другом месте или в ходе обработки, а затем закачана в нефтеносный коллектор. В альтернативном варианте осуществления ингибитор асфальтенов и ионную жидкость могут закачивать в нефтеносный коллектор одновременно или в ходе отдельных этапов закачивания.

Может быть использован любой известный способ введения композиции ингибитора асфальтенов в нефтеносный коллектор. Например, для доставки композиции ингибитора асфальтенов в нефтеносный коллектор может быть применен процесс закачивания под давлением. В другом варианте осуществления композицию ингибитора асфальтенов могут вносить в ходе непрерывного или периодического процесса нагнетания по капиллярной линии, вниз по задней стороне затрубного пространства, по шлангопроводу или посредством комбинации шлангопровода и капиллярной линии.

В дополнение к приведению в контакт с ингибитором асфальтенов в нефтеносном коллекторе ионную жидкость могут вводить в контакт с ингибитором асфальтенов в ходе переработки нефтяного углеводородного флюида, при транспортировке или хранении нефтяного углеводородного флюида или в любой промежуточный времени между этими процессами. В таких случаях ионную жидкость и ингибитор асфальтенов могут вводить в нефтяной флюид в емкости для хранения, колонне для перекачивания, трубопроводе или колонне, блоке обработки, потоке в нефтеперерабатывающей установке и т.д., а также в отдельных потоках. В альтернативном варианте осуществления композиция ингибитора асфальтенов может быть сначала приготовлена, а затем введена. Приведение в контакт ионной жидкости и ингибитора асфальтенов (при их введении в виде отдельных потоков или в виде композиции ингибитора асфальтенов) приводит к ингибированию, предотвращению или уменьшению отложения, агломерирования или накопления асфальтеновых отложений на поверхности трубопровода, колонны или емкости. Трубопровод или емкость, как правило, изготовлены из металла, а колонна, как правило, изготовлена из металла, пластмассы или стекла.

Приведение в контакт ионной жидкости и ингибитора асфальтенов может быть выполнено при температуре от около -50°C до около 250°C , например от около -5°C до около 200°C или от около 20°C до около 150°C , и при абсолютном давлении от около 14,7 фунтов на квадратный дюйм (фунтов на кв. дюйм абс.) до около 40 000 фунтов на кв.

дюйм абс. или от около 14,7 фунтов на кв. дюйм абс. до около 20 000 фунтов на кв. дюйм абс.

В случае наличия композиции ингибитора асфальтенов во время добычи, обработки, хранения и перекачивания стабильность нефтяного углеводородного флюида значительно повышается. Нефтяной углеводородный флюид, содержащий композицию ингибитора асфальтенов, является более стабильным, чем аналогичный флюид, который отличается только отсутствием ионной жидкости. Приведение флюида в контакт с ионной жидкостью и ингибитором асфальтенов обеспечивает лучшую стабилизацию нефтяного углеводородного флюида за счет уменьшения отложения/накопления асфальтенов (в отношении количества, тенденции и/или скорости отложения/накопления). Таким образом, добыча, обработка, хранение и перекачивание нефтяных углеводородных флюидов улучшаются благодаря ингибирующей асфальтены композиции, описанной в настоящем документе.

Синергизм, обеспечиваемый ингибирующей асфальтен композицией, может быть отмечен на основании количества осажденных асфальтенов при использовании ингибитора асфальтенов самого по себе по сравнению с использованием вместо него ингибирующей асфальтен композиции, описанной в настоящем документе. Кроме того, эффективность комбинации ионной жидкости и ингибитора асфальтенов существенно увеличена по сравнению с эффективностью каждого из компонентов, используемых отдельно. В одном не имеющем ограничительного характера примере активность или эффективность ингибитора асфальтенов увеличивается по меньшей мере на 25% и иногда на 50% или более при его использовании в комбинации с ионной жидкостью. Примером синергизма является то, что в случае применения комбинации ионной жидкости и ингибитора асфальтенов увеличивается общая эффективность ингибирования или предотвращения образования отложений или агломератов асфальтенов по сравнению с использованием каждого из компонентов по отдельности.

Как правило, массовое соотношение ингибитора асфальтенов и ионной жидкости в асфальтеновой композиции равно от около 5 : 95 до около 3 : 1.

В некоторых случаях ингибитор асфальтенов и ионная жидкость представляют собой компаунд, причем данный компаунд характеризуется указанным синергизмом. В других случаях синергизм определяется образованием комплекса между ионной жидкостью и ингибитором асфальтенов.

В других случаях приведение в контакт ионной жидкости с ингибитором асфальтенов и ионной жидкостью приводит к образованию продукта реакции. Синергизм ингибитора асфальтенов и ионной жидкости в продукте реакции определяется по его

повышенной эффективности по сравнению со случаем использования ионной жидкости или ингибитора асфальтенов по отдельности. В некоторых случаях количество ингибитора асфальтенов в продукте реакции может составлять от около 3 до около 99 массовых процентов.

Используемые в настоящем документе ионные жидкости имеют катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксиалкильной группы, C_{7-30} гидроксиалкилбензильной группы, оксиалкиленовой или полиоксиалкиленовой группы или же цвиттер-иона (например, полученные путем оксиалкилирования амина алкиленоксидом); R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксиалкилен или алкиленполиоксиалкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

Для основных анионов алкилкарбонаты могут иметь формулу $ROCO_2^-$, где R представляет собой галогенированную или негалогенированную линейную или разветвленную алкильную или гидроксилалкильную группу, предпочтительно галогенированную или негалогенированную линейную или разветвленную C_{1-8} или C_{1-5} алкильную группу. Примеры алкилкарбонатов могут быть выбраны из метил-, этил-, пропил-, бутил-, 2-этилгексил-, октил-, этилен- и пропиленкарбоната.

Примеры карбоксилатов включают формиат, ацетат, пропионат, октаноат, лаурат, бензоат, н-бутират, изобутират, пивалат, а также C_{18} жирные кислоты, такие как олеат, линолеат и стеарат. Примеры гидроксикарбоксилатов включают гликолят, лактат, цитрат, глюкарат и глюконат.

Алкоксиды имеют формулу $RO-$, где R представляет собой C_{1-18} алкил, C_{6-12} арил или C_{5-12} циклоалкил. Примерами алкоксидов являются трет-бутоксид, н-бутоксид, изопропоксид, н-пропоксид, изобутоксид, этоксид, метоксид, н-пентоксид, изопентоксид, 2-этилгексоксид, 2-пропилгептоксид, ноноксид, октоксид, декоксид и их изомеры. Предпочтительно алкоксиды представляют собой трет-бутоксид, изопропоксид, этоксид или метоксид. Как правило, указывают трет-бутоксид и метоксид. Алкоксиды могут дополнительно представлять собой гомополимеры, сополимеры или терполимеры этилен- или пропиленоксида (которые, необязательно, могут быть поперечно-сшитыми). К пригодным поперечно-сшивающим веществам относятся бисфенол А или малеиновый ангидрид.

В конкретных вариантах осуществления основные анионы включают гидроксид, бикарбонат, метилкарбонат, трет-бутоксид, метоксид или их комбинацию. Как правило, указывают гидроксид.

Используемый в настоящем документе термин «алкил» относится к насыщенную одновалентную углеводородную группу с неразветвленной или разветвленной цепью независимо от того, указана ли конкретно неразветвленная или разветвленная цепь; «арил» относится к ароматической одновалентной группе, содержащей только углерод в ароматическом кольце или кольцах; «арилалкил» относится к алкильной группе, которая была замещена арильной группой, причем бензил является примером арилалкильной группы; «алкилбензил» относится к бензильной группе, которая была замещена алкильной группой в ароматическом кольце; «гидроксиалкил» относится к алкильной группе, которая была замещена гидроксильной группой, причем 2-гидроксиэтил является примером гидроксиалкильной группы; «гидроксиалкилбензил» относится к бензильной группе, которая была замещена гидроксиалкильной группой, как определено в данном документе, в ароматическом кольце; «алкилен» относится к насыщенную двухвалентную углеводородную группу с неразветвленной или разветвленной цепью, и «алкенил» относится к одновалентной углеводородной группе с неразветвленной или разветвленной цепью, имеющей по меньшей мере два атома углерода, соединенных двойной связью углерод-углерод. Используемый в настоящем документе термин «замещенный» означает, что по меньшей мере один атом водорода на определенном атоме или группе замещен другой группой при условии, что не превышена нормальная валентность этого определенного атома. Термин «замещенный группой» означает замещение одной или более группами.

Используемый в настоящем документе оксиалкилен включает группы формулы $\text{HO}-\text{R}^{11}$, где R^{11} представляет собой C_2-C_{10} алкиленовую группу (включая оксиран и метилоксиран), в частности этилен, пропилен, изопропилен или бутилен.

Используемая в настоящем документе полиоксиалкиленовая группа имеет формулу $\text{H}-[\text{O}-\text{R}^{10}-]_z$, где в каждом случае R^{10} независимо представляет собой C_{1-10} алкилен, в частности этилен, пропилен, изопропилен, бутилен, а также оксиран и метилоксиран или их комбинацию, а z представляет собой целое число больше 1, например от 2 до 30, от 4 до 25 или от 8 до 25. Дополнительно полиоксиалкиленовая группа может представлять собой гомополимер или сополимер, имеющий формулу $\text{H}(\text{O}-\text{R}^{11})_x-[\text{O}-\text{R}^{11}-]_y$, где x и y независимо выбраны из диапазона от 1 до 1500, и каждый R^{11} независимо является таким, как определено выше. Например, полиоксиалкиленовая группа может иметь формулу $\text{H}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_x(\text{CH}_2\text{CHCH}_3\text{O})_y$.

Алкилен-полиоксиалкиленовая группа имеет формулу $-R^{12}-[O-R^{13}]_y$, где R^{12} представляет собой C_{1-30} алкилен (включая оксиран и метилоксиран), в каждом случае R^{13} независимо представляет собой C_{1-10} алкилен или C_{2-6} алкилен (включая оксиран и метилоксиран), в частности этилен, пропилен, изопропилен или бутилен, а y представляет собой целое число от 1 до 500, например от 2 до 30, от 4 до 25 или от 8 до 25.

Алкилен-оксиалкиленовая группа имеет формулу $-R^{14}-O-R^{15}-$, причем каждый из R^{14} и R^{15} независимо представляет собой C_{1-20} , или C_{1-10} или C_{1-5} алкилен с разветвленной или неразветвленной цепью (включая оксиран и метилоксиран). В конкретном варианте осуществления R^{14} и R^{15} представляют собой этилен.

В одном варианте осуществления по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой $-H$ или C_{1-20} алкил. В одном варианте осуществления по меньшей мере одна из групп R представляет собой C_{6-20} алкил, а в другом варианте осуществления по меньшей мере одна из групп R представляет собой C_{6-12} алкил. В другом варианте осуществления каждая из по меньшей мере двух групп R независимо представляет собой C_{2-20} алкил. В другом варианте осуществления каждая из по меньшей мере двух групп R независимо представляет собой C_{6-20} алкил. В еще одном варианте осуществления по меньшей мере одна группа R представляет собой C_{6-20} алкил и по меньшей мере одна из оставшихся групп R представляет собой C_{1-6} алкил или C_{1-3} алкил. В еще одном варианте осуществления каждая из по меньшей мере двух групп R независимо представляет собой C_{6-20} алкил и по меньшей мере одна из оставшихся групп R представляет собой C_{1-6} алкил или C_{1-3} алкил. В дополнительном варианте осуществления каждая из по меньшей мере двух групп R независимо представляет собой C_{6-20} алкил и по меньшей мере две оставшиеся группы R представляют собой C_{1-6} алкил или C_{1-3} алкил.

Предпочтительно, ионные жидкости представляют собой основные ионные жидкости. Используемые в настоящем документе ионные жидкости, как правило, представляют собой соли с температурой плавления ниже $100^\circ C$. Они имеют низкое давление насыщенного пара и являются менее вредными для окружающей среды, чем другие органические растворители, такие как летучие ароматические углеводороды и алканы. Свойства ионных жидкостей могут быть адаптированы путем выбора соответствующей комбинации аниона и катиона для конкретных вариантов применения. Конкретные примеры основных ионных жидкостей включают, без ограничений, гидроксид дикокодиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония, метилкарбонат трибутилметиламмония, бикарбонат тетраэтиламмония, гидроксид тетрабутиламмония, гидроксид таллового триметиламмония, гидроксид кокотриметиламмония, гидроксид гидрогенизированного таллового триметиламмония,

гидроксид дигидрогенизированного таллового диметиламмония, оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония) или их комбинацию. Как правило, указывают гидроксид дикокодиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония. Используемый в настоящем документе оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония) относится к ионной жидкости, имеющей структуру, представленную формулой: $\text{коко}(\text{CH}_3)_2\text{N}^+(\text{CH}_2)_2\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{коко}(\text{OH}^-)_2$.

В одном варианте осуществления предпочтительными являются ионные жидкости, имеющие катион дикокодиметиламмония и диталлового диметиламмония.

Ионная жидкость может быть объединена со средством для обработки, способным ингибировать, уменьшать или предотвращать образование или агломерирование асфальтовых отложений. Средство для обработки может дополнительно характеризоваться способностью ингибировать, уменьшать или предотвращать осаждение асфальтенов в нефтяном углеводородном флюиде. В одном варианте осуществления обработка может позволять ингибировать, уменьшать или предотвращать осаждение из нефтяного углеводородного флюида.

Средство для обработки может представлять собой стабилизатор асфальтенов и/или ингибитор асфальтенов, известные в данной области техники, для уменьшения отложения и решения связанных с асфальтеном проблем обработки флюида. Как указано выше, ионные жидкости, описанные в настоящем документе, при их использовании совместно со средством для обработки асфальтенов улучшают стабилизацию и ингибирование асфальтенов.

