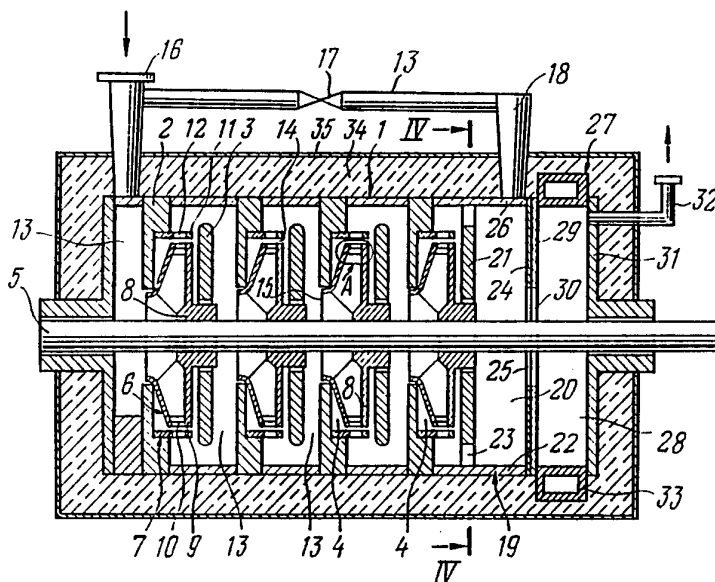


МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРОМ О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (PCT)

<p>(51) Международная классификация изобретения ^Б: C10G 15/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Номер международной публикации: WO 94/10261 (43) Дата международной публикации: 11 мая 1994 (11.05.94)</p>
<p>(21) Номер международной заявки: PCT/RU92/00194 (22) Дата международной подачи: 2 ноября 1992 (02.10.92) (71)(72) Заявитель и изобретатель: КЛАДОВ Анатолий Фёдорович [RU/RU]; Новосибирск 630057, ул. Универсальная, д. 6, кв. 34 (RU) [KLADOV, Anatoly Fedorovich, Novosibirsk (RU)]. (74) Агент: ВСЕСОЮЗНЫЙ ЦЕНТР ПАТЕНТНЫХ УСЛУГ «ПАТИС»; Москва 117279, ул. Миклухо-Маклая, д. 55а (SU) [ALL-UNION CENTRE OF PATENT SERVICES «PATIS», Moscow (SU)].</p>		<p>(81) Указанные государства: AU, BG, BR, CA, CS, FI, HU, JP, KP, KR, NO, PL, RU, US, (европейский патент (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, SE)) Опубликована <i>С отчетом о международном поиске.</i></p>

(54) Title: PROCESS FOR CRACKING CRUDE OIL AND PETROLEUM PRODUCTS AND A DEVICE FOR CARRYING OUT THE SAME

(54) Название изобретения: СПОСОБ КРЕКИНГА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ И УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ



(57) Abstract

The proposed process involves subjecting the liquid, raw material to ultrasound treatment in a closed-circulation system, the intensity of the ultrasound being set at 1-10 MW/m². Between 0.1 and 80 vol % of a dispersing agent is introduced into the treatment area at the same time as the raw material; it sustains static pressure of between 0.2 and 5 MPa. The device used in carrying out this process contains an ultrasonic activator which generates ultrasound at an intensity of 1-10 MW/m² and is connected to an appliance (19) for separating the liquid and vapour phases of the processed crude, and a device (27) for condensing the end product.

(57) Реферат

Предлагаемый способ включает ультразвуковую обработку жидкого сырья в замкнутом циркуляционном контуре с интенсивностью излучения 1-10 МВт/м². При этом одновременно с сырьем в зону обработки подают вещество, обеспечивающее его диспергирование, в количестве 0,1-80 об.% и поддерживают статическое давление в диапазоне от 0,2 до 5 МПа. Установка для осуществления предлагаемого способа содержит ультразвуковой активатор, обеспечивающий интенсивность излучения 1-10 МВт/м², приспособлением (19) для разделения обработанного сырья на жидкую и парообразную фазы и приспособлением (27) для конденсации конечного продукта.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AT	Австрия	FI	Финляндия	MR	Мавритания
AU	Австралия	FR	Франция	MW	Малави
BB	Барбадос	GA	Габон	NE	Нигер
BE	Бельгия	GB	Великобритания	NL	Нидерланды
BF	Буркина Фасо	GN	Гвинея	NO	Норвегия
BG	Болгария	GR	Греция	NZ	Новая Зеландия
VJ	Бенин	HU	Венгрия	PL	Польша
BR	Бразилия	IE	Ирландия	PT	Португалия
CA	Канада	IT	Италия	RO	Румыния
CF	Центральноафриканская Республика	JP	Япония	RU	Российская Федерация
BY	Беларусь	KP	Корейская Народно-Демократическая Республика	SD	Судан
CG	Конго	KR	Корейская Республика	SE	Швеция
CH	Швейцария	KZ	Казахстан	SI	Словения
CI	Кот д'Ивуар	LI	Лихтенштейн	SK	Словакия
CM	Камерун	LK	Шри Ланка	SN	Сенегал
CN	Китай	LU	Люксембург	TD	Чад
CS	Чехословакия	LV	Латвия	TG	Того
CZ	Чешская Республика	MC	Монако	UA	Украина
DE	Германия	MG	Мадагаскар	US	Соединённые Штаты Америки
DK	Дания	ML	Мали	UZ	Узбекистан
ES	Испания	MN	Монголия	VN	Вьетнам

СПОСОБ КРЕКИНГА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ И УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Область техники

Изобретение относится к области нефтепереработки, а
5 более конкретно - к способу крекинга нефти и нефтепродуктов и установке для его осуществления.

Предшествующий уровень техники

Широко известен способ термического крекинга нефти
(М.Г.Рудин, А.Е.Драбкин "Краткий справочник нефтеперера-
10 ботчика" Химия, Ленинград, 1980, стр.65-67), предназначенный для получения дополнительного количества светлых нефтепродуктов термическим разложением остатков от перегонки нефти. Способ заключается в проведении следующих основных операций: нагревание сырья до температуры
15 470-545°C при давлении 2,2-2,8 МПа; фракционное разделение паров нефтепродуктов при температуре 210-500°C и давлении 0,8-2,5 МПа. Кроме того, в качестве вспомогательных операций используют охлаждение-конденсацию, сепарацию. В качестве сырья используют остатки первичной пере-
20 гонки нефти: мазут с температурой начала кипения выше 350°C, гудрон с температурой кипения выше 500°C, тяжелые газойли коксования и каталитического крекинга с температурой кипения выше 420°C.

Конечным продуктом известного способа являются: газ,
25 содержащий предельные и непредельные углеводороды, которые направляют для дальнейшей переработки на газофракционирующие установки; бензин с октановым числом 66-72 по моторному методу с содержанием серы до 0,5-1,2 мас.%, содержанием непредельных углеводородов (алкенов и алкени-
30 диенов) до 25 мас.%; керосино-газойлевая фракция, которая является ценным компонентом флотского мазута, а после удаления серы может применяться как компонент дизельного топлива; тяжелый остаток, который используют как котельное топливо.

35 Выход продукции термического крекинга по усредненным показателям составляет: углеводородный газ 2,3-3,5%;

- 2 -

головка стабилизации 3,0-3,6%; бензин 6,7-19,7%; керо-
синогазойлевая фракция 3,9-5,3%; тяжелый остаток 68-88%.

Удельное потребление энергоресурсов при осуществле-
5 нии термического крекинга составляет (в расчете на 1 тон-
ну сырья):

	пар водяной, ГДж	0,4-0,6;
	электроэнергия, ГДж	0,03-0,04;
	вода, м ³	20-30;
10	топливо, ГДж	1,4-2,1.

15 Качество способа оценивают чаще всего по выходу наи-
более ценных конечных продуктов, энергозатратам, стоимос-
ти обработки и потерям сырья в процессе обработки. Терми-
ческий крекинг позволяет получать выход светлых жидких
20 нефтепродуктов на уровне 9-30% (светлыми считают нефтепро-
дукты, выкипающие при температуре ниже 350°C), суммарные
энергозатраты 1,8-2,7 МДж/кг, стоимость переработки
0,5-2,5 руб/кг, потери сырья составляют 2-4%. Это очень
25 низкие показатели и поэтому в настоящее время описанный
20 способ в промышленности практически не используется и
почти повсеместно вытеснен более производительным, но в
то же время более дорогим и более сложным для реализации
способом каталитического крекинга.

25 Широко известен способ каталитического крекинга
25 нефтепродуктов (М.Г.Рудин, А.Е.Драбкин, "Краткий справоч-
ник нефтепереработчика" Химия. Ленинград, 1980г., стр.70-
73), то есть способ термического разложения тяжелых неф-
тяных фракций в присутствии катализатора.

30 Способ заключается в проведении следующих операций:
30 нагревание сырья до температуры 470-500°C при статическом
давлении 0,06-0,24 МПа; смешивание сырья с водяным паром,
а затем с катализатором; обработку смеси сырья, водяно-
го пара и катализатора в реакторе, в котором происходит
каталитическое разложение сырья; разделение на жидкую и
35 парообразную фазы; выделение катализатора; разделение
смеси углеводородов на фракции при температуре до 500°C
и давлении 0,06-0,24 МПа; регенерация катализатора при

- 3 -

температуре 590-670°C и давлении 0,2-0,24 МПа. В качестве вспомогательных используются операции охлаждения, конденсации и другие.

