

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **034714**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.03.12**

(51) Int. Cl. **C08L 23/00** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201890553**

(22) Дата подачи заявки  
**2008.07.30**

---

(54) **СНИЖАЮЩИЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕЧЕНИЮ ГИБРИДНЫЕ ВЕЩЕСТВА С  
ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОЛИМЕРОВ**

---

(31) **11/925,291**

(56) SU-A3-1690546  
WO-A2-2006138085  
WO-A2-2006081010

(32) **2007.10.26**

(33) **US**

(43) **2018.07.31**

(62) **201070528; 2008.07.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЛИКВИДПАУЭР СПЕШИЭЛТИ  
ПРОДАКТС ИНК. (US)**

(72) Изобретатель:  
**Миллиган Стюарт Н., Харрис  
Уилльям Ф., Берден Тимоти Л. (US)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

---

(57) Снижающая сопротивление течению композиция, включающая частицы по меньшей мере двух различных снижающих сопротивление течению полимеров. Различные снижающие сопротивление течению полимеры можно получать разными способами, такими как полимеризация в массе или эмульсионная полимеризация, а частицы таких различных снижающих сопротивление течению полимеров могут обладать разными средними размерами. Снижающие сопротивление течению композиции можно добавлять к углеводородсодержащей жидкости для снижения падения давления, обусловленного турбулентностью потока углеводородсодержащей жидкости по трубопроводу.

**034714**

**B1**

**034714**  
**B1**

### Уровень техники изобретения

1. Область техники, к которой относится изобретение.

В целом, настоящее изобретение относится к снижающим сопротивление течению композициям, включающим по меньшей мере два различных снижающих сопротивление течению полимера. Более конкретно, настоящее изобретение относится к снижающим сопротивление течению композициям, содержащим по меньшей мере один получаемый эмульсионной полимеризацией снижающий сопротивление течению полимер и по меньшей мере один получаемый полимеризацией в массе снижающий сопротивление течению полимер.

2. Описание предшествующего уровня техники.

При перекачке жидкостей по трубопроводу из-за трения между стенкой трубопровода и жидкостью обычно происходит падение давления жидкости. Из-за такого падения давления в конкретном трубопроводе жидкость необходимо перекачивать при достаточном давлении для достижения желаемой пропускной способности. В том случае, когда желают достичь высоких скоростей потока по трубопроводу, необходимо приложить более высокое давление по причине того, что при увеличении скоростей потока также повышается обусловленная падением давления разница давлений. Однако ограничения конструкции трубопровода накладывают ограничения на величину давления, которое можно прикладывать. Связанные с падением давления трудности наиболее остры при перекачке жидкостей на значительные расстояния. Такие падения давления могут приводить к неэффективности, что повышает стоимость оборудования и работы.

В промышленности для облегчения связанных с падением давления проблем для текущей жидкости многие применяют снижающие сопротивление течению добавки. В том случае, когда поток жидкости в трубопроводе является турбулентным, для усиления потока можно использовать снижающие сопротивление течению высокомолекулярные полимерные вещества. Снижающее сопротивление течению вещество представляет собой композицию, обуславливающую значительное уменьшение потерь на трение, связанных с турбулентностью потока жидкости в трубопроводе. Роль таких добавок заключается в подавлении роста турбулентных завихрений, что приводит к более высокой скорости потока при постоянной величине давления перекачки. Известно, что в качестве снижающих сопротивление течению веществ, в частности в жидких углеводородах, хорошо функционируют сверхвысокомолекулярные полимеры. Как правило, эффективность снижения сопротивления течению частично зависит от молекулярной массы полимерной добавки и ее способности растворяться в углеводороде при условии турбулентности потока. Обычно эффективные снижающие сопротивление течению полимеры обладают молекулярными массами, превышающими пять миллионов.

Некоторые традиционные снижающие сопротивление течению вещества применяют в виде суспендированных в дисперсионной фазе полимерных частиц. Наиболее типичные снижающие сопротивление течению вещества в этом виде могут содержать снижающий сопротивление течению полимер в количестве примерно лишь до 23 вес.% от общей массы снижающей сопротивление течению композиции. Кроме того, эффективность многих снижающих сопротивление течению веществ может не соответствовать расстоянию, на которое перекачивают текущую жидкость. Соответственно существует потребность в снижающих сопротивление течению веществах повышенного качества, содержащих активные ингредиенты в виде снижающих сопротивление течению полимеров в большей весовой доле и обладающих улучшенной стабильностью в отношении эффективности функционирования по длине трубопровода.

#### Краткое описание изобретения

В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения описана снижающая сопротивление течению жидкости композиция, включающая:

(a) множество первых частиц, содержащих снижающий сопротивление течению поли-альфа-олефиновый полимер, и

(b) множество вторых частиц, содержащих снижающий сопротивление течению полимер, не являющийся поли-альфа-олефином, где по меньшей мере часть вторых частиц получена эмульсионной полимеризацией;

где композиция имеет суммарную концентрацию снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера и снижающего сопротивление течению полимера, не являющегося поли-альфа-олефином, по меньшей мере 35 вес.%.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения описан способ уменьшения падения давления, обусловленного турбулентностью потока углеводородсодержащей жидкости в трубопроводе, включающий:

(a) введение в углеводородсодержащую жидкость множества первых частиц, содержащих снижающий сопротивление течению поли-альфа-олефиновый полимер, и множества вторых частиц, содержащих снижающий сопротивление течению, не являющийся поли-альфа-олефином, полимер, и

(b) перекачку полученной углеводородсодержащей жидкости по трубопроводу, где по меньшей мере часть вторых частиц получают эмульсионной полимеризацией, где первые и вторые частицы вводят в углеводородсодержащую жидкость либо совместно, либо по отдельности;

где первые и вторые частицы совместно вводят в углеводородсодержащую жидкость в виде сни-

жающей сопротивлению течению композиции, в которой суммарная концентрация поли-альфа-олефинового и не являющегося поли-альфа-олефином снижающих сопротивлению течению полимеров составляет по меньшей мере 35 вес.%.

В другом варианте осуществления настоящего изобретения описан способ получения снижающей сопротивлению течению жидкости композиции, включающий:

(а) полимеризацию одного или нескольких мономеров в массе для получения снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера,

(б) низкотемпературное измельчение по меньшей мере части снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера для получения множества первых частиц, включающих по меньшей мере часть снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера,

(с) эмульсионную полимеризацию одного или нескольких мономеров для получения множества вторых частиц, состоящих из снижающего сопротивление течению полимера, не являющегося поли-альфа-олефином, где по меньшей мере часть вторых частиц диспергирована в дисперсионной фазе, и

(d) диспергирование по меньшей мере части первых частиц в дисперсионной фазе;

где композиция имеет концентрацию снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера в диапазоне от 10 до 30 вес.%, и концентрацию снижающего сопротивление течению полимера, не являющегося поли-альфа-олефином, в диапазоне от 15 до 50 вес.%, причём суммарная концентрация снижающих сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера и полимера, не являющегося поли-альфа-олефином, в композиции составляет по меньшей мере 35 вес.%.

В еще одном варианте осуществления настоящего изобретения описан способ уменьшения падения давления, обусловленного турбулентностью потока углеводородсодержащей жидкости по трубопроводу. Способ по данному варианту осуществления включает (а) введение в вышеуказанную углеводородсодержащую жидкость множества частиц первого сорта, состоящих из снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера, и множества частиц второго сорта, состоящих из снижающего сопротивление течению не являющегося поли-альфа-олефином полимера, и (б) перекачки полученной в результате подвергнутой обработке углеводородсодержащей жидкости по вышеуказанному трубопроводу, где по меньшей мере часть вышеуказанных частиц второго сорта получена эмульсионной полимеризацией, где вышеуказанные частицы первого и второго сортов вводят в вышеуказанную углеводородсодержащую жидкость либо совместно, либо по отдельности.

#### **Краткое описание чертежей**

Ниже подробно описан предпочтительный вариант осуществления настоящего изобретения со ссылкой на присоединенные чертежи, где

на фиг. 1 приведено схематическое изображение технического петлевого рециркуляционного устройства для проведения испытаний, используемого для определения эффективности снижающих сопротивление течению веществ;

на фиг. 2 для сравнения представлены зависимости выраженного в процентах снижения сопротивления течению от времени для испытаний по снижению сопротивления течению, осуществленных в техническом петлевом рециркуляционном устройстве для проведения испытаний, для снижающих сопротивление течению веществ Drag Reducer A, LP 100 и Hybrid 1 при различных концентрациях;

на фиг. 3 для сравнения представлены зависимости выраженного в процентах снижения сопротивления течению от времени для испытаний по снижению сопротивления течению, осуществленных в техническом петлевом рециркуляционном устройстве для проведения испытаний, для снижающих сопротивление течению веществ Drag Reducer A, LP 100, Hybrid 1, а также суммарная зависимость для LP100 и Drag Reducer A при различных концентрациях;

на фиг. 4 для сравнения представлены зависимости выраженного в процентах снижения сопротивления течению от времени для испытаний по снижению сопротивления течению, осуществленных в техническом петлевом рециркуляционном устройстве для проведения испытаний, для снижающих сопротивление течению веществ Drag Reducer B, LP 100 и Hybrid 2 при различных концентрациях; а

на фиг. 5 для сравнения представлены зависимости выраженного в процентах снижения сопротивления течению от времени для испытаний по снижению сопротивления течению, осуществленных в техническом петлевом рециркуляционном устройстве для проведения испытаний, для снижающих сопротивление течению веществ Drag Reducer B, LP 100, Hybrid 2, а также суммарная зависимость для LP 100 и Drag Reducer B при различных концентрациях.

#### **Подробное описание изобретения**

В соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения получают снижающую сопротивление течению композицию (то есть снижающее сопротивление течению вещество), включающую частицы по меньшей мере двух различных снижающих сопротивление течению полимеров, где один из снижающих сопротивление течению полимеров включает по меньшей мере один мономерный остаток, который отличается от остальных мономерных остатков другого(их) снижающего(их) сопротивление течению полимера или полимеров. Снижающее сопротивление течению вещество по настоящему изобретению можно применять по меньшей мере для частичного уменьшения падения давления, обусловленного турбулентностью потока углеводородсодержащей жидкости по трубопроводу (например,

нефтепроводу).

В одном варианте осуществления настоящего изобретения по меньшей мере один из снижающих сопротивление течению полимеров в вышеупомянутой снижающей сопротивление течению композиции может состоять из полимерных частиц, получаемых полимеризацией в массе. Термины "получаемый полимеризацией в массе полимер" и "получаемый полимеризацией в массе снижающий сопротивление течению полимер" в том виде, в котором их используют в данном документе, необходимо понимать как означающие любой полимер, получаемый полимеризацией в массе. Любой способ полимеризации в массе, известный в данном уровне техники, можно использовать для получения полимеризацией в массе снижающего сопротивление течению полимера, пригодного для настоящего изобретения. Термин "полимеризация в массе" в том виде, в котором его используют в данном документе, обозначает любой способ полимеризации, при котором среда для проведения реакции полимеризации содержит, главным образом, катализатор и мономер. Термины "главным образом", "преобладающий" и "большинство" в том виде, в котором их используют в данном документе, необходимо понимать как означающие более 50%.

