

МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ
С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения⁵: C07C 4/04, C10G 9/00, 9/20, 9/38	A1	(11) Номер международной публикации: WO 91/03444 (43) Дата международной публикации: 21 марта 1991 (21.03.91)
(21) Номер международной заявки: PCT/SU90/00046 (22) Дата международной подачи: 20 февраля 1990 (20.02.90) (30) Данные о приоритете: 4730941/04 4 сентября 1989 (04.09.89) SU (71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме US): КАЗАХСКИЙ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА [SU/SU]; Алма-Ата 480012, ул. Кирова, д. 172 (SU) [KAZAKHISKY MEZHOTRASLEVOI NAUCHNO-TEKHNIЧЕСKYY TSENTR SAMORASPROSTRANYAJUSCHEGOSYA VYSOKO-TEMPERATURNOGO SINTEZA, Alma-Ata (SU)]. (72) Изобретатели; и (75) Изобретатели / Заявители (только для US): КСАНДОПУЛО Георгий Иванович [SU/SU]; Алма-Ата 480064, ул. Мира, д. 166, кв. 34 (SU) [XANDOPULO, Georgy Ivanovich, Alma-Ata (SU)]. ЛЕЙМАН Зоя Алексеевна [SU/SU]; Алма-Ата 480117, микрорайон Казахфильм, д. 24, кв. 31 (SU) [LEIMAN, Zoia Alexeevna, Alma-Ata (SU)]. ТОМАРОВСКАЯ Наталья Петровна [SU/SU]; Алма-Ата	480100, пр. Ленина, д. 36, кв. 83 (SU) [ТОМАРОВСКАЯ, Natalya Petrovna, Alma-Ata (SU)]. ВОРОНОВ Николай Юрьевич [SU/SU]; Алма-Ата 480008, ул. Исаева, д. 161, кв. 1 (SU) [VORONOV, Nikolai Jurievich, Alma-Ata (SU)]. (74) Агент: ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА СССР; Москва 103735, ул. Куйбышева, д. 5/2 (SU) [THE USSR CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY, Moscow (SU)]. (81) Указанные государства: АТ (европейский патент), АУ, ВЕ (европейский патент), ВР, СА, СН (европейский патент), DE (европейский патент)*, DK (европейский патент), ES (европейский патент), FR (европейский патент), GB (европейский патент), IT (европейский патент), JP, KR, LU (европейский патент), NL (европейский патент), SE (европейский патент), US. Опубликована С отчетом о международном поиске.	
(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OBTAINING LOWER OLEFINES (54) Название изобретения: СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ (57) Abstract The method provides for heating a hydrocarbon raw material, its pyrolysis at a temperature of 600-800 °C in the presence of intermediate products of hydrogen and oxygen combustion which are produced in the flame torch and are fed along the axis and/or along the periphery of the raw material flow. The time of reaction between the raw material and addition agents at a temperature of 600-650 °C is 1-30 msec. The device comprises a casing (1) with a heating and a pyrolysis zone (4, 5). In the zone (5) is mounted a burner (8) whose casing (9) is provided with a nozzle (10) mounted in its end-face (11) and with nozzles (12) mounted along its periphery. The zone is provided with a pipe (13) with branches (14) for feeding the oxidizer and a channel (15) for feeding the fuel, interconnected to each other.		

* Впредь до нового объявления, указание «DE» в международных заявках с датой международной подачи до 3 октября 1990г. будет иметь эффект на территории Федеративной Республики Германии, исключая территорию бывшей ГДР.

(57) Реферат

Способ включает нагревание углеводородного сырья, его пиролиз при температуре 600–800°C в присутствии промежуточных продуктов горения водорода и кислорода, образующихся в факеле пламени, и вводимых по оси и/или периферии потока сырья. Время взаимодействия добавок и сырья при температуре 600–650°C составляет 1–30 мс.

Устройство содержит корпус (1), с зонами (4,5) нагрева и пиролиза. В зоне (5) установлена горелка (8), в корпусе (9) которой выполнены, расположенное в торце (11), сопло (10) и по периферии – сопла (12). Она имеет трубопровод (13) для ввода окислителя с ответвлениями (14) и канал (15) для подачи топлива, сообщенные между собой.

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	ES Испания	MG Мадагаскар
AU Австралия	FI Финляндия	ML Мали
BB Барбадос	FR Франция	MR Мавритания
BE Бельгия	GA Габон	MW Малави
BF Буркина Фасо	GB Великобритания	NL Нидерланды
BG Болгария	GR Греция	NO Норвегия
BJ Бенин	HU Венгрия	PL Польша
BR Бразилия	IT Италия	RO Румыния
CA Канада	JP Япония	SD Судан
CF Центральноафриканская Республика	KP Коре́йская Народно-Демократическая Республика	SE Швеция
CG Конго	KR Коре́йская Республика	SN Сенегал
CH Швейцария	LI Лихтенштейн	SU Советский Союз
CM Камерун	LK Шри Ланка	TD Чад
DE Германия	LU Люксембург	TG Того
DK Дания	MC Монако	US Соединённые Штаты Америки

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Область техники

Настоящее изобретение относится к области переработки нефтяного сырья, а именно - к способу получения низших олефинов и устройству для его осуществления.

Предшествующий уровень техники

Для увеличения селективности процесса пиролиза, выхода олефинов, в частности этилена, необходимо увеличить температуру пиролиза и снизить время контакта углеводородного сырья с теплоносителем, то есть увеличить жесткость процесса, либо вводить в углеводородное сырье иницирующие добавки, легко распадающиеся на радикалы при температурах, меньших, чем температура пиролиза /галогидоводороды, органические и неорганические перекиси, серо-содержащие соединения и другие/.

Широко известен способ окислительного пиролиза углеводородного сырья, при котором тепло, необходимое для превращения углеводородов, получается в результате сжигания части исходного сырья в атмосфере кислорода непосредственно в зоне пиролиза. Этот процесс преимущественно ориентирован на получение ацетилена. В производстве олефинов окислительный пиролиз не нашел широкого применения в силу технических недоработок некоторых стадий, низких технико-экономических показателей /выход олефинов не превышал 10 мас.%, сложности выделения целевых продуктов горения (CO , CO_2 40-45 об.%), загрязняющих пирогаз. Кроме того, процесс трудно поддается управлению.

Известен способ получения низших олефинов путем высокотемпературного пиролиза углеводородного сырья (US, A, 4256565) в присутствии газообразного теплоносителя и устройство для его осуществления.

Устройство содержит аппарат высокого давления, в котором установлен с возможностью поступательного движения реактор для пиролиза сырья. Такое расположение реактора позволяет поддерживать давление внутри и снаружи его на одном и том же уровне, что обеспечивает его использование

- 2 -

при высоких температурах и давлении. Указанный реактор содержит средства для подвода углеводородного сырья и вывода продуктов пиролиза; трубопроводы для ввода кислорода и предварительно нагретого водорода; две реакционные зоны, сообщающиеся между собой и размещенные относительно друг друга на расстоянии 5-12 диаметров первой реакционной зоны.

На конечном участке второй зоны по направлению пиролизуемого сырья установлено изоэнтальпийное сопло Лавы для быстрого охлаждения продуктов пиролиза. На этом же участке имеется средство для введения охлаждающей жидкости, например воды. Комбинированное аэродинамическое и струйное охлаждение снижает температуру до нужного значения в течение 1-2 мс.

