



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 378 317** (13) **C2**

(51) МПК
C10B 49/00 (2006.01)
C10B 53/06 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008108098/15, 04.03.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.03.2008

(43) Дата публикации заявки: 10.09.2009

(45) Опубликовано: 10.01.2010 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2178448 C1, 20.01.2002. RU 2132862 C1, 10.07.1999. RU 2117687 C1, 20.08.1998. SU 240663 A, 01.04.1969. WO 0204574 A1, 17.01.2002.

Адрес для переписки:
109428, Москва, Рязанский пр-кт, 10, оф.Д,
А.И. Блохину

(72) Автор(ы):

Сыроежко Александр Михайлович (RU),
Абдельхафид Фугалья (DZ),
Потехин Вячеслав Матвеевич (RU),
Ларина Наталия Владиславовна (RU),
Васильев Валентин Всеволодович (RU),
Юмашев Эдуард Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной
ответственностью "Шунгит" (RU)

(54) СПОСОБ ТЕРМИЧЕСКОЙ БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ В СМЕСЯХ С ТВЕРДЫМ ТОПЛИВОМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к химической и нефтехимической промышленности и может быть использовано для получения газообразных и жидких дистиллятных продуктов - компонентов топливных композиций и крекинг-остатков. Способ представляет собой переработку тяжелых нефтяных остатков на установках с твердым теплоносителем. Способ совмещает метод пиролиза и исчерпывающей газификации и дожига органической части, оставшейся после пиролиза. Способ осуществляют при

температурах свыше 400°C при атмосферном давлении на установках с твердым теплоносителем. Количество жидкого тяжелого нефтяного остатка, добавляемого в сырьевую смесь, составляет 3-20 мас.%, а содержание в сырьевых смесях остаточных битумов и природных асфальтитов составляет 3-50 мас.%. Технический результат: увеличение выхода целевого продукта при одновременном расширении сырьевой базы, упрощение аппаратурного оформления процесса. 1 з.п. ф-лы.

RU 2 378 317 C2

RU 2 378 317 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
C10B 49/00 (2006.01)
C10B 53/06 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008108098/15, 04.03.2008**

(24) Effective date for property rights:
04.03.2008

(43) Application published: **10.09.2009**

(45) Date of publication: **10.01.2010 Bull. 1**

Mail address:

**109428, Moskva, Rjazanskij pr-kt, 10, of.D, A.I.
Blokhinu**

(72) Inventor(s):

**Syroezhko Aleksandr Mikhajlovich (RU),
Abdel'khafid Fugal'ja (DZ),
Potekhin Vjacheslav Matveevich (RU),
Larina Natalija Vladislavovna (RU),
Vasil'ev Valentin Vsevolodovich (RU),
Jumashev Ehdvard Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Shungit" (RU)**

(54) METHOD OF NON-WASTE THERMAL PROCESSING OF HEAVY OIL RESIDUES MIXED WITH SOLID FUEL

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas production.

SUBSTANCE: method consists in processing of heavy oil residues at plants with solid heat carrier. Method combines method of pyrolysis and exhaustive gasification and afterburning of organic part remained after pyrolysis. Method is performed at temperature of above 400°C at atmospheric pressure

at plants with solid heat carrier. The number of liquid heavy oil residue added to raw mixture is 3-20 wt %, and content of residual asphalts and natural asphaltites in raw mixtures is 3-50 wt %.

EFFECT: increasing output of the target product at simultaneous enlargement of raw material base, simplifying the instrumentation of process.

2 cl

Изобретение относится к химической и нефтехимической промышленностям, а именно к способам переработки тяжелых нефтяных остатков ТНО, и может быть использовано для получения газообразных и жидких дистиллятных продуктов - компонентов топливных композиций и крекинг остатков - основы герметиков, 5 мягчителей резин, спекающих добавок, углеродных восстановителей, полупродуктов для получения нефтесланцехимических коксов и наполнителей при производстве углеродных материалов разнообразного назначения, а также минеральных 10 компонентов природного твердого топлива для энергетики, химии, транспорта - при производстве моторных топлив.

