



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 093 755⁽¹³⁾ C1

(51) МПК⁶ F 23 G 5/30

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 92016342/03, 15.04.1991

(30) Приоритет: 17.04.1990 US 07/509.373

(46) Дата публикации: 20.10.1997

(56) Ссылки: ЕР, заявка, 0176293, кл. F 23 C 11/02, 1986.

(71) Заявитель:
А.Альстрем Корпорейшн (FI)

(72) Изобретатель: Матти Хилтунен[FI],
Йэм Йи Ли[НК], Эрик Джеймс Оукс[US]

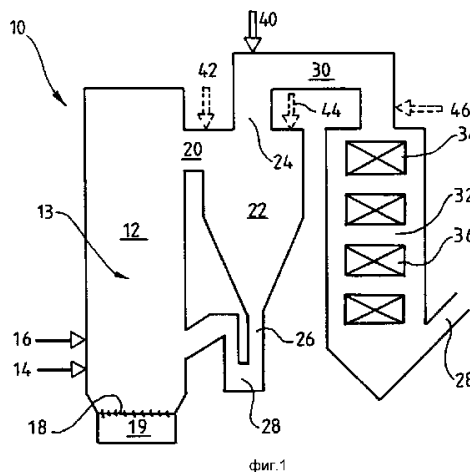
(73) Патентообладатель:
А.Альстрем Корпорейшн (FI)

(54) СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ N₂O В ДЫМОВЫХ ГАЗАХ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ СЖИГАНИИ АЗОТОСОДЕРЖАЩИХ ВИДОВ ТОПЛИВА В РЕАКТОРАХ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

(57) Реферат:

Количество выделений N₂O из реактора, работающего с псевдосжиженным слоем, уменьшают путем введения добавок веществ, образующих при разложении водородные радикалы (например, добавлением таких видов топлива, как природный газ или спирт), к потоку дымовых газов, выходящих из псевдосжиженного слоя. Достаточное количество кислорода подают в дымовые газы или путем введения добавок, или путем создания избытка кислорода в камере сгорания так, чтобы добавка веществ, образующих при разложении водородный радикал, реагирует с кислородом воздуха, увеличивая температуру дымовых газов (например, с 700-900°C до 950-1100°C), так, что образование N₂O уменьшается примерно на 10-90%. Добавки могут быть инжектированы или перед циклоном, служащим для отделения частиц пыли от

дымовых газов, или перед перегревателем конвекционной секции, или в камеру сгорания перед газовой турбиной. 10 з.п. ф-лы, 3 ил.



RU 2 093 755 C1

RU 2 093 755 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 093 755** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **F 23 G 5/30**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 92016342/03, 15.04.1991

(30) Priority: 17.04.1990 US 07/509.373

(46) Date of publication: 20.10.1997

(71) Applicant:

A.Al'strem Korporejshn (FI)

(72) Inventor: **Matti Khiltunen[FI],**

Jehm Ji Li[HK], Ehrik Dzhejms Ouks[US]

(73) Proprietor:

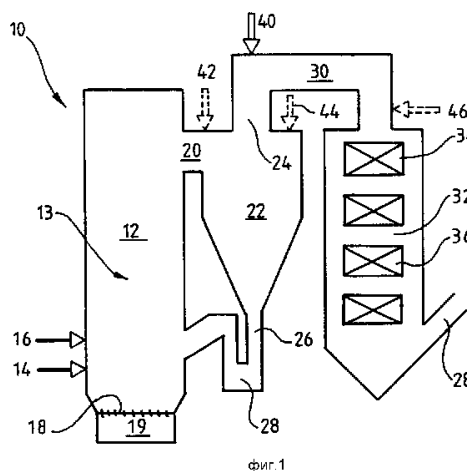
A.Al'strem Korporejshn (FI)

(54) **METHOD OF REDUCTION OF EVOLUTION OF CONTAINED IN FLUE GASES FORMED IN COMBUSTION OF NITROGEN-CONTAINING FUELS IN FLUIDIZED BED REACTORS**

