

R U 2 5 4 7 7 4 8 C 2

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 547 748⁽¹³⁾ C2

(51) МПК
B01D 53/94 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012122993/05, 05.11.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.11.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
05.11.2009 US 61/258,538

(43) Дата публикации заявки: 10.12.2013 Бюл. № 34

(45) Опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2170135 C2, 10.07.2001; . RU 2252064 C2, 20.05.2005; . RU 2141867 C1, 27.11.1999; . WO 2004079171 A1, 16.09.2004. DE 4203807 A1, 12.08.1993; . US 2006275192, 07.12.2006

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 05.06.2012

(86) Заявка РСТ:
US 2010/055629 (05.11.2010)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/057077 (12.05.2011)

Адрес для переписки:
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):
КВАН Юл (US)

(73) Патентообладатель(и):
ДЖОНСОН МЭТЬЮ ИНК. (US)

R U 2 5 4 7 7 4 8 C 2

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВОДНОГО РАСТВОРА МОЧЕВИНЫ В ПАРЫ АММИАКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится, в общем, к области контроля вредных выбросов NOx и, в частности, к способу и системе для превращения водного раствора мочевины в пары аммиака, используемые с целью активации катализаторов SCR для эффективной очистки отходящих газов, содержащих NOx и другие загрязняющие примеси. Корпус реактора для превращения мочевины в пары аммиака заключен внутри кожуха для байпасного потока, в который поступает вторичный поток дымовых газов, отведенный в точке разделения потоков от основного потока

дымовых газов, содержащих оксиды азота (NOx), выходящие из парового котла. Кожух для байпасного потока позволяет вторичному потоку дымовых газов обтекать заключенный внутри него корпус реактора, в котором инжектированный водный раствор мочевины, в распыленном или нераспыленном виде, превращается в пары аммиака. Полученные газообразные смеси, образованные из аммиака, побочных продуктов и вторичного потока дымовых газов, затем вновь присоединяются к основному потоку дымовых газов перед

R U 2 5 4 7 7 4 8 C 2

R U 2 5 4 7 7 4 8 C 2

проводением очистки дымовых газов при прохождении через реакторную систему с селективным каталитическим восстановлением (SCR). Время нахождения вторичного потока в кожухе для байпасного потока, которое может быть увеличено за счет рециркуляционного контура, обеспечивает эффективное превращение

мочевины в аммиак, подлежащий использованию в системе с селективным каталитическим восстановлением. Настоящее изобретение обеспечивает систему сжигания, использующую реакторную систему для превращения мочевины в пары аммиака. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 50 ил.

RUSSIAN FEDERATION



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 547 748⁽¹³⁾ C2

(51) Int. Cl.
B01D 53/94 (2006.01)

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2012122993/05, 05.11.2010

(24) Effective date for property rights:
05.11.2010

Priority:

(30) Convention priority:
05.11.2009 US 61/258,538

(43) Application published: 10.12.2013 Bull. № 34

(45) Date of publication: 10.04.2015 Bull. № 10

(85) Commencement of national phase: 05.06.2012

(86) PCT application:
US 2010/055629 (05.11.2010)

(87) PCT publication:
WO 2011/057077 (12.05.2011)

Mail address:
109012, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO "Sojuzpatent"

(72) Inventor(s):
KVAN Jul (US)

(73) Proprietor(s):
DZhONSON MEhTJu INK. (US)

R U 2 5 4 7 7 4 8 C 2

(54) SYSTEM AND METHOD OF CONVERTING AQUEOUS UREA SOLUTION INTO AMMONIA VAPOUR USING SECONDARY COMBUSTION PRODUCTS

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention generally relates to monitoring harmful NOx emissions and particularly to a method and a system for converting aqueous urea solution into ammonia vapour, used to activate SCR catalysts for efficient purification of exhaust gases containing NOx and other pollutants. The urea-to-ammonia vapour reactor housing is enclosed in a bypass flow cover which receives a secondary flue gas stream tapped at a split point from a main flue gas stream containing nitrogen oxides (NOx) emanating from a boiler. The bypass flow cover allows the secondary flue gas stream to flow past the enclosed reactor housing

where injected aqueous urea solution in atomised or non-atomised form, is converted to ammonia vapour. The resulting gaseous mixtures of ammonia, by-products and the secondary flue gas stream subsequently rejoin the main stream, before the main flue gases are treated through a selective catalytic reduction (SCR) reactor system. The dwell time of the secondary stream in the bypass flow cover, which may be increased by a recirculation loop, enables effective conversion of urea to ammonia to be used in the SCR system.

EFFECT: invention provides an incineration system which uses a urea-to-ammonia vapour reactor system.

20 cl, 50 dwg

Данная заявка испрашивает приоритет по предварительной заявке на выдачу патента США №61/258538, поданной 05.11.2009, которая включена в настоящее описание посредством ссылки.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится, в общем, к области контроля вредных выбросов NOx и, в частности, к способу и системе для превращения водного раствора мочевины в пары аммиака, используемые с целью активации катализаторов SCR для эффективной очистки отходящих газов, содержащих NOx и другие загрязняющие примеси.

Уровень техники

Использование ископаемых видов топлива (например, нефтяного топлива) в газотурбинных двигателях, камерах сгорания, двигателях внутреннего сгорания и паровых котлах, например, для электростанций, промышленного производства и т.п. приводит к генерированию дымовых (отходящих) газов, содержащих нежелательные оксиды азота (NOx), обычно в виде комбинации оксида азота (NO) и диоксида азота (NO₂). При определенных рабочих параметрах содержание NOx в потоке дымового газа может быть понижено за счет реагирования NOx с аммиаком с получением в качестве продуктов безвредной воды и азота. Эта реакция может протекать в присутствии определенных катализаторов, в процессе, известном как селективное каталитическое восстановление (SCR).

Аммиак для процесса SCR обычно производят путем нагревания водного раствора мочевины в достаточной степени для образования газообразного аммиака. В уровне техники хорошо известно использование энталпии достаточно горячего байпасного потока дымовых газов для превращения сырья в виде мочевины в газообразный аммиак.

Например, в патентном документе US 4978514 под названием «Комбинированный каталитический/некаталитический способ восстановления оксидов азота» (Hofmann et al.) описан «Способ восстановления оксидов азота, содержащихся в отходящем потоке продуктов сгорания», который «включает ввод в отходящий поток продуктов сгорания азотсодержащего агента очистки при условиях процесса, эффективных для получения очищенного отходящего потока, имеющего пониженную концентрацию оксидов азота, при этом в результате в очищенном отходящем потоке присутствует аммиак; и затем контактирование очищенного отходящего потока при условиях, эффективных для восстановления находящихся в отходящем потоке оксидов азота, с катализатором восстановления оксидов азота».

В патентном документе US 5139754 под названием «Комбинированный каталитический/некаталитический способ восстановления оксидов азота» (Luftglass et al.) описан «Способ восстановления оксидов азота, содержащихся в отходящем потоке продуктов сгорания», который «включает ввод азотсодержащего агента очистки в отходящий поток при условиях процесса, эффективных для создания очищенного отходящего потока, имеющего пониженное содержание оксидов азота, при этом в очищенном отходящем потоке присутствует аммиак; и затем контактирование очищенного отходящего потока при условиях, эффективных для восстановления находящихся в отходящем потоке оксидов азота, с катализатором восстановления оксидов азота».

В патентном документе US 7090810 (Sun et al.) под названием «Селективное каталитическое восстановление NOx, осуществляющее путем разложения мочевины в боковом потоке», описана «предпочтительная технологическая схема», в соответствии с которой «используют энталпию дымовых газов, которые могут быть при необходимости добавлены для превращения мочевины (30) в аммиак для процесса SCR.

Мочевину (30), которая разлагается при температурах более 140°С, инжектируют (32) в ответвление (28) для потока дымовых газов после теплообменника (22), такого как первичный перегреватель или экономайзер. В идеальном случае этот боковой поток может газифицировать мочевину при отсутствии необходимости в дополнительном нагревании; но если нагревание необходимо, то требуемая для него теплота значительно меньше, чем была бы необходима для нагревания или всего отходящего потока (23) или мочевины (30). Этот боковой поток, обычно составляющий менее 3% от дымовых газов, обеспечивает необходимые температуру и продолжительность времени для полного разложения мочевины (30). Для удаления твердых частиц и полного 5 перемешивания реагента и дымового газа может быть использован циклонный сепаратор. Затем этот поток может быть направлен в распылительную решетку (37), размещенную перед катализатором SCR, с помощью воздуходувки (36). Перемешивание с дымовыми газами облегчается благодаря на порядок большей величине массы бокового потока по сравнению с потоком, инжектируемым через решетку для 10 распыления аммиака в традиционном процессе селективного каталитического восстановления (SCR) с использованием аммиака».

15

В патентном документе US 5286467 (Sun et al.) под названием «Высокоэффективный комбинированный способ восстановления оксидов азота» описан «Способ восстановления оксидов азота, находящихся в отходящем потоке продуктов сгорания», 20 который «включает ввод азотсодержащего агента очистки, иного, чем аммиак, в отходящий поток для получения очищенного отходящего потока, имеющего пониженное содержание оксидов азота так, что в результате в очищенном отходящем потоке содержится аммиак; ввод источника аммиака в отходящий поток и контактирование очищенного отходящего потока с катализатором восстановления оксидов азота».

25 Сущность изобретения

В настоящее время существует необходимость в системе и способе, обеспечивающих достаточное время пребывания для эффективного протекания процесса превращения мочевины в пары аммиака. Соответственно настоящее изобретение представляет собой новые систему и способ, обеспечивающие эффективное селективное каталитическое 30 восстановление NOx за счет обеспечения необходимой продолжительности нахождения вторичного потока достаточно горячих дымовых газов для превращения в реакторной установке водного раствора мочевины в пары аммиака. Смесь аммиака и вторичного дымового газа затем возвращают в основной поток дымового газа выше по потоку от реакторной системы селективного каталитического восстановления (SCR).

35 Задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы обеспечить эффективное селективное каталитическое восстановление оксидов азота NOx, находящихся в продуктах сгорания, генерируемых при сжигании ископаемых видов топлива в паровых котлах, газотурбинных двигателях, двигателях внутреннего сгорания, камерах сгорания и тому подобном, обобщенно называемых системами сжигания.

40 Кроме того, задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы не ограничиваться применимостью изобретения к горячим отходящим газам, производимым при сжигании топлива, и допускать возможность его применения к любому процессу (SCR), используемому для восстановления NOx.

45 Задача настоящего изобретения заключается также в том, чтобы обеспечить необходимую продолжительность нахождения вторичного потока достаточно горячих газов сгорания для эффективной газификации текущих сред, содержащих большие количества жидкости, таких как водный раствор мочевины, водный раствор аммиака и группы спиртов.

В одном воплощении система и способ согласно настоящему изобретению обеспечивают необходимую продолжительность пребывания вторичного потока достаточно горячих дымовых газов, выходящих из парового котла для газификации водного раствора мочевины в реакторной системе в пары аммиака. Смесь аммиака и 5 вторичного дымового газа затем возвращают обратно в основной поток дымового газа выше по потоку от реакторной системы SCR, чтобы обеспечить восстановление NOx, находящихся в основном потоке дымового газа.

Соответственно реакторная система для превращения мочевины в пары аммиака согласно одному воплощению настоящего изобретения содержит корпус мочевинного 10 реактора, окруженный байпасным проточным кожухом, в который поступает вторичный (байпасный) поток дымового газа, отделенный от основного потока дымового газа в точке разделения. Указанный основной поток дымового газа вытекает из парового котла, в котором сжигают топливо с получением дымового газа сгорания, содержащего оксиды азота (NOx). Водный раствор мочевины инжектируют в распыленном или 15 нераспыленном виде и при необходимости с помощью несущей текучей среды, такой как сжатый воздух, внутрь корпуса реактора, окруженного байпасным проточным кожухом. Байпасный проточный кожух обеспечивает возможность обтекания окруженного им корпуса реактора, в котором инжектируемый водный раствор мочевины превращается в пары аммиака вторичным потоком дымового газа. После этого 20 проточный кожух позволяет полученной газообразной смеси, образованной из аммиака, его побочных продуктов и вторичного потока дымового газа, вновь объединиться с основным потоком, прежде чем основной поток дымового газа будет выброшен в атмосферу после того, как он будет подвергнут очистке при прохождении через реактор селективного каталитического восстановления (SCR).

25 В соответствии с другим воплощением множество реакторных систем для превращения мочевины в пары аммиака, соответствующих настоящему изобретению, соединено последовательно с образованием каскадной ступенчатой компоновки, в которой смесь паров аммиака и потока вторичных дымовых газов, выходящая из первой ступени, образует входящий поток во вторую ступень и т.д. Согласно еще 30 одному воплощению множество реакторных систем для превращения мочевины в пары аммиака, соответствующих настоящему изобретению, соединяют в такой конфигурации, что в каждую систему поступает независимый объем вторичного потока дымовых газов из соответствующих точек разделения, а полученную смесь газообразного аммиака и дымовых газов, выходящую из каждой из множества систем, независимо возвращают 35 обратно в основной поток дымового газа.

Желаемый расход потока газов, проходящих через множество ступеней системы, соответствующей настоящему изобретению, развивают, поддерживают за счет использования воздуходувок, компрессоров, дроссельных отверстий, сопел, клапанов, изменения диаметра трубопроводов, с помощью изгибов трубопроводов и/или 40 комбинации указанных средств. Например, применительно к паровому котлу точка (точки) разделения потока может зависеть от используемого типа котла и температуры дымовых газов в различных точках. В одном воплощении точка (точки) разделения может быть расположена в пределах конвективных газоходов котла и предпочтительно выше по потоку от экономайзера, если он используется.

45 В одном воплощении настоящее изобретение представляет собой реактор для превращения водного раствора мочевины в пары аммиака, содержащий: (а) кожух, имеющий впускное отверстие для приема первого потока газа, выпускное отверстие для выпуска третьего потока газа, и одну или большее количество стенок кожуха,

которые образуют первый внутренний объем, находящийся между указанными впускным и выпускным отверстиями для газового потока; (b) реактор, размещенный внутри указанного кожуха, при этом указанный реактор содержит: (i) корпус, содержащий одну или большее количество стенок, которые образуют второй внутренний объем и, кроме того, образуют первую внешнюю поверхность, обращенную в сторону указанного первого внутреннего объема, при этом указанная первая внешняя поверхность имеет форму, которая создает зону с перепадом давления между указанным вторым внутренним объемом и указанным первым внутренним объемом; первое отверстие (называемое здесь также «окном») в указанном корпусе, которое выполнено в указанной первой внешней поверхности, имеет площадь поперечного сечения, которая составляет менее чем приблизительно 35% от площади указанной первой внешней поверхности, и находится вблизи указанной зоны перепада давления; и (ii) входное отверстие для водного раствора мочевины, сообщающееся по текучей среде с указанным вторым внутренним объемом.

При необходимости второй поток газа образуется из, по меньшей мере, некоторой первой части указанного первого потока газа и, по меньшей мере, некоторой второй части первого потока газа. Пары аммиака выходят из указанного корпуса реактора через второе окно и смешиваются с указанным вторым потоком газа с образованием третьего потока газа. Пары аммиака выходят из указанного корпуса реактора через второе окно и смешиваются с указанным вторым потоком газа с образованием рециркуляционного газового потока. Рециркуляционный поток газа поступает в указанный второй внутренний объем через первое окно. Выход паров аммиака из указанного второго внутреннего объема через указанное второе окно, образование указанного рециркуляционного газового потока и вход указанного рециркуляционного потока газа в указанный второй внутренний объем образуют конвективный контур. Наличие рециркуляционного/конвективного контура является средством увеличения времени нахождения (мочевины) в реакторе. Реактор, кроме того, содержит выступающий элемент, который расположен вблизи указанного первого окна и проходит от внешней поверхности указанного реактора в указанный первый внутренний объем. Второй внутренний объем нагревается за счет передачи теплоты от указанного первого потока газа к указанному корпусу реактора. Нагрев второго внутреннего объема является достаточным для превращения водного раствора мочевины в пары аммиака при отсутствии необходимости в подводе дополнительной тепловой энергии.

В другом воплощении настоящее изобретение направлено на обеспечение системы ввода паров аммиака в поток отходящего газа, включающей в себя NOx, содержащей: (а) реактор для превращения мочевины в аммиак, такой, как описано здесь; (b) поток водного раствора мочевины, непрерывно вводимый в указанный входной патрубок для водного раствора мочевины; (c) первый поток, содержащий нагретый газ, непрерывно поступающий в указанное впускное отверстие для потока газа и обтекающий, по меньшей мере, часть указанного корпуса реактора; (d) второй поток, содержащий главным образом указанные пары аммиака, при этом указанный второй поток выходит через указанное первое отверстие; (e) третий поток, содержащий смесь указанного нагретого газа и паров аммиака, при этом указанный третий поток выходит через указанное выпускное отверстие для потока газа; и (f) отверстие для ввода указанного третьего потока в четвертый поток, содержащий указанный поток отходящего газа, содержащий NOx, причем указанное отверстие расположено выше по потоку от катализатора SCR.

Согласно другому воплощению настоящее изобретение обеспечивает способ

получения паров аммиака, включающий: (а) обтекание нагревающим байпасным потоком дымового газа, по меньшей мере, части реактора для конвективного нагрева указанного реактора, по меньшей мере, до примерно 700°F; (б) инжектирование водного раствора мочевины в указанный нагретый реактор, причем стадию (б) осуществляют одновременно со стадией (а); (с) термическое разложение указанного водного раствора мочевины в указанном нагретом реакторе до тех пор, пока основная часть мочевины не превратиться в пары аммиака, причем стадию (с) осуществляют одновременно со стадией (а); (д) отвод указанных паров аммиака из указанного нагретого реактора, при этом стадию (д) осуществляют одновременно со стадией (а); и (е) смешение указанных 10 отведенных паров аммиака с частью указанного нагревающего газа.

Краткое описание чертежей

Вышеуказанные и другие особенности и преимущества настоящего изобретения будут более понятны, исходя из нижеследующего подробного описания, рассмотренного вместе с сопровождающими чертежами, и поэтому будут оценены в полной мере.