Способ реализуется описанным устройством следующим образом. Поток кислорода вводят в центральную часть первой реакционной зоны из расчета 300-600 объемов на 1 объем пиролизуемого сырья, а по его периферии в том же направлении параллельный поток предварительно нагретого водорода из расчета 1000-2000 объемов на 1 объем пиролизуемого сырья. В первой реакционной зоне водород спонтанно взаимодействует с кислородом, образуя при этом газовый поток теплоносителя с температурой 1000-2000⁰С, содержащий преимущественно водород и незначительное количество водяного пара. Этот поток поступает во вторую реакционную зону, где сталкивается с одним или более потоками нагретого углеводородного сырья, подаваемыми также во вторую зону. При этом скорости потоков и их расходы таковы, что происходит высококачественное смешивание и требуемый сверхбыстрый нагрев углеводородного сырья, что обеспечивает его пиролиз при температуре 1200-1800⁰С в течение 1-10 мс. Затем следует быстрое охлаждение полученных продуктов пиролиза.

Способ позволяет пиролизовать различные виды сырья от этана до газойля, а также ароматические углеводороды. Однако, осуществление этого способа экономически невыгодно, так как, во-первых, требуются огромные количества дефицитного водорода /порядка 1000-2000 объемов на 1 объем пиролизуемого сырья/ и кислорода /300-600 объемов на 1 объем сырья/, а, во-вторых, из-за загрязнения продуктов

пиролиза оксидами углерода.

Кроме того, описанное устройство не обеспечивает максимального выхода целевых продуктов из углеводородного сырья, так как зона получения теплоносителя /первая реакционная зона/ и зона пиролиза углеводородного сырья /вторая реакционная зона/ разнесены в реакторе на определенном расстоянии друг от друга, в результате чего теряется часть тепла и свободных радикалов, переносимых от факела пламени к этому сырью.

Известен также способ получения низших олефинов и устройство для его осуществления (SU, А, 1268558). Устройство содержит корпус со средствами ввода углеводородного сырья и вывода продуктов пиролиза, имеющий, расположенные последовательно по ходу обрабатываемого сырья, зону нагрева и зону пиролиза; концентрично расположенную в корпусе горелку, содержащую цилиндрический корпус с соплом, расположенным соосно ему, на его торце, и установленный в цилиндрическом корпусе, центральный трубопровод для подачи окислителя, образующий с внутренней стенкой корпуса горелки кольцеобразный канал для подачи топлива к соплу. Горелка установлена в зоне нагрева.

Способ включает нагрев потока углеводородного сырья в зоне нагрева до температуры 200-300°C, введение в него при этих температурах иницирующих добавок, которыми являются промежуточные продукты горения топлива - углеводородов и окислителя - кислорода, образующиеся в факеле пламени, формируемым в сопле горелки. Проиницированное сырье поступает в зону пиролиза, где поддерживается температура 750-920°C. Образующиеся продукты пиролиза охлаждаются с последующим выделением из них целевых продуктов. При этом для формирования факела пламени окислитель подается в количестве 0,1-0,4 л, а углеводородное топливо 0,03-0,08 л на 1 л сырья.

Выход низших олефинов по данному способу составляет 29-47 мас.%, причем максимальное значение достигается при температуре 920°C. Однако поддержание высокотемпературного режима пиролиза нежелательно в связи с тем, что происходит, во-первых, усиление вторичных реакций, ре-

- 4 -

зультатом которых является разложение целевых продуктов, влияющее на стабильность их выхода, во-вторых, значительно сокращается срок службы устройства.

5 Как известно, в описанном устройстве горелка расположена в зоне нагрева пиролизуемого сырья. Такое расположение ее в зоне с минимальной температурой ($200-300^{\circ}\text{C}$) приводит к снижению скорости реакции взаимодействия радикалов с углеводородным сырьем. При данных температурах мало время жизни радикалов, а зарожившиеся цепи пиролиза
10 гибнут, не достигнув зоны пиролиза, из-за отсутствия температурных условий для продолжения цепей.

Таким образом, данный процесс /по примерам/ характеризуется невысоким выходом низших олефинов, в частности этилена, составляющим 29-39 мас.%, что по-видимому
15 связано с низкой температурой сырья при его инициировании и значительном удалением факела пламени горелки от основной зоны пиролиза.

Использование инициирующих добавок от одного факела пламени малоэффективно из-за небольшой поверхности контакта
20 активных частиц с пиролизуемым углеводородным сырьем, что отрицательно влияет на выход целевых продуктов.

Кроме того, наблюдается значительное загрязнение оксидами углерода пиролиза, что осложняет выделение из
продуктов пиролиза целевых продуктов.

25 Раскрытие изобретения

В основу изобретения положена задача разработать способ получения низших олефинов путем подбора соответствующих условий инициирования и изменения качества инициирующих добавок, а также устройство для осуществления
30 этого способа за счет изменения конструкции горелки и ее расположения, обеспечивающих увеличение выхода целевого продукта при улучшении его качества.

Задача решается тем, что предлагается способ получения низших олефинов, включающий нагревание углеводородного сырья, его пиролиз в присутствии инициирующих добавок - промежуточных продуктов горения топлива и окислителя, образующихся в факеле пламени, охлаждение образующихся
35 продуктов пиролиза с последующим выделением из них

целевого продукта, в котором, согласно изобретению, в качестве инициирующих добавок используют промежуточные продукты горения водорода в качестве топлива и кислорода в качестве окислителя, образующиеся в факеле пламени, которые вводят по оси и/или периферии потока углеводородного сырья в зоне пиролиза путем соответствующего размещения в ней по меньшей мере одного дополнительного факела пламени, обеспечивая при этом время взаимодействия инициирующих добавок и углеводородного сырья равным 1-30 мс в интервале температур 600-650°C, а процесс пиролиза ведут при температуре 600-800°C.

Осуществление способа в указанном режиме при использовании качественно новых инициирующих добавок позволяет:

- достигнуть выхода олефинов, в частности этилена, 30-52,5 мас.%, который в расчете на максимальный по отношению к термическому пиролизу, например, увеличивает-ся на 5-10 мас.%;

- снизить температуру пиролиза на 60-110°C, обеспечив тем самым снижение теплонапряженности, что увеличит срок по эксплуатации печи и межремонтный пробег;

- осуществлять способ на существующем оборудовании;
- обеспечить такую скорость пиролиза, которая приводит к увеличению производительности печи;

- исключить возможность образования оксидов углерода, сократить смоло- и коксообразование;

- использовать различные виды сырья для пиролиза от этана до вакуумных газойлей;

- сократить расход пара-разбавителя за счет образования дополнительного пара в водород-кислородном факеле.

Выбор для инициирования промежуточных продуктов горения, образующихся в водород-кислородном пламени, осуществлен по следующим соображениям.

При горении водорода с кислородом, в отличие углеводородного пламени, не образуются оксиды углерода, но появляются радикалы: H, OH, HO₂, которые более эффективны для инициирования, чем углеводородные радикалы. Влияние факела на процесс пиролиза представляется в виде сум-

- 6 -

марного воздействия активных частиц факела и одновременного теплового перегрева сырья в области факела, поэтому температура водород-кислородного пламени, превышающая температуру углеводородных пламен на $500-600^{\circ}\text{C}$, также определяет эффект инициирования.

5

Предпочтительно для получения повышенного выхода олефинов процесс пиролиза осуществлять при времени контакта, выбираемом в интервале $0,05-1,5$ с.

Целесообразно формировать факел подаваемыми потоком кислорода и по его периферии параллельным потоком водорода в объемном соотношении $1:2-10$ из расчета на 1 л сырья $0,1-1,0$ л водорода и $0,01-0,5$ л кислорода.

10

Это позволяет локализовать кислород в области факела и исключить его попадание в сырье и окисление сырья до оксидов углерода. Кроме того, это позволяет осуществлять процесс инициирования в оптимальных условиях.