(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering.
SUBSTANCE: amount of released from fluidized bed reactor is reduced through introduction of additives forming hydrogen radicals (for example, addition of natural gas or alcohol) in decomposition into flue gases escaping from fluidized bed. Sufficient amount of oxygen is fed to flue gases either through introducing additives or through creating excess of oxygen in combustion chamber so that additives forming hydrogen radicals in decomposition react with oxygen of air increasing temperature of flue gases from 700-900 C to 950-1100 C, thus reducing formation of by about 10-90 %. Additives may be injected either before cyclone used for separation of dust particles from flue gases or before superheater of convective section or into combustion chamber before gas

turbine. EFFECT: enhanced efficiency. 11 cl, 3 dwg



RU 2 0 9 3 7 5 5 C 1

RU 2 0 9 3 7 5 5 C 1

Изобретение относится к способам, предназначенным для снижения выделений N_2O из образующихся при сжигании азотсодержащих видов топлива или других содержащих азот горючих смесей.

Объектом настоящего изобретения является создание простых и экономичных способов для снижения выделений N_2O от котлов, работающих с псевдосжиженным и циркулирующим или барботирующим слоями при повышенном или при атмосферном давлениях.

Кроме того, объектом настоящего изобретения является создание способа, реализующего благоприятные условия для разрушения (разложения) N_2O , содержащейся в дымовых газах, выходящих из камер сгорания, работающих с псевдосжиженным слоем.

Дополнительно к этому, объектом данного изобретения является создание способа уменьшения концентрации N_2O в дымовых газах, в соответствии с которым легко могут быть реконструированы системы камер сгорания, работающих с псевдосжиженным слоем, без помех для осуществления процесса.

Известен способ уменьшения содержания окислов азота в дымовых газах, полученных при сжигании азотсодержащих видов топлива в реакторах с псевдосжиженным слоем, включающий подачу топлива, избытка кислородсодержащего газа, сжигание при температуре $700-900^\circ C$ при коэффициенте избытка воздуха > 1 , отвод дымовых газов на очистку их в сепараторе, добавление к отходящим газам веществ, образующих при разложении водородные радикалы, и перемешивание их в сепараторе [1]

Однако в известном способе в отходящих газах остается значительное количество N_2O .

Техническим результатом является уменьшение выделения в отходящих газах.

Технический результат достигается тем, что в дымовые газы, содержащие остаточный кислород, после первой стадии сжигания, поступающие в переход для дымовых газов, вводится добавка, выбранная из группы химических соединений, способных образовывать при разложении водородные радикалы. Добавка инжектируется в переход для дымового газа с целью получения достаточного количества радикалов водорода для обеспечения снижения концентрации N_2O в дымовых газах. Инжектируемая добавка сжигается для получения тепла, повышающего температуру дымовых газов до величины $> 900^\circ C$, наиболее предпочтительны температуры дымовых газов в интервале $950-1100^\circ C$. К группе добавок, способных образовывать при разложении водородные радикалы, относятся такие вещества, как спирт, природный газ или другие углеводородные газы, такие, как сжиженный или газообразный нефтяной газ или пиролизный газ или нефть. Хорошего перемешивания между дымовыми газами и образованными водородными радикалами достигают путем инъекции добавок в те места, где хорошее смешивание облегчается потоком газов. Хорошее смешивание облегчает протекание реакции между N_2O и H радикалами. Объем инжектируемых добавок изменяют в зависимости от

содержания N_2O в дымовых газах.

Изобретение особенно хорошо применимо в случаях, если сжигаются твердые виды топлива или отходы, получаемые из камер сгорания, работающих с псевдосжиженным слоем при температурах ниже $900^\circ C$. Твердое топливо или отходы вводят в псевдосжиженный слой, где они, благодаря хорошему смешиванию с частицами слоя, почти сразу достигают температуры слоя и сгорают. Температуры в псевдосжиженном слое обычно поддерживают в интервале $700-900^\circ C$, что создает оптимальные условия для сжигания и уменьшает содержание серы в дымовых газах. Содержание образующегося при этом N_2O является низким, благодаря относительно низкой температуре сжигания, однако NO_x может образовываться.

В циркулирующих псевдосжиженных слоях скорость псевдосжиженного воздуха является достаточно высокой, чтобы вывести значительную часть частиц, составляющих слой, из камеры сгорания с дымовыми газами. Выведенные частицы отделяются от дымовых газов и возвращаются в камеру сгорания через возвратный трубопровод. Циркуляция частиц, вынесенных из камеры сгорания через возвратный трубопровод назад в камеру сгорания, поддерживает в целом постоянную температуру в системе, что приводит к более эффективному сжиганию топлива и, продлевая время пребывания частиц в системе, улучшает извлечение серы из дымовых газов.