15 Фиг.1а - воплощение реакторной системы для превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг.1б - последовательная схема расположения множества реакторных систем для превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением.

20 Фиг.1с - другая схема размещения множества реакторных систем для превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг.2а - трехмерное изображение реакторной сборки для превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения.

Фиг.2б - первый вертикальный вид сбоку реакторной сборки при ее использовании для парового котла первого типа.

25 Фиг.2б' - первый вертикальный вид сбоку реакторной сборки при ее использовании для парового котла второго типа.

Фиг.2с - второй вертикальный вид сбоку реакторной сборки при ее использовании для парового котла первого типа.

30 Фиг.2с' - второй вертикальный вид сбоку реакторной установки при ее использовании для парового котла второго типа.

Фиг.2д - вид сверху реакторной сборки при ее использовании для парового котла первого типа.

Фиг.2д' - вид сверху реакторной сборки при ее использовании для парового котла второго типа.

35 Фиг.3а - изображение с пространственным разделением элементов реакторной сборки для превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением.

Фиг.3а' - другое воплощение изобретения без козырька и соответствующего окна.

Фиг.3б - трехмерное изображение реакторной сборки для превращения мочевины в пары аммиака в сборе в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения.

40 Фиг.3б' - другое воплощение изобретения без козырька и соответствующего окна.

Фиг.3с - вертикальный вид в продольном разрезе воплощения реакторной сборки для превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением для случая использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

45 Фиг.3с' - вертикальный вид в продольном разрезе воплощения реакторной сборки для превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением для случая использования реакторной сборки для парового котла второго типа.

Фиг.3с'' - другое воплощение изобретения без козырька и соответствующего окна.

Фиг.3д - вид сверху крышки проточного кожуха для воплощения реакторной сборки

превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением для случая использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

Фиг.3d' - вид сверху крышки проточного кожуха для воплощения реакторной системы превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением для случая использования реакторной сборки для парового котла второго типа.

Фиг.3e - второй вид сверху крышки проточного кожуха для воплощения реакторной сборки превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением для случая использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

Фиг.3e' - второй вид сверху крышки проточного кожуха для воплощения реакторной сборки для превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением для случая использования реакторной сборки для парового котла второго типа.

Фиг.4a - трехмерное изображение корпуса реактора в сборе.

Фиг.4a' - другое воплощение изобретения без козырька и соответствующего окна.

Фиг.4b - изображение с пространственным разделением элементов корпуса реактора.

Фиг.4b' - другое воплощение изобретения без козырька и соответствующего окна.

Фиг.4c - вертикальный вид сбоку в разрезе корпуса реактора в случае использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

Фиг.4c' - вертикальный вид сбоку в разрезе корпуса реактора в случае использования реакторной сборки для парового котла второго типа.

Фиг.4c'' - другое воплощение изобретения без козырька и соответствующего окна.

Фиг.4d - вертикальный вид первой панели корпуса реактора в случае использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

Фиг.4d' - вертикальный вид первой панели корпуса реактора в случае использования реакторной сборки для парового котла второго типа.

Фиг.4d'' - другое воплощение изобретения без козырька и соответствующего окна.

Фиг.4e - вертикальный вид второй панели корпуса реактора в случае использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

Фиг.4e' - вертикальный вид второй панели корпуса реактора в случае использования реакторной сборки для парового котла второго типа.

Фиг.4e'' - другое воплощение изобретения без козырька и соответствующего окна.

Фиг.4f - вид сверху корпуса реактора в сборе в случае использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

Фиг.4f' - вид сверху корпуса реактора в сборе в случае использования реакторной сборки для парового котла второго типа.

Фиг.4g - вид сверху корпуса реактора в сборе при его размещении в проточном кожухе в случае использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

Фиг.4g' - вид сверху корпуса реактора в сборе при его размещении в проточном

кожухе в случае использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

Фиг.5a - трехмерное изображение верхней крышки.

Фиг.5b - трехмерное изображение нижней части верхней крышки.

Фиг.5c - вертикальный вид в разрезе сборной конструкции, включающей инжектор и крышку, в случае использования реакторной сборки для парового котла первого

типа.

Фиг.5c' - вертикальный вид в разрезе сборной конструкции, включающей инжектор и крышку, в случае использования реакторной сборки для парового котла второго типа.

Фиг.5d - вид с нижней стороны сборной конструкции, включающей инжектор и крышку, в случае использования реакторной сборки для парового котла первого типа.

Фиг.5d' - вид с нижней стороны сборной конструкции, включающей инжектор и крышку, в случае использования реакторной сборки для парового котла второго типа.

5 Фиг.6 - схематическое представление байпасного потока и потока газа, содержащего пары аммиака, при прохождении внутри реактора и через корпус реактора.

Фиг.7 - общее направление течения байпасного потока дымовых газов через кожух в соответствии с одним воплощением изобретения.

Фиг.8 - вид в разрезе кожуха с размещенным в нем корпусом реактора,

10 иллюстрирующий течение байпасного потока дымовых газов и паров аммиака в плоскости, в которой находится впускное отверстие для потока газа и выпускное отверстие для потока газа в соответствии с одним воплощением изобретения.

15 Фиг.9a - вид в разрезе кожуха с размещенным в нем корпусом реактора, иллюстрирующий течение байпасного потока дымовых газов и паров аммиака в плоскости, в которой находится впускное отверстие для потока газа в соответствии с одним воплощением изобретения.

20 Фиг.9b - вид в разрезе кожуха с размещенным в нем корпусом реактора, иллюстрирующий течение байпасного потока дымовых газов и паров аммиака в плоскости, в которой находится выпускное отверстие для потока газа в соответствии с одним воплощением изобретения.

Фиг.10 - блок-схема, иллюстрирующая порядок осуществления основных действий и операций для одного воплощения изобретения.

Осуществление изобретения

Несмотря на то, что настояще изобретение может быть воплощено во многих 25 различных формах, в целях лучшего понимания основных идей изобретения далее будут рассмотрены воплощения, иллюстрированные на чертежах, и для описания будут использованы формулировки, учитывающие специфику этих воплощений. При этом будет понятно, что описание и чертежи не предназначены для ограничения изобретения. Специалисту в области техники, к которой относится настояще изобретение, понятно, 30 что в описанных ниже воплощениях могут быть произведены любые изменения и новые модификации, и могут быть другие случаи применения раскрытых здесь основных принципов изобретения.

На фиг.1 представлена реакторная система 100 для превращения мочевины в пары аммония в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения. Система 100 35 содержит корпус мочевинного реактора (не показан), заключенный в байпасный проточный кожух 105, в который в одном воплощении поступает вторичный поток 112 дымовых газов, отделенный от основного потока 115 дымовых газов в точке 110 разделения потоков. Основной поток 115 дымового газа выходит из установок, в которых сжигают ископаемое топливо, углеводородное топливо. К числу таких 40 установок могут относиться паровые котлы, газотурбинные двигатели, двигатели внутреннего сгорания (ДВС), камеры сгорания или другие установки, в которых происходит сжигание ископаемого, углеводородного топлива, или любого другого топлива, в результате которого получают продукты сгорания, содержащие оксиды азота, что очевидно для специалистов в данной области техники. Следует также 45 отметить, что система 100, соответствующая настоящему изобретению, не ограничена применением для горячих дымовых/отходящих газов, полученных при сжигании топлива, и может быть использована в любых возможных случаях использования процесса селективного каталитического восстановления (SCR) для восстановления NOx. В

илюстративных целях настоящее изобретение описано здесь со ссылкой на паровые котлы, однако системы и способы согласно настоящему изобретению могут быть в равной степени использованы с любой другой системой, в которой или сжигают ископаемое топливо, углеводородное топливо, или биотопливо для производства газов сгорания, или же необязательно производят дымовые/отходящие газы в результате сжигания, но используют процесс SCR для восстановления NOx.

Таким образом, в одном воплощении основной поток 115 дымовых газов продуктов сгорания выходит из парового котла 125, в котором сжигается топливо 130 с получением газов сгорания/дымовых газов, содержащих оксиды азота (NOx). Указанные дымовые газы 115 обычно используют для нагревания воды, протекающей через большое количество теплообменных труб 127, прежде чем эти дымовые газы выбрасываются в атмосферу после предварительной очистки при прохождении через реактор 135 селективного каталитического восстановления (SCR) так, как это хорошо известно специалистам в данной области техники. Водный раствор мочевины инжектируют, в распыленном или не

распыленном виде, непосредственно внутрь корпуса реактора, окруженного байпасным проточным кожухом 105, с помощью инжектора 120 мочевины. Байпасный проточный кожух 105 обеспечивает обтекание вторичным потоком 112 дымовых газов окруженного кожухом корпуса реактора, при этом инжектируемый водный раствор мочевины превращается в пары аммиака, после чего полученная газообразная смесь из аммиака, его побочных продуктов и вторичного потока дымовых газов вновь объединяется с основным потоком 115.

В процессе работы x объем.% (например, в интервале от 1% до 5% от объема основного потока дымовых газов) вторичного потока 112 дымового газа поступает в байпасный проточный кожух 105 для взаимодействия с распыленной или нераспыленной мочевиной, которая после достижения равновесных условий имеет температуру, близкую к температуре вторичного потока 112. На величину скорости ввода вторичного потока 112 дымовых газов в проточный кожух 105 оказывают влияние такие факторы, как тип и размеры парового котла, паропроизводительность парового котла и вид используемого топлива. Специалистам в данной области техники будет понятно, что при поступлении вторичного потока 112 в байпасный проточный кожух 105 расход/скорость потока уменьшается. Так в одном воплощении байпасный проточный кожух 105 создает индивидуальный и, как правило, иной характер течения газа по сравнению с потоком вне этого кожуха. Этот характер течения, характеризующийся более медленной скоростью газа, имеет преимущество в том, что при наличии достаточно горячего входящего вторичного газового потока 112 обеспечивается необходимое время пребывания вторичного потока в кожухе, для того чтобы распыленная или нераспыленная мочевина превратилась в пары аммиака и побочные продукты в установившемся режиме. Одним из путей увеличения указанного времени пребывания вторичного потока является создание контура рециркуляции/конвекции, который дополнительно обеспечивает эффективное превращение мочевины в аммиак. Для того чтобы обеспечить достаточный нагрев корпуса реактора (размещенного внутри байпасного проточного кожуха 105), предпочтительно температура вторичного потока 112 дымовых газов находится в интервале от 700°F до 950°F. При этом указанное время нахождения вторичного потока в кожухе составляет от 0,5 до 5 секунд. Специалисты в данной области техники должны обратить внимание, что преимущество обеспечения необходимого времени пребывания вторичного потока, достигаемое системой 100, соответствующей настоящему изобретению, может быть выгодно использовано не

только для газификации водного раствора мочевины, например, в рассматриваемом воплощении, но и для эффективной газификации других текучих сред, таких как водный раствор аммиака и гидроксилсодержащие органические соединения в альтернативных воплощениях.

- 5 Хотя фиг.1а иллюстрирует использование реакторной системы 100 для превращения мочевины в пары аммиака, соответствующей настоящему изобретению, содержащей единственную ступень, специалистам должно быть понятно, что в соответствии с одним аспектом настоящего изобретения, иллюстрируемым на фиг.1б, множество систем 100 может быть соединено последовательно с образованием каскадной схемы так, что
- 10 смесь паров аммиака и вторичных дымовых газов, выходящих из первой ступени 141, образует входящий поток во вторую ступень 142 и так далее. Таким образом, альтернативные воплощения включают в себя систему 100, соединенную в виде множества ступеней. На фиг.1с представлена еще одна схема соединения множества систем 100 в соответствии с другим воплощением настоящего изобретения. В этом
- 15 воплощении множество систем 100, таких как первая 141 и вторая 142, показанные на фиг.1с, используют таким образом, что каждая система 100 принимает независимый объем вторичного потока 112 дымовых газов, поступающий из точек 110 разделения, а полученную смесь газообразного аммиака и дымовых газов, выходящую из каждой из первой и второй систем 141 и 142, направляют обратно в основной поток 115 дымовых
- 20 газов.

Специалисты в данной области техники должны принимать во внимание, что в соединительных трубопроводных линиях для создания и поддерживания желаемой величины расхода газов, протекающих через множество ступеней системы 100, используют вентиляторы/воздуходувки. В соответствии с фиг.1а в одном воплощении 25 полученную в проточном кожухе 105 смесь аммиака и дымовых газов вводят в основной поток 115 дымовых газов с помощью воздуходувки (не показана) вблизи от реактора 135 SCR. В одном воплощении смесь аммиака и дымовых газов направляют к решетке инжектирования аммиака, размещенной выше по потоку от реактора 135 SCR. В другом воплощении в байпасных соединительных трубопроводах ниже по потоку от установки 30 100 устанавливают статический смеситель для дополнительного надлежащего перемешивания паров аммиака с вторичным потоком дымовых газов. В одном воплощении с помощью воздушного вентилятора или цехового компрессора создают воздушный поток в целях охлаждения форсунки инжектора мочевины, а также для обеспечения уплотнительного воздуха с тем, чтобы предотвратить обратное течение 35 горячей текучей среды к форсунке. Кроме того, местоположение точки (точек) 110 разделения приспосабливают к конкретным условиям, и оно зависит от типа используемого парового котла и температуры продуктов сгорания в различных точках. В одном воплощении точка (точки) 110 разделения располагается в пределах газоходов парового котла и предпочтительно выше по потоку от экономайзера, если он 40 используется.

На фиг.2а представлено трехмерное изображение реакторной сборки 200 в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения. Фиг.2б и фиг.2с отображают вертикальные виды сбоку, а на фиг.2д показан вид сверху реакторной сборки 200. Все эти фигуры отображают иллюстративные размеры (габариты) в 45 соответствии с одним воплощением настоящего изобретения для случая использования реакторной сборки 200 для парового котла первого типа. Подобным образом фиг.2б' и фиг.2с' отображают вертикальные виды сбоку, а на фиг.2д' показан вид сверху реакторной сборки 200. Фиг.2б', фиг.2с' и фиг.2д' отображают иллюстративные размеры

в соответствии с другим воплощением настоящего изобретения для случая использования сборной конструкции 200 для парового котла второго типа. На всех указанных выше фигурах одинаковые элементы конструкции обозначены одинаковыми ссылочными номерами позиций, реакторная сборка 200 содержит проточный кожух 205, который 5 имеет впускное отверстие 207, которое позволяет вторичному потоку 208 дымовых газов поступать в реакторную сборку, и выпускное отверстие 209, которое позволяет смеси паров аммиака и вторичных дымовых газов выходить из реакторной сборки 200. Как видно на фиг.2с и фиг.2с', корпус 215 реактора для превращения мочевины размещен 10 внутри проточного кожуха 205. Мочевину вводят в корпус 215 реактора с помощью инжектора 220 мочевины, который в одном воплощении прикреплен к верхней крышке 225 проточного кожуха 205. Инжектор 220 содержит трехходовой клапан, установленный непосредственно выше по потоку от места ввода водного раствора мочевины в корпус 215 реактора. В одном воплощении инжектор 220 мочевины 15 инжектирует распыленный или нераспыленный раствор мочевины внутрь корпуса 215 реактора сверху, используя тем самым действие гравитации. Однако в альтернативном воплощении подачу мочевины производят сбоку или снизу проточного кожуха 205.

В одном воплощении впускное и выпускное отверстия 207, 209 имеют трубчатые продолжения 211, 212 соответственно, которые выступают наружу из соответствующих отверстий и служат для облегчения соединения указанных отверстий с входным и 20 выходным байпасными трубопроводами (не показаны) при подключении реакторной сборки 200 для приема байпасного вторичного потока дымовых газов, отведенных из парового котла. Через нижнюю крышку 235 проточного кожуха 205 проходит дренажная (сливная) трубка 230.

Геометрические размеры элементов реактора зависят от различных факторов, таких 25 как, например, тип парового котла, производительность парового котла, количества аммиака, которое следует произвести в качестве реагента для каталитического восстановления отводимых из парового котла дымовых газов, загрязняющих окружающую среду, величина расхода дымовых газов, температура дымовых газов, величина расхода и состав водного раствора мочевины, подаваемой в реактор. В одном 30 воплощении отношение длины к внешнему диаметру проточного кожуха 205 составляет порядка 2,5 и может изменяться в интервале от 2 до 4 в зависимости от вышеуказанных факторов. Например, проточный кожух 205, показанный на фиг.2б'-фиг.2д', имеет большие размеры (примерная длина 1067 мм и внешний диаметр 457 мм при отношении длины к внешнему диаметру, равном 2,33), при большем диаметре впускного и 35 выпускного отверстий 207, 209 соответственно, чем размеры проточного кожуха (примерная длина 762 мм и внешний диаметр 305 мм при отношении длины к внешнему диаметру, равном 2,5) на фиг.2б-фиг.2д, соответствующих второму типу парового котла, который относительно больше, чем паровой котел первого типа.

На фиг.3а представлено изображение с пространственным разделением элементов 40 конструкции, а на фиг.3б - трехмерное изображение в сборе одного воплощения реакторной сборки 300 для превращения мочевины в пары аммиака в соответствии с настоящим изобретением. Фиг.3с отображает вертикальный продольный разрез, фиг.3д - вид в сверху, фиг.3е - второй вид сверху проточного кожуха, все эти фигуры демонстрируют иллюстративные геометрические размеры, соответствующие одному 45 воплощению настоящего изобретения для случая использования реакторной сборки 300 для превращения мочевины в пары аммиака для парового котла первого типа. Специалистам в данной области техники должно быть понятно, что такие размеры никаким образом не ограничивают изобретение и изменяются, по меньшей мере, в

соответствии с типом парового котла или требованием к способности превращения мочевины в пары аммиака.

Фиг.3с' отображает вертикальный продольный разрез, фиг.3д' - вид в сверху и фиг.3е' - второй вид сверху проточного кожуха, все эти фигуры демонстрируют иллюстративные 5 геометрические размеры, соответствующие другому воплощению настоящего изобретения для случая использования реакторной сборки 300 для превращения мочевины в пары аммиака для парового котла второго типа.

