



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004102394/04, 08.07.2002

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.07.2002

(30) Конвенционный приоритет:
09.07.2001 US 09/901,554

(43) Дата публикации заявки: 10.07.2005

(45) Опубликовано: 10.11.2006 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 5063732 A, 12.11.1991. US 4261167
A, 14.04.1981. RU 2095397 C1, 10.11.1997.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
09.02.2004

(86) Заявка РСТ:
US 02/21099 (08.07.2002)

(87) Публикация РСТ:
WO 03/006585 (23.01.2003)

Адрес для переписки:
101000, Москва, М.Златоустинский пер., 10,
кв.15, ЕВРОМАРКПАТ, пат.пов. И.А.Веселицкой,
рег. № 11

(72) Автор(ы):

КАЛДЕРОН Алберт (US),
ЛОБИС Терри Джеймс (US)

(73) Патентообладатель(и):

КАЛДЕРОН СИНГЭЗ КОМПАНИ (US)

(54) ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ ИЗ УГЛЯ (ВАРИАНТЫ)

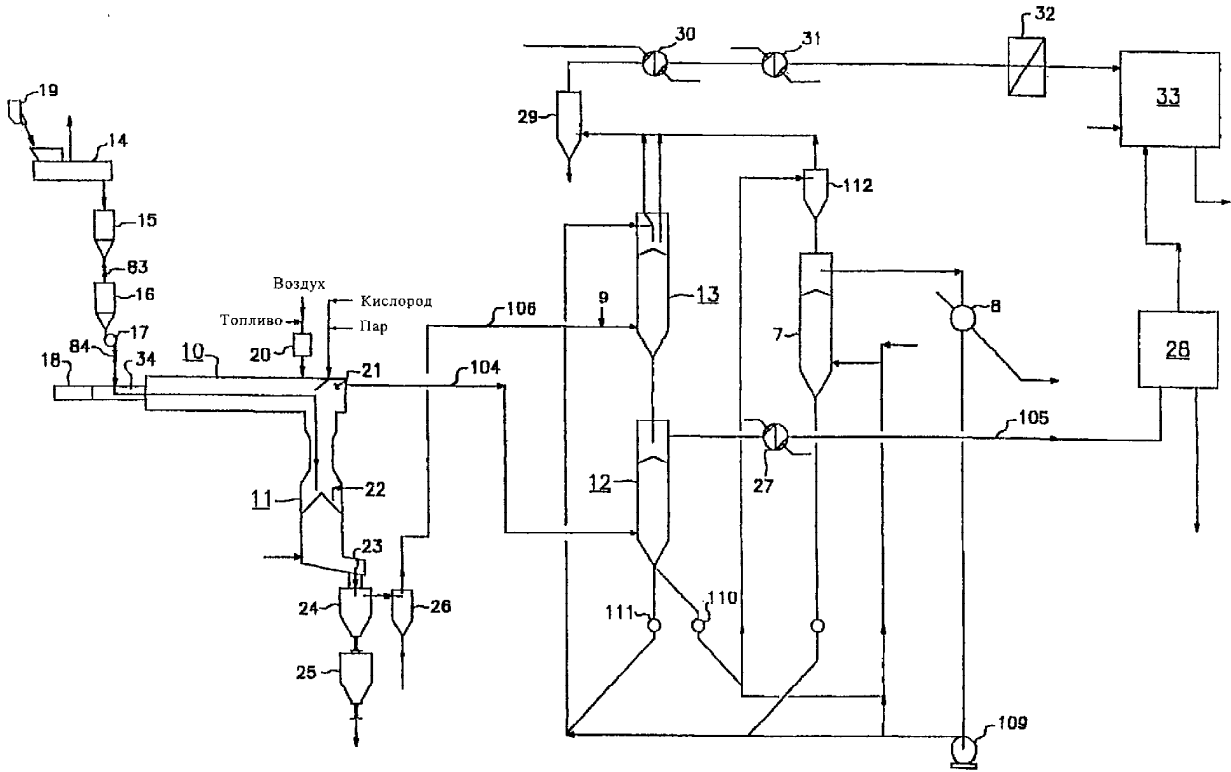
(57) Реферат:

Изобретение относится к способам получения энергии из угля. Экологически чистый способ получения энергии из угля заключается в том, что уголь загружают в герметичную реакционную камеру с загрузочным и разгрузочным концами, уголь перемещают внутри реакционной камеры к загрузочному концу. В реакционную камеру инжектируют по существу чистый кислород, предназначенный для сжигания порции угля под давлением в восстановительной атмосфере с получением тепловой энергии, необходимой для извлечения из угля летучих веществ, и обогащенного водородом неочищенного сжатого газа, содержащего выделенные из угля канцерогенные дистилляты и углеводороды вместе с горячим полукоксом. Содержащиеся в обогащенном водородом неочищенном газе выделенные из угля канцерогенные дистилляты и

углеводороды подвергают крекингу с получением обогащенного водородом крекинг-газа, из которого после десульфуризации получают очищенный обогащенный водородом синтез-газ. Горячий полукокс направляют в герметичный газификатор, где его газифицируют окислителем с получением второго неочищенного газа и расплавленного шлака. Из газификатора выводят второй неочищенный газ вместе с расплавленным шлаком через общий патрубок, открытый для свободного прохода второго неочищенного газа и расплавленного шлака. Второй неочищенный газ отделяют от расплавленного шлака после их выхода из газификатора через общий патрубок и направляют его в систему очистки с получением очищенного второго газа и расплавленный шлак быстро охлаждают с получением из него бесцелочного твердого вещества. Описано также еще два варианта получения энергии из угля.

Изобретение позволяет получать газ, образующий при сжигании очень небольшое количество оксидов азота NOx, но со значительным количеством водорода, а также получать углерод, который

можно использовать в качестве кокса или активированного угля. 3 н. и 37 з.п. ф-лы. 3 табл., 7 ил.



ФИГ. 1

RU 2287010 C2

RU 2287010 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2004102394/04, 08.07.2002**

(24) Effective date for property rights: **08.07.2002**

(30) Priority:
09.07.2001 US 09/901,554

(43) Application published: **10.07.2005**

(45) Date of publication: **10.11.2006 Bull. 31**

(85) Commencement of national phase: **09.02.2004**

(86) PCT application:
US 02/21099 (08.07.2002)

(87) PCT publication:
WO 03/006585 (23.01.2003)

Mail address:
**101000, Moskva, M.Zlatoustinskij per., 10,
kv.15, EVROMARKPAT, pat.pov. I.A.Veselitskoj,
reg. № 11**

(72) Inventor(s):
**KALDERON Albert (US),
LOBIS Terri Dzhejms (US)**

(73) Proprietor(s):
KALDERON SINGEhZ KOMPANI (US)

(54) ENVIRONMENTAL SAFE PROCESS FOR OBTAINING ENERGY FROM COAL (OPTIONS)

(57) Abstract:

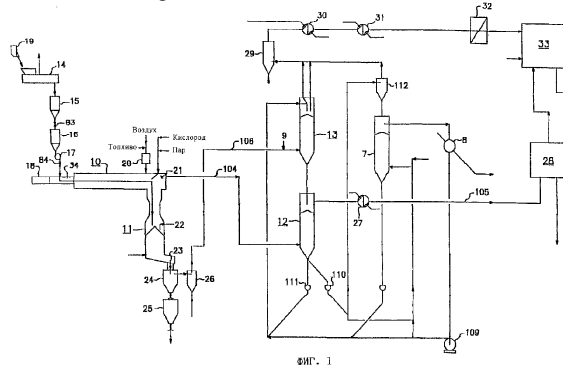
FIELD: coal processing technologies.

SUBSTANCE: process comprises charging coal into sealed reaction chamber having charging and discharging ends and displacing coal inside reaction chamber toward charging end. Into reaction chamber, essentially pure oxygen is injected in order to combust portions of coal under pressure in reductive atmosphere to produce heat energy required to remove volatile substance from coal and hydrogen-rich crude compressed gas containing isolated from coal carcinogenic distillates and hydrocarbons together with hot coal char. Above carcinogenic distillates and hydrocarbons are then cracked to produce hydrogen-rich cracking gas, which is subjected to desulfurization to produce pure hydrogen-rich synthesis gas. Hot coal char is transported into sealed gasifier, wherein it is gasified with an oxidant to give second crude gas and molten slag. Second crude gas is withdrawn from gasifier together with molten slag through common connecting pipe, which stays open for free passage of second crude gas and molten slag.

Second crude gas is separated from molten slag beyond gasifier and sent to purification system to produce purified second gas, whereas molten slag is quenched to give alkali-free solid. Two more embodiments of invention are also described.

EFFECT: enabled generation of gas producing, upon combustion, very little amount of NO_x and considerable amount of hydrogen and also production of carbon appropriate as coke or activated carbon.

40 cl, 7 dwg, 3 tbl



Настоящее изобретение относится к способам получения энергии из угля.

