

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2753008

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НЕФТЯНОГО ИГОЛЬЧАТОГО КОКСА

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Кондрашева Наталья Константиновна (RU), Габдулхаков Ренат Раилевич (RU), Кондрашев Дмитрий Олегович (RU), Рудко Вячеслав Алексеевич (RU)*

Заявка № 2020138863

Приоритет изобретения 27 ноября 2020 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 11 августа 2021 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 27 ноября 2040 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C10B 55/00 (2021.05)

(21)(22) Заявка: 2020138863, 27.11.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.11.2020

Дата регистрации:
11.08.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.11.2020

(45) Опубликовано: 11.08.2021 Бюл. № 23

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
Санкт-Петербургский горный университет,
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Кондрашева Наталья Константиновна (RU),
Габдулхаков Ренат Раилевич (RU),
Кондрашев Дмитрий Олегович (RU),
Рудко Вячеслав Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский горный
университет» (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2717815 C1, 25.03.2020. CN
111377428 A1, 07.07.2020. RU 2618820 C1,
11.05.2017. RU 2729191 C1, 05.08.2020. RU
2314333 C1, 10.01.2008. JP H05105881 A1,
27.04.1993. JP 2689510 B2, 10.12.1997. RU 2686152
C1, 24.04.2019.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НЕФТЯНОГО ИГОЛЬЧАТОГО КОКСА

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтеперерабатывающей промышленности, в частности к способу получения нефтяного игольчатого кокса процессом замедленного коксования для производства высококачественных графитизированных крупногабаритных электродов, используемых в дуговых печах сверхвысокой мощности. Способ включает 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. Причем 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. Техническим результатом изобретения является получение нефтяного игольчатого кокса с улучшенной структурной организацией и увеличение выхода дистиллятных фракций. 4 табл., 6 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11)**2 753 008** (13) **C1**(51) Int. Cl.
C10B 55/00 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(52) CPC
C10B 55/00 (2021.05)(21)(22) Application: **2020138863, 27.11.2020**(24) Effective date for property rights:
27.11.2020Registration date:
11.08.2021

Priority:

(22) Date of filing: **27.11.2020**(45) Date of publication: **11.08.2021 Bull. № 23**

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, Sankt-Peterburgskij gornyj universitet, Patentno-litsenzionnyj otdel

(72) Inventor(s):

**Kondrasheva Natalia Konstantinovna (RU),
Gabdulkhakov Renat Railevich (RU),
Kondrashev Dmitrii Olegovich (RU),
Rudko Viacheslav Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**(54) **METHOD FOR PRODUCING OIL NEEDLE COKE**

(57) Abstract:

FIELD: oil refining industry.

SUBSTANCE: invention relates to the oil refining industry, in particular to a method for producing petroleum acicular coke by a delayed coking process for the production of high-quality graphitized large-size electrodes used in ultra-high power arc furnaces. The method includes mixing in an intermediate tank as a feedstock heavy gas oil of catalytic cracking with a recycle - heavy gas oil of coking, with the formation of secondary raw materials, heating the secondary raw materials, feeding it into the coking chamber at the coking temperature and coking to obtain coke and coking distillates, which are fed to the lower part of the distillation column for fractionation, with the receipt of gas, gasoline fractions, fractions of light and heavy

coking gas oils. Polystyrene is added to the decanted heavy gas oil of catalytic cracking in an amount of up to 15.0 wt.% for raw materials and recirculated with a recirculation coefficient of 1.4. Next, heating is carried out to a coking temperature from 495 to 505°C at a pressure from 0.33 to 0.37 MPa with the formation of crude needle coke and distillates, the resulting crude needle coke, after unloading, is sent for calcination in an inert environment at a temperature of 1200 to 1300°C for 1 to 2 hours to obtain a calcined needle coke.

EFFECT: obtaining petroleum needle coke with improved structural organization and increasing the yield of distillate fractions.

1 cl, 4 tbl, 6 ex

RU 2 753 008 C1

RU 2 753 008 C1

Изобретение относится к нефтеперерабатывающей промышленности, в частности к способу получения нефтяного игольчатого кокса процессом замедленного коксования, для производства высококачественных графитизированных крупногабаритных электродов, используемых в дуговых печах сверхвысокой мощности. Традиционным сырьем процесса замедленного коксования являются низкосернистые нефтяные фракции с высоким содержанием ароматики, алкилароматики с короткими боковыми цепями, а также нафтеновых углеводородов, склонных к процессу межмолекулярного переноса водорода.