Пригодные ингибиторы асфальтенов включают, без ограничений, феноло-альдегидные смолы, гомополимеры и сополимеры сложных эфиров жирных кислот (такие как сложные эфиры полимеров и сополимеров акриловой и метакриловой кислот), и моноолеат сорбитана, алкоксилированные жирные амины и производные жирных аминов, необязательно в сочетании с органической солью металла.

Феноло-альдегидные смолы включают в себя полимеры или олигомеры, полученные из замещенных монофенолов или незамещенных монофенолов и альдегида. Заместители монофенола могут быть присоединены к пара, орто или к обоим положениям монофенола. Предпочтительно заместители присоединены к пара-положению монофенола. Замещенный монофенол может представлять собой алкилзамещенный монофенол. Алкил может быть разветвленным (алкильная группа с заместителем алкила). Заместители алкила включают C_{1-20} , C_{4-18} или C_{4-12} разветвленные или линейные алкильные группы.

Феноло-альдегидные смолы могут быть получены из однозамещенного монофенола или из комбинаций двух или более различных замещенных монофенолов, или

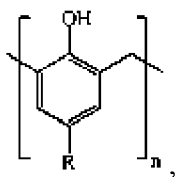
незамещенного монофенола и альдегида. Молярное соотношение двух или более различных замещенных монофенолов или незамещенного монофенола не имеет конкретных ограничений.

Фенол с разветвленной алкильной группой может относиться к любому из его разветвленных изомеров или их комбинациям. Например, разветвленный алкилфенол может относиться к любому из его изомеров с разветвленным заместителем или любой комбинации таких изомеров.

Примеры фенолов с разветвленными алкильными группами включают разветвленный додецилфенол, разветвленный нонилфенол, трет-бутилфенол, трет-амилфенол и разветвленные гексилфенолы, такие как 4-(1-метилпентил)фенол, 4-(1,2-диметилбутил)фенол, 4-(1-этил, 2-метилпропил)фенол, 4-(1,3-диметилбутил)фенол и 4-(1-этилбутил)фенол и фенол.

Примеры альдегидов включают формальдегид, параформальдегид, ацетальдегид, пропиональдегид, бутиральдегид, глиоксаль, глутаральдегид, 1,9-нонандиаль или их комбинацию. Как правило, указывают формальдегид.

В одном варианте осуществления феноло-альдегидные смолы получают из формальдегида и однозамещенного монофенола, и имеют следующую формулу:



где R представляет собой C_{1-20} , C_{4-18} или C_{4-12} разветвленные или линейные алкильные группы, а n представляет собой целое число больше 1, как правило больше 2. В предпочтительном варианте осуществления R представляет собой C_{6-20} алкил.

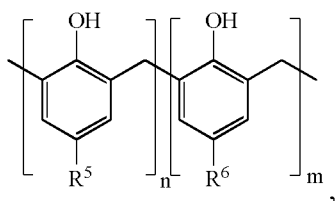
Если феноло-альдегидные смолы получены из двух или более фенолов, которые либо не замещены, либо замещены определенными алкильными ветвями, феноло-альдегиды, полученные из них (смешанные феноло-альдегиды), могут обеспечивать более высокие уровни эффективности в качестве стабилизаторов асфальтенов (и при ингибировании неблагоприятных эффектов асфальтенов) по сравнению с феноло-альдегидной смолой, полученной только из одного фенола.

Примеры смешанных феноло-альдегидов включают полимеры, полученные из альдегида и двух или более из замещенного монофенола или незамещенного монофенола, содержащих первый фенол, который представляет собой C_{1-20} линейный или разветвленный алкилмонофенол; и второй фенол, который представляет собой незамещенный или же C_{1-20} линейный или разветвленный алкилмонофенол, отличный от первого фенола.

В одном варианте осуществления смешанные феноло-альдегиды получены из C_{7-20} линейного или разветвленного алкилмонофенола и C_{1-6} линейного или разветвленного алкилмонофенола. В другом варианте осуществления смешанные феноло-альдегиды получены из C_{9-12} линейного или разветвленного алкилмонофенола и C_{1-6} линейного или разветвленного алкилмонофенола.

В конкретных примерах осуществления смешанные феноло-альдегиды получены из следующих комбинаций фенолов: разветвленного 4-додецилфенола и пара-трет-бутилфенола; разветвленного 4-нонилфенола и пара-трет-бутилфенола; разветвленного 4-додецилфенола и разветвленного 4-гексилфенола; или разветвленного 4-нонилфенола и разветвленного 4-гексилфенола.

В одном варианте осуществления смешанные фенолформальдегиды имеют следующую формулу:



где R^5 представляет собой C_{1-20} (предпочтительно C_{7-20}) линейный или разветвленный алкил, R^6 отличается от R^5 и представляет собой H или же линейный или разветвленный C_{1-20} (предпочтительно C_{1-6}) алкил, n и m представляют собой целые числа больше 1. В одном варианте осуществления R^5 представляет собой C_{9-12} линейный или разветвленный алкил, и R^6 представляет собой C_{1-6} линейный или разветвленный алкил. В конкретном примере осуществления R^5 представляет собой додецил и R^6 представляет собой трет-бутил; или R^5 представляет собой линейный или разветвленный додецил и R^6 представляет собой разветвленный гексил; или R^5 представляет собой nonил и R^6 представляет собой трет-бутил; или R^5 представляет собой додецил и R^6 представляет собой метил. Значение $n : m$ может варьировать в широких пределах, например от около 99 : 1 до около 1 : 99, от около 1 : 20 до около 20 : 1 или от около 1 : 10 до около 10 : 1. В одном варианте осуществления значение $n : m$ составляет от около 1 : 5 до около 5 : 1. В одном варианте осуществления значение $n : m$ составляет от около 4 : 1 до около 1 : 4. Необязательно в некоторых вариантах осуществления значение $n : m$ может составлять от около 3 : 1 до около 1 : 3, от около 2,8 : 1 до около 1 : 2,8, от около 2,5 : 1 до около 1 : 2,5, от около 2,3 : 1 до около 1 : 2,3 или от около 2 : 1 до около 1 : 2.

Если молярное соотношение двух или более алкилзамещенных монофенолов составляет от около 4 : 1 до около 1 : 4 (в некоторых вариантах осуществления необязательно от около 2 : 1 до около 1 : 2), смешанные феноло-альдегиды могут

дополнительно демонстрировать более высокую эффективность в ингибировании нежелательных эффектов асфальтенов. Например, смешанный феноло-альдегид, полученный из первого фенола и второго фенола, имеющих молярное соотношение от около 4 : 1 до около 1 : 4 (в некоторых вариантах осуществления необязательно от около 2 : 1 до около 1 : 2), может обеспечивать лучшую стабилизацию асфальтенов и препятствовать нежелательным эффектам асфальтенов по сравнению с контрольным феноло-альдегидом, полученным только из первого фенола, полученным из только второго фенола или полученным как из первого, так и из второго фенолов, но имеющих молярное соотношение, выходящее за пределы диапазона от около 4 : 1 до около 1 : 4 (в некоторых вариантах осуществления необязательно от около 2 : 1 до около 1 : 2).

При использовании двух или более фенолов полученные из них смешанные феноло-альдегиды могут достигать большей длины цепи и более высокой средневесовой молекулярной массы, чем феноло-альдегиды, полученные аналогичными способами с применением однозамещенного алкилмонофенола. Средневесовая молекулярная масса смешанных феноло-альдегидов может составлять от около 5000 до около 20 000 дальтон или от около 6000 до около 10 000 дальтон, каждая из которых измерена с помощью гелепроникающей хроматографии (ГПХ) с использованием колонки, заполненной поперечно-сшитым сополимером стирола-дивинилбензола.

Способы получения смешанных феноло-альдегидов включают в себя приведение в реакцию альдегида с двумя или более монофенолами, как описано в настоящем документе, в присутствии кислотного катализатора, такого как сульфоновая кислота (например, додецилбензолсульфоновая кислота), щавелевая кислота или соляная кислота. При желании можно добавлять противовспенивающее вещество. Молярное соотношение альдегида по отношению к сумме молей двух или более монофенолов составляет от около 0,4 : 1 до около 1,2 : 1. Температура реакции может составлять от около 90°C до около 140°C. Реакция альдегида со смешанными фенолами, как правило, проводится в течение от около 30 минут до около 4 часов, в частности менее чем около 3 часов.

Для повышения эффективности ингибитора асфальтенов, например для уменьшения отложения и накопления асфальтенов, можно добавлять известные добавки. В одном варианте осуществления более высокая стабилизация асфальтенов может быть достигнута путем смешивания феноло-альдегидной смолы или смешанных феноло-альдегидных смол с синергетиком, таким как амины и полиамины. В одном варианте осуществления смешанные феноло-альдегиды при использовании вместе с синергетиками демонстрируют более высокую стабилизацию асфальтенов по сравнению с компаундами той же синергетической добавки с феноло-альдегидами, полученными из одного фенола.

Примеры синергетических добавок включают в себя имидазолин, который представляет собой производное жирной кислоты, диэтилентриамин, тетраэтилентетрамин, тетраэтиленпентамин или их комбинацию. В одном варианте осуществления синергетическую (-ие) добавку (-и) используют в дозах от около 1 до около 25% от количества феноло-альдегидов в расчете на массу. В другом варианте осуществления массовое соотношение смешанного феноло-альдегида по отношению к синергетической добавке составляет от около 99 : 1 до около 4 : 1.

Количества ионных жидкостей и ингибитора асфальтенов могут быть определены в зависимости от конкретной используемой феноло-альдегидной смолы, конкретного химического состава нефтяных углеводородных флюидов, а также таких условий, как давление и температура, воздействию которых подвергаются нефтяные углеводородные флюиды во время добычи, переработки и хранения.

В одном варианте осуществления количество ионной жидкости, добавляемой к нефтяному углеводородному флюиду, составляет от около 1 части на миллион до около 2000 частей на миллион, или от около 1 части на миллион до около 500 частей на миллион, или от около 5 частей на миллион до около 150 частей на миллион в расчете на общий объем нефтяного углеводородного флюида. Количество ингибитора асфальтенов, добавляемого к нефтяному углеводородному флюиду, составляет от около 5 частей на миллион до около 5 000 частей на миллион, или от около 10 частей на миллион до около 1000 частей на миллион, или от около 25 частей на миллион до около 500 частей на миллион в расчете на общий объем нефтяного углеводородного флюида. В композиции ингибитора асфальтенов количество ингибитора асфальтенов по отношению к ионной жидкости в расчете на массу составляет около 99 : 1, или около 9 : 1, или около 3 : 1. В одном варианте осуществления композиции ингибитора асфальтенов содержат от около 5 до около 65 мас.% или от около 10 до около 50 мас.% ингибитора асфальтенов и от около 1 до около 15 мас.% или от около 1 мас.% до около 7,5 мас.% ионной жидкости, каждый в расчете на общую массу композиций ингибиторов асфальтенов.

Следует понимать, что как ионные жидкости, так и ингибитор асфальтенов могут быть добавлены к нефтяным углеводородным флюидам в форме растворов или дисперсий. Указанные в настоящем документе количества даны в расчете на объем самих ионных жидкостей и ингибитора асфальтенов, а не на объем растворов или дисперсий ионной жидкости/ингибитора асфальтенов, которые содержат растворитель для ингибитора асфальтенов и/или ионных жидкостей.

Ионные жидкости и ингибитор асфальтенов могут быть добавлены к нефтяным углеводородным флюидам по отдельности. В альтернативном варианте осуществления

ионные жидкости и феноло-альдегидные смолы можно сначала объединять с получением композиции ингибитора асфальтенов, а затем приводить композицию ингибитора асфальтенов в контакт с нефтяными углеводородными флюидами.

В дополнение к ионным жидкостям и феноло-альдегидным смолам композиции ингибитора асфальтенов могут дополнительно содержать в своих составах другие компоненты. Эти компоненты могут быть включены для получения составов, обладающих желаемыми физическими свойствами или характеристиками стабильности для условий процессов нагнетания или хранения. Примеры компонентов состава включают в себя растворители, такие как ароматические углеводороды, алифатические углеводороды, спирты, простые эфиры, кетоны и альдегиды. Композиции ингибитора асфальтенов могут быть получены в различных формах, включая без ограничений растворы, дисперсии, эмульсии и т.п. В зависимости от формы композиций ингибитора асфальтенов в них могут присутствовать добавки, такие как вода, поверхностно-активные вещества, диспергирующие агенты, эмульгаторы или их комбинации.

Другие примеры добавок для обеспечения дополнительных преимуществ включают в себя диспергирующие агенты, ингибиторы коррозии, ингибиторы образования отложений, ингибиторы парафинообразования, ингибиторы гидратообразования, деэмульгаторы, серопоглотители или их комбинацию. Можно использовать любые известные диспергирующие агенты, ингибиторы коррозии, ингибиторы образования отложений, ингибиторы парафинообразования, ингибиторы гидратообразования, деэмульгаторы и серопоглотители при условии, что эти добавки не будут оказывать негативное влияние на эффективность ингибирования асфальтенов компаундами ионной жидкости и феноло-альдегидной смолы.

Количество композиций ингибитора асфальтенов, используемых для обработки нефтяных углеводородных флюидов, в композиции ингибитора асфальтенов может варьировать в зависимости от концентраций ионной жидкости и ингибитора асфальтенов, конкретного химического состава нефтяных углеводородных флюидов, а также от условий, таких как давление и температура, воздействию которых подвергаются нефтяные углеводородные флюиды во время добычи, обработки, переработки и хранения. В одном варианте осуществления для обработки нефтяных углеводородных флюидов используют от около 10 частей на миллион до около 10 000 частей на миллион, или от около 50 частей на миллион до около 5000 частей на миллион, или от около 100 частей на миллион до около 1000 частей на миллион композиций ингибитора асфальтенов.