5 В качестве сырья для каталитического крекинга чаще всего используют вакуумный дистиллят с температурой кипения фракций 350-500°C и другие углеводороды.

Конечным продуктом каталитического крекинга являются:

10 - углеводородный газ, содержащий 80-90% предельных и непредельных углеводородов C₃-C₄;

- бензиновая фракция с температурой конца кипения 195°C, используемая как компонент авто- и авиабензина с октановым числом 87-93 по исследовательскому методу и

15 содержанием углеводородов в мас. %: ароматических 20-30, непредельных 8-15, нефтяных 7-15, парафиновых 45-50;

- легкий газойль с температурой кипения 195-280°C, используемый как компонент дизельного и газотурбинного топлива;

20 - фракция с температурой кипения 280-420°C, используемая при получении сырья для производства технического углерода;

- тяжелый газойль с температурой кипения выше 420°C, используемый как компонент котельного топлива.

25 Выход продукции каталитического крекинга по усредненным показателям составляет в мас. %:

углеводородный газ 6-10

головка стабилизации (легкие жидкие углеводороды) 8-10

30 бензин 28-43

легкий газойль 13-18

фракция 280-420°C 10-15

тяжелый газойль 12-16

кокс выжигаемый 5,3-5,5.

35 Удельное потребление энергоресурсов при осуществлении каталитического крекинга составляет (в расчете на 1 тонну сырья):

- 4 -

	пар водяной, ГДж	0,5-0,8;
	электроэнергия, ГДж	0,3-0,4;
	вода, м ³	4-5;
5	топливо, ГДж	0,4-0,5;
	катализатор, кг	1-1,2.

Каталитический крекинг позволяет получать светлые нефтепродукты на уровне 54-78%, суммарные энергозатраты 1,2-1,8 МДж/кг, стоимость переработки 0,75-3,75 руб/кг, потери сырья составляют 7-10% (в сумме с потерями выжигаемого кокса).

По сравнению с термическим крекингом в данном случае увеличен выход светлых нефтепродуктов более, чем в 2 раза, снижены энергозатраты, примерно, в 1,5 раза, однако одновременно увеличены стоимость переработки и потери сырья.

Кроме того, используя указанный способ невозможно увеличить выход светлых нефтепродуктов. Это связано с ограниченной активностью и селективностью катализаторов, используемых в процессе крекинга.

Для осуществления указанных способов применяют стандартные широко известные установки.

Установка для осуществления каталитического крекинга нефтепродуктов содержит устройство для обработки сырья, сообщенное с устройством для разделения конечных продуктов, сообщенное, в свою очередь, с устройством для охлаждения и конденсации конечного продукта (например бензина), сообщенное, в свою очередь, с устройством для сепарации углеводородных газов и жидкости (бензина).

Устройство для обработки сырья представляет собой емкостной аппарат с организованным внутри него либо плотным, либо движущимся слоем крупносферического катализатора крекинга, либо с псевдооживленным слоем микросферического катализатора крекинга, в котором осуществляется контакт обрабатываемого сырья в парообразной фазе с катализатором и происходит реакция расщепления молекул углеводородов.

Устройство для разделения конечных нефтепродуктов представляет собой колонный аппарат с организованным внутри каскадом разделительных тарелок. С верхней части колонны по трубе отводится газ и пары бензина, которые передаются в устройство для охлаждения и конденсации. С разделительных тарелок отводятся конечные нефтепродукты, имеющие более высокую температуру кипения, чем бензин, например, керосиновые фракции, дизельные фракции и другие. С нижней части колонны отводится нерасщепленный продукт - остаток крекинга.

Устройство для охлаждения и конденсации представляет собой теплообменный аппарат, любой конструкции, например, кожухотрубчатый.

Устройство для сепарации представляет собой емкостной аппарат, часть внутреннего объема которого заполняют разделительной смесью. В верхней части устройства имеется патрубок для отвода газов, в нижней - имеется патрубок для отвода жидкости.

Используя указанную установку для осуществления каталитического крекинга, можно получить выход светлых нефтепродуктов на уровне 54-78%, как было указано выше.

Увеличить выход светлых нефтепродуктов, используя указанную установку, невозможно, так как данная конструкция не дает возможности интенсифицировать химико-технологические процессы, проводимые в обрабатываемом сырье.

Раскрытие изобретения

В основу изобретения поставлена задача создания способа крекинга нефти и нефтепродуктов с такой обработкой сырья и установки для осуществления этого способа с таким конструктивным выполнением устройства для обработки сырья, которые позволили бы увеличить выход светлых нефтепродуктов до 90% и более.

Эта задача решена созданием способа крекинга нефти и нефтепродуктов, включающего подачу сырья в зону обработки, обработку этого сырья при статическом давлении, последующее разделение обработанного сырья на жидкую и парообразную фазы, получение из парообразной фазы

конечного продукта, при этом, согласно изобретению, в зоне обработки осуществляют ультразвуковую обработку сырья с интенсивностью излучения $1-10 \text{ МВт/м}^2$, а статическое давление поддерживают в диапазоне от 2,0 до 50 МПа, при этом в зоне обработки создают замкнутый циркуляционный контур, куда одновременно с сырьем подают диспергирующее вещество в количестве 0,1-80 об.% и жидкую фазу, образовавшуюся в процессе разделения обработанного сырья.

10 Использование ультразвукового излучения с указанной интенсивностью позволяет создать в обрабатываемой жидкости переменное давление, состоящее из чередования полупериодов сжатия и разрежения. В течение полупериода разрежения происходит образование и рост кавитационных пузырьков. Момент образования пузырьков определяется равенством отрицательного давления звуковой волны и прочности жидкости на разрыв. Снижение прочности жидкости на разрыв определяется присутствием в ней мельчайших частиц, растворенных газов, радикалов. Образовавшиеся кавитационные пузырьки под действием отрицательного давления расширяются, заполняясь парами окружающей жидкости и газами, в ней растворенными. В течение полупериода сжатия кавитационные пузырьки попадают под действие положительного давления и начинают сжиматься. В процессе сжатия диаметрально противоположные участки внутренней поверхности кавитационного пузырька движутся навстречу друг другу и в конце сжатия сталкиваются в точке с определенной скоростью захлопывания. При этом выделяется энергия, пропорциональная произведению массы движущейся жидкости на квадрат скорости ее движения. Если в результате захлопывания кавитационного пузырька выделяющаяся энергия превысит энергию связи атомов в молекуле, то связь разрывается.

Указанные процессы возможно осуществлять только при 35 интенсивности звука, равной 1 МВт/м^2 и более, при которой происходит заметное разложение сырья. При уменьшении интенсивности от указанного минимального значения происходит резкое уменьшение положительного эффекта, так как

- 7 -

движущей силой ультразвуковых процессов являются нелинейные эффекты. Верхняя граница указанного диапазона ограничена техническими возможностями современной техники
5 ультразвука.

Увеличение энергетической отдачи кавитационных пузырьков достигается наложением статического давления в указанных пределах, что одновременно ограничивает чрезмерный рост пузырьков и увеличивает скорость движения
10 стенок пузырька в процессе его захлопывания. Величина давления внутри указанного диапазона определяется пропорционально температуре кипения заданного конечного продукта, так как этой температурой определяется давление насыщенных паров конечного продукта. При статическом
15 давлении, меньшем давления насыщенных паров, процесс ультразвукового крекинга прекращается. С другой стороны, при увеличении статического давления выше суммы давления насыщенных паров и давления звуковой волны кавитационный пузырек не может образоваться и процесс крекинга прекращается.
20 щается.

Процесс крекинга осуществляется в кавитационном пузырьке, который наиболее эффективно работает при температуре жидкой среды 100-200⁰С. Выделение заданного конечного продукта из смеси сырья и промежуточных продуктов
25 осуществляется путем разделения этих продуктов по температуре кипения. Необходимая для нагрева смеси до температуры кипения конечного продукта энергия попутно, в качестве побочного продукта, выделяется в процессе крекинга.

Для увеличения плотности и скорости распространения
30 звука, а также для увеличения количества кавитационных пузырьков одновременно с обрабатываемым сырьем в зону обработки подают диспергирующее вещество в количестве 0,1-80 объемных %.

Поскольку процесс крекинга осуществляется в кавитационном пузырьке, а объем пузырьков, образующихся в единицу времени в зоне обработки, не может быть более 0,1
35 объема жидкости, протекающей через зону обработки, пос-

- 8 -

только имеется необходимость возвращать жидкость, прошедшей через зону обработки, но не перешедшую в процессе разделения в парообразную фазу, на дополнительную обработку, то есть осуществлять непрерывную циркуляцию жидкости по замкнутому циркуляционному контуру.

В результате осуществления описанных выше операций становится возможным увеличить выход светлых нефтепродуктов до 90% и более.

10 Благоприятно одновременно с сырьем в качестве диспергирующего вещества в зону обработки подавать воду в количестве 0,1-80 об.% или жидкий металл с температурой плавления, ниже температуры кипения заданного конечного продукта, в количестве 50-80 об.%.

15 В процессе ультразвуковой обработки из смеси сырья и воды образуются эмульсии типа вода-масло при малых количествах воды (до около 60 об.%) и типа масло-вода при больших количествах воды (до 80 об.%). В этих случаях кавитационных пузырьков образуется больше, чем в чистой однородной жидкости и повышается выход конечного продукта.