Предлагаемый в изобретении способ представляет собой дальнейшее развитие предложенного в патенте US 5063732 способа перевода существующих, работающих на угле электростанций на получаемое в качестве побочного продукта экологически чистое жидкое топливо, заключающегося в том, что сначала уголь подвергают пиролизу с получением обогащенного газа, который очищают и синтезируют в жидкость, и полукокса, подвергаемого газификации с получением низкокалорийного (с низким значением БТЕ (Британская тепловая единица)) газа, который также очищают и затем используют для производства электроэнергии, и позволяет в отличие от известного способа уменьшить количество технологических труб (реакторов), снизить объем капиталовложений и повысить экономическую эффективность всего процесса получения энергии из угля, отказаться от сложной системы загрузки с вращающимися устройствами и упростить обслуживание и текущий ремонт оборудования, использовать более совершенную и более эффективную систему для нагрева загружаемой в реактор порции угля, повысить надежность прохождения потока получаемых в реакторе газов в направлении, необходимом для разложения содержащихся в угле нежелательных канцерогенных составляющих, использовать продувку газификатора полукокса в нисходящем потоке и снизить содержание в низкокалорийном газе попадающих в него при продувке твердых частиц, предотвратить забивание отверстия, предназначенного для выхода шлака, и обеспечить свободный выход шлака из газификатора, а также реализовать мягкий режим быстрого охлаждения шлака и предотвратить преждевременное отвердевание расплавленного шлака до момента его быстрого охлаждения.

Несмотря на то, что на долю угля приходится 90% запасов трех главных существующих в природе ископаемых источников энергии, которыми являются нефть, природный газ и уголь, проблема его использования в качестве источника энергии экологически безопасным способом все еще остается по существу до конца не решенной. В настоящем изобретении предлагается экологически чистый, эффективный и экономичный способ использования угля в работающей под давлением системе, исключающий возможность загрязнения окружающей среды и попадания в атмосферу содержащихся в угле канцерогенных веществ. Поскольку уголь представляет собой по существу ископаемый источник энергии, он так же, как и другие ископаемые, содержит различного рода примеси. К подобным примесям относятся, в частности, зола, сера и канцерогенные дистилляты и углеводороды, содержащиеся в химически связанном виде в составе летучих компонентов угля.

В основу настоящего изобретения была положена задача разработать такой способ обработки угля, используемого в качестве топлива, загрязняющего окружающую среду, который позволял бы получать из угля энергию экологически чистым путем и существенно расширить возможности для использования угля в качестве широко распространенного и легкодоступного природного источника энергии.

Другая задача настоящего изобретения состояла в разработке эффективного и не требующего больших капиталовложений способа обработки угля под давлением в модуле достаточно большого размера, который при этом легко прогревается в мягком режиме нагрева.

Еще одна задача изобретения состояла также в разработке способа получения тепловой энергии путем сжигания получаемых из угля очищенных газов.

Следующая задача изобретения состояла в разработке способа использования предлагаемых в изобретении решений на существующих, работающих на угле электростанциях, позволяющих сделать их экологически чистыми, повысить их эффективность и тем самым обеспечить возможность их успешной дальнейшей эксплуатации без больших капиталовложений.

Еще одна задача изобретения состояла в разработке способа получения из угля обогащенного водородом газа, из которого в результате синтеза можно получить ценное жидкое топливо, предназначенное для использования на транспорте и в системах

отопления вместо нефти.

Задача изобретения состояла также в разработке способа получения из угля очищенного низкокалорийного (бедного) газа, образующего при сжигании небольшое количество оксидов азота NO_x и позволяющего благодаря своей большой плотности при его использовании в газовой турбине существенно повысить ее эффективность.

Еще одна задача изобретения состояла в разработке способа одновременного получения в закрытой системе обогащенного газа с высоким содержанием водорода из содержащихся в угле летучих компонентов, предназначенного для синтеза в жидкое топливо и химикаты, и низкокалорийного газа, получаемого из осадочного полукокса и предназначенного для использования в качестве топлива для производства электроэнергии или для отопления.

Еще одна задача изобретения состояла в разработке способа получения из угля углерода, который можно использовать в качестве кокса или активированного угля.

Эти задачи достигаются в экологически чистом способе получения энергии из угля.

Согласно предлагаемому в изобретении способу в трех вариантах его реализации уголь загружают в герметичную реакционную камеру с загрузочным и разгрузочным концами, перемещают уголь внутри реакционной камеры к загрузочному концу, в реакционную камеру инжектируют кислород, предназначенный для сжигания порции угля под давлением в восстановительной атмосфере с получением тепловой энергии, необходимой для извлечения из угля летучих веществ, и обогащенного водородом неочищенного сжатого газа, содержащего выделенные из угля канцерогенные дистилляты и углеводороды, вместе с горячим полукоксом или коксом.

Далее, по первому варианту способа, содержащиеся в обогащенном водородом неочищенном газе выделенные из угля канцерогенные дистилляты и углеводороды подвергают крекингу с получением обогащенного водородом крекинг-газа, из которого после десульфуризации получают очищенный обогащенный водородом синтез-газ, горячий полукокс направляют в герметичный газификатор, горячий полукокс газифицируют окислителем с получением второго неочищенного газа и расплавленного шлака, из газификатора выводят второй неочищенный газ вместе с расплавленным шлаком через общий патрубок, открытый для свободного прохода второго неочищенного газа и расплавленного шлака, второй неочищенный газ отделяют от расплавленного шлака после их выхода из газификатора через общий патрубок, второй неочищенный газ направляют в систему очистки с получением очищенного второго газа и расплавленный шлак быстро охлаждают с получением из него бесщелочного твердого вещества.

По второму варианту предлагаемого в изобретении способа обогащенный водородом неочищенный сжатый газ направляют к разгрузочному концу реакционной камеры, через который его выводят из камеры, также подвергают крекингу содержащиеся в обогащенном водородом неочищенном газе выделенные из угля канцерогенные дистилляты и углеводороды и получают первый обогащенный водородом крекинг-газ, направляют горячий полукокс в герметичный газификатор, в котором его газифицируют с получением второго газа и расплавленного шлака, выводят из системы расплавленный шлак и очищают первый и второй газ с получением очищенных газов, пригодных для дальнейшего использования.

По третьему варианту предлагаемого в изобретении способа содержащиеся в обогащенном водородом неочищенном газе выделенные из угля канцерогенные дистилляты и углеводороды подвергают крекингу с получением обогащенного водородом крекинг-газа, из которого после десульфуризации получают очищенный обогащенный водородом синтез-газ и обогащенный водородом крекинг-газ отделяют от кокса с получением кокса, который можно использовать в металлургической промышленности.

Как показано выше, предлагаемый в изобретении способ позволяет расширить арсенал методов переработки угля, который сам по себе считается экологически "грязным" топливом, с минимальным ущербом для окружающей среды, в частности, по выбросу канцерогенов, и при минимуме дополнительных капиталовложений.

Эти и другие особенности настоящего изобретения более подробно рассмотрены ниже в последующем описании и формуле изобретения. Ниже изобретение рассмотрено со ссылкой на прилагаемые к описанию чертежи, являющиеся неотъемлемой частью изобретения. Следует отметить, что рассмотренные в описании варианты осуществления изобретения служат только примерами его возможной реализации, иллюстрирующими изобретение и не ограничивающими его объем.

На прилагаемых к описанию чертежах показано:

на фиг.1 - технологическая схема предлагаемого в изобретении способа, иллюстрирующая в качестве примера процесс одновременного получения обогащенного и низкокалорийного газа,

на фиг.2 - схематичное изображение технологического оборудования, предназначенного для реализации предлагаемого в изобретении способа,

на фиг.3 - сечение плоскостью 3-3 по фиг.2,

на фиг.4 - схематичное изображение другого варианта технологического оборудования, который отличается от показанного на фиг.2 наличием другой системы для нагрева угля и выпуска низкокалорийного газа и расплавленного шлака,

на фиг.5 - сечение плоскостью 5-5 по фиг.4,

на фиг.6 - увеличенное изображение показанного на фиг.4 технологического оборудования с другим по сравнению с фиг.2 вариантом отделения газа от расплавленного шлака,

на фиг.7 - технологическая схема предлагаемого в изобретении способа, которая функционально соответствует схеме, приведенной на фиг.1, и на которой ромбами обозначены потоки твердых веществ, жидкостей и газов (номера ромбов на этой технологической схеме являются порядковыми номерами потоков реагентов и продуктов реакций и не считаются ссылочными обозначениями).

На фиг.1 показана технологическая схема предлагаемого в изобретении способа обработки угля, в результате которой одновременно получают: 1) обогащенный газ, который очищают и синтезируют в жидкое топливо, например в метанол, дизельное топливо, бензин или в химикаты, и 2) низкокалорийный газ, который очищают и используют как топливо для производства электроэнергии или для отопления. Позицией 10 на схеме обозначен реактор, в котором в результате нагревания угля получают неочищенный обогащенный газ и горячий полукокс. Позицией 11 обозначен газификатор, в котором из горячего полукокса получают неочищенный низкокалорийный газ. Позицией 12 обозначена система очистки неочищенного обогащенного газа, а позицией 13 - система очистки неочищенного низкокалорийного газа. Позицией 14 обозначена сушильная камера для сушки угля, в которую уголь загружают из бункера 19, при этом за камерой 14 находятся уравнивательный бункер 15 и бункер-затвор 16. Под бункером-затвором 16 расположен питатель 17, позволяющий регулировать расход угля. Обозначенное позицией 18 устройство для загрузки угля поршневого типа принудительно подает уголь в реактор 10. Горелка 20 предназначена для запуска процесса и может быть использована в качестве дополнительного источника тепла. Кислород и водяной пар подают в реактор из камеры 21 крекинга газа, расположенной у разгрузочного конца реактора 10. В камере 21 крекинга газа имеется зона излучения тепла, предназначенная для воздействия тепловой энергией на выходящие из разгрузочного конца реактора 10 уголь и полукокс.