Примеры

Приведенные ниже примеры иллюстрируют некоторые из вариантов

осуществления настоящего изобретения. Другие варианты осуществления в рамках объема формулы изобретения будут очевидны специалисту в данной области на основе описания, представленного в настоящем документе. Предполагается, что описание вместе с примерами можно рассматривать только в качестве примера, а объем и сущность изобретения приведены ниже в формуле изобретения.

Одним способом оценки ингибиторов асфальтенов является измерение стабильности асфальтенов с использованием методики, описанной в патенте США № 9,360,425, также называемой анализом стабильности асфальтенов методом аналитического центрифугирования (Analytical Centrifuge Stability Analysis for Asphaltenes, ACSAA). Метод ACSAA объединяет использование аналитической центрифуги с процессом добавления дестабилизирующего растворителя к нефтяному углеводородному флюиду, что позволяет количественно определять относительную нестабильность асфальтенов в конкретном углеводородном флюиде. Таким образом, влияние ингибиторов асфальтенов на уменьшение относительной нестабильности асфальтенов в углеводородном флюиде можно измерить методом ACSAA и далее использовать для сравнения относительных характеристик ингибиторов асфальтенов друг с другом.

Измеренный показатель нестабильности, определенный методом ACSAA, называют индексом нестабильности. Это нормализованное значение нестабильности образца, варьирующее в диапазоне от 0 до 1. Нулевое значение указывает на отсутствие нестабильности (отсутствие изменений или полную стабильность во время испытания), а значение 1 отражает максимальное изменение или нестабильность.

Ингибиторы асфальтенов, которые обеспечивают наибольшее уменьшение индекса нестабильности по сравнению с необработанными или контрольными образцами, оценивают как более эффективные ингибирующие химические соединения или продукты. В приведенных ниже примерах процентное повышение (или процентное уменьшение) индекса нестабильности представлено в таблицах и графиках для различных образцов сырой нефти, обработанной компаундами ионной жидкости/феноло-альдегидов настоящего изобретения, и, для целей сравнения в контрольных примерах, — для различных образцов сырой нефти, обработанных феноло-альдегидами без добавок и компаундами феноло-альдегидов с применяемыми в настоящее время в отрасли аминами и полиаминами.

Испытание методом ACSAA может проводиться при различных температурах. При проведении испытаний при более высоких температурах нефтяной углеводородный флюид, дестабилизирующий растворитель и центрифужные пробирки предварительно нагревают перед смешиванием углеводородного флюида и дестабилизирующего

растворителя. После этого их перемешивают, а затем сразу же и помещают в аналитическую центрифугу, поддерживаемую при температуре испытания, и проводят анализ. Аналитическая центрифуга, использованная в данной работе, имеет максимальную рабочую температуру 60°C. Однако можно получить эффект немного более высоких температур путем нагревания образцов (углеводородного флюида, дестабилизирующего растворителя, центрифужных пробирок и т.п.) до более высокой температуры, смешивания углеводородного флюида и растворителя, а затем проведения их анализа в центрифуге при 60°C. Например, для некоторых данных, представленных ниже, указана температура псевдо 80°C. В этих экспериментах образцы нагревали до 90°C в печи, после извлечения из печи немедленно смешивали и затем анализировали в аналитической центрифуге при 60°C.

Примеры 1–6. Примеры 1–6 демонстрируют влияние различных ионных жидкостей в качестве синергетиков на повышение эффективности ингибитора асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы № 1, полученного из однозамещенного монофенола, как описано в настоящем документе, по повышению индекса нестабильности по сравнению с испытанием (контрольным) необработанной сырой нефти методом ACSAA при 25°C для образца № 1 сырой нефти. Показан также результат, полученный с использованием применяемой в промышленности полиаминной добавки. Составы и результаты обобщены в таблице 1. Результаты также графически представлены на фиг. 1.

Таблица 1

Компонент	Ед.изм.	Ср. пр. 1	Ср. пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6
Феноло-альдегидная смола № 1	ppm	100	100	100	100	100	100
Полиамин	ppm		200				
Гидроксид дикокодиметиламмония	ppm			200			
Гидроксид диталлового диметиламмония	ppm				200		
Метилкарбонат трибутилметиламмония	ppm					200	
Бикарбонат тетраэтилметиламмония	ppm						200
Эффективность							
Улучшение по сравнению с контролем	%	58,5	65,1	69,4	62,7	79,2	76,0

¹. Добавленная феноло-альдегидная смола № 1 представляла собой 40 мас.% раствор.

². Добавленные ионные жидкости и полиамин представляли собой 5 мас.% растворы.

Как показано в таблице 1 и на фиг. 1, каждая из испытанных ионных жидкостей (пример 3 — пример 6) при использовании с феноло-альдегидной смолой № 1 обеспечивает некоторое улучшение по сравнению с эффективностью феноло-альдегидной смолы № 1 без синергетика (сравнительный пример 1). Кроме того, гидроксид дикокодиметиламмония (пример 3), метилкарбонат трибутилметиламмония (пример 5) и

бикарбонат тетраэтиламмония (пример 6) обладают более высокой эффективностью по сравнению с полиаминной добавкой (сравнительный пример 2).

Примеры 7–11. Примеры 7–11 демонстрируют влияние двух различных ионных жидкостей (гидроксид дикокодиметиламмония и гидроксид диталлового диметиламмония) в качестве синергетиков на повышение эффективности ингибитора асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы № 2, полученного из двух алкилзамещенных монофенолов, как описано в настоящем документе, по повышению индекса нестабильности по сравнению с испытанием (контрольным) необработанной сырой нефти методом ACSAA при 25°C для образца № 1 сырой нефти. Также показаны результаты с использованием применяемых в промышленности полиаминных и аминных добавок. Составы и результаты обобщены в таблице 2. Результаты также графически представлены на фиг. 2.

Таблица 2

Компонент	Ед.изм.	Ср. пр. 7	Ср. пр. 8	Ср. пр. 9	Пр. 10	Пр. 11
Феноло-альдегидная смола № 2	ppm	100	100	100	100	100
Амин	ppm		200			
Полиамин	ppm			200		
Гидроксид дикокодиметиламмония	ppm				200	
Гидроксид диталлового диметиламмония	ppm					200
Эффективность						
Улучшение по сравнению с контролем	%	48,4	34,6	49,0	66,8	71,9

^{1.} Добавленная феноло-альдегидная смола № 2 представляла собой 40 мас.% раствор.

^{2.} Добавленные ионные жидкости, амин и полиамин представляли собой 5 мас.% растворы.

Результаты показывают, что амин оказывает неблагоприятное воздействие на эффективность феноло-альдегидной смолы № 2 в отношении этой сырой нефти. Феноло-альдегидная смола № 2 без какой-либо добавки продемонстрировала улучшение по сравнению с необработанной нефтью на величину около 48,4% (сравнительный пример 7). Однако при использовании феноло-альдегидной смолы № 2 вместе с амином улучшение по сравнению с необработанной нефтью снижается до 34,6% (сравнительный пример 8). Полиамин не оказывает значительного влияния на эффективность феноло-альдегидной смолы № 2, так улучшение по сравнению с необработанной нефтью при использовании полиамина составляет 49% (сравнительный пример 9), тогда как улучшение по сравнению с необработанной нефтью в отсутствие синергетика составляет 48% (сравнительный пример 7). Напротив, при использовании ионной жидкости, описанной в настоящем документе, эффективность феноло-альдегидной смолы № 2 увеличилась значительно от 48,4% (сравнительный пример 7) до 66,8% (пример 10) и 71,9% (пример 11). Обе испытанные ионные жидкости (пример 10 и пример 11) также намного более эффективны,

чем аминные и полиаминные добавки (сравнительный пример 8 и сравнительный пример 9).

Примеры 12–19. Примеры 12–19 демонстрируют влияние различных ионных жидкостей в качестве синергетиков на повышение эффективности ингибитора асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы № 3, полученной из однозамещенного монофенола, отличного от монофенола, используемого для получения феноло-альдегидной смолы № 1, по повышению индекса нестабильности по сравнению с испытанием необработанной сырой нефти методом ACSAA при 25°C для сырой нефти № 2. Показаны также результаты, полученные с использованием применяемой в промышленности аминной добавки. Составы и результаты обобщены в таблице 3. Результаты также графически представлены на фиг. 3.

Таблица 3

Компонент	Ед.изм.	Ср. пр. 12	Ср. пр. 13	Пр. 14	Пр. 15	Пр. 16	Пр. 17	Пр. 18	Пр. 19
Феноло-альдегидная смола № 3	ppm	100	100	100	100	100	100	100	100
Амин	ppm		150						
Метилкарбонат трибутилметиламмония	ppm			150					
Гидроксид тетрабутиламмония	ppm				150				
Бикарбонат тетраэтиламмония	ppm					150			
Гидроксид дикокодиметиламмония	ppm						150		
Гидроксид диталлового диметиламмония	ppm							150	
Оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония)	ppm								150
Эффективность									
Улучшение по сравнению с контролем	%	23,6	36,4	27,7	24,4	25,6	48,5	49,3	26,5

¹. Добавленная феноло-альдегидная смола № 3 представляла собой 40 мас.% раствор.

². Добавленные ионные жидкости и амин представляли собой 5 мас.% растворы.

Как показано в таблице 3 и на фиг. 3, каждая из испытанных ионных жидкостей (пример 14 — пример 19) при использовании вместе с феноло-альдегидной смолой № 3 обеспечивает некоторое улучшение по сравнению с эффективностью феноло-альдегидной смолы № 3 без синергетика (сравнительный пример 12). Кроме того, гидроксид дикокодиметиламмония (пример 17) и гидроксид диталлового диметиламмония (пример 18) более эффективны, чем аминная добавка (сравнительный пример 13).

Примеры 20–26. Примеры 20–26 демонстрируют влияние различных ионных жидкостей в качестве синергетиков на повышение эффективности ингибитора асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы № 3 по повышению индекса нестабильности по сравнению с испытанием необработанной сырой нефти методом

ACSAА при 25°C для сырой нефти № 3. Составы и результаты обобщены в таблице 4. Результаты также графически представлены на фиг. 4.

Таблица 4

Компонент	Ед.изм.	Ср. пр. 20	Пр. 21	Пр. 22	Пр. 23	Пр. 24	Пр. 25	Пр. 26
Феноло-альдегидная смола № 3	Ррм	400	400	400	400	400	400	400
Метилкарбонат трибутилметиламмония	Ррм		400					
Гидроксид тетрабутиламмония	Ррм			400				
Бикарбонат тетраэтиламмония	Ррм				400			
Гидроксид дикокодиметиламмония	Ррм					400		
Гидроксид диталлового диметиламмония	Ррм						400	
Оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония)	Ррм							400
Эффективность								
Улучшение по сравнению с контролем	%	18,7	63,7	56,0	50,0	65,1	72,0	41,2

¹. Добавленная феноло-альдегидная смола № 3 представляла собой 40 мас.% раствор.

². Добавленные ионные жидкости представляли собой 5 мас.% растворы.

Как показано в таблице 4 и на фиг. 4, каждая из испытанных ионных жидкостей (пример 21 — пример 26) при использовании вместе с феноло-альдегидной смолой № 3 обеспечивает значительное повышение эффективности по сравнению с феноло-альдегидной смолой № 3 без синергетика (сравнительный пример 20).

Примеры 27–30. Примеры 27–30 демонстрируют влияние ионной жидкости, а именно гидроксида диталлового диметиламмония в качестве синергетика, и применяемой в промышленности аминной добавки на повышение эффективности ингибитора асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы № 2 и ингибитора асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы № 4, которая получена из тех же двух алкилзамещенных монофенолов, используемых для получения феноло-альдегидной смолы № 2, но с другим соотношением монофенолов, по повышению индекса нестабильности по сравнению с испытанием необработанной сырой нефти методом ACSAA при 25, 60 и псевдо 80°C для сырой нефти № 4. Составы и результаты обобщены в таблицах 5А и 5В. Результаты также графически представлены на фиг. 5.

Таблица 5А

Компонент	Ед.изм.	Ср. пр. 27	Пр. 28
Феноло-альдегидная смола № 2	ppm	1000	1000
Амин	ppm	750	
Гидроксид диталлового диметиламмония	ppm		750
Эффективность			
Улучшение по сравнению с контролем (25°C)	%	42,6	48,2
Улучшение по сравнению с контролем (60°C)	%	34,0	38,8
Улучшение по сравнению с контролем (80°C)	%	24,4	51,3

¹. Используемая феноло-альдегидная смола № 2 представляла собой 40 мас.% раствор.

². Ионные жидкости и амин представляли собой 10 мас.% растворы.

Таблица 5В

Компонент	Ед.изм.	Ср. пр. 29	Пр. 30
Феноло-альдегидная смола № 4	ppm	1000	1000
Амин	ppm	750	
Гидроксид диталлового диметиламмония	ppm		750
Эффективность			
Улучшение по сравнению с контролем (25°C)	%	30,0	41,8
Улучшение по сравнению с контролем (60°C)	%	28,2	43,6
Улучшение по сравнению с контролем (80°C)	%	31,1	52,3

¹. Использованная феноло-альдегидная смола № 4 представляла собой 40 мас.% раствор.

². Ионные жидкости и амин представляли собой 10 мас.% растворы.