15

Названные инициирующие добавки для эффективного их воздействия необходимо вводить по оси и/или периферии потока углеводородного сырья.

20

Углеводородное сырье, нагретое до температуры 600°C поступает в зону воздействия факелов водород-кислородного пламени, где в течение $1-30$ мс подвергается активному воздействию промежуточных продуктов горения, то есть радикалов: H , OH , HO_2 с одной стороны и локальному воздействию теплового удара факела с другой стороны.

25

При этом, сырье расщепляется и происходит зарождение цепей пиролиза при относительно низких температурах сырья $600-650^{\circ}\text{C}$, что в свою очередь приводит к последующему снижению температуры пиролиза на $60-110^{\circ}\text{C}$, а вместе с тем, и теплонапряженности устройства.

30

За счет размещения и соответствующей ориентации в зоне пиролиза нескольких факелов удалось увеличить поверхность взаимодействия сырья с названными активными частицами, повысив тем самым эффективность инициирования пиролиза и соответственно выход олефинов. Необходимое время взаимодействия $1-30$ мс было установлено экспериментально из расчета заданного количества факелов водород-кислородного пламени и протяженностью зоны инициирования, огра-

35

- 7 -

ниченной температурами 600-650⁰С.

Такой температурный интервал определяется максимальной эффективностью инициирования, поскольку при температуре ниже 600⁰С пиролиз углеводородов невозможен, а выше 650⁰С - требуется полное изменение технологических параметров процесса.

Пиролиз углеводородного сырья при инициировании водород-кислородных пламенем, начинается при температуре 600⁰С и завершается при температуре 800⁰С, при этом основная доля олефинов образуется в интервале температур 700-800⁰С.

До температуры 800⁰С происходит полное превращение сырья, что приводит к снижению энергозатрат на осуществление процесса. Далее газообразные продукты пиролиза выводятся из устройства, подвергаются охлаждению и разделению.

Задача решается также тем, что предлагается устройство для осуществления способа, включающее корпус со средствами ввода углеводородного сырья и вывода продуктов пиролиза, имеющий, расположенные последовательно по ходу обрабатываемого сырья, зону нагрева и зону пиролиза, и концентрично расположенную в корпусе горелку, содержащую цилиндрический корпус с соплом, расположенным соосно ему, на его торце, и, установленный в цилиндрическом корпусе, центральный трубопровод для подачи окислителя, образующий с внутренней стенкой корпуса горелки кольцеобразный канал для подачи топлива к соплу, в котором, согласно изобретению, горелка установлена в зоне пиролиза на ее участке, определяемом интервалом температур 600-650⁰С, и содержит по меньшей мере один ряд, равномерно расположенных по периферии ее корпуса, дополнительных сопел, а центральный трубопровод снабжен ответвлениями по числу сопел, сообщенными своими выходными отверстиями с каналом для подачи топлива, и расположенными соосно каждое соответствующему соплу.

Такая конструкция горелки и ее расположение позволяют более эффективно перераспределить тепло и инициирующие частицы в объеме углеводородного сырья за счет

- 8 -

увеличения площади взаимодействия сырья с факелами пламени, организованными дополнительными соплами горелки. В локальной зоне пламени исключается перегрев паро-сырьевой смеси, приводящий к образованию продуктов (CO , CO_2 , ацетилен, сажа), уменьшающих выход олефинов. Факелы пламени, организованные дополнительными соплами, за счет соответствующего размещения последних, образуют сплошной факел пламени, характеризующийся стабильностью и устойчивостью при больших линейных скоростях движения углеводородного сырья в корпусе устройства, что увеличивает эффективность процесса инициирования.

Целесообразно, чтобы устройство дополнительно содержало, смонтированное на наружной стенке корпуса, горелочное приспособление, содержащее выполненное в стенке корпуса, вблизи горелки, и, равномерно расположенное по его периметру, по меньшей мере в один ряд сопел, выходные концы которых выступают за внутреннюю стенку корпуса, закрепленные на корпусе, кольцеобразный коллектор для подвода топлива, сообщенный с входными отверстиями сопел, и, смонтированный на его наружной стенке, второй кольцеобразный коллектор для подвода окислителя, сообщенный с входными отверстиями сопел посредством патрубков, проходящих через первый коллектор.

При этом, расстояние между горелкой и соплами горелочного приспособления выбрано из условия исключения возможности взаимодействия, организованных соплами горелки и горелочного приспособления, факелов пламени.

Такой вариант исполнения устройства является оптимальным при большем поперечном сечении корпуса и дает возможность организовать взаимодействие углеводородного сырья с факелами пламени по всей площади поперечного сечения корпуса и тем самым увеличить максимально выход целевых продуктов.

Целесообразно, чтобы дополнительные сопла горелки и сопла горелочного приспособления были установлены под углом к продольной оси корпуса, не превышающим 90° .

Это обеспечит стабильность и устойчивость процесса горения при больших линейных скоростях движения углеводородного

- 9 -

родного сырья, а также равномерность воздействия тепла и иницирующих добавок.

Предпочтительно, чтобы горелка содержала два ряда дополнительных сопел, а горелочное приспособление - два
5 ряда сопел, при этом сопла предыдущего и последующего рядов смещены относительно друг друга по окружности и расположены в шахматном порядке.

При таком расположении сопел не происходит образования локальных зон перегрева за счет пересечения факелов пламени и обеспечивается оптимальное время контакта
10 углеводородного сырья с иницирующими добавками.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется подробным описанием способа и устройства для получения низших олефинов,
15 согласно изобретению, со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

фиг. 1 схематично изображает устройство для получения низших олефинов;

фиг. 2 - участок А на фиг.1, с концентрично расположенной в корпусе горелкой, продольный разрез, увеличено;
20

фиг. 3 - то же, что на фиг.2, с дополнительно установленным на корпусе горелочным приспособлением;

фиг. 4 - разрез по IV-IV на фиг.3;

фиг. 5 - то же, что на фиг.2, вариант горелки с двумя
25 рядами дополнительных сопел.

Лучший вариант осуществления изобретения

Устройство, согласно изобретению, изображенное на фиг.1, включает корпус I, представляющий собой цилиндрическую трубу, изогнутую в виде змеевика, снабженный средствами 2,3 соответственно ввода углеводородного сырья и
30 вывода продуктов пиролиза. Корпус I имеет, расположенные последовательно по ходу обрабатываемого сырья, зону 4 нагрева и зону 5 пиролиза. В начале зоны 5 пиролиза в корпусе I имеются трубопроводы 6,7 соответственно для
35 подвода топлива и окислителя. Устройство снабжено регулирующими нагревателями для поддержания требуемого температурного режима в зоне 4 нагрева и зоне 5 пиролиза (на фиг.1 условно не показаны).

- 10 -

В корпусе I, как показано на фиг.2, имеется концентрично расположенная горелка 8, содержащая цилиндрический корпус 9, который выполнен с соплом 10, расположенным соосно ему на его торце II, и с дополнительными соплами 12, равномерно расположенными по периферии корпуса 9 в один ряд. Сопла 12 горелки 8 установлены под углом $\angle$ к продольной оси корпуса I. Угол $\angle$ не превышает 90° . В корпусе 9 установлен центральный трубопровод 13 для подачи окислителя, снабженный ответвлениями 14 по числу сопел 12. Трубопровод 13 образует с внутренней стенкой корпуса 9 горелки 8 кольцеобразный канал 15 для подачи топлива к соплу 10. Ответвления 14 сообщены своими выходными отверстиями 16 с каналом 15 и расположены соосно каждое соответствующему соплу 12. Горелка 8 другим своим торцем закреплена в стенке корпуса I; трубопровод 12 подсоединен к трубопроводу 7 и канал 13 подсоединен к трубопроводу 6 (на фиг.2 условно не показано). Горелка 8 установлена в зоне 5 пиролиза на участке А (фиг.1), определяемом интервалом температур $600-650^\circ\text{C}$.