Приведенное ниже описание относится одновременно к фиг.3а - фиг.3с и фиг.3с', на которых одинаковые элементы конструкции обозначены одинаковыми номерами 10 позиций. Проточный кожух 305 в одном воплощении представляет собой вертикальное цилиндрическое тело с круговым поперечным сечением, имеющее глухое днище 335 со сквозным отверстием 328, через которое проходит дренажная трубка 330 корпуса реактора, и открытый верх. На увеличенном изображении 365 отверстия 328 показана дренажная трубка 330, прикрепленная верхним концом к днищу 350 корпуса 315 15 мочевинного реактора, а конец 331 дренажной трубы пропущен через отверстие 328 и входит в соединительный элемент 332 для слива. В указанный соединительный элемент 332 слива ввинчена сливная пробка 334, которая действует в качестве запорного клапана.

Верхнее отверстие 345 проточного кожуха 305 имеет круговой фланец 347 для 20 крепления к нему верхней крышки 325 с помощью множества болтов и гаек 348. Фиг.3д, 20 3е и 3д', 3е', относящиеся к реакторной сборке 300, используемой для парового котла первого типа и второго типа соответственно, показывают круговое расположение болтов и гаек 348 в соответствии с одним воплощением. Кроме того, показано 25 увеличенное изображение 370 части верхней крышки 325, прикрепленной к фланцу 347 с помощью болта и гайки 348. Между фланцем 347 и крышкой 325 размещена уплотнительная прокладка 349 для обеспечения герметичности болта и гайки 348 и 25 надлежащего уплотнения прилегающих поверхностей. Фланец 347 установлен наверху проточного кожуха 305 вокруг его верхнего отверстия 345.

В соответствии с одним воплощением корпус 315 реактора, соответствующий 30 настоящему изобретению, выполнен из трех боковых панелей 340, образующих треугольное поперечное сечение. Однако в альтернативных воплощениях корпус 315 35 реактора имеет круговое поперечное сечение, квадратное сечение, прямоугольное сечение или любое другое подходящее поперечное сечение, что может быть очевидным для специалистов в данной области техники. Корпус 315 мочевинного реактора размещен внутри проточного кожуха 305 так, чтобы он был полностью заключен внутри этого 35 проточного кожуха 305. Внизу корпус 315 реактора прикреплен к листу 335 днища кожуха, в то время как сверху корпус 315 реактора зафиксирован с помощью стыковочного элемента - стакана 355, который находится на верхней крышке 325 снизу (увеличенное изображение фиксированного положения показано позицией 375), при этом форма и размеры указанного стакана обеспечивают образование приемного 40 отверстия для удерживания корпуса 315 реактора при установке верхней крышки 325 над верхним отверстием 345 проточного кожуха 305. Верхняя крышка 325, кроме того, содержит центрально расположенное сквозное отверстие 360 для удерживания в 45 фиксированном положении интегрированной сборной конструкции 320 инжектора и обеспечения ввода мочевины в корпус 315 реактора.

На фиг.4а представлено трехмерное изображение в сборе, а на фиг.4б покомпонентное изображение корпуса 415 реактора в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения. На фиг.4с показан вертикальный вид сбоку в разрезе корпуса реактора, на фиг.4д и фиг.4е - вертикальные виды первой и второй панели соответственно, на

фиг.4f и фиг.4g - виды в плане сверху. Все указанные фигуры отображают иллюстративные геометрические размеры в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения для случая, когда корпус 415 реактора в сборе используется для парового котла первого типа. Специалистам в данной области техники понятно, что эти размеры никаким образом не ограничивают изобретение и изменяются, по меньшей мере, в соответствии с типом используемого парового котла. Так, на фиг.4c' показан вертикальный вид сбоку в разрезе корпуса реактора, на фиг.4d' и фиг.4e' - вертикальные виды первой и второй панели соответственно, на фиг.4f и фиг.4g' - виды в плане сверху, причем все фигуры отображают иллюстративные геометрические размеры в соответствии с другим воплощением настоящего изобретения для случая, когда корпус 415 реактора в сборе используется для парового котла второго типа. Приведенное ниже описание относится одновременно к фиг.4a-фиг.4g и фиг.4c'-фиг.4g', на которых одинаковые элементы конструкции обозначены одинаковыми номерами позиции. Корпус 415 реактора содержит три панели, а именно первую панель 471, вторую панель 472 и третью панель 473; нижнюю панель 474 с центральным цилиндрическим дренажным отверстием 493; внутренние уголки 475 для трех панелей и дренажную трубку 430. В первой панели 471 имеется окно 476 и ниже - два дополнительных узких окна 478. К панели 471 над окном 476 прикреплен козырек 479 так, что он закрывает только некоторую часть окна 476 вдоль продольной оси, но нависает так, что полностью перекрывает ширину окна 476.

Согласно одному воплощению настоящего изобретения три панели 471, 472, 473 имеют одинаковую высоту «h». Панели 472 и 473 имеют одинаковую ширину «w2», которая больше ширины «w1» первой панели 471. Кроме того, вторая и третья панели 472 и 473 имеют внизу вырезы 480 и отогнутые кромки 482 с отверстиями 483 в них. В панели 471 при необходимости также может быть удален участок нижней части, чтобы обеспечить проход для дымовых газов. Нижняя панель 474 выполнена со срезанными углами для размещения панели внутри уголков 475. Фиг.4f и фиг.4f' отображают вид сверху корпуса 415 реактора, в котором три панели 471, 472 и 473 присоединены к нижней панели 474 с тремя углами с помощью внутренних уголков 475 для панелей. Увеличенное изображение 490 показывает, каким образом внутренний уголок 475 используется для соединения любых двух панелей. Дренажная трубка 430 соединяет дренажное отверстие 493 нижней панели 474 с отверстием, высверленным в днище 435 проточного кожуха 405. Как показано на увеличенном изображении 495 на фиг.4g и фиг.4g', корпус 415 реактора опирается на верхнюю поверхность днища 435 проточного кожуха 405 и может быть прикреплен к нему с помощью крепежных элементов, размещенных в отверстиях 483 отогнутых кромок 482 второй и третьей панелей 472, 473.

Возвращаясь вновь к фиг.4f и фиг.4f', следует отметить, что специалисты в данной области техники должны обратить внимание на то, что в одном воплощении настоящего изобретения корпус 415 реактора размещен внутри проточного кожуха 405 таким образом, что вершина 492 уголка на линии пересечения второй и третьей панелей 472, 473 направлена в сторону впускного отверстия 407 для дымовых газов. В результате первая панель (в которой выполнено окно 476 и два узких окна 478) обращена к выпускному отверстию проточного кожуха 405.

Такое расположение панелей и, следовательно, расположение корпуса 415 реактора относительно впускного и выпускного отверстий проточного кожуха 405 вместе с расположением окна 476 и козырька 479 относительно выпускного отверстия является предпочтительным, поскольку обеспечивает необходимое время нахождения

инжектированной мочевины для того, чтобы она была путем косвенного теплообмена в достаточной степени нагрета дымовыми газами для превращения в пары аммиака. Таким образом, при входе вторичных дымовых газов в проточный кожух 405 через впускное отверстие 407 они набегают на угол 492, при этом разделяются по двум 5 направлениям вдоль второй и третьей панелей 472, 473 и достигают расположенной напротив первой панели 471. Когда дымовые газы огибают вершины углов, образованных панелями 472 и 471 и 473 и 471, перед выходом из проточного кожуха 405 через выпускное отверстие 309, такое течение потока газа формирует условия для создания перепада давления вблизи двух узких окон 478, из которых постоянно 10 отводится текучая среда - аммиак, полученный из мочевины, испаренной внутри корпуса реактора, которая затем увлекается двумя указанным потоками дымовых газов. Хотя газообразная смесь аммиака и дымовых газов предварительно собирается для выхода из проточного кожуха 405 реактора через выпускное отверстие 309, небольшая часть 15 указанных газов задерживается козырьком 479 и понуждается к проникновению внутрь корпуса 415 реактора через окно 476.

Описанная выше схема течения дымовых газов, кроме того, позволяет осуществить надлежащий прямой нагрев всех трех панелей корпуса 415 реактора, а также создать между корпусом 415 реактора и проточным кожухом 405 контур циркуляции за счет конвекции для подвода дополнительной тепловой энергии с тем, чтобы обеспечить 20 превращение капель распыленной мочевины (или нераспыленной мочевины), инжектированной в корпус сверху, в пары аммиака и другие побочные продукты.

Создание контура конвективной циркуляции, а также регулирование скорости потока дымовых газов, проходящих через проточный кожух 405, помимо того, обеспечивает более чем достаточную продолжительность времени их пребывания внутри корпуса 25 реактора для превращения мочевины в пары аммиака. В одном воплощении единственным источником тепловой энергии, необходимым для превращения водного раствора мочевины в аммиак, является тепловая энергия, или теплота, содержащаяся во входящем потоке дымовых газов.

На фиг.6 показан контур конвекции, созданный с помощью и внутри реактора 615. 30 Реакционный газ 687 объединяется с рециркуляционным газом 686 с образованием результирующего газового потока 689, который выходит из реактора через первое окно 678 реактора. Первая часть результирующего газового потока 689 выходит из системы в качестве отводимого из реактора газа 696, в то время как вторая часть результирующего потока 689 газа возвращается в качестве рециркуляционного газа 35 686 обратно в реактор 615 через второе окно 676 реактора. Следует принимать во внимание, что термины «первый» и «второй» при их использовании для обозначения одинаковых элементов, таких как окна в корпусе реактора, используются только для показа отличия или различия между двумя элементами, а не порядка их размещения, общего необходимого количества элементов или их необходимой последовательности. 40 Соответственно, термины «первый» и «второй» при упоминании двух окон в корпусе реактора могут быть использованы взаимозаменяемым образом.

Обращаясь вновь к фиг.3с и фиг.3с', необходимо отметить, что козырек 379 размещен таким образом, что находится несколько ниже центральной оси 301 выпускного отверстия 309 так, что смесь паров аммиака и дымовых газов, вытекающих из 45 нижерасположенных окон, не выходит беспрепятственно прямо через выпускное отверстие 309. Следует принимать во внимание, что это определенное взаимное расположение, хотя и является выгодным, никаким образом не является ограничивающим, и, следовательно, альтернативные воплощения могут иметь иное

расположение корпуса реактора по отношению к впускному и выпускному отверстиям проточного кожуха, без выхода за пределы объема настоящего изобретения.

На фиг.5а представлено трехмерное изображение верхней крышки 525, содержащей центрально просверленное сквозное отверстие 560, через которое проходит впускная 5 труба 506 сборной конструкции 520 инжектора мочевины. На фиг.5б представлено трехмерное изображение нижней части верхней крышки 525. Нижняя часть крышки 525 выполнена с круговой теплоизоляционной футеровкой 510, как показано на фиг.5с, иллюстрирующей вертикальный вид в разрезе верхней крышки 525. К нижней 10 поверхности крышки с помощью металлического диска присоединен теплоизоляционный слой толщиной Т и диаметром «d2». Верхняя крышка 525, кроме того, снабжена патрубком 507 для ввода в корпус 415 реактора измерительных инструментов, обеспечивающих непрерывный контроль рабочих параметров, таких как температура и давление, а также веществ, находящихся внутри корпуса 415 реактора.

На фиг.5д представлен вид снизу в разрезе сборной конструкции 500, включающей 15 крышку и инжектор, и верхней части корпуса 415 реактора. Фиг.5с и фиг.5д отображают иллюстративные размеры в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения, в котором указанную сборную конструкцию 500 используют для парового котла первого типа. Специалистам в данной области техники должно быть понятно, что эти 20 размеры никаким образом не являются ограничивающими и изменяются, по меньшей мере, в соответствии с типом парового котла.

Так, на фиг.5с' представлен вертикальный вид в разрезе, в то время как на фиг.5д' - вид снизу в разрезе сборной конструкции 500, включающей крышку и инжектор, и верхней части корпуса 415 реактора. Обе указанные фигуры отображают иллюстративные размеры в соответствии с другим воплощением настоящего 25 изобретения, в котором указанную сборную конструкцию 500 используют для парового котла второго типа.

Приведенное ниже описание относится одновременно к фиг.5с, 5д и 5с', 5д', на которых одинаковые элементы конструкции обозначены одинаковыми номерами позиции. Как показано на фиг.5с и фиг.5с', отображающих вертикальный вид в разрезе сборной 30 конструкции 500, включающей инжектор и крышку, диаметр «d2» круговой изоляционной футеровки 510 немного меньше внутреннего диаметра «d0» проточного кожуха 505, в то время как диаметр «d1» крышки 525 равен диаметру фланца 547 проточного кожуха 505. Когда сборная конструкция 500, включающая крышку и инжектор, зафиксирована на проточном кожухе 505, круговая изоляционная футеровка 35 510 размещена внутри проточного кожуха 505, а крышка 525 установлена поверх фланца 547 с использованием уплотнительной прокладки 549. Уплотнительная прокладка между крышкой и фланцем обеспечивает уплотнение соседних поверхностей, когда крышку 525 присоединяют к фланцу 547 с помощью множества болтов и гаек. Как показано на фиг.5б, 5д и 5д', вокруг отверстия 560 размещен стакан 555, 40 прикрепленный к нижней поверхности круговой изоляционной футеровки 510 вокруг отверстия 560. В одном воплощении стакан 555 имеет сечение треугольной формы и служит для размещения в нем верхней части корпуса 515 реактора, который в одном воплощении имеет треугольное поперечное сечение. На фиг.5д и фиг.5д' более наглядно показан корпус 515 реактора, имеющий треугольное поперечное сечение, 45 зафиксированный в отверстии, образованном стаканом 555 трехгранной формы. Специалистам в данной области техники будет понятно, что в альтернативных воплощениях форму стакана приспосабливают к форме поперечного сечения корпуса 515 реактора.

На фиг.7 показано общее направление течения байпасного потока 701 дымового газа через кожух 707, вмещающий реактор для превращения мочевины в пары аммиака (не показан). Первый газовый поток 703 (например, байпасный поток дымового газа, отведенный от основного потока дымового газа) поступает в кожух (или камеру) 702 5 через впускное отверстие 704 для газового потока, проходит поперек кожуха и при этом смешивается сарами аммиака, а результирующая смесь выходит из кожуха через выпускное отверстие 705 для потока газа в виде, например, третьего газового потока 711. В предпочтительных воплощениях, по меньшей мере, одна стенка 708 кожуха образует первый внутренний объем 710 между впускным и выпускным отверстиями 10 для газового потока. В определенных воплощениях стенка 708 кожуха выполнена цилиндрической, ограничивает первый внутренний объем и образует его вместе с первым торцом 706 кожуха и вторым торцом 707 кожуха. В других воплощениях стенка имеет сферическую, кубическую или подобную форму. Предпочтительно первый торец 706 находится ближе к впускному отверстию для газового потока (по отношению к 15 указанному выпускному отверстию для газового потока).

На фиг.8 представлен вид в разрезе кожуха 801, который вмещает в себя реактор 800, содержащий корпус 830 реактора. На указанной фигуре показаны траектории течения байпасного потока дымового газа 810 и паров 812 аммиака, причем показаны в плоскости, в которой находится впускное отверстие 804 и выпускное отверстие 805 20 для газового потока в соответствии с одним воплощением изобретения.

На фиг.9а показан вид в поперечном разрезе кожуха 801 с размещенным в нем корпусом 830 реактора и показаны траектории течения байпасного потока 811 дымового газа и паров 913 аммиака в плоскости, в которой находятся впускное отверстие 804 25 для газового потока, в соответствии с одним воплощением настоящего изобретения; на фиг.9б - вид в разрезе кожуха 801 с размещенным в нем корпусом 830 реактора и направление течения смеси бокового потока дымовых газов и паров аммиака 914 в плоскости, в которой находится выпускное отверстие 805 для потока газа, в соответствии 30 с одним воплощением изобретения.

В рассматриваемом воплощении кожух 801 образует первый внутренний объем 820.

Корпус 830 реактора содержит одну или большее количество стенок 831, которые 35 размещены друг относительно друга с образованием второго внутреннего объема 832. Стенки 831 корпуса реактора, кроме того, образуют первую внешнюю поверхность 903, обращенную в сторону первого внутреннего объема 820. Первая внешняя поверхность содержит также одно или большее число отверстий (например, в виде 40 окон), которые служат переходом между первым внутренним объемом и вторым внутренним объемом и обеспечивают сообщение между двумя этими объемами по текучей среде. Предпочтительно площадь поперечного сечения окон составляет меньше, чем приблизительно 35% от общей площади первой внешней поверхности, и более 45 предпочтительно меньше чем приблизительно 10%. В определенных воплощениях одно или большее число окон имеют каждое основное направление и неосновное направление и имеют прямоугольную форму, при этом основное направление параллельно основной оси 843 реактора. В определенных предпочтительных воплощениях одно или два окна находятся ближе к первому торцу реактора по отношению ко второму торцу реактора.

Предпочтительно, по меньшей мере, часть поверхности 903 имеет профиль, такой как угловой профиль, который создает зону 821 перепада давления между первым внутренним объемом 820 и вторым внутренним объемом 832. Местоположение, размер и ориентация зоны 831 перепада давления могут изменяться в зависимости от размеров реактора и рабочих параметров. Они могут также изменяться даже в том случае, если

реакторная система функционирует в стационарных условиях. Предпочтительно эта зона образуется и сохраняется в месте перехода или вблизи перехода между первым внутренним объемом и вторым внутренним объемом, таком как отверстие 806 (например, в месте нахождения окна). В определенных случаях эта зона представляет собой небольшую застойную зону, которая образуется в газовом потоке. На определенной поверхности благодаря изменению направления потока происходит отрыв, что создает разность давления между газовым потоком и находящейся вблизи поверхностью. Поскольку давление является силой, действующей на единицу поверхности, в случае отрыва потока устанавливается «зона обратного течения», и, следовательно, направление потока в зоне отрыва поверхности может быть охарактеризовано как «оторванное» от поверхности и как таковое образует место самого низкого давления, но не обязательно отрицательного давления (разрежения), в пределах всего кожуха. Окна спроектированы и расположены на определенных участках поверхности так, чтобы они были расположены близко к указанной зоне, и, таким образом, газы, находящиеся под давлением во втором внутреннем объеме и содержащие разложившуюся мочевину, поступают в поперечном направлении в первый внутренний объем под действием внешнего обратного газового потока (под действием увлечения). В результате текучая среда, поступающая из мочевинного реактора (второй внутренний объем) в проточный кожух (первый внутренний объем), имеет в этих условиях только одно направление.