Результаты показывают, что гидроксид диталлового диметиламмония (пример 28 и пример 30) обеспечивает лучшую эффективность, чем аминная добавка, как для феноло-альдегидной смолы № 2, так и для феноло-альдегидной смолы № 4 (сравнительный пример 27 и сравнительный пример 29) при всех температурах испытания 25, 60 и псевдо 80°C. Это улучшение более заметно при повышенных температурах. При использовании аминной добавки улучшение от феноло-альдегидной смолы № 2 по сравнению с необработанной нефтью, испытание которой выполнялось при 80°C, составляет 24,4% (сравнительный пример 27). И наоборот, при использовании гидроксида диталлового диметиламмония при таком же уровне загрузки улучшение от феноло-альдегидной смолы № 2 по сравнению с необработанной нефтью, испытание которой выполнялось при 80°C, составляет 51,3% (пример 28), т.е. более чем в два раза превышает улучшение, обеспечиваемое аминной добавкой. Аналогичным образом, сравнение сравнительного примера 29 и примера 30 продемонстрировало, что при использовании аминной добавки улучшение от феноло-альдегидной смолы № 4 по сравнению с необработанной нефтью, испытание которой выполнялось при 80°C, составило 31,1%, а при использовании гидроксида диталлового диметиламмония при таком же уровне загрузки, улучшение от феноло-альдегидной смолы № 4 по сравнению с необработанной нефтью, испытание которой выполнялось при 80°C, составило 52,3%.

Примеры 31–33. Примеры 31–33 демонстрируют влияние ионных жидкостей, а именно гидроксида дикокодиметиламмония и гидроксида диталлового диметиламмония, в качестве синергетиков на повышение эффективности ингибитора асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы № 2 по повышению индекса нестабильности по сравнению с испытанием необработанной сырой нефти методом ACSAA при 25, 60 и псевдо 80°C для сырой нефти № 4. Составы и результаты обобщены в таблице 6. Результаты также графически представлены на фиг. 6.

Таблица 6

Компонент	Ед.изм.	Ср. пр. 31	Пр. 32	Пр. 33
Феноло-альдегидная смола № 2	ppm	1000	1000	1000
Гидроксид дикокодиметиламмония	ppm		1000	
Гидроксид диталлового диметиламмония				1000
Эффективность				
Улучшение по сравнению с контролем (25°C)	%	0,7	38,3	37,3
Улучшение по сравнению с контролем (60°C)	%	10,6	33,5	34,0
Улучшение по сравнению с контролем (80°C)	%	10,9	35,8	36,3

^{1.} Использованная феноло-альдегидная смола № 2 представляла собой 40 мас.% раствор.

^{2.} Ионные жидкости представляли собой 10 мас.% растворы.

Как показано в таблице 6 и на фиг. 6, каждая из испытанных ионных жидкостей (пример 32 и пример 33) при использовании вместе с феноло-альдегидной смолой № 2 повышает эффективность феноло-альдегидной смолы № 2 без синергетика (сравнительный пример 31) при всех температурах испытания 25, 60 и псевдо 80°C.

Примеры 34–37. Примеры 34–37 демонстрируют влияние ионных жидкостей, а именно гидроксида дикокодиметиламмония и гидроксида диталлового диметиламмония, в качестве синергетиков на повышение эффективности ингибиторов асфальтенов на основе феноло-альдегидной смолы № 2 по повышению индекса нестабильности по сравнению с испытанием необработанной сырой нефти методом ACSAA при 25, 60 и псевдо 80°C для сырой нефти № 4. Также показаны результаты, полученные с использованием применяемой в промышленности аминной добавки.

Таблица 7

Компонент	Ед.изм.	Ср. пр. 34	Ср. пр. 35	Пр. 36	Пр. 37
Феноло-альдегидная смола № 2	ppm	1000	1000	1000	1000
Амин	ppm		1000		
Гидроксид дикокодиметиламмония	ppm			1000	
Гидроксид диталлового диметиламмония	ppm				1000
Эффективность					
Улучшение по сравнению с контролем (25°C)	%	0,7	62,4	38,3	37,5
Улучшение по сравнению с контролем (60°C)	%	10,6	27,1	33,5	34,0
Улучшение по сравнению с контролем (80°C)	%	10,9	14,5	35,8	36,3

^{1.} Использованная феноло-альдегидная смола № 2 представляла собой 40 мас.% раствор.

^{2.} Ионные жидкости и амин представляли собой 10 мас.% растворы.

Как показано в таблице 7 и на фиг. 7, каждая из испытанных ионных жидкостей (пример 36 — пример 37) при использовании вместе с феноло-альдегидной смолой № 2 повышает эффективность феноло-альдегидной смолы № 2 без синергетика (сравнительный пример 34). При 25°C ионные жидкости, а именно гидроксид дикокодиметиламмония и гидроксид диталлового диметиламмония (пример 36 — пример 37) демонстрируют эффективность не лучше, чем аминный синергетик (сравнительный пример 35). Однако при более высоких температурах каждое из этих соединений

демонстрирует значительно более высокую эффективность, чем аминная добавка.

Способы, которые могут быть описаны выше или заявлены в формуле изобретения настоящего документа, и любые другие способы, которые могут входить в объем приведенной формулы изобретения, могут быть выполнены в любом желаемом подходящем порядке и необязательно ограничены какой-либо последовательностью, описанной в настоящем документе, или возможным перечнем в приведенной формуле изобретения. Кроме того, способы настоящего описания не требуют обязательного применения конкретных вариантов осуществления, представленных и описанных в настоящем документе, и в равной степени применимы к любой другой подходящей структуре, форме и конфигурации компонентов.

Хотя в данном описании представлены и описаны примеры осуществления, возможно множество вариаций, модификаций и/или изменений системы, устройства и способов настоящего описания, например в компонентах, деталях конструкции и эксплуатации, расположении частей и/или способах применения, которые предусмотрены заявителем (-ями) патента, находятся в рамках объема приведенной формулы изобретения и могут быть выполнены и использованы специалистом в данной области без отступления от сущности или идей настоящего описания и объема приведенной формулы изобретения. Таким образом, все признаки, изложенные в настоящем документе или показанные на сопроводительных чертежах, следует интерпретировать как иллюстративные, и объем настоящего описания и приведенной формулы изобретения не должен ограничиваться вариантами осуществления, описанными и показанными в настоящем документе.

Вариант осуществления 1. Способ повышения эффективности ингибитора асфальтенов при добыче, хранении, транспортировке или переработке нефтяного углеводородного флюида, включающий приведение ингибитора асфальтенов в контакт с ионной жидкостью во время операции добычи или переработки или до или во время хранения или транспортировки нефтяного углеводородного флюида, причем ионная жидкость имеет катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксильной группы, C_{7-30} гидроксильной группы, оксильной или полиоксильной группы или цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксиалкилен или алкиленполиоксиалкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

Вариант осуществления 2. Способ по варианту осуществления 1, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой –Н или C_{1-20} алкил.

Вариант осуществления 3. Способ по варианту осуществления 2, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 4. Способ по варианту осуществления 3, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-12} алкил.

Вариант осуществления 5. Способ по любому из вариантов осуществления 2–4, в котором по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляют собой C_{2-20} алкил.

Вариант осуществления 6. Способ по варианту осуществления 5, в котором по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо представляют собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 7. Способ по любому из вариантов осуществления 1–6, в котором полиоксиалкиленовая группа имеет формулу $H-[O-R^{10}]_z$, где R^{10} в каждом случае независимо представляет собой алкилен C_{1-10} , а z представляет собой целое число больше 1.

Вариант осуществления 8. Способ по варианту осуществления 7, в котором C_{1-10} алкилен представляет собой этилен, пропилен, бутилен или их комбинацию.

Вариант осуществления 9. Способ по варианту осуществления 7 или 8, в котором z принимает значение от 2 до 30.

Вариант осуществления 10. Способ по любому из вариантов осуществления 1–6, в котором алкилен-полиоксиалкиленовая группа имеет формулу $-R^{12}-[O-R^{13}]_y$, где R^{12} представляет собой алкилен C_{1-30} , R^{13} в каждом случае независимо представляет собой алкилен C_{1-10} , а y представляет собой целое число от 1 до 500.

Вариант осуществления 11. Способ по варианту осуществления 10, в котором алкилен C_{1-10} представляет собой этилен, пропилен, бутилен или их комбинацию.

Вариант осуществления 12. Способ по любому из вариантов осуществления 1–6, в котором алкилен-оксиалкиленовая группа имеет формулу $-R^{14}-O-R^{15}-$, где каждый из R^{14} и R^{15} независимо представляет собой алкилен C_{1-20} с разветвленной или неразветвленной цепью.

Вариант осуществления 13. Способ по любому из вариантов осуществления 1–12, в котором анион представляет собой гидроксид.

Вариант осуществления 14. Способ по любому из вариантов осуществления 1–12, в котором анион представляет собой карбонат или бикарбонат.

Вариант осуществления 15. Способ по варианту осуществления 14, в котором анион представляет собой алкилкарбонат с формулой $ROCO_2^-$, где R представляет собой галогенированную или негалогенированную линейную или разветвленную алкильную или

гидроксилалкильную группу.

Вариант осуществления 16. Способ по варианту осуществления 15, в котором анион представляет собой алкилкарбонат, выбранный из группы, состоящей из метил-, этил-, пропил-, бутил-, 2-этилгексил-, октил-, этилен- и пропиленкарбоната.

Вариант осуществления 17. Способ по любому из вариантов осуществления 1–12, в котором анион представляет собой карбоксилат, гидроксикарбоксилат или C_{18} жирную кислоту или их комбинацию.

Вариант осуществления 18. Способ по варианту осуществления 17, в котором анион выбран из группы, состоящей из формиата, ацетата, пропионата, бензоата, н-бутирата, изобутирата, пивалата, октаноата, лаурата, гликолята, лактата, цитрата, глюкарата, глюконата, олеата, линолеата и стеарата или их комбинации.

Вариант осуществления 19. Способ по любому из вариантов осуществления 1–12, в котором анион представляет собой алкоксид.

Вариант осуществления 20. Способ по варианту осуществления 19, в котором алкоксид имеет формулу $RO-$, где R представляет собой C_{1-30} алкильную или циклоалкильную группу.

Вариант осуществления 21. Способ по варианту осуществления 20, в котором R представляет собой C_{1-18} алкил, C_{6-12} арил или C_{5-12} циклоалкил.

Вариант осуществления 22. Способ по варианту осуществления 21, в котором анион представляет собой алкоксид, выбранный из группы, состоящей из трет-бутоксид, н-бутоксид, изопропоксид, н-пропоксид, изобутоксид, этоксид, метоксид, н-пентоксид, изопентоксид, 2-этилгексоксид, 2-пропилгептоксид, ноноксид, октоксид, декоксид и их изомеров или их комбинации.

Вариант осуществления 23. Способ по варианту осуществления 19, в котором алкоксид представляет собой гомополимер, сополимер или терполимер этилен- или пропиленоксида, который необязательно является поперечно-сшитым.

Вариант осуществления 24. Способ по варианту осуществления 1, в котором ионная жидкость содержит гидроксид дикокодиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония, метилкарбонат трибутилметиламмония, бикарбонат тетраэтиламмония, гидроксид тетрабутилламмония, гидроксид таллового триметиламмония, гидроксид кокотриметиламмония, гидроксид гидрогенизированного таллового триметиламмония, гидроксид дигидрогенизированного таллового диметиламмония, оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония) или их комбинацию.

Вариант осуществления 25. Способ по любому из вариантов осуществления 1–24, в котором массовое соотношение ингибитора асфальтенов по отношению к ионной

жидкости составляет от около 99 : 1 до около 3 : 1.

Вариант осуществления 26. Способ по любому из вариантов осуществления 1–25, в котором ингибитор асфальтенов выбран из группы, состоящей из гомополимеров сложных эфиров жирных кислот, сополимеров сложных эфиров жирных кислот, моноолеата сорбитана, фенольных смол, алкоксилированных жирных аминов, производных жирных аминов или их комбинации.

Вариант осуществления 27. Способ по варианту осуществления 25 или 26, в котором ингибитор асфальтенов объединен с органической солью металла.

Вариант осуществления 28. Способ по варианту осуществления 26, в котором ингибитор асфальтенов представляет собой феноло-альдегидную смолу.

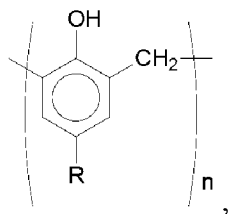
Вариант осуществления 29. Способ по варианту осуществления 28, в котором ингибитор асфальтенов дополнительно содержит аминную или полиаминную добавку.

Вариант осуществления 30. Способ по варианту осуществления 29, в котором аминная или полиаминная добавка выбрана из группы, состоящей из имидазолинов, которые представляют собой производные жирной кислоты, диэтилентриамина, тетраэтилететрамина, тетраэтиленпентамина или их комбинации.

Вариант осуществления 31. Способ по любому из вариантов осуществления 28–30, в котором феноло-альдегидная смола получена из алкилзамещенного монофенола или незамещенного монофенола или их комбинации и альдегида.

Вариант осуществления 32. Способ по варианту осуществления 31, в котором алкилзамещенный монофенол имеет разветвленный или линейный C_{1-20} алкильный заместитель или их комбинацию, и альдегид включает формальдегид, параформальдегид, ацетальдегид, пропиональдегид, бутиральдегид, глиоксаль, глутаральдегид, 1,9-нонандиаль или их комбинацию.

Вариант осуществления 33. Способ по любому из вариантов осуществления 28–30, в котором феноло-альдегидная смола имеет структуру:

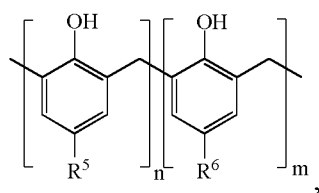


где R представляет собой –H или линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, а n больше 2.