На фиг.3 изображен другой вариант выполнения устройства, согласно изобретению, оно дополнительно содержит смонтированное на наружной стенке корпуса I, горелочное приспособление 17, которое имеет, выполненные в стенке корпуса I, вблизи горелки 8 и, равномерно расположенные по его периметру, по меньшей мере в один ряд сопла 18. Сопла 18 расположены в зоне 5 начала пиролиза, определяемой температурой $600-650^\circ\text{C}$, и установлены под углом $\angle$ к продольной оси корпуса I. Угол $\angle$ не превышает 90° , предпочтительно 45° . Выходные концы 19 сопел 18 выступают за внутреннюю стенку корпуса I. На корпусе I закреплен кольцеобразный коллектор 20 для подачи топлива. Коллектор 20, имеющий П-образную форму проходного сечения, жестко соединен с корпусом I своими полками и сообщен с выходными отверстиями 21 сопел 18. На наружной стороне коллектора 20 для подвода окислителя закреплен кольцеобразный коллектор 22 с проходным сечением в форме полукруга. Коллектор 22 сообщается входными отверстиями 21

- II -

сопел 18 посредством патрубков 23, проходящих через коллектор 20. Коллекторы 20, 22 сообщены соответственно с трубопроводами 6,7. Расстояние между горелкой 8 и соплами 18 горелочного приспособления 17 выбрано из условия
5 исключения возможности взаимодействия организованных соплами 10,12 и соплами 18 факелов пламени. Расстояние может меняться в зависимости от расположения горелочного приспособления 17 в зоне 5 начала пиролиза, выбираемого в зависимости от диаметра корпуса I, и размеров факелов пламени.
10

На фиг.4' показан разрез по линии IV-IV на фиг.3, изображающий устройство в поперечном сечении, снабженное горелочным приспособлением 17, имеющее восемь сопел 18 и восемь патрубков 23, и горелкой 8, имеющей одно сопло 10
15 и четыре дополнительных сопла 12.

На фиг.5 показано то же, что на фиг.2, только горелка 8 снабжена вторым рядом сопел 24, смещенных относительно сопел 12 по окружности, и расположенных в шахматном порядке. Трубопровод 13 имеет второй ряд ответвлений 20
25 25, каждое из которых расположено соосно соответствующему соплу 24, и сообщены своими выходными отверстиями /на фиг.5 не показано/ с каналом 15.

Углеводородное сырье, которое может быть использовано в способе, согласно изобретению, включает как легкое так и тяжелое углеводородное сырье. Легкие углеводороды включают нефть, легкий газойль, пропан, пентан, этан и природный газ. Тяжелые углеводороды, которые могут быть использованы, включают углеводороды, имеющие нормальную температуру потери текучести от -5°C до 150°C и тяжелые углеводороды, получаемые при процессах очистки.
30

Способ получения низших олефинов, согласно изобретению, осуществляют в устройстве, изображенном на фиг.1, 3,4. В зону 4 корпуса I через средство 2 подают поток углеводородного сырья, состоящего из 55,7 мас.% пропана и 43,3 мас.% бутана, и разбавителя-пара со скоростью
35 $1200 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ соответственно. Смесь нагревают в зоне 4 до температуры 600°C .

- I2 -

Одновременно в горелку 8 по трубопроводу I3, подсоединенного к трубопроводу 7, четырьмя ответвлениями I4 подается поток кислорода со скоростью $60 \text{ м}^3/\text{ч}$, а по каналу I5, подсоединенному к трубопроводу 6, поступает поток водорода, предварительно нагретого до температуры $650\text{--}1000^\circ\text{C}$, со скоростью $160 \text{ м}^3/\text{ч}$. В горелочное приспособление I7 при тех же условиях подается кислород через трубопровод 7, коллектор 22 и восемь патрубков 23, и водород — через трубопровод 6 и коллектор 20. В сопле I0, четырех соплах I2 горелки 8 и восьми соплах I8 горелочного приспособления I7 за счет взаимодействия кислорода и водорода организуются факела пламени. Сопла I2, I8 расположены под углом $\angle$, равным 45° , к продольной оси корпуса I.

Кислород и водород вводят в горелку 8 и горелочное приспособление I7 в объемном соотношении 1:4 соответственно. Такое соотношение обеспечивает полное взаимодействие кислорода с водородом в организованном факеле пламени, что исключает попадание кислорода в углеводородное сырье и образования там CO.

Использование такого количества сопел I2, I8 и их расположение в зоне 5 начала пиролиза обеспечивает сплошной фронт пламени по оси и периферии потока углеводородного сырья, что приводит к увеличению поверхности его взаимодействия с иницирующими добавками, образуемыми в факелах пламени, и повышению выхода низших олефинов. Время взаимодействия иницирующих добавок с углеводородным сырьем составляет 7 мс.

Влияние факела пламени на начальный процесс пиролиза представляется в виде суммарного воздействия активных частиц, образовавшихся в пламени, и одновременно термического перегрева исходного сырья в зоне пламени, поэтому температура водород-кислородного пламени также оказывает влияние на иницирование.

Проиницированное углеводородное сырье поступает в зону 5 пиролиза, где подвергается пиролизу при температуре 800°C и времени контакта 0,3 с. Газообразные продукты пиролиза /пирогаз/ выводят из зоны 5 через средство 3,

- 13 -

далее их охлаждают и разделяют, используя известные методы и устройства. Продукты пиролиза содержат (мас.%):

26,7 CH_4 , 2,6 C_2H_6 , 52,5 C_2H_4 , 1,2 C_3H_8 , 12,1 C_3H_6 ,

3,8 C_4H_8 . Суммарное содержание олефинов составляет

5 64,6 мас.%.

Ниже в таблице I приводятся другие примеры осуществления предлагаемого способа в устройстве по фиг.1,3,4 с указанием условий процесса и выхода продуктов пиролиза.

Таблица I

№ при ме- ров	Условия процесса					
	Т нагре- ва сырья, °C	Т пироли- за °C	Время взаимо- дейст- вия ими- тирую- щих до- бавок с сырьем, мс	Время контак- та пи- ролиза с	Расход на 1 л сырья H ₂ :O ₂ , л	объемное соотноше- ние H ₂ :O ₂
I	2	3	4	5	6	7
1	200	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
2	300	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
3	400	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
4	500	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
5	600	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
6	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
7	800	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
8	600	600	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
9	650	650	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
10	650	700	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
11	650	750	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
12	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
13	650	850	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
14	650	920	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
15	650	800	0,5	0,3	0,1:0,025	4:1
16	650	800	1,0	0,3	0,1:0,025	4:1
17	650	800	4,0	0,3	0,1:0,025	4:1
18	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:1
19	650	800	10,0	0,3	0,1:0,025	4:1
20	650	800	13,0	0,3	0,1:0,025	4:1
21	650	800	20,0	0,3	0,1:0,025	4:1
22	650	800	30,0	0,3	0,1:0,025	4:1
23	650	800	40,0	0,3	0,1:0,025	4:1
24	650	800	7,0	0,3	1,24:0,31	4:1
25	650	800	7,0	0,3	1,00:0,25	4:1
26	650	800	7,0	0,3	0,16:0,04	4:1