Газификатор 11 имеет впускное отверстие 22 и выпускное отверстие 23. Впускное отверстие 22 предназначено для подачи в газификатор окислителя, в качестве которого предпочтительно используется предварительно подогретый воздух, а выпускное отверстие 23 предназначено для выхода из газификатора неочищенного низкокалорийного газа и расплавленного шлака. Под выпускным отверстием 23 расположен сепаратор 24, служащий для отделения неочищенного низкокалорийного газа от расплавленного шлака после их вывода из газификатора 11 и для быстрого охлаждения шлака. Бункер-затвор 25 предназначен для выпуска охлажденного шлака и поддержания в системе рабочего давления. Первый циклон 26 предназначен для удаления пыли из неочищенного

низкокалорийного газа.

За системой 12 очистки обогащенного газа расположен теплообменник 27, предназначенный для охлаждения очищенного газа перед его подачей на установку 28 синтеза газа, в которой из него получают различные химические соединения или являющееся альтернативой нефти жидкое топливо, такое как метанол, бензин или дизельное топливо. За системой 13 очистки низкокалорийного газа расположен второй циклон 29, предназначенный для тонкой очистки газа, а за циклоном 29 расположены подогреватель 30 и теплообменник 31. За теплообменником 31 расположен герметизированный пылеуловитель 32 со слоем активированного угля. Очищенный низкокалорийный газ подают в обозначенную позицией 33 установку или систему, предназначенную для дальнейшего использования газа, например, на электростанцию, в систему отопления, в промышленную печь и т.д.

На фиг.2 позицией 10 обозначен реактор, предназначенный для обработки угля, а позицией 11 - газификатор, предназначенный для превращения полукокса в газ и золы в шлак. Реактор 10 имеет загрузочный конец 34 и разгрузочный конец 35. У разгрузочного конца 35 реактора расположена камера 21 крекинга газа, к которой крепится вертикальная труба 37, соединяющая реактор 10 с газификатором 11. Один конец камеры 21 открыт и соединен фланцевым соединением 38 с разгрузочным концом 35 реактора 10, а другой конец камеры 21 закрыт излучающей тепло стенкой 39, через которую проходит фурма 40. Фурма 40 может перемещаться в продольном направлении и предназначена для инъекции в камеру крекинга окислителя, например воздуха или кислорода, и при необходимости водяного пара, при этом для получения обогащенного газа через фурму 40 в камеру крекинга подают кислород, практически не содержащий никаких примесей (относительно чистый кислород). Для более интенсивного нагревания газа в камере 21 крекинга фурму 40 можно оснастить устройством, позволяющим инжектировать в камеру смесь кислорода и топлива. Для повышения содержания в получаемом газе водорода (H_2) к кислороду можно добавлять некоторое количество водяного пара, который используют для получения синтез-газа, предназначенного для переработки в жидкое топливо. При достаточно большом диаметре реактора можно использовать несколько фурм 40, соединенных общим коллектором 41, имеющим входные отверстия 42 и 43 для подачи в него кислорода и водяного пара соответственно. На фиг.3 в качестве примера показано расположение фурм 40, проходящих через стенку 39 камеры крекинга. В камере 21 крекинга газа имеется предназначенное для выпуска полученного в результате крекинга обогащенного газа отверстие 44, через которое газ попадает в трубу 45, на которой установлен обратный клапан 46, регулирующий противодавление в камере 21. Не показанный на чертеже, но обозначенный стрелкой участок трубы 45 ведет к показанной на фиг.1 системе 12 очистки обогащенного газа.

Газификатор 11, соединенный вертикальной трубой 37 с камерой 21, представляет собой аппарат шахтного типа, имеющий корпус 47 высокого давления, внутреннюю облицовку 48, крышку 49 и днище 50. Отверстия, выполненные в корпусе 47 и облицовке 48, соединены с входными патрубками 22, через которые в газификатор подают окислитель, предпочтительно в виде подогретого воздуха, предназначенный для превращения горячего полукокса в неочищенный низкокалорийный газ и золы - в расплавленный стекловидный шлак. Для превращения содержащегося в горячем полукоксе углерода в синтез-газ вместо подогретого воздуха можно использовать относительно чистый кислород и водяной пар. Регулирование подачи воздуха в газификатор 11 осуществляют с помощью регуляторов 51 расхода воздуха. Воздух можно подавать в газификатор 11 на различных по высоте уровнях. Днище 50 газификатора 11 выполнено наклонным в сторону выходного патрубка 23, который оснащен трубками 52 и 53, которые за счет продувки соответствующего газа, например кислорода, обеспечивают свободный выход полученного газа и расплавленного шлака из газификатора 11 по горизонтальному каналу 54 и вертикальному каналу 55 выходного патрубка 23.

Расположенный под выходным патрубком 23 сепаратор 24 представляет собой

герметичный аппарат, разделенный на две части - верхнюю 56 и нижнюю 57. В верхней части 56 находится зона 58 разделения с отверстием 59, предназначенным для выхода шлака, и патрубком 60 для выхода газа. В нижней части 57 сепаратора расположены предназначенный для быстрого охлаждения шлака резервуар 61, в который подается вода, и уравнильный бункер 62. Уравнильный бункер 62 соединен запорным клапаном 63 с бункером-затвором 25, который имеет на днище клапан 64, который закрывается при открытом клапане 63 и не допускает потери давления в системе во время выгрузки отработанного охлажденного шлака в отстойник 85.

Отделенный от шлака газ через выходной патрубок 60 поступает по трубе 65 в циклон 26. Под циклоном 26 расположен уравнильный бункер 66, который в свою очередь соединен с бункером-затвором 67, при этом наличие запорных клапанов 68 и 69 позволяет выводить содержащиеся в газе твердые частицы из бункера-затвора 67 в находящийся под атмосферным давлением открытый накопитель 70 без потери давления в системе. Из циклона 26 низкокалорийный газ по выходной газовой трубе 71 подается на дальнейшую обработку. Обратный клапан 72 предназначен для регулирования противодавления в газификаторе 11. Конец газовой трубы 71 (на чертеже не показан, но обозначен стрелкой) ведет к показанной на фиг.1 системе 13 очистки низкокалорийного газа.

Показанный на фиг.4 и 5 реактор 10 имеет некоторые отличия от реактора 10, показанного на фиг.2. Реактор 10, показанный на фиг.4, имеет горелку 20, из которой по трубе 74 через входное отверстие 73 поток горячего дымового газа поступает в нагреватель 75 и по мере движения через отверстия 76 (показанные на фиг.5) к выходному отверстию 77 определенным образом нагревает находящийся в реакторе уголь, сначала его внешнюю поверхность, а затем, в силу теплопроводности, весь объем угля. Между нагревателем 75 и герметичным корпусом 79 расположен слой теплоизоляционного материала 78, а находящаяся внутри реактора 10 масса угля обозначена на чертеже позицией 80. Корпуса обоих реакторов, показанных на фиг.2 и 4, имеют форму расширяющегося от загрузочного конца 34 реактора к его разгрузочному концу 35 конуса, которая способствует перемещению угля внутри реактора 10 при принудительной загрузке угля в реактор толкателем 81 устройства 18 для загрузки угля (показанного на фиг.1).

Под газификатором 11, как показано на фиг.4, расположен ресивер 36, который показан в увеличенном масштабе на фиг.6 и имеет корпус 86, внутреннюю облицовку 87 и патрубки 88, 89 и 90. В нижней части ресивера 36 находится тигель 91, который нагревается соответствующим нагревательным устройством, например индукционной катушкой 92. От патрубка 88 вниз в ресивер 36 отходит погружная труба 93, по которой в ресивер 36 поступает расплавленный шлак и газ, который через погруженный в расплавленный шлак конец трубы 93 проходит в виде пузырьков через шлак и выходит из ресивера 36 через патрубок 89. Достигающий уровня 102 слива расплавленный шлак вытекает из ресивера 36 через патрубок 90, как это более наглядно видно на фиг.6. В днище ресивера 36 имеется разгрузочное отверстие 108, которое открывают при очистке ресивера 36. Выходящий через патрубок 89 газ из ресивера 36 по трубе 101 подается в расположенную ниже систему 13 очистки газа.

Отходящая вниз от патрубка 90 вертикальная труба 94 соединяет ресивер 36 с расположенным ниже резервуаром 57, предназначенным для быстрого охлаждения шлака. Для прочистки трубы 94 и свободного прохода через нее расплавленного шлака предназначены трубы 95 и 96, через которые в трубу нагнетают окислитель. Резервуар 57 для охлаждения шлака имеет три патрубка 97, 98 и 99, при этом патрубок 97 предназначен для подачи через него расплавленного шлака по трубе 94 в резервуар 57, патрубок 98 предназначен для выхода пара, образующегося при попадании расплавленного шлака в водяную ванну 61, а патрубок 99 предназначен для выхода из резервуара охлажденного шлака. Содержащиеся в паре твердые частицы удаляют из него известными способами, например в описанном ранее и показанном на фиг.2 циклоне 26. Обратный клапан 100 предназначен для регулирования противодавления на выходе циклона 26. Во избежание попадания образующегося при охлаждении шлака пара в

ресивер 36 используют клапан 100, который поддерживает в ресивере 36 более высокое, чем в охлаждающем резервуаре 57, давление и препятствует преждевременному отвердеванию шлака, которое может произойти при его охлаждении водяным паром.