Глубина переработки нефти в моторные топлива определяется не только эффективными процессами отбора светлых фракций из нефти с их последующим 15 облагораживанием, но и современными технологиями переработки темных продуктов (мазутов, вакуумных газойлей, полугудронов, гудронов). Для превращения тяжелых нефтяных остатков (ТНО), в частности гудронов, в светлые нефтепродукты необходимо крекировать крупные молекулы ТНО и обеспечить требуемый групповой 20 состав, соответствующий качественным моторным топливам (бензинам, керосинам, дизельным).

Без использования катализаторов и высоких давлений в отсутствие водорода это 25 удается осуществить с помощью процессов термокрекинга, когда конкурируют 2 маршрута - крекинг и термоуплотнение.

В нефтепереработке в настоящее время для углубленной переработки нефтяных 30 остатков в дистиллятные продукты широко используются деструктивные гидрогенизационные процессы, протекающие под высоким давлением водорода в присутствии дорогих катализаторов при сложном аппаратном оформлении процесса при использовании затратных методов подготовки сырья к переработке. Процессы термополиконденсации особенно эффективны при использовании 35 недорогих донорно-водородных растворителей. В результате сочетания процессов крекинга и термоуплотнения ТНО в смеси с выбранным донором водорода получают газообразные, жидкие и твердые продукты. Их выход и качество зависят от условий крекинга (температура, давление, продолжительность, соотношение количеств ТНО и донорно-водородной добавки, природа донора и крекируемого вещества или смеси 40 веществ).

Наиболее близким к заявляемому способу является способ совместной переработки 45 тяжелых нефтяных остатков в смеси с сапропелитами (горючими сланцами, богхедами, кеннелями) - патент РФ №2178448, БИ №2 (II) 2002 - прототип, который заключается в приготовлении гомогенной смеси из ТНО и специально высушенного и подвергнутого механохимической обработке в вибромельнице тонкоизмельченного сапропелита (размером частиц 20-30 мкм) с последующим термокрекингом 50 полученной смеси при 390-420°C и 0,2-0,5 МПа и разделением продуктов крекинга, отличающийся тем, что механохимическую обработку ведут в инертной среде. Вибромельница работает в потоке с виброситом, а непрерывную подачу компонентов на смешение ведут шнековым питателем с регулируемой скоростью подачи. Установка термического крекинга тяжелых нефтяных остатков в присутствии органоминерального катализатора, кроме смесителя сырья, печи нагрева сырьевой смеси с реакционной камерой, включает дезинтеграторы, выносные реакторы, сепаратор, атмосферную колонну для разделения продуктов термокрекинга (Патенты РФ №2178446 и 2178447, БИ №2 (II) 2002).

Недостатки прототипа: сложное аппаратное оформление процесса,

необходимость тщательной подготовки сырьевой смеси к термопереработке (сушка в инертной среде, очень тонкое измельчение сапропелита одного генетического вида (карбонатного), наличие в технологической схеме двух дезинтеграторов, нагрев сырья в трубчатой печи с неминуемым коксованием последнего и возможной сегрегацией на крекинг-остаток и минеральную часть, необходимость проведения процесса в инертной среде, наличие выносных реакторов, работающих под давлением 2-50 кг/см², необходимость использования водяного пара для выделения из крекинг-остатка отработанного органоминерального катализатора. Способ имеет очень существенный недостаток - добавка сапропелита к ТНО составляет всего 8-12 мас.%, и даже в этих условиях получаемые крекинг-остатки ввиду их высоких температур размягчения и хорошей адгезии к металлу трудно удалять из реактора.