20 При уменьшении содержания воды меньше 0,1 объемных % этот механизм увеличения выхода конечного продукта перестает работать, так как при этом вода находится в растворенном состоянии и не образует эмульсии. При увеличении содержания воды выше 80 об.% выход конечного продукта также уменьшается из-за уменьшения сырья в зоне обработки.

30 В качестве дисперсионной среды может быть использован жидкий металл, у которого произведение плотности и скорости распространения звука выше, чем у нефти и нефтепродуктов, поэтому выше интенсивность излучения и выше выход конечного продукта. При уменьшении объема металла в контуре циркуляции меньше 50% выход конечного продукта

- 9 -

уменьшается из-за того, что металла становится недостаточно для образования дисперсионной сплошной среды и преимущество более высокой плотности и скорости распространения звука исчезает. При увеличении объема металла в контуре циркуляции более 80% выход конечного продукта уменьшается из-за уменьшения концентрации сырья в эмульсии.

10 Целесообразно одновременно с сырьем в зону обработки подавать газообразный водород в количестве 2-3 мас. %.

При разрыве длинной молекулы сырья образуются свободные связи, к которым для стабилизации конечного продукта необходимо присоединить атомы водорода. В различных сочетаниях углеводородов, содержащихся в нефтепродуктах и получаемых при крекинге, образуется до четырех ненасыщенных связей. При средней молекулярной массе конечного продукта 100 мас. % требуется в среднем 2 мас. % водорода. При уменьшении подачи водорода меньше 2 мас. % в конечном продукте увеличивается содержание непредельных, ароматических, нафтеновых углеводородов и качество жидких светлых нефтепродуктов ухудшается. При увеличении подачи водорода больше 3 мас. % снижается выход конечного продукта из-за срыва кавитационного процесса.

25 Таким образом использование предлагаемого способа крекинга нефти и нефтепродуктов обеспечивает проведение в исходном жидком сырье таких химико-технологических процессов, которые дают возможность увеличить выход светлых нефтепродуктов до 90% и более.

30 Поставленная задача решена также созданием установки для осуществления крекинга нефти и нефтепродуктов, содержащей устройство для обработки сырья, сообщенное с устройством для выделения конечных продуктов, в которой согласно изобретению, устройство для обработки сырья представляет собой ультразвуковой активатор, в корпусе которого образованы сообщенные между собой по меньшей мере 35 две рабочие камеры, в каждой из которых установлены закрепленный на приводном валу ротор, представляющий собой рабочее колесо центробежного насоса, на выходе которого

- 10 -

жестко закреплено кольцо с отверстиями для прохода обрабатываемого сырья, и статор, представляющий собой кольцо с отверстиями для прохода обрабатываемого сырья, жестко закрепленное в корпусе активатора напротив кольца ротора, причем ширина отверстий кольца ротора равна ширине отверстий кольца статора, а общая площадь отверстий кольца ротора равна общей площади отверстий кольца статора и составляет 0,1-0,7 площади входа в соответствующее рабочее колесо, причем шаг отверстий колец ротора и статора равен 2-2,25 ширины этих отверстий, при этом первая рабочая камера имеет входной патрубок и рабочие камеры сообщены между собой посредством диффузоров, связывающих выход предыдущего рабочего колеса с входом последующего рабочего колеса, выход последнего рабочего колеса связан с входом первого рабочего колеса посредством диффузора, снабженного дросселем и выходным патрубком, расположенным между дросселем и последним рабочим колесом и осуществляющим сообщение ультразвукового активатора с устройством для выделения конечных продуктов, которое представляет собой сообщенные между собой приспособление для разделения обработанного сырья на жидкую и парообразную фазы и приспособление для конденсации парообразной фазы.

Использование в качестве устройства для обработки сырья ультразвукового активатора указанной конструкции позволяет одновременно осуществлять генерирование ультразвукового излучения до 1 МВт/м^2 и более и обработку этим излучением проходящего по устройству сырья. Воздействие ультразвука с указанной интенсивностью на обрабатываемое сырье было описано выше. Генерирование ультразвука и обработка сырья осуществляется последовательно в нескольких, по меньшей мере двух, рабочих камерах, сообщенных между собой посредством диффузоров. При таком соединении интенсивность обработки увеличивается по мере продвижения сырья по устройству, что приводит к увеличению выхода конечного продукта и улучшению его качества. Этот эффект усиливается благодаря тому, что последняя рабочая камера сообщена

- II -

с первой рабочей камерой посредством диффузора с дросселем, и, таким образом, часть сырья может быть подвергнута многократной обработке в замкнутом циркуляционном контуре.

В этих условиях разорванные химические связи углеводородов, содержащихся в нефтепродуктах, насыщаются либо водородом, который может быть подан непосредственно в процессе крекинга обрабатываемой жидкости, либо эти связи образуют замкнутые кольца циклических (нафтеновых) углеводородов, или ароматических углеводородов. В последнем варианте образуется свободный водород, который может быть использован для насыщения свободных связей парафиновых углеводородов с образованием изомеров, что обеспечивает стабилизацию получения углеводородов и увеличение выхода светлых нефтепродуктов.

Кроме того, в процессе генерирования ультразвука образуются кавитационные пузырьки больших размеров, которые не успевают захлопнуться и рассеивают энергию в виде тепла. Эта энергия, представляющая собой потерянную энергию, в процессе генерирования ультразвука используется в устройстве для нагревания обработанного ультразвуком сырья до температуры кипения заданного конечного продукта. Для того же используются и все другие виды энергии, не дошедшие до прямого назначения, например до разрыва химических связей между атомами углеводородных молекул. Эта сэкономленная энергия используется для выделения светлых нефтепродуктов, что увеличивает их выход.

Целесообразно, чтобы диффузоры, связывающие выход предыдущего рабочего колеса со входом последующего рабочего колеса, были выполнены лопаточными и/или спиральными улиткообразными.

Интенсивность звука пропорциональна квадрату амплитуды колебательной скорости обрабатываемой жидкости, протекающей через отверстия ротора-статора. Скорость жидкости зависит от перепада давления (энергии), создаваемого рабочим колесом. Чем меньше энергии теряет жидкость, проходя по каналам устройства, тем выше может быть интен-

-12 -

сивность звука. Указанная конструкция диффузоров позволяет значительно снизить гидравлические потери и, в конечном счете, повысить интенсивность звука, а, следовательно, 5 но и выход конечных продуктов.

Для проведения более интенсивного, полного, с меньшими потерями тепла процесса крекинга желательно, чтобы приспособление для разделения обработанной среды было 10 размещено в корпусе ультразвукового активатора после последней рабочей камеры и представляло собой разделительную камеру, в одной торцевой стенке корпуса которой выполнены тангенциальные каналы, сообщающие ее с последней ра- 15 бочей камерой, общая площадь которых равна $1-1,3$ общей площади отверстий кольца ротора последней рабочей камеры, а в центральной части другой торцевой стенки имеется канал для отвода образовавшейся парообразной фазы, со- 20 общенный с приспособлением для его конденсации, при этом выходной патрубок, сообщающий посредством диффузора с дросселем выход последнего рабочего колеса с входом первого рабочего колеса, должен быть размещен в стенке периферийной части разделительной камеры.

При этом благоприятно, чтобы приспособление для конденсации парообразной фазы было размещено в корпусе ультразвукового активатора после разделительной камеры и 25 представляло собой холодильную камеру, в одной торцевой стенке которой выполнен центральный канал, сообщающий ее с разделительной камерой, диаметр которого равен $0,5-1,5$ диаметра входа рабочего колеса последней рабочей камеры, а в другой торцевой стенке в периферийной части холодильной 30 камеры имеется патрубок для вывода жидкого конечного продукта.

Для снижения потерь звуковой и тепловой энергии целесообразно, чтобы наружная поверхность корпуса ультразвукового активатора была покрыта слоем звуко- и теплоизо- 35 ляционного материала.

Экономия звуковой и тепловой энергии приводит к увеличению интенсивности звука и, следовательно, к увеличению выхода светлых нефтепродуктов.

Таким образом использование предлагаемой установки позволяет увеличить выход конечных нефтепродуктов до 90% и более.

5 Предлагаемый способ крекинга нефти и нефтепродуктов осуществляют следующим образом.

Жидкое сырье подают в ультразвуковой активатор, обеспечивающий ультразвуковую обработку с интенсивностью излучения 1-10 МВт/м².

10 В зоне обработки путем регулирования подачи и выхода обрабатываемой жидкости создают статическое давление, которое поддерживают в диапазоне от 2,0 до 5,0 МПа в зависимости от заданного конечного продукта.

В результате указанной обработки сырье нагревается до 15 температуры, равной или несколько более температуры кипения заданного конечного продукта. Необходимая для этого энергия выделяется в процессе крекинга. После этого обработанное сырье разделяют на жидкую и парообразную фазы. Для этого, например, обработанное ультразвуком сырье 20 подают в сепаратор, где заданный конечный продукт испаряется при его температуре кипения и, таким образом, отделяется от оставшейся жидкости. Эту жидкость выводят из сепаратора и снова подают в ультразвуковой активатор на дополнительную ультразвуковую обработку. Таким образом обработку производят в замкнутом циркуляционном контуре. Пар 25 конечного продукта выводят из сепаратора и подают в конденсатор, в котором пар конденсируется в жидкость, которую выводят в виде заданного конечного продукта.