В одном варианте осуществления способ полимеризации в массе может включать следующие стадии: (а) создание реакционной среды в реакционной камере путем соединения катализатора полимеризации с мономером, способным к полимеризации с образованием в массе желаемого снижающего сопротивление течению полимера, (b) полимеризацию мономера для получения в массе снижающего сопротивление течению полимера при отводе для поддержания желаемой температуры реакции достаточного количества тепла из реакционной среды в реакционной камере и (с) измельчение получаемого полимеризацией в массе полимера до высокодисперсного состояния. Термин "высокодисперсное состояние" в том виде, в котором его используют в данном документе при применении для описания зернистого вещества, необходимо понимать как означающий то, что средний размер частиц не превышает 2000 мкм.

Мономер, присутствующий в вышеупомянутой реакционной среде, может представлять собой любой мономер или смесь мономеров, способных к образованию при полимеризации в массе снижающего сопротивление течению полимера, который, прежде всего, по существу, является аморфным и растворимым в углеводородах. Термин "аморфный" в том виде, в котором его используют в данном документе, необходимо понимать как обозначающий полимер, у которого, по меньшей мере частично, отсутствует отчетливая кристаллическая структура. В одном варианте осуществления мономер или смесь мономеров может представлять собой альфа-олефин, так что получающийся в результате при полимеризации в массе снижающий сопротивление течению полимер является поли-альфа-олефином. Альфа-олефиновые мономеры, подходящие для использования в настоящем изобретении, могут обладать углеродными цепями, длина которых такова, что они включают от 2 до 40 атомов углерода или от 4 до 20 атомов углерода. В одном варианте осуществления среда для проведения реакции полимеризации может содержать по меньшей мере примерно 80 вес.% мономера, по меньшей мере примерно 90 вес.% мономера или по меньшей мере 95 вес.% мономера.

Вышеупомянутая реакционная камера может быть тонкостенной, изготовленной из непроницаемого органического полимера, способного, по существу, предотвращать проникновение кислорода и воды в реакционную камеру. Реакционная камера может представлять собой полимерные бутылки и/или пакеты. Полимерный материал, из которого изготовлена реакционная камера, может являться кристаллическим и нерастворимым в углеводородах. Кроме того, полимерный материал реакционной камеры может быть сшитым. При этом реакционная камера может включать множество слоев, состоящих из одного и того же или различных полимерных материалов. Примеры полимерных материалов, пригодных для реакционных камер по настоящему изобретению, включают водонепроницаемые полиолефины, такие как полипропилен, полиэтилен, полибутилен; сополимеры этилена с виниловым спиртом, а также полиэтилентерефталат, но не ограничены ими. Соплимер этилена с виниловым спиртом рассматривают в качестве превосходного барьера для кислорода, но плохого барьера для воды, тогда как полиэтилен, полипропилен, полибутилен и подобные рассматривают в качестве превосходных барьеров для воды, но они могут допускать проникновение через них кислорода. Соответственно, в одном из вариантов осуществления для обеспечения непроницаемости по отношению к воде и кислороду при изготовлении реакционной камеры можно применять комбинацию вышеуказанных полимеров. Кроме того, связующий полимер, такой, например, как способный к соэкструзии связующий полимер, можно применять для присоединения друг к другу непроницаемого по отношению к воде и непроницаемого по отношению к кислороду полимерных слоев. Примером коммерчески доступного способного к соэкструзии связующего полимера является тот, который продают под торговым названием BYNEL от фирмы DuPont Company.

Катализаторы, используемые при вышеописанном способе полимеризации в массе, могут представлять собой один или несколько катализаторов полимеризации олефинов. В одном варианте осуществления катализаторы могут являться любыми катализаторами Циглера-Натта, известными в данной области техники. В одном варианте осуществления катализаторы Циглера-Натта могут представлять собой те, которые входят в ряд катализаторов, обсуждаемых в патентах US № 4945142, 4358572, 4371455, 4415714, 4333123, 4493903 и 4493904, раскрытия которых включены в данный документ посредством ссылки. В одном варианте осуществления концентрация катализаторов в реакционной среде можно выразить как отношение количества моль галогенида переходного металла в катализаторе к количеству моль мономе-

ра в реакционной среде. Таким образом, в одном варианте осуществления катализаторы могут присутствовать в реакционной среде в концентрации, находящейся в диапазоне от примерно 1 моль галогенида переходного металла в катализаторе на 10000 моль мономера до примерно 1 моль галогенида переходного металла в катализаторе на 500 моль мономера. Кроме того, катализаторы могут присутствовать в реакционной среде в концентрации, находящейся в диапазоне от примерно 1 моль галогенида переходного металла в катализаторе на 7000 моль мономера до примерно 1 моль галогенида переходного металла в катализаторе на 1000 моль мономера.

Вышеупомянутую стадию полимеризации (b) можно осуществлять, перемешивая реакционную среду при условиях окружающей среды в течение периода времени, достаточного для увеличения вязкости взаимодействующих веществ и по меньшей мере частичного суспендирования катализатора в реакционной среде. Перемешивания реакционной среды можно достичь любым способом, известным в данной области техники. Затем перемешанную реакционную среду можно поместить в зону охлаждения, где позволяют протекать реакции. Температуру в зоне охлаждения можно поддерживать любой, достаточной для отвода от реакционной среды по меньшей мере части выделяющегося при реакции тепла. В одном варианте осуществления температуру в зоне охлаждения можно поддерживать в диапазоне от примерно -20°C (253 K) до 100°C (373 K), в диапазоне от примерно -10°C (263 K) до 90°C (363 K) или в диапазоне от 0°C (273 K) до 80°C (353 K). Реакцию полимеризации можно проводить до достижения желаемого выхода. В одном варианте осуществления содержание получаемого в массе в реакционной камере полимера может составлять по меньшей мере примерно 80 вес.%, по меньшей мере примерно 90 вес.% или по меньшей мере 95 вес.% от общей массы содержимого реакционной камеры.

Полимер, получаемый в массе в ходе осуществления стадии (b) полимеризации, может обладать высокой молекулярной массой. Косвенное определение молекулярной массы можно проводить, измеряя характеристическую вязкость (IV) получаемого в результате при полимеризации в массе полимера, которую определяют в гексане при концентрации полимера 0,05 г/дл, температуре 25°C (298 K) и скорости сдвига 300 с<sup>-1</sup>. В одном варианте осуществления настоящего изобретения получаемый в результате при полимеризации в массе полимер может обладать величиной IV, по меньшей мере примерно 20 децилитров на грамм (дл/г), по меньшей мере примерно 23 дл/г или по меньшей мере 25 дл/г.

Как только требуемый получаемый полимеризацией в массе полимер синтезирован, его, как упомянуто выше, можно измельчать до высокодисперсного состояния. Для уменьшения размера полимерных частиц можно применять любой способ, известный в данной области техники. В одном варианте осуществления по меньшей мере часть получаемого полимеризацией в массе полимера можно подвергать низкотемпературному измельчению. Термин "низкотемпературное измельчение" в том виде, в котором его используют в данном документе, необходимо понимать как обозначающий любой способ, посредством которого полимер измельчают до высокодисперсного состояния при низких температурах. Термин "низкая температура" в том виде, в котором его используют в данном документе, необходимо понимать как обозначающий любую температуру ниже температуры стеклования измельчаемого полимера.

В некоторых случаях полимер, получаемый полимеризацией в массе с помощью способов по настоящему изобретению, может приклеиваться к внутренней стенке реакционной камеры. Для предотвращения потери выхода получаемого полимеризацией в массе полимера можно, при желании, вместе с полученным в массе полимером измельчить реакционную камеру.

Температуру получаемого полимеризацией в массе полимера и, при желании, реакционной камеры можно понизить до низких температур перед измельчением до высокодисперсного состояния. В одном варианте осуществления температуру получаемого полимеризацией в массе полимера можно понизить, замораживая получаемый полимеризацией в массе полимер и, при желании, реакционную камеру с помощью жидкого азота. Затем образующийся в результате получаемый полимеризацией в массе полимер с низкой температурой можно помещать в холодную мельницу и измельчать для получения частиц желаемого размера.

Необязательно, применяемое для нанесения покрытий вещество, иногда называемое разделяющим веществом, можно добавлять к получаемому полимеризацией в массе полимеру в ходе измельчения для содействия предохранению свежеполученных поверхностей полимера от прилипания друг к другу. Примеры подходящих применяемых для нанесения покрытий веществ, пригодных в настоящем изобретении, охватывают оксид алюминия, оксид кремния, кальцинированную глину, тальк, углеродную сажу, стеарат кальция и/или стеарат магния, но не ограничены ими. Количество применяемого для нанесения покрытий вещества, используемого при осуществлении процесса измельчения, может составлять примерно менее 35 вес.%, примерно менее 30 вес.% или менее 25 вес.% от общей массы полимера и применяемого для нанесения покрытий вещества.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения частицы образующегося в результате высокодисперсного полимера, получаемого полимеризацией в массе, могут обладать средним размером, находящимся в диапазоне от примерно 25 до примерно 1500 мкм, в диапазоне от примерно 50 до примерно 1000 мкм или в диапазоне от примерно 100 до 700 мкм. Как будет подробнее обсуждаться ниже, частицы образующегося в результате получаемого полимеризацией в массе полимера можно диспергировать в дисперсионной фазе для применения в качестве снижающего сопротивление течению вещества.

В одном варианте осуществления образующееся в результате снижающее сопротивление течению вещество может представлять собой частицы получаемого полимеризацией в массе полимера в виде суспензии в дисперсионной фазе.

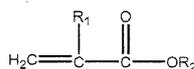
Примеры коммерчески доступных снижающих сопротивление течению веществ, содержащих получаемые полимеризацией в массе поли-альфа-олефиновые полимеры, подходящие для использования в настоящем изобретении, охватывают LIQUIDPOWER 100 (LP 100) и LIQUIDPOWER 300 (LP 300), оба доступны от фирмы ConocoPhillips Specialty Products, Inc., но не ограничены ими.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения по меньшей мере один из снижающих сопротивление течению полимеров в вышеупомянутой снижающей сопротивление течению композиции может состоять из полимерных частиц, полученных в ходе эмульсионной полимеризации реакционной смеси, включающей один или несколько мономеров, дисперсионную фазу по меньшей мере одно поверхностно-активное вещество и иницирующую систему. Термины "получаемый эмульсионной полимеризацией полимер" и "снижающий сопротивление течению получаемый эмульсионной полимеризацией полимер" в том виде, в котором их используют в данном документе, необходимо понимать как обозначающие любой полимер, получаемый эмульсионной полимеризацией.

