

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2855479

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОКАЛЕННОГО
НЕФТЯНОГО ИГОЛЬЧАТОГО КОКСА**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Рудко Вячеслав Алексеевич (RU), Габдулхаков Ренат Раилевич (RU), Ивкин Алексей Сергеевич (RU), Пягай Игорь Николаевич (RU)*

Заявка № 2025112795

Приоритет изобретения 15 мая 2025 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 02 февраля 2026 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 15 мая 2045 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C10B 55/00 (2025.08); C10G 65/12 (2025.08); C10G 53/04 (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025112795, 15.05.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.05.2025Дата регистрации:
02.02.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.05.2025

(45) Опубликовано: 02.02.2026 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
Санкт-Петербургский Горный Университет,
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Рудко Вячеслав Алексеевич (RU),
Габдулхаков Ренат Раилевич (RU),
Ивкин Алексей Сергеевич (RU),
Пягай Игорь Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2753008 C1, 11.08.2021. US
11788013 B2, 17.10.2023. RU 2618820 C1,
11.05.2017. SU 1810374 A1, 23.04.1993. RU
2660008 C1, 04.07.2018.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОКАЛЕННОГО НЕФТЯНОГО ИГОЛЬЧАТОГО КОКСА

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Изобретение касается способа получения игольчатого кокса за счет последовательности технологических операций, включающих атмосферно-вакуумную перегонку нефти и замедленное коксование, гидрокрекинг, каталитический крекинг, декантацию и деасфальтизацию нефтепродуктов,

добавление отходов термопластичных полимеров, а также коксование на установке замедленного коксования, позволяют получить прокаленный нефтяной игольчатый кокс. Техническим результатом является получение нефтяного игольчатого кокса с развитой структурной организацией и баллом микроструктуры от 5,8 до 6,0. 2 табл., 9 пр.

C 1
2 8 5 5 4 7 9
R UR U
2 8 5 5 4 7 9
C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C10B 55/00 (2006.01)
C10G 65/12 (2006.01)
C10G 53/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C10B 55/00 (2025.08); C10G 65/12 (2025.08); C10G 53/04 (2025.08)

(21)(22) Application: **2025112795, 15.05.2025**

(24) Effective date for property rights:
15.05.2025

Registration date:
02.02.2026

Priority:

(22) Date of filing: **15.05.2025**

(45) Date of publication: **02.02.2026** Bull. № 4

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, Sankt-Peterburgskij Gornyj Universitet, Patentno-litsenzyonnyj otdel

(72) Inventor(s):

**Rudko Viacheslav Alekseevich (RU),
Gabdulkhakov Renat Railevich (RU),
Ivkin Aleksei Sergeevich (RU),
Piagai Igor Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)

(54) **METHOD FOR PRODUCING CALCINED PETROLEUM NEEDLE COKE**

(57) Abstract:

FIELD: oil refining and petrochemical industry.

SUBSTANCE: invention relates to the oil refining and petrochemical industry. The invention concerns a method for producing needle coke through a sequence of technological operations, including atmospheric-vacuum distillation of oil and delayed coking, hydrocracking, catalytic cracking, decantation and deasphalting of petroleum products, addition of

thermoplastic polymer waste, as well as coking on a delayed coking unit, allowing to obtain calcined petroleum needle coke.

EFFECT: obtaining petroleum needle coke with a developed structural organisation and microstructure rating from 5.8 to 6.0.

1 cl, 2 tbl, 9 ex

**1 C 1
2 8 5 5 4 7 9
R U**

**R U
2 8 5 5 4 7 9
C 1**

Изобретение относится к нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, в частности к способу получения игольчатого кокса процессом карбонизации, для производства графитированных электродов дуговых сталеплавильных печей.

5 Известен способ получения нефтяного игольчатого кокса (Патент РФ № 2660008, опубл. 04.07.2018), включающий смешивание в промежуточной емкости в качестве исходного сырья тяжелого газойля каталитического крекинга с газойлем коксования с образованием вторичного сырья, нагрев вторичного сырья до температуры коксования и заполнение им камеры коксования с получением игольчатого кокса. В процессе
10 коксования равномерно увеличивают коэффициент рециркуляции от 1,3-1,6 в начале подачи вторичного сырья в камеру коксования до 1,7-2,2 до заполнения камеры коксования сырьем.

Недостатком данного способа является снижение выхода газойлевой фракции с установки замедленного коксования, снижение производительности установки по
15 получаемым продуктам, в связи с увеличением коэффициента рециркуляции до 2,2.