Реактор, кроме того, содержит устройство 803 для ввода водного раствора мочевины, такое как инжектор, форсунка или тому подобное устройство, установленное в таком положении, которое обеспечивает поступление водного раствора мочевины, содержащего распыленную мочевину, во второй внутренний объем.

Впускное отверстие 804 для газового потока имеет основную ось 841, а выпускное отверстие для газового потока имеет основную ось 842. Корпус 830 реактора имеет основную ось 843, которая ортогональна указанной основной оси впускного отверстия, и предпочтительно имеет треугольный профиль 940, образованный вокруг указанной основной оси 843 реактора. Треугольный профиль 940 предпочтительно содержит переднюю вершину 941, первую вершину 942 и вторую вершину 943, которые создают гидравлическое сопротивление при их обтекании, при этом передняя вершина расположена ближе к впускному отверстию 804 для газового потока по отношению к первой и второй вершинам, создающим сопротивление. Предпочтительно, по меньшей мере, часть 944 первой внешней поверхности 903 расположена оппозитно передней вершине профиля. Используемый здесь термин «вершина» означает острую кромку, образованную пересечением поверхностей или граней предмета. В определенных предпочтительных воплощениях треугольный профиль 940 имеет равнобедренную форму, при этом передняя вершина имеет внутренний угол 946, который составляет менее 60 градусов. Предпочтительно корпус реактора имеет первый торец 851 и второй торец 852, причем указанные первый и второй торцы корпуса реактора имеют центроиды (средние точки) 904, находящиеся на основной оси 843 реактора, и первый торец 851 реактора находится ближе к впускному отверстию 804 для газового потока, а второй торец 852 реактора расположен ближе к выпускному отверстию 805 для газового потока по отношению к выпускному отверстию 804 для газового потока.

Реакторная система в соответствии с настоящим изобретением является предпочтительной тем, что она обеспечивает относительно более компактную конструкцию по сравнению с известными установками для превращения мочевины в

аммиак. Соответственно другим аспектом настоящего изобретения является реакторная система, содержащая в дополнение к конкретным вышеуказанным конструктивным признакам (с) трубопровод для основного потока дымовых газов; (д) катализатор для SCR; и (е) трубопровод для байпасного потока дымовых газов, содержащий (и) первый участок, расположенный выше по потоку от указанного впускного отверстия для газового потока и сообщающийся по текучей среде с указанным впускным отверстием для потока газа и трубопроводом для основного потока дымовых газов в первой точке, и (ii) второй участок, расположенный ниже по потоку от указанного выпускного отверстия для газового потока и сообщающийся по текучей среде с указанным выпускным отверстием для потока газа и трубопроводом для основного потока дымовых газов во второй точке, при этом указанный второй участок трубопровода для байпасного потока дымовых газов находится ниже по ходу движения потока от указанной первой точки и выше по потоку от катализатора SCR по отношению к потоку дымовых газов, протекающему через указанный трубопровод для основного потока дымовых газов; и предпочтительно линейное расстояние между указанным впускным отверстием для потока газа и указанной второй точкой меньше чем приблизительно в 40 раз превышает средний диаметр указанного трубопровода для байпасного потока, более предпочтительно меньше чем приблизительно в 30 раз, еще более предпочтительно меньше чем приблизительно в 25 раз и наиболее предпочтительно меньше чем приблизительно в 20 раз.

Способ получения паров аммиака в соответствии с изобретением может включать: (а) протекание нагревающего байпасного потока дымовых газов вокруг по меньшей мере части реактора для конвективного нагревания указанного реактора по меньшей мере до температуры приблизительно 700°F; (б) инжектирование водного раствора мочевины в указанный нагретый реактор, при этом стадию (б) осуществляют одновременно со стадией (а); (с) термическое разложение указанного водного раствора мочевины в указанном нагретом реакторе до тех пор, пока основная часть указанной мочевины не превратится в пары аммиака, при этом стадию (с) осуществляют одновременно со стадией (а); (д) отвод указанных паров аммиака из указанного нагретого реактора, при этом стадию (д) осуществляют одновременно со стадией (а); и (е) перемешивание указанных отведенных паров аммиака с частью указанного нагревающего газа.

Стадии (а), (б), (с), (д) и (е) могут быть осуществлены непрерывно.

Отвод паров аммиака из указанного нагретого реактора на стадии (д) может быть осуществлен за счет создания перепада давления между указанным протекающим нагревающим газом и парами аммиака соответственно. Указанный перепад давления может быть создан за счет обтекания указанным нагревающим газом по меньшей мере части указанного реактора. Когда указанный перепад давления создаёт за счет обтекания указанным нагревающим газом по меньшей мере части указанного реактора, по меньшей мере 99 мас. % указанной мочевины можно испарить на стадии (с).

Стадии (а), (б), (с), (д) и (е) могут быть осуществлены внутри кожуха.

Настоящее изобретение может быть осуществлено в других конкретных формах без выхода за пределы объема его существенных признаков. Описанное выше воплощение следует рассматривать во всех отношениях лишь как иллюстрирующее, а не ограничивающее изобретение. Следовательно, объем настоящего изобретения определяется приложенными пунктами формулы, а не приведенным выше описанием. Все изменения, которые входят в содержание и область эквивалентности пунктов формулы, должны быть включены в пределы их объема.

Формула изобретения

1. Реактор для превращения водного раствора мочевины в пары аммиака, содержащий:

5 (a) кожух, имеющий впускное отверстие для первого потока газа, выпускное отверстие для третьего потока газа и одну или большее количество стенок кожуха, которые образуют первый внутренний объем, находящийся между указанными впускным и выпускным отверстиями для потока газа;

10 (b) реактор, размещенный внутри указанного кожуха, при этом указанный реактор содержит:

(i) корпус, содержащий одну или большее количество стенок реактора, которые образуют второй внутренний объем и, кроме того, образуют первую внешнюю поверхность, обращенную в сторону указанного первого внутреннего объема, при этом, по меньшей мере, часть указанной первой внешней поверхности имеет такую 15 форму, которая создает зону перепада давления между указанным вторым внутренним объемом и указанным первым внутренним объемом;

20 первое окно в указанном корпусе, которое выполнено в указанной первой внешней поверхности, имеет площадь поперечного сечения, которая составляет менее чем приблизительно 35% от указанной первой внешней поверхности, и находится вблизи указанной зоны перепада давления; и

(ii) входное отверстие для водного раствора мочевины, сообщающееся по текучей среде с указанным вторым внутренним объемом.

25 2. Реактор по п.1, в котором указанное впускное отверстие для потока газа имеет основную ось, а указанный корпус имеет основную ось реактора, ортогональную указанной основной оси впускного отверстия, и имеет треугольный профиль, находящийся вокруг указанной основной оси реактора.

30 3. Реактор по п.2, в котором указанный треугольный профиль имеет переднюю вершину, первую вершину, создающую гидравлическое сопротивление, и вторую вершину,ирующую гидравлическое сопротивление, при этом указанная передняя вершина профиля находится ближе к указанному впускному отверстию для потока газа, по отношению к указанным первой и второй вершинам, создающим гидравлическое сопротивление, причем указанная первая внешняя поверхность расположена оппозитно передней вершине.

35 4. Реактор по п.3, в котором треугольный профиль выполнен равнобедренным, при этом передняя вершина образует внутренний угол, составляющий менее чем приблизительно 60 градусов, а указанная основная ось впускного отверстия делит указанную переднюю вершину пополам.

40 5. Реактор по п.1, в котором указанное выпускное отверстие для газового потока имеет основную ось, которая проходит параллельно указанной основной оси впускного отверстия, и указанное выпускное отверстие для потока газа находится ближе к указанной первой внешней поверхности по отношению к другим поверхностям указанного треугольного профиля.

45 6. Реактор по п.5, в котором указанный корпус реактора имеет первый торец и второй торец, при этом указанный первый и второй торцы имеют среднюю точку, находящуюся на указанной основной оси реактора, указанный первый торец расположен ближе к указанному впускному отверстию для потока газа по отношению к указанному выпускному отверстию для потока газа, а указанный второй торец находится ближе к указанному выпускному отверстию для потока газа по отношению к указанному

впускному отверстию для потока газа.

7. Реактор по п.6, в котором указанное первое окно имеет первое основное направление и первое неосновное направление, при этом указанное основное направление параллельно основной оси реактора и находится рядом с указанной первой вершиной, создающей сопротивление, но отделено от нее.

8. Реактор по п.7, в котором указанное первое окно находится ближе к указанному первому торцу по отношению к указанному второму торцу.

9. Реактор по п.8, дополнительно содержащий второе окно, выполненное в указанной первой внешней поверхности, при этом площадь поперечного сечения указанного

10 второго окна составляет менее чем приблизительно 35% от указанной первой внешней поверхности, второе окно имеет второе основное направление и второе неосновное направление, причем указанное основное направление проходит параллельно указанной основной оси реактора и находится рядом с указанной второй вершиной, создающей сопротивление, но отделено от нее.

15 10. Реактор по п.1, дополнительно содержащий

с. трубопровод для основного потока дымовых газов,

d. катализатор селективного каталитического восстановления (SCR); и

e. трубопровод для байпасного потока дымовых газов, имеющий

i. первый участок, находящийся выше по ходу движения потока от указанного

20 выпускного отверстия для потока газа и сообщающийся по текучей среде с указанным выпускным отверстием для потока газа и трубопроводом для основного потока дымовых газов в его первой точке; и

ii. второй участок, расположенный ниже по ходу движения потока от указанного выпускного отверстия для потока газа и сообщающийся по текучей среде с указанным

25 выпускным отверстием для потока газа и указанным трубопроводом для основного потока дымового газа в его второй точке, при этом указанный второй участок находится ниже по ходу движения потока от указанной первой точки и выше по ходу движения потока от катализатора SCR по отношению к потоку дымовых газов, проходящих через указанный трубопровод для основного потока дымовых газов.

30 11. Реактор по п.10, имеющий линейное расстояние между указанным выпускным отверстием для потока газа и указанной второй точкой, которое меньше чем в 25 раз превышает средний диаметр указанного трубопровода для байпасного потока.

12. Реактор по п.1, дополнительно содержащий

с. третье окно в указанной первой внешней поверхности, которое имеет площадь

35 поперечного сечения, которая больше площади поперечного сечения первого и второго окон, и при этом указанное третье окно отделено от указанных первого и второго окон; и

40 d. выступающий элемент, проходящий от первой внешней поверхности и размещененный в указанном первом внутреннем объеме, внешнем по отношению к указанному второму внутреннему объему, и находящийся близко к указанному третьему окну.

13. Способ получения паров аммиака, включающий:

45 а. протекание нагревающего байпасного потока дымовых газов вокруг, по меньшей мере, части реактора для конвективного нагревания указанного реактора, по меньшей мере, до температуры приблизительно 700°F;

b. инжектирование водного раствора мочевины в указанный нагретый реактор, при этом стадию (b) осуществляют одновременно со стадией (a);

c. термическое разложение указанного водного раствора мочевины в указанном

нагретом реакторе до тех пор, пока основная часть указанной мочевины не превратится в пары аммиака, при этом стадию (с) осуществляют одновременно со стадией (а);

д. отвод указанных паров аммиака из указанного нагретого реактора, при этом стадию (д) осуществляют одновременно со стадией (а); и

5 е. перемешивание указанных отведенных паров аммиака с частью указанного нагревающего газа.

14. Способ по п.13, в котором стадии (а), (б), (с), (д) и (е) осуществляют непрерывно.

15. Способ по п.14, в котором указанный отвод осуществляют за счет создания перепада давления между указанным протекающим нагревающим газом и парами

10 аммиака соответственно.

16. Способ по п.15, в котором указанный перепад давления создают за счет обтекания указанным нагревающим газом, по меньшей мере, части указанного реактора.

17. Способ по п.16, в котором, по меньшей мере, 99 мас.% указанной мочевины испаряют на стадии (с).

15 18. Способ по п.13, в котором стадии (а), (б), (с), (д) и (е) осуществляют внутри кожуха.

19. Система ввода паров аммиака в поток дымовых газов, содержащих NOx, содержащая:

а. реактор по п.1;

б. поток водного раствора мочевины, непрерывно инжектируемый в указанное

20 входное отверстие для водного раствора мочевины;

с. первый поток, содержащий нагретый газ, непрерывно втекающий в указанное впускное отверстие для потока газа, и обтекающий, по меньшей мере, часть указанного корпуса реактора;

d. второй поток, содержащий главным образом указанные пары аммиака, при этом

25 указанный второй поток протекает через указанное первое окно;

е. третий поток, содержащий смесь указанного нагретого газа и указанных паров аммиака, при этом указанный третий поток протекает через указанное выпускное отверстие для потока газа; и

f. отверстие для ввода указанного третьего потока в четвертый поток, включающий

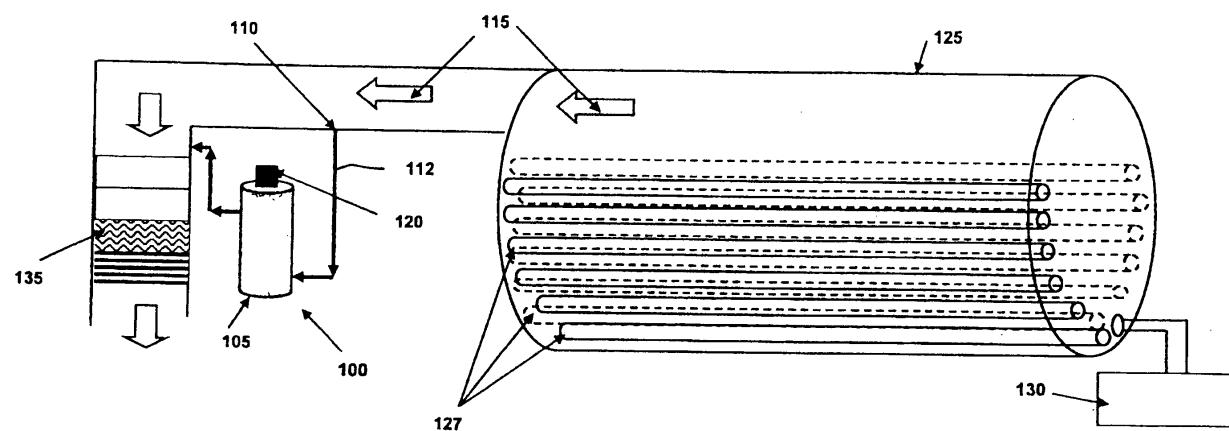
30 указанный поток дымовых газов, содержащих NOx, при этом указанное отверстие расположено выше по ходу движения потока от катализатора SCR.

20. Система по п.19, в которой указанный нагретый газ представляет собой байпасный поток, отведенный от указанного потока дымовых газов выше по ходу движения потока от указанного отверстия для ввода третьего потока в четвертый поток.