Как будет подробнее обсуждаться ниже, образующийся в результате продукт эмульсионной полимеризации может находиться в виде латексной снижающей сопротивление течению композиции. Диспергирующая фаза латексной снижающей сопротивление течению композиции, как правило, включает по меньшей мере один компонент, выбираемый из группы, состоящей из воды, полярных органических жидкостей (например, спирта, содержащего одну или несколько гидроксильных групп) и их смесей. В том случае когда в качестве составляющей дисперсионную фазу выбирают воду, реакционная смесь также может, при желании, включать ингибитор образования гидратов.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения получаемый эмульсионной полимеризацией снижающий сопротивление течению полимер может содержать множество повторяющихся звеньев из остатков одного или нескольких мономеров, выбираемых из группы, состоящей из

(A)



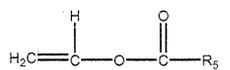
где  $\text{R}_1$  является H или C1-C10 алкильным радикалом, а  $\text{R}_2$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, арилзамещенным C1-C10 алкильным радикалом,  $-(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{O})_x-\text{R}_A$  или  $-(\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O})_x-\text{R}_A$  радикалом, где  $x$  находится в диапазоне от 1 до 50, а  $\text{R}_A$  является H, C1-C30 алкильным радикалом или C6-C30 алкиларильным радикалом;

(B)

 $\text{R}_3-\text{арен}-\text{R}_4$ ,

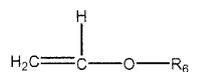
где арен является фенилом, нафтилом, антраценилом или фенантренилом,  $\text{R}_3$  представляет собой  $\text{CH}=\text{CH}_2$  или  $\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2$ , а  $\text{R}_4$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом, Cl,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{OR}_B$  или  $\text{COOR}_C$ , где  $\text{R}_B$  представляет собой H, C1-C30 алкильный радикал, C5-C30 замещенный или незамещенный циклоалкильный радикал, C6-C20 замещенный или незамещенный арильный радикал или арилзамещенный C1-C10 алкильный радикал, и где  $\text{R}_C$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом или арилзамещенным C1-C10 алкильным радикалом;

(C)



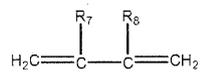
где  $\text{R}_5$  является H, C1-C30 алкильным радикалом или C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом;

(D)



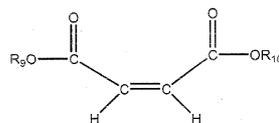
где  $\text{R}_6$  является H, C1-C30 алкильным радикалом или C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом;

(E)



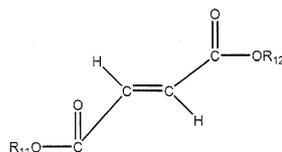
где  $R_7$  является H или C1-C18 алкильным радикалом, а  $R_8$  является H, C1-C18 алкильным радикалом или Cl;

(F)



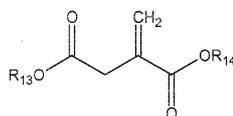
где  $R_9$  и  $R_{10}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(G)



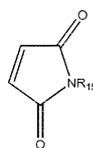
где  $R_{11}$  и  $R_{12}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(H)



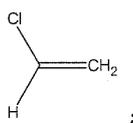
где  $R_{13}$  и  $R_{14}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(I)

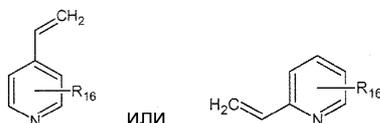


где  $R_{15}$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(J)

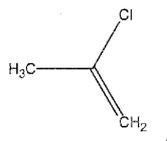


(K)

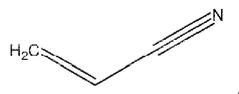


где  $R_{16}$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 арильным радикалом;

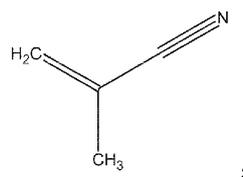
(L)



(M)



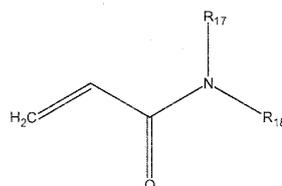
(N)



(O)

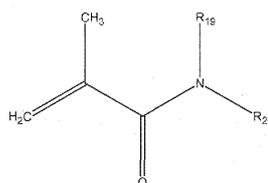


(P)



где  $R_{17}$  и  $R_{18}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами; и

(Q)



где  $R_{19}$  и  $R_{20}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения получаемый эмульсионной полимеризацией снижающий сопротивление течению полимер может представлять собой не являющийся поли-альфа-олефином снижающий сопротивление течению полимер. Кроме того, получаемый эмульсионной полимеризацией снижающий сопротивление течению полимер может включать повторяющиеся звенья из остатков C4-C20 алкильных, C6-C20 замещенных или незамещенных арильных или арилзамещенных C1-C10 алкильных сложноэфирных производных метакриловой кислоты или акриловой кислоты. В другом варианте осуществления получаемый эмульсионной полимеризацией снижающий сопротивление течению полимер может представлять собой сополимер, включающий повторяющиеся звенья из остатков 2-этилгексилметакрилата и остатки по меньшей мере одного другого мономера. В еще одном варианте осуществления получаемый эмульсионной полимеризацией снижающий сопротивление течению полимер может являться сополимером, включающим повторяющиеся звенья из остатков 2-этилгексилметакрилатных мономеров и бутилакрилатных мономеров. В другом варианте осуществления получаемый эмульсионной полимеризацией снижающий сопротивление течению полимер может представлять собой гомополимер, включающий повторяющиеся звенья из остатков 2-этилгексилметакрилата.

Поверхностно-активное вещество, используемое в вышеупомянутой реакционной смеси, может включать по меньшей мере одно анионное или неионогенное поверхностно-активное вещество с высо-

ким гидрофильно-липофильным балансом (HLB). Термин "число HLB" относится к гидрофильно-липофильному балансу поверхностно-активного вещества в эмульсии. Число HLB определяют способами, описанными W.C. Griffin в J. Soc. Cosmet. Chem., 1, 311 (1949) и J. Soc. Cosmet. Chem., 5, 249 (1954), которые включены в данный документ посредством ссылки. Термин "высокий HLB" в том виде, в котором его используют в данном документе, необходимо понимать как число HLB, равное 7 и более. Число HLB поверхностно-активных веществ, применяемых для получения реакционной смеси, может составлять по меньшей мере примерно 8, по меньшей мере примерно 10 или по меньшей мере 12.

Примеры анионных поверхностно-активных веществ с высоким HLB охватывают алкилсульфаты с высоким HLB, сульфаты простых алкиловых эфиров, диалкилсульфосукцинаты, алкилфосфаты, алкиларилсульфонаты и саркозинаты, но не ограничены ими. Подходящие примеры коммерчески доступных анионных поверхностно-активных веществ с высоким HLB охватывают лаурилсульфат натрия (доступен как RHODAPON LSB от Rhodia Incorporated, Cranbury, NJ), диоктилсульфосукцинат натрия (доступен как AEROSOL OT от Cytec Industries, Inc., West Paterson, NJ), натриевую соль 2-этилгексилполифосфата (доступна от Jarchem Industries Inc., Newark, NJ), додецилбензолсульфонат натрия (доступен как NOR-FOX 40 от Norman, Fox & Co., Vernon, CA) и лауроилсаркозинат натрия (доступен как HAMPOSYL L-30 от Hampshire Chemical Corp., Lexington, MA), но не ограничены ими.

Примеры неионогенных поверхностно-активных веществ с высоким HLB включают сложные эфиры сорбитана с высоким HLB, сложные эфиры полиэтиленгликоля и жирных кислот, сложные эфиры этоксилированного глицерина, этоксилированные жирные амины, сложные эфиры этоксилированного сорбитана, поверхностно-активные блок-сополимеры на основе этиленоксида/пропиленоксида, сложные эфиры спиртов/жирных кислот, этоксилированные спирты, этоксилированные жирные кислоты, алкоксилированные касторовые масла, сложные эфиры глицерина, линейные этоксилаты спиртов и алкилфенолэтоксилаты, но не ограничены ими. Подходящие примеры коммерчески доступных неионогенных поверхностно-активных веществ с высоким HLB охватывают нонилфенокси- и октилфеноксиполи(этиленокси)этанола (доступные как IGEPAL серий CA и CO, соответственно, от Rhodia, Cranbury, NJ), от C8 до C18 этоксилированные первичные спирты (такие как RHODASURF LA-9 от Rhodia Inc., Cranbury, NJ), от C11 до C15 этоксилаты вторичных спиртов (доступные как TERGITOL серии 15-S, включая 15-S-7, 15-S-9, 15-S-12, от Dow Chemical Company, Midland, MI), сложные эфиры жирных кислот и полиоксиэтиленсорбитана (доступные как поверхностно-активные вещества серии TWEEN от Uniquema, Wilmington, DE), простой олеиловый эфир полиэтиленоксида (25) (доступный как SIPONIC Y-500-70 от Americal Alcolac Chemical Co., Baltimore, MD), алкилариловые полиэфирспирты (доступные как серия TRITON X, включая X-100, X-165, X-305 и X-405 от Dow Chemical Company, Midland, MI), но не ограничены ими.

В одном варианте осуществления инициирующая система для использования в вышеупомянутой реакционной смеси может представлять собой любую подходящую систему, генерирующую свободные радикалы, необходимые для осуществления эмульсионной полимеризации. Возможные инициаторы охватывают персульфаты (например, персульфат аммония, персульфат натрия, персульфат калия), пероксиперсульфаты и пероксиды (например, трет-бутилгидропероксид), используемые по отдельности или в сочетании с одним или несколькими восстанавливающими компонентами и/или ускорителями, но не ограничены ими. Возможные восстанавливающие компоненты охватывают бисульфиты, метабисульфиты, аскорбиновую кислоту, эриторбиновую кислоту и формальдегидсульфоксилат натрия, но не ограничены ими. Возможные ускорители охватывают любую композицию, содержащую обладающий двумя степенями окисления переходный металл, такую, например, как сульфат железа и железоаммиачные квасцы, но не ограничены ими. Альтернативно, для генерирования свободных радикалов можно применять известные способы термического и радиационного инициирования. В другом варианте осуществления в настоящем изобретении можно применять любую полимеризацию и соответствующее инициирование или каталитические способы, известные квалифицированным в данной области техники специалистам. Например, при проведении полимеризации такими способами, как полиприсоединение или поликонденсация, полимеризацию можно инициировать или катализировать такими способами, как катионный, анионный или координационный способы.