Очевидно, неблагоприятное образование N_2O облегчается при низких температурах, используемых как в барботирующем, так и в циркулирующем псевдосжиженных слоях. Согласно настоящему изобретению концентрация N_2O в дымовых газах может быть понижена путем инъекции добавок, способствующих образованию при разложении водородных радикалов при температурах дымовых газов и/или путем небольшого повышения температуры дымовых газов.

Типы добавок (т. е. виды дополнительного топлива), которые могут быть инжектированы в поток дымовых газов для уменьшения концентрации N_2O , следующие:

- природный газ или метан;
- сжиженный нефтяной газ;
- нефть;
- спирт, например этанол или метанол;
- газы, полученные при крекинге или газификации;

другие газовые, жидкие или твердые виды топлива, содержащие в качестве компонента азот и обладающие теплотворной способностью по меньшей мере 1 мдж/кг .

Газы можно вводить через газовые впускные сопла без каких-либо специальных средств переноски или вместе с кислородсодержащим газом. Нефть или чистое твердое топливо могут вводиться с транспортирующим их газом, таким как воздух или возвратный дымовой газ. Добавки в дымовые газы предпочтительно инжектировать в место, отделенное от первой стадии сжигания, для того, чтобы не мешать проходящим на этой стадии реакциям. Предпочтительно добавки не инжектировать так, чтобы они значительно увеличивали температуру частиц псевдосжиженного слоя.

Для облегчения процессов эффективного уменьшения N_2O добавки должны быть инжектированы в тех местах, где путем их введения можно легко влиять на поток дымовых газов. Температура всего потока дымовых газов должна увеличиваться и/или образующиеся водородные радикалы должны приходить в контакт со всем потоком дымовых газов для достижения максимального уменьшения N_2O .

Добавки или дополнительное топливо могут быть инжектированы в следующих местах:

секция камеры сгорания с псевдосжиженным слоем или где-нибудь в другом месте, где плотность слоя менее чем 200 кг/м^3 ;

трубопровод между камерой сгорания и циклоном или другим сепаратором, служащим для отделения частиц от дымовых газов;

сам циклон или иной сепаратор газовых частиц в любом количестве конфигураций;

трубопровод, соединяющий два циклона или другие сепараторы для отделения частиц от газа, или их комбинации, соединенные в линии;

любое место после камеры сгорания и перед дымовой трубой или газовой турбиной;

любой внешний агрегат, расположенный после камеры сгорания и предназначенный для снижения концентрации N_2O .

При введении добавок, таких как природный газ, в трубопровод для дымовых газов перед конвекционной секцией, где температура дымовых газов еще высока, необходимо относительно малое количество дополнительного топлива; это необходимо лишь для того, чтобы повысить температуру дымовых газов более 900°C .

Циклонный сепаратор может обеспечить очень хорошее смешивание дымовых газов с вводимыми добавками. Однако может быть более предпочтительным повышение температуры дымовых газов в месте, расположенном ниже по течению, чем сепаратор (по крайней мере, в случае использования системы с циркулирующим псевдосжиженным слоем), с тем, чтобы не увеличивать температуру частиц псевдосжиженного слоя и не оказывать отрицательного воздействия на захват серы (которое оптимально при более низких температурах).

Может быть осуществлено введение дополнительного топлива для повышения температуры дымовых газов, находящихся выше по течению, чем перегреватель, тем самым гарантируется достаточная тепловая мощность. Добавки могут быть введены и в конвекционную секцию, непосредственно перед перегревателем. Введение горючих добавок может быть также использовано для одновременного повышения температуры газа в камере сгорания и в, так называемой, верхней камере сгорания, связанной с газовой турбиной.