Для увеличения плотности и скорости распространения 30 звука в обрабатываемой жидкости, а также для образования большего количества кавитационных пузырьков одновременно с сырьем в зону обработки подают вещество, обеспечивающее диспергирование обрабатываемого сырья. Это вещество подают в количестве 0,1-80 объемных %. В качестве указанного 35 вещества может быть использована вода в количестве 0,1-80 об.% или жидкий металл с температурой плавления ниже температуры кипения заданного конечного продукта в количестве 50-80 об.%.

- 14 -

В процессе ультразвуковой обработки с указанной интенсивностью излучения в обрабатываемой жидкости создается переменное давление, состоящее из чередования полупериодов сжатия и разрежения. В течение полупериода разрежения происходит образование и рост кавитационных пузырьков. Момент образования пузырьков определяется равенством отрицательного давления звуковой волны и прочности жидкости на разрыв. Снижение прочности жидкости на разрыв определяется присутствием в ней инородных мельчайших частиц, растворенных газов, радикалов. Образовавшиеся кавитационные пузырьки под действием отрицательного давления расширяются, заполняясь парами окружающей жидкости и газами, в ней растворенными. В течение полупериода сжатия кавитационные пузырьки попадают под действие положительного давления и начинают сжиматься. В процессе сжатия диаметрально противоположные участки внутренней поверхности кавитационного пузырька движутся навстречу друг другу и в конце сжатия сталкиваются в точке с определенной скоростью захлопывания. При этом выделяется энергия, пропорциональная произведению массы движущейся жидкости на квадрат скорости ее движения. Если в результате захлопывания кавитационного пузырька выделяющаяся энергия превысит энергию связи атомов в молекуле, то связь разрывается. Указанные процессы возможно осуществить только при интенсивности звука равной 1 МВт/м^2 и более, при которой происходит заметное разложение сырья. При уменьшении интенсивности от указанного минимального значения происходит резкое уменьшение положительного эффекта, так как движущей силой ультразвуковых процессов являются нелинейные эффекты. Верхняя граница указанного диапазона ограничена техническими возможностями современной техники ультразвука.

Увеличение энергетической отдачи кавитационных пузырьков достигают наложением статического давления в указанных пределах, что одновременно ограничивает чрезмерный рост пузырьков и увеличивает скорость движения стенок пузырька в процессе его захлопывания. Величина давления

- 15 -

внутри указанного диапазона определяется пропорциональ-
но температуре кипения заданного конечного продукта, так
как этой температурой определяется давление насыщенных
5 паров конечного продукта. При статическом давлении,
меньшем давления насыщенных паров, процесс ультразвуково-
го крекинга прекращается. С другой стороны, при увеличе-
нии статического давления выше суммы давления насыщен-
ных паров и давления звуковой волны кавитационный пузы-
рек не может образоваться и процесс крекинга прекращается.
10

Процесс крекинга осуществляется в кавитационном пу-
зырьке, который наиболее эффективно работает при темпера-
туре жидкой среды 100-200⁰С. Выделение заданного конеч-
ного продукта из смеси и промежуточных продуктов осуще-
15 ствляется путем разделения этих продуктов по температуре
кипения. Необходимая для нагрева смеси энергия попутно,
в качестве побочного продукта, выделяется в процессе
крекинга.

Поскольку процесс крекинга осуществляется в кавита-
20 ционном пузырьке, а объем пузырьков, образующихся в еди-
ницу времени в зоне обработки, не может быть более 0,1
объема сырья, протекающего через зону обработки, пос-
тольку имеется необходимость возвращать жидкость, прошед-
шую через зону обработки, но не перешедшую в процессе
25 разделения в парообразную фазу, на дополнительную, ультра-
звуковую обработку, то есть осуществлять непрерывную цир-
куляцию жидкости по замкнутому циркуляционному контуру.

Если одновременно в сырьем в зону обработки подают
воду в количестве 0,1-80 объемных %, то в процессе ульт-
30 развуквой обработки из смеси сырья и воды образуется
эмульсия типа вода-масло при малых количествах воды (от
0,1 до около 60 объемных %) и типа масло-вода при больших
количествах воды (от 60 до 80 объемных %). В этих слу-
чаях увеличивается количество образующихся кавитационных
35 пузырьков, в результате чего выход конечного продукта
повышается. При увеличении количества воды более 60 объ-
емных % вода становится дисперсионной средой, которая
обладает большей плотностью и большей скоростью распрост-

- 16 -

ранения звука. Поэтому в этом случае увеличивается интенсивность излучения и увеличивается выход конечного продукта. При уменьшении содержания воды меньше 0,1 объемных % этот механизм увеличения выхода конечного продукта перестает работать, так как при этом вода находится в растворенном состоянии и не образует эмульсии. При увеличении содержания воды выше 80% выход конечного продукта также уменьшается из-за уменьшения сырья в зоне обработки.

10 Возможно в качестве дисперсионной среды использовать жидкий металл, например, ртуть или сплав Вуда, у которых произведение плотности и скорости распространения звука выше, чем у нефти и нефтепродуктов, поэтому выше интенсивность излучения и выше выход конечного продукта. При уменьшении объема металла в контуре циркуляции меньше 50% выход конечного продукта уменьшается из-за того, что металла становится недостаточно для образования дисперсионной сплошной среды, и преимущество более высокой плотности и скорости распространения звука исчезает. При увеличении
15 объема металла в контуре циркуляции более 80% выход конечного продукта уменьшается из-за уменьшения концентрации сырья в эмульсии.

Для улучшения качества светлых нефтепродуктов одновременно с сырьем в зону обработки можно подавать газообразный водород в количестве 2-3 мас.%.
25

При разрыве длинной молекулы сырья образуются свободные связи, к которым для стабилизации конечного продукта необходимо присоединить атомы водорода. В различных сочетаниях углеводородов, содержащихся в нефтепродуктах и получаемых при крекинге, образуется до четырех ненасыщенных связей. При средней молекулярной массе конечного продукта 100 мас.% требуется в среднем 2 мас.% водорода. При уменьшении подачи водорода меньше 2% в конечном продукте увеличивается содержание непредельных, ароматических,
30 нафтеновых углеводородов и качество светлых нефтепродуктов ухудшается. При увеличении подачи водорода больше 3% снижается выход конечного продукта из-за срыва кавитационного процесса.

- 17 -

Таким образом использование предлагаемого способа крекинга нефти и нефтепродуктов обеспечивает проведение в исходной жидкой среде таких химико-технологических процессов, которые дают возможность увеличить выход светлых нефтепродуктов более 90%.

Краткое описание чертежей

Для лучшего понимания изобретения ниже приведены конкретные примеры его осуществления со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

фиг.1 схематично изображает установку для осуществления крекинга нефти и нефтепродуктов, выполненную согласно изобретению, поперечное сечение;

фиг.2 - место А на фиг.1;

фиг.3 - то же, развертка;

фиг.4 - сечение IY-IV на фиг.1;

фиг.5 - сечение Y-Y на фиг.4, развертка;

фиг.6 - схему варианта выполнения настоящего изобретения;

фиг.7 - то же, что на фиг.1, вариант выполнения.

Лучший вариант осуществления изобретения

Установка, выполненная согласно изобретению, содержит устройство для обработки сырья, которое представляет собой ультразвуковой активатор, в корпусе I (фиг.1) которого образованы посредством перегородок 2,3 рабочие камеры 4. Количество рабочих камер 4 зависит от заданного конечного продукта. Например, для получения бензина требуется большее количество камер, чем для получения керосина. На фигуре I изображены четыре сообщенные между собой рабочие камеры 4, в каждой из которых установлены закрепленный на приводном валу 5 ротор 6 и статор 7.

Каждый ротор 6 представляет собой рабочее колесо 8 центробежного насоса, на выходе которого жестко закреплено кольцо 9 (фиг.2) с отверстиями 10 для прохода обрабатываемого сырья. Кольцо 9 (фиг.1) может быть выполнено за одно целое с рабочим колесом 8. Статор 7 также представляет собой кольцо II с отверстиями 12 для прохода обрабатываемого сырья, жестко закрепленное в корпусе I ультразвукового активатора напротив кольца 9 ротора 6.

- 18 -

Ширина (а) (фиг.3) отверстий 10 кольца 9 ротора 6 равна ширине (а) отверстий кольца статора. Общая площадь отверстий 10 кольца 9 ротора равна общей площади отверстий 10 кольца статора и составляет 0,1-0,7 площади входа в соответствующее рабочее колесо. Шаг (в) отверстий 10 кольца 9 ротора 6 и отверстий 12 (фиг.1) кольца II статора равен 2-2,5 ширины (а) (фиг.3) этих отверстий 10 или 12 (фиг.1).

10 Выбором размеров отверстий 10,12 колец 9,II ротора 6 и статора 7, соответственно, регулируют скорость движения обрабатываемой жидкости.

С целью повышения интенсивности звука увеличивают скорость жидкости на выходе из отверстий 10 кольца 9 15 каждого ротора 6, так как интенсивность находится в квадратичной зависимости от колебательной скорости (превращение постоянного потока жидкости в переменный осуществляется в процессе взаимодействия кольца 9 ротора 6 с кольцом II статора 7). В среднем рабочее давление, созда- 20 ваемое одним рабочим колесом 8 центробежного насоса, находится в пределах 0,3-0,6 МПа. Это давление является предельным для выбранного значения уменьшения площади отверстий 10, 12 (0,1) и пропорционального увеличения скорости. Для еще большего увеличения скорости (уменьшения пло- 25 щадии отверстий 10,12) нет технических возможностей при использовании устройств средних параметров.