Описание работы установки

5 Перед описанием работы установки, на которой осуществляется предлагаемый в изобретении способ, следует еще раз отметить, что, как уже было сказано выше, уголь по своей сути является ископаемым источником энергии, содержащим углерод, золу, серу и летучие компоненты (газ). Для экологически чистого использования угля из него
10 необходимо выделять и перерабатывать в полезные продукты различные содержащиеся в нем примеси, в том числе золу, серу, а также канцерогенные газообразные вещества. Золу, чтобы она потеряла свои выщелачивающие свойства, необходимо доводить до стекловидного состояния, из содержащих серу примесей необходимо получать
15 элементарную серу, а такие канцерогенные дистилляты, как смолы и легкие масла, содержащие бензол, необходимо деструктурировать путем крекинга. Ниже описана работа установки в соответствии с несколькими вариантами ее выполнения, на которой осуществляется предлагаемый в изобретении способ. При этом более подробно
20 рассмотрена работа установки, на которой одновременно получают синтез-газ, из которого получают жидкое топливо, используемое на транспорте или в системах отопления, и горючий газ, предназначенный для производства электроэнергии, что же касается других вариантов выполнения установки, то в описании рассмотрены только их отличия от установки для одновременного получения синтез-газа и горючего газа.

Схема установки, предназначенной для одновременного получения синтез-газа и горючего газа, показана на фиг.1. Уголь из бункера 19 загружают в сушильную камеру 14, из которой он через уравнильный бункер 15 попадает в бункер-затвор 16. В угле
25 могут содержаться различного рода примеси, например биомасса и/или пустая порода, попадающие в уголь во время его добычи. После заполнения бункера-затвора 16 подача угля в него прекращается, и питатель 17 направляет уголь в загрузочный конец 34 реактора 10. Устройство 18 для загрузки угля принудительно перемещает уголь в реактор 10, спрессовывая и уплотняя его таким образом, что в загрузочном конце реактора уголь
30 становится практически не проницаемым для неочищенного газа, который сжимается во время перемещения порции угля и проходит через реактор 10 вместе с углем к разгрузочному концу реактора. После нагревания угля в разгрузочном конце реактора 10 горелкой 20 и стабилизации процесса уголь перемещают в реакторе 10 вперед, и одновременно в уголь, предпочтительно из камеры 21 крекинга газа, через фурму(-ы) 40
35 инжeksiруют кислород (и возможно водяной пар), который дегазирует уголь и обеспечивает получение неочищенного обогащенного газа достехиометрическим способом в восстановительной атмосфере. Температуру в камере 21 поддерживают выше температуры крекинга обладающих канцерогенными свойствами угольной смолы, масел, углеводородов и т.д., из которых получают крекинг-газ с высоким содержанием водорода, который по трубе 104 подается в систему 12 очистки газа для дальнейшей его обработки,
40 например для десульфуризации, и получения идеального синтез-газа, содержащего две части H_2 и одну часть CO . При обработке угля с низким содержанием летучих веществ и при недостаточном количестве топлива в камере 21 для повышения температуры угля до температуры крекинга к кислороду можно добавлять дополнительное топливо. Камеру 21
45 крекинга газа, которая предназначена для выделения обогащенного газа из горячего полукокса, можно также использовать для предварительной обработки обогащенного газа и выделения из угля в процессе крекинга канцерогенных жидкостей и углеводородов, для чего в этой камере 21 увеличивают температуру, инжeksiруя в нее через патрубки 103 (фиг.2) фурмы 40 необходимое количество окислителя и сжигая некоторые содержащиеся
50 в угле летучие вещества, в результате чего получают не содержащий жидких фракций и углеводородов крекинг-газ, в состав которого главным образом входят H_2 в преобладающем количестве и CO . В зоне 107 камеры 21 за счет излучения тепла происходит эффективное нагревание угля, выходящего из разгрузочного конца 35 секции.

Уголь/полукокс перемещают из камеры 80 в реакторе 10 постепенно с определенными перерывами в импульсном режиме, последовательно обновляя переднюю торцевую поверхность массы угля/полукокса, которая нагревается теплом, излучаемым в камере 21. В зависимости от вида обрабатываемого угля предлагаемый в изобретении способ

- 5 позволяет получать крекинг-газ, состоящий из двух частей H_2 и одной части CO, без обычно используемого для этого в настоящее время конвертера сдвига. При недостаточном содержании в угле летучих составляющих для увеличения содержания в газе H_2 дополнительно используют водяной пар. Полученный таким способом синтез-газ после очистки в основном состоит из двух частей H_2 и одной части CO. Полученный газ, 10 охлажденный в теплообменнике 27 и поступающий по трубе 105 на установку 28 синтеза, является идеальным для его синтеза в жидкое топливо. В качестве установки 28 для синтеза газа можно использовать установку для синтеза Фишера-Тропша или установку для получения метанола с последовательно установленным за ней аппаратом для получения из метанола бензина, например, разработанного фирмой Mobil Oil.
- 15 Преобразование синтез-газа в различного рода жидкое топливо широко известно и не являются объектом настоящего изобретения. Поскольку основная часть расходов при получении альтернативного нефти жидкого топлива из синтез-газа приходится на производство синтез-газа, описанный выше способ крекинга летучих компонентов угля представляется весьма привлекательным и экономичным способом получения сырья, 20 используемого при получении синтез-газа.

Полученный при дегазации угля горячий полукокс, представляющий собой пористое и химически высокоактивное вещество, подается в газификатор 11 и подвергается газификации под воздействием воздуха, который можно подогревать. Для выравнивания температуры во всем объеме полукокса воздух в газификатор 11 целесообразно подавать 25 нисходящим потоком; при этом воздух можно подавать в газификатор 11 в нескольких точках, как это показано на фиг.2 и 4. Воздух при его взаимодействии с углеродом, содержащимся в полукоксе, образует генераторный газ, который из-за его низкой калорийности (низкого значения БТЕ) называют также "бедным газом". Полученный низкокалорийный газ подают по трубе 106 в предназначенную для очистки горячего газа 30 систему 13, в которой из газа удаляют серу, при этом при недостаточно высокой для очистки температуре газа к нему до его попадания в резервуар системы 13 очистки добавляют окислитель 9. Выходящий из системы 13 очистки низкокалорийный газ поступает в циклон 29, в котором из него удаляют твердые частицы, а затем в воздушный 35 подогреватель 30. Из подогревателя 30 низкокалорийный газ направляют в теплообменник 31, в котором из газа удаляют водяной пар, используемый при обработке газа для получения H_2 , для смягчения температурного режима, для контроля проходимости газовых каналов и т.д. Затем низкокалорийный газ поступает в мешочный пылеуловитель 32, в котором проверяют наличие в газе ртути и щелочи, а затем - на предназначенную для использования газа установку 33, которая может представлять собой, например, 40 обычную электростанцию. Низкокалорийный газ является превосходным топливом для газовой турбины и помимо повышения эффективности производства электроэнергии, связанного с его повышенной плотностью, обеспечивает за счет сгорания холодным пламенем низкое содержание в отходящих газах оксидов азота NO_x . Газовую турбину можно объединить с паровой турбиной, получив тем самым широко используемый в 45 настоящее время энергоблок, предназначенный для эффективного производства электроэнергии.

Одновременно с получением низкокалорийного газа в газификаторе происходит процесс превращения содержащейся в угле золы в расплавленный шлак, при этом из газификатора низкокалорийный газ и расплавленный шлак через выходной патрубок 23 поступают в 50 сепаратор 24, откуда газ направляют в циклон 26, а шлак после его охлаждения подают в бункер-затвор 25, из которого его выгружают, не снижая давления в системе. Полученный таким путем шлак представляет собой инертное стекловидное вещество, которое проверяют на отсутствие щелочных свойств.

Сера в неочищенном обогащенном газе и неочищенном горючем газе содержится в виде сероводорода H_2S , который можно извлечь из газа любым известным методом, в том числе способом, предложенным в упомянутом выше патенте. H_2S абсорбируют сорбентом в системах 12 и 13 очистки газа, показанных на фиг.1. Регенерируемый для повторного использования в камере 7 сорбент извлекает из газа серу в элементарной форме в виде пара, который конденсируется в конденсоре 8. Давление образующегося в конденсоре 8 отходящего газа, которым обрабатывают сорбент для его повторного использования, создается компрессором 109. Отработанный сорбент из системы 12 очистки газа через клапанный питатель 110 подается для регенерации в камеру 7. Восстановленный сорбент с помощью клапанного питателя 111 возвращают обратно в систему 13 очистки для повторного использования. Твердые частицы из отходящего газа, которым обрабатывают сорбент для повторного использования, удаляют в расположенном над регенератором 7 циклоне 112.

Если предлагаемый в настоящем изобретении способ используют только для производства синтез-газа, то вместо воздуха в газификатор 11 подают кислород и водяной пар, которые вступают в реакцию с полукоксом, образуя обогащенный водородом H_2 газ, который после очистки можно синтезировать в жидкое топливо и/или химикаты так же, как и обогащенный водородом H_2 газ, полученный из крекинг-газа после того, как он будет подвергнут реакции сдвига, хорошо известной в технике газификации.