Когда добавки вводятся в поток дымовых газов перед конвекционной секцией, температура дымовых газов должна лишь умеренно повышаться с интервалом температур около $700-900^\circ\text{C}$ до интервала температур около $910-1100^\circ\text{C}$, т.е. повышение температур только приблизительно на $10-250^\circ\text{C}$ является

достаточным, вследствие наличия частиц (например, кальцинированной извести) из псевдосжиженного слоя. Когда дымовые газы проходят через конвекционную секцию, их температура в значительной степени снижается. Поэтому, если уменьшение концентрации N_2O имеет место после конвекционной секции, температура дымовых газов может возрасти приблизительно на $200-700^\circ\text{C}$ и составит $910-1100^\circ\text{C}$. Поэтому количество дополнительного топлива, которое необходимо ввести после конвекционной секции, больше количества, которое необходимо ввести перед конвекционной секцией.

При использовании процесса повышением температуры дымовых газов и/или увеличением концентрации водородных радикалов в дымовых газах можно уменьшить общее количество N_2O на $10-99\%$ обычно на около 50% и предпочтительно на около $50-90\%$. Масса добавок определяется процентом требуемого уменьшения N_2O и начальной ее концентрацией.

В дополнение к инжектируемым добавкам (например, дополнительному топливу) соответствующие количества окислителя могут также в некоторых случаях быть введены в содержащие N_2O дымовые газы в тех же самых местах, где инжектирует топливо, или после мест инъекции топлива для гарантии эффективности сжигания.

На фиг. 1 представлен схематично чертеж системы с циркулирующим псевдосжиженным слоем, применяемой для уменьшения; фиг. 2 и 3 примеры реализации изобретения.

Предпочтительный вариант реализации изобретения показан на фиг. 1, где твердый материал сжигают в реакторе 10 с циркулирующим псевдосжиженным слоем. Реактор содержит камеру сгорания 12, в которой располагается псевдосжиженный слой, состоящий из частиц 13; камера сгорания имеет впускные отверстия 14 и 16 для подачи твердого топлива и других твердых материалов, таких как известь или известняк, используемых для уменьшения SO_2 в дымовых газах. Воздух, необходимый для создания эффекта псевдосжиженного слоя, подводят в камеру сгорания через нижнюю плиту 18 посредством воздушной коробки 19. Воздух подводят к реактору с давлением, близким к атмосферному, с расходом, достаточным для образования псевдосжиженного слоя и для загрузки порции твердых частиц.

Камера сгорания имеет выводной канал 20 для дымовых газов, содержащих твердые частицы. Дымовые газы выводят из камеры сгорания и циклонному сепаратору 22, где твердые частицы отделяют от газов. Очищенные газы выводят из сепаратора через открытое отверстие 24, а частицы, отделяясь от газа, выводят вниз через вертикальный возвратный канал 26 обратно в нижнюю часть камеры сгорания. Возвратный канал имеет изгиб 28, его нижний конец расположен напротив впускных отверстий камеры сгорания.

Очищенные газы отводят через открытое отверстие 24 в газопровод 30, который связывает реактор с псевдосжиженным слоем с конвекционной секцией 32. Перегреватель 34 установлен в зоне ввода газа в

конвекционную секцию и теплообменник 36 установлен ниже по течению от перегревателя. Отверстие для отвода газов 38 расположено в нижней части конвекционной секции.

Дополнительное впускное отверстие 40 для добавок, содержащих водородные радикалы, расположено в газопроводе, соединяющем циклон с конвекционной секцией. Это впускное отверстие для ввода добавок размещено в том месте газопровода, где заканчивается открытое отверстие 24, служащее для вывода газов из циклона.

В процессе работы сжигание проходит эффективно на первой стадии в камере сгорания при относительно низкой температуре (например, когда сжигаемый уголь находится при температуре около 850 °С). При такой температуре достигается получение низких NO_x и происходит наиболее эффективное улавливание известью серы. Дымовые газы, содержащие остаточный кислород, N_2O и взвешенные частицы, направляются через выводной канал 20 в циклон 22. Частицы псевдосжиженного слоя, содержащие непрореагировавшую известь, необходимую для улавливания серы, отделяют в циклоне от потока дымовых газов и возвращают в камеру сгорания.

Такие добавки, как природный газ, подаются в еще горячие дымовые газы в газопровод 30 через усиленное впускное отверстие 40 (немедленно после циклона). При температуре дымовых газов природный газ всегда дает при разложении избыток водородных радикалов, но, благодаря остаточному кислороду, содержащемуся в дымовых газах, природный газ сжигается при входе в газопровод 30, таким образом, температура дымовых газов в этом газопроводе увеличивается, доходя до еще более желательного уровня, при котором образуются водородные радикалы и N_2O переходит в N_2 . Альтернативно и дополнительно к этому содержащий O_2 газ может подаваться во впускное отверстие 40 в смеси с добавкой.