Вариант осуществления 34. Способ по варианту осуществления 33, в котором по меньшей мере один R представляет собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 35. Способ по любому из вариантов осуществления 28–30,

в котором фенольно-альдегидная смола имеет структуру, представленную формулой:



где R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, R^6 отличается от R^5 и представляет собой H или линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, а n и m больше 1.

Вариант осуществления 36. Способ по варианту осуществления 35, в котором R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{7-16} алкил, и R^6 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-6} алкил.

Вариант осуществления 37. Способ по любому из вариантов осуществления 1–36, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют комплекс.

Вариант осуществления 38. Способ по любому из вариантов осуществления 1–36, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют синергетическую смесь.

Вариант осуществления 39. Способ по варианту осуществления 37 или 38, в котором массовое соотношение ингибитора асфальтенов и ионной жидкости в комплексе или синергетической смеси составляет от около 5 : 95 до около 3 : 1.

Вариант осуществления 40. Способ по любому из вариантов осуществления 1–36, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют продукт реакции.

Вариант осуществления 41. Способ по варианту осуществления 40, в котором продукт реакции образуется в результате реакции ингибитора асфальтенов и ионной жидкости, взятых в массовом соотношении от около 5 : 95 до около 3 : 1.

Вариант осуществления 42. Композиция ингибитора асфальтенов, содержащая ингибитор асфальтенов и ионную жидкость, содержащую катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксильной группы, C_{7-30} гидроксильной группы, оксильной или полиоксильной группы или цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксильный или алкиленполиоксильный; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

Вариант осуществления 43. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту

осуществления 42, в которой по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой $-H$ или C_{1-20} алкил.

Вариант осуществления 44. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 43, в которой по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 45. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 44, в которой по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-12} алкил.

Вариант осуществления 46. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 43–45, в котором по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляют собой C_{2-20} алкил.

Вариант осуществления 47. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 46, в котором по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо представляют собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 48. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–47, в котором полиоксипропиленовая группа имеет формулу $H-[O-R^{10}]_z$, где R^{10} в каждом случае независимо представляет собой C_{1-10} алкилен, а z представляет собой целое число больше 1.

Вариант осуществления 49. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 48, в котором C_{1-10} алкилен представляет собой этилен, пропилен, бутилен или их комбинацию.

Вариант осуществления 50. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 48 или 49, в котором z принимает значение от 2 до 30.

Вариант осуществления 51. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 42–47, в котором алкилен-полиоксипропиленовая группа имеет формулу $-R^{12}-[O-R^{13}]_y$, где R^{12} представляет собой C_{1-30} алкилен, R^{13} в каждом случае независимо представляет собой C_{1-10} алкилен, а y представляет собой целое число от 1 до 500.

Вариант осуществления 52. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 51, в котором C_{1-10} алкилен представляет собой этилен, пропилен, бутилен или их комбинацию.

Вариант осуществления 53. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–47, в котором алкилен-оксипропиленовая группа имеет формулу $-R^{14}-O-R^{15}-$, где каждый из R^{14} и R^{15} независимо представляет собой C_{1-20} алкилен с разветвленной или неразветвленной цепью.

Вариант осуществления 54. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из

вариантов осуществления 42–53, в котором анион представляет собой гидроксид.

Вариант осуществления 55. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–53, в котором анион представляет собой карбонат или бикарбонат.

Вариант осуществления 56. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 55, в котором анион представляет собой алкилкарбонат с формулой ROCO_2^- , где R представляет собой галогенированную или негалогенированную линейную или разветвленную алкильную или гидроксилалкильную группу.

Вариант осуществления 57. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 56, в котором анион представляет собой алкилкарбонат, выбранный из группы, состоящей из метил-, этил-, пропил-, бутил-, 2-этилгексил-, октил-, этилен- и пропиленкарбоната.

Вариант осуществления 58. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–53, в котором анион представляет собой карбоксилат, гидроксикарбоксилат или C_{18} жирную кислоту или их комбинацию.

Вариант осуществления 59. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 58, в котором анион выбран из группы, состоящей из формиата, ацетата, пропионата, бензоата, н-бутирата, изобутирата, пивалата, октаноата, лаурата, гликолята, лактата, цитрата, глюкарата, глюконата, олеата, линолеата и стеарата или их комбинации.

Вариант осуществления 60. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–53, в котором анион представляет собой алкоксид.

Вариант осуществления 61. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 60, в котором алкоксид имеет формулу $\text{RO}-$, где R представляет собой C_{1-30} алкильную или циклоалкильную группу.

Вариант осуществления 62. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 61, в котором R представляет собой C_{1-18} алкил, C_{6-12} арил или C_{5-12} циклоалкил.

Вариант осуществления 63. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 62, в котором анион представляет собой алкоксид, выбранный из группы, состоящей из трет-бутоксид, н-бутоксид, изопропоксид, н-пропоксид, изобутоксид, этоксид, метоксид, н-пентоксид, изопентоксид, 2-этилгексоксид, 2-пропилгептоксид, ноноксид, октоксид, декоксид и их изомеров или их комбинации.

Вариант осуществления 64. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 60, в котором алкоксид представляет собой гомополимер, сополимер или терполимер этиленоксида или пропиленоксида, который необязательно является

поперечно-сшитым.

Вариант осуществления 65. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 42, в которой ионная жидкость содержит гидроксид дикокодиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония, метилкарбонат трибутилметиламмония, бикарбонат тетраэтиламмония, гидроксид тетрабутиламмония, гидроксид таллового триметиламмония, гидроксид кокотриметиламмония, гидроксид гидрогенизированного таллового триметиламмония, гидроксид дигидрогенизированного таллового диметиламмония, оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония) или их комбинацию.

Вариант осуществления 66. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–65, в которой массовое соотношение ингибитора асфальтенов по отношению к ионной жидкости составляет от около 99 : 1 до около 3 : 1.

Вариант осуществления 67. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–66, в которой ингибитор асфальтенов выбран из группы, состоящей из гомополимеров сложных эфиров жирных кислот, сополимеров сложных эфиров жирных кислот, моноолеата сорбитана, фенольной смолы, алкоксилированного жирного амина, производного жирного амина.

Вариант осуществления 68. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 67, в которой ингибитор асфальтенов необязательно объединен с органической солью металла.

Вариант осуществления 69. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 67, в которой ингибитор асфальтенов представляет собой феноло-альдегидную смолу.

Вариант осуществления 70. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 69, в которой ингибитор асфальтенов дополнительно содержит аминную или полиаминную добавку.

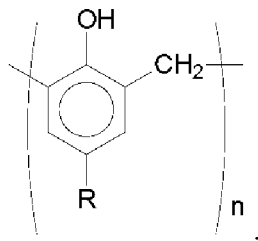
Вариант осуществления 71. Способ по варианту осуществления 70, в котором аминная или полиаминная добавка выбрана из группы, состоящей из имидазолинов, которые представляют собой производные жирной кислоты, диэтилентриамин, тетраэтилентетрамина, тетраэтиленпентамина или их комбинации.

Вариант осуществления 72. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 69–71, в котором феноло-альдегидная смола получена из алкилзамещенного монофенола или незамещенного монофенола или их комбинации и альдегида.

Вариант осуществления 73. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту

осуществления 72, в котором алкилзамещенный монофенол имеет разветвленный или линейный C_{1-20} алкильный заместитель или их комбинацию, и альдегид включает формальдегид, параформальдегид, ацетальдегид, пропиональдегид, бутиральдегид, глиоксаль, глутаральдегид, 1,9-нонандиаль или их комбинацию.

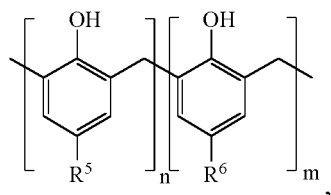
Вариант осуществления 74. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 69–71, в котором феноло-альдегидная смола имеет структуру:



где R представляет собой –H или линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, а n больше 2.

Вариант осуществления 75. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 74, в котором по меньшей мере один R представляет собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 76. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 69–71, в котором фенольно-альдегидная смола имеет структуру, представленную формулой:



где R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, R^6 отличается от R^5 и представляет собой H или линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, а n и m больше 1.

Вариант осуществления 77. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 76, в котором R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{7-16} алкил, и R^6 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-6} алкил.

Вариант осуществления 78. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–77, в которой ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют комплекс.

Вариант осуществления 79. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–77, в которой ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют синергетическую смесь.

Вариант осуществления 80. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту

осуществления 78 или 79, в которой массовое соотношение ингибитора асфальтенов и ионной жидкости в комплексе или синергетической смеси составляет от около 5 : 95 до около 3 : 1.

Вариант осуществления 81. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–77, в которой ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют продукт реакции.

Вариант осуществления 82. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 81, в которой продукт реакции образуется в результате реакции ингибитора асфальтенов и ионной жидкости, взятых в массовом соотношении от около 5 : 95 до около 3 : 1.

Вариант осуществления 83. Нефтяной углеводородный флюид, содержащий композицию ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–82.

Вариант осуществления 84. Нефтяной углеводородный флюид по варианту осуществления 83, представляющий собой сырую нефть, битум, дизельное топливо, дистиллят коксования, алкилат, продукт риформинга, рецикловый газойль, гидроочищенный углеводород, нефтяное топливо, биотопливо, остаточную нефть, топливный газ, факельный газ, пропан, бутан, сжиженный нефтяной газ (СНГ), газоконденсатную жидкость (NGL) или компонент нефтепереработки.

Вариант осуществления 85. Нефтяной углеводородный флюид по варианту осуществления 83 или 84, в котором количество ионной жидкости составляет от около 5 частей на миллион до около 150 частей на миллион в расчете на общий объем нефтяного углеводородного флюида.

Вариант осуществления 86. Нефтяной углеводородный флюид по варианту осуществления 83 или 84, в котором количество композиции ингибитора асфальтенов составляет от около 25 частей на миллион до около 500 частей на миллион в расчете на общий объем нефтяного углеводородного флюида.

Вариант осуществления 87. Способ повышения добычи нефтяного углеводородного флюида из подземного пласта, в котором пробурена скважина, способ включает введение в скважину композиции ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–82.

Вариант осуществления 88. Способ ингибирования, уменьшения или предотвращения образования, агломерирования и/или накопления асфальтеновых отложений, или ингибирования, предотвращения или уменьшения осаждения асфальтенов из нефтяного углеводородного флюида (a) в подземном коллекторе; (b) в трубопроводе или колонне; или (iii) в нефтеперерабатывающей установке путем приведения флюида в

контакт с композицией ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–82.

Вариант осуществления 89. Способ повышения стабильности нефтяного углеводородного флюида, включающий приведение нефтяного углеводородного флюида в контакт с композицией ингибитора асфальтенов по любому из вариантов осуществления 42–82.

Вариант осуществления 90. Способ по любому из вариантов осуществления 87–89, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют комплекс до приведения ионной жидкости и ингибитора асфальтенов в контакт с нефтяным углеводородным флюидом.

Вариант осуществления 91. Способ по любому из вариантов осуществления 87–89, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют комплекс после приведения ионной жидкости и ингибитора асфальтенов в контакт с нефтяным углеводородным флюидом.

Вариант осуществления 92. Способ по любому из вариантов осуществления 42–82, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют синергетическую смесь.

Вариант осуществления 93. Способ по любому из вариантов осуществления 90–92, в котором массовое соотношение ингибитора асфальтенов и ионной жидкости в комплексе или синергетической смеси составляет от около 5 : 95 до около 3 : 1.

Вариант осуществления 94. Способ по любому из вариантов осуществления 42–82, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют продукт реакции.

Вариант осуществления 95. Способ по варианту осуществления 94, в котором продукт реакции образуется в результате реакции ингибитора асфальтенов и ионного реагента в массовом соотношении от 5 : 95 до около 3 : 1.

Вариант осуществления 96. Способ по варианту осуществления 88 или 89, в котором нефтяной углеводородный флюид приводят в контакт с композицией ингибитора асфальтенов до загрузки нефтяного углеводородного флюида на транспортное средство.

Вариант осуществления 97. Способ по любому из вариантов осуществления 88 или 89, в котором нефтяной углеводородный флюид приводят в контакт с композицией ингибитора асфальтенов во время транспортировки нефтяного углеводородного флюида в транспортном средстве.

Вариант осуществления 98. Способ по любому из вариантов осуществления 87–97, в котором нефтяной углеводородный флюид представляет собой сырую нефть, битум, дизельное топливо, дистилят коксования, алкилат, продукт риформинга, рецикловый газойль, гидроочищенный углеводород, легкое нефтяное топливо, биотопливо,

остаточную нефть, топливный газ, факельный газ, пропан, бутан, сжиженный нефтяной газ (СНГ), газоконденсатную жидкость (NGL) или компонент нефтепереработки.

Вариант осуществления 99. Способ по варианту осуществления 98, в котором нефтяной углеводородный флюид представляет собой сырую нефть или битум.

Вариант осуществления 100. Способ обработки нефтяного углеводородного флюида, включающий: приведение нефтяного углеводородного флюида в контакт с феноло-альдегидной смолой и ионной жидкостью, содержащей катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксильной группы, C_{7-30} гидроксильной группы, оксильной или полиоксильной группы или цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксильный алкилен или алкиленполиоксильный алкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

Вариант осуществления 101. Способ по варианту осуществления 100, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{1-20} алкил.

Вариант осуществления 102. Способ по варианту осуществления 101, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 103. Способ по варианту осуществления 101 или 102, в котором по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляют собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 104. Способ по любому из вариантов осуществления 100–103, в котором основной анион представляет собой гидроксид.