- 15 -

Продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7
27	650	800	7,0	0,3	0,144:0,036	4:I
28	650	800	7,0	0,3	0,12:0,03	4:I
29	650	800	7,0	0,3	0,04:0,01	4:I
30	650	800	7,0	0,3	0,10:0,025	4:I
31	650	800	7,0	0,3	0,036:0,009	4:I
32	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	I:I I,I:I,I
33	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	2:I I,0:0,5
34	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	4:I I,0:0,25
35	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	6:I 0,6:0,1
36	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	8:I 0,8:0,1
37	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	10:I I,0:0,1
38	650	800	7,0	0,3	0,1:0,025	12:I I,2:0,1
39	650	1050	7,0	0,01	0,1:0,025	4:I
40	650	1050	7,0	0,05	0,1:0,025	4:I
41	650	900	7,0	0,20	0,1:0,025	4:I
42	650	800	7,0	0,30	0,1:0,025	4:I
43	650	700	7,0	1,3	0,1:0,025	4:I
44	650	650	7,0	1,5	0,1:0,025	4:I
45	600	600	7,0	2,0	0,1:0,025	4:I

- 16 -

Продолжение таблицы I

№ при- ме- ров	Выход продуктов пиролиза, мас. %								Сумма аллефи- нов
	CH_4	C_2H_6	C_2H_4	C_3H_8	C_3H_6	C_4H_{10}	C_4H_8		
I	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	19,14	7,51	39,9	0,71	13,1	22,3	2,4	53,0	
2	20,71	1,72	41,4	0,78	12,9	17,8	2,7	54,3	
3	21,50	1,87	45,2	0,87	12,7	13,5	2,9	57,9	
4	23,13	2,01	48,7	0,99	12,6	8,8	3,1	61,3	
5	24,30	2,3	51,3	1,10	12,5	4,2	3,5	63,8	
6	26,7	2,5	52,5	1,30	12,4	-	3,9	64,9	
7	33,5	2,5	49,2	0,98	9,10	-	2,7	58,1	
8	4,1	0,92	8,90	0,09	4,8	80,9	0,15	13,7	
9	5,2	1,20	10,7	0,10	5,0	77,1	0,21	15,7	
10	15,7	2,15	30,9	0,29	11,8	37,1	1,83	42,7	
11	23,8	2,40	39,9	0,82	13,0	17,5	2,71	52,9	
12	26,7	2,50	52,5	1,3	12,4	-	3,9	64,9	
13	30,7	2,30	50,1	1,1	11,2	-	3,5	61,3	
14	35,5	2,1	48,9	0,8	8,4	-	2,8	57,3	
15	21,1	1,88	46,3	0,87	12,0	14,5	2,9	58,3	
16	24,3	1,90	50,2	1,10	12,9	6,10	3,0	63,1	
17	25,9	2,30	52,1	1,2	12,5	2,6	3,6	63,6	
18	26,6	2,7	52,5	1,2	12,4	-	3,8	64,9	
19	26,7	2,7	52,4	1,1	12,3	-	3,8	64,7	
20	28,6	2,6	52,2	1,3	10,7	-	3,8	62,9	
21	28,9	2,6	52,0	1,3	10,1	-	3,7	62,1	
22	29,7	2,5	51,8	1,2	9,7	-	3,7	61,5	
23	32,6	2,4	50,8	1,1	7,5	-	3,6	58,3	
24	29,8	2,5	51,8	1,1	9,8	-	3,6	61,6	
25	18,1	2,2	53,2	1,2	10,9	-	3,5	64,1	
26	28,3	2,3	53,1	1,2	11,4	-	3,5	64,5	
27	27,9	2,4	53,0	1,2	12,0	-	3,5	65,0	
28	27,6	2,5	52,8	1,2	12,3	-	3,6	65,1	

- 17 -

Продолжение таблицы I

I	8	9	10	11	12	13	14	15
29	27,8	2,5	52,6	1,2	12,3	-	3,7	64,9
30	26,6	2,7	52,5	1,2	12,4	-	3,8	64,6
31	30,1	2,3	49,7	1,1	12,5	-	3,5	62,2
32	22,4	2,3	47,3	1,2	9,7	13,1	3,5	57,0
33	26,1	2,7	52,4	1,5	12,0	-	3,6	64,4
34	26,4	2,7	52,5	1,4	12,4	-	3,8	64,6
35	26,2	2,6	52,3	1,4	12,4	-	3,7	64,4
36	27,6	2,5	52,1	1,3	12,3	-	3,0	64,4
37	27,7	2,5	52,0	1,3	12,2	-	3,6	64,2
38	28,7	2,6	51,0	1,4	12,2	-	3,7	63,2
39	23,4	1,9	38,4	0,6	11,8	22,5	1,4	50,2
40	27,7	2,3	46,3	0,8	12,1	7,8	2,6	58,4
41	29,1	2,1	51,9	0,9	12,6	0,7	2,7	64,5
42	26,7	2,5	52,5	1,3	12,4	-	3,9	64,9
43	18,2	2,4	33,4	0,7	10,3	30,0	2,9	43,7
44	12,4	1,7	19,1	0,8	8,7	52,3	2,2	27,8
45	2,2	0,3	2,8	0,1	3,4	93,0	0,5	6,2

- 18 -

Из таблицы I видно, что наибольший эффект достигается при введении иницирующих добавок - промежуточных продуктов горения водорода и кислорода - при температуре сырья, равной 600 - 650°C. Максимальное значение суммарного выхода олефинов и этилена наблюдается при температуре пиролиза 800°C и времени взаимодействия углеводородного сырья с иницирующими добавками, равном 7 мс. Соотношение водорода и кислорода, задаваемое при формировании факела в пределах от 0,06 до 1,01 для водорода и от 0,005 до 1,1 для кислорода из расчета на 1 л сырья, не оказывает влияния на выходы олефинов.

Наиболее приемлемым соотношением водорода и кислорода, задаваемым в горелке 8 и в горелочном приспособлении I7, является 4:1, позволяющее получить высокий выход этилена и полностью исключить проникновение кислорода в сырье и образование оксидов углерода.

Таким образом, приведенные результаты показывают, что иницирование пиролиза углеводородного сырья продуктами горения водород-кислородного пламени при непосредственном его контакте с сырьем и в указанных режимах приводит к увеличению выхода олефинов на 5-10 мас.%, снижает температуру пиролиза на 60-110°C, уменьшая при этом энергозатраты процесса, и теплонапряженность устройства.

Пример 46.

Способ, согласно изобретению, осуществляют в устройстве, изображенном на фиг. I, 2. В зону 4 нагрева корпуса I через средство 2 подают углеводородное сырье, состоящее из 55,7 мас.% пропана и 43,3 мас.% бутана, и разбавителя-пара со скоростью 1200 м³/ч и 1000 м³/ч соответственно. Смесь нагревают в зоне 4 до температуры 600°C. Одновременно, в горелку 8 по трубопроводу I3, подсоединенного к трубопроводу 7, подается поток кислорода со скоростью 60 м³/ч, а по каналу I5, подсоединенному к трубопроводу 6, поступает поток водорода, предварительно нагретого до температуры 650-1000°C со скоростью 160 м³/ч. В сопле I0 и четырех соплах I2 за счет взаимодействия кислорода и водорода организуются факела пламени, которые образуют сплошной фронт пламени по оси потока. Сопла I2 расположены

- 19 -

под углом равным 35° к продольной оси корпуса I. Кислород и водород поступают в горелку 8 в объемном соотношении 1:6 соответственно. Время взаимодействия инициирующих добавок с углеводородным сырьем составляет 10 мс. Иницированное сырье поступает в зону 5 пиролиза, где пиролиз проводят при температуре 750°C и времени контакта 1,0 с.

Полученные газообразные продукты пиролиза выводят через средство 3, резко охлаждают и разделяют на известных устройствах.