Известен способ получения нефтяного игольчатого кокса (Патент РФ № 2729191, опубл. 05.08.2020), включающий смешивание в промежуточной емкости исходного сырья с газойлем коксования с образованием вторичного сырья, нагрев вторичного сырья, подачу его в камеру коксования при температуре коксования и коксование с
20 получением кокса и дистиллята коксования, который подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование. Причем исходное сырье получают смешением тяжелой смолы пиролиза (ТСП) и тяжелого газойля каталитического крекинга (ТГКК), при этом предварительно, смесь ТСП и ТГКК нагревают до 260-340°C при давлении от 0,2 до 0,4 МПа и разделяют на легкую и тяжелую части. Затем
25 отдельно тяжелую и отдельно легкую части подвергают термической обработке при различных условиях. После чего полученные продукты термообработки совместно направляют в испаритель, где в виде тяжелого остатка формируется термически обработанное подготовленное сырье, которое направляется в колонну формирования вторичного сырья, где в смеси с продуктами коксования подвергается ректификации
30 и на выходе из колонны смешивается с газойлем коксования. Полученная смесь направляется в печь коксования и камеру коксования, в которой обеспечивают процесс коксования.

Недостатком данного способа является увеличение времени подготовки сырья посредством введения процесса фракционирования смеси ТСП и ТГКК на легкую и
35 тяжелую части.

Известен способ получения нефтяного игольчатого кокса (Авторское свидетельство СССР № 1472480, опубл. 15.04.1989), включающий смешение каменноугольной смолы с нефтяными остатками или малосернистым гудроном, нагрев смеси до температуры коксования и выдержка с получением кокса. С целью увеличения выхода кокса
40 каменноугольную смолу предварительно нагревают до 500-510°C, подают в верхнюю или нижнюю часть камеры коксования, выдерживают с получением парогазовых продуктов коксования отделяют тяжелый газойль, смешивают с нефтяными остатками в соотношении 1-9:1, смесь нагревают и выдерживают при 480-490°C и давлении 0,4-1 МПа.

Недостатком данного способа является использование каменноугольной смолы, имеющей высокое содержание азота, которое будет негативно отражаться на качестве игольчатого кокса.

Известен способ получения нефтяного игольчатого кокса (Патент РФ № 2618820,

опубл. 11.05.2017) включающий смешивание в промежуточной емкости тяжелого газойля каталитического крекинга с рециркулятом с образованием вторичного сырья, нагрев вторичного сырья, подачу его в камеру коксования при температуре коксования и коксование с получением кокса и дистиллята коксования, который подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование. При этом предварительно с тяжелым газойлем каталитического крекинга смешивают экстракт фурфурольной очистки масляного производства в количестве 20-30 % от смеси, в качестве рециркулята используют легкий или тяжелый газойль коксования, при этом коэффициент рециркуляции составляет 1,5-2,0. После прекращения подачи вторичного сырья в камеру коксования подают теплоноситель в количестве 10-20 т/час при температуре 500-530°С в течение 6-8 часов, в качестве которого могут быть использованы легкий или тяжелый газойль коксования.

Недостатком данного способа является необходимость подачи экстракта фурфурольной очистки масляного производства в количестве 20-30% от количества тяжелого газойля каталитического крекинга, что требует производства и поставок больших количеств данного компонента.

Известен способ получения нефтяного игольчатого кокса (Патент РФ № 2753008 опубл. 11.08.2021) принятый за прототип, включающий, смешивание в промежуточной емкости в качестве исходного сырья тяжелого газойля каталитического крекинга с рециркулятом – тяжелым газойлем коксования с образованием вторичного сырья, нагрев вторичного сырья, подачу его в камеру коксования при температуре коксования и коксование с получением кокса и дистиллятов коксования, которые подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование, с получением газа, фракции бензина, фракций легкого и тяжелого газойлей коксования, отличающийся тем, что к декантированному тяжелому газойлю каталитического крекинга добавляют полистирол в количестве до 15,0 мас.% на сырье и рециркулят с коэффициентом рециркуляции 1,4, далее проводят нагрев до температуры коксования от 495 до 505°С при давлении от 0,33 до 0,37 МПа с образованием сырого игольчатого кокса и дистиллятов, полученный сырой игольчатый кокс после выгрузки направляют на прокалку в инертной среде при температуре от 1200 до 1300°С в течение от 1 до 2 ч с получением прокаленного игольчатого кокса.

Недостатком данного способа является низкий коэффициент рециркуляции, приводящий к формированию вторичного сырья с меньшим содержанием конденсированных ароматических структур, приводящий при коксовании к низкому недостаточному качеству получаемого игольчатого кокса – менее 5,8 баллов микроструктуры.

Техническим результатом является получение нефтяного игольчатого кокса с развитой структурной организацией и баллом микроструктуры от 5,8 до 6,0.