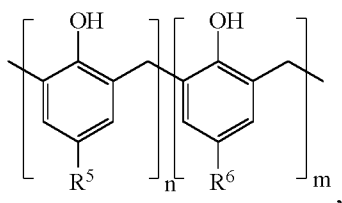
Вариант осуществления 105. Способ по варианту осуществления 100, в котором ионная жидкость содержит гидроксид дикокодиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония, метилкарбонат трибутилметиламмония, бикарбонат тетраэтиламмония, гидроксид тетрабутиламмония, гидроксид таллового триметиламмония, гидроксид кокотриметиламмония, гидроксид гидрогенизированного таллового триметиламмония, гидроксид дигидрогенизированного таллового диметиламмония, оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония) или их комбинацию.

Вариант осуществления 106. Способ по любому из вариантов осуществления 100–105, в котором количество ионной жидкости составляет от около 5 частей на миллион до около 150 частей на миллион в расчете на общий объем нефтяного углеводородного флюида.

Вариант осуществления 107. Способ по любому из вариантов осуществления 100–106, в котором феноло-альдегидная смола получена из алкилзамещенного монофенола или незамещенного монофенола и альдегида.

Вариант осуществления 108. Способ по варианту осуществления 107, в котором алкилзамещенный монофенол имеет разветвленный или линейный C_{1-20} алкильный заместитель или их комбинацию, и альдегид включает формальдегид, параформальдегид, ацетальдегид, пропиональдегид, бутиральдегид, глиоксаль, глутаральдегид, 1,9-нонандиаль или их комбинацию.

Вариант осуществления 109. Способ по варианту осуществления 107 или 108, в котором феноло-альдегидная смола имеет структуру, представленную формулой



где R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, R^6 отличается от R^5 и представляет собой H или линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, а n и m больше 1.

Вариант осуществления 110. Способ по варианту осуществления 109, в котором R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{7-16} алкил, и R^6 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-6} алкил.

Вариант осуществления 111. Способ по любому из вариантов осуществления 100–110, в котором количество феноло-альдегидной смолы составляет от около 25 частей на миллион до около 500 частей на миллион в расчете на общий объем нефтяного углеводородного флюида.

Вариант осуществления 112. Способ по любому из вариантов осуществления 100–111, в котором нефтяной углеводородный флюид дополнительно содержит воду, солевой раствор, газ или их комбинацию.

Вариант осуществления 113. Способ по любому из вариантов осуществления 100–112, в котором приведение в контакт осуществляют во время добычи, хранения, транспортировки или переработки нефтяного углеводородного флюида.

Вариант осуществления 114. Способ по любому из вариантов осуществления 100–113, в котором приведение в контакт осуществляют при температуре от около -50°C до около 250°C и под давлением от около 14,7 фунтов на кв. дюйм абс. до около 40 000 фунтов на кв. дюйм абс.

Вариант осуществления 115. Способ по любому из вариантов осуществления 100–

114, в котором феноло-альдегид и ионную жидкость по отдельности добавляют к нефтяному углеводородному флюиду.

Вариант осуществления 116. Способ по любому из вариантов осуществления 100–115, дополнительно включающий комбинирование феноло-альдегида с ионной жидкостью для получения композиции ингибитора асфальтенов и добавление композиции ингибитора асфальтенов в нефтяной углеводородный флюид.

Вариант осуществления 117. Композиция ингибитора асфальтенов, содержащая феноло-альдегидную смолу и ионную жидкость, имеющую катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксyalкильной группы, C_{7-30} гидроксyalкилбензильной группы, оксyalкиленовой или полиоксyalкиленовой группы или цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксyalкилен или алкиленполиоксyalкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

Вариант осуществления 118. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 117, в которой массовое соотношение феноло-альдегидной смолы по отношению к ионной жидкости составляет от около 99 : 1 до около 3 : 1.

Вариант осуществления 119. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 117 или 118, в которой по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 или R^7 представляет собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 120. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 119, в которой по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 или R^7 представляют собой C_{6-20} алкил.

Вариант осуществления 121. Композиция ингибитора асфальтенов по варианту осуществления 117 или 118, в которой ионная жидкость содержит гидроксид дикоксидиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония, метилкарбонат трибутилметиламмония, бикарбонат тетраэтиламмония, гидроксид тетрабутиламмония, гидроксид таллового триметиламмония, гидроксид кокотриметиламмония, гидроксид гидрогенизированного таллового триметиламмония, гидроксид дигидрогенизированного таллового диметиламмония, оксидиэтилен-бис(гидроксид коксидиметиламмония) или их комбинацию.

Вариант осуществления 122. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из

вариантов осуществления 100–121, в котором феноло-альдегидная смола получена из алкилзамещенного монофенола или незамещенного монофенола или их комбинации и альдегида.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ повышения эффективности ингибитора асфальтенов при добыче, хранении, транспортировке или переработке нефтяного углеводородного флюида, включающий приведение ингибитора асфальтенов в контакт с ионной жидкостью во время операции добычи или переработки или до или во время хранения или транспортировки нефтяного углеводородного флюида, причем ионная жидкость имеет катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксyalкильной группы, C_{7-30} гидроксyalкилбензильной группы, оксyalкиленовой или полиоксyalкиленовой группы или цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксyalкилен или алкиленполиоксyalкилен; а анион включает галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

2. Способ по п. 1, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой $-H$ или C_{1-20} алкил.

3. Способ по п. 2, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-20} алкил.

4. Способ по п. 3, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-12} алкил.

5. Способ по любому из пп. 2–4, в котором по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляют собой C_{2-20} алкил.

6. Способ по п. 5, в котором по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо представляют собой C_{6-20} алкил.

7. Способ по любому из пп. 1–6, в котором полиоксyalкиленовая группа имеет формулу $H-[O-R^{10}]_z$, где R^{10} в каждом случае независимо представляет собой C_{1-10} алкилен, а z представляет собой целое число больше 1.

8. Способ по п. 7, в котором C_{1-10} алкилен представляет собой этилен, пропилен, бутилен или их комбинацию.

9. Способ по п. 7 или 8, в котором z принимает значение от 2 до 30.

10. Способ по любому из пп. 1–6, в котором алкилен-полиоксyalкиленовая группа имеет формулу $-R^{12}-[O-R^{13}]_y$, где R^{12} представляет собой C_{1-30} алкилен, R^{13} в каждом случае независимо представляет собой C_{1-10} алкилен, а y представляет собой целое число от 1 до 500.

11. Способ по п. 10, в котором C_{1-10} алкилен представляет собой этилен, пропилен, бутилен или их комбинацию.

12. Способ по любому из пп. 1–6, в котором алкилен-оксиалкиленовая группа имеет формулу $-R^{14}-O-R^{15}-$, где R^{14} и R^{15} каждый независимо представляет собой C_{1-20} алкилен с разветвленной или неразветвленной цепью.

13. Способ по любому из пп. 1–12, в котором анион представляет собой гидроксид.

14. Способ по любому из пп. 1–12, в котором анион представляет собой карбонат или бикарбонат.

15. Способ по п. 14, в котором анион представляет собой алкилкарбонат с формулой $ROCO_2^-$, где R представляет собой галогенированную или негалогенированную линейную или разветвленную алкильную или гидроксилалкильную группу.

16. Способ по п. 15, в котором анион представляет собой алкилкарбонат, выбранный из группы, состоящей из метил-, этил-, пропил-, бутил-, 2-этилгексил-, октил-, этилен- и пропиленкарбоната.

17. Способ по любому из пп. 1–12, в котором анион представляет собой карбоксилат, гидроксикарбоксилат, или C_{18} жирную кислоту, или их комбинацию.

18. Способ по п. 17, в котором анион выбран из группы, состоящей из формиата, ацетата, пропионата, бензоата, н-бутирата, изобутирата, пивалата, октаноата, лаурата, гликолята, лактата, цитрата, глюкарата, глюконата, олеата, линолеата, стеарата или их комбинации.

19. Способ по любому из пп. 1–12, в котором анион представляет собой алкоксид.

20. Способ по п. 19, в котором алкоксид имеет формулу RO^- , где R представляет собой C_{1-30} алкильную или циклоалкильную группу.

21. Способ по п. 20, в котором R представляет собой C_{1-18} алкил, C_{6-12} арил или C_{5-12} циклоалкил.

22. Способ по п. 21, в котором анион представляет собой алкоксид, выбранный из группы, состоящей из трет-бутоксид, н-бутоксид, изопропоксид, н-пропоксид, изобутоксид, этоксид, метоксид, н-пентоксид, изопентоксид, 2-этилгексоксид, 2-пропилгептоксид, ноноксид, октоксид, декоксид и их изомеров или их комбинации.

23. Способ по п. 19, в котором алкоксид представляет собой гомополимер, сополимер или терполимер этиленоксида или пропиленоксида, который необязательно является поперечно-сшитым.

24. Способ по п. 1, в котором ионная жидкость содержит гидроксид дикокодиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония, метилкарбонат трибутилметиламмония, бикарбонат тетраэтиламмония, гидроксид тетрабутиламмония,

гидроксид таллового триметиламмония, гидроксид кокотриметиламмония, гидроксид гидрогенизированного таллового триметиламмония, гидроксид дигидрогенизированного таллового диметиламмония, оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония) или их комбинацию.

25. Способ по любому из пп. 1–24, в котором массовое соотношение ингибитора асфальтенов по отношению к ионной жидкости составляет от около 99 : 1 до около 3 : 1.

26. Способ по любому из пп. 1–25, в котором ингибитор асфальтенов выбран из группы, состоящей из гомополимеров сложных эфиров жирных кислот, сополимеров сложных эфиров жирных кислот, моноолеата сорбитана, фенольных смол, алкоксилированных жирных аминов, производных жирных аминов или их комбинации.

27. Способ по п. 25 или 26, в котором ингибитор асфальтенов объединяют с органической солью металла.

28. Способ по п. 26, в котором ингибитор асфальтенов представляет собой феноло-альдегидную смолу.

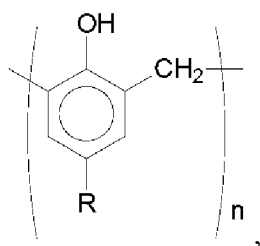
29. Способ по п. 28, в котором ингибитор асфальтенов дополнительно содержит аминную или полиаминную добавку.

30. Способ по п. 29, в котором аминная или полиаминная добавка выбрана из группы, состоящей из имидазолинов, которые представляют собой производные жирной кислоты, диэтилентриамин, тетраэтилететрамина, тетраэтиленпентамина или их комбинации.

31. Способ по любому из пп. 28–30, в котором феноло-альдегидную смолу получают из алкилзамещенного монофенола или незамещенного монофенола или их комбинации и альдегида.

32. Способ по п. 31, в котором алкилзамещенный монофенол имеет разветвленный или линейный C_{1-20} алкильный заместитель или их комбинацию, и альдегид включает формальдегид, параформальдегид, ацетальдегид, пропиональдегид, бутиральдегид, глиоксаль, glutаральдегид, 1,9-нонандиаль или их комбинацию.

33. Способ по любому из пп. 28–30, в котором феноло-альдегидная смола имеет структуру:

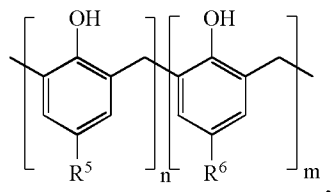


где R представляет собой –H или линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, а n

больше 2.

34. Способ по п. 33, в котором по меньшей мере один R представляет собой C_{6–20} алкил.

35. Способ по любому из пп. 28–30, в котором феноло-альдегидная смола имеет структуру, представленную формулой:



где R⁵ представляет собой линейный или разветвленный C_{1–20} алкил, R⁶ отличается от R⁵ и представляет собой H или линейный или разветвленный C_{1–20} алкил, а n и m больше 1.

36. Способ по п. 35, в котором R⁵ представляет собой линейный или разветвленный C_{7–16} алкил, а R⁶ представляет собой линейный или разветвленный C_{1–6} алкил.

37. Способ по любому из пп. 1–36, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют комплекс.

38. Способ по любому из пп. 1–36, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют синергетическую смесь.

39. Способ по п. 37 или 38, в котором массовое соотношение ингибитора асфальтенов к ионной жидкости в комплексе или синергетической смеси составляет от около 5 : 95 до около 3 : 1.

40. Способ по любому из пп. 1–36, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют продукт реакции.

41. Способ по п. 40, в котором продукт реакции образуется в результате реакции ингибитора асфальтенов и ионной жидкости в массовом соотношении от 5 : 95 до около 3 : 1.

Композиция ингибитора асфальтенов, содержащая ингибитор асфальтенов и ионную жидкость, имеющую катион R¹R²R³R⁴N⁺ или R¹R²R³N⁺R⁸N⁺R⁵R⁶R⁷ и анион, где R¹, R², R³, R⁴, R⁵, R⁶ и R⁷ независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1–30} алкильной группы, бензила, C_{7–30} алкилбензильной группы, C_{7–30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3–30} алкенильной группы, C_{1–30} гидроксиалкильной группы, C_{7–30} гидроксиалкилбензильной группы, оксиалкиленовой или полиоксиалкиленовой группы или цвиттер-иона; R⁸ представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1–30} алкилен, алкиленоксиалкилен или алкиленполиоксиалкилен; а анион включает галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат,

алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

42. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 42, в которой по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой $-H$ или C_{1-20} алкил.

43. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 43, в которой по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-20} алкил.

44. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 44, в которой по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-12} алкил.

45. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 43–45, в которой по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляют собой C_{2-20} алкил.

46. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 46, в которой по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо представляют собой C_{6-20} алкил.

47. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–47, в которой полиоксиалкиленовая группа имеет формулу $H-[O-R^{10}]_z$, где R^{10} в каждом случае независимо представляет собой C_{1-10} алкилен, а z представляет собой целое число больше 1.

48. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 48, в которой C_{1-10} алкилен представляет собой этилен, пропилен, бутилен или их комбинацию.

49. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 48 или 49, в которой z принимает значение от 2 до 30.

50. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–47, в которой алкилен-полиоксиалкиленовая группа имеет формулу $-R^{12}-[O-R^{13}]_y$, где R^{12} представляет собой C_{1-30} алкилен, R^{13} в каждом случае независимо представляет собой C_{1-10} алкилен, а y представляет собой целое число от 1 до 500.

51. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 51, в которой C_{1-10} алкилен представляет собой этилен, пропилен, бутилен или их комбинацию.

52. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–47, в которой алкилен-оксиалкиленовая группа имеет формулу $-R^{14}-O-R^{15}-$, где R^{14} и R^{15} каждый независимо представляет собой C_{1-20} алкилен с разветвленной или неразветвленной цепью.

53. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–53, в которой анион представляет собой гидроксид.

54. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–53, в которой анион представляет собой карбонат или бикарбонат.

55. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 55, в которой анион представляет собой алкилкарбонат с формулой $ROCO_2^-$, где R представляет собой галогенированную или негалогенированную линейную или разветвленную алкильную или

гидроксилалкильную группу.

56. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 56, в которой анион представляет собой алкилкарбонат, выбранный из группы, состоящей из метил-, этил-, пропил-, бутил-, 2-этилгексил-, октил-, этилен- и пропиленкарбоната.

57. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–53, в которой анион представляет собой карбоксилат, гидроксикарбоксилат, или C_{18} жирную кислоту, или их комбинацию.

58. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 58, в которой анион выбран из группы, состоящей из формиата, ацетата, пропионата, бензоата, н-бутирата, изобутирата, пивалата, октаноата, лаурата, гликолята, лактата, цитрата, глюкарата, глюконата, олеата, линолеата, стеарата или их комбинации.

59. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–53, в которой анион представляет собой алкоксид.

60. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 60, в котором алкоксид имеет формулу $RO-$, где R представляет собой C_{1-30} алкильную или циклоалкильную группу.

61. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 61, в котором R представляет собой C_{1-18} алкил, C_{6-12} арил или C_{5-12} циклоалкил.

62. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 62, в которой анион представляет собой алкоксид, выбранный из группы, состоящей из трет-бутоксид, н-бутоксид, изопропоксид, н-пропоксид, изобутоксид, этоксид, метоксид, н-пентоксид, изопентоксид, 2-этилгексоксид, 2-пропилгептоксид, ноноксид, октоксид, декоксид и их изомеров или их комбинации.

63. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 60, в которой алкоксид представляет собой гомополимер, сополимер или терполимер этиленоксида или пропиленоксида, который необязательно является поперечно-сшитым.

64. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 42, в которой ионная жидкость содержит гидроксид дикокодиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония, метилкарбонат трибутилметиламмония, бикарбонат тетраэтиламмония, гидроксид тетрабутиламмония, гидроксид таллового триметиламмония, гидроксид кокотриметиламмония, гидроксид гидрогенизированного таллового триметиламмония, гидроксид дигидрогенизированного таллового диметиламмония, оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония) или их комбинацию.

65. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–65, в которой массовое соотношение ингибитора асфальтенов по отношению к ионной жидкости составляет от около 99 : 1 до около 3 : 1.

66. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–66, в которой ингибитор асфальтенов выбран из группы, состоящей из гомополимеров сложных эфиров жирных кислот, сополимеров сложных эфиров жирных кислот, моноолеата сорбитана, фенольной смолы, алкоксилированного жирного амина, производного жирного амина.

67. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 67, в которой ингибитор асфальтенов необязательно объединен с органической солью металла.

68. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 67, в которой ингибитор асфальтенов представляет собой феноло-альдегидную смолу.

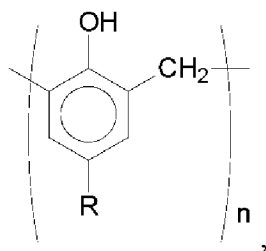
69. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 69, в которой ингибитор асфальтенов дополнительно содержит аминную или полиаминную добавку.

70. Способ по п. 70, в котором аминная или полиаминная добавка выбрана из группы, состоящей из имидазолинов, которые представляют собой производные жирной кислоты, диэтилентриамин, тетраэтилентетрамина, тетраэтиленпентамина или их комбинации.

71. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 69–71, в которой феноло-альдегидную смолу получают из алкилзамещенного монофенола или незамещенного монофенола или их комбинации и альдегида.

72. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 72, в которой алкилзамещенный монофенол имеет разветвленный или линейный C_{1-20} алкильный заместитель или их комбинацию, и альдегид включает формальдегид, параформальдегид, ацетальдегид, пропиональдегид, бутиральдегид, глиоксаль, глутаральдегид, 1,9-нонандиаль или их комбинацию.

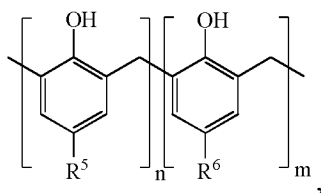
73. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 69–71, в которой феноло-альдегидная смола имеет структуру:



где R представляет собой –H или линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, а n больше 2.

74. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 74, в которой по меньшей мере один R представляет собой C_{6-20} алкил.

75. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 69–71, в которой феноло-альдегидная смола имеет структуру, представленную формулой:



где R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, R^6 отличается от R^5 и представляет собой H или линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, а n и m больше 1.

76. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 76, в которой R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{7-16} алкил, а R^6 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-6} алкил.

77. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–77, в которой ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют комплекс.

78. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–77, в которой ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют синергетическую смесь.

79. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 78 или 79, в которой массовое соотношение ингибитора асфальтенов к ионной жидкости в комплексе или синергетической смеси составляет от около 5 : 95 до около 3 : 1.

80. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–77, в которой ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют продукт реакции.

81. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 81, в которой продукт реакции образуется в результате реакции ингибитора асфальтенов и ионной жидкости в массовом соотношении от 5 : 95 до около 3 : 1.

82. Нефтяной углеводородный флюид, содержащий композицию ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–82.

83. Нефтяной углеводородный флюид по п. 83, представляющий собой сырую нефть, битум, дизельное топливо, дистилят коксования, алкилат, продукт риформинга, рецикловый газойль, гидроочищенный углеводород, легкое нефтяное топливо, биотопливо, остаточную нефть, топливный газ, факельный газ, пропан, бутан, сжиженный нефтяной газ (СНГ), газоконденсатную жидкость (NGL) или компонент нефтепереработки.

84. Нефтяной углеводородный флюид по п. 83 или 84, в котором количество ионной жидкости составляет от около 5 частей на миллион до около 150 частей на миллион в расчете на общий объем нефтяного углеводородного флюида.

85. Нефтяной углеводородный флюид по п. 83 или 84, в котором количество композиции ингибитора асфальтенов составляет от около 25 частей на миллион до около 500 частей на миллион в расчете на общий объем нефтяного углеводородного флюида.

86. Способ повышения добычи нефтяного углеводородного флюида из подземного пласта, в котором пробурена скважина, включающий введение в скважину композиции ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–82.

87. Способ ингибирования, уменьшения или предотвращения образования, агломерирования и/или накопления асфальтовых отложений или ингибирования, предотвращения или уменьшения осаждения асфальтенов из нефтяного углеводородного флюида (a) в подземном коллекторе; (b) в трубопроводе или колонне; или (iii) в нефтеперерабатывающей установке путем приведения флюида в контакт с композицией ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–82.

88. Способ повышения стабильности нефтяного углеводородного флюида, включающий приведение нефтяного углеводородного флюида в контакт с композицией ингибитора асфальтенов по любому из пп. 42–82.

89. Способ по любому из пп. 87–89, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют комплекс до приведения ионной жидкости и ингибитора асфальтенов в контакт с нефтяным углеводородным флюидом.

90. Способ по любому из пп. 87–89, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют комплекс после приведения ионной жидкости и ингибитора асфальтенов в контакт с нефтяным углеводородным флюидом.

91. Способ по любому из пп. 42–82, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют синергетическую смесь.

92. Способ по любому из пп. 90–92, в котором массовое соотношение ингибитора асфальтенов и ионной жидкости в комплексе или синергетической смеси составляет от около 5 : 95 до около 3 : 1.

93. Способ по любому из пп. 42–82, в котором ионная жидкость и ингибитор асфальтенов образуют продукт реакции.

94. Способ по п. 94, в котором продукт реакции образуется в результате реакции ингибитора асфальтенов и ионного реагента в массовом соотношении от 5 : 95 до около 3 : 1.

95. Способ по п. 88 или 89, в котором нефтяной углеводородный флюид приводят в контакт с композицией ингибитора асфальтенов до загрузки нефтяного углеводородного флюида на транспортное средство.

96. Способ по любому из п. 88 или 89, в котором нефтяной углеводородный флюид приводят в контакт с композицией ингибитора асфальтенов во время транспортировки нефтяного углеводородного флюида в транспортном средстве.

97. Способ по любому из пп. 87–97, в котором нефтяной углеводородный флюид

представляет собой сырую нефть, битум, дизельное топливо, дистиллят коксования, алкилат, продукт риформинга, рецикловый газойль, гидроочищенный углеводород, легкое нефтяное топливо, биотопливо, остаточную нефть, топливный газ, факельный газ, пропан, бутан, сжиженный нефтяной газ (СНГ), газоконденсатную жидкость (NGL) или компонент нефтепереработки.

98. Способ по п. 98, в котором нефтяной углеводородный флюид представляет собой сырую нефть или битум.

99. Способ обработки нефтяного углеводородного флюида, включающий: приведение нефтяного углеводородного флюида в контакт с феноло-альдегидной смолой и ионной жидкостью, имеющей катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксиалкильной группы, C_{7-30} гидроксиалкилбензильной группы, оксиалкиленовой или полиоксиалкиленовой группы или цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксиалкилен или алкиленполиоксиалкилен; а анион включает гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

100. Способ по п. 100, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{1-20} алкил.

101. Способ по п. 101, в котором по меньшей мере один из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляет собой C_{6-20} алкил.

102. Способ по п. 101 или 102, в котором по меньшей мере два из причем R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 представляют собой C_{6-20} алкил.

103. Способ по любому из пп. 100–103, в котором основной анион представляет собой гидроксид.

104. Способ по п. 100, в котором ионная жидкость содержит гидроксид дикокодиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония, метилкарбонат трибутилметиламмония, бикарбонат тетраэтиламмония, гидроксид тетрабутиламмония, гидроксид таллового триметиламмония, гидроксид кокотриметиламмония, гидроксид гидрогенизированного таллового триметиламмония, гидроксид дигидрогенизированного таллового диметиламмония, оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония) или их комбинацию.

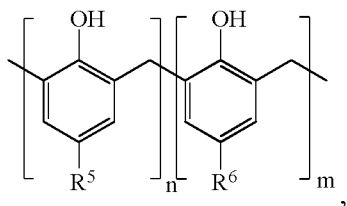
105. Способ по любому из пп. 100–105, в котором количество ионной жидкости составляет от около 5 частей на миллион до около 150 частей на миллион в расчете на

общий объем нефтяного углеводородного флюида.

106. Способ по любому из пп. 100–106, в котором феноло-альдегидную смолу получают из алкилзамещенного монофенола или незамещенного монофенола и альдегида.

107. Способ по п. 107, в котором алкилзамещенный монофенол имеет разветвленный или линейный C_{1-20} алкильный заместитель или их комбинацию, и альдегид включает формальдегид, параформальдегид, ацетальдегид, пропиональдегид, бутиральдегид, глиоксаль, глутаральдегид, 1,9-нонандиаль или их комбинацию.

108. Способ по п. 107 или 108, в котором феноло-альдегидная смола имеет структуру, представленную формулой



где R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, R^6 отличается от R^5 и представляет собой H или линейный или разветвленный C_{1-20} алкил, а n и m больше 1.

109. Способ по п. 109, в котором R^5 представляет собой линейный или разветвленный C_{7-16} алкил, а R^6 представляет собой линейный или разветвленный C_{1-6} алкил.

110. Способ по любому из пп. 100–110, в котором количество феноло-альдегидной смолы составляет от около 25 частей на миллион до около 500 частей на миллион в расчете на общий объем нефтяного углеводородного флюида.

111. Способ по любому из пп. 100–111, в котором нефтяной углеводородный флюид дополнительно содержит воду, солевой раствор, газ или их комбинацию.

112. Способ по любому из пп. 100–112, в котором приведение в контакт осуществляют во время добычи, хранения, транспортировки или переработки нефтяного углеводородного флюида.

113. Способ по любому из пп. 100–113, в котором приведение в контакт осуществляют при температуре от около $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до около $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ и под давлением от около 14,7 фунтов на кв. дюйм абс. до около 40 000 фунтов на кв. дюйм абс.

114. Способ по любому из пп. 100–114, в котором феноло-альдегид и ионную жидкость по отдельности добавляют к нефтяному углеводородному флюиду.

115. Способ по любому из пп. 100–115, дополнительно включающий комбинирование феноло-альдегида с ионной жидкостью для получения композиции ингибитора асфальтенов и добавление композиции ингибитора асфальтенов в нефтяной

углеводородный флюид.