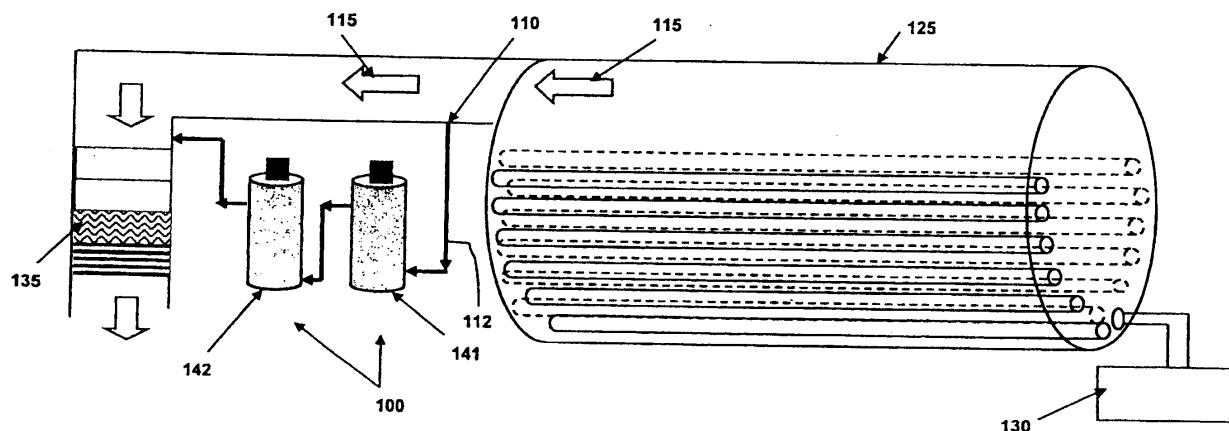
35

40

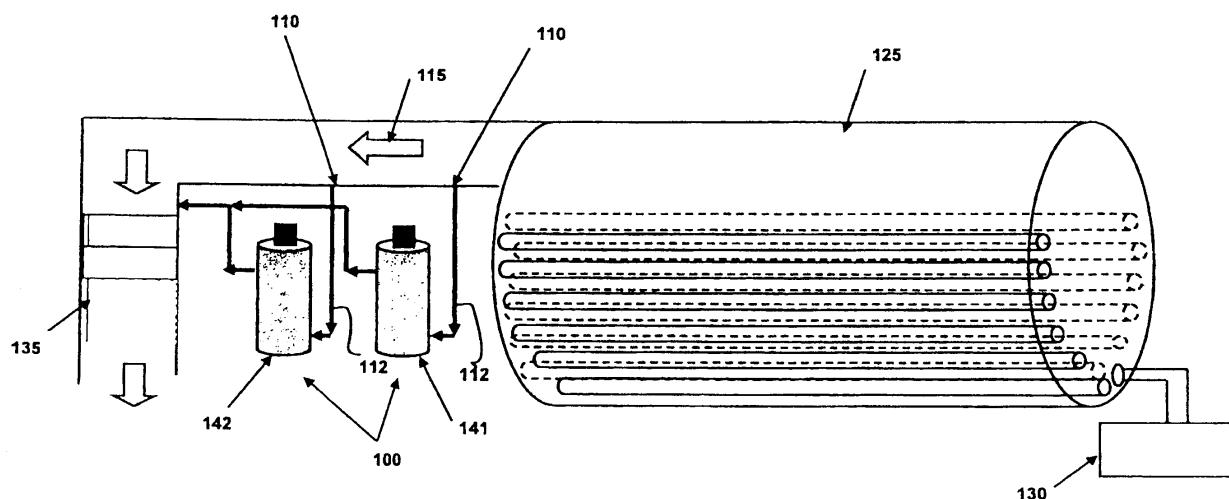
45



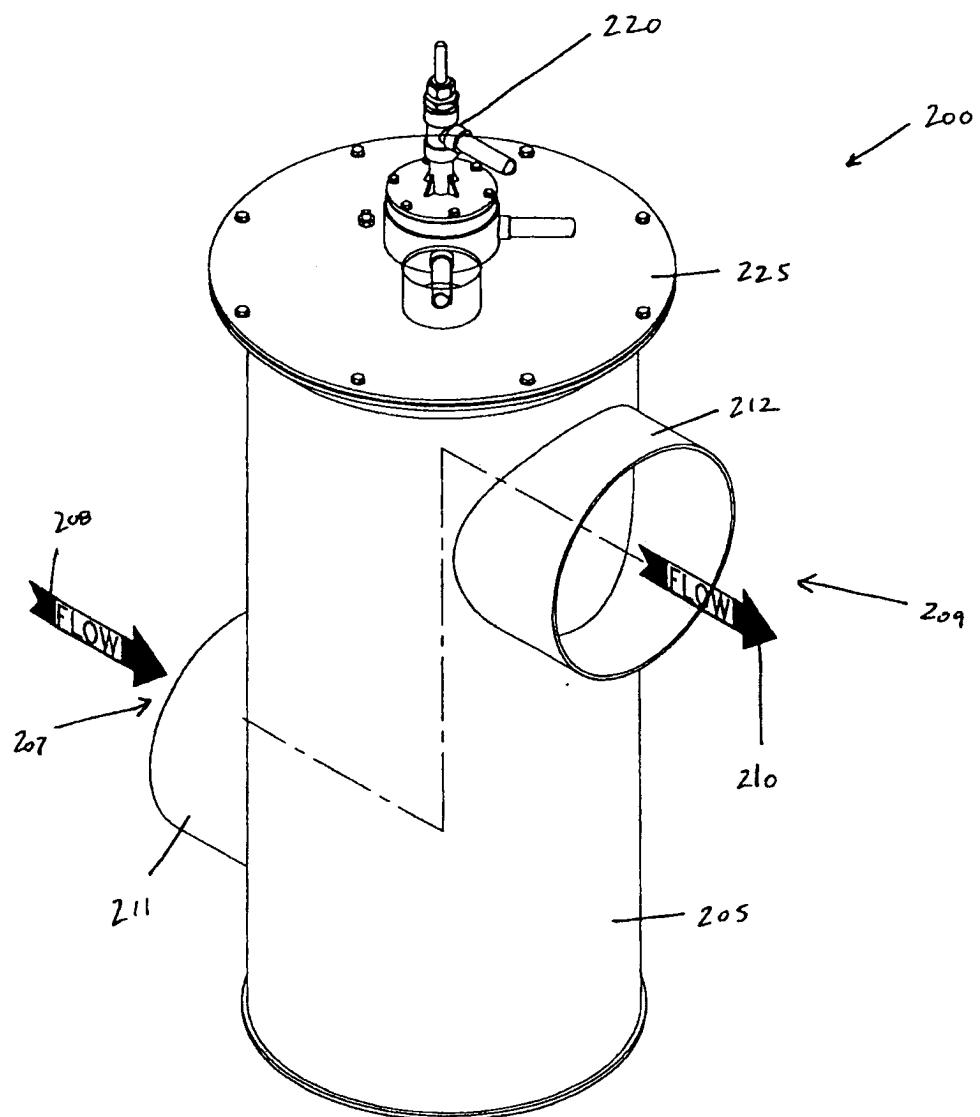
ФИГ. 1А



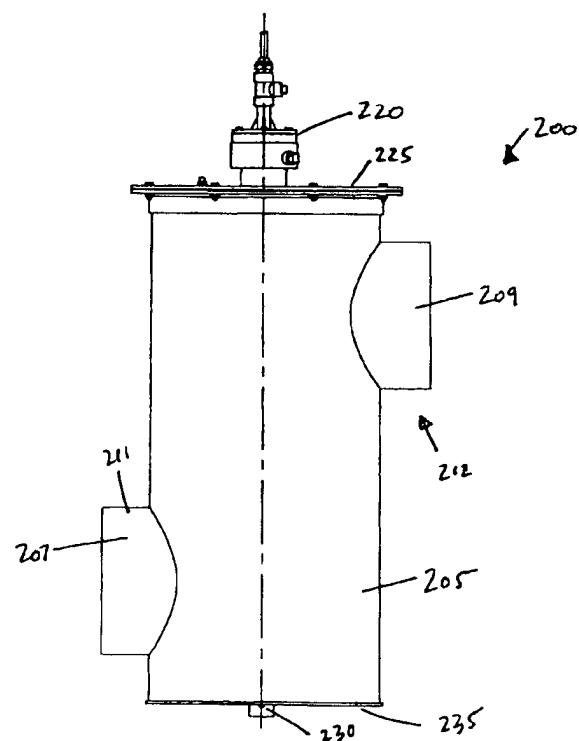
ФИГ. 1В



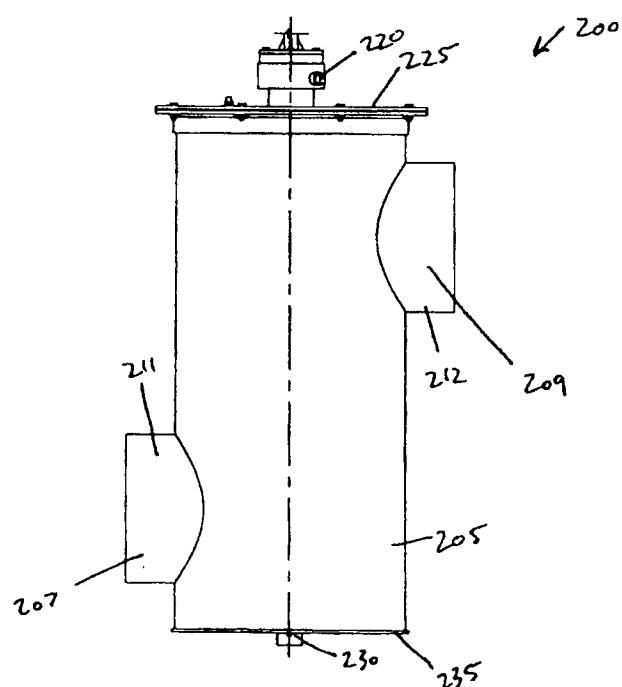
ФИГ. 1С



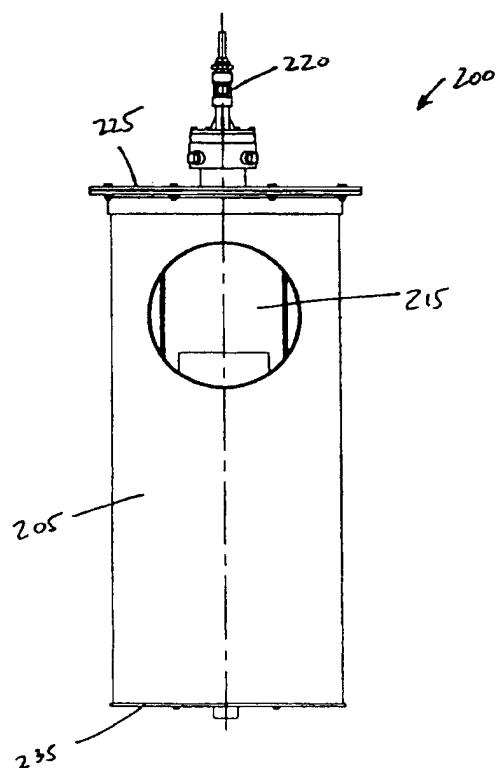
ФИГ. 2А



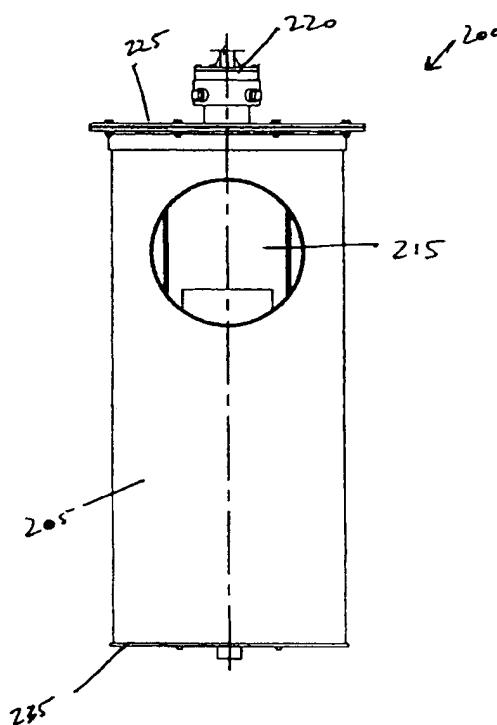
ФИГ. 2В



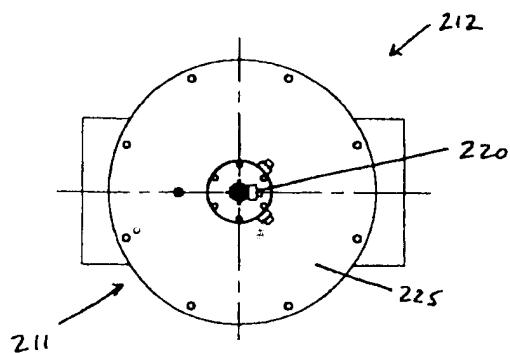
ФИГ. 2В'



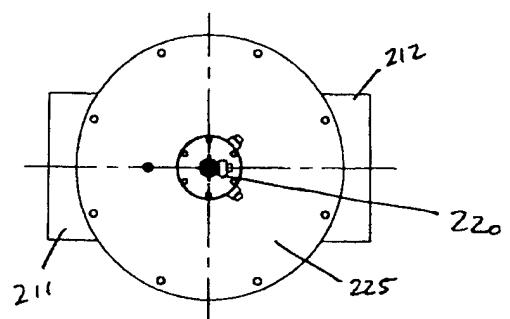
Фиг. 2С



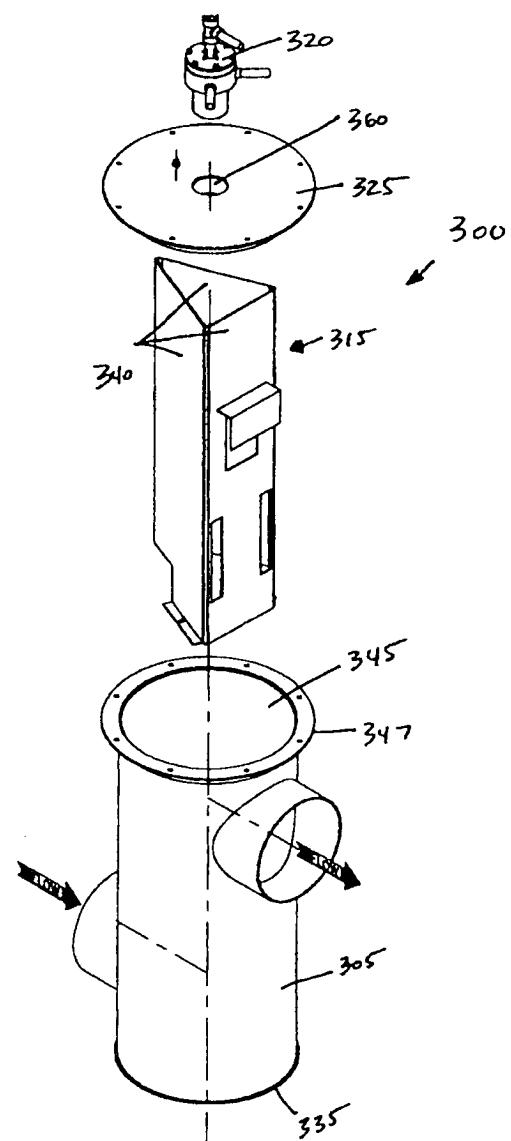
Фиг. 2С'



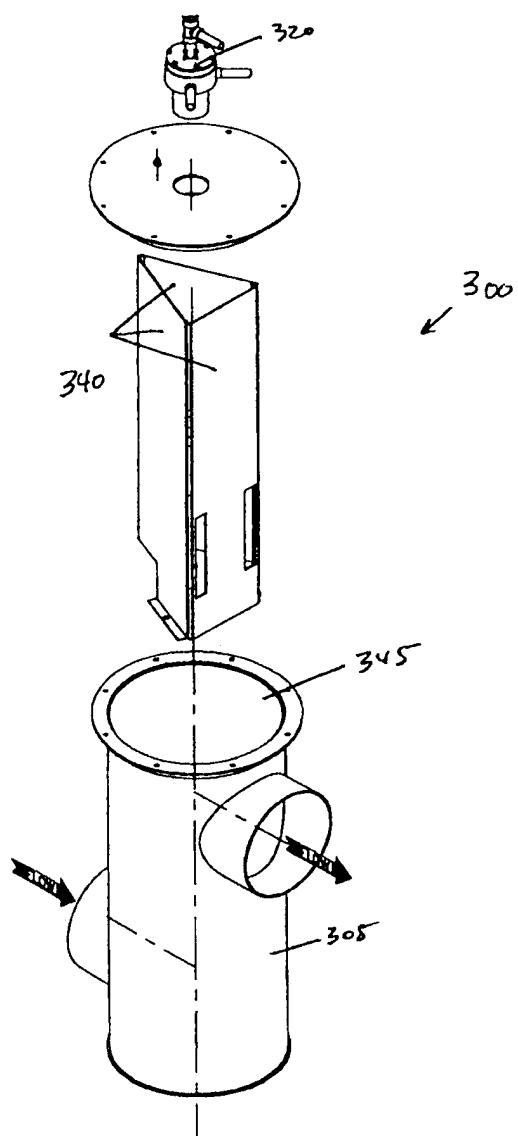
ФИГ. 2D



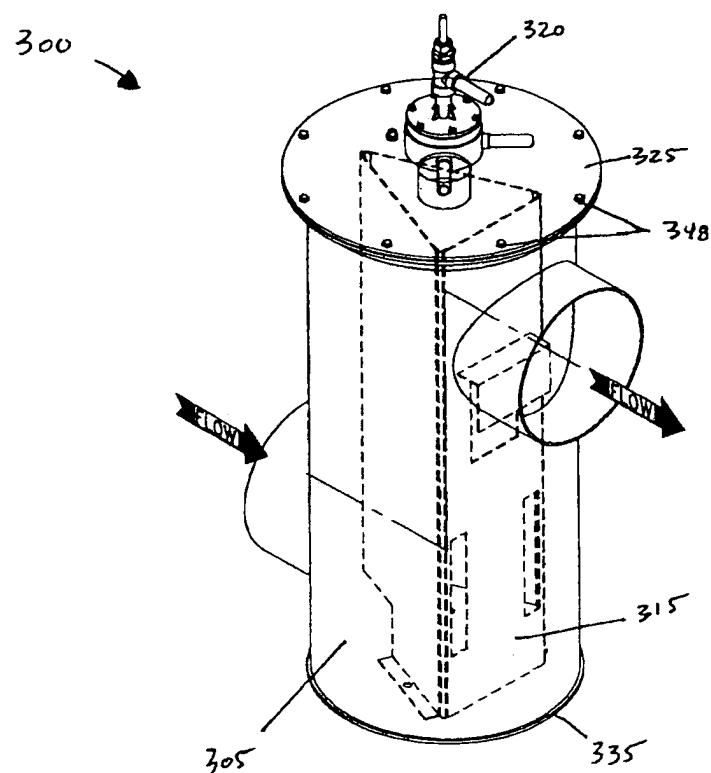
ФИГ. 2D'