Задачей предлагаемого изобретения является устранение перечисленных недостатков в целях повышения эффективности способа за счет увеличения выхода целевого продукта при одновременном расширении сырьевой базы (использование липтобиолитовых углей, богхедов и сапропелитов - сланцев различной степени обогатимости любого генетического вида, гуммитов низкосредних стадий метаморфизма, природных асфальтитов (3-50% в смесях)), расширения ассортимента остаточного нефтяного сырья за счет использования полуугодронов и гудронов (3-20% в смесях), упрощения аппаратурного оформления процесса и подготовки исходной сырьевой смеси, его безотходности и универсальности.

Поставленная задача достигается тем, что в способе термохимической безотходной переработки тяжелых нефтяных остатков в смесях с твердым природным топливом на установках с твердым теплоносителем совмещенным методом пиролиза (термокрекинга) и окислительной газификации - дожига, отличающемся тем, что природное твердое топливо в смеси с тяжелыми нефтяными остатками или природными асфальтитами, измельченное до класса крупности 0-2 мм, в виде богхедов или сланцев различных генетических типов и степени обогатимости, углистых сланцев, липтобиолитовых углей или гуммитов низкосредних стадий метаморфизма подвергают последовательно ступенчатому крекингу твердым теплоносителем при температурах свыше 400°С сначала в смесителе, затем во вращающейся реторте барабанного типа или реакторе бункерного типа с образованием пирогенетической воды, высококалорийного газа и жидких дистиллятных продуктов, а твердый коксозольный остаток полностью или частично подвергают дожигу и окислительной исчерпывающей газификации для образования твердого теплоносителя с температурой свыше 700°С, обеспечивающего эффективный термокрекинг смеси в реторте.

В качестве твердого теплоносителя используют полностью или частично зольный остаток дожига органической части после пиролиза и частичной окислительной газификации остатка термокрекинга - пиролиза исходного сырья при альтернативных вариантах утилизации крекинг-остатков (всего или части) методом дожига и частичной окислительной газификации.

В жидких продуктах, получаемых на установке с твердым теплоносителем (УТТ), содержится меньше фенолов по сравнению со смолой с установки ГГС (газогенераторная станция). Смола установок УТТ более легкая, в ней более высокой содержание бензиновой фракции (около 24%) по сравнению со смолами ГГС и камерных печей. Максимально высокой теплотой сгорания характеризуются газ и смола с установок УТТ.

Мощности установок УТТ могут варьироваться от 500 т/сутки по рабочему сланцу

до 3000 и 10000 т/сутки. Опыт промышленной совместной переработки горючих сланцев с нефтяными отходами имеется на Эстонской ГРЭС на установке УТТ-3000.

В УТТ применяют в качестве аппаратов для термолитиза смесей как вращающиеся реторты барабанного типа, так и реакторы бункерного типа