Известно пороговое значение интенсивности звука, при котором возникает кавитация в жидкости. Соответственно 30 определяется минимальная скорость жидкости. При уменьшении скорости ниже предельно допустимой (при общей площади отверстий 10,12 колец 9,II ротора 6 и статора 7, соответственно), кавитация не возникает и рабочий процесс прекращается.

Шаг (в) (фиг.3) отверстий 10 равен сумме ширины 35 (а) отверстия 10 и перемычки (с). При шаге (в) отверстий 10 меньше двух ширин (а) этих отверстий 10, ширина перемычки (с) между отверстиями 10 становится меньше ширины (а) самого отверстия 10 и, следовательно, перемычка (с)

- 19 -

не будет полностью перекрывать противоположное отверстие I2 (фиг.1) кольца II статора 7. Это приведет к непроизводительным перетокам жидкости (потерям) и к снижению интенсивности звука.

При шаге (в) (фиг.3) отверстий I0 больше 2,25 ширины (а) этих отверстий I0 ширина перемычки (с) становится значительно больше ширины (а) самого отверстия I0. Большую часть периода работы противоположное отверстие I2 (фиг.1) кольца II статора 7 остается закрытым. При этом увеличивается гидравлическое сопротивление решетки отверстий I0, I2, снижается колебательная скорость и интенсивность звука. Поскольку зависимость скорости от сопротивления и интенсивности звука от скорости квадратичные, то интенсивность звука от сопротивления меняется в четвертой степени и, следовательно, при увеличении шага (в) (фиг.3) отверстий I0 больше 2,25 ширины (а) этих отверстий I0 интенсивность звука резко снизится.

Аналогичные утверждения касаются и отверстий I2 (фиг.1) колец II статора 7.

Однако предложенное соотношение общей площади отверстий I0, I2 (фиг.1) колец 9, II ротора 6 и статора 7 и площади входа в соответствующее рабочее колесо 8 следует применять дифференцированно. Большая площадь отверстий I0 кольца 9 ротора 6 соответствует первым рабочим колесам 8 от входа в ультразвуковой активатор, а меньшая площадь - последним рабочим колесам 8. Меньшие перемычки между отверстиями I0 кольца 9 ротора 6 соответствуют большим диаметрам рабочих колес 8 и большой частоте их вращения.

Рабочие камеры сообщены между собой посредством диффузоров I3, связывающих выход I4 предыдущего рабочего колеса 8 с входом I5 последующего рабочего колеса 8. Первая рабочая камера 4 имеет входной патрубок I6. Выход I4 последнего рабочего колеса 8 связан с входом I5 первого рабочего колеса 8 посредством диффузора I3, снабженного дросселем I7 и выходным патрубком I8, расположенным между дросселем I7 и последним рабочим колесом 8. Диффузе-

- 20 -

ры 13, связывающие все рабочие камеры 8 (в том числе последнюю с первой) выполнены лопаточными или спиральными улиткообразными или представляют собой комбинацию лопаточного и спирального улиткообразного диффузора.

После последней рабочей камеры 8 в корпусе I ультразвукового активатора размещено приспособление 19 для разделения обработанного сырья, которое представляет собой разделительную камеру 20. В одной торцевой стенке 21 корпуса 22 разделительной камеры 20 выполнены тангенциальные каналы 23 (фиг.4,5), сообщающие ее с последней рабочей камерой 8 и служащие для преобразования поступательного движения обработанного сырья во вращательное. Общая площадь этих каналов равна 1-1,3 общей площади отверстий 10 (фиг.1) кольца 9 ротора 6 последней рабочей камеры 8.

В центральной части другой торцевой стенки 24 имеется канал 25 для отвода образовавшейся паробразной фазы. При этом выходной патрубок 18, сообщающий посредством диффузора 13 с дросселем 17 выход 14 последнего рабочего колеса 8 с входом 15 первого рабочего колеса 8, размещен в стенке 23 периферийной части разделительной камеры 20.

При этом под действием центробежных сил жидкость концентрируется в периферийной части разделительной камеры 20, а пар конечного продукта - в центральной части разделительной камеры 20. Жидкость через выходной патрубок 18 и диффузор 13 с дросселем 17 передается в первую рабочую камеру 4 на дополнительную обработку, а пар через канал 25 выводится из разделительной камеры 20 и передается на его конденсацию. В указанной разделительной камере 20 под действием центробежных сил процесс разделения обработанного сырья на жидкую и паробразную фазы происходит интенсивно и полно с небольшими потерями тепла, поэтому увеличивается выход конечного продукта. При уменьшении общей площади тангенциальных каналов 23 меньше 1,0 от общей площади отверстий 10 кольца 9 ротора 6, увеличиваются потери энергии при прохождении обработанного сырья через указан-

- 21 -

ные каналы 23, снижается скорость вращения сырья в разделительной камере 20 и снижается выход конечного продукта. При увеличении общей площади тангенциальных каналов 23 больше 1,3 от общей площади отверстий 10 кольца 9 ротора 6, увеличивается турбулентность радиального переноса сырья, ухудшается разделение на жидкость и пар, уменьшается выход конечного продукта.

После разделительной камеры 20 в корпусе I ультразвукового активатора размещено приспособление 27 для конденсации парообразной фазы. Это приспособление 27 представляет собой холодильную камеру 28, в одной торцевой стенке 29 которой выполнен центральный канал 30, сообщающий ее с разделительной камерой 20. Диаметр этого канала 30 равен диаметру канала 25 разделительной камеры 20 и равен 0,5-1,5 диаметра входа 15 рабочего колеса 8 последней рабочей камеры 4. В другой торцевой стенке 31 в периферийной части холодильной камеры 28 имеется патрубок 32 для вывода жидкого конечного продукта. В боковых стенках холодильной камеры 28 размещены охлаждаемые элементы 33, которые могут быть выполнены любой известной конструкции, предназначенной для аналогичных целей.

Вращающийся в центральной части разделительной камеры 20 пар конечного продукта через центральные каналы 25, 30 перетекает в холодильную камеру 28, где при большой скорости контактирует с поверхностью охлаждаемых элементов 33 и конденсируется. В этом случае уменьшаются общие потери энергии, связанные с перемещением пара конечного продукта на большие расстояния, что увеличивает часть энергии, используемую для ультразвуковой обработки сырья, и увеличивает, в конечном счете, выход конечного продукта. Уменьшение площади центрального канала 30 меньше 0,5 диаметра входа 15 рабочего колеса 8 последней рабочей камеры 4 приводит к росту гидравлического сопротивления и уменьшению выхода конечного продукта. Увеличение площади центрального канала 30 больше 1,5 диаметра входа 15 рабочего колеса 8 последней рабочей камеры 4 приводит к за-

- 22 -

грязнению конечного продукта каплями промежуточного продукта, которые витают над поверхностью вращающегося кольца жидкости в разделительной камере 20.

5 Наружная поверхность всего корпуса I ультразвукового активатора с разделительной и холодильной камерами 20, 28 покрыта слоем 34 звуко- и теплоизоляционного материала и закрыта металлическим кожухом 35.

Звуко- и теплоизоляция установки предназначена для I0 снижения потерь звуковой, тепловой энергии. Экономия звуковой энергии прямо связана с повышением интенсивности звука в рабочих камерах 4. Экономия тепла через скорость жидкости также приводит к повышению интенсивности звука. Повышение интенсивности звука ведет к увеличению I5 выхода светлых нефтепродуктов.

В другом варианте выполнения настоящего изобретения установка содержит сообщенные между собой устройство для обработки сырья и устройство для выделения конечных продуктов.

20 Устройство для обработки сырья представляет собой вышеописанный ультразвуковой активатор. Посредством выходного патрубка 18 осуществляется сообщение ультразвукового активатора 36 (фиг.6) с устройством для выделения конечных продуктов, которое представляет собой сообщенные между собой приспособление 37 для разделения обработанной среды на жидкую и парообразную фазы и приспособление 38 для конденсации парообразной фазы. При этом указанные приспособления 37, 38 могут быть выполнены любой известной конструкции, предназначенной для ана- 30 логичных целей. Например, приспособление 37 для разделения может представлять собой сосуд, частично заполненный обработанной средой (на чертежах не показано), нагретой до температуры кипения конечного продукта. При этом энергия, необходимая для нагрева смеси до температуры кипения конечного продукта, выделяется в процессе крекинга. В незаполненном жидкостью объеме сосуда собирается пар конечного продукта, который затем отводят 35

- 23 -

в конденсатор, а оставшуюся жидкость посредством диффузора 13 (фиг.1) с дросселем 17 снова направляют в ультразвуковой активатор на дополнительную обработку. В зависимости от назначения конечного продукта ультразвуковой активатор может быть сообщен с любым дополнительным устройством для необходимой последующей обработки.

В еще одном варианте выполнения настоящего изобретения в корпусе 1 (фиг.7) ультразвукового активатора может быть размещена только разделительная камера 20, выполненная как описано выше, которая сообщена посредством отводящего патрубка 39 с любым известным приспособлением для конденсации пара, а посредством выходного патрубка 18 и диффузора 13 с дросселем 17 с входом 15 первого рабочего колеса 8.

Выбор варианта выполнения настоящего изобретения зависит от заданного конечного продукта.

В любом варианте выполнения настоящего изобретения выход конечного продукта составляет 90% и более.

Установка работает следующим образом.