Введение добавок может быть осуществлено дополнительно или альтернативно через впускное отверстие 42, показанное пунктирными линиями на фиг. 1, в короткую трубу 21, соединяющую камеру сгорания 12 с циклоном 22. Впускное отверстие 42 может быть использовано особенно в том случае, когда содержание частиц пыли в дымовых газах, поступающих из камеры сгорания, невелико. Кроме того, возможно расположение дополнительного впускного отверстия 44 непосредственно в циклоне 22 в зоне, бедной частицами пыли. Преимущество такого расположения заключается в хорошем смешивании добавок с дымовыми газами за счет вихрей в циклоне.

Добавки могут также или альтернативно вводиться в конвекционную секцию через впускное отверстие 46, расположенное непосредственно в начале потока перегревателя 34. Такое расположение дает преимущества в случае, если имеются проблемы, связанные с получением достаточно перегретого пара.

Фиг.2 В этом случае трубчатый теплообменник 38, выполненный, например, в виде нескольких экранов из труб, расположен

в газопроводе 30 после циклона, но перед трубой, расширение которой образует вход в конвекционную секцию 32.

Наиболее оптимальным представляется положение дополнительного впускного отверстия 40 непосредственно после экранов из труб 38. Обычно трубы, составляющие экраны, охлаждаются водой, но могут, однако, быть реализованы варианты выполнения с использованием охлажденного пара или воздуха. Высокие температуры в газопроводе могут вызвать проблемы, если трубы охлаждаются воздухом или паром. Водоохлаждаемые трубы могут быть соединены с другими пароводяными системами, например с системой охлаждения циклона в случае реактора с псевдосжиженным слоем. Если используются воздухоохлаждаемые трубы, нагретый воздух может быть использован в камере сгорания. Нагретый воздух может также быть использован для инъекции в газопровод добавок, дающих при разложении водородные радикалы.

Теплообменник расположен выше по течению, чем место инъектирования добавок, дающих при разложении водородные радикалы, это благоприятно отражается на выравнивании профиля скоростей в газопроводе. Последнее обстоятельство полезно, поскольку дымовые газы, выходящие из циклона, имеют несимметричный профиль скоростей.

Теплообменник полезен, кроме того, для контроля температур дымовых газов, так что добавки инъектируются для максимальной эффективности при оптимальной температуре. С помощью теплообменника температура может регулироваться и поддерживаться на оптимальном уровне. Для каждого типа добавок имеется своя оптимальная температура, обеспечивающая максимальную эффективность.

Фиг. 3. В реакторе с псевдосжиженным слоем 50 сжигается твердый материал, в реакторе слой циркулирует под повышенным давлением. Дымовые газы под повышенным давлением проходят через циклон 52 для отделяющихся частиц из газа и через конвекционную секцию 54 подводятся к фильтру 56, служащему для очистки дымовых газов, находящихся под повышенным давлением. Очищенные дымовые газы впускают в камеру сгорания 58 и расположенную непосредственно за ней газовую турбину 60, где дымовые газы подвергаются расширению.

Путем введения дополнительного топлива в дымовые газы через впускное отверстие 62 и одновременного повышения температуры дымовых газов в камере 58 окончательно понижают концентрацию N_2O .

Во всех вариантах реализации изобретения необходимо упорядочивать объемы добавок в зависимости от типа добавок, вида топлива, типа реактора с псевдосжиженным слоем, положение места инъекции добавки и других факторов, изменяющихся в широких пределах.