При использовании предлагаемого в изобретении способа только для получения горючего газа прокачиваемый через реактор крекинга кислород смешивают с воздухом с получением низкокалорийного газа, который после очистки можно использовать в качестве горючего газа точно так же, как и газ, полученный в газификаторе 11 при пропускании через него воздуха. Горючий газ можно использовать в качестве топлива в различных системах нагрева, в том числе и при производстве электроэнергии.

На фиг.7 приведена технологическая схема предлагаемого в изобретении способа, которая соответствует схеме, приведенной на фиг.1, и на которой в ромбах обозначены технологические потоки твердых веществ, жидкостей и газов.

Технологические потоки твердых веществ обозначены латинскими буквами от А до М, причем А означает исходный уголь; В - полукокс после пиролиза; С - расплавленный шлак/газ; D - шлак; F - подача CaS ; G - выгрузка извести; H - известь на обработку обогащенного газа; I - выгрузка CaS после обработки обогащенного газа; J - подача извести на обработку бедного газа; K - выгрузка CaS после обработки бедного газа; L - CaS после очистки обогащенного и бедного газов; M - подъем CaS .

Потоки жидкостей и газов пронумерованы в ромбах следующим образом: 1 - O_2 на входе в пиролизер; 2 - пар на входе в пиролизер; 3 - воздух на входе в газификатор; 4 - отходящий обогащенный газ; 5 - отходящий обогащенный газ после подогрева; 6 - бедный газ; 7 - бедный газ после охлаждения; 8 - бедный газ после приведения к заданной температуре; 9 - бедный газ после очистки от серы; 10 - горячий неочищенный газ на выработку электроэнергии; 11 - газ, очищенный от твердых частиц, на выработку электроэнергии; 12 - газ, очищенный от твердых частиц и охлажденный; 13 - газ, очищенный от твердых частиц и охлажденный, на выработку электроэнергии; 14 - охлажденный газ на улавливание ртути; 15 - газ, очищенный от твердых частиц и ртути, на выработку электроэнергии; 16 - нагретый газ на выработку электроэнергии; 17 - обогащенный газ, очищенный от серы; 18 - обогащенный газ, очищенный от серы, после охлаждения; 19 - байпасирование реакции сдвига; 20 - газ на реакцию сдвига; 21 - продукты реакции сдвига; 22 - CO_2 , полученный в результате реакции сдвига; 23 - продукт реакции сдвига, отделенный от CO_2 ; 24 - исходные вещества для получения метана (метанизации); 25 - исходные вещества для получения метана после нагнетания; 26 - продукты метанизации; 27 - вода; 28 - полученный метан; 29 - воздух на регенерацию; 30 - горячий газ, отходящий со стадии регенерации; 31 - газ, отходящий со стадии регенерации, после охлаждения; 32 - сера; 33 - газ после регенерации и очистки от серы на выработку электроэнергии; 34 - газ под давлением в качестве

рабочего тела для подъема CaS; 35 - нагретый газ в качестве рабочего тела для подъема CaS; 36 - отработавший на подъеме CaS газ на выработку электроэнергии; 37 - пар для реакции сдвига.

Далее в таблицах 1-3 приведены данные, характеризующие предлагаемый в изобретении способ.

Эти данные получены при использовании угля, в котором по данным приблизительного анализа его состава содержание летучих веществ составило 0,39; нелетучих - 0,4191; золы - 0,1109; влаги - 0,0800. Полный химический анализ состава угля дал следующие результаты: C - 0,6782; H - 0,04540; O - 0,0431; N - 0,0129; S - 0,0295; зола - 0,1109; H₂O - 0,0800.

Кроме того, приведенные ниже данные материально-энергетического баланса получены при следующих допущениях:

- удельная теплоемкость (БТЕ/фунт °F) постоянна;
- потери при теплопередаче отсутствуют;
- стенки реактора при 300°F с естественной конвективной теплоотдачей;
- продукт на выходе регенератора - сера в газообразном состоянии;
- потери при передаче давления отсутствуют;
- источником теплоты для пиролиза является только окисление метана до CO и H₂O;
- используется кислород 100%-ной чистоты;
- эффективность отделения шлака - 100%;
- все реакторы выполнены с обратным смешением для баланса энергии;
- степень преобразования теплоты в электроэнергию - 8000 БТЕ/кВт;
- КПД циклонов - 100%. Характеристики материально-энергетического баланса

приведены в табл.1:

Таблица 1. Общие характеристики материально-энергетического баланса				
На входе			На выходе	
			Бедный газ дл. выработки энергии	Обогащенный газ
1	Поток А - подача угл	Поток 13 - бедный газ	Электроэнергии	Поток 28 - метан
Исходн. уголь	т/сут.	3900		
Выработка электроэнергии	МВт		150	
Производство метана	млн. БТЕ/ч			1898.28
	млн. БТЕ/сут.			45558.72
	млрд. БТЕ/сут.			45.56
Анализ состава исходн. продукта				
Уголь	фунт/ч	253370		
S	фунт/ч	9587		
A	фунт/ч	36042		
H ₂ O	фунт/ч	26000		
Итого	фунт/ч	325000	910667.83	78839.77958
Мол. масса	фунт/моль		27.93	16.07
Температура	°F	60	400	80
Давление. абс.	фунт/кв.дюйм	15	380	685
Объемн. расход	ам.куб.фут/ч	-	847558.67	44940.90
	ст.куб.фут/ч	-	11707267.90	1783359.74
Теплоемкость	БТЕ/ч °F	81250.00	232866.86	19959.94
Физ. теплота	млн. БТЕ/ч	4.875	93.15	1.60
Выш. теплотворность (ВТ)		3980-93	1345.64	1898.28
Внутр. использов. пара	млн. БТЕ/ч	-	142.94	-
Полезн. ВТ на выраб. энергии	млн. БТЕ/ч	-	1202-69	1898.28
Полна теплота	млн. БТЕ/ч	3985.80	1438.78	1899.88
ВТ газа	БТЕ/ст.куб.фут		114.94	1064.44
Уд. расход теплоты комб. цикла	БТЕ(ВТ)/кВт.ч		8000	

Параметры технологических потоков твердых веществ, перечисленных выше со ссылкой на фиг.7, представлены в табл.2:

Таблица 2 Параметры технологических потоков твердых веществ													
Поток		A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M
Температура	°F	60	1404	2961	2961	2096	2245	2245	2262	2245	2279	2271	2096
Давление	фунт/кв. дюйм	15	460	445	440	410	400	400	390	400	390	390	420
Общ. расход	фунт/ч	325000	172250	893475	36042	687254	675270	297500	301775	377770	385480	687254	754367

Поток		A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M
Твердое вещество	фунт/ч	325000	172250	40888	36042	687254	675270	297500	301775	377770	385480	687254	687254
Газ	4)унт/ч			852807									67112
Жидкость	фунт/ч												
Расход по компонентам													
C	фунт/ч	220415	125140	4626		7191			2565		4626	7191	7191
H	фунт/ч	14755	1665										
O	фунт/ч	14007	414										
N	фунт/ч	4192	2820										
S	фунт/ч	9587	6168										
зола	фунт/ч	36042	36042	36042	36042								
H ₂ O	фунт/ч	26000											
CaO	фунт/ч					658492	675270	297500	291515	377770	366977	658492	658492
CaS	фунт/ч					21572			7695		13877	21572	21572
CaCO ₃	фунт/ч												
CO ₂	фунт/ч												
CO	фунт/ч			281201									16778
H ₂	фунт/ч			1280									
O ₂	фунт/ч												
N ₂	фунт/ч			583773									50334
H ₂ O	фунт/ч												
S	фунт/ч												
H ₂ S	фунт/ч			6563									
CH ₄	фунт/ч												

Параметры технологических потоков жидкостей и газов, перечисленных выше со ссылкой на фиг.7, представлены в табл.3:

Таблица 3 Параметры технологических потоков жидкостей и газов													
Поток		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура	°F	500	450	700	1404	2514	2961	2600	2450	2400	2245	2245	1100
Давление	фунт/кв. дюйм	460	460	450			453		440	400	399	398	
Суммарный расход	фунт/ч	19200	105070	721226	277020	277020	851265	851265	851265	843555	910668	910668	910668
Твердое вещество	фунт/ч				2565	2565	4626	4626	4626	0	0	0	0
Газ	фунт/ч	19200	105070	721226	274455	274455	846639	846639	846639	843555	910668	910668	910668
Жидкость	фунт/ч												
Расход по компонентам													
C	фунт/ч				2585	2565	4626	4626	4626				
H	фунт/ч												
N	фунт/ч												
S	фунт/ч												
O	фунт/ч												
зола	фунт/ч												
H ₂ O	фунт/ч												
CaO	фунт/ч												
CaS	фунт/ч												
Газ													
CO ₂	фунт/ч				3942	3942	0	0	0	0	0	0	0
CO	фунт/ч				29785	29785	275033	275033	275033	275033	291811	291811	291811
H ₂	фунт/ч				2944	2944	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
O ₂	фунт/ч	19200		160272	0	0	0	0	0	0	0	0	0