Жидкое сырье подают в ультразвуковой активатор, обеспечивающий ультразвуковую обработку с интенсивностью излучения 1-10 МВт/м². Одновременно с обрабатываемым сырьем в ультразвуковой активатор подают вещество, обеспечивающее диспергирование обрабатываемого сырья, например, воду или ртуть. Путем регулирования подачи и выхода обрабатываемой жидкости в ультразвуковом активаторе создают статическое давление, которое поддерживают в диапазоне от 2,0 до 5,0 МПа в зависимости от заданного конечного продукта.

Через входной патрубок 16 и диффузор 13 обрабатываемое сырье попадает в первую рабочую камеру 4. Вращающийся приводной вал 5 приводит во вращение закрепленные на нем роторы 6, представляющие собой рабочие колеса 8 центробежных насосов, которые сообщают энергию обрабатываемому сырью.

Под действием сообщенной энергии сырье с определенной скоростью, пропорциональной подведенной энергии, вытекает из отверстий 10 кольца 9, жестко закрепленного на каждом роторе 6, и попадает в отверстия 12 кольца 11 статора 7,

- 24 -

жестко закрепленного в корпусе I ультразвукового активатора. В процессе вращения ротора 6 отверстия 10 его кольца 9 периодически совмещаются с отверстиями 12 кольца II статора 7 и закрываются перемычками (с) между отверстиями 12 кольца II статора 7. Таким образом осуществляется преобразование постоянного потока, создаваемого ротором 6, в переменный поток и осуществляется создание переменного давления. На выходе из рабочей камеры 4 сырье попадает в лопаточный диффузор 13, по которому оно подводится к входу в последующую рабочую камеру 4, где подвергается последующей ультразвуковой обработке.

Таким образом обрабатываемое сырье проходит через все рабочие камеры 4 и подвергается интенсивной ультразвуковой обработке.

С выхода последней рабочей камеры 4 через тангенциальные каналы 23 обработанное сырье поступает в разделительную камеру 20, в которой под действием центробежной силы происходит интенсивное разделение обработанного сырья на жидкую фазу промежуточных продуктов и парообразную фазу конечного продукта. Жидкость через выходной патрубок 18, установленный в периферийной части разделительной камеры 20, диффузор 13, патрубки с дросселем 17 отводится на вход в первую рабочую камеру 4 для дополнительной обработки. Пар через центральные каналы 25 и 30 отводится в холодильную камеру 28 и под действием центробежной силы конденсируется на поверхности охлаждаемых элементов 33. Сконденсированный конечный продукт отводится через патрубок 32 в стенке 31 холодильной камеры 28.

При автономном размещении ультразвукового активатора, приспособления 37 для разделения на жидкую и парообразную фазы и приспособления 38 для конденсации парообразной фазы, а также при размещении в корпусе I ультразвукового активатора только разделительной камеры 20 установка работает аналогично описанному выше.

Пример I

Получение посредством предлагаемого способа бензиновой фракции с температурой начала кипения 56°C и конца кипения 155°C из вакуумного газойля с температурой начала кипения 350°C и конца кипения 500°C .

Смесь вакуумного газойля и воды в соотношении 48 об.% и 52 об.%, соответственно, подают в ультразвуковой активатор, имеющий две рабочие камеры и обеспечивающий интенсивность ультразвукового излучения $5,3 \text{ МВт/м}^2$. В зоне обработки создают статическое давление, по существу равное $1,0 \text{ МПа}$. В процессе ультразвуковой обработки в результате выделяющейся в процессе крекинга энергии температура обрабатываемой жидкости повышается до 160°C . После этого обработанную жидкость разделяют на жидкую фазу промежуточных продуктов и парообразную фазу заданного конечного продукта.

Жидкие промежуточные продукты направляют по замкнутому циркуляционному контуру на дополнительную ультразвуковую обработку, а парообразную фазу конденсируют в готовый продукт. Выход бензиновой фракции составляет более 91%.

Ниже сведены в таблицу двадцать два примера получения светлых нефтепродуктов из вакуумного газойля с температурой начала кипения 350°C и температурой конца кипения 500°C . Способ осуществляют аналогично описанному в примере I.

Таблица

№ примера	: Сырье (Вакуумный газойль), об.%	: Вода, об.%	: Жидкий металл (ртуть), об.%	: Водород, мас.%	: Интенсивность излучения, МВт/м^2	: Статическое давление, МПа	: Температура обработки, $^{\circ}\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7	8
2	90	10	-	-	6,3	2,0	130
3	50	50	-	-	6,3	1,8	130
4	30	70	-	-	6,3	1,5	130

Продолжение таблицы

I	2	3	4	5	6	7	8
5	85	15	-	-	5,0	2,0	160
6	97	3	-	-	5,0	4,0	160
7	98	2	-	-	5,0	4,5	160
8	99,9	0,1	-	-	5,0	5,0	160
9	92	8	-	-	5,0	3,5	160
10	65	35	-	-	5,0	8,0	130
11	60	40	-	2	5,0	2,2	130
12	80	20	-	3	5,0	2,5	160
13	50	-	50	-	8,9	1,7	200
14	20	-	80	-	9,0	1,2	200
15	50	-	50	2,5	8,0	1,9	200
16	50	-	50	-	9,8	1,3	200
17	70	30	-	-	1,0	2,8	160
18	60	40	-	-	10,0	1,0	160
19	60	40	-	-	5,0	2,4	160
20	40	60	-	-	5,0	2,4	160
21	20	80	-	-	5,0	2,4	160
22	90	10	-	-	6,3	3,8	100
23	90	10	-	-	6,3	2,8	100

Продолжение таблицы

№ при- ме- ра	Темпера- тура на- чала ки- пения ко- нечного продукта, °C	Темпера- тура кон- ца кипе- ния конеч- ного про- дукта, °C	Состав конечного про- дукта, мас. %				Выход конеч- ного продук- та, %
			Пара- фино- вые	Наф- тено- вые	Аро- мати- чес- кие	Неп- реде- льные	
углеводороды							
I	9	10	11	12	13	14	15
2	38	162	48,16	40,71	11,01	0,12	96
3	37	168	47,18	42,35	10,20	0,17	90
4	72	161	42,76	43,15	14,02	0,03	93
5	40	164	54,30	38,50	7,02	0,18	96
6	42	161	53,95	33,82	9,02	0,21	92
7	32	162	52,81	40,37	6,37	0,15	93
8	35	163	53,11	40,75	5,89	0,25	92
9	41	164	55,30	30,29	8,12	0,29	93

Продолжение таблицы

I	9	10	11	12	13	14	15
10	45	178	51,80	39,88	8,00	0,32	98
11	35	162	46,51	38,95	13,26	1,28	98
12	33	160	48,75	41,44	9,47	0,34	98
13	29	201	8,61	28,17	63,13	0,09	99
14	27	206	10,74	29,33	59,75	0,18	99
15	28	200	7,95	27,29	64,65	0,11	93
16	29	201	8,15	30,03	61,61	0,21	99
17	38	162	53,15	36,35	10,17	0,33	94
18	24	148	31,78	34,50	33,53	0,19	97
19	29	164	54,27	35,80	9,68	0,25	93
20	31	167	50,75	37,12	11,83	0,30	92
21	49	172	43,45	39,70	16,46	0,09	90
22	35	156	54,10	36,15	9,30	0,45	91
23	28	130	53,05	40,50	5,94	0,51	90

Анализ приведенных примеров осуществления предлагаемого способа показывает, что при использовании предлагаемого способа и поддержании параметров способа в указанных пределах выход конечного продукта составляет более 90%.

Промышленное применение

Настоящее изобретение может быть использовано в различных технологических процессах получения и обработки светлых нефтепродуктов для достижения их выхода в процессе крекинга 90% и более.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ крекинга нефти и нефтепродуктов, включающий подачу сырья в зону обработки, обработку этого сырья при статическом давлении, последующее разделение обработанного сырья на жидкую и парообразную фазы, получение из парообразной фазы конечного продукта, отличающийся тем, что в зоне обработки осуществляют ультразвуковую обработку сырья с интенсивностью излучения 1-10 МВт/м², а статическое давление поддерживают в диапазоне от 0,2 до 5,0 МПа, при этом в зоне обработки создают замкнутый циркуляционный контур, куда одновременно с сырьем подают диспергирующее вещество в количестве 0,1-80 объемных % и жидкую фазу, образовавшуюся в процессе разделения обработанного сырья.

2. Способ крекинга нефти и нефтепродуктов по п.1, отличающийся тем, что в качестве диспергирующего вещества в зону обработки подают воду.

3. Способ крекинга нефти и нефтепродуктов по п.1, отличающийся тем, что в качестве диспергирующего вещества в зону обработки подают жидкий металл с температурой плавления ниже температуры кипения заданного конечного продукта в количестве 50-80 об. %.

4. Способ крекинга нефти и нефтепродуктов по п.2 или 3, отличающийся тем, что одновременно с сырьем в зону обработки подают газообразный водород в количестве 2-3 мас. %.