Формула изобретения:

1. Способ уменьшения выделения N_2O в дымовых газах, образующихся при сжигании азотсодержащих видов топлива в реакторах с псевдоожиженным слоем, включающий подачу топлива и избытка

кислородсодержащего газа в реактор, сжигание при температуре 700-900°C при коэффициенте избытка воздуха > 1 , отвод дымовых газов и очистку их в сепараторе, добавление к отходящим газам веществ, образующих при разложении водородные радикалы, и перемешивание смеси, отличающийся тем, что вещества, образующие водородные радикалы, добавляют к отходящим газам после их очистки в сепараторе или при плотности частиц менее 200 кг/м³.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что к отходящим газам подают кислородсодержащий газ.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что вещества, образующие при разложении водородные радикалы, добавляют в сепаратор или за ним.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что добавку, образующую водородные радикалы, вводят в верхнюю часть сепаратора частиц.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при использовании сепаратора, дополнительно соединенного с конвекционной секцией, добавку, образующую водородные радикалы, вводят в дымовые газы после сепаратора частиц выше конвекционной секции.

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что температуру дымовых газов контролируют с помощью теплообменных средств, расположенных в трубопроводе дымовых газов непосредственно выше места ввода в

дымовые газы добавки, образующей водородные радикалы.

7. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при использовании сепаратора, дополнительно соединенного с конвекционной секцией с перегревателем, добавку, образующую водородные радикалы, вводят непосредственно в переднюю часть перегревателя конвекционной секции.

8. Способ по п. 1, отличающийся тем, что при использовании сепаратора, дополнительно соединенного с последовательно установленными конвекционной секцией, фильтром, камерой сгорания и газовой турбиной, добавку, образующую водородные радикалы, вводят в камеру сгорания.

9. Способ по п. 1, отличающийся тем, что вещества, образующие при разложении водородные радикалы, выбирают из группы соединений, состоящей из метана, нефти, спирта, газа, полученного в результате крекинга, газификации, или сжиженного нефтяного газа.

10. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве веществ, образующих при разложении водородные радикалы, используют газ, полученный в реакторе в результате газификации и очищенный в сепараторе.

11. Способ по п. 1, отличающийся тем, что вещества, образующие при разложении водородные радикалы, смешивают с газом, содержащим кислород, и подают в дымовые газы.