10 Продукты пиролиза содержат (мас.%): 25,4 CH_4 , 3,04 C_2H_6 , 50,6 C_2H_4 , 3,1 C_3H_8 , 11,4 C_3H_6 , 0,7 C_4H_{10} , 4,7 C_4H_8 . Суммарное содержание олефинов составляет 62 мас.%.
Пример 47.

15 Способ, согласно изобретению, осуществляют в устройстве, изображенном на фиг. I, 3, 4 за исключением того, что при инициировании работает только горелочное приспособление I7. Условия процесса поддерживают как приведено в примере 29 таблицы I.

20 Факелы пламени, формируемые соплами I8, обеспечивают сплошной фронт пламени по периферии потока углеводородного сырья. Полученные продукты содержат (мас.%): 25,9 C_2H_4 , 2,9 C_2H_6 , 51,3 C_2H_4 , 2,1 C_3H_8 , 12,2 C_3H_6 , 0,3 C_4H_{10} , 4,1 C_4H_8 . Суммарное содержание олефинов составляет 63,5 мас.%.
Пример 48.

25 Способ, согласно изобретению, осуществляют в устройстве, изображенном на фиг. I, 5.

30 В зону 4 корпуса I через средство 2 подают поток жидкого углеводородного сырья - гексана и пара-разбавителя, со скоростью $600 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $1600 \text{ м}^3/\text{ч}$. Смесь нагревают в зоне 4 до температуры 600°C . Одновременно в горелку 8 по трубопроводу I3, подсоединенного к трубопроводу 7, ответвлениям I4, 25 подается поток кислорода со скоростью $50 \text{ м}^3/\text{ч}$, а по каналу I5, соединенному с трубопроводом 6, 35 поступает поток водорода, предварительно нагретого до температуры $750\text{--}1000^{\circ}\text{C}$, со скоростью $160 \text{ м}^3/\text{ч}$. В сопле I0, в четырех соплах I2 и четырех соплах 24, расположенных в шахматном порядке относительно друг друга, при вза-

- 20 -

имодействии кислорода и водорода организуются факела пламени. Сопла 12,24 расположены под углом $\angle$, равным 60° , к продольной оси корпуса I.

5 Факела пламени образуют сплошной фронт пламени по оси потока углеводородного сырья. Иницированное сырье поступает в зону 5 пиролиза, где пиролизуется при температуре $700-800^\circ\text{C}$ и времени контакта 0,3 с.

10 Полученные продукты пиролиза выводятся через средство 3, охлаждаются и подвергаются разделению в известных устройствах.

Ниже в таблице 2 представлены выходы олефинов в зависимости от температуры пиролиза и для сравнения выходы олефинов по термическому пиролизу, осуществляемому в тех же условиях без введения иницирующих добавок.

15

Таблица 2.

Условия пиролиза	Темпера- тура пи- ролиза, $^\circ\text{C}$	Продукты пиролиза, мас. %				
		CH_4	C_2H_6	C_2H_4	C_3H_8	C_3H_6
I	2	3	4	5	6	7
1. При введении иниции- рующих добавок	700	13,7	3,18	38,0	0,5	18,8
	750	18,1	2,9	51,9	0,4	12,5
	800	22,8	3,0	59,0	0,27	8,5
2. Тер- мический пиролиз	700	9,13	2,7	28,3	0,5	16,4
	750	14,2	3,0	40,4	0,5	15,5
	800	16,6	2,8	48,4	0,3	11,7

Продолжение таблицы 2

Условия пиролиза	Температура, °C	Продукты пиролиза, мас. %						Коэффициент газобразования
		алкен	бутен	дивинил	гексан	бензол	Σ олефинов	
I	2	8	9	10	11	12	13	14
1	700	0,9	4,1	2,3	25,5	0,4	56,8	71,48
	750	0,31	1,4	2,7	6,58	1,56	64,4	89,21
	800	1,1	1,0	2,5	1,2	1,9	67,7	95,67
2	700	0,1	5,1	1,6	34,0	0,1	44,7	57,23
	750	0,3	4,3	2,7	16,2	1,1	55,9	80,9
	800	0,5	2,9	2,9	10,5	1,5	60,1	83,92

Из таблицы 2 видно, что введение иницирующих добавок - промежуточных продуктов горения водорода и кислорода при пиролизе гексана, увеличивает выход этилена на 10-11 мас. % этилена по сравнению с термическим пиролизом, а также на 7-11 мас. % суммарный выход олефинов.

В таблице 3 приведены выходы олефинов в зависимости от температуры пиролиза по предлагаемому способу, осуществляемому в устройстве, изображенному на фиг. 1, 2 и описанному в *SU*, А, 1268558.

Таблица 3

Выход олефинов, мас. %	Температура в зоне пиролиза, °C							
	550	600	650	700	750	800	850	920
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Предлагаемый способ								
C ₂ H ₄	3,2	8,9	10,7	30,9	39,9	52,5	50,1	48,9
C ₃ H ₆	1,6	4,8	5,0	11,8	13,0	12,4	11,2	8,4
Способ по <i>SU</i> , А, 1268558								
C ₂ H ₄	1,9	5,2	7,2	20,1	24,1	33,5	39,8	47,2
C ₃ H ₆	0,3	4,1	4,3	10,2	12,6	13,4	14,3	10,1

Сравнительная таблица показывает, что использование для инициирования промежуточных продуктов горения водорода и кислорода значительно эффективнее, чем промежуточных продуктов горения углеводородных пламен, поскольку увеличивается скорость зарождения цепей и завершения пиролиза. Так, пиролиз сырья в первом случае фактически завершается при температуре 800°C , при этом максимальный выход этилена превышает выход этилена в известном способе на 5 мас.% при температуре на 120°C ниже.

I0 Специалистам в данной области техники должно быть очевидно, что при увеличении температуры пиролиза, необходимо уменьшить время контакта, а также, что приведенные примеры являются только иллюстративными и не должны рассматриваться как ограничивающие существо и объем изобретения.

Промышленная применимость

I5 Изобретение может быть использовано в нефтехимической промышленности.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

5 I. Способ получения низших олефинов, включающий нагревание углеводородного сырья, его пиролиз в присутствии инициирующих добавок - промежуточных продуктов горения топлива и окислителя, образующихся продуктов пиролиза с последующим выделением из них целевого продукта, о т л и -
ч а ю щ и й с я тем, что в качестве инициирующих добавок используют промежуточные продукты горения водорода в качестве топлива и кислорода в качестве окислителя, обра-
10 зующиеся в факеле пламени, которые вводят по оси и/или периферии потока углеводородного сырья в зоне пиролиза путем соответствующего размещения в ней по меньшей мере одного дополнительного факела пламени, обеспечивая при этом время взаимодействия инициирующих добавок и углеводородно-
15 го сырья равным 1-30 мс в интервале температур 600-650⁰С, а процесс пиролиза ведут при температуре 600-800⁰С.

2. Способ по п.1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что процесс пиролиза осуществляют при времени контакта, выбираемом в интервале 0,05-1,5с.

20 3. Способ по п.1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что образование промежуточных продуктов горения осуществляют в факеле пламени, формируемом подаваемыми потоком кислорода и по его периферии параллельным потоком водорода.

25 4. Способ по п.3, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что для формирования факела подают 0,1-1,0 л водорода и 0,01-0,5 л кислорода в расчете на 1 л углеводородного сырья.

30 5. Способ по п.4, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что объемное соотношение кислорода и водорода составляет 1:2-10.