5. Установка для осуществления крекинга нефти и нефтепродуктов, содержащая устройство для обработки сырья, сообщенное с устройством для выделения конечных продуктов, отличающаяся тем, что устройство для обработки сырья представляет собой ультразвуковой активатор, в корпусе (1) которого образованы сообщенные между собой по меньшей мере две рабочие камеры (4), в каждой из которых установлены закрепленный на приводном валу (5) ротор (6), представляющий собой рабочее колесо (8) центробежного насоса, на выходе которого жестко закреплено кольцо (9) с отверстиями (10) для прохода обрабатываемой

среды, и статор (7), представляющий собой кольцо (II) с отверстиями (I2) для прохода обрабатываемой среды, жестко закрепленное в корпусе I активатора напротив кольца (9) ротора (6), причем ширина отверстий (I0) кольца (9) ротора (6) равна ширине отверстий (I2) кольца (II) статора (7), а общая площадь отверстий (I0) кольца (9) ротора (6) равна общей площади отверстий (I2) кольца (II) статора (7) и составляет 0,1-0,7 площади входа (I5) в соответствующее рабочее колесо (8), причем шаг отверстий (I0, I2) колец (9, II) ротора (6) и статора (7) равен 2-2,25 ширины этих отверстий (I0, I2), при этом первая рабочая камера (8) имеет входной патрубок (I4), а все рабочие камеры (4) сообщены между собой посредством диффузоров (I3), связывающих выход (I4) предыдущего рабочего колеса (8) с входом (I5) последующего рабочего колеса (8), выход (I4) последнего рабочего колеса (8) связан с входом (I5) первого рабочего колеса (8) посредством диффузора (I3), снабженного дросселем (I7) и выходным патрубком (I8), расположенным между дросселем (I7) и последним рабочим колесом (8) и осуществляющим сообщение ультразвукового активатора с устройством для выделения конечных продуктов, которое представляет собой сообщенные между собой приспособление (I9, 37) для разделения обработанного сырья на жидкую и парообразную фазы и приспособление (27, 38) для конденсации парообразной фазы.

6. Установка для осуществления крекинга нефти и нефтепродуктов по п.5, отличающаяся тем, что все диффузоры (I3) выполнены лопаточными и/или спиральными улиткообразными.

7. Установка для осуществления крекинга нефти и нефтепродуктов по п.6, отличающаяся тем, что приспособление (I9) для разделения обработанного сырья размещено в корпусе (I) ультразвукового активатора после последней рабочей камеры (8) и представляет собой разделительную камеру (20), в одной торцевой стенке (21) корпуса (22) которой выполнены тангенциальные каналы (23), сообщающие ее с последней рабочей камерой (8), общая площадь

- 30 -

которых равна 1-1,3 общей площади отверстий (10) кольца (9) ротора (6) последней рабочей камеры (8), а в центральной части другой торцевой стенки (24) имеется канал (25) для стока образовавшейся парообразной фазы, со-
5 общенный с приспособлением для ее конденсации, при этом выходной патрубок (18), сообщающий посредством диффузора (13) с дросселем (17) выход (14) последнего рабочего колеса (8) с входом (15) первого рабочего колеса (18),
10 размещен в стенке (26) периферийной части разделительной камеры (20).

8. Установка для осуществления крекинга нефти и нефтепродуктов по п.7, отличающаяся тем, что приспособление (27) для конденсации парообразной фазы
15 размещено в корпусе (1) ультразвукового активатора после разделительной камеры (20) и представляет собой холодильную камеру (28), в одной торцевой стенке (29) которой выполнен центральный канал (30), сообщающий ее с разделительной камерой (20), диаметр которого равен диаметру
20 канала (25) разделительной камеры (20) и равен 0,5-1,5 диаметра входа (15) рабочего колеса (8) последней рабочей камеры (4), а в другой торцевой стенке (31) в периферийной части холодильной камеры (28) имеется патрубок (32) для вывода жидкого конечного продукта.

25 9. Установка для осуществления крекинга нефти и нефтепродуктов по п.5 или 8, отличающаяся тем, что наружная поверхность корпуса (1) ультразвукового активатора покрыта слоем (34) звуко- и теплоизоляционного материала.