116. Композиция ингибитора асфальтенов, содержащая феноло-альдегидную смолу и ионную жидкость, имеющую катион $R^1R^2R^3R^4N^+$ или $R^1R^2R^3N^+R^8N^+R^5R^6R^7$ и анион, где R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 и R^7 независимо выбраны из водорода, неразветвленной или разветвленной C_{1-30} алкильной группы, бензила, C_{7-30} алкилбензильной группы, C_{7-30} арилалкильной группы, неразветвленной или разветвленной C_{3-30} алкенильной группы, C_{1-30} гидроксyalкильной группы, C_{7-30} гидроксyalкилбензильной группы, оксyalкиленовой или полиоксyalкиленовой группы или цвиттер-иона; R^8 представляет собой неразветвленный или разветвленный C_{1-30} алкилен, алкиленоксyalкилен или алкиленполиоксyalкилен; а анион включает в себя галогениды, гидроксил, бикарбонат, карбонат, алкилкарбонаты, алкоксиды, карбоксилаты, гидроксикарбоксилаты или их комбинацию.

117. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 117, в которой массовое соотношение феноло-альдегидной смолы по отношению к ионной жидкости составляет от около 99 : 1 до около 3 : 1.

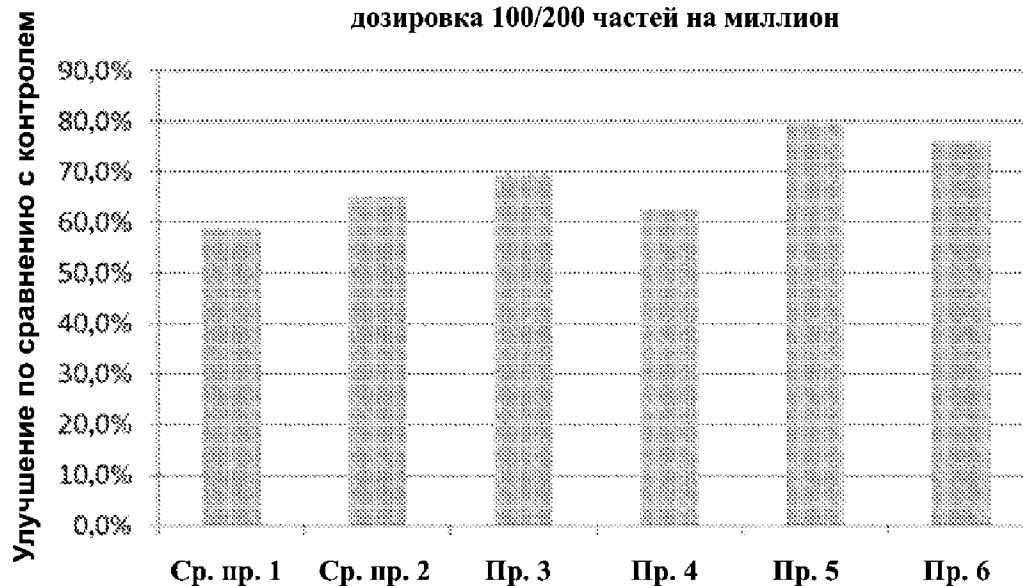
118. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 117 или 118, в которой по меньшей мере из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 или R^7 представляет собой C_{6-20} алкил.

119. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 119, в которой по меньшей мере два из R^1 , R^2 , R^3 , R^4 , R^5 , R^6 или R^7 представляют собой C_{6-20} алкил.

120. Композиция ингибитора асфальтенов по п. 117 или 118, в которой ионная жидкость содержит гидроксид дикокодиметиламмония, гидроксид диталлового диметиламмония, метилкарбонат трибутилметиламмония, бикарбонат тетраэтилламмония, гидроксид тетрабутилламмония, гидроксид таллового триметиламмония, гидроксид кокотриметиламмония, гидроксид гидрогенизированного таллового триметиламмония, гидроксид дигидрогенизированного таллового диметиламмония, оксидиэтилен-бис(гидроксид кокодиметиламмония) или их комбинацию.

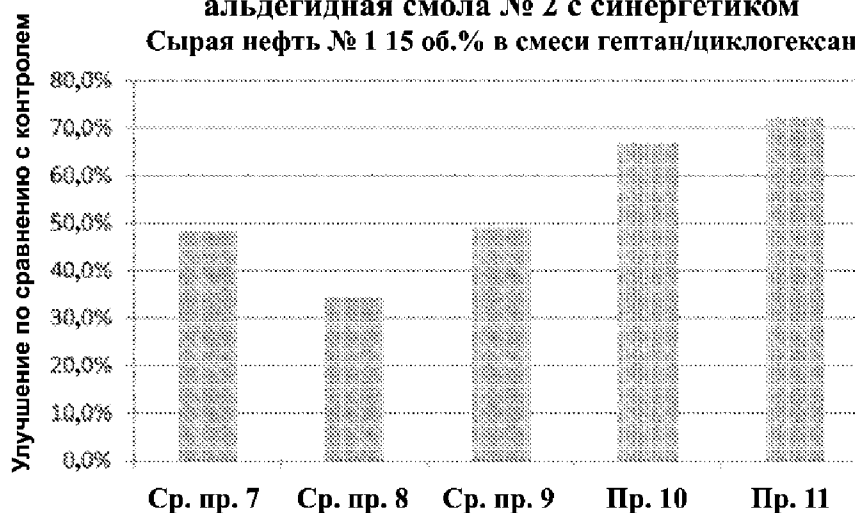
121. Композиция ингибитора асфальтенов по любому из пп. 100–121, в которой феноло-альдегидную смолу получают из алкилзамещенного монофенола или незамещенного монофенола или их комбинации и альдегида.

**Результаты испытаний ACSAA — феноло-
альдегидная смола № 1 с синергетиком**
Сырая нефть № 1 15 об.% в смеси гептан/циклогексан,
дозировка 100/200 частей на миллион



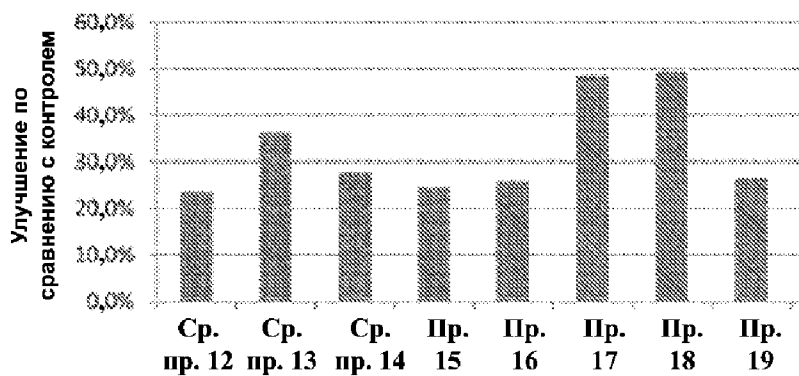
ФИГ. 1

**Результаты испытаний ACSAA — феноло-
альдегидная смола № 2 с синергетиком**
Сырая нефть № 1 15 об.% в смеси гептан/циклогексан



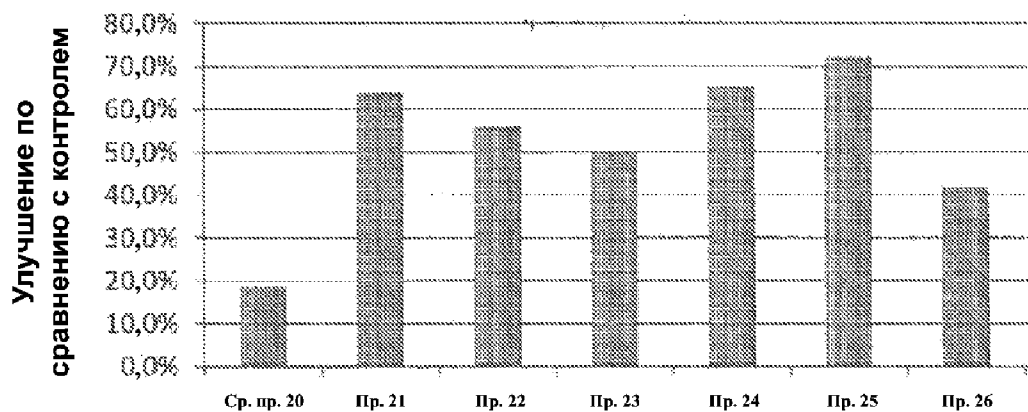
ФИГ. 2

**Результаты испытаний ACSAA — феноло-
альдегидная смола № 3 с синергетиком**
Сырая нефть № 2 35 об.% в гептане, дозировка 100/150 частей на миллион



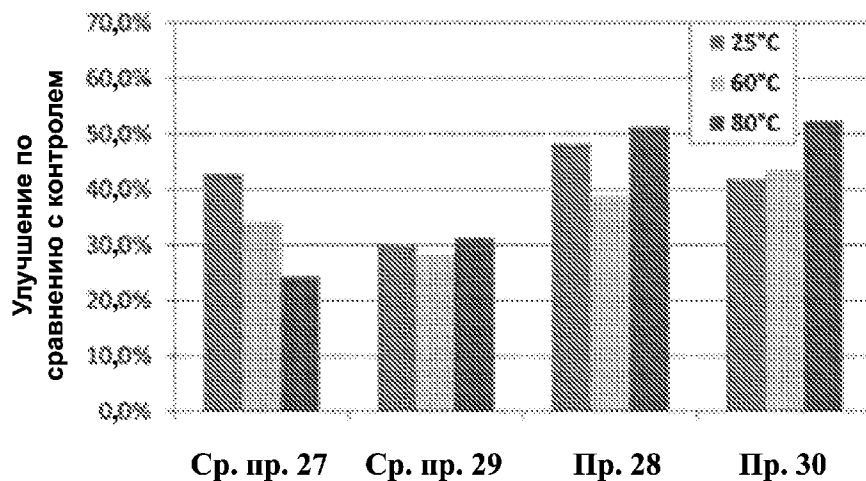
ФИГ. 3

**Результаты испытаний ACSAA — феноло-
альдегидная смола № 3 с синергетиком**
Сырая нефть № 3 20 об.% в смеси гептан/циклогексан,
дозировка 400/400 частей на миллион



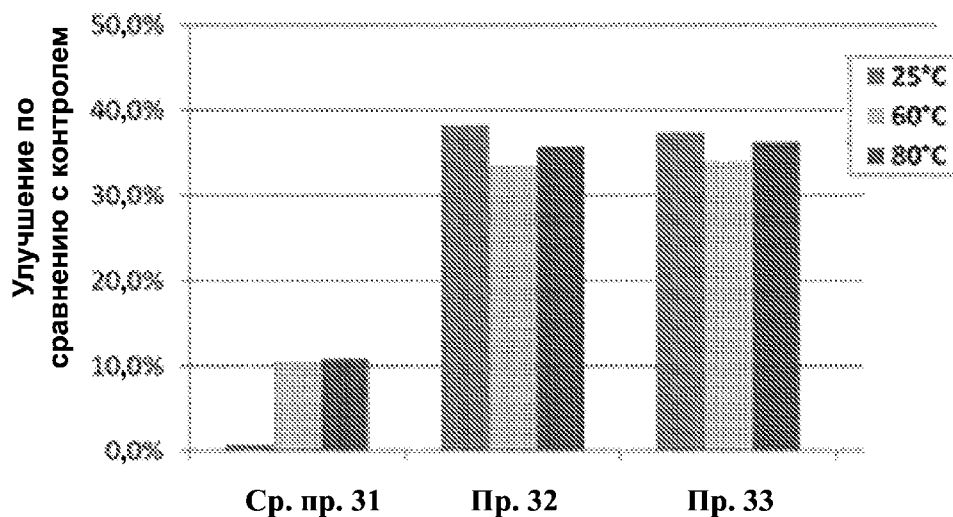
ФИГ. 4

**Результаты испытаний ACSAA — феноло-
альдегидные смолы № 2 и № 4 с синергетиком
Сырая нефть № 4 20 об.% в декане,
дозировка 1000/750 частей на миллион**



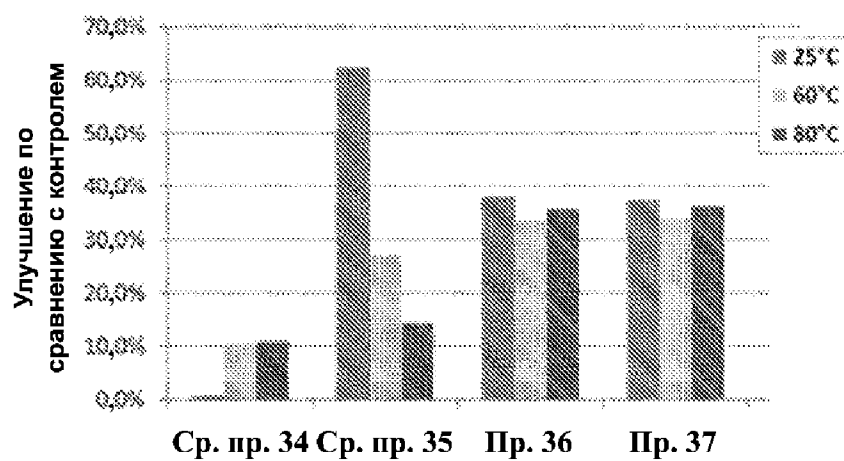
ФИГ. 5

**Результаты испытаний ACSAA — феноло-
альдегидная смола № 2 с синергетиком
Сырая нефть № 4 20 об.% в декане,
дозировка 1000/1000 частей на миллион**



ФИГ. 6

**Результаты испытаний ACSAA — феноло-
альдегидная смола № 2 с синергетиком
Сырая нефть № 4 20 об.% в декане,
дозировка 1000/1000 частей на миллион**



ФИГ. 7