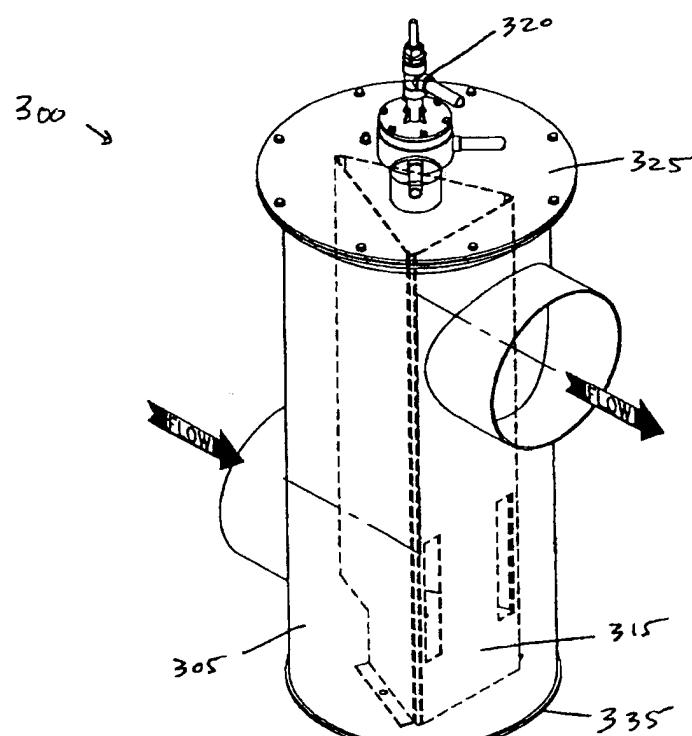
Фиг. 3А



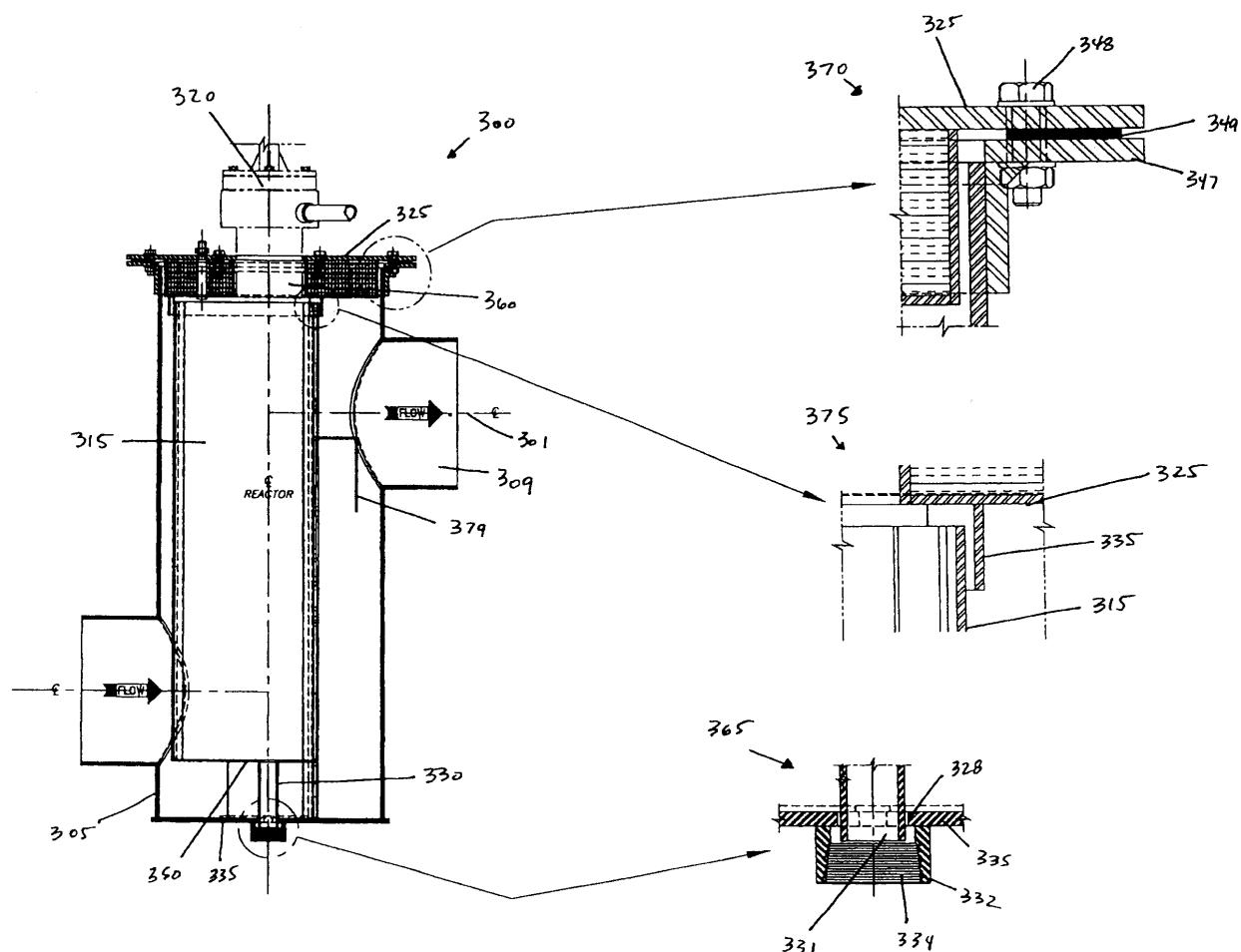
ФИГ. 3А'



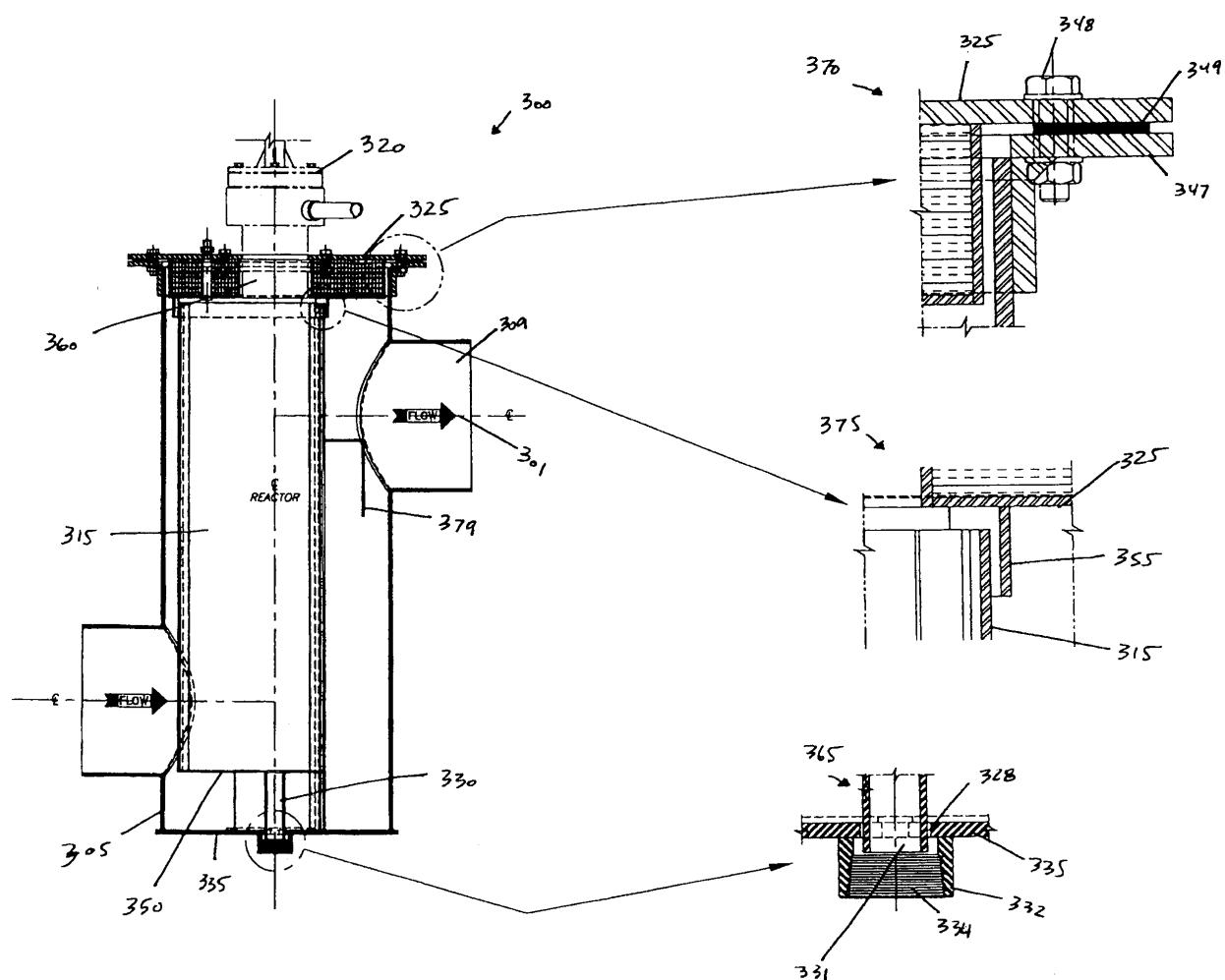
ФИГ. 3В



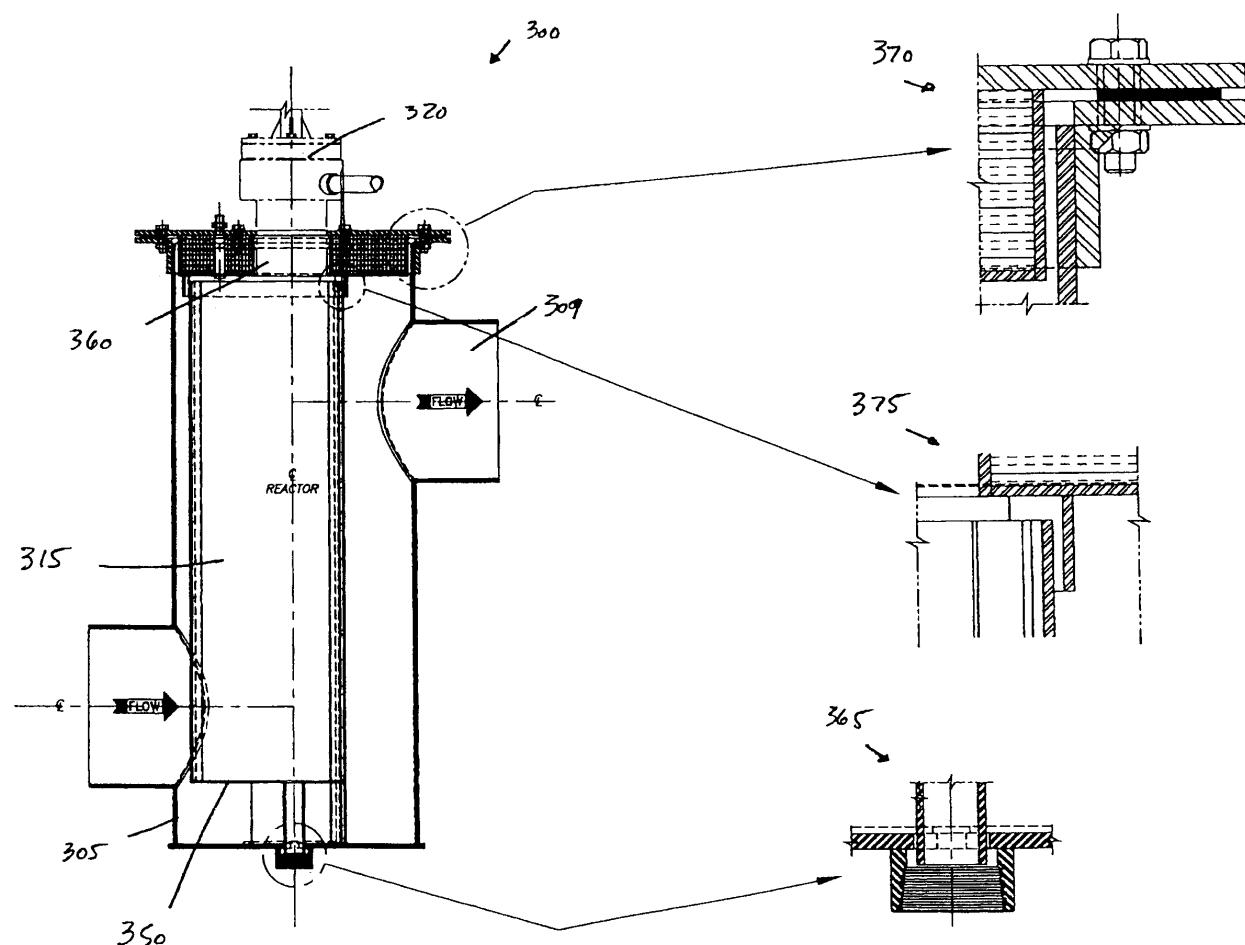
ФИГ. 3В'



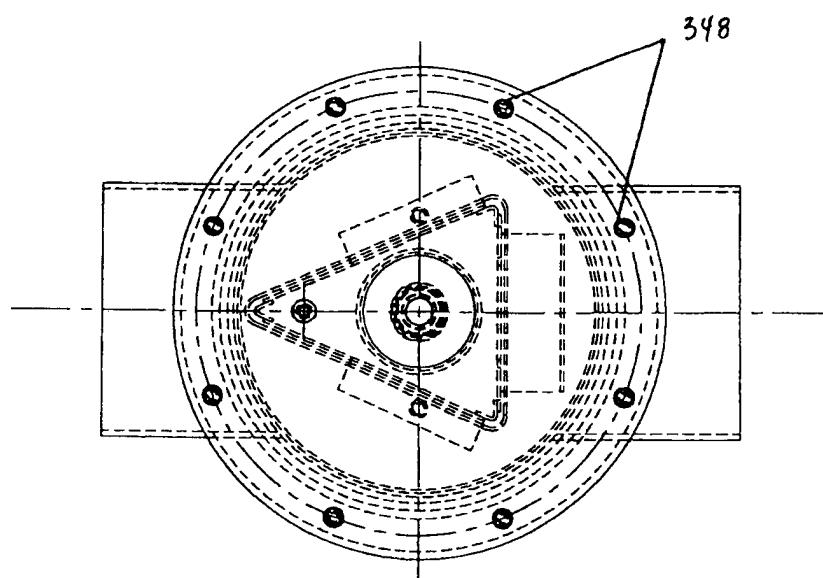
ФИГ. 3С



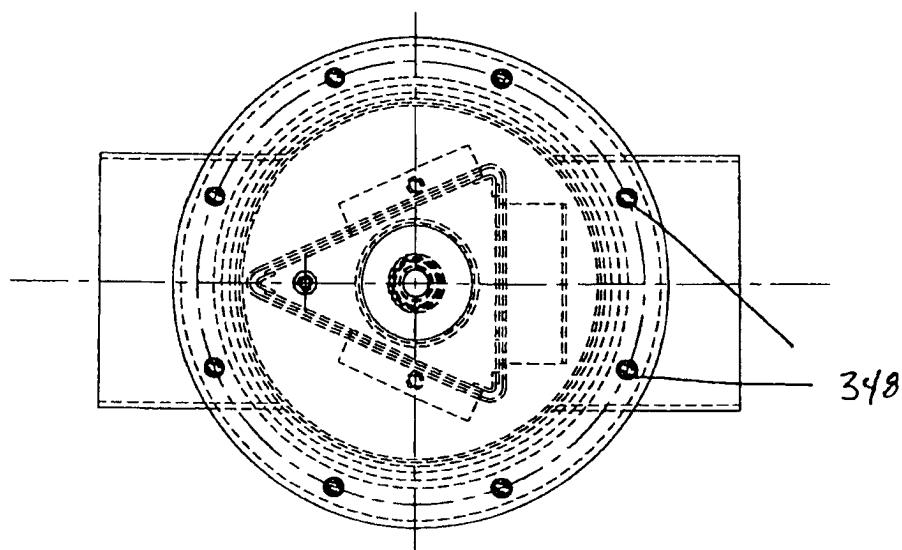
ФИГ. 3С'



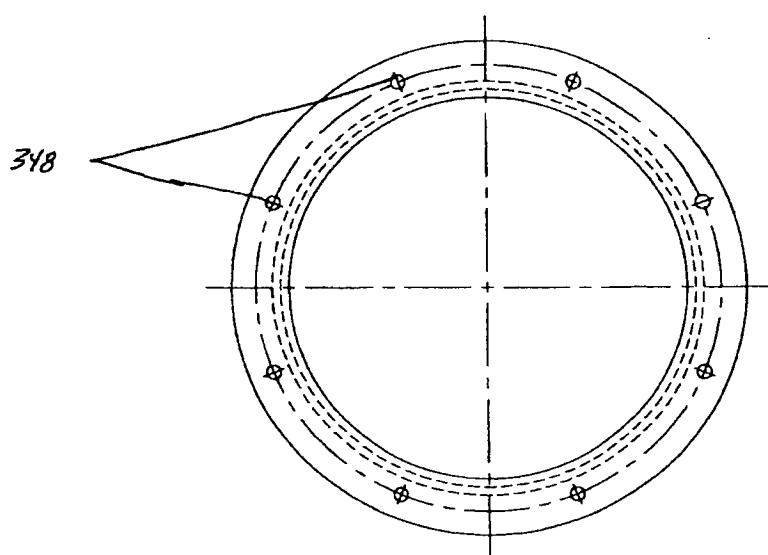
Фиг. 3С''



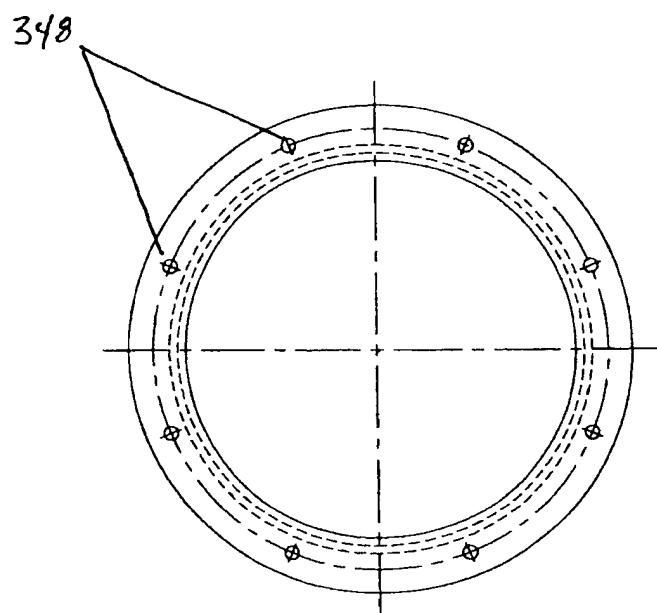
Фиг. 3Д



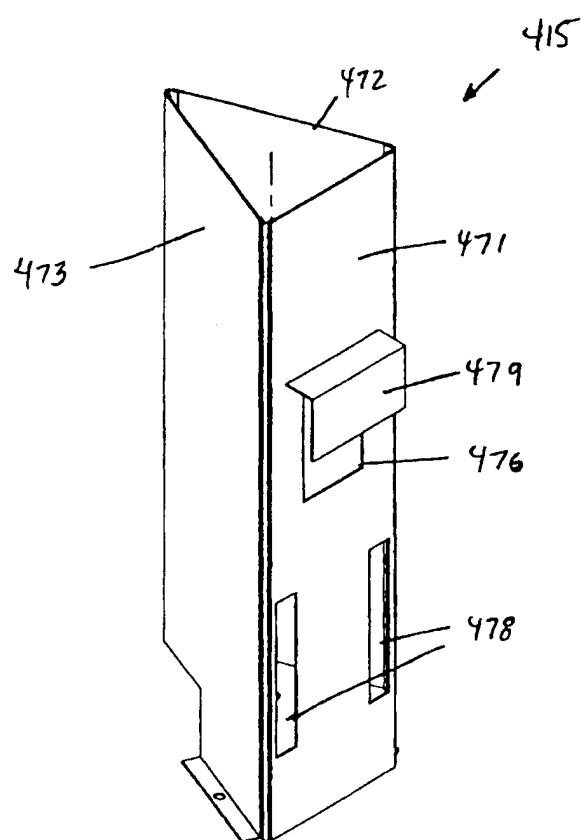
Фиг. 3Д'