N ₂	фунт/ч			560853		0	563773	563773	563773	563773	614107	614107	614107
H ₂ O	фунт/ч		105070		145470	145470	0	0	0	3489	3489	3489	3489
S	фунт/ч					0	0	0	0	0	0	0	0
H ₂ S	фунт/ч				3407	3407	6553	6553	6553		0	0	0
CH ₄	фунт/ч				6496	6496	0	0	0		0	0	0
C ₂ H ₆	фунт/ч				1734	1734							
COS	фунт/ч				400	400							
C ₂ H ₄	фунт/ч				498	498							
C ₂ H ₂	фунт/ч				78111	78111							
NH ₃	фунт/ч				1887	1887							
Жидкость													
H ₂ O	фунт/ч												
S	фунт/ч												

Таблица 3 (продолжение)													
Поток		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Температура	°F	1000	80	80	400	2360	908	908	908	752	200	150	200
Давление	фунт/кв. дюйм	393	387	380	380	400	395	395	395	380	360	360	360
Суммарный расход	фунт/ч	91668	91668	91668	91668	272452	272452	177018	95433	133308	137854	169119	169119
Твердое вещество	фунт/ч	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Газ	фунт/ч	91668	91668	91668	91668	272452	272452	177018	95433	133308	137854	169119	169119
Жидкость	фунт/ч												
Расход по компонентам													
C	фунт/ч												
H	фунт/ч												
N	фунт/ч												
S	фунт/ч												
O	фунт/ч												
зола	фунт/ч												
H ₂ O	фунт/ч												
CaO	фунт/ч												
CaS	фунт/ч												
Газ													
CO ₂	фунт/ч	0	0	0	0	4235	3942	2460	1482	118943	169119		0
CO	фунт/ч	291811	291811	291811	291811	213627	213627	138879	74748	0		138879	138879
H ₂	фунт/ч	1280	1280	1280	1280	24421	24421	15876	8545	13884		29760	29760
O ₂	фунт/ч	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0
N ₂	фунт/ч	614107	614107	614107	614107	1373	1373	892	480	480	0	480	480
H ₂ O	фунт/ч	3469	3469	3469	3469	29089	29089	18911	10178	0	18911	0	0
S	фунт/ч	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
H ₂ S	фунт/ч	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
CH ₄	фунт/ч	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0
C ₂ H ₆	фунт/ч												
COS	фунт/ч												
C ₂ H ₄	фунт/ч												
C ₂ H ₂	фунт/ч												
NH ₃	фунт/ч												
Жидкость													
H ₂ O	фунт/ч												
S	фунт/ч												

Таблица 3 (окончание)													
Поток		25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	37
Температура	°F	200	500	80	80	1457	2337	325	300	300	300	2203	300
Давление	фунт/кв. дюйм	700	690	685	460	410	400	380	380	390	430	430	460
Суммарный расход	фунт/ч	169119	169119	89279	79840	64716	76700	76700	9587	67112	67112	67112	37874
Твердое вещество	фунт/ч	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Газ	фунт/ч	169119	169119	89279	79840	64716	76700	76700	0	67112	67112	67112	67112	37874
Жидкость	фунт/ч								9587					
Расход по компонентам														
C	фунт/ч													
H	фунт/ч													
N	фунт/ч													
S	фунт/ч													
O	фунт/ч													
зола	фунт/ч													
H ₂ O	фунт/ч													
CaO	фунт/ч													
CaS	фунт/ч													
Газ														
CO ₂	фунт/ч	0	0		0		0	0		0	0	0	0	
CO	фунт/ч	138879	0				16778	16778		16778	16778	16778	16778	
H ₂	фунт/ч	29760	0				0	0		0	0	0	0	
O ₂	фунт/ч	0	0			14381	0	0		0	0	0	0	
N ₂	фунт/ч	480	480		480	50334	50334	50334		50334	50334	50334	50334	
H ₂ O	фунт/ч	0	89279	89279			0	0		0	0	0	0	37874
S	фунт/ч	0	0				9587	9587		0	0	0	0	
H ₂ S	фунт/ч	0	0				0	0		0	0	0	0	
CH ₄	фунт/ч	0	79360		79360		0	0		0	0	0	0	
C ₂ H ₆	фунт/ч													
COS	фунт/ч													
C ₂ H ₄	фунт/ч													
C ₂ H ₂	фунт/ч													
NH ₃	фунт/ч													
Жидкость														
H ₂ O	фунт/ч													
S	фунт/ч								9587					

В настоящее время свыше 50% всей электроэнергии в Соединенных Штатах производят на электростанциях, работающих на загрязняющем атмосферу пылевидном угле, и поэтому одной из важных задач настоящего изобретения является перевод существующих электростанций на новый вид топлива, обеспечивающий возможность их успешной дальнейшей эксплуатации.

Еще одним примером возможного применения предлагаемого в изобретении способа является обработка угля в реакторе 10, при которой без всякой газификации получают кокс или полукокс, который можно успешно использовать в металлургической промышленности. Из полукокса после его подогрева до высокой температуры и обработки водяным паром можно получать активированный уголь, который широко используют в фильтрующих системах, в том числе и для удаления ртути.

Из всего вышеизложенного следует, что предлагаемый в настоящем изобретении способ обработки угля позволяет получить альтернативный нефти и природному газу богатый, эффективный и экологически чистый источник энергии, который можно использовать в системах отопления, на транспорте, для производства электроэнергии и получения различных химических веществ и других продуктов, в том числе кокса и активированного угля.

Формула изобретения

1. Экологически чистый способ получения энергии из угля, заключающийся в том, что уголь загружают в герметичную реакционную камеру с загрузочным и разгрузочным концами, уголь перемещают внутри реакционной камеры к загрузочному концу, в реакционную камеру инжектируют по существу чистый кислород, предназначенный для сжигания порции угля под давлением в восстановительной атмосфере с получением

тепловой энергии, необходимой для извлечения из угля летучих веществ, и обогащенного водородом неочищенного сжатого газа, содержащего выделенные из угля канцерогенные дистилляты и углеводороды вместе с горячим полукоксом, содержащиеся в обогащенном водородом неочищенном газе выделенные из угля канцерогенные дистилляты и

5 углеводороды подвергают крекингу с получением обогащенного водородом крекинг-газа, из которого после десульфуризации получают очищенный обогащенный водородом синтез-газ, горячий полукокс направляют в герметичный газификатор, горячий полукокс газифицируют окислителем с получением второго неочищенного газа и расплавленного шлака, из газификатора выводят второй неочищенный газ вместе с расплавленным шлаком
10 через общий патрубок, открытый для свободного прохода второго неочищенного газа и расплавленного шлака, второй неочищенный газ отделяют от расплавленного шлака после их выхода из газификатора через общий патрубок, второй неочищенный газ направляют в систему очистки с получением очищенного второго газа и расплавленный шлак быстро охлаждают с получением из него бесщелочного твердого вещества.

15 2. Способ по п.1, в котором из очищенного обогащенного водородом синтез-газа получают жидкое топливо или химические вещества.

3. Способ по п.1, в котором очищенный второй газ используют для производства электроэнергии.

4. Способ по п.1, в котором для газификации горячего полукокса используют
20 подогретый воздух.

5. Способ по п.1, в котором для газификации горячего полукокса используют обогащенный кислородом воздух.

6. Способ по п.1, в котором для газификации горячего полукокса в газификаторе окислителем его инжeksiруют в газификатор нисходящим потоком.

25 7. Способ по п.6, в котором окислитель инжeksiруют внутрь газификатора в нескольких точках.

8. Способ по п.1, в котором уголь у загрузочного конца реакционной камеры спрессовывают до такой степени, что он становится по существу непроницаемым для газа, движущегося в направлении загрузочного конца камеры, и позволяет вывести
30 образовавшиеся при нагревании угля сжатые неочищенные газы через разгрузочный конец камеры.

9. Способ по п.1, в котором при выводе второго неочищенного газа вместе с расплавленным шлаком через общий патрубок газификатора во избежание отверждения расплавленного шлака к патрубку подводят дополнительное количество тепловой энергии.

35 10. Способ по п.9, в котором используют устройство для инъекции окислителя, предназначенного для сжигания части второго неочищенного газа с получением дополнительного количества тепловой энергии.

11. Способ по п.9, в котором дополнительное количество тепловой энергии получают с помощью электроиндукционного устройства.

40 12. Способ по п.1, в котором после вывода второго неочищенного газа вместе с расплавленным шлаком через общий патрубок газификатора расплавленный шлак собирают в ресивере с образованием ванны расплава.

13. Способ по п.12, в котором второй неочищенный газ вместе с расплавленным шлаком подают в ресивер по погруженной в ванну расплава трубе таким образом, что второй
45 неочищенный газ в виде пузырьков проходит через ванну расплава, попадающий в ресивер вместе с неочищенным вторым газом шлак остается в ванне расплава, а второй газ в существенной степени очищается от шлака.

14. Способ по п.13, в котором очищенный второй газ выводят из ресивера через выходной патрубок, расположенный над ванной расплава.

50 15. Способ по п.12, в котором расплавленный шлак сливают из ресивера.

16. Способ по п.15, в котором расплавленный шлак сливают из ресивера в расположенную под ним водяную камеру быстрого охлаждения, в которой расплавленный шлак охлаждается и превращается в бесщелочное твердое вещество.