Технический результат достигается тем, что нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля с температурой начала кипения не ниже 350°С и температурой выкипания 95 % фракции 500°С, и остатка вакуумной перегонки – гудрона с температурой кипения выше 510°С, который коксуют на установке замедленному коксованию при избыточном давлении от 0,15 до 0,55 МПа, при этом нагревая до температуры от 490 до 510°С с выделением тяжелого газойля замедленного коксования с температурой начала кипения не ниже 330°С и температурой выкипания 95 % фракции 440°С, коэффициент рециркуляции которой составляет от 1,1 до 1,7, фракцию тяжелого вакуумного газойля в количестве от 20 до 40 мас.% смешивают с тяжелым газойлем

замедленного коксования в количестве от 60 до 80 мас. % и направляют на установку гидрокрекинга, при этом процесс каталитической гидрогенизации протекает в присутствии алюмоникельмолибденового цеолитного катализатора, при избыточном давлении от 7 до 8 МПа и температуре от 420 до 450°C с кратностью циркуляции

5 водородсодержащего газа от 1100 до 1300 м³/м³, с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 450°C, и остатка гидрокирекинга, с температурой выкипания выше 450°C, фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют до 40 мас. % остатка гидрокрекинга, направляют на установку
10 каталитического крекинга флюид, при этом процесс каталитического крекинга протекает в присутствии цеолитсодержащего катализатора при избыточном давлении от 0,20 до 0,25 МПа и температуре от 540 до 560°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, который направляют в декантор для гравиметрической разделения
15 от остатков катализатора – до менее 0,1 мас.% с получением декантояля, который подвергают деасфальтизации при избыточном давлении от 3 до 4 МПа и температуре от 60 до 85°C с выделением деасфальтизованного декантояля с содержанием асфальтенов до 1,0 мас.% и серы до 0,2 мас.%, к которому добавляют отходы термопластичных полимеров (C₈H₈)_n в количестве до 20 мас.% на сырье и рециркулят
20 с коэффициентом рециркуляции от 1,5 до 1,9, и проводят первую стадию карбонизацию при температуре коксования от 490 до 510°C и избыточном давлении от 0,35 до 0,55 МПа, а вторую стадию прокалку при температуре от 1300 до 1450°C с получением прокаленного нефтяного игольчатого кокса.

25 Способ осуществляется следующим образом. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 500°C и выделением остатка вакуумной перегонки – гудрона с температурой кипения выше 510°C. Гудрон коксуют на установке замедленному
30 коксованию при избыточном давлении от 0,15 до 0,55 МПа, нагревая до температуры от 490 до 510°C с выделением тяжелого газойля замедленного коксования с температурой начала кипения не ниже 330°C и температурой выкипания 95 % фракции 440°C, коэффициент рециркуляции которой составляет от 1,1 до 1,7. Фракцию тяжелого вакуумного газойля в количестве от 20 до 40 мас. % смешивают с тяжелым газойлем
35 замедленного коксования в количестве от 60 до 80 % масс. и направляют на установку гидрокрекинга, в реакторе которой протекает процесс каталитической гидрогенизации на алюмоникельмолибденовом цеолитном катализаторе при избыточном давлении от 7 до 8 МПа и температуре от 420 до 450°C с кратностью циркуляции
40 водородсодержащего газа от 1100 до 1300 м³/м³ и выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 450°C, и остатка гидрокирекинга, выкипающего при температуре выше 450°C. Фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют до 40 % масс. остатка гидрокрекинга, направляют на
45 установку каталитического крекинга флюид, в реакторе которой протекает процесс каталитического крекинга на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении от 0,20 до 0,25 МПа и температуре от 540 до 560°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, направляемого в декантор для гравиметрической

разделения от остатков катализатора – до менее 0,1 мас.% с получением декантояля. Декантояль подвергают деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении от 3 до 4 МПа и температуре от 60 до 85°C с выделением деасфальтизованного декантояля с содержанием асфальтенов до 1,0 мас. % и серы до 0,2 мас. %, который смешивают в промежуточной емкости с рециркулятом – тяжелым газойлем замедленного коксования, с образованием вторичного сырья, нагрев вторичного сырья, подачу его в камеру коксования при температуре коксования и коксование с получением кокса и дистиллятов коксования, которые подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование, с получением газа, фракции бензина, фракций легкого и тяжелого газойлей коксования. Причем к деасфальтизованному декантоялю добавляют отходы термопластичных полимеров $(C_8H_8)_n$ в количестве до 20 % масс. на сырье и рециркулят с коэффициентом рециркуляции от 1,5 до 1,9. Далее проводят процесс карбонизации, первая стадия которого – коксование, протекает в адиабатическом реакторе периодического действия на установке замедленного коксования при температуре коксования от 490 до 510°C и избыточном давлении от 0,35 до 0,55 МПа с получением сырого нефтяного игольчатого кокса. Вторая стадия – прокалка, на которую направляю сырой нефтяной игольчатый кокс после выгрузки, протекает в реакторе вытеснения непрерывного действия на установке прокалки, при атмосферном давлении в инертной среде и температуре прокалки от 1300 до 1450°C с получением прокаленного нефтяного игольчатого кокса.