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 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 получаемым продуктам, в связи с увеличением коэффициента рециркуляции выше 1,6.

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 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 °С при давлении от 0,2 до 0,4 МПа и разделяют на легкую и тяжелую части. Затем 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 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 тяжелую части, кроме того компонент сырья коксования - ТСП является дефицитным продуктом нефтехимического производства.

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 каменноугольную смолу предварительно нагревают до 500-510 °С, 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 °С и давлении 0,4-1

МПа.

Недостатком данного способа является использование каменноугольной смолы, являющейся ценным сырьем для нефтехимии, кроме того повышение давления в камере коксования до 1 МПа будет приводить к увеличению механической прочности коксовой массы и увеличению трудозатрат в процессе ее выгрузки.

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 № 2314333 опубл. 10.01.2008) взятый за прототип, включающий, включающий смешивание, в частности, тяжелого газойля каталитического крекинга с тяжелым газойлем коксования в качестве рециркулята, подачу смеси в промежуточную емкость, соединенную по парам с ректификационной колонной, нагрев сырьевой смеси из промежуточной емкости в коксовой печи, подачу его в камеру коксования при температуре коксования и коксование с получением кокса и дистиллята коксования, который подают в ректификационную колонну для фракционирования с получением газа, бензина, легкого и тяжелого газойлей коксования. При этом исходное сырье смешивают с рециркулятом в количестве 10-100% на загрузку сырья, а в качестве исходного сырья используют, в частности, тяжелый газойль каталитического крекинга.

Недостатком данного способа является то, что чрезмерное повышение коэффициента рециркуляции снижает производительность установки по сырью и получаемому коксу, кроме того повышение коэффициента рециркуляции на более чем 60% нерентабельно, поскольку это обеспечивает незначительный прирост температуры верха коксовой камеры.

Техническим результатом является получение нефтяного игольчатого кокса с улучшенной структурной организацией и увеличение выхода дистиллятных фракций.

Технический результат достигается тем, что к декантированному тяжелому газойлю каталитического крекинга добавляют полистирол в количестве до 15,0 % масс. 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 течении от 1 до 2 часов с получением прокаленного игольчатого кокса, который используют как основное сырье для выработки электродов высокой

мощности.

Способ осуществляется следующим образом. Исходное сырье - декантированный тяжелый газойль каталитического крекинга, физико-химические характеристики которого представлены в таблице 1 смешивается с рециркулятом – тяжелым газойлем коксования в промежуточной емкости, коэффициент рециркуляции 1,4, с полистиролом физико-химические свойства которого представлены в таблице 2, в количестве до 15 % масс. затем смесь нагревается до температуры коксования от 495 до 505 °С и коксуется в камере коксования при давлении от 0,33 до 0,37 МПа с образованием кокса и дистиллятов, которые подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование с выделением газа, бензиновой фракции, легкой и тяжелой газойлевых фракций, при этом газ направляется на фракционирование и очистку, а бензиновая и газойлевые фракции, после облагораживания, могут быть использованы в качестве компонентов топлив. Полученный сырой игольчатый кокс после выгрузки направляется на прокалку в инертной среде при температуре от 1200 до 1300°С в течение от 1 до 2 часов с получением прокаленного игольчатого кокса.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики декантированного газойля каталитического крекинга

Показатель	Значение
Плотность при 20 °С, кг/м ³	1043
Коксумость, %	6,11
Содержание серы, %	0,13
Содержание золы, %	0,04
Температура вспышки, °С	161
Фракционный состав, % об.:	
- температура начала кипения, °С	300
- 5 % выкипает при	315
- 10 % выкипает при	345
50 % выкипает при	414
- температура конца кипения, °С	525

Таблица 2 – Физико-химические свойства полистирола по ТУ 2214-126-05766801-2003

Показатель	Единица измерения	Норма		Результат испытаний	Метод испытаний
		Мин.	Макс.		
Показатель текучести расплава, при 200 °С на 5 кг загрузки	г/10 мин	6,0	9,0	7,8	ASTM D 1238
Температура размягчения по Вика	°С	Не менее 89,0		99,3	ASTM D 1525
Ударная вязкость по Изоду, с надрезом	Дж/м	Не менее 96,0		111,5	ASTM D 256
Глянец под углом 60 °	-	Не менее 70,0		70,0	ASTM D 523
Массовая доля остаточного стирола	%	Не более 0,05		0,04	ТУ 2214-126-05766801 п.4.10

Способ поясняется следующими примерами.