17. Способ по п.1, в котором все операции выполняют под давлением.

18. Способ по п.1, в котором при инъекции по существу чистого кислорода, предназначенного для сжигания порции угля, используют кислород, который отбирают из камеры крекинга, расположенной за разгрузочным концом реакционной камеры.

5 19. Способ по п.18, в котором в зоне излучения тепла камеры крекинга, расположенной за разгрузочным концом реакционной камеры, уголь интенсивно нагревают для более эффективного выделения из угля летучих веществ и крекинга канцерогенных дистиллятов и углеводородов.

10 20. Способ по п.1, в котором массу угля нагревают по внешней цилиндрической поверхности со стороны стенки камеры крекинга.

21. Способ по п.1, в котором при перемещении угля к разгрузочному концу реакционной камеры уголь перемещают постепенно с определенными перерывами, последовательно обновляя переднюю торцовую поверхность массы угля у разгрузочного конца реакционной камеры и повышая тем самым эффективность воздействия на уголь излучаемым теплом.

15 22. Способ по п.1, в котором при инъекции кислорода, предназначенного для сжигания порции угля, и во время газификации полукокса окислителем путем регулирования давления существенно ограничивают загрязнение обогащенного водородом газа вторым газом.

23. Способ по п.12, в котором ресивер подогревают.

20 24. Способ по п.23, в котором ресивер подогревают электроиндукционным устройством.

25. Способ по п.1, в котором при инъекции по существу чистого кислорода, предназначенного для сжигания порции угля, для более эффективного сжигания угля в восстановительной атмосфере кислород инжeksiруют в реакционную камеру в нескольких точках.

26. Способ по п.1, в котором для повышения температуры обогащенного водородом крекинг-газа в него до десульфуризации добавляют окислитель.

27. Способ по п.1, в котором для повышения температуры второго газа в него до десульфуризации добавляют окислитель.

30 28. Способ по п.26, в котором десульфуризацию газа проводят в регенеративной системе очистки.

29. Способ по п.27, в котором десульфуризацию газа проводят в регенеративной системе очистки.

30. Способ по п.1, в котором для облегчения движения угля используют реакционную камеру конической формы, расширяющуюся в направлении ее разгрузочного конца.

35 31. Способ по п.1, в котором газы пропускают по дымоходным каналам, выполненным внутри реакционной камеры.

32. Способ по п.1, в котором к углю добавляют биомассу, которую обрабатывают вместе с углем.

40 33. Способ по п.1, в котором к углю добавляют пустую породу, которую обрабатывают вместе с углем.

34. Способ по п.1, в котором для регулирования потоков газа между инъекцией кислорода и газификацией полукокса и между газификацией полукокса и быстрым охлаждением расплавленного шлака давление в системе уравнивают.

45 35. Способ по п.1, в котором горячий полукокс газифицируют воздухом с получением горючего неочищенного газа, из которого после очистки получают очищенный горючий газ с низким содержанием NOx в продуктах его сгорания.

50 36. Экологически чистый способ получения энергии из угля, заключающийся в том, что уголь загружают в герметичную реакционную камеру с загрузочным и разгрузочным концами, перемещают уголь внутри реакционной камеры к загрузочному концу, инжeksiруют в реакционную камеру под давлением кислород, предназначенный для сжигания порции угля под давлением в восстановительной атмосфере с получением тепловой энергии, необходимой для извлечения из угля летучих веществ, и обогащенного водородом неочищенного сжатого газа, содержащего выделенные из угля канцерогенные

дистилляты и углеводороды вместе с горячим полукоксом, направляют обогащенный водородом неочищенный сжатый газ к разгрузочному концу реакционной камеры, через который его выводят из камеры, подвергают крекингу содержащиеся в обогащенном водородом неочищенном газе выделенные из угля канцерогенные дистилляты и

5 углеводороды и получают первый обогащенный водородом крекинг-газ, направляют горячий полукокк в герметичный газификатор, в котором его газифицируют с получением второго газа и расплавленного шлака, выводят из системы расплавленный шлак и очищают первый и второй газ с получением очищенных газов, пригодных для дальнейшего использования.

10 37. Способ по п.1, в котором горячий полукокк газифицируют по существу чистым кислородом и водяным паром и получают из полукокса обогащенный водородом неочищенный газ, из которого после очистки получают очищенный синтез-газ, из которого получают обогащенное водородом газообразное или жидкое топливо.

38. Способ по п.36, в котором вместе с кислородом в реакционную камеру инжектируют

15 водяной пар.
39. Экологически чистый способ получения энергии из угля, при осуществлении которого загружают уголь в герметичную реакционную камеру с загрузочным и разгрузочным концами, уголь перемещают внутри реакционной камеры к загрузочному концу, в реакционную камеру инжектируют по существу чистый кислород, предназначенный

20 для сжигания порции угля под давлением в восстановительной атмосфере с получением тепловой энергии, необходимой для извлечения из угля летучих веществ, и обогащенного водородом неочищенного сжатого газа, содержащего выделенные из угля канцерогенные дистилляты и углеводороды вместе с горячим коксом, содержащиеся в обогащенном водородом неочищенном газе выделенные из угля канцерогенные дистилляты и

25 углеводороды подвергают крекингу с получением обогащенного водородом крекинг-газа, из которого после десульфуризации получают очищенный обогащенный водородом синтез-газ и обогащенный водородом крекинг-газ отделяют от кокса с получением кокса, который можно использовать в металлургической промышленности.

40. Способ по п.39, в котором из кокса получают активированный уголь.