5

10

15

20

25

30

35

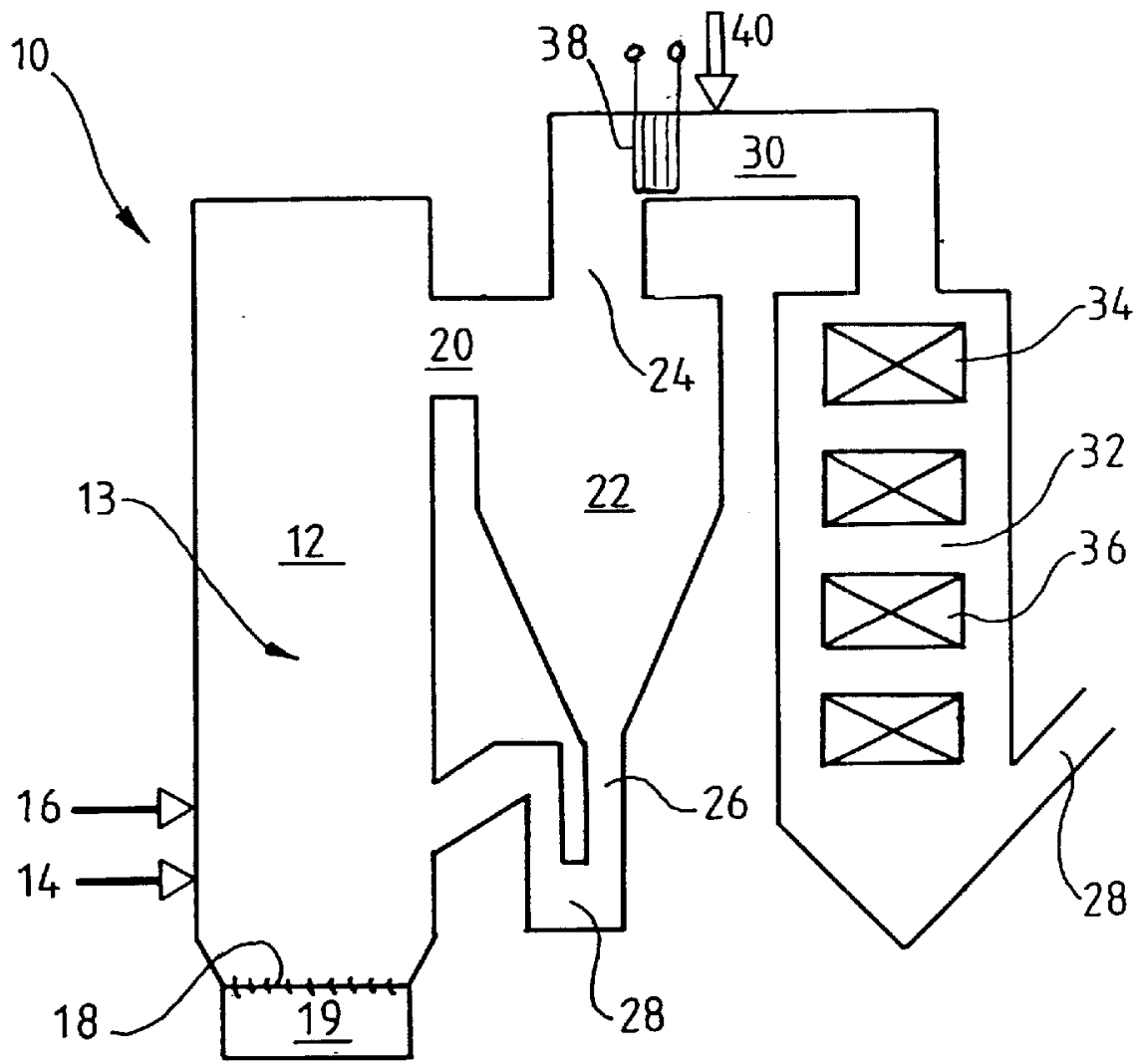
40

45

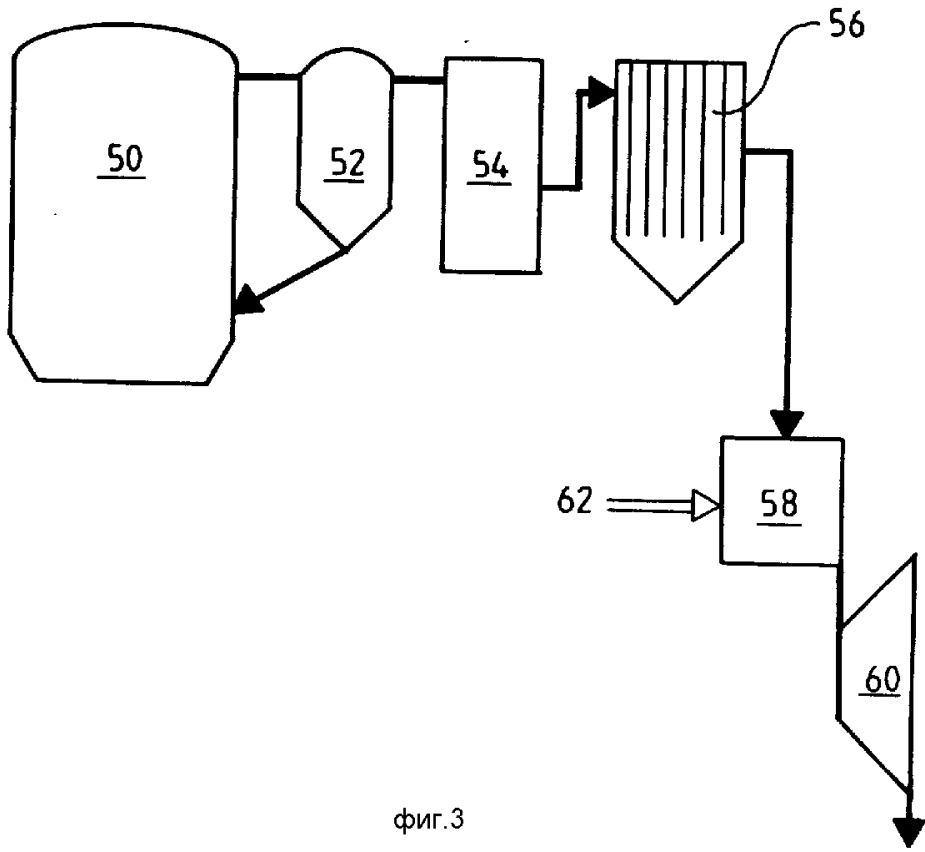
50

55

60



фиг.2



фиг.3