35 6. Устройство для получения низших олефинов для осуществления способа по п.1, включающее корпус /1/ со средствами ввода /2/ углеводородного сырья и вывода /3/ продуктов пиролиза, имеющий, расположенные последовательно по ходу обрабатываемого сырья, зону /4/ нагрева и зону /5/ пиролиза, и, концентрично расположенную в кор-

- 24 -

- пусе /1/, горелку /8/, содержащую цилиндрический корпус /9/
с соплом /10/, расположенным соосно ему на его торце /11/,
и, установленный в цилиндрическом корпусе /9/, централь-
ный трубопровод /6/ для подачи окислителя, образующий с
5 внутренней стенкой корпуса /9/ горелки /8/ кольцеобразный
канал /15/ для подачи топлива к соплу /10/, отлича-
юще е с я тем, что горелка /8/ установлена в зоне /5/
пиролиза на ее участке, определяемом интервалом темпера-
тур 600-650⁰С, и содержит по меньшей мере один ряд, рав-
10 номерно расположенных по периферии ее корпуса /9/, допол-
нительных сопел /12/, а центральный трубопровод /13/ снаб-
жен ответвлениями /14/ по числу сопел /12/, сообщенными
своими выходными отверстиями /16/ с каналом /15/ для пода-
чи топлива, и расположенными соосно каждое соответствующе-
15 му соплу /12/.
7. Устройство по п.6, отличающе е с я тем,
что дополнительно содержит смонтированное на наружной
стенке корпуса /1/ горелочное приспособление /17/, содер-
жащее, выполненные в стенке корпуса /1/, вблизи горелки
20 /8/, равномерно расположенные по его периметру, по мень-
шей мере в один ряд сопла /18/, выходные концы /19/ кото-
рых выступают за внутреннюю стенку корпуса /1/, закреп-
ленный на корпусе /1/, кольцеобразный коллектор /20/ для
подвода топлива, сообщенный с входными отверстиями сопел
25 /21/, и, смонтированный на его наружной стенке, второй
кольцеобразный коллектор /22/ для подвода окислителя,
сообщенный с входными отверстиями /21/ сопел /18/ посред-
ством патрубков /23/, проходящих через первый коллектор /20/.
8. Устройство по п.7, отличающе е с я
30 тем, что расстояние между горелкой /8/ и соплами /18/ го-
релочного приспособления /17/ выбрано из условия исклю-
чения возможности взаимодействия организованных сопла-
ми /12/, /18/ горелки /8/ и горелочного приспособления /17/
факелов пламени.
9. Устройство по п.7, отличающе е с я тем,
35 что дополнительные сопла /12/ горелки /8/ и сопла /18/
горелочного приспособления /17/ установлены под углом к
продольной оси корпуса /1/, не превышающим 90⁰.

- 25 -

10. Устройство по п.7, отличающееся
тем, что горелка /8/ имеет два ряда дополнительных сопел
/I2/ и горелочное приспособление /I7/ - два ряда сопел
/I8/, при этом сопла предыдущего и последующего рядов
5 смещены относительно друг друга по окружности и располо-
жены в шахматном порядке.