При использовании воды для получения вышеупомянутой реакционной смеси вода может представлять собой очищенную воду, такую как дистиллированная или деионизованная вода. Однако диспергирующая фаза эмульсии может также представлять собой полярные органические жидкости или водные растворы полярных органических жидкостей, такие как те, которые перечислены ниже.

Как отмечено выше, реакционная смесь, при желании, может включать буфер. Буфер может представлять собой любой известный буфер, который совместим с инициирующей системой, такой, например, как карбонатный, фосфатный и/или боратный буферы.

Как отмечено выше, реакционная смесь, при желании, может включать по меньшей мере один ингибитор образования гидратов. Ингибитор образования гидратов может представлять собой термодинамический ингибитор образования гидратов, такой, например, как спирт и/или полиол. В одном варианте осуществления ингибитор образования гидратов может представлять собой один или несколько многоатомных спиртов и/или один или несколько простых эфиров многоатомных спиртов. Подходящие мно-

гоатомные спирты охватывают моноэтиленгликоль, диэтиленгликоль, триэтиленгликоль, монопропиленгликоль и/или дипропиленгликоль, но не ограничены ими. Подходящие простые эфиры многоатомных спиртов охватывают простой монометиловый эфир этиленгликоля, простой монометиловый эфир диэтиленгликоля, простой монометиловый эфир пропиленгликоля и простой монометиловый эфир дипропиленгликоля, но не ограничены ими.

Как правило, ингибитор образования гидратов может представлять собой любую композицию, которая при смешивании с дистиллированной водой в массовом соотношении 1:1 дает гидратоингибированную жидкую смесь с температурой образования газового гидрата при абсолютном давлении 2000 фунтов на квадратный дюйм ( $1406139 \text{ кг/м}^2$ ,  $13789514 \text{ Па}$ ) меньше температуры образования газового гидрата для дистиллированной воды при абсолютном давлении 2000 фунтов на квадратный дюйм ( $1406139 \text{ кг/м}^2$ ,  $13789514 \text{ Па}$ ) в диапазоне от примерно 10 до примерно  $150^\circ\text{F}$  (от примерно 266 до примерно 339 К), в диапазоне от примерно 20 до примерно  $80^\circ\text{F}$  (от примерно 266 до примерно 300 К) или в диапазоне от 30 до  $60^\circ\text{F}$  (от 272 до 289 К). Например, моноэтиленгликоль считают ингибитором образования гидратов, поскольку температура образования газового гидрата для дистиллированной воды при абсолютном давлении 2000 фунтов на квадратный дюйм ( $1406139 \text{ кг/м}^2$ ,  $13789514 \text{ Па}$ ) составляет примерно  $70^\circ\text{F}$  (примерно 294 К), тогда как температура образования газового гидрата для 1:1 смеси дистиллированной воды с моноэтиленгликолем при абсолютном давлении 2000 фунтов на квадратный дюйм ( $1406139 \text{ кг/м}^2$ ,  $13789514 \text{ Па}$ ) составляет примерно  $28^\circ\text{F}$  (примерно 271 К). Таким образом, моноэтиленгликоль при добавлении к дистиллированной воде в массовом соотношении 1:1 понижает температуру образования газового гидрата для дистиллированной воды при абсолютном давлении 2000 фунтов на квадратный дюйм ( $1406139 \text{ кг/м}^2$ ,  $13789514 \text{ Па}$ ) примерно на  $42^\circ\text{F}$  (примерно на 23 К). Необходимо отметить, что температура образования газового гидрата конкретной жидкости может изменяться в зависимости от композиционного состава природного газа, используемого для определения температуры образования газового гидрата. Поэтому при использовании в данном документе температуры образования газового гидрата для определения того, что собой представляет "ингибитор образования гидратов", предполагают, что подобную температуру образования газового гидрата определяют с помощью являющейся природным газом смеси, содержащей 92 мол.% метана, 5 мол.% этана и 3 мол.% пропана.

При получении реакционной смеси мономер, воду по меньшей мере одно поверхностно-активное вещество и, при желании, ингибитор образования гидратов можно смешивать, по существу, в свободной от кислорода атмосфере, содержание кислорода в которой составляет менее чем примерно 1000 вес.ч. на миллион (ppmw) или менее чем примерно 100 вес.ч. на миллион. Атмосферу можно сохранять как свободную от кислорода, непрерывно продувая через реакционный сосуд инертный газ, такой как азот и/или аргон. Температуру системы можно поддерживать в диапазоне от температуры замерзания диспергирующей фазы до примерно  $60^\circ\text{C}$  (до примерно 333 К), в диапазоне от примерно 0 до примерно  $4$   $5^\circ\text{C}$  (от примерно 273 до примерно 318 К) или в диапазоне от 0 до  $30^\circ\text{C}$  (от 273 до 303 К). Абсолютное давление в системе можно поддерживать в диапазоне от примерно 5 до примерно 100 фунтов на квадратный дюйм (от примерно  $3515 \text{ кг/м}^2$  до примерно  $70307 \text{ кг/м}^2$ , от примерно 34474 Па до примерно 689476 Па), в диапазоне от примерно 10 до примерно 25 фунтов на квадратный дюйм (от примерно  $7031 \text{ кг/м}^2$  до примерно  $17577 \text{ кг/м}^2$ , от примерно 68948 Па до примерно 172369 Па) или примерно при атмосферном давлении. Однако высокие значения абсолютного давления до примерно 300 фунтов на квадратный дюйм (до примерно  $210921 \text{ кг/м}^2$ , до примерно 2068427 Па) могут являться необходимыми для полимеризации некоторых мономеров, таких как диолефины.

Затем, если необходимо, можно добавлять буфер с последующим введением иницирующей системы либо всей сразу, либо постепенно с течением времени. Реакцию полимеризации осуществляют в течение достаточного промежутка времени для достижения конверсии мономеров, составляющей по меньшей мере примерно 90% от массы мономеров. Обычно такой промежуток времени находится в диапазоне от примерно 1 до примерно 10 ч или в диапазоне от 3 до 5 ч. В ходе полимеризации реакционную смесь можно непрерывно перемешивать.

В приведенной ниже таблице приведены приблизительные широкий и узкий диапазоны для количеств присутствующих в реакционной смеси ингредиентов.

Ингредиент	Широкий диапазон	Узкий диапазон
Мономер (содержание в реакционной смеси, % вес.)	10-60%	30-50%
Вода (содержание в реакционной смеси, % вес.)	20-80%	50-70%
Поверхностно-активное вещество (содержание в реакционной смеси, % вес.)	0,1-10%	0,25-6%
Иницирующая система		
Мономер:инициатор (мольное соотношение)	$1 \times 10^3:1-5 \times 10^6:1$	$5 \times 10^3:1-2 \times 10^6:1$
Мономер:соединение-восстановитель (мольное соотношение)	$1 \times 10^3:1-5 \times 10^6:1$	$1 \times 10^4:1-2 \times 10^6:1$
Ускоритель:инициатор (мольное соотношение)	0,001:1-10:1	0,005:1-1:1
Буфер	От 0 до количества, необходимого для достижения рН, при котором происходит иницирование (зависит от инициатора, обычно находится в диапазоне	
	примерно 6,5-10).	
Предпочтительный ингибитор образования гидратов	В том случае, когда присутствует ингибитор образования гидратов, его содержание может являться таковым, чтобы отношение массы ингибитора образования гидратов к массе воды составляло от примерно 1:10 до примерно 10:1, от примерно 1:5 до примерно 5:1 или от 2:3 до 3:2.	

Реакция эмульсионной полимеризации приводит к образованию латексной композиции, включающей дисперсионную фазу твердых частиц и жидкую дисперсионную фазу. Латекс может представлять собой устойчивую коллоидную дисперсию, включающую дисперсионную фазу частиц высокомолекулярного полимера и состоящую из воды дисперсную фазу. Содержание коллоидных частиц в латексе может находиться в диапазоне от примерно 10 до примерно 60% от массы латекса или в диапазоне от примерно 40 до примерно 50% от массы латекса. Дисперсионная фаза может включать воду, поверхностно-активное вещество с высоким HLB, ингибитор образования гидратов (при его наличии) и буфер по необходимости. Содержание присутствующей в латексе воды может находиться в диапазоне от примерно 20 до примерно 80% от массы латекса или в диапазоне от примерно 40 до примерно 60% от массы латекса. Содержание поверхностно-активного вещества с высоким HLB в латексе может находиться в диапазоне от примерно 0,1 до примерно 10% от массы латекса или в диапазоне от 0,25 до 6% от массы латекса. Как отмечено в таблице выше, в латексе может присутствовать буфер в количестве, необходимом для достижения значения рН, требуемого для иницирования реакции полимеризации и являющегося зависимым от инициатора. Обычно значение рН, требуемое для иницирования реакции, находится в диапазоне от 6,5 до 10.

При использовании в реакционной смеси ингибитора образования гидратов он может присутствовать в образующемся в результате латексе в количестве, которое обеспечивает массовое соотношение ингибитора образования гидратов к воде, находящееся в диапазоне от примерно 1:10 до примерно 10:1, в диапазоне от примерно 1:5 до примерно 5:1 или в диапазоне от 2:3 до примерно 3:2. Альтернативно, ингибитор образования гидратов полностью или частично можно вводить в латекс после проведения полимеризации для обеспечения желаемого количества ингибитора образования гидратов в дисперсионной фазе латекса.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения получаемый эмульсионной полимеризацией снижающий сопротивление течению полимер дисперсионной фазы латекса может обладать средне-весовой молекулярной массой ( $M_w$ ) по меньшей мере примерно  $1 \times 10^6$  г/моль по меньшей мере примерно  $2 \times 10^6$  г/моль или по меньшей мере  $5 \times 10^6$  г/моль. Средний размер коллоидных частиц получаемого эмульсионной полимеризацией снижающего сопротивление течению полимера может составлять менее чем примерно 10 микрометров, менее чем примерно 1000 нм (1 микрометр), в диапазоне от примерно 10 до примерно 500 нм или в диапазоне от 50 до 250 нм. Размер по меньшей мере примерно 95 вес.% коллоидных частиц может превышать примерно 10 нм и быть менее примерно 500 нм. Размер по меньшей мере примерно 95 вес.% частиц может превышать примерно 25 нм и быть менее примерно 250 нм. Дисперсионная фаза может обладать значением рН, находящимся в диапазоне от примерно 4 до примерно 10 или в диапазоне от примерно 6 до примерно 8, и содержать небольшое количество, если таковые присутствуют, многовалентных катионов.

Как упомянуто выше, снижающие сопротивление течению композиции по настоящему изобретению могут включать по меньшей мере два различных снижающих сопротивление течению полимера. В одном варианте осуществления снижающая сопротивление течению композиция может включать частицы вышеописанного полученного полимеризацией в массе полимера и вышеописанного полученного эмульсионной полимеризацией полимера. Снижающую сопротивление течению композицию по настоящему изобретению можно получить, диспергируя частицы получаемого полимеризацией в массе полимера в дисперсионной фазе вышеописанного латекса, содержащего частицы получаемого эмульсионной полимеризацией полимера. Диспергированные частицы получаемого полимеризацией в массе полимера могут находиться в виде суспензии в снижающей сопротивление течению композиции.