Способ поясняется следующими примерами.

Пример 1. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 500°C, выделяют остаток вакуумной перегонки – гудрон с температурой кипения выше 510°C, который подвергают замедленному коксованию при избыточном давлении 0,10 МПа, температуре 490°C и коэффициенте рециркуляции 1,8 с выделением тяжелого газойля замедленного коксования, с температурой начала кипения не ниже 330°C и температурой выкипания 95 % фракции 440°C. Фракцию тяжелого вакуумного газойля и тяжелого газойля замедленного коксования смешивают в массовом соотношении 40:60 и подвергают каталитическому гидрокрекингу на алюмоникельмолибденовом цеолитном катализаторе при избыточном давлении 7 МПа, температуре реакции 460°C и кратности циркуляции водородсодержащего газа $1100 \text{ м}^3/\text{м}^3$ с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 450°C. Фракцию гидроочищенного вакуумного газойля подвергают каталитическому крекингу флюид на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении 0,3 МПа и температуре реакции 540°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга, с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, направляемого в декантор для гравиметрической очистки от остатков катализатора до менее 0,1 мас. % с получением декантояля, подвергаемого деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении 2 МПа и температуре 60°C с выделением деасфальтизованного декантояля, который смешивают с отходами термопластичных полимеров $(C_8H_8)_n$ в количестве 10 мас.% и подвергают карбонизации, первая стадия которой протекает в адиабатическом реакторе периодического действия при избыточном давлении 0,25 МПа, температуре реакции 510°C и коэффициенте рециркуляции 1,6, а

вторая протекает в реакторе вытеснения непрерывного действия при атмосферном давлении и температуре прокалики 1500°C с получением прокаленного игольчатого кокса.

5 Параметры способа получения, прокаленного нефтяного игольчатого кокса представлены в таблице 1. Полученный прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,5 не отвечает всем предъявляемым требованиям по качеству (таблица 2).

Таблица 1 – Параметры способа получения, прокаленного нефтяного игольчатого кокса

10

Параметр	Примеры								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коксование гудрона									
Избыточное давление, МПа	0,10	0,15	0,25	0,35	0,35	0,35	0,45	0,55	0,60
Температура, °С	490	495	490	485	500	515	505	510	500
15 Коэффициент рециркуляции	1,8	1,1	1,3	1,0	1,5	1,1	1,6	1,7	1,7
Гидрокрекинг газойлей									
Содержание тяжелого вакуумного газойля, % масс.	40	20	30	10	40	50	30	20	30
Содержание тяжелого газойля замедленного коксования, % масс.	60	80	70	90	60	50	70	80	70
20 Избыточное давление, МПа	7	7	7	6	8	9	8	7	8
Температура, °С	460	450	430	440	450	410	420	440	460
Кратность циркуляции водородсодержащего газа, м ³ /м ³	1100	1100	1200	1300	1300	1400	1200	1100	1000
Каталитический крекинг флюид вакуумного газойля									
25 Содержание остатка гидрокрекинга в гидроочищенном вакуумном газойле	0	0	20	50	40	40	30	10	50
Избыточное давление, МПа	0,30	0,25	0,25	0,20	0,20	0,25	0,20	0,25	0,15
Температура, °С	540	550	560	530	540	570	560	550	580
Деасфальтизация тяжелого газойля каталитического крекинга									
Избыточное давление, МПа	2	3	4	1	4	2	3	3	5
Температура, °С	60	65	75	55	80	75	70	85	90
30	Карбонизация декантояля								
Содержание отходов термопластичных полимеров, % масс.	10	0	10	0	15	25	5	20	25
Избыточное давление, МПа	0,25	0,35	0,45	0,25	0,55	0,55	0,35	0,35	0,65
Температура коксования, °С	510	500	510	500	500	480	490	510	520
Коэффициент рециркуляции	1,6	1,7	1,8	1,6	1,9	2,0	1,5	1,8	1,7
35 Температура прокалики, °С	1500	1300	1350	1250	1450	1500	1400	1350	1250

Таблице 2 – Показатели качества прокаленного нефтяного игольчатого кокса

40

Параметр	Требования	Примеры								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
40 Действительная плотность, г/см ³	не менее 2,13	2,14	2,13	2,13	2,12	2,15	2,12	2,14	2,14	2,13
Содержание серы, %	не более 0,40	0,20	0,10	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20
Содержание азота, %	не более 0,40	0,50	0,30	0,30	0,20	0,30	0,50	0,10	0,40	0,30
45 Летучие вещества, %	не более 0,50	0,30	0,35	0,30	0,25	0,15	0,40	0,35	0,50	0,55
Зольность, %	не более 0,40	0,50	0,20	0,10	0,10	0,20	0,60	0,20	0,30	0,20
Содержание влаги, %	не более 0,5	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2
Балл микроструктуры	не менее 5,8	5,5	5,8	5,9	5,4	6,0	5,4	5,9	5,8	5,3