Пример 1. Исходное сырье – декантированный тяжелый газойль каталитического крекинга смешивают с рециркулятом – тяжелым газойлем коксования в промежуточной емкости, коэффициент рециркуляции при этом составляет 1,4, смесь нагревают до температуры коксования от 495 до 505 °С и коксуют в камере коксования при давлении от 0,33 до 0,37 МПа с образованием сырого игольчатого кокса и дистиллятов коксования, дистилляты в свою очередь подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование с выделением углеводородного газа, бензиновой фракции, смеси газойлевых фракций. Полученный кокс после выгрузки направляется

на прокалку в инертной среде при температуре от 1200 до 1300 °С в течение от 1 до 2 часов, после чего получают прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,4 по ГОСТ 26132-84. Материальный баланс процесса замедленного коксования представлен в таблице 3. Показатели качества полученного игольчатого кокса после прокалки представлены в таблице 4.

Пример 2. Исходное сырье – декантированный тяжелый газойль каталитического крекинга смешивают с рециркулятом – тяжелым газойлем коксования в промежуточной емкости, коэффициент рециркуляции при этом составляет 1,4, полистиролом в количестве 2,5 % масс., затем полученную смесь нагревают до температуры коксования от 495 до 505 °С и коксуют в камере коксования при давлении от 0,33 до 0,37 МПа с образованием сырого игольчатого кокса и дистиллятов коксования, дистилляты в свою очередь подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование с выделением углеводородного газа, бензиновой фракции, смеси газойлевых фракций. Полученный кокс после выгрузки направляется на прокалку в инертной среде при температуре от 1200 до 1300 °С в течение от 1 до 2 часов, после чего получают прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 6,1 по ГОСТ 26132-84. Материальный баланс процесса замедленного коксования представлен в таблице 3. Показатели качества полученного игольчатого кокса после прокалки представлены в таблице 4.

Пример 3. Исходное сырье – декантированный тяжелый газойль каталитического крекинга смешивают с рециркулятом – тяжелым газойлем коксования в промежуточной емкости, коэффициент рециркуляции при этом составляет 1,4, полистиролом в количестве 5 % масс., затем полученную смесь нагревают до температуры коксования от 495 до 505 °С и коксуют в камере коксования при давлении от 0,33 до 0,37 МПа с образованием сырого игольчатого кокса и дистиллятов коксования, дистилляты в свою очередь подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование с выделением углеводородного газа, бензиновой фракции, смеси газойлевых фракций. Полученный кокс после выгрузки направляется на прокалку в инертной среде при температуре от 1200 до 1300 °С в течение от 1 до 2 часов, после чего получают прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 6,3 по ГОСТ 26132-84. Материальный баланс процесса замедленного коксования представлен в таблице 3. Показатели качества полученного игольчатого кокса после прокалки представлены в таблице 4.

Пример 4. Исходное сырье – декантированный тяжелый газойль каталитического крекинга смешивают с рециркулятом – тяжелым газойлем коксования в промежуточной емкости, коэффициент рециркуляции при этом составляет 1,4, полистиролом в количестве 10 % масс., затем полученную смесь нагревают до температуры коксования от 495 до 505 °С и коксуют в камере коксования при давлении от 0,33 до 0,37 МПа с образованием сырого игольчатого кокса и дистиллятов коксования, дистилляты в свою очередь подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование с выделением углеводородного газа, бензиновой фракции, смеси газойлевых фракций. Полученный кокс после выгрузки направляется на прокалку в инертной среде при температуре от 1200 до 1300 °С в течение от 1 до 2 часов, после чего получают прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 6,2 по ГОСТ 26132-84. Материальный баланс процесса замедленного коксования представлен в таблице 3. Показатели качества полученного игольчатого кокса после прокалки представлены в таблице 4.