5 Достоинства предлагаемого способа: а) в нефтяном гудроне и других видах ТНО в значительных количествах содержатся нафтеноароматические структуры, являющиеся прекрасными донорами водорода, насыщающие водородом радикалы, образующиеся при термкрекинге твердого топлива (липтобиолитовые угли или сланцы) и тем
10 самым повышающие выход жидких дистиллятных продуктов и улучшающие качество этих продуктов, в частности снижающие йодные числа последних. Гудрон и другие виды ТНО (полугудроны, асфальтиты, остаточные битумы) являются своеобразными пластификаторами твердого топлива, облегчающие размягчение, пластификацию и термкрекинг (пиролиз) углей и сланцев и тем самым способствующие протеканию
15 процесса в более мягких условиях и на большую глубину как по нефтяному остатку, так и по используемому твердому горючему ископаемому. В углях и сланцах содержатся в значительных количествах минеральные компоненты алюмосиликатно-карбонатной природы, специфические для каждого генетического
20 типа сланцев и углей разных стадий метаморфизма, которые катализируют протекающие радикальные реакции термолитиза ТНО и твердого топлива. Зольный остаток алюмосиликатной природы способствует протеканию реакций изомеризации радикалов, характерных для каталитического крекинга, приводящих к улучшению качества получаемых дистиллятов при их использовании в качестве компонентов
25 моторных топлив; б) в предлагаемом способе нет жестких ограничений по влажности и крупности используемого твердого топлива; в) способ универсален по сырью, так как можно использовать как сапропелиты (сланцы различных генетических типов), углистые сланцы, так и гумусовые липтобиолитовые (лучше) угли. Возможно
30 использование и гуммитов различных стадий метаморфизма (например, подсушенных малосернистых бурых углей уникального Канско-Ачинского бассейна), однако твердое топливо, содержащее повышенное количество водорода, предпочтительнее, так как при его переработке в смесях с тяжелыми нефтяными остатками (гудронами, полугудронами, асфальтитами, остаточными битумами) наблюдается более высокий
35 выход ценных жидких дистиллятов. В смесях с вышеуказанными видами твердого топлива термкрекингу можно подвергать тяжелые нефтяные остатки различных типов нефтей (тяжелых высокосмолистых, парафинового или нафтенового основания); г) целевые продукты процесса - относительно легкие смолы термолитиза,
40 имеющие высокий ресурс дистиллятных фракций (65-70% выкипает до 360°C), и высококалорийный газ после очистки могут иметь хороший потребительский спрос, в частности как компоненты высококалорийных жидких и газообразных топлив. В газе содержатся водород, монооксид углерода, насыщенные и ненасыщенные низшие углеводороды C₁-C₄ и небольшие примеси диоксида углерода, кислорода и азота; д) в
45 процессе термкрекинга углерод и водород и частично гетероатомы (сера, азот и азот) твердого топлива за счет реакций крекинга, β-распада радикалов, их рекомбинации и реакций термоуплотнения конвертируются в газообразные и жидкие продукты при
50 одновременном обеднении крекинг-остатков водородом и соответствующем обогащении углеродом. На последующей стадии окислительной газификации зольные крекинг-остатки твердого топлива максимально обезуглероживаются и дегидрируются.

Таким образом, по заявляемому способу без использования высоких давлений, без

применения методов деасфальтизации и диметаллизации ТНО, и в частности нефтяного гудрона, без использования водорода и дорогих катализаторов на промышленных установках УТТ при минимальной модернизации узла смешения твердого топлива с ТНО в блоках термокрекинга и окислительной газификации
5 квалифицированно перерабатывают широкий ассортимент смесей сланцев или углей с тяжелыми нефтяными остатками в ценные химические продукты.

Процесс термохимической безотходной переработки тяжелых нефтяных остатков в смесях с твердым топливом может проводиться по альтернативным вариантам:

10 1) с полной или частичной окислительной газификацией и дожигом остатков исходного сырья. В первом случае конечным продуктом является газ и зола твердого топлива, а во втором наряду с газом и зольным остатком получают полукокс широкого ассортимента в зависимости от природы перерабатываемых сырьевых смесей;

15 2) важное преимущество установок УТТ состоит в том, что тепловая энергия избыточного (не расходуемого на нагревание) сырья используется для нагревания воздуха, поступающего в котел-утилизатор. Таким образом, установка, кроме вышеперечисленных химических продуктов, вырабатывает перегретый водяной пар с температурой 400°C под давление 3,9 МПа.

Ниже в таблице приведены примеры осуществления предлагаемого способа.