Пример 2. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 500°C, выделяют остаток вакуумной перегонки – гудрон с температурой кипения выше 510°C, который
 5 подвергают замедленному коксованию при избыточном давлении 0,15 МПа, температуре реакции 495°C и коэффициенте рециркуляции 1,1 с выделением тяжелого газойля замедленного коксования, с температурой начала кипения не ниже 330°C и температурой выкипания 95 % фракции 440°C. Фракцию тяжелого вакуумного газойля и тяжелого газойля замедленного коксования смешивают в массовом соотношении 20:
 10 80 и подвергают каталитическому гидрокрекингу на алюмоникельмолибденовом цеолитном катализаторе при избыточном давлении 7 МПа, температуре реакции 450°C и кратности циркуляции водородсодержащего газа 1100 м³/м³ с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 450°C. Фракцию гидроочищенного вакуумного
 15 газойля подвергают каталитическому крекингу флюид на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении 0,25 МПа и температуре реакции 550°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга, с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, направляемого в декантор для гравиметрической очистки от остатков катализатора до менее 0,1 %
 20 масс. с получением декантояля, подвергаемого деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении 3 МПа и температуре 65°C с выделением деасфальтизированного декантояля, который подвергают карбонизации, первая стадия которой протекает в адиабатическом реакторе периодического действия при избыточном давлении 0,35 МПа, температуре реакции 500°C и коэффициенте
 25 рециркуляции 1,7, а вторая протекает в реакторе вытеснения непрерывного действия при атмосферном давлении и температуре прокалики 1300°C с получением прокаленного игольчатого кокса.

Параметры способа получения прокаленного нефтяного игольчатого кокса представлены в таблице 1. Полученный прокаленный игольчатый кокс с баллом
 30 микроструктуры 5,8 отвечает всем предъявляемым требованиям по качеству (таблица 2).

Пример 3. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 500°C, выделяют
 35 остаток вакуумной перегонки – гудрон с температурой кипения выше 510°C, который подвергают замедленному коксованию при избыточном давлении 0,25 МПа, температуре реакции 490°C и коэффициенте рециркуляции 1,3 с выделением тяжелого газойля замедленного коксования, с температурой начала кипения не ниже 330°C и температурой выкипания 95 % фракции 440°C. Фракцию тяжелого вакуумного газойля
 40 и тяжелого газойля замедленного коксования смешивают в массовом соотношении 30:70 и подвергают каталитическому гидрокрекингу на алюмоникельмолибденовом цеолитном катализаторе при избыточном давлении 7 МПа, температуре реакции 430°C и кратности циркуляции водородсодержащего газа 1200 м³/м³ с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 450°C, и остатка гидрокирекинга,
 45 выкипающего выше 450°C. Фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют 20 % масс. остатка гидрокрекинга, подвергают каталитическому крекингу флюид на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении 0,20 МПа и

температуре реакции 560°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга, с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, направляемого в декантор для гравиметрической очистки от остатков катализатора до менее 0,1 % масс. С получением декантояля, подвергаемого деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении 4 МПа и температуре 75°C с выделением деасфальтизованного декантояля, который смешивают с отходами термопластичных полимеров (C₈H₈)_n в количестве 10 % масс. и подвергают карбонизации, первая стадия которой протекает в адиабатическом реакторе периодического действия при избыточном давлении 0,45 МПа, температуре реакции 510°C и коэффициенте рециркуляции 1,8, а вторая протекает в реакторе вытеснения непрерывного действия при атмосферном давлении и температуре прокали 1350°C с получением прокаленного игольчатого кокса.

Параметры способа получения прокаленного нефтяного игольчатого кокса представлены в таблице 1. Полученный прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,9 отвечает всем предъявляемым требованиям по качеству (таблица 2).