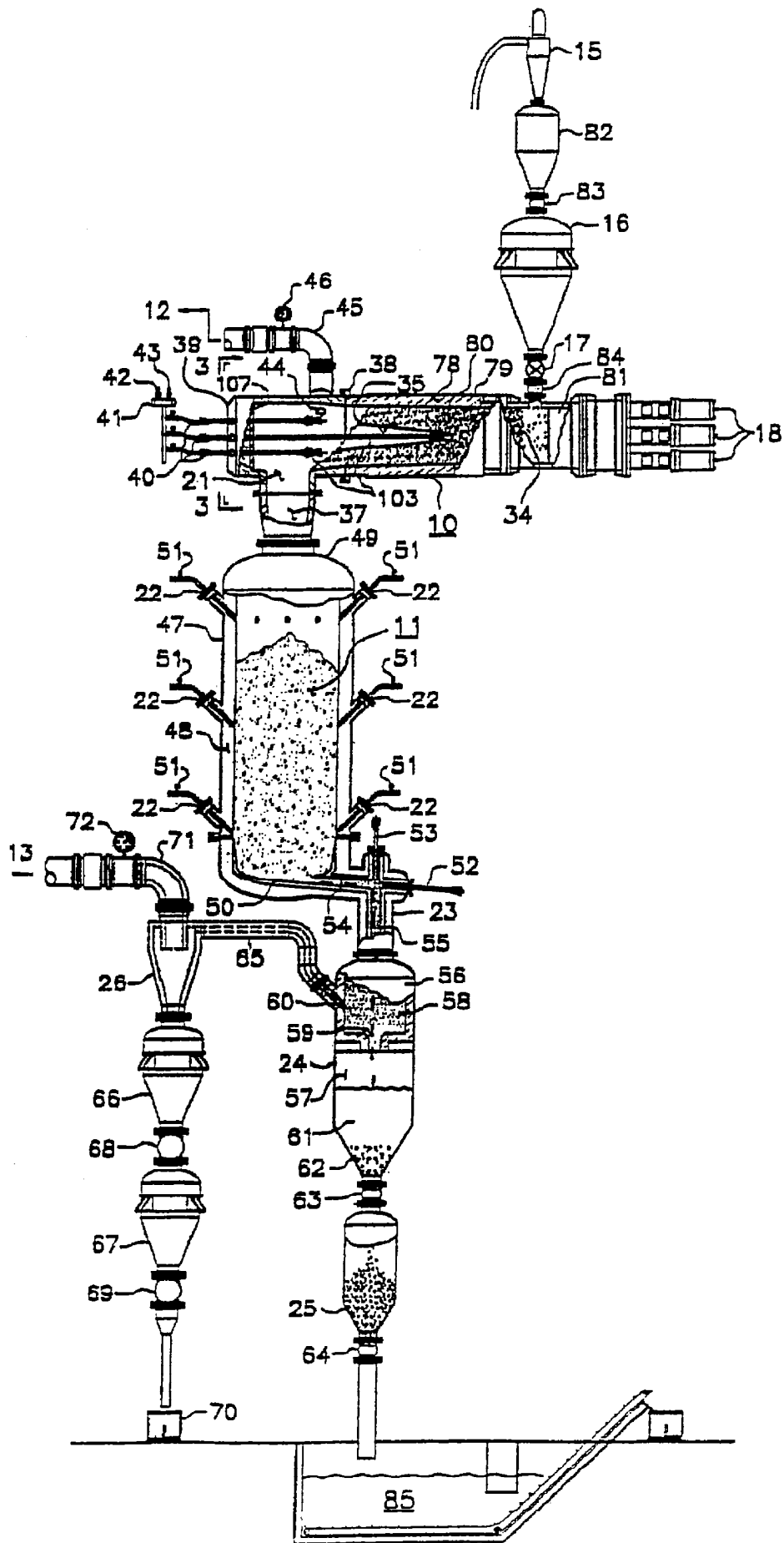
30

35

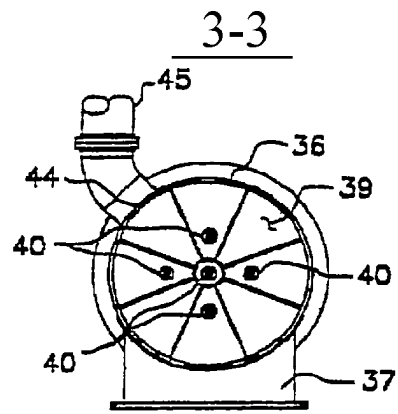
40

45

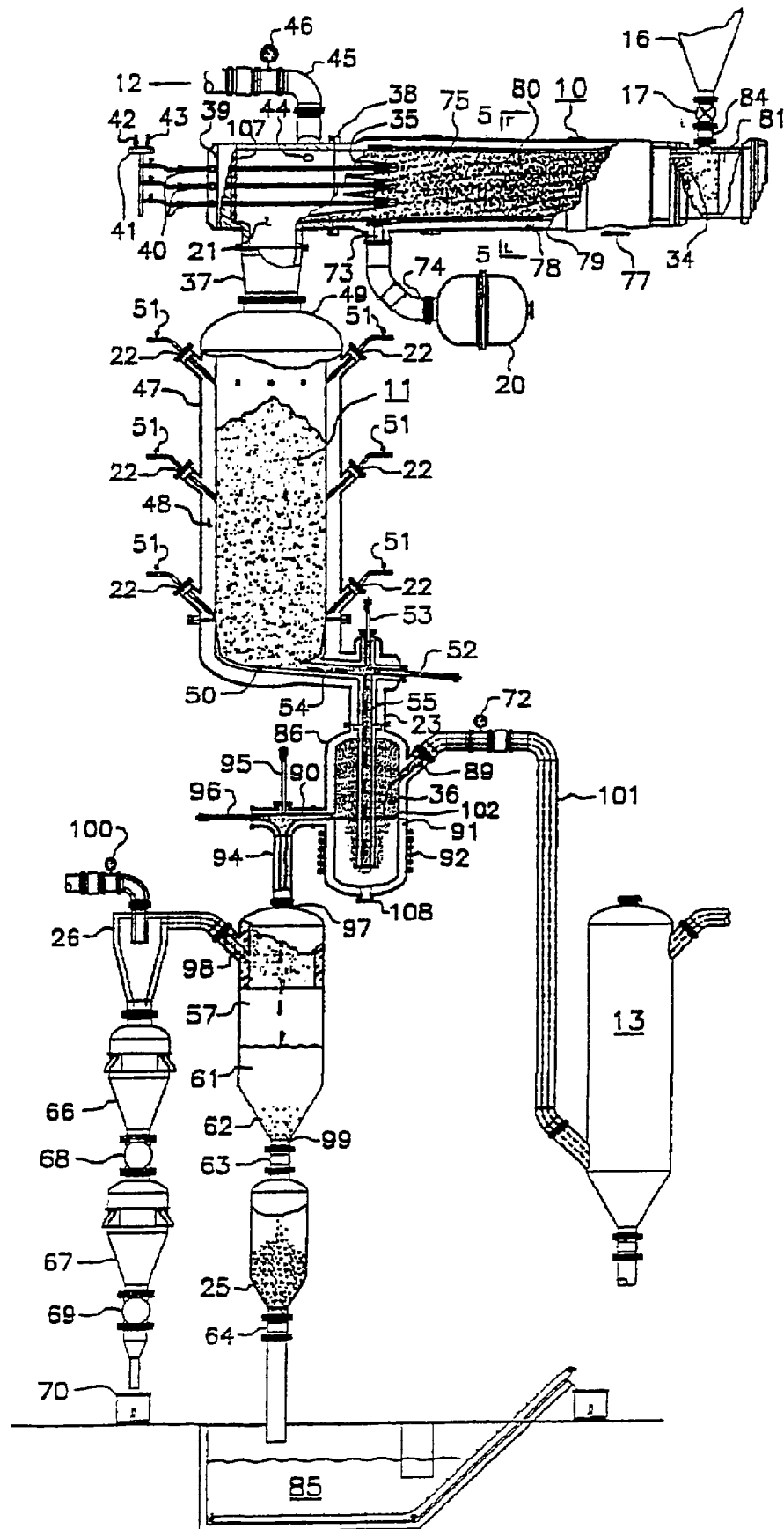
50



ФИГ. 2

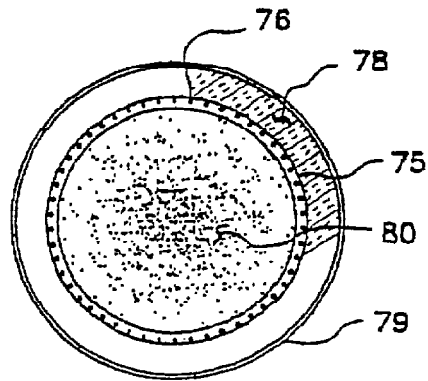


ФИГ. 3

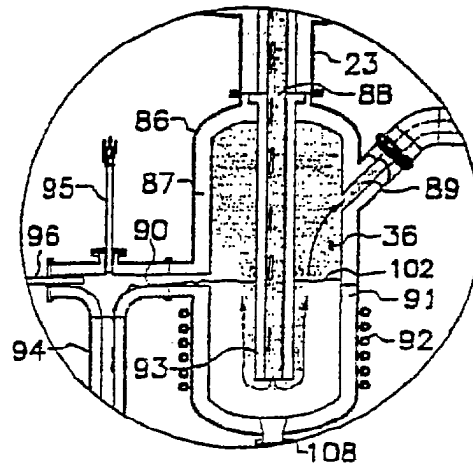


ФИГ. 4

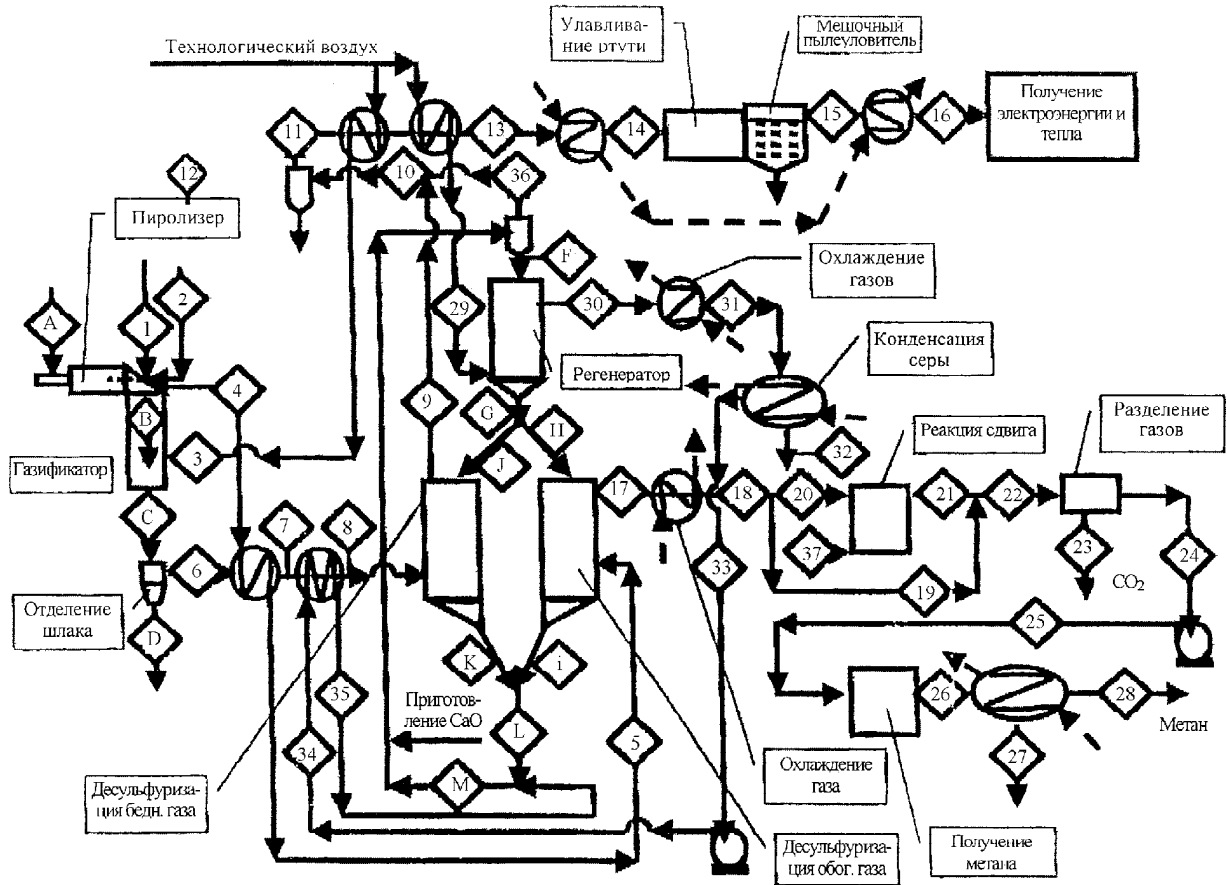
5-5



ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7