Пример 5. Исходное сырье – декантированный тяжелый газойль каталитического

крекинга смешивают с рециркулятом – тяжелым газойлем коксования в промежуточной емкости, коэффициент рециркуляции при этом составляет 1,4, полистиролом в количестве 15 % масс., затем полученную смесь нагревают до температуры коксования от 495 до 505 °С и коксуют в камере коксования при давлении от 0,33 до 0,37 МПа с образованием сырого игольчатого кокса и дистиллятов коксования, дистилляты в свою очередь подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование с выделением углеводородного газа, бензиновой фракции, смеси газойлевых фракций. Полученный кокс после выгрузки направляется на прокалку в инертной среде при температуре от 1200 до 1300 °С в течение от 1 до 2 часов, после чего получают прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,7 по ГОСТ 26132-84. Материальный баланс процесса замедленного коксования представлен в таблице 3. Показатели качества полученного игольчатого кокса после прокалки представлены в таблице 4.

Пример 6. Исходное сырье – декантированный тяжелый газойль каталитического крекинга смешивают с рециркулятом – тяжелым газойлем коксования в промежуточной емкости, коэффициент рециркуляции при этом составляет 1,4, полистиролом в количестве 16 % масс., затем полученную смесь нагревают до температуры коксования от 495 до 505 °С и коксуют в камере коксования при давлении от 0,33 до 0,37 МПа с образованием сырого игольчатого кокса и дистиллятов коксования, дистилляты в свою очередь подают в нижнюю часть ректификационной колонны на фракционирование с выделением углеводородного газа, бензиновой фракции, смеси газойлевых фракций. Полученный кокс после выгрузки направляется на прокалку в инертной среде при температуре от 1200 до 1300 °С в течение от 1 до 2 часов, после чего получают прокаленный игольчатый кокс с баллом микроструктуры 5,5 по ГОСТ 26132-84. Материальный баланс процесса замедленного коксования представлен в таблице 3. Показатели качества полученного игольчатого кокса после прокалки представлены в таблице 4.

Таблица 3 – Материальный баланс процесса замедленного коксования

Взято, % масс.						
Пример	1	2	3	4	5	6
Декантированный тяжелый газойль каталитического крекинга	100,0	97,5	95,0	90,0	85,0	84,0
Полистирол	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0	16,0
Коэффициент рециркуляции	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Температура, °С	495-505	495-505	495-505	495-505	495-505	495-505
Давление, МПа	0,33-0,37	0,33-0,37	0,33-0,37	0,33-0,37	0,33-0,37	0,33-0,37
Итого сырья:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Получено, % масс.						
Углеродный материал	44,8	46,0	45,6	44,4	45,2	44,9
Дистилляты коксования	36,2	36,6	37,2	39,2	42,2	42,4
Газ и потери	19,0	17,4	17,2	16,4	12,6	12,7
Итого продуктов:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 4 – Показатели качества игольчатого кокса после прокалки

Показатель	Метод	Содержание полистирола, %					
		0,0	2,5	5,0	10,0	15,0	16,0
Балл микроструктуры	ГОСТ 26132-84	5,4	6,1	6,3	6,2	5,7	5,5
Действительная плотность, г/см ³	ГОСТ 10220-82	2,0871	2,1172	2,1293	2,1376	2,1410	2,1417
Выход летучих, %	ГОСТ 22898-78	5,27	4,33	4,86	5,14	4,33	4,41
Зольность, %	ГОСТ 11022-95	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04

Влажность, %	ГОСТ 27589-91	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05
--------------	---------------	------	------	------	------	------	------

Таким образом, предлагаемый способ получения нефтяного игольчатого кокса позволяет вырабатывать игольчатый кокс с улучшенной организацией микроструктуры, расширить сырьевую базу процесса замедленного коксования, а также увеличить выход дистиллятных фракций с сохранением доли вырабатываемого игольчатого кокса.

(57) Формула изобретения

Способ получения нефтяного игольчатого кокса замедленным коксованием, 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.

25

30

35

40

45