Пример 4. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 500°C, выделяют остаток вакуумной перегонки – гудрон с температурой кипения выше 510°C, который подвергают замедленному коксованию при избыточном давлении 0,35 МПа, температуре реакции 485°C и коэффициенте рециркуляции 1,0 с выделением тяжелого газойля замедленного коксования, с температурой начала кипения не ниже 330°C и температурой выкипания 95 % фракции 440°C. Фракцию тяжелого вакуумного газойля и тяжелого газойля замедленного коксования смешивают в массовом соотношении 10:90 и подвергают каталитическому гидрокрекингу на алюмоникельмолибденовом цеолитном катализаторе при избыточном давлении 6 МПа, температуре реакции 440°C и кратности циркуляции водородсодержащего газа 1300 м³/м³ с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 450°C, и остатка гидрокрекинга, выкипающего выше 450°C. Фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют 50 % масс. остатка гидрокрекинга, подвергают каталитическому крекингу флюид на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении 0,20 МПа и температуре реакции 530°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга, с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, направляемого в декантор для гравиметрической очистки от остатков катализатора до менее 0,1 % масс. с получением декантояля, подвергаемого деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении 1 МПа и температуре 55°C с выделением деасфальтизованного декантояля, который подвергают карбонизации, первая стадия которой протекает в адиабатическом реакторе периодического действия при избыточном давлении 0,25 МПа, температуре реакции 500°C и коэффициенте рециркуляции 1,6, а вторая протекает в реакторе вытеснения непрерывного действия при атмосферном давлении и температуре прокали 1250°C с получением прокаленного игольчатого кокса.

Параметры способа получения прокаленного нефтяного игольчатого кокса представлены в таблице 1. Полученный прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,4 не отвечает всем предъявляемым требованиям по качеству (таблица 2).

Пример 5. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 500°C, выделяют остаток вакуумной перегонки – гудрон с температурой кипения выше 510 °С, который
5 подвергают замедленному коксованию при избыточном давлении 0,35 МПа, температуре реакции 500°C и коэффициенте рециркуляции 1,5 с выделением тяжелого газойля замедленного коксования, с температурой начала кипения не ниже 330°C и температурой выкипания 95 % фракции 440°C. Фракцию тяжелого вакуумного газойля и тяжелого газойля замедленного коксования смешивают в массовом соотношении 40:
10 60 и подвергают каталитическому гидрокрекингу на алюмоникельмолибденовом цеолитном катализаторе при избыточном давлении 8 МПа, температуре реакции 450°C и кратности циркуляции водородсодержащего газа 1300 м³/м³ с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 450°C, и остатка гидрокрекинга,
15 выкипающего выше 450°C. Фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют 40 % масс. остатка гидрокрекинга, подвергают каталитическому крекингу флюид на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении 0,20 МПа и температуре реакции 540°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга, с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции
20 530°C, направляемого в декантор для гравиметрической очистки от остатков катализатора до менее 0,1 % масс. с получением декантояля, подвергаемого деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении 4 МПа и температуре 80 °С с выделением деасфальтизованного декантояля, который
25 смешивают с отходами термопластичных полимеров (C₈H₈)_n в количестве 15 % масс. и подвергают карбонизации, первая стадия которой протекает в адиабатическом реакторе периодического действия при избыточном давлении 0,55 МПа, температуре реакции 500°C и коэффициенте рециркуляции 1,9, а вторая протекает в реакторе вытеснения непрерывного действия при атмосферном давлении и температуре прокали
30 1450 °С с получением прокаленного игольчатого кокса.

Параметры способа получения прокаленного нефтяного игольчатого кокса представлены в таблице 1. Полученный прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 6,0 отвечает всем предъявляемым требованиям по качеству (таблица 2).

35 Пример 6. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 500°C, выделяют остаток вакуумной перегонки – гудрон с температурой кипения выше 510°C, который подвергают замедленному коксованию при избыточном давлении 0,35 МПа,
40 температуре реакции 515°C и коэффициенте рециркуляции 1,1 с выделением тяжелого газойля замедленного коксования, с температурой начала кипения не ниже 330°C и температурой выкипания 95 % фракции 440°C. Фракцию тяжелого вакуумного газойля и тяжелого газойля замедленного коксования смешивают в массовом соотношении 50:
50 и подвергают каталитическому гидрокрекингу на алюмоникельмолибденовом
45 цеолитном катализаторе при избыточном давлении 9 МПа, температуре реакции 410°C и кратности циркуляции водородсодержащего газа 1400 м³/м³ с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C

и температурой выкипания 95 % фракции 450°C, и остатка гидрокирекинга, выкипающего выше 450°C. Фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют 40 % масс. остатка гидрокрекинга, подвергают каталитическому крекингу флюид на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении 0,25 МПа и температуре реакции 570°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга, с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, направляемого в декантор для гравиметрической очистки от остатков катализатора до менее 0,1 % масс. С получением декантояля, подвергаемого деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении 2 МПа и температуре 75°C с выделением деасфальтизованного декантояля, который смешивают с отходами термопластичных полимеров (C₈H₈)_n в количестве 25 % масс. и подвергают карбонизации, первая стадия которой протекает в адиабатическом реакторе периодического действия при избыточном давлении 0,55 МПа, температуре реакции 480°C и коэффициенте рециркуляции 2,0, а вторая протекает в реакторе вытеснения непрерывного действия при атмосферном давлении и температуре прокалики 1500°C с получением прокаленного игольчатого кокса.

