

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **035887**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.08.27**

(51) Int. Cl. **C10G 15/00** (2006.01)  
**C10G 47/34** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201891513**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.11.10**

---

(54) **СПОСОБ ОБРАБОТКИ ТЯЖЕЛОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

---

(31) **и 2015 12817; а 2016 08388**

(56) **RU-C1-2436834**  
**RU-C1-2382067**

(32) **2015.12.24; 2016.07.29**

(33) **UA**

(43) **2018.11.30**

(86) **PCT/UA2016/000132**

(87) **WO 2017/111764 2017.06.29**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и  
патентовладелец:

**ДОМАНОВ ЕВГЕНИЙ ЕФИМОВИЧ;**  
**РОМАНЬКОВ ВЛАДИМИР**  
**ВАСИЛЬЕВИЧ; СТУДЕННИКОВ**  
**ВАДИМ ВИКТОРОВИЧ (UA)**

(74) Представитель:  
**Носырева Е.Л. (RU)**

---

(57) Способ обработки тяжелого углеводородного сырья, преимущественно тяжелой нефти, включает подготовку исходного сырья и вспомогательной газовой смеси при заданном давлении, введение в подготовленное сырье подготовленной вспомогательной газовой смеси и их смешивание, кавитационную обработку полученной смеси, разделение жидких и газообразных продуктов с последующим выделением конечного нефтепродукта. Новым является то, что в качестве вспомогательной газовой смеси используют газообразные углеводороды, имеющие энергию активации, сравнимую с энергией разрыва молекул основных компонентов тяжелого углеводородного сырья, а подготовку исходного тяжелого углеводородного сырья и вспомогательной газовой смеси, находящихся в жидком состоянии, проводят при давлении, превышающем давление насыщенных паров вспомогательной газовой смеси. Технический результат - улучшение физико-химических параметров конечного нефтепродукта за счет изменения его состава, структуры, а именно уменьшение его плотности, вязкости, температуры начала кипения, увеличение выхода светлых фракций при перегонке и повышение эффективности обработки тяжелого углеводородного сырья и его КПД.

---

**B1**

**035887**

**035887**

**B1**

### Область техники

Изобретение относится к нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической, а также к топливно-энергетической промышленности, а конкретно к способу обработки тяжелого углеводородного сырья, и может быть использовано при подготовке и переработке тяжелой нефти, остатков нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств и других жидких углеводородных сред, для производства углеводородного топлива, нефтехимической и химической продукции, а также при транспортировке тяжелой нефти.

### Предшествующий уровень техники

Актуальной задачей при транспортировке тяжелого углеводородного сырья (тяжелой нефти) является снижение ее вязкости и плотности, а также уменьшение температуры начала кипения и повышение объема выхода светлых продуктов при перегонке. В настоящее время для транспортировки тяжелой нефти, перед закачкой в трубопровод, ее, как правило, разбавляют легкими бензиновыми фракциями (нафтой), при этом объем разбавителей может достигать 15-20% от объема тяжелой нефти.

В случае, если доставка на терминал нефти для разбавления нефти невозможна, то для снижения вязкости ее подогревают на всем протяжении транспортировки.

Вязкость и плотность тяжелой нефти можно уменьшить также за счет обработки ее в кавитационном реакторе как в чистом виде, так и в присутствии вспомогательных добавок. Технология позволяет исключить или значительно уменьшить объем разбавителей, а также исключить подогрев или снизить температуру подогрева трубопровода.

Известен способ обработки тяжелой нефти, включающий подготовку нефти, подготовку вспомогательных добавок, смешивание компонентов, кавитационную обработку смеси, где в качестве вспомогательной добавки используют газ пентан [1].