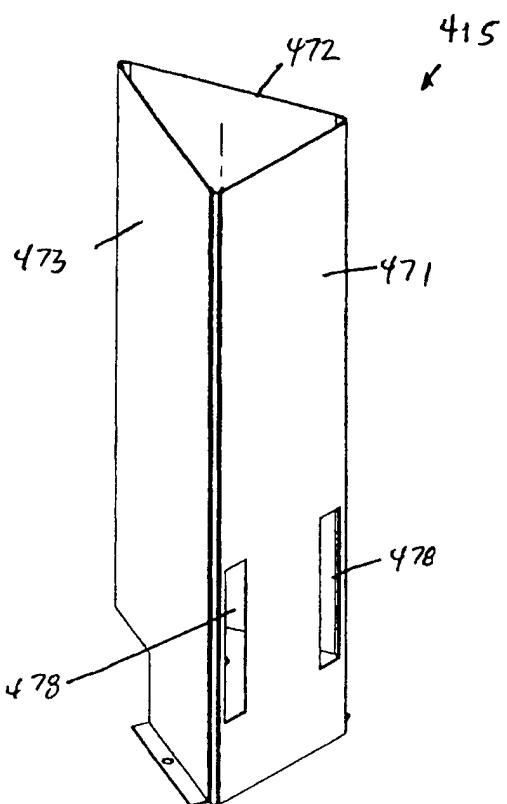
Фиг. 3Е



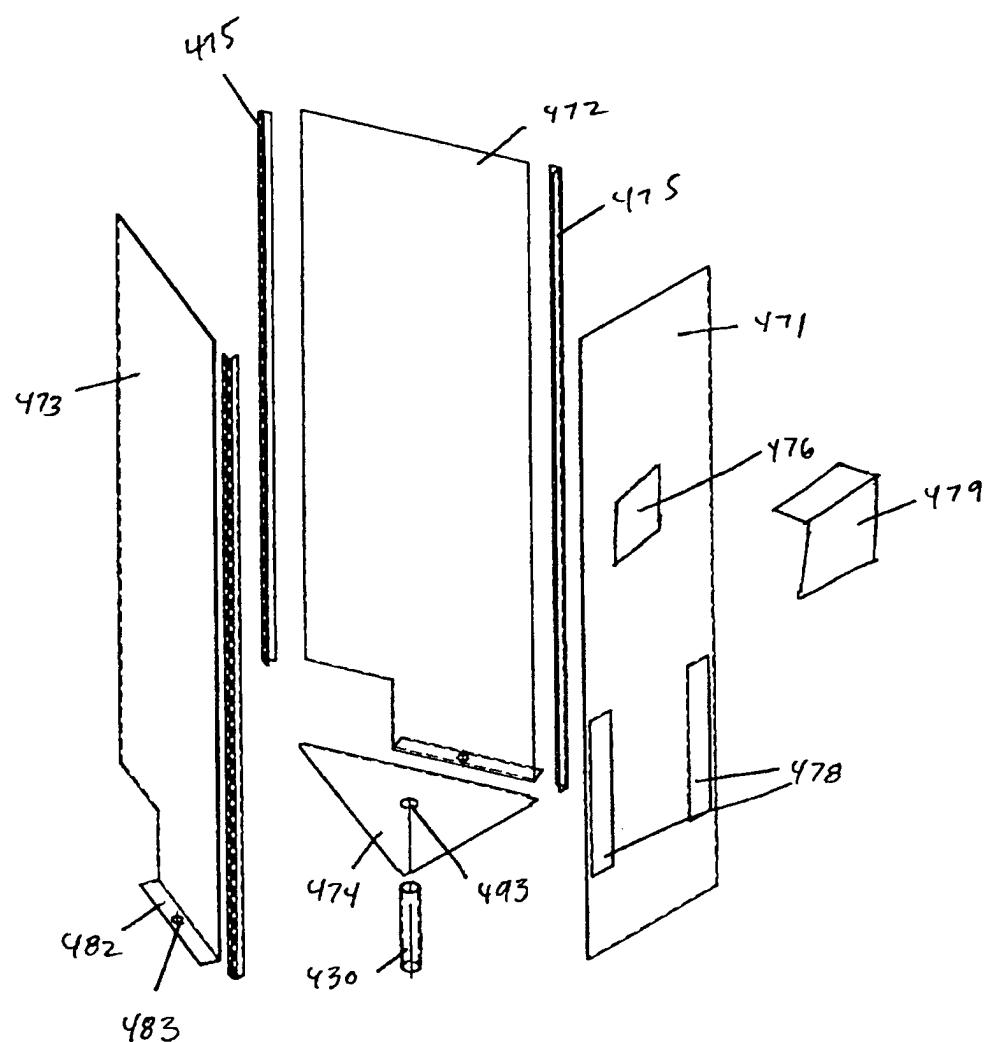
Фиг. 3Е'



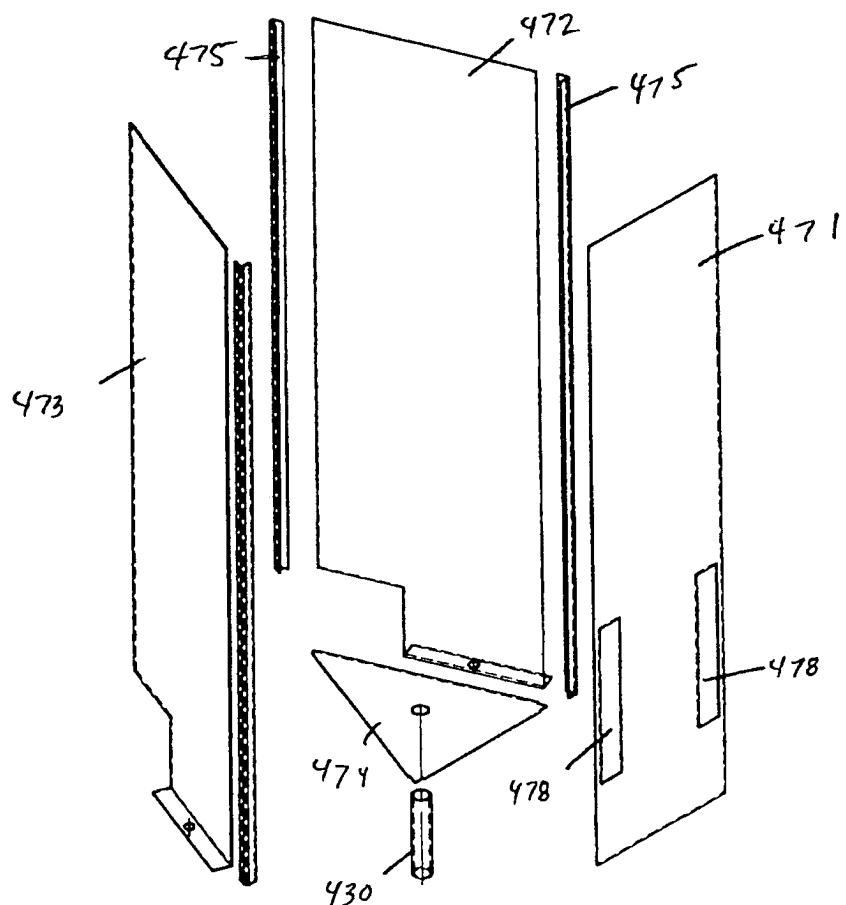
Фиг. 4А



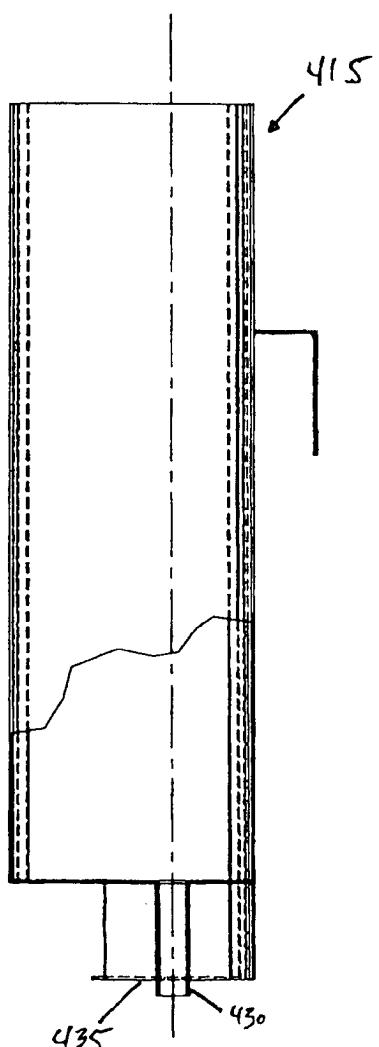
Фиг. 4А'



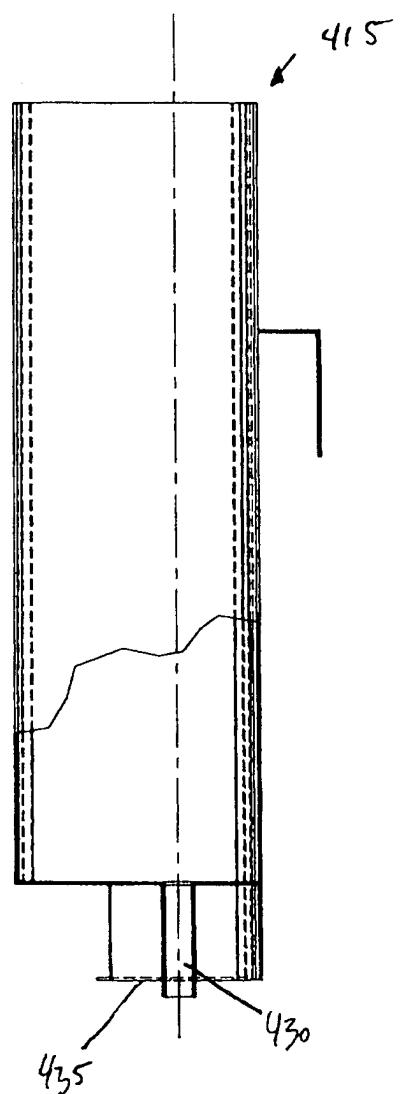
Фиг. 4В



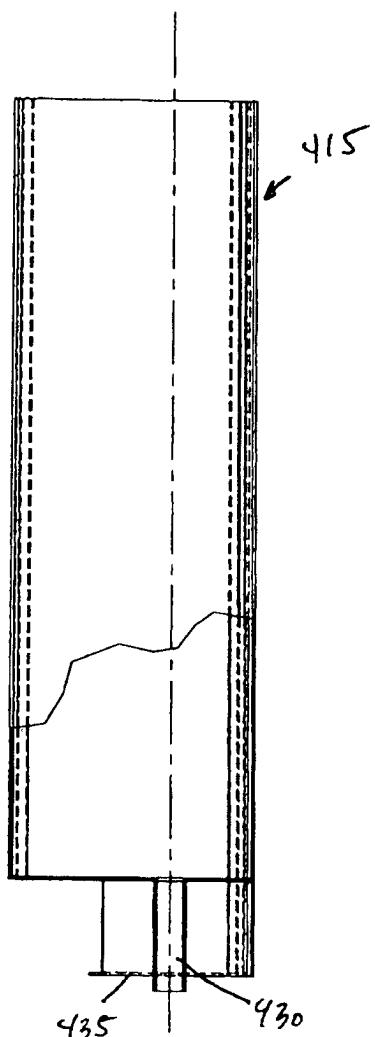
Фиг. 4В'



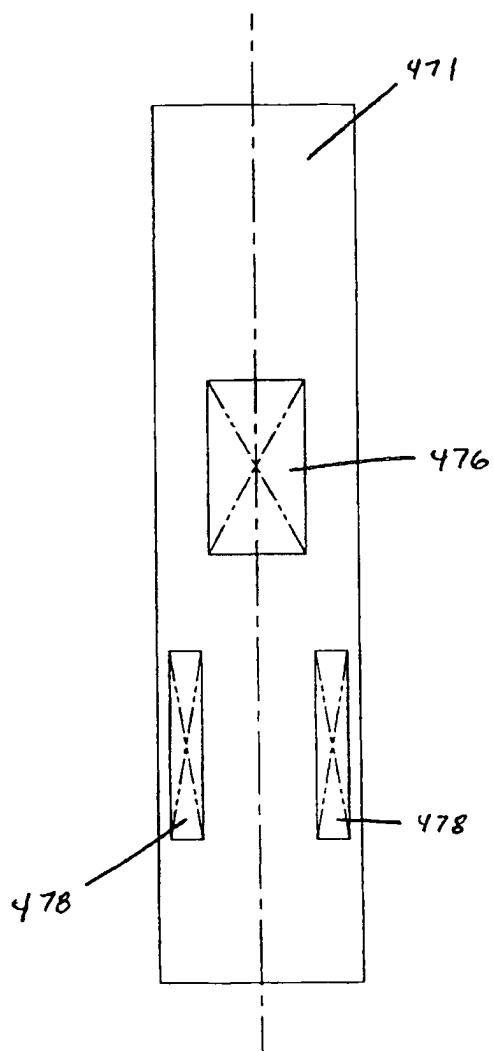
Фиг. 4С



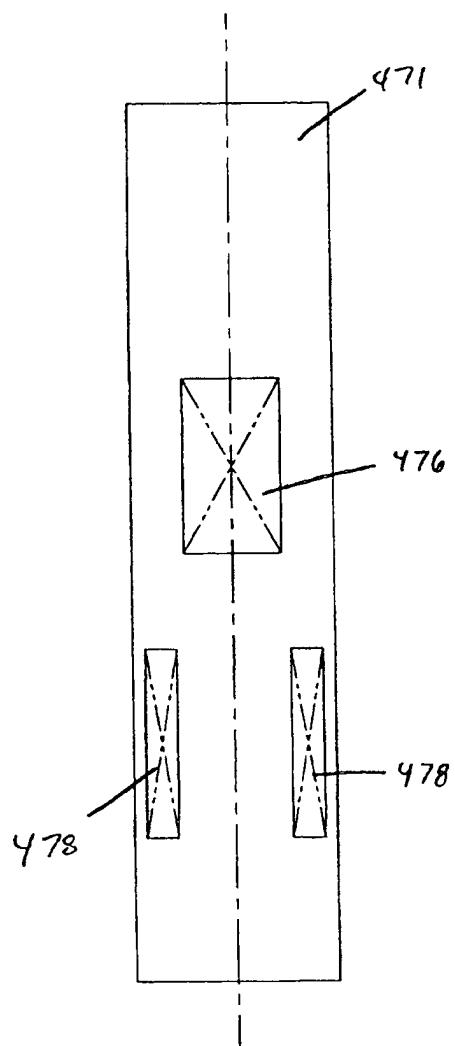
Фиг. 4С'



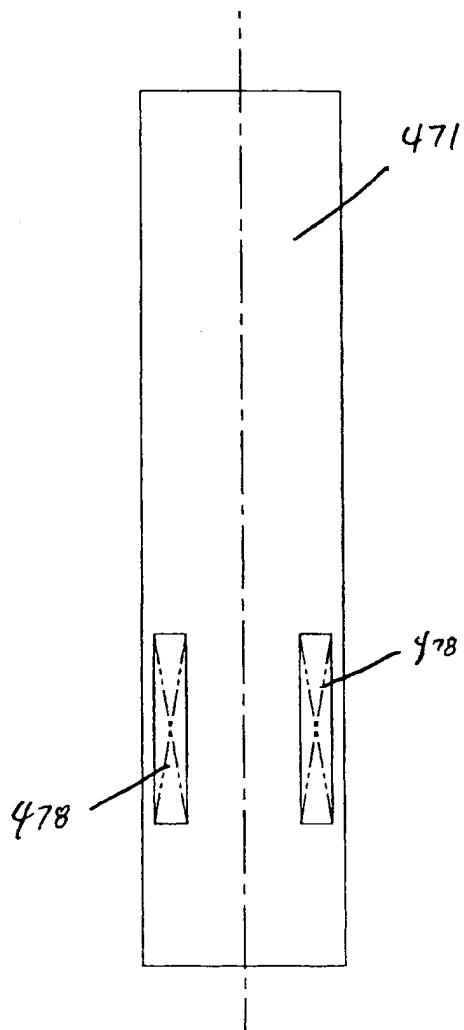
Фиг. 4С''



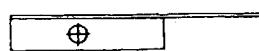
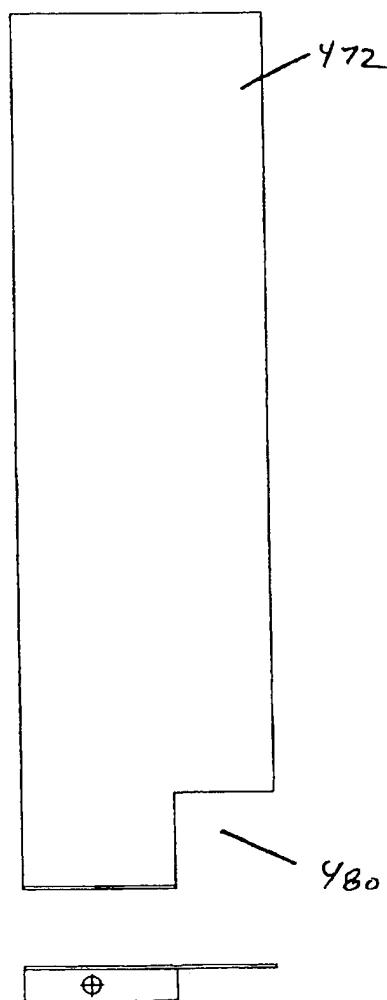
Фиг. 4D