Параметры способа получения прокаленного нефтяного игольчатого кокса представлены в таблице 1. Полученный прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,4 не отвечает всем предъявляемым требованиям по качеству (таблица 2).

Пример 7. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 500°C, выделяют остаток вакуумной перегонки – гудрон с температурой кипения выше 510°C, который подвергают замедленному коксованию при избыточном давлении 0,45 МПа, температуре реакции 505°C и коэффициенте рециркуляции 1,6 с выделением тяжелого газойля замедленного коксования, с температурой начала кипения не ниже 330°C и температурой выкипания 95 % фракции 440°C. Фракцию тяжелого вакуумного газойля и тяжелого газойля замедленного коксования смешивают в массовом соотношении 30:70 и подвергают каталитическому гидрокрекингу на алюмоникельмолибденовом цеолитном катализаторе при избыточном давлении 8 МПа, температуре реакции 420°C и кратности циркуляции водородсодержащего газа 1200 м³/м³ с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 450°C, и остатка гидрокирекинга, выкипающего выше 450°C. Фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют 30 % масс. остатка гидрокрекинга, подвергают каталитическому крекингу флюид на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении 0,20 МПа и температуре реакции 560°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга, с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, направляемого в декантор для гравиметрической очистки от остатков катализатора до менее 0,1 % масс. с получением декантояля, подвергаемого деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении 3 МПа и температуре 70°C с выделением деасфальтизованного декантояля, который смешивают с отходами термопластичных полимеров (C₈H₈)_n в количестве 5 % масс. и подвергают карбонизации, первая стадия которой протекает в адиабатическом реакторе периодического действия при избыточном давлении 0,35 МПа, температуре реакции 490°C и коэффициенте рециркуляции 1,5, а вторая протекает в реакторе вытеснения

непрерывного действия при атмосферном давлении и температуре прокалики 1400°С с получением прокаленного игольчатого кокса.

5 Параметры способа получения прокаленного нефтяного игольчатого кокса представлены в таблице 1. Полученный прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,9 отвечает всем предъявляемым требованиям по качеству (таблица 2).

10 Пример 8. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°С и температурой выкипания 95 % фракции 500°С, выделяют остаток вакуумной перегонки – гудрон с температурой кипения выше 510°С, который подвергают замедленному коксованию при избыточном давлении 0,55 МПа, температуре реакции 510°С и коэффициенте рециркуляции 1,7 с выделением тяжелого газойля замедленного коксования, с температурой начала кипения не ниже 330°С и температурой выкипания 95 % фракции 440°С. Фракцию тяжелого вакуумного газойля и тяжелого газойля замедленного коксования смешивают в массовом соотношении 20: 80 и подвергают каталитическому гидрокрекингу на алюмоникельмолибденовом цеолитном катализаторе при избыточном давлении 7 МПа, температуре реакции 440°С и кратности циркуляции водородсодержащего газа 1100 м³/м³ с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°С и температурой выкипания 95 % фракции 450°С, и остатка гидрокрекинга, выкипающего выше 450°С. Фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют 10 % масс. остатка гидрокрекинга, подвергают каталитическому крекингу флюид на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении 0,25 МПа и температуре реакции 550°С с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга, с температурой начала кипения не ниже 290°С и температурой выкипания 95 % фракции 530°С, направляемого в декантор для гравиметрической очистки от остатков катализатора до менее 0,1 % масс. с получением декантояля, подвергаемого деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении 3 МПа и температуре 85°С с выделением деасфальтизованного декантояля, который смешивают с отходами термопластичных полимеров (C₈H₈)_n в количестве 20 % масс. и подвергают карбонизации, первая стадия которой протекает в адиабатическом реакторе периодического действия при избыточном давлении 0,35 МПа, температуре реакции 510°С и коэффициенте рециркуляции 1,8, а вторая протекает в реакторе вытеснения непрерывного действия при атмосферном давлении и температуре прокалики 1350°С с получением прокаленного игольчатого кокса.

40 Параметры способа получения прокаленного нефтяного игольчатого кокса представлены в таблице 1. Полученный прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,8 отвечает всем предъявляемым требованиям по качеству (таблица 2).