Пример 1

Опыты проводились на стендовой малогабаритной установке
25 производительностью по углю и сланцу 12 кг/час. По принципу работы она моделирует технологический процесс термического разложения углей или горючих сланцев в промышленных агрегатах УТТ-3000. Рядовой прибалтийский сланец Ленинградского месторождения ОАО «Ленинградсланец» с низшей теплотой сгорания 7800 КДж/кг с влажностью 2,9% класса крупности 0-2 мм тщательно
30 смешивается при температуре 60°C с заданным количеством гудрона промышленной западно-сибирской нефти с установки АВТ-6 Киришского НПЗ (10 мас.%) и подается обогреваемым шнековым питателем при температуре 110-125°C в шнековый смеситель, в который подается нагретый до температуры свыше 700°C твердый теплоноситель - зола перерабатываемого сланца. В шнековом смесителе при
35 смешивании гудронов - сланцевой композиции - с нагретой золой начинается прогревание частиц сланца и молекул гудрона до заданной температуры и процесс их частичного разложения. Далее смесь парогазовых продуктов и твердой фазы поступает в реактор бункерного типа для завершения разложения органической
40 массы сланца и нефтяного гудрона. Твердый остаток пиролиза - термохимической переработки - смесь нефтесланцевого полукокса и коксозольного остатка - подается на окислительную газификацию в аэрофонтанную топку, где конвертируется органическая масса коксозольного остатка и полукокса. Тепла дожига, окислительной газификации достаточно для нагревания коксозольного остатка до
45 расчетных температур, достаточных для протекания термокрекинга исходной сырьевой смеси при температурах 420-450°C. Газовзвесь из аэрофонтанной топки делится на 2 потока, первый проходит сепаратор твердого теплоносителя (золы) и далее шнеком подается на смешивание с исходным сырьем. Газы из первого
50 сепаратора перемешиваются со вторым потоком газовзвеси, проходят двухступенчатые сепараторы и сбрасываются в атмосферу, а зола поступает в приемные бункеры. Парогазовая смесь из смесителя и реактора проходит фильтры тонкой очистки и направляется в систему конденсации. Установка является

двухвариантной: целевые продукты - жидкие продукты, высококалорийный газ и зола с минимальным содержанием остаточного углерода (менее 1%), наряду с вышеуказанными продуктами получают полукоккс требуемого качества в зависимости от исходной сырьевой смеси.

5 При проведении исчерпывающей газификации коксозольного остатка терморекинга исходного сырья получают 22,5 мас.% жидких продуктов с содержанием серы 0,95%. Низшая теплота сгорания жидких продуктов равна 38200±900 кДж/кг. Выход газа плотностью 1,01 г/л равен 41,5 л/кг. Таким образом, из 10 одного килограмма гудрон-сланцевой смеси с низшей теплотой сгорания 10,61±0,5 МДж/кг получено три ценных продукта - жидкие продукты, газ и зольный остаток. Тепло избыточной золы использовано для нагревания воздуха, подаваемого в котел-утилизатор. Распределение тепловой энергии по продуктам процесса: в газе - 1,85 МДж/кг, в жидких продуктах - 8,6 МДж/кг. Несходимость баланса по теплу 15 примерно 2% обусловлена образованием пирогенетической воды и потерей тепла с дымовыми газами. Зольный остаток характеризуется следующим составом (%): SiO₂ - 31,34, Al₂O₃ - 6,58, TiO₂ - 0,41, CaO - 42,98, MgO - 2,6, Fe₂O₃ - 5, Cr₂O₃ ≤ 0,005, MnO - 0,011, S - 2,6, сумма K₂O+Na₂O - 3,9.

20 Для квалифицированного применения указанного зольного остатка в цементной промышленности содержание оксида кальция должно быть не менее 80%. Таким образом, если к указанной золе добавить необходимое количество оксида кальция, ее можно применять для производства клинкер-цемента.

25 Примеры 2-13 (таблица) проводят аналогично примеру 1.

30

35

40

45

50

Выход твердых и жидких продуктов термохимической переработки тяжелых нефтяных остатков в смесях с твердыми топливами на установке УТТ при температуре сырьевой смеси в реакторе 435-445°C и продолжительности процесса 20 мин.