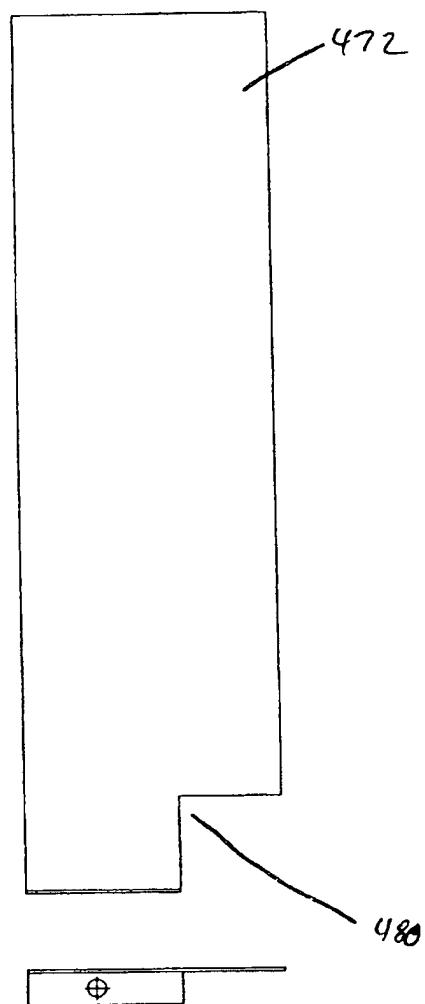
Фиг. 4D'



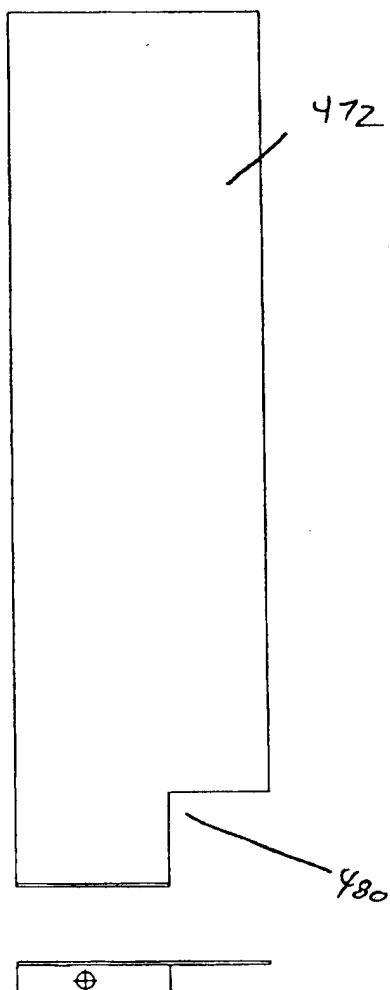
Фиг.4Д''



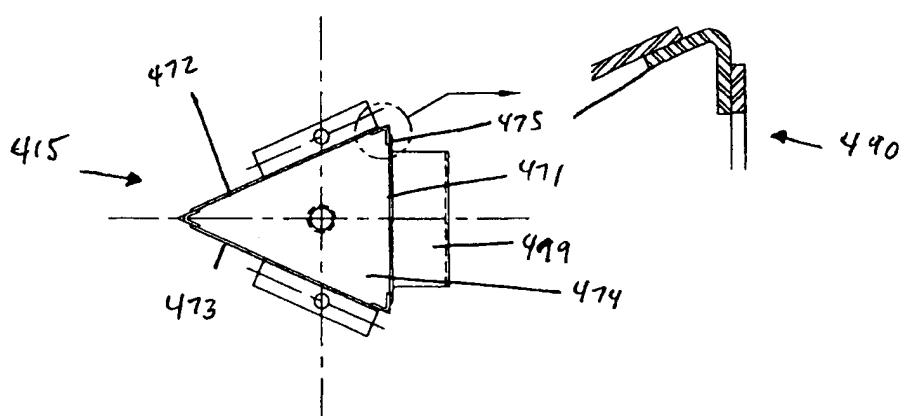
Фиг. 4Е



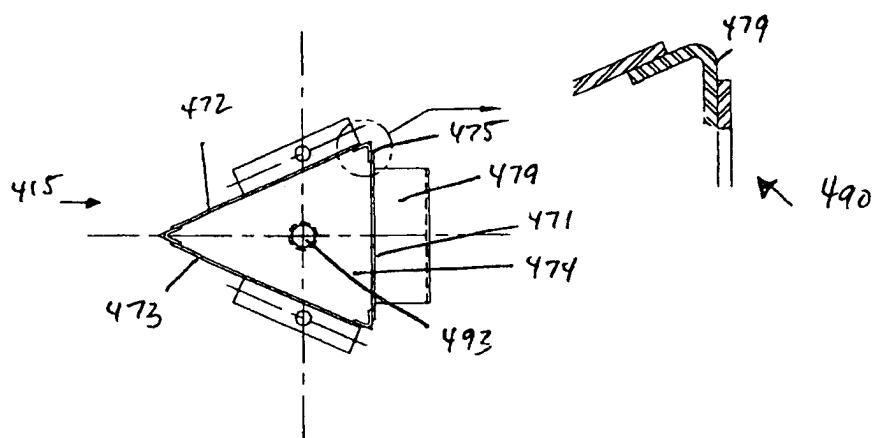
Фиг. 4Е'



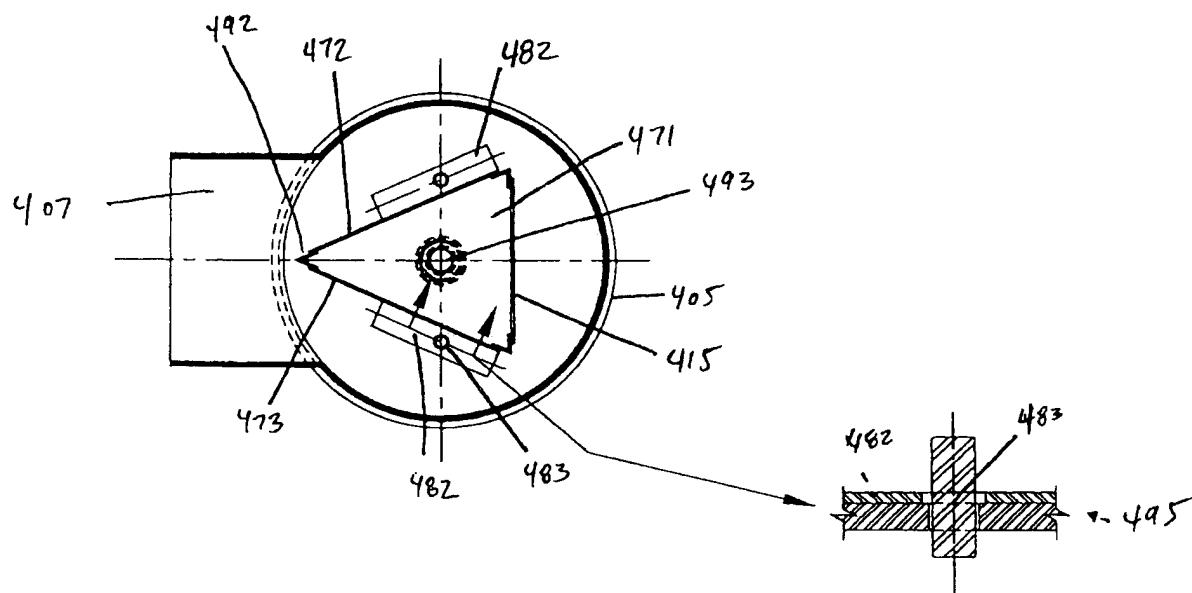
Фиг. 4Е''



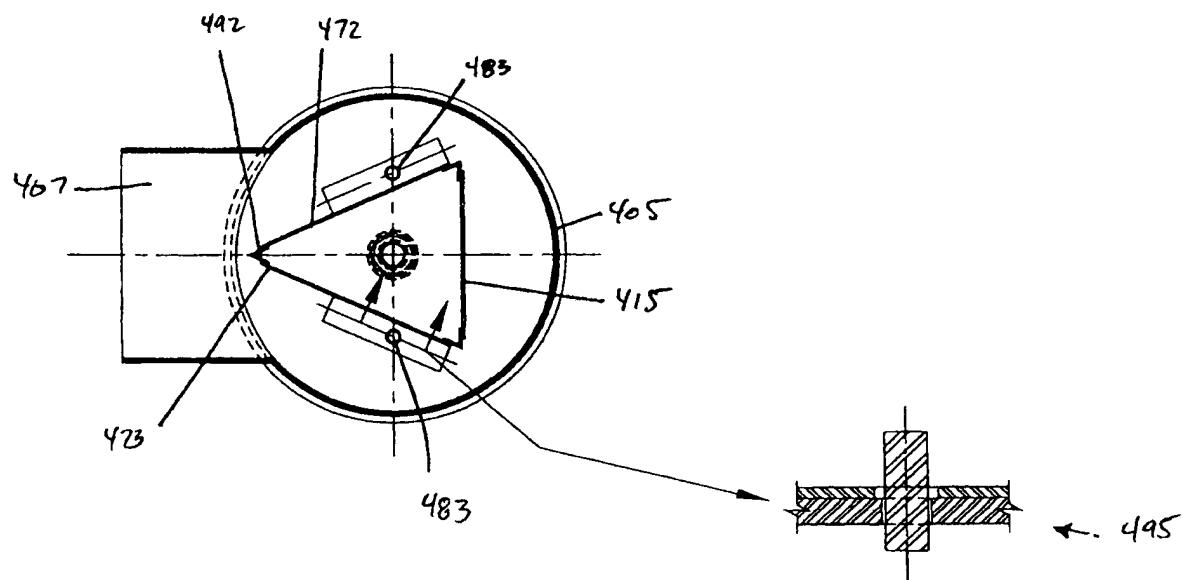
Фиг. 4F



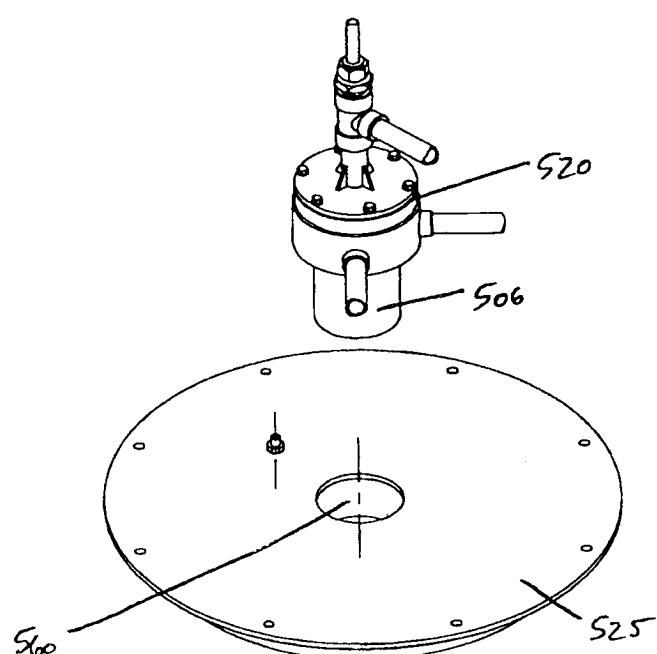
ФИГ. 4F'



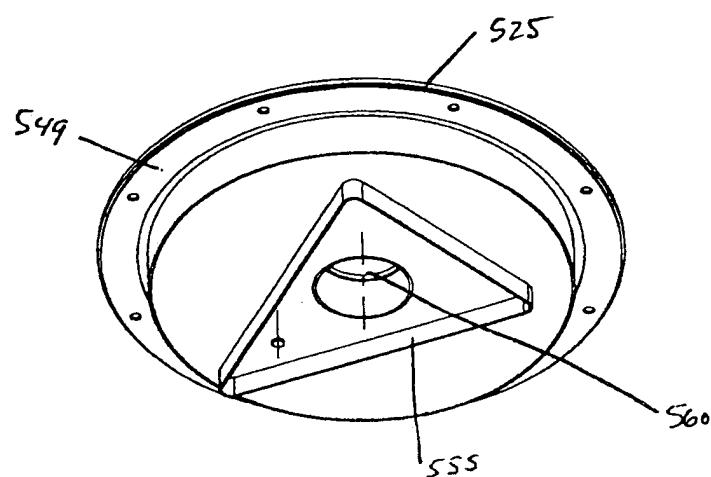
ФИГ. 4G



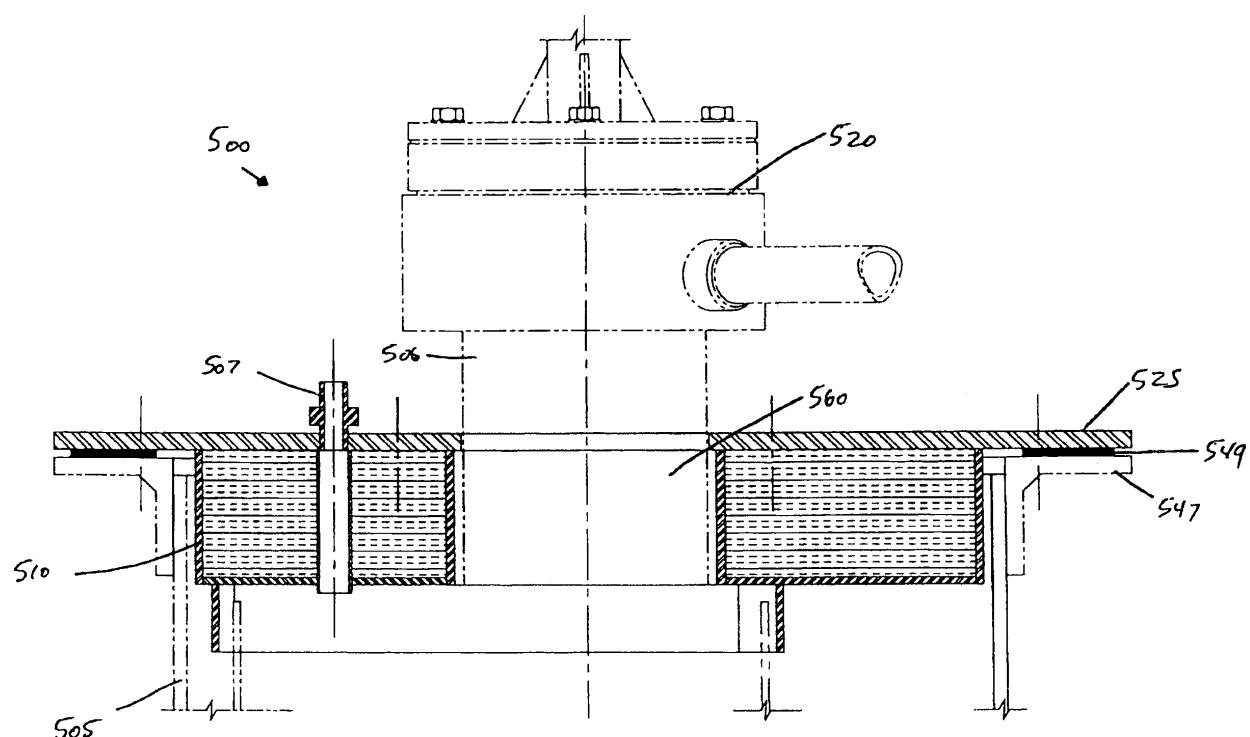
Фиг. 4G'



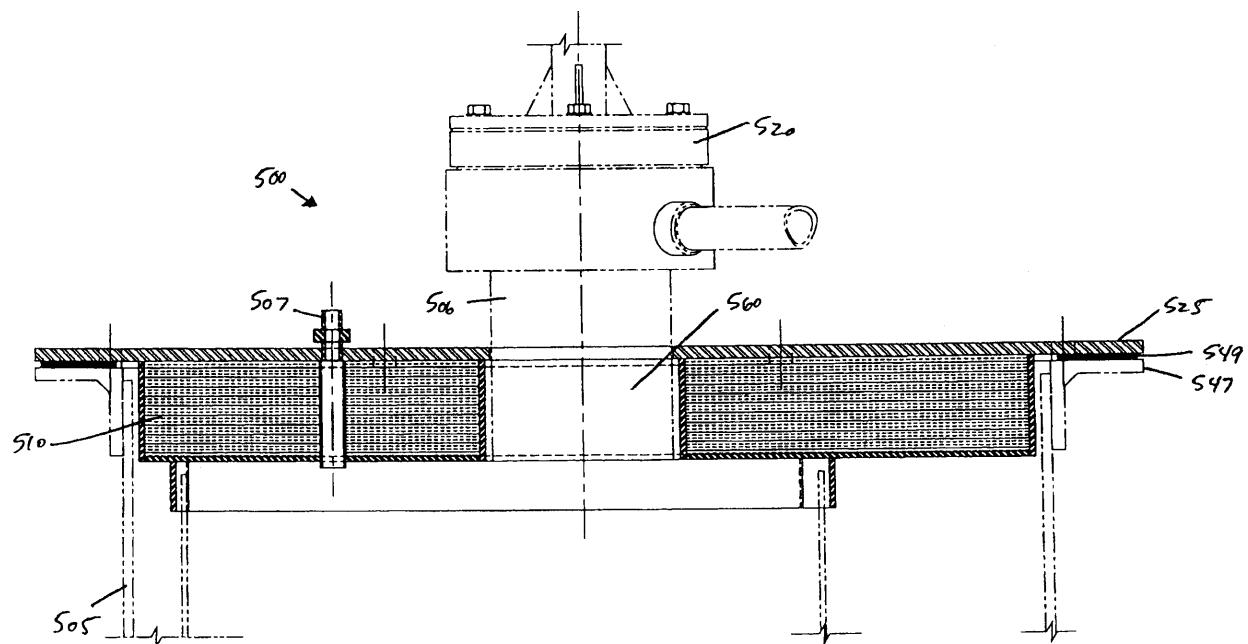
Фиг. 5А