$\frac{1}{3}$

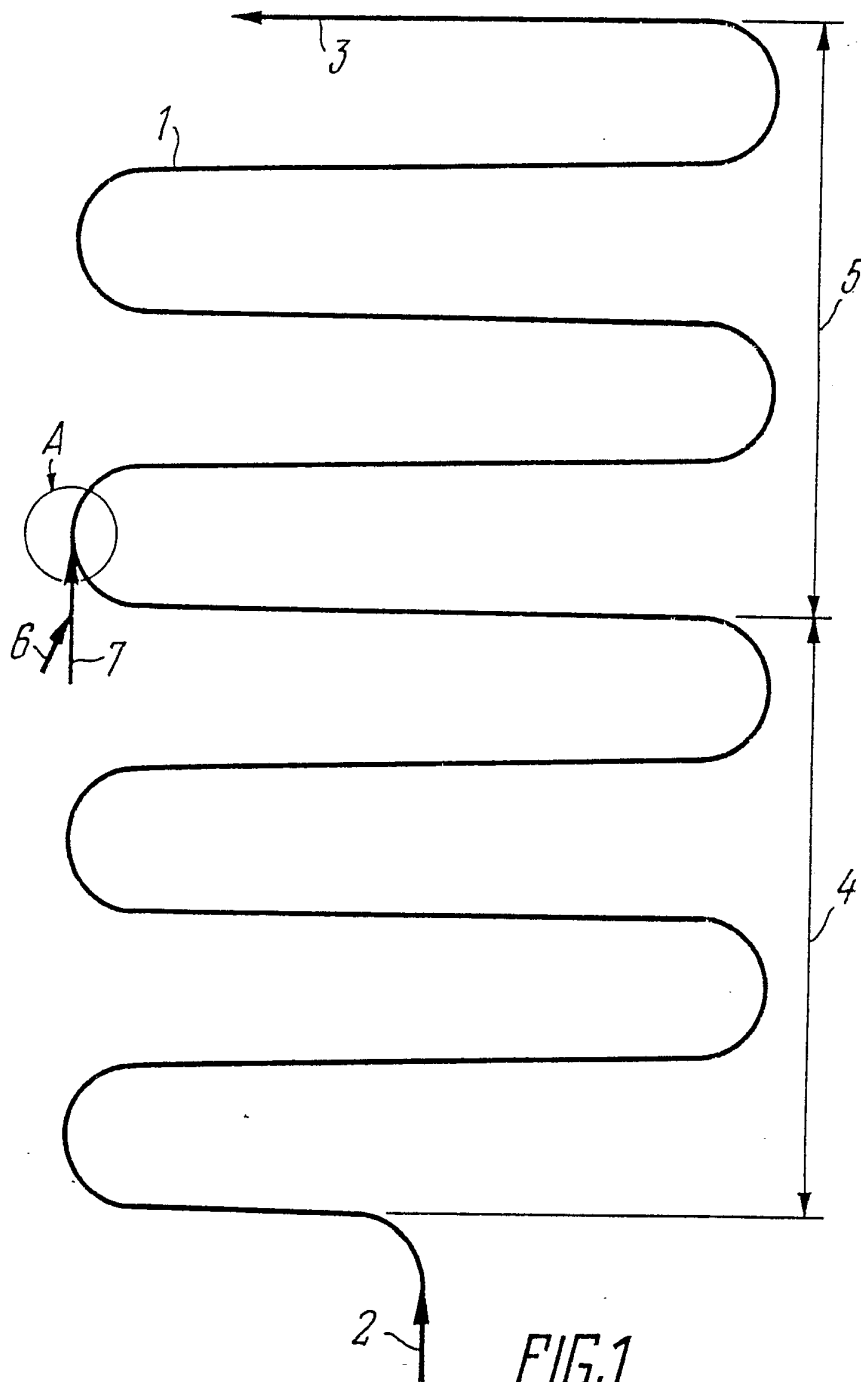


FIG.1

2/3

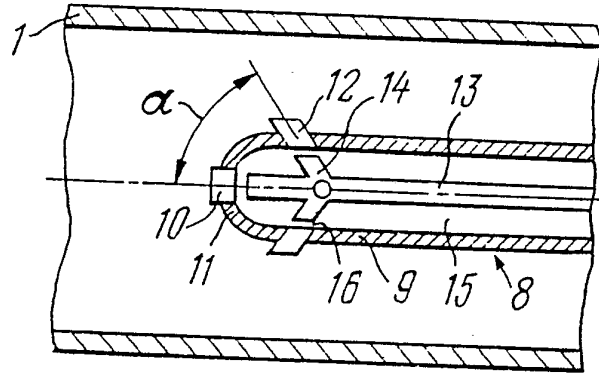


FIG. 2

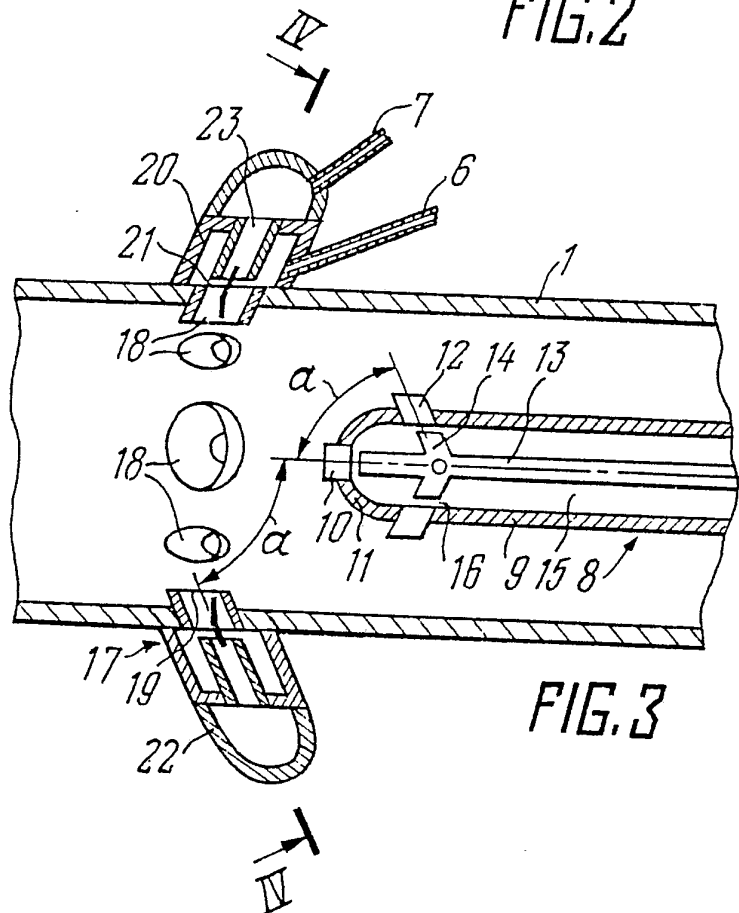


FIG. 3

3/3

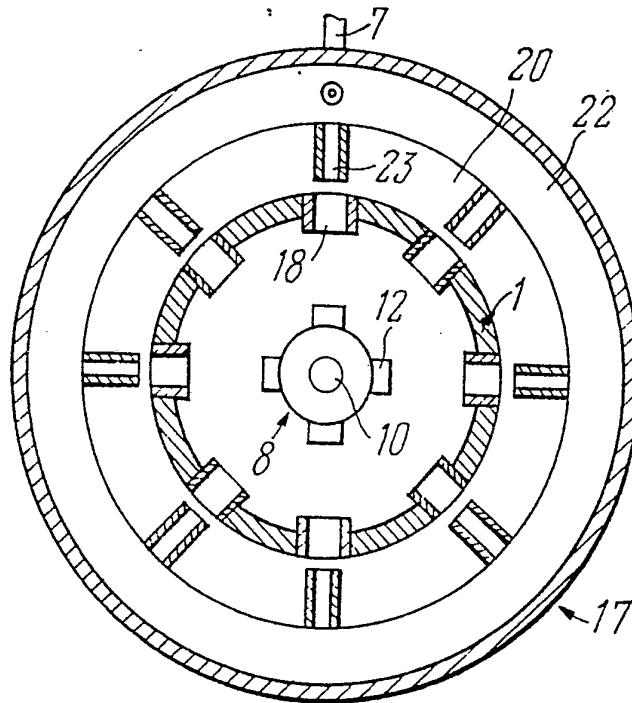


FIG. 4

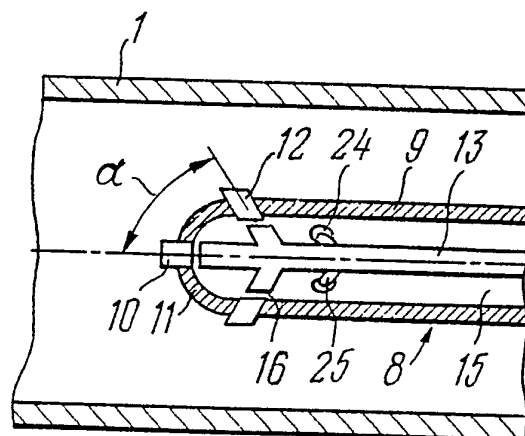


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 90/00046

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ C 07 C 4/04, C 10 G 9/00, 9/20 9/38		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System ¹	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵ C 07 C 4/04; C 10 G 9/00, 9/20, 9/38		
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	SU, A1, 1268558 (Kazakhsky gosudarstvenny universitet im. S.M. Kirova), 7 November 1986 (07.11.86)	1-10
A	US, A, 4527002 (MITSUBISHI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA), 2 July 1985 (02.07.85)	1-5
A	US, A, 4256565 (ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION), 17 March 1981 (17.03.81) (cited in the description)	1-5
A	EP, A1, (NAPHTACHIMIE S.A.), 13 January 1988 (13.01.88)	6-10

* Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "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. "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
30 October 1990 (30.10.90)	12 November 1990 (12.11.90)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
ISA/SU		

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка № PCT/SU 90/00046

I. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ИЗОБРЕТЕНИЯ (если применяются несколько классификационных индексов, укажите все) ⁶		
В соответствии с Международной классификацией изобретений (МКИ) или как в соответствии с национальной классификацией, так и с МКИ 5		
CO7C 4/04, C10G 9/00, 9/20, 9/38		
II. ОБЛАСТИ ПОИСКА		
Минимум документации, охваченной поиском ⁷		
Система классификации	Классификационные рубрики	
МКИ ⁵	CO7C 4/04; C10G 9/00, 9/20, 9/38	
Документация, охваченная поиском и не входившая в минимум документации, в той мере, насколько она входит в область поиска ⁸		
III. ДОКУМЕНТЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПРЕДМЕТУ ПОИСКА ⁹		
Категория ¹⁰	Ссылка на документ ¹¹ , с указанием, где необходимо, частей, относящихся к предмету поиска ¹²	Относится к пункту формулы № ¹³
A	SU, AI, I268558 (КАЗАХСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.С.М.КИРОВА), 07 ноября 1986 (07.II.86)	I-10
A	US, A, 4527002 (MITSUBISHI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA), 02 июля 1985 (02.07.85)	I-5
A	US, A, 4256565 (ROCKWELL INTERNATIONAL CORPORATION), 17 марта 1981 (17.03.81), (указан в описании)	I-5
A	EP, AI, (NARNTASCHIMIE S.A.), 13 января 1988 (13.01.88)	6-10
* Особые категории ссылочных документов ¹⁴ :		
A* документ, определяющий общий уровень техники, который не имеет наиболее близкого отношения к предмету поиска. E* более ранний патентный документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее. I* 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). O* документ, относящийся к устному раскрытию, применению, выставке и т. д. P* документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашивания этого приоритета. 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. X* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной и изобретательским уровнем. Y* документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; документ в сочетании с одним или несколькими подобными документами порочит изобретательский уровень заявленного изобретения, такое сочетание должно быть очевидно для лица, обладающего познаниями в данной области техники. & документ, являющийся членом одного и того же патентного семейства.		
IV. УДОСТОВЕРЕНИЕ ОТЧЕТА		
Дата действительного завершения международного поиска 30 октября 1990 (30.10.90)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 12 ноября 1990 (12.II.90)
Международный поисковый орган ISA/SU		Подпись уполномоченного лица Н.П.Шепелев