№ п/п	Сырье	Генетический тип минеральной части твердого топлива	Выход дистиллята, мас.%	Выход зольного остатка или смеси крекинг-остатка и золы
1	2	3	4	5
2	Гудрон западно-сибирской нефти (20%) + обогащенный концентрат кашпирского (волжского) сланца (кероген-70)	Карбонатный SiO ₂ - 28% Al ₂ O ₃ - 8,6% Сумма MgO+CaO - 52,9 мас.%	29	24
3	Гудрон западно-сибирской нефти (3%) + обогащенный концентрат прибалтийского сланца (кероген-70)	Карбонатный SiO ₂ - 20,7% Al ₂ O ₃ - 5,32% Сумма MgO+CaO - 21,35 мас.%	41	27**
4	Асфальтит Оренбургского месторождения (50 мас.%) + канско-ачинский бурый уголь Березовского разреза (50 мас.%)	Асфальтит содержит 12,8 мас.% золы	22	62*
5	Гудрон западно-сибирской нефти (20 мас.%) + рядовой бразильский сланец месторождения Ирати	Алюмосиликатно-карбонатный SiO ₂ - 54,7% Al ₂ O ₃ - 10,8% Сумма MgO+CaO - 10% мас.	20	64
6	Гудрон западно-сибирской нефти (20%) + углистый сланец Казахстана ОАО «Шубарколькомир»	Алюмосиликатный SiO ₂ - 61% Al ₂ O ₃ - 28,1% Сумма MgO+CaO - 1,4 мас.%	16	60,4
7	Гудрон западно-сибирской нефти (20 мас.%) + индонезийский углистый сланец (месторождение Западная Суматра)	Алюмосиликатный SiO ₂ - 60,25% Al ₂ O ₃ - 25,52% Сумма MgO+CaO - 1,4 мас.%	25	56**
8	Гудрон западно-сибирской нефти (20 мас.%) + иорданский высокосернистый рядовой сланец	Карбонатный SiO ₂ - 29,4% Al ₂ O ₃ - 3,92 мас.%. Сумма MgO+CaO - 43,3%	25	57**
9	Гудрон западно-сибирской нефти (20 мас.%) + рядовой прибалтийский сланец	Карбонатный SiO ₂ - 31,34 мас.%. Al ₂ O ₃ - 6,58 мас.%. Сумма MgO+CaO - 45,48 мас.%	34	56
10	Асфальтит Оренбургского месторождения (50 мас.%) + дальневосточный липтобиолитовый уголь	Алюмосиликатный	28	16**
11	Гудрон западно-сибирской нефти (20 мас.%) + богхед Черемховского месторождения	Сапропелит	45	31
12	Гудрон западно-сибирской нефти (20 мас.%) + кероген-70 Прибалтийского месторождения	Карбонатный SiO ₂ - 20,7% Al ₂ O ₃ - 5,32% Сумма MgO+CaO - 21,35 мас.%	48	30**
13	Остаточный битум из нефти Ярегского месторождения (50 мас.%) + рядовой прибалтийский сланец	Карбонатный SiO ₂ - 31,4% Al ₂ O ₃ - 6,58% Сумма MgO+CaO - 45,58 мас.%	24	69*