В одном варианте осуществления суммарная концентрация всех снижающих сопротивление течению полимеров в снижающей сопротивление течению композиции может составлять по меньшей мере примерно 35 вес.%, находиться в диапазоне от примерно 40 до примерно 75 вес.% или в диапазоне от 45 до 65 вес.%. При этом снижающая сопротивление течению композиция может включать частицы вышеописанного получаемого полимеризацией в массе полимера в количестве по меньшей мере примерно 5 вес.% или находиться в диапазоне от примерно 10 до примерно 30 вес.% от полной массы снижающей сопротивление течению композиции. Кроме того, снижающая сопротивление течению композиция может включать частицы вышеописанного получаемого эмульсионной полимеризацией полимера в количестве по меньшей мере примерно 10 вес.% или находиться в диапазоне от примерно 15 до примерно 50 вес.% от полной массы снижающей сопротивление течению композиции.

В одном варианте осуществления снижающая сопротивление течению композиция по настоящему изобретению может включать вышеупомянутый разделяющий агент в снижающей сопротивление течению композиции в количестве менее чем примерно 10 вес.%, менее чем примерно 5 вес.% или менее чем примерно 2 весовых процента. При этом снижающая сопротивление течению композиция может включать поверхностно-активное вещество в количестве, находящемся в диапазоне от примерно 0,1 до 10 вес.% от массы композиции, в диапазоне от 0,25 до 6 вес.% от массы композиции.

В одном варианте осуществления настоящего изобретения вышеописанные снижающие сопротивление течению полимеры можно вводить в углеводородсодержащую жидкость. В одном варианте осуществления снижающие сопротивление течению полимеры можно вводить в углеводородсодержащую жидкость совместно в виде вышеописанной снижающей сопротивление течению композиции. В альтернативном варианте осуществления вышеописанные снижающие сопротивление течению полимеры можно вводить в углеводородсодержащую жидкость по отдельности. Термин "по отдельности" в том виде, в котором его используют в данном документе в применении к введению снижающих сопротивление течению полимеров в углеводородсодержащую жидкость, должен охватывать введение в одно и то же время в различных местах, введение в разное время в одном и том же месте и введение в разное время в различных местах в углеводородсодержащую жидкость.

Затем образующуюся в результате, подвергнутую обработке углеводородсодержащую жидкость можно перекачивать по трубопроводу. Углеводородсодержащая жидкость может включать жидкофазный углеводород, не являющийся жидкофазным углеводород и/или не являющийся углеводородом жидкость. В одном варианте осуществления углеводородсодержащая жидкость может включать по меньшей мере примерно 50 вес.% жидкофазного углеводорода. Кроме того, углеводородсодержащая жидкость может представлять собой неочищенную нефть.

Образующаяся в результате подвергнутая обработке углеводородсодержащая жидкость может включать снижающие сопротивление течению полимеры в суммарном количестве, достаточном для достижения уменьшения сопротивления течению, обусловленного турбулентностью потока углеводородсодержащей жидкости по трубопроводу. В одном варианте осуществления суммарная концентрация снижающих сопротивление течению полимеров в подвергнутой обработке углеводородсодержащей жидкости может находиться в диапазоне от примерно 0,1 до примерно 500 вес.ч. на миллион, в диапазоне от примерно 0,5 до примерно 200 вес.ч. на миллион, в диапазоне от примерно 1 до примерно 100 вес.ч. на миллион или в диапазоне от 2 до 50 вес.ч. на миллион. В одном варианте осуществления в углеводород-

содержащей жидкости можно растворять по меньшей мере примерно 50 вес.%, по меньшей мере примерно 75 вес.% или по меньшей мере 95 вес.% частиц снижающих сопротивление течению полимеров каждого сорта.

Применение снижающих сопротивление течению веществ в настоящем изобретении может обеспечить достижение существенного выраженного в процентах снижения сопротивления течению. Например, присутствие снижающих сопротивление течению веществ может обеспечить достижение выраженного в процентах снижения сопротивления течению по меньшей мере примерно на 5 процентов или по меньшей мере на 10 процентов. Значения выраженного в процентах снижения сопротивления течению и способ, с помощью которого его рассчитывают, более полно описаны в приведенных ниже примерах.

### Примеры

Приведенные ниже примеры предназначены для иллюстрации настоящего изобретения для того, чтобы научить неквалифицированного в данной области техника специалиста реализации и применению изобретения, и не подразумевают, что они каким-либо способом ограничивают объем данного изобретения.

Способ испытания.

В примерах, которые приведены ниже, для определения снижения сопротивления течению в дизельном топливе в техническом петлевом устройстве диаметром 2 дюйма (0,0508 м) использовали описанный ниже способ испытания. На фиг. 1 изображено техническое петлевое рециркуляционное устройство для проведения испытаний, подходящее для использования при проведении нижеследующих испытаний. Используемое при испытании дизельное топливо первоначально нагревали до температуры 110°F (316 К) путем нагревания резервуара 10 для хранения дизельного топлива до температуры 110°F (316 К). Во всех описанных ниже испытаниях в ходе испытания температуру дизельного топлива поддерживали равной 110°F±2°F (316 К±1,5 К). Уровень дизельного топлива в резервуаре 10 для хранения регулировали до необходимого уровня, так чтобы общий объем дизельного топлива в петлевом устройстве 14 и резервуаре 10 для хранения (то есть в полной системе технического петлевого устройства) составлял приблизительно 600 галлонов (273 м<sup>3</sup>).

Скорость перемешивания мешалки в резервуаре 10 для хранения устанавливали на 10 процентов (60 об./мин) и оставляли таковой в течение всего испытания. Предназначение мешалки заключается в обеспечении эффективного теплопереноса к охлаждающей/нагревающей рубашке (не изображена) на резервуаре 10 для хранения для поддержания температуры дизельного топлива на всем протяжении испытания. Как только температура дизельного топлива в резервуаре 10 для хранения достигала заданной температуры, дизельному топливу позволяли циркулировать по всему петлевому устройству. Винтовой насос 12 с низким сдвиговым напряжением применяли для достижения циркуляции дизельного топлива. Средняя скорость потока дизельного топлива через гидравлический испытательный стенд 14 замкнутого типа в ходе каждого из приведенных ниже испытаний составляла приблизительно 40,5 галлонов (18,4 м<sup>3</sup>) в минуту. Базовый перепад давления устанавливали за промежуток времени несколько минут до введения снижающего сопротивление течению вещества, которое следовало подвергнуть испытанию.

Беспримесный образец снижающего сопротивление течению вещества, которое необходимо испытать, загружали в инжекционный насос 16. После установления вышеупомянутого базового состояния образец снижающего сопротивление течению вещества полностью непрерывно инжестировали в гидравлический испытательный стенд 14 замкнутого типа через трубу 18 в течение промежутка времени, равного двум минутам. Труба 18 выдается до осевой линии 2-дюймовой (0,0508 м) трубы гидравлического испытательного стенда 14 замкнутого типа. Однократно подвергнутое обработке дизельное топливо возвращалось обратно в резервуар 10 для хранения, вся система была гомогенной при заданной концентрации. Концентрация снижающего сопротивление течению вещества в дизельном топливе зависит от испытания и описана более подробно ниже. Датчик перепада давления (не изображен) на петлевом трубопроводе 14 измерял перепад давления в одном 88-футовом (26,8224 м) сегменте петлевого трубопровода 14 в течение промежутка времени, равного 6 ч. По завершении испытания переданные датчиком перепада давления данные анализировали, корректировали с учетом любых изменений скорости потока и приводили в виде зависимостей выраженного в процентах снижения сопротивления течению от времени. Результаты обсуждены более подробно ниже.

Выраженное в процентах снижение сопротивления течению рассчитывали с помощью приведенной ниже формулы.

Формула (1):

$$\%DR = ((\Delta P_{f,base} - \Delta P_{f,treated}) / (\Delta P_{f,base})) \times 100\%,$$

где %DR = выраженное в процентах снижение сопротивления течению;

$\Delta P_{f,base}$  = базовые потери давления на трение при отсутствии обработки снижающим сопротивление течению веществом; и

$\Delta P_{f,treated}$  = потери давления на трение после обработки снижающим сопротивление течению веществом.

Выраженное в процентах снижение сопротивления течению рассчитывали для каждого относящегося к данному моменту времени измерения при испытании (примерно один раз в секунду). Формула (1) является верной для постоянной скорости потока. Поскольку скорость потока неуклонно уменьшается в ходе испытания, в базовые потери давления на трение вносили поправку, учитывающую каждую относящуюся к данному моменту времени скорость потока для расчета мгновенного выраженного в процентах снижения сопротивления течению. Эту поправку осуществляли, применяя приведенную ниже формулу для каждого измерения.

Формула (2):

$$\Delta P_{f,base|Q} = (Q/Q_{base})^n \times \Delta P_{f,base},$$

где  $\Delta P_{f,base|Q}$  = базовые потери давления на трение при Q;

Q = мгновенная объемная скорость потока;

$Q_{base}$  = средняя объемная скорость потока при  $\Delta P_{f,base}$ ;

n = логарифмическая экспонента в соотношении скорости потока/падения давления; и

$\Delta P_{f,base}$  = базовые потери давления на трение.

Как было определено, величина n (логарифмическая экспонента) составляет 1,82, что принимали в качестве величины, используемой во всех расчетах для каждого из испытаний из приведенных ниже примеров.

Кроме того, мгновенное выраженное в процентах снижение сопротивления течению, среднее снижение сопротивления течению за промежуток времени 6 часов рассчитывали для каждого из испытаний из приведенных ниже примеров.

Пример 1. Получение образцов снижающего сопротивление течению вещества.

Получение снижающего сопротивление течению вещества Drag Reducer A.

Снижающее сопротивление течению вещество A получали эмульсионной полимеризацией, используя приведенный ниже способ.

Полимеризацию осуществляли в реакторе из нержавеющей стали объемом 185 галлонов (84,1 м<sup>3</sup>), снабженном рубашкой, механической мешалкой, термопарой, загрузочными отверстиями и входными/выходными отверстиями для азота. В реактор загружали 440 фунтов (199,5806 кг) мономера (2-этилгексилметакрилат), 567,9 фунтов (257,5951 кг) деионизованной воды, 41,4 фунта (18,7787 кг) Polyster B-5 (поверхностно-активное вещество, доступное от Stepan Company of Northfield, Illinois), 44 фунта (19,9581 кг) Tergitol 15-S-7 (поверхностно-активное вещество, доступное от Dow Chemical Company of Midland, Michigan), 1,24 фунта (0,5625 кг) дигидрофосфата калия (pH-буфер), 0,97 фунта (0,4400 кг) гидроортофосфата калия (pH-буфер) и 33,2 грамма пересульфата аммония, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (окислитель).

Смесь мономера с водой перемешивали со скоростью 110 об/мин при пропускании азота для удаления любых следов кислорода в реакторе и охлаждали до температуры примерно 41°F (до примерно 278 К). Добавляли два поверхностно-активных вещества и скорость перемешивания уменьшали до 80 об/мин для остатка порции. Затем вводили буферы и окислитель. Реакцию полимеризации инициировали, добавляя в реактор 4,02 г железоаммониевых квасцов, Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O в растворе 0,010 М серной кислоты, растворенной в деионизованной воде, при концентрации 1117 миллионных долей (ppm) при скорости 5 г/мин. Раствор вводили в течение 10 часов для осуществления полимеризации. Образующийся в результате латекс выдавливали из реактора через 5-микронный мешочный фильтр и сохраняли.

Образующееся в результате снижающее сопротивление течению вещество представляло собой латекс, содержащий поли(2-этилгексилметакрилат) в качестве активного ингредиента. Содержание твердых веществ в образце составляло 45,12 вес.%, а номинальное содержание полимера составляло 40 процентов. Плотность образца составляла 1,0005 г/мл (1000,5 кг/м<sup>3</sup>). Жидкостью-носителем являлась 100% вода.

Получение снижающего сопротивление течению вещества Drag Reducer B.

Снижающее сопротивление течению вещество B получали эмульсионной полимеризацией, используя приведенный ниже способ. Полимеризацию осуществляли в реакторе из нержавеющей стали объемом 185 галлонов (84,1 м<sup>3</sup>), снабженном рубашкой, механической мешалкой, термопарой, загрузочными отверстиями и входными/выходными отверстиями для азота. В реактор загружали 440 фунтов (199,5806 кг) мономера (2-этилгексилметакрилат), 288,9 фунтов (131,0428 кг) деионизованной воды, 279,0 фунтов (126,5523 кг) моноэтиленгликоля, 41,4 фунта (18,7787 кг) Polyster B-5 (поверхностно-активное вещество, доступное от Stepan Company of Northfield, Illinois), 44 фунта (19,9581 кг) Tergitol 15-S-7 (поверхностно-активное вещество, доступное от Dow Chemical Company of Midland, Michigan), 1,24 фунта (0,5625 кг) дигидрофосфата калия (pH-буфер), 0,97 фунта (0,4400 кг) гидроортофосфата калия (pH-буфер) и 33,2 грамма пересульфата аммония, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (окислитель).

Смесь мономера, воды и моноэтиленгликоля перемешивали со скоростью 110 об/мин при пропускании азота для удаления любых следов кислорода в реакторе и охлаждали до температуры примерно 41°F (278 К). Добавляли два поверхностно-активных вещества и скорость перемешивания уменьшали до 80 об/мин для остатка порции. Затем вводили буферы и окислитель. Реакцию полимеризации инициировали, добавляя в реактор 4,02 г железоаммониевых квасцов, Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, в растворе 0,010 М

серной кислоты в деионизованной воде при концентрации 1117 миллионных долей при скорости 5 г/мин. Раствор вводили в течение 10 ч для осуществления полимеризации. Образующийся в результате латекс выдавливали из реактора через 5-микронный мешочный фильтр и сохраняли.

Образующееся в результате снижающее сопротивление течению вещество представляло собой латекс, содержащий поли(2-этилгексилметакрилат) в качестве активного ингредиента. Содержание твердых веществ в образце составляло 44,85 вес.%, а номинальное содержание полимера составляло 40%. Плотность образца составляла 1,0318 г/мл (1031,8 кг/м<sup>3</sup>). Жидкостью-носителем являлась смесь, содержащая приблизительно 50 вес.% воды и 50 вес.% моноэтиленгликоля по массе.

LP 100.

LIQUIDPOWER 100 (LP 100) подвергали различным испытаниям, описанным ниже, и сравнивали с исследуемыми снижающими сопротивление течению композициями по настоящему изобретению, Hybrid 1 и Hybrid 2, описанными ниже. LP 100 представляет собой снижающий сопротивление течению агент, включающий поли-альфа-олефины. Конкретно, LP 100 включает поли(1-децен). В приведенных ниже примерах содержание полимера в используемом образце LP 100 составляло 22,69 вес.%, а плотность составляла 8,06 фунтов/галлон (804,2 кг/м<sup>3</sup>). LP 100 коммерчески доступен от ConocoPhillips Specialty Products Inc.

Hybrid 1.

Hybrid 1 представлял собой физическую смесь LP 100 и Drag Reducer A, оба из которых описаны выше. Массовое отношение количеств LP 100 к Drag Reducer A в смеси Hybrid 1 составляло 1,1345:1, которое обеспечивало массовое соотношение количеств активных ингредиентов поли(1-децена) к поли(2-этилгексилметакрилату), равное 1:2. Общее содержание полимера в смеси Hybrid 1 составляло 31,91 вес.%. Для сохранения гомогенности смесь Hybrid 1 периодически встряхивали. После встряхивания к смеси Hybrid 1 добавляли несколько капель противопенистого средства для минимизации вспенивания.

Hybrid 2.

Hybrid 2 представлял собой физическую смесь LP 100 и Drag Reducer B, оба из которых описаны выше. Массовое отношение количеств LP 100 к Drag Reducer B в смеси Hybrid 2 составляло 1,1345:1, которое обеспечивало массовое соотношение количеств активных ингредиентов поли(1-децена) к поли(2-этилгексилметакрилату), равное 1:2. Общее содержание полимера в смеси Hybrid 2 составляло 31,91 вес.%. Для сохранения гомогенности смесь Hybrid 2 периодически встряхивали. После встряхивания к смеси Hybrid 2 добавляли несколько капель противопенистого средства для минимизации вспенивания.

Пример 2. Определение выраженного в процентах снижения сопротивления течению.

Проводили восемь испытаний, используя различные концентрации снижающих сопротивление течению веществ, описанных в примере 1. В табл. 1 приведены составы образцов, использованных в каждом из восьми испытаний.

Таблица 1. Составы образцов

Номер испытания	Продукт	Концентрация полимера в дизельном топливе (миллионные доли)
1	LP 100	2
2	LP 100	6
3	Drag Reducer A	4
4	Drag Reducer A	6
5	Drag Reducer B	4
6	Drag Reducer B	6
7	Hybrid 1	6*
8	Hybrid 2	6*

\*Общая концентрация полимера в дизельном топливе в гидравлическом испытательном стенде замкнутого типа для испытания смеси Hybrid 16 миллионных долей состояла из эквивалента 2 миллионных долей полимера, присутствующего в LP 100, и эквивалента 4 миллионных долей полимера, присутствующего в Drag Reducer A. Аналогично, общая концентрация полимера в дизельном топливе в гидравлическом испытательном стенде замкнутого типа для испытания смеси Hybrid 26 миллионных долей состояла из эквивалента 2 миллионных долей полимера, присутствующего в LP 100, и эквивалента 4 миллионных долей полимера, присутствующего в Drag Reducer B.

Каждое из восьми испытаний осуществляли согласно описанному выше способу проведения испы-

таний для того, чтобы определить выраженное в процентах снижение сопротивления течению в дизельном топливе для каждого образца, указанного в табл. 1. Результаты каждого испытания проиллюстрированы на фиг. 2-5.

На фиг. 2 представлена зависимость выраженное в процентах снижения сопротивления течению от времени для испытаний под номерами 1, 2, 3, 4 и 7. На фиг. 3 изображена зависимость, показывающая данные для тех же номеров испытаний, как и те, которые приведены на фиг. 2, но к ним для сравнения с максимально ожидаемым выраженным в процентах снижением сопротивления течению для взятых вместе образцов с полученными для испытания под номером 7 (Hybrid 1) экспериментальными результатами добавлены результаты для испытаний под номерами 1 и 3. Среднее значение выраженное в процентах снижения сопротивления течению за все время 6-часового испытания рассчитывали для каждого испытания на основании результатов, представленных на фиг. 2. Кроме того, рассчитывали сумму средних значений выраженное в процентах снижения сопротивления течению для испытаний 1 и 3. Результаты этих расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Средние значения выраженное в процентах снижения сопротивления течению

Номер испытания	Продукт (концентрация полимера)	Среднее значение выраженное в процентах снижения сопротивления течению за 6 часов
1	LP 100 (2 миллионные доли)	8,84
2	LP 100 (6 миллионных долей)	30,40
3	Drag Reducer A (снижающее сопротивление течению вещество A) (4 миллионных доли)	2,41
4	Drag Reducer A (6 миллионных долей)	3,36
Суммарное значение для 1 и 3		11,25
7	Hybrid 1 (2 миллионные доли LP 100, 4 миллионных доли Drag Reducer A)	13,54

Как можно видеть, рассматривая фиг. 3, зависимость для испытания под номером 7 (Hybrid 1) характеризуется пролонгированным "пиковым" выраженным в процентах снижением сопротивления течению, наиболее эффективное снижение сопротивления течению тем самым происходит в течение более длительного промежутка времени по сравнению с зависимостью, суммирующей зависимости для испытаний под номерами 1 и 3. Кроме того, как с очевидностью следует из рассмотрения табл. 2, для испытания под номером 7 (Hybrid 1) проявляется более высокое среднее за 6-часовой промежуток времени значение выраженное в процентах снижения сопротивления течению по сравнению с суммарным значением для испытаний под номерами 1 и 3, несмотря на то, что концентрации полимеров являются такими же, как и в случае объединения испытаний под номерами 1 и 3. Таким образом, из этого следует, что при объединении двух полимеров различного типа, присутствующих в LP 100 и Drag Reducer A, проявляется синергетический эффект.