Недостатком данного способа является низкая эффективность процесса вследствие использования пентана в качестве вспомогательной добавки. Энергия активации пентана при одних и тех же температурных условиях в несколько раз выше энергии активации высокомолекулярных компонентов тяжелой нефти. Из-за существенной разницы в энергиях активации концентрация свободных радикалов легких компонентов в смеси значительно ниже концентрации свободных радикалов тяжелых компонентов. Осколки высокомолекулярных компонентов нефти не получают нужного количества легких радикалов, чтобы прореагировать с ними, поэтому они рекомбинируют между собой. Снижение плотности и вязкости тяжелой нефти при данной технологии обработки происходит в основном не за счет деструкции высокомолекулярных соединений тяжелой нефти, а за счет разбавления ее пентаном.

Наиболее близким к предлагаемому способу обработки тяжелого углеводородного сырья является способ обработки нефти [2], включающий подготовку нефти, подготовку вспомогательной добавки (газовой смеси), смешивание компонентов, обработку их в кавитационном реакторе и разделение жидких и газообразных продуктов, где в качестве вспомогательной добавки (газовой смеси) используют попутный газ. Для обработки нефти попутным природным газом применен струйно-кавитационный метод. При этом обработка нефти с помощью попутного газа включает нагрев попутного природного газа под давлением 0,6-0,8 МПа до температуры 120°C, его разгон до сверхзвуковой скорости больше 400 м/с в расширении сопла Лавала, ускорение потока нефти под давлением 1,6 МПа при температуре 80-90°C в профилированном канале и ее распыление в кавитационном струйном газожидкостном смесителе с образованием объемной кавитационной каверны, в которую соосно и в одном направлении с потоком нефти подают сверхзвуковой поток природного газа, с помощью чего осуществляют взаимодействие и смешивание потоков нефти и газа в условиях двухфазной среды, движущейся с локально сверхзвуковой скоростью с получением смеси, в которой концентрация газа составляет не менее 10% от массы обрабатываемой нефти, полученную смесь направляют по профилированному расширяющемуся каналу, где ее скорость падает и при переходе через звуковой барьер возникает прыжок уплотнения, в котором завершают растворение природного газа в нефти, при этом для стабилизации смеси и отвода избыточного количества природного газа через сепаратор на повторное использование осуществляют повторную кавитационную обработку в пассивном кавитаторе-гомогенизаторе.

К недостаткам известного способа, по прототипу, следует отнести его высокую энергоемкость, низкую эффективность обработки нефти и низкий КПД процесса. При этом высокомолекулярные компоненты нефти (фракции, выкипающие в диапазоне температур 350-550°C), а также их осколки, имеют сравнительно высокую реакционную способность и легко вступают в реакции присоединения и окисления [3]. Попутный газ содержит в основном метан (70-96%), который как представитель простейших газообразных парафиновых углеводородов обладает высокой химической устойчивостью [4]. Вследствие этого рабочая смесь нефть-газ в зоне реакции даже в присутствии катализаторов должна иметь температуру не менее 350°C. Кавитационная обработка смеси попутного газа (по прототипу) происходит при температуре 80-90°C под давлением, максимум 1,6 МПа. Это означает, что тяжелое углеводородное сырье находится в жидком состоянии, а метан - в газообразном и температура недостаточная для его активации.

Для максимального эффекта реакции необходимо, чтобы реагирующие компоненты имели сравнимую энергию активации и соответственно приблизительно равное количество доноров и акцепторов среды образовавшихся свободных радикалов. Несоблюдение этого правила резко снижает КПД процесса,

что имеет место в прототипе.

### **Раскрытие изобретения**

В данном изобретении предложен способ обработки тяжелого углеводородного сырья, позволяющий по сравнению с прототипом максимально полно и эффективно обрабатывать нефть и нефтепродукты высокой вязкости и плотности с улучшением физико-химических параметров конечного нефтепродукта за счет изменения его состава, структуры при низких затратах.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа обработки тяжелого углеводородного сырья, в котором за счет использования иной вспомогательной газовой смеси и иных условий проведения процесса подготовки сырья и вспомогательной газовой смеси обеспечивается улучшение физико-химических параметров обработанного тяжелого углеводородного сырья за счет изменения состава, структуры и высокой степени преобразования тяжелых углеводородов, а именно уменьшение плотности, вязкости, температуры начала кипения и увеличение выхода светлых фракций при перегонке, повышение эффективности обработки тяжелой углеводородного сырья и его КПД, за счет этого достигается снижение энергоемкости процесса.

Поставленная задача решается тем, что в способе обработки тяжелого углеводородного сырья, преимущественно тяжелой нефти, включающем подготовку нефти, подготовку вспомогательной газовой смеси при заданном давлении, введение в сырье подготовленной вспомогательной газовой смеси и их смешивание, кавитационную обработку смеси, разделение жидких и газообразных продуктов с дальнейшим выделением конечного нефтепродукта, согласно изобретению в качестве вспомогательной газовой смеси используют газообразные углеводороды, имеющие энергию активации, сравнимую с энергией разрыва молекул основных компонентов тяжелого углеводородного сырья, а подготовку исходного тяжелого углеводородного сырья и вспомогательной газовой смеси, находящихся в жидком состоянии, проводят при давлении, превышающем давление насыщенных паров вспомогательной газовой смеси.

Кроме того, в отдельных случаях использования заявляемого способа обработки тяжелого углеводородного сырья, преимущественно тяжелой нефти, предлагаемый способ отличается тем, что

в качестве тяжелого углеводородного сырья используют тяжелые нефтяные остатки (мазут, гудрон, полугудрон), нефтяные шламы (асфальтосмолопарафиновые отложения, топливно-масляные, резервуарные, парафиновые и др.), отработанные моторные масла и смазочные масла, тяжелые нефтесодержащие фракции, тяжелые нефти, смеси: нефть-мазут, нефть-полугудрон, нефть-гудрон в различных соотношениях;

в качестве сырья для вспомогательной газовой смеси используют газы высокотемпературного каталитического крекинга нефти и газа.

В целом, отличительные признаки заявляемого способа обработки тяжелого углеводородного сырья являются существенными и необходимыми для достижения нового по сравнению с прототипом технического результата.

В результате использования заявляемого изобретения обеспечивается получение технического результата, заключающегося в улучшении физико-химических параметров конечного нефтепродукта за счет изменения его состава, структуры, а именно в уменьшении его плотности, вязкости, температуры начала кипения, увеличении выхода светлых фракций при перегонке и повышении эффективности обработки тяжелого углеводородного сырья и его КПД.

Использование в качестве вспомогательной газовой смеси газообразных углеводородов, имеющих энергию активации, сравнимую с энергией разрыва молекул основных компонентов тяжелого углеводородного сырья, позволяет улучшить физико-химические параметры конечного нефтепродукта, а именно за счет увеличения выхода светлых фракций при перегонке и снижения температуры начала кипения достигается улучшения состава и структуры, которое выражается в снижении плотности и вязкости. А проведение предварительной подготовки исходного тяжелого углеводородного сырья и вспомогательной газовой смеси (вспомогательной добавки) - газообразных углеводородов, находящихся в жидком состоянии и имеющих энергию активации, сравнимую с энергией разрыва молекул основных компонентов тяжелого углеводородного сырья, при давлении, превышающем давление насыщенных паров вспомогательной газовой смеси, обеспечивает высокую концентрацию реагирующих компонентов в кавитационном реакторе. В результате кавитационной обработки смеси из предварительно подготовленных тяжелого углеводородного сырья и вспомогательной газовой смеси за счет того, что тяжелое углеводородное сырье и газовая вспомогательная смесь имеют сравнимую энергию активации, обеспечивается необходимая концентрация свободных радикалов донора и акцептора в кавитационном реакторе. Максимальная концентрация активных молекул донора и акцептора в обрабатываемой смеси - это основной принцип увеличения эффективности выхода целевого продукта в результате влияния кавитации на смесь обрабатываемых веществ при выбранных условиях. При кавитационной обработке смеси образуются бензиновые и соляровые фракции за счет деструкции высокомолекулярных соединений тяжелого углеводородного сырья, и как следствие, происходит уменьшение плотности и вязкости обработанных нефтепродуктов. А увеличение содержания бензиновых и соляровых фракций приводит к уменьшению температуры начала кипения обработанных тяжелых нефтепродуктов и увеличению выхода светлых фракций при перегонке.

Все это приводит к улучшению физико-химических параметров обработанного тяжелого углеводородного сырья, а также повышает эффективность обработки тяжелых нефтепродуктов и КПД процесса.

Отсутствие в сравнении с прототипом в технологическом процессе предложенного способа обработки тяжелого углеводородного сырья стадии предварительного подогрева исходного сырья и вспомогательной газовой смеси приводит к снижению энергоемкости процесса и повышению эффективности обработки тяжелых нефтепродуктов и ее КПД.

#### **Краткое описание чертежей**

Сущность изобретения поясняется графическим материалом, где на фиг. 1 представлена технологическая схема процесса обработки тяжелого углеводородного сырья, на фиг. 2 показан график изменения плотности тяжелой нефти в зависимости от процентного содержания вспомогательной газовой смеси, которая вводится в сырье перед кавитационной обработкой, а на фиг. 3 - график изменения вязкости тяжелой нефти в зависимости от процентного содержания вспомогательной газовой смеси, которая вводится в сырье перед кавитационной обработкой.

#### **Предполагаемый вариант осуществления изобретения**

Вариант осуществления предлагаемого способа обработки тяжелого углеводородного сырья иллюстрируется технологической схемой процесса (см. фиг. 1), где обозначено 1 - исходное сырье, 2 - вспомогательная газовая смесь, 3 - подготовленное сырье, 4 - подготовленная вспомогательная газовая смесь, 5 - смешивание сырья 3 и вспомогательной газовой смеси 4, 6 - кавитационная обработка смеси, 7 - сепарация нефть-газ, 8 - готовый нефтепродукт. На фиг. 2 и 3 обозначено 1 - известный (прототип), 2 - предлагаемый.

Заявленный способ обработки тяжелых углеводородов, преимущественно тяжелой нефти, реализуется с помощью известного стандартного оборудования и устройств, используемых в данной отрасли.

Предлагаемый способ обработки тяжелого углеводородного сырья, преимущественно тяжелой нефти, заключается в следующем (см. фиг. 1): исходное сырье 1 и вспомогательную газовую смесь 2 подготавливают при заданном давлении, для чего их сжимают до давления выше давления насыщенных паров вспомогательной газовой смеси. Подготовленные сырье 3 и вспомогательную газовую смесь 4 смешивают 5, например, в смесителе. После чего осуществляют кавитационную обработку 6 полученной смеси на кавитационной установке. Затем производят разделение 7 жидких и газообразных продуктов, например, в сепараторе нефть-газ, с дальнейшим выделением конечного нефтепродукта 8 и газов, не вступивших в реакцию, которые возвращают в емкость для вспомогательной газовой смеси 2. Например, часть газов после отделения низкокипящих компонентов - водорода, метана, этана и т.п. может быть использована повторно в качестве сырья для приготовления вспомогательной газовой смеси. При этом в качестве вспомогательной газовой смеси 2 используют газообразные углеводороды, имеющие энергию активации, сравнимую с энергией разрыва молекул основных компонентов тяжелого углеводородного сырья, а подготовку сырья 1, 3 и вспомогательной газовой смеси 2, 4, находящихся в жидком состоянии, проводят при давлении, превышающем давление насыщенных паров вспомогательной газовой смеси 2.

Предлагаемый способ обработки тяжелого углеводородного сырья осуществляют методом каталитического крекинга в кавитационном реакторе, где в качестве вспомогательной газовой смеси (добавки) используется смесь углеводородов, имеющих энергию активации, сравнимую с энергией разрыва молекул основных компонентов тяжелого углеводородного сырья, а в качестве катализатора - кавитация. Гидродинамические кавитационные установки эффективно работают при подаче на их вход жидкости с вязкостью не более 5000 сСт. Чем выше вязкость и плотность исходного сырья, тем больший процент вспомогательной газовой смеси (добавки) должна содержать смесь перед кавитационной обработкой. Исходя из данного ограничения, для обработки исходного сырья с вязкостью, например, 20000 сСт, необходимо ввести 2 мас.% вспомогательной газовой смеси, а для обработки сырья с вязкостью 120000 сСт - от 12 до 15 мас.% вспомогательной газовой смеси. Давление, при котором осуществляют предварительную подготовку тяжелого углеводородного сырья и вспомогательной газовой смеси (добавки), должно быть выше давления насыщенных паров вспомогательной газовой смеси, то есть газы должны быть в сжиженном состоянии. Например, при использовании газов каталитического крекинга нефти и газа давление должно быть не ниже давления насыщенных паров пропилена (компонента смеси, имеющего наибольшее из всех компонентов давление насыщенного пара), которое при 25°C составляет 1,132 МПа.

При кавитационном воздействии на смесь компонентов, когда энергия разрыва связей молекул тяжелых углеводородов и энергия активации вспомогательной газовой смеси углеводородов (добавки) имеют близкие значения, концентрация свободных радикалов, которые образовались в результате деструкции тяжелых молекул углеводородов и свободных радикалов вспомогательных веществ, будет примерно равная при соответствующем подборе массовых коэффициентов.

Уменьшение вязкости и плотности тяжелого углеводородного сырья происходит за счет уменьшения средней молекулярной массы смеси углеводородов, в которой после обработки повышается содержание бензиновых и соляровых фракций. В результате процесса образуется готовый нефтепродукт с улучшенными физико-химическими параметрами, а именно со сниженными плотностью, вязкостью, температурой начала кипения и с повышенным выходом светлых фракций.

Эффективность изобретения проверялась на кавитационной установке ГУЛ-180 производительностью до 700 л/ч и оценивалась по изменению физико-химических параметров тяжелых углеводородов до и после обработки, таких как вязкость, плотность, температура начала кипения, содержание светлых фракций. В качестве тяжелого углеводородного сырья использовалась нефть компании Pacific Rubiales с параметрами при 20°C: плотность 0,976 г/см<sup>3</sup>, вязкость 22500 сСт, температура начала кипения 242°C. Проверка проводилась в зависимости от количественного соотношения тяжелых нефтепродуктов и вспомогательной газовой смеси. В качестве вспомогательной газовой смеси использовались углеводородные газы, имеющие энергию активации, сравнимую с энергией разрыва молекул основных компонентов тяжелого углеводородного сырья, а именно смесь газов каталитического крекинга с содержанием пропилена не менее 65% и общим количеством ненасыщенных углеводородов не меньше 80 об.%. Обработку тяжелой нефти проводили по технологической схеме (см фиг. 1) в проточном режиме однократно при следующих параметрах: начальная температура 22-25°C, давление 1,6 МПа и производительность по сырью 450 л/ч. Тяжелая нефть 1 и вспомогательная газовая смесь 2 после их предварительной подготовки 3, 4 под давлением 1,6 МПа перемешивались, и смесь подавалась на вход рабочей камеры кавитационной установки 6, где происходила обработка смеси. После кавитационной обработки жидкость поступала в приемную емкость - дегазатор 7. Количество образовавшихся продуктов определяется физико-химическими параметрами сырья (вязкость, плотность, фракционный и групповой состав) и вспомогательных добавок (температура кипения, давление насыщенных паров при рабочей температуре, степень ненасыщенности химических связей), интенсивностью гидродинамических колебаний и временами пребывания жидкости в зоне обработки (производительностью). После окончания цикла обработки образца тяжелой нефти избыточное давление из системы сбрасывалось, а нефтепродукт подвергался дегазации до остаточного содержания растворенного газа менее 1 мас.%. Измерение вязкости и плотности исходной нефти 1 и готового нефтепродукта 8, полученного в результате кавитационной обработки, осуществлялось при стандартных условиях (20°C).

Результаты экспериментов по определению изменений физико-химических параметров тяжелой нефти в зависимости от процентного содержания вспомогательной газовой смеси, вводимой в исходное тяжелое углеводородное сырье перед кавитационной обработкой, представлены в нижеприведенной таблице.

Изменение физико-химических параметров тяжелой нефти в зависимости от процентного содержания вспомогательной газовой смеси, вводимой в сырье перед кавитационной обработкой

Способ обработки	Количество вспомогательной газовой смеси, которая вводится в сырье перед кавитационной обработкой, % масс.					
	0	2	4	6	8	10
Без обработки						
плотность, г/см <sup>3</sup>	0,976					
вязкость, сСт	22500					
Известный (прототип)						
плотность, г/см <sup>3</sup>		0,968	0,965	0,961	0,962	0,965
вязкость, сСт		16000	15000	14000	13500	13000
Предлагаемый						
плотность, г/см <sup>3</sup>		0,943	0,939	0,928	0,928	0,928
вязкость, сСт		4200	3000	2400	2200	2000

Результаты испытаний, приведенные в таблице, показаны также на прилагаемых графиках (см. фиг. 2 и 3). На основании данных, представленных на прилагаемых графиках, можно сделать следующие выводы. При обработке тяжелой нефти компании Pacific Rubiales уменьшение плотности нефти после обработки по предлагаемому способу составляет 0,033-0,048 г/см<sup>3</sup> (в среднем 0,0405 г/см<sup>3</sup>), а по прототипу - 0,008-0,015 г/см<sup>3</sup> (в среднем 0,0115 г/см<sup>3</sup>). Таким образом, изменение плотности в сторону уменьшения в предложенном способе в 3, 5 раза выше, чем в прототипе. Вязкость тяжелой нефти после ее обработки по предлагаемому способу уменьшается более чем в 8 раз, а по прототипу в 1,6 раза.

Для сравнения физико-химических параметров до и после обработки тяжелого углеводородного сырья, а также определение эффективности и КПД процесса, нефть компании Pacific Rubiales до и после обработки подвергалась фракционной разгонке. Как показали испытания, у необработанной нефти температура начала кипения 242°C, выход светлых фракций 55,5 об.%, у нефти, обработанной по прототипу, температура начала кипения 181°C, выход светлых фракций 63%, а у обработанной по предлагаемому способу температура начала кипения 127°C, выход светлых фракций 74,5 об.%.

Промышленная применимость.

Предложенный способ обработки тяжелого углеводородного сырья может быть использован для

обработки многокомпонентных жидкостей, в том числе для модификации нефти и нефтепродуктов с целью улучшения их потребительских характеристик, в частности снижения их вязкости и плотности. Изобретение промышленно применимо и может быть осуществимо известными в промышленности методами с использованием известных средств и оборудования.

Проведенные испытания показали, что обработка тяжелой нефти по предлагаемому способу позволила уменьшить плотность в среднем на  $0,0405 \text{ г/см}^3$ , вязкость более чем в 8 раз, уменьшить температуру начала кипения на  $115^\circ\text{C}$  и увеличить выход светлых фракций на 19 об. %.

Вышеизложенное свидетельствует о возможности осуществления представленного изобретения и достижения указанного выше технического результата при воплощении всей совокупности признаков изобретения, изложенных в формуле. Использование всей совокупности существенных признаков заявленного изобретения позволяет создать технологию обработки тяжелых углеводородов с улучшенными потребительскими характеристиками, которые выше, чем в известных, при низкой энергоемкости процесса и высоком КПД процесса.

Предложенный способ обработки тяжелых углеводородов может быть использован для снижения вязкости и плотности перед транспортировкой в трубопроводе, а также с целью увеличения выхода светлых фракций при перегонке нефти.

Источники информации.

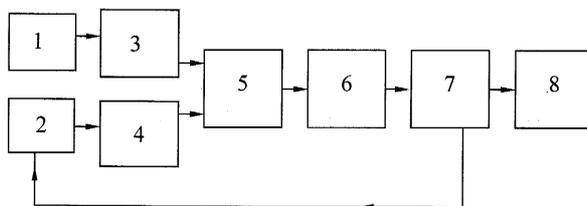
1. Патент US 8105480 B2, МПК C10G 9/00, приоритет 6 марта 2007 г., опубликовано 31 января 2012 г.
2. Патент RU 2436834, МПК C10G 015/00, C10G 047/32, приоритет 15.03.2010, дата публикации 20.12. 2011 (прототип).
3. Химия нефти и газа. Под ред. В.А. Проскурякова и А.Е. Дробкина. -М: Химия, 1995, с. 294.
4. Е.В. Смидович. Технология переработки нефти и газа. Часть 2. Крекинг нефтяного сырья и переработка углеводородных газов. -М.: Химия, 1980, с. 52.
5. Справочник нефтехимика. Под ред. С.К. Огородникова. Т. 1. -Л.: Химия, 1978, с. 67.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

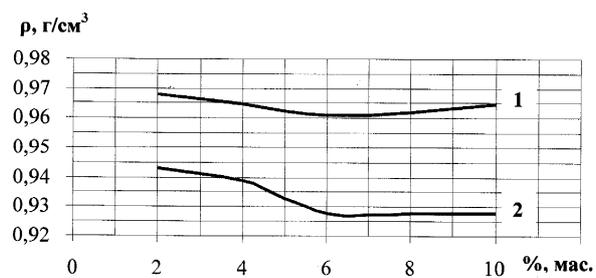
1. Способ обработки тяжелого углеводородного сырья, включающий подготовку исходного сырья и вспомогательной газовой смеси при заданном давлении, введение в подготовленное сырье подготовленной сжиженной вспомогательной газовой смеси и их смешивание, кавитационную обработку полученной смеси, разделение жидких и газообразных продуктов с дальнейшим выделением конечного нефтепродукта, отличающийся тем, что в качестве вспомогательной газовой смеси используют газообразные углеводороды, имеющие энергию активации, сравнимую с энергией разрыва молекул основных компонентов тяжелого углеводородного сырья, а подготовку исходного тяжелого углеводородного сырья и вспомогательной газовой смеси, находящихся в жидком состоянии, проводят при давлении, превышающем давление насыщенных паров вспомогательной газовой смеси.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве тяжелого углеводородного сырья используют тяжелые нефтяные остатки, нефтяные шламы, отработанные моторные и смазочные масла, тяжелые нефтесодержащие фракции, тяжелые нефти и их смеси: нефть-мазут, нефть-полугудрон, нефть-гудрон в различных соотношениях.

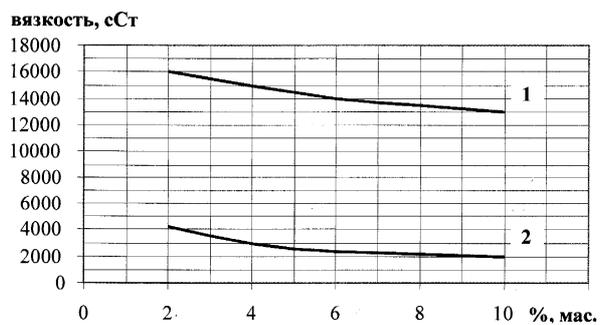
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве сырья для вспомогательной газовой смеси используют пропанобутановые смеси или газы высокотемпературного каталитического крекинга нефти и газа.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