1/3

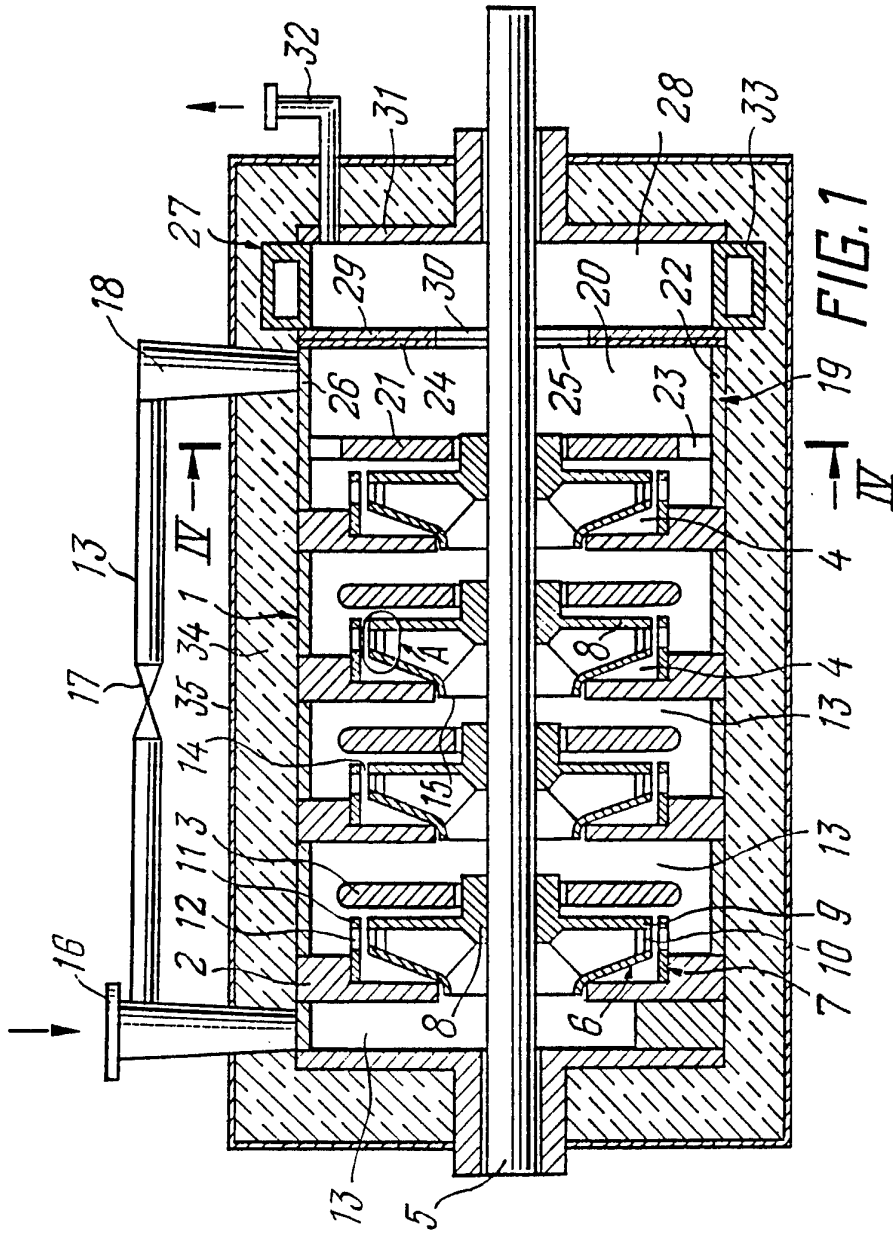


FIG. 1

2/3

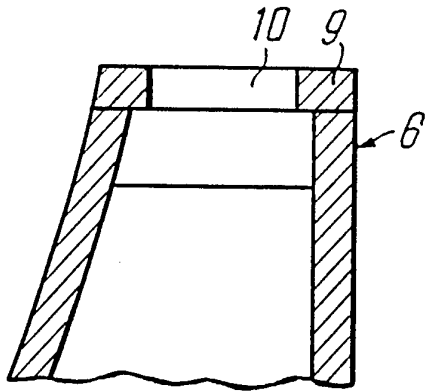


FIG. 2

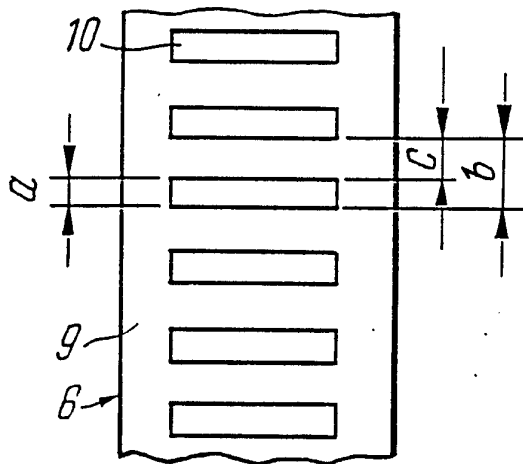


FIG. 3

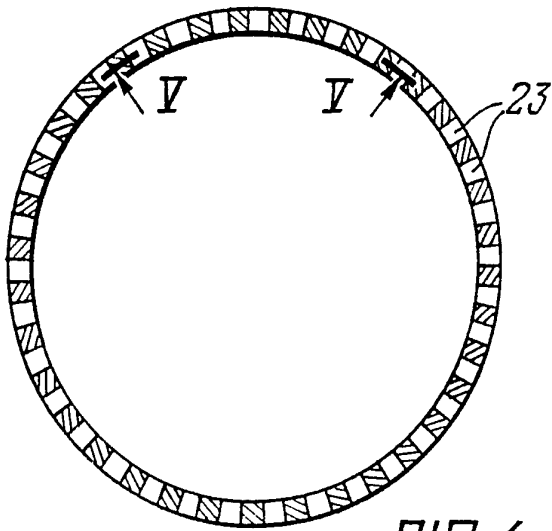


FIG. 4

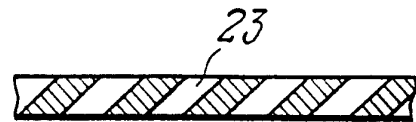


FIG. 5

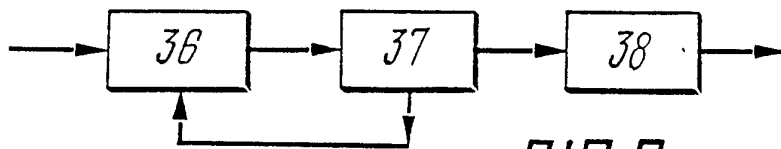


FIG. 6

3/3

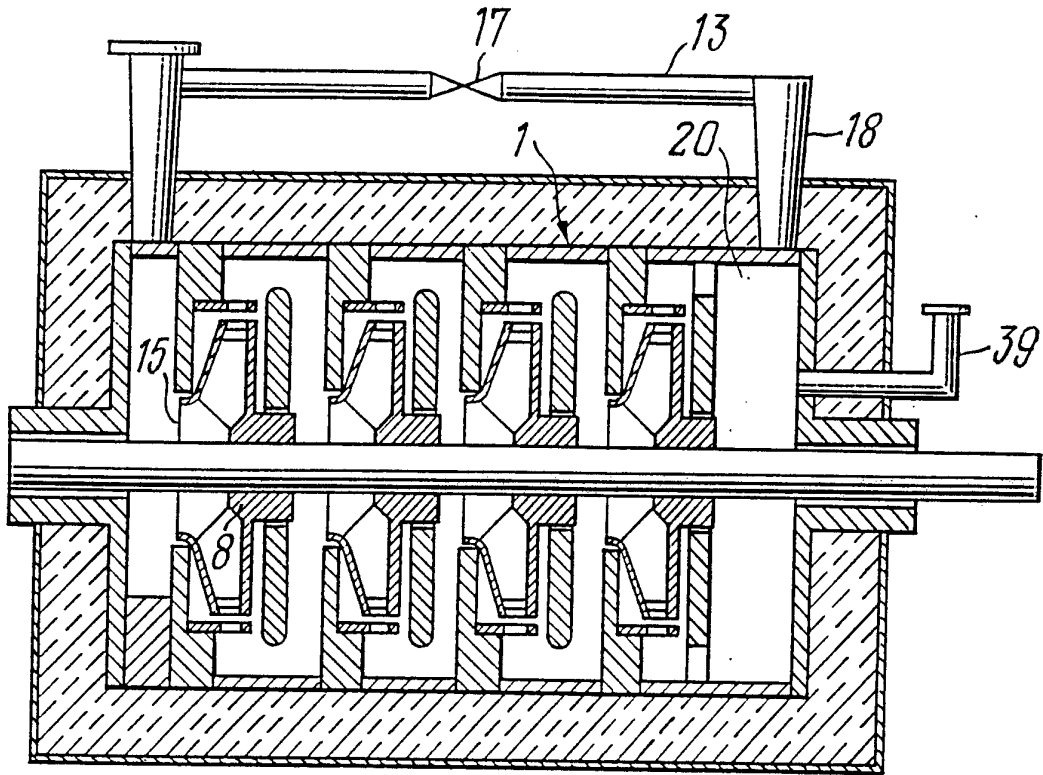


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 92/00194

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</p> <p>Int. Cl.⁵ C10G 15/00</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																				
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)</p> <p>Int. Cl.⁵ C10G 15/00, C10G 15/08</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>																				
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>SU, A, 8242 (L.B. Cherri), 28 February 1929 (28.02.29)</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>SU, A1, 958471 (Irkutsky gosudarstvenny universitet im. A.A.Zhdanova), 15 September 1982 (15.09.82)</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US, A, 3565787 (WILLIAM V. BAUER), 23 February 1971 (23.02.71)</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US, A, 3819740 (SABURO HORI, IWAKI), 25 June 1974 (25.06.74)</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>GB, B, 1303823 (RESOURCES RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION), 24 January 1973 (24.01.73)</td> <td>1,2</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	SU, A, 8242 (L.B. Cherri), 28 February 1929 (28.02.29)	1,5	A	SU, A1, 958471 (Irkutsky gosudarstvenny universitet im. A.A.Zhdanova), 15 September 1982 (15.09.82)	1,4	A	US, A, 3565787 (WILLIAM V. BAUER), 23 February 1971 (23.02.71)	1,2	A	US, A, 3819740 (SABURO HORI, IWAKI), 25 June 1974 (25.06.74)	1	A	GB, B, 1303823 (RESOURCES RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION), 24 January 1973 (24.01.73)	1,2
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
A	SU, A, 8242 (L.B. Cherri), 28 February 1929 (28.02.29)	1,5																		
A	SU, A1, 958471 (Irkutsky gosudarstvenny universitet im. A.A.Zhdanova), 15 September 1982 (15.09.82)	1,4																		
A	US, A, 3565787 (WILLIAM V. BAUER), 23 February 1971 (23.02.71)	1,2																		
A	US, A, 3819740 (SABURO HORI, IWAKI), 25 June 1974 (25.06.74)	1																		
A	GB, B, 1303823 (RESOURCES RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION), 24 January 1973 (24.01.73)	1,2																		
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																				
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>																				
<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p>8 July 1993 (08.07.93)</p>		<p>Date of mailing of the international search report</p> <p>30 July 1993 (30.07.93)</p>																		
<p>Name and mailing address of the ISA/RU</p>		<p>Authorized office:</p>																		
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>																		

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка No.
PCT/RU 92/00194

<p>А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ C10G 15/00</p> <p>Согласно Международной патентной классификации (МКИ-5)</p>											
<p>В. ОБЛАСТИ ПОИСКА</p> <p>Проверенный минимум документации (Система классификации и индексы): МКИ-5 C10G 15/00, C10G 15/08</p>											
<p>Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:</p> <p>Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, поисковые термины):</p>											
<p>С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Категория *)</th> <th>Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей</th> <th>Относится к пункту No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>SU, A, 8242 (Л.Б.ЧЕРРИ), 28 февраля 1929 (28.02.29)</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>SU, A1, 958471 (ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.А.А.ЖДАНОВА), 15 сентября 1982 (15.09.82)</td> <td>1,4</td> </tr> </tbody> </table>			Категория *)	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.	A	SU, A, 8242 (Л.Б.ЧЕРРИ), 28 февраля 1929 (28.02.29)	1,5	A	SU, A1, 958471 (ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.А.А.ЖДАНОВА), 15 сентября 1982 (15.09.82)	1,4
Категория *)	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.									
A	SU, A, 8242 (Л.Б.ЧЕРРИ), 28 февраля 1929 (28.02.29)	1,5									
A	SU, A1, 958471 (ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.А.А.ЖДАНОВА), 15 сентября 1982 (15.09.82)	1,4									
<p><input checked="" type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы С <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении</p>											
<p>* Особые категории ссылочных документов:</p> <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>"A" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</p> <p>"E" более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.</p> <p>"L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано).</p> <p>"O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</p> <p>"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.</p> <p>"&" документ, являющийся патентом-аналогом</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>"T" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.</p> <p>"X" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем в сравнении с документом, взятым в отдельности</p> <p>"Y" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска и порочащий изобретательский уровень заявленного изобретения в очевидном для лица, обладающего познаниями в данной области техники, сочетании с одним или несколькими документами той же категории</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</p> <p>"E" более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.</p> <p>"L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано).</p> <p>"O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</p> <p>"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.</p> <p>"&" документ, являющийся патентом-аналогом</p>	<p>"T" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.</p> <p>"X" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем в сравнении с документом, взятым в отдельности</p> <p>"Y" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска и порочащий изобретательский уровень заявленного изобретения в очевидном для лица, обладающего познаниями в данной области техники, сочетании с одним или несколькими документами той же категории</p>							
<p>"A" документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</p> <p>"E" более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее.</p> <p>"L" документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано).</p> <p>"O" документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</p> <p>"P" документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета.</p> <p>"&" документ, являющийся патентом-аналогом</p>	<p>"T" более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или даты приоритета и не порочащий заявку, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение.</p> <p>"X" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем в сравнении с документом, взятым в отдельности</p> <p>"Y" документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска и порочащий изобретательский уровень заявленного изобретения в очевидном для лица, обладающего познаниями в данной области техники, сочетании с одним или несколькими документами той же категории</p>										
<p>Дата действительного завершения международного поиска 08 июля 1993 (08.07.93)</p>		<p>Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 30 июля 1993 (30.07.93)</p>									
<p>Наименование и адрес Международного поискового органа: Научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы, Россия, 121858, Москва, Бережковская наб. 30-1, факс (095)243-33-37, телетайп 114818 ПОДАЧА</p>		<p>Уполномоченное лицо: Н. Богданова тел. (095)240-58-22</p>									

С. (Продолжение) ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ		
Категория *)	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту No.
A	US, A, 3565787 (WILLIAM V. BAUER), 23 февраля 1971 (23.02.71)	1,2
A	US, A, 3819740 (SABURO HORI, IWAKI), 25 июня 1974 (25.06.74)	1
A	GB, B, 1303823 (RESOURCES RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION), 24 января 1973 (24.01.73)	1,2