На фиг. 4 представлена зависимость выраженное в процентах снижения сопротивления течению от времени для испытаний под номерами 1, 2, 5, 6 и 8. На фиг. 5 изображена зависимость, показывающая данные для тех же номеров испытаний, как и те, которые приведены на фиг. 4, но к ним для сравнения с максимально ожидаемым выраженным в процентах снижением сопротивления течению для взятых вместе образцов с полученными для испытания под номером 8 (Hybrid 2) экспериментальными результатами добавлены результаты для испытаний под номерами 1 и 5. Среднее значение выраженное в процентах снижения сопротивления течению за все время 6-часового испытания рассчитывали для каждого испытания на основании результатов, представленных на фиг. 4. Кроме того, рассчитывали сумму средних значений выраженное в процентах снижения сопротивления течению для испытаний 1 и 5. Результаты этих расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3. Средние значения выраженного в процентах снижения сопротивления течению

Номер испытания	Продукт (концентрация полимера)	Среднее значение выраженного в процентах снижения сопротивления течению за 6 часов
1	LP 100 (2 миллионные доли)	8,84
2	LP 100 (6 миллионных долей)	30,40
5	Drag Reducer B (снижающее сопротивление течению вещество B) (4 миллионных доли)	4,26
6	Drag Reducer B (6 миллионных долей)	5,39
Суммарное значение для 1 и 5		13,10
8	Hybrid 2 (2 миллионные доли LP 100, 4 миллионных доли Drag Reducer B)	16,24

Как можно видеть на фиг. 5, зависимость для испытания под номером 8 (Hybrid 2) характеризуется пролонгированным "пиковым" выраженным в процентах снижением сопротивления течению, наиболее эффективное снижение сопротивления течению тем самым происходит в течение более длительного промежутка времени по сравнению с зависимостью, суммирующей зависимости для испытаний под номерами 1 и 5. Кроме того, как с очевидностью следует из табл. 3, для испытания под номером 8 (Hybrid 2) проявляется более высокое среднее за 6-часовой промежуток времени значение выраженного в процентах снижения сопротивления течению по сравнению с суммарным значением для испытаний под номерами 1 и 5, несмотря на то, что концентрации полимеров являются такими же, как и в случае объединения испытаний под номерами 1 и 5. Таким образом, как и в случае обсужденного выше испытания под номером 7 (Hybrid 1), из этого следует, что при объединении двух полимеров различного типа, присутствующих в LP 100 и Drag Reducer B, проявляется синергетический эффект.

#### Диапазоны числовых значений

В настоящем описании для представления в количественной форме некоторых относящихся к данному изобретению параметров используют диапазоны числовых значений. Необходимо понимать, что при предоставлении диапазонов числовых значений подобные диапазоны необходимо расценивать как обуславливающие литеральное основание для ограничений формулы изобретения, которые исключительно указывают нижнее значение диапазона, а также ограничения формулы изобретения, которые исключительно указывают верхнее значение диапазона. Например, раскрытый диапазон числовых значений от 10 до 100 предоставляет точное основание для пункта формулы изобретения, указывающего "более 10" (без верхних ограничений), и пункта формулы изобретения, указывающего "менее 100" (без нижних ограничений).

#### Определения

Термины "включающий(ая)", "включает" и "включают" в том виде, в котором их используют в данном документе, представляют собой не связанные условиями переходные термины, применяемые для перехода от предмета, описанного перед данным термином, к одному или нескольким элементам, описанному(ым) после данного термина, где данный элемент или элементы, перечисленный(ые) после переходного термина, не является (не являются) обязательно единственными элементами, который(ые) составляют данный предмет.

Термины "охватывающий(ая)", "охватывает" и "охватывают" в том виде, в котором их используют в данном документе, обладают таким же не связанным условиями значением, как и "включающий(ая)", "включает" и "включают".

Термины "обладающий(ая)", "обладает" и "обладают" в том виде, в котором их используют в данном документе, обладают таким же не связанным условиями значением, как и "включающий(ая)", "включает" и "включают".

Термины "содержащий(ая)", "содержит" и "содержат" в том виде, в котором их используют в данном документе, обладают таким же не связанным условиями значением, как и "включающий(ая)", "включает" и "включают".

Артикли "a", "an", "the" и термин "вышеупомянутый" в том виде, в котором их используют в данном документе, означают один(одну/одно) или несколько.

Термин "и/или" при применении к списку из двух или более предметов в том виде, в котором его используют в данном документе, означает, что любой из перечисленных предметов можно использовать сам по себе или можно использовать любую комбинацию двух или более перечисленных предметов. Например, в том случае, когда композицию описывают как содержащую компоненты А, В и/или С, данная композиция может содержать только А, только В, только С, комбинацию А и В, комбинацию А и С, комбинацию В и С или комбинацию А, В и С.

#### Пункты формулы изобретения, не ограниченные раскрытыми вариантами осуществления

Предпочтительные формы данного изобретения, описанные выше, следует применять только в качестве иллюстрации и их не следует использовать в ограничивающем смысле для интерпретации объема настоящего изобретения. Очевидные модификации примеров осуществления, изложенных выше, могут быть с легкостью осуществлены квалифицированными в данной области техники специалистами без отклонения от сути настоящего изобретения.

Авторы данного изобретения настоящим заявляют о своем намерении полагаться на доктрину эквивалентов для определения и оценки точного объема настоящего изобретения в отношении к любому устройству, не отклоняющемуся существенно, однако вне литерального объема данного изобретения, как изложено в приведенной ниже формуле изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Снижающая сопротивление течению жидкости композиция, включающая:

(а) множество первых частиц, содержащих снижающий сопротивление течению поли-альфа-олефиновый полимер, и

(б) множество вторых частиц, содержащих снижающий сопротивление течению полимер, не являющийся поли-альфа-олефином, где по меньшей мере часть вторых частиц получена эмульсионной полимеризацией;

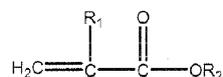
где композиция имеет суммарную концентрацию снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера и снижающего сопротивление течению полимера, не являющегося поли-альфа-олефином, по меньшей мере 35 вес.%.

2. Композиция по п.1, где композиция имеет концентрацию снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера в диапазоне от 10 до 30 вес.% и концентрацию снижающего сопротивление течению полимера, не являющегося поли-альфа-олефином, в диапазоне от 15 до 50 вес.%.

3. Композиция по п.1, в которой снижающий сопротивление течению поли-альфа-олефиновый полимер содержит повторяющиеся звенья из остатков одного или нескольких альфа-олефиновых мономеров, содержащих от 2 до 40 атомов углерода.

4. Композиция по п.1, в которой снижающий сопротивление течению полимер, не являющийся поли-альфа-олефином, содержит повторяющиеся звенья из остатков одного или нескольких мономеров, выбранных из группы, состоящей из

(А)



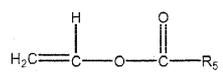
где R<sub>1</sub> является H или C1-C10 алкильным радикалом, а R<sub>2</sub> является H, C1-C30 алкильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, арилзамещенным C1-C10 алкильным радикалом, -(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)<sub>x</sub>-R<sub>A</sub> или -(CH<sub>2</sub>CH(CH<sub>3</sub>)O)<sub>x</sub>-R<sub>A</sub> радикалом, где x находится в диапазоне от 1 до 50, а R<sub>A</sub> является H, C1-C30 алкильным радикалом или C6-C30 алкиларильным радикалом;

(В)

R<sub>3</sub>-арен-R<sub>4</sub>,

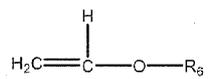
где арен является фенилом, нафтилом, антраценилом или фенантренилом, R<sub>3</sub> представляет собой CH=CH<sub>2</sub> или CH<sub>3</sub>-C=CH<sub>2</sub>, а R<sub>4</sub> является H, C1-C30 алкильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом, Cl, SO<sub>3</sub>, OR<sub>B</sub> или COOR<sub>C</sub>, где R<sub>B</sub> представляет собой H, C1-C30 алкильный радикал, C5-C30 замещенный или незамещенный циклоалкильный радикал, C6-C20 замещенный или незамещенный арильный радикал или арилзамещенный C1-C10 алкильный радикал, и где R<sub>C</sub> является H, C1-C30 алкильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом или арилзамещенным C1-C10 алкильным радикалом;

(C)



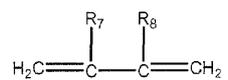
где R<sub>5</sub> является H, C1-C30 алкильным радикалом или C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом;

(D)



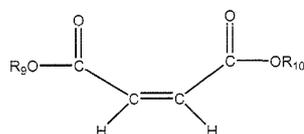
где R<sub>6</sub> является H, C1-C30 алкильным радикалом или C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом;

(E)



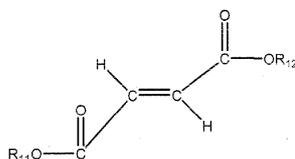
где R<sub>7</sub> является H, C1-C18 алкильным радикалом, а R<sub>8</sub> является H, C1-C18 алкильным радикалом или Cl;

(F)



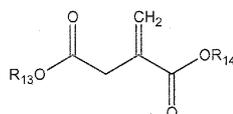
где R<sub>9</sub> и R<sub>10</sub> независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(G)



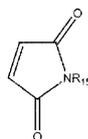
где R<sub>11</sub> и R<sub>12</sub> независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(H)



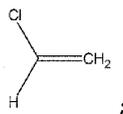
где R<sub>13</sub> и R<sub>14</sub> независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(I)

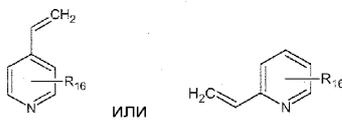


где R<sub>15</sub> является H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(J)

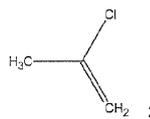


(K)

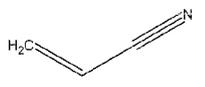


где  $R_{16}$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, или C6-C20 арильным радикалом;

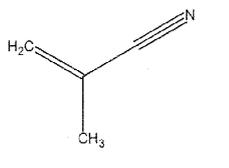
(L)



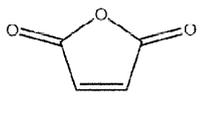
(M)



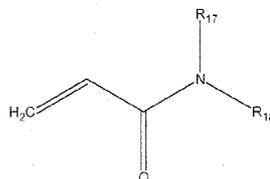
(N)



(O)

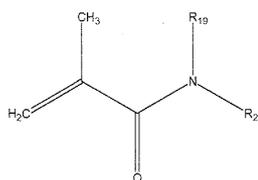


(P)



где  $R_{17}$  и  $R_{18}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами; и

(Q)



где  $R_{19}$  и  $R_{20}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами.

5. Композиция по п.1, в которой снижающий сопротивление течению полимер, не являющийся поли-альфа-олефином, содержит повторяющиеся звенья из остатков C4-C20 алкильных, C6-C20 замещенных или незамещенных арильных или арилзамещенных C1-C10 алкильных сложноэфирных производных мономеров метакриловой кислоты или акриловой кислоты.

6. Композиция по п.1, в которой снижающий сопротивление течению полимер, не являющийся поли-альфа-олефином, содержит повторяющиеся звенья из остатков 2-этилгексилметакрилатных мономеров и/или остатков бутилакрилатных мономеров.

7. Способ получения снижающей сопротивление течению жидкости композиции, включающий:

(а) полимеризацию одного или нескольких мономеров в массе для получения снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера,

(б) низкотемпературное измельчение по меньшей мере части снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера для получения множества первых частиц, включающих по меньшей мере часть снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера,

(с) эмульсионную полимеризацию одного или нескольких мономеров для получения множества вторых частиц, состоящих из снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера, не являющегося поли-альфа-олефином, где по меньшей мере часть вторых частиц диспергирована в дисперсионной фазе, и

(d) диспергирование по меньшей мере части первых частиц в дисперсионной фазе;

где композиция имеет концентрацию снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера в диапазоне от 10 до 30 вес.% и концентрацию снижающего сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера, не являющегося поли-альфа-олефином, в диапазоне от 15 до 50 вес.%, причём суммарная концентрация снижающих сопротивление течению поли-альфа-олефинового полимера и полимера, не являющегося поли-альфа-олефином, в композиции составляет по меньшей мере 35 вес.%.

8. Способ по п.7, при котором средний размер первых частиц находится в диапазоне от 25 до 1500 мкм и где средний размер вторых частиц составляет менее чем 10 мкм.

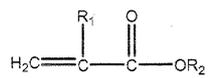
9. Способ по п.7, при котором средний размер первых частиц находится в диапазоне от 100 до 700 мкм и где средний размер вторых частиц находится в диапазоне от 10 до 500 нм.

10. Способ по п.7, при котором дисперсионная среда включает воду и/или спирт, где спирт содержит одну или несколько гидроксильных групп.

11. Способ по п.7, при котором мономеры, используемые на стадии (а), включают один или несколько альфа-олефиновых мономеров, содержащих от 2 до 40 атомов углерода.

12. Способ по п.7, при котором мономеры, используемые на стадии (с), включают один или несколько мономеров, выбранных из группы, состоящей из

(A)



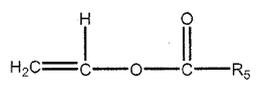
где  $R_1$  является H или C1-C10 алкильным радикалом, а  $R_2$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, арилзамещенным C1-C10 алкильным радикалом,  $-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_x-\text{R}_A$  или  $-(\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O})_x-\text{R}_A$  радикалом, где  $x$  находится в диапазоне от 1 до 50, а  $R_A$  является H, C1-C30 алкильным радикалом или C6-C30 алкиларильным радикалом;

(B)



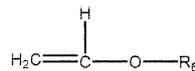
где арен является фенилом, нафтилом, антраценилом или фенантренилом,  $R_3$  представляет собой  $\text{CH}=\text{CH}_2$  или  $\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2$ , а  $R_4$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом, Cl,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{OR}_B$  или  $\text{COOR}_C$ , где  $R_B$  представляет собой H, C1-C30 алкильный радикал, C5-C30 замещенный или незамещенный циклоалкильный радикал, C6-C20 замещенный или незамещенный арильный радикал или арилзамещенный C1-C10 алкильный радикал, и где  $R_C$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом или арилзамещенным C1-C10 алкильным радикалом;

(C)



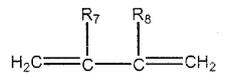
где  $R_5$  является H, C1-C30 алкильным радикалом или C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом;

(D)



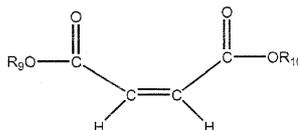
где  $\text{R}_6$  является H, C1-C30 алкильным радикалом или C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом;

(E)



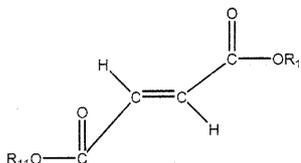
где  $\text{R}_7$  является H, C1-C18 алкильным радикалом, а  $\text{R}_8$  является H, C1-C18 алкильным радикалом или Cl;

(F)



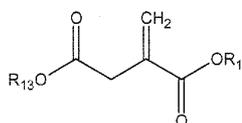
где  $\text{R}_9$  и  $\text{R}_{10}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(G)



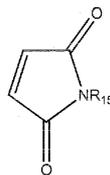
где  $\text{R}_{11}$  и  $\text{R}_{12}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(H)



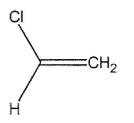
где  $\text{R}_{13}$  и  $\text{R}_{14}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(I)

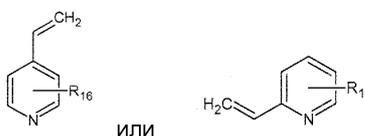


где  $\text{R}_{15}$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами;

(J)

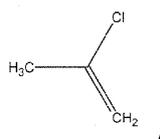


(K)

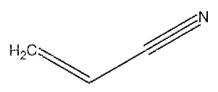


где  $R_{16}$  является H, C1-C30 алкильным радикалом, или C6-C20 арильным радикалом;

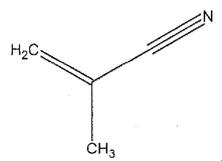
(L)



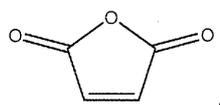
(M)



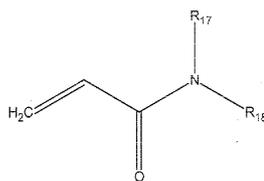
(N)



(O)

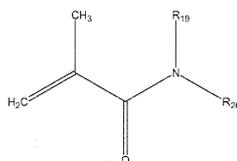


(P)



где  $R_{17}$  и  $R_{18}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами; и

(Q)



где  $R_{19}$  и  $R_{20}$  независимо являются H, C1-C30 алкильным радикалом, C6-C20 замещенным или незамещенным арильным радикалом, C5-C30 замещенным или незамещенным циклоалкильным радикалом или гетероциклическими радикалами.

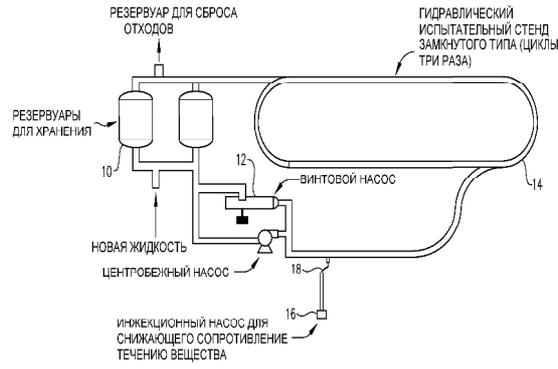
13. Способ уменьшения падения давления, обусловленного турбулентностью потока углеводородсодержащей жидкости в трубопроводе, включающий:

(а) введение в углеводородсодержащую жидкость множества первых частиц, содержащих снижающий сопротивление течению поли-альфа-олефиновый полимер, и множества вторых частиц, содержащих снижающий сопротивление течению не являющийся поли-альфа-олефином полимер, и

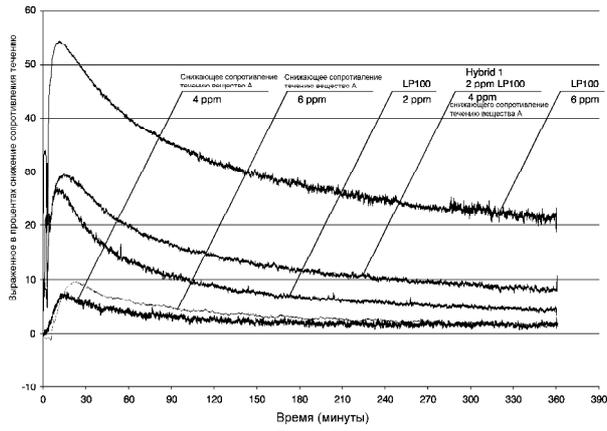
(б) перекачку полученной углеводородсодержащей жидкости по трубопроводу, где по меньшей мере часть вторых частиц получают эмульсионной полимеризацией, где первые и вторые частицы вводят в углеводородсодержащую жидкость либо совместно, либо по отдельности;

где первые и вторые частицы совместно вводят в углеводородсодержащую жидкость в виде снижающей сопротивление течению композиции, в которой суммарная концентрация поли-альфа-олефинового и не являющегося поли-альфа-олефином снижающих сопротивление течению полимеров составляет по меньшей мере 35 вес.%.

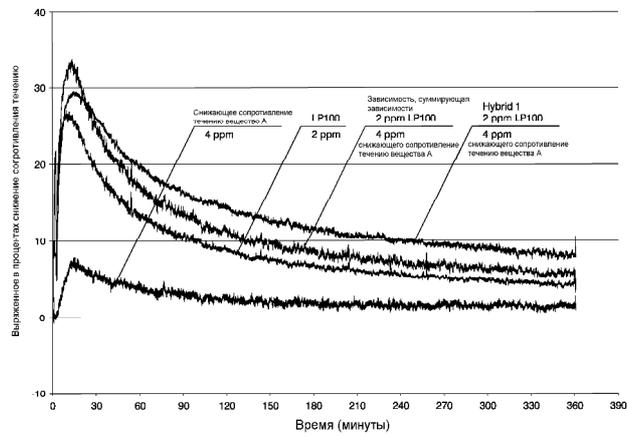
14. Способ по п.13, при котором углеводородсодержащая жидкость содержит жидкофазный углеводород, не являющийся жидкофазным углеводород и/или не являющуюся углеводородом жидкость, причем указанная углеводородсодержащая жидкость содержит по меньшей мере 50 вес.% жидкофазного углеводорода.



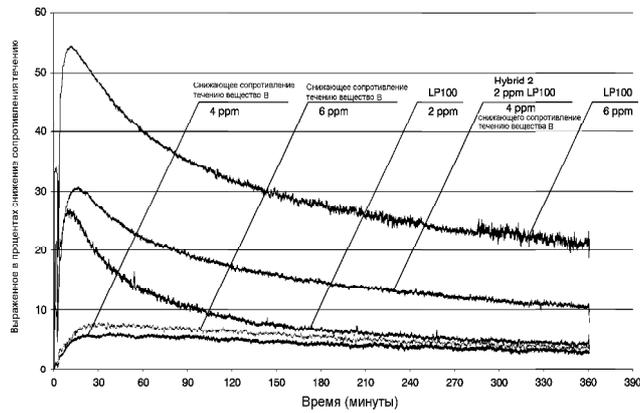
Фиг. 1



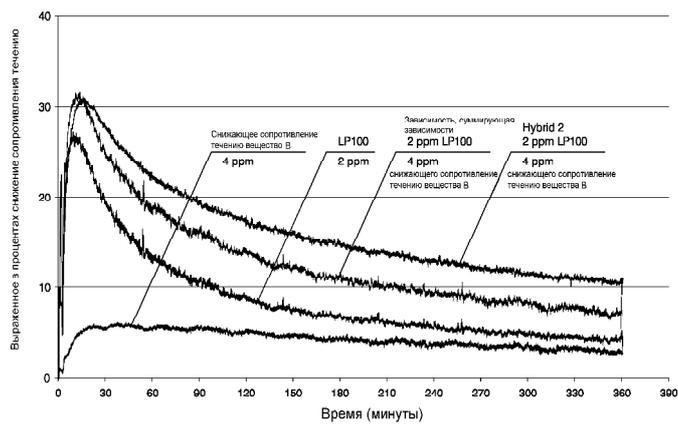
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