	14	Ухтинский асфальтит (3%) + дальневосточный липтобиолитовый уголь	Зольность 1.5%	21	60.5
	15	Ухтинский асфальтит (3%) + обогащенный концентрат прибалтийского сланца (кероген-90)	C - 81%, H - 8%, O - 7%, S - 3,5%, N - 0.5%	51	28
5	16	Полугудрон арланской нефти (3%) + рядовой прибалтийский сланец	Карбонатный	22	56*
	17	Полугудрон арланской нефти (20%) + рядовой бурый уголь Подмосковского бассейна	Алюмосиликатно-карбонатный	24	61
10	18	Гудрон западно-сибирской нефти (3%) + рядовой бурый уголь канско-ачинского бассейна Березовского месторождения	Алюмосиликатно-карбонатный	15	62
	19	Гудрон западно-сибирской нефти (20%) + монгольский бурый уголь Баганурского месторождения	Алюмосиликатно-карбонатный	20	60
	20	Гудрон западно-сибирской нефти (20%) + дальневосточный липтобиолитовый уголь	Алюмосиликатный	35	41
15	21	Ухтинский асфальтит республики Коми (3%) + богхед Черемховского месторождения	Сапропелит	36	37
	22	Ухтинский асфальтит (50%) + рядовой прибалтийский сланец	Карбонатный	46	34
20	23	Ухтинский асфальтит (50%) + рядовой бразильский сланец месторождения Ирати	Алюмосиликатно-карбонатный	42	38
	24	Ухтинский асфальтит (3%) + кероген-70 прибалтийского сланца	Карбонатный	39	51
	25	Асфальтит Оренбургского месторождения (50%) + углистый сланец Казахстана ОАО «Шубаркого - Комир»	Алюмосиликатный	27	49
25	26	Асфальтит Оренбургского месторождения (3%) + рядовой бурый уголь канско-ачинский Березовского месторождения	Алюмосиликатно-карбонатный	14	63*
	27	Остаточный битум из нефти Ярегского месторождения (50%) + рядовой подмосковный уголь	Алюмосиликатно-карбонатный	34	42
30	28	Остаточный битум из арланской нефти (3%) + богхед Черемховского месторождения	Сапропелит	38	40
	29	Остаточный битум из нефти Ярегского месторождения (3%) + углистый сланец Казахстана ОАО «Шубаркого - Комир»	Алюмосиликатный	6	69*
35	30	Остаточный битум из арланской нефти (50%) + дальневосточный липтобиолитовый уголь	Алюмосиликатный	46	24**
	31	Остаточный битум из нефти Ярегского месторождения (3%) + рядовой уголь канско-ачинский Березовского месторождения	Алюмосиликатно-карбонатный	14	60*

* Крекинг-остаток (полукокс).

** Полная газификация крекинг-остатка, в остальных опытах частичная газификация крекинг-остатка.

Видно, что максимальный выход ценных жидких продуктов (41-51%) получен в опытах 3, 11, 12, 15, 23 и 30 при переработке смеси гудрона или асфальтита и обогащенного прибалтийского сланца, смеси гудрона и богхеда. Максимальный выход зольного крекинг-остатка получен в опытах 4, 13 и 29 при использовании в качестве сырья асфальтита или остаточного битума в смеси с рядовым прибалтийским сланцем, углистым сланцем, бурый канско-ачинским углем.

Формула изобретения

1. Способ термохимической безотходной переработки тяжелых нефтяных остатков в смесях с твердым топливом на установках с твердым теплоносителем совмещенным методом пиролиза (термокрекинга) и окислительной газификации дожига, отличающийся тем, что природное твердое топливо в смеси с тяжелыми нефтяными остатками или природными асфальтитами, измельченное до класса крупности 0-2 мм,

в виде богхедов или сланцев различных генетических типов и степени обогатимости, углистых сланцев, липтобиолитовых углей или гуммитов низко-средних стадий метаморфизма подвергают последовательно ступенчатому крекингу твердым теплоносителем при температурах свыше 400°C сначала в смесителе, затем во
5 вращающейся реторте барабанного типа или реакторе бункерного типа с образованием пирогенетической воды, высококалорийного газа и жидких дистиллятных продуктов, а твердый коксозольный остаток полностью или частично подвергают дожигу и окислительной исчерпывающей газификации для образования
10 твердого теплоносителя с температурой свыше 700°C, обеспечивающего эффективный термокрекинг смеси в реторте.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в сырьевых смесях полугудроны и гудроны составляют 3-20%, а содержание остаточных битумов и природных
15 асфальтитов составляет 3-50%.

20

25

30

35

40

45

50