45 Пример 9. Нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350°С и температурой выкипания 95 % фракции 500°С, выделяют остаток вакуумной перегонки – гудрон с температурой кипения выше 510°С, который подвергают замедленному коксованию при избыточном давлении 0,60 МПа, температуре реакции 500°С и коэффициенте рециркуляции 1,7 с выделением тяжелого газойля замедленного коксования, с температурой начала кипения не ниже 330°С и температурой выкипания 95 % фракции 440°С. Фракцию тяжелого вакуумного газойля и тяжелого газойля замедленного коксования смешивают в массовом соотношении 30:

70 и подвергают каталитическому гидрокрекингу на алюмоникельмолибденовом цеолитном катализаторе при избыточном давлении 8 МПа, температуре реакции 460°C и кратности циркуляции водородсодержащего газа 1000 м³/м³ с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля, с температурой начала кипения не ниже 350⁰С и температурой выкипания 95 % фракции 450°C, и остатка гидрокрекинга, выкипающего выше 450°C. Фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют 50 % масс. остатка гидрокрекинга, подвергают каталитическому крекингу флюид на цеолитсодержащем катализаторе при избыточном давлении 0,15 МПа и температуре реакции 580°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга, с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, направляемого в декантор для гравиметрической очистки от остатков катализатора до менее 0,1 % масс. с получением декантояля, подвергаемого деасфальтизации на установке пропановой деасфальтизации при избыточном давлении 5 МПа и температуре 90°C с выделением деасфальтизованного декантояля, который смешивают с отходами термопластичных полимеров (С₈Н₈)_n в количестве 25 % масс. и подвергают карбонизации, первая стадия которой протекает в адиабатическом реакторе периодического действия при избыточном давлении 0,65 МПа, температуре реакции 520°C и коэффициенте рециркуляции 1,7, а вторая протекает в реакторе вытеснения непрерывного действия при атмосферном давлении и температуре прокали 1250°C с получением прокаленного игольчатого кокса.

Параметры способа получения прокаленного нефтяного игольчатого кокса представлены в таблице 1. Полученный прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,3 не отвечает всем предъявляемым требованиям по качеству (таблица 2).

Предлагаемый способ получения игольчатого кокса за счет последовательности технологических операций, включающих атмосферно-вакуумную перегонку нефти и замедленное коксование, гидрокрекинг, каталитический крекинг, декантацию и деасфальтизацию нефтепродуктов, добавление отходов термопластичных полимеров, а также коксование на установке замедленного коксования, позволяют получить прокаленный нефтяной игольчатый кокс с развитой структурной организацией и баллом микроструктуры от 5,8 до 6,0.

(57) Формула изобретения

Способ получения прокаленного нефтяного игольчатого кокса, в котором нефть на установке атмосферно-вакуумной трубчатой подвергают перегонке с выделением фракции тяжелого вакуумного газойля с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 500°C и остатка вакуумной перегонки – гудрона с температурой кипения выше 510°C, который коксуют на установке замедленному коксованию при избыточном давлении от 0,15 до 0,55 МПа, при этом нагревая до температуры от 490 до 510°C с выделением тяжелого газойля замедленного коксования с температурой начала кипения не ниже 330°C и температурой выкипания 95 % фракции 440°C, коэффициент рециркуляции которой составляет от 1,1 до 1,7, фракцию тяжелого вакуумного газойля в количестве от 20 до 40 мас.% смешивают с тяжелым газойлем замедленного коксования в количестве от 60 до 80 мас.% и направляют на установку гидрокрекинга, при этом процесс каталитической гидрогенизации протекает в присутствии алюмоникельмолибденового цеолитного катализатора, при избыточном давлении от 7 до 8 МПа и температуре от 420 до 450°C

с кратностью циркуляции водородсодержащего газа от 1100 до 1300 м³/м³, с выделением фракции гидроочищенного вакуумного газойля с температурой начала кипения не ниже 350°C и температурой выкипания 95 % фракции 450°C, и остатка гидрокрекинга, с температурой выкипания выше 450°C, фракцию гидроочищенного вакуумного газойля, в которую добавляют до 40 мас.% остатка гидрокрекинга, направляют на установку каталитического крекинга флюид, при этом процесс каталитического крекинга протекает в присутствии цеолитсодержащего катализатора при избыточном давлении от 0,20 до 0,25 МПа и температуре от 540 до 560°C с выделением тяжелого газойля каталитического крекинга с температурой начала кипения не ниже 290°C и температурой выкипания 95 % фракции 530°C, который направляют в декантор для гравиметрической разделения от остатков катализатора – до менее 0,1 мас.% с получением декантояля, который подвергают деасфальтизации при избыточном давлении от 3 до 4 МПа и температуре от 60 до 85°C с выделением деасфальтизованного декантояля с содержанием асфальтенов до 1,0 мас.% и серы до 0,2 мас.%, к которому добавляют отходы термопластичных полимеров (C₈H₈)_n в количестве до 20 мас.% на сырье и рециркулят с коэффициентом рециркуляции от 1,5 до 1,9, и проводят первую стадию карбонизацию при температуре коксования от 490 до 510°C и избыточном давлении от 0,35 до 0,55 МПа, а вторую стадию прокалку при температуре от 1300 до 1450°C с получением прокаленного нефтяного игольчатого кокса.

25

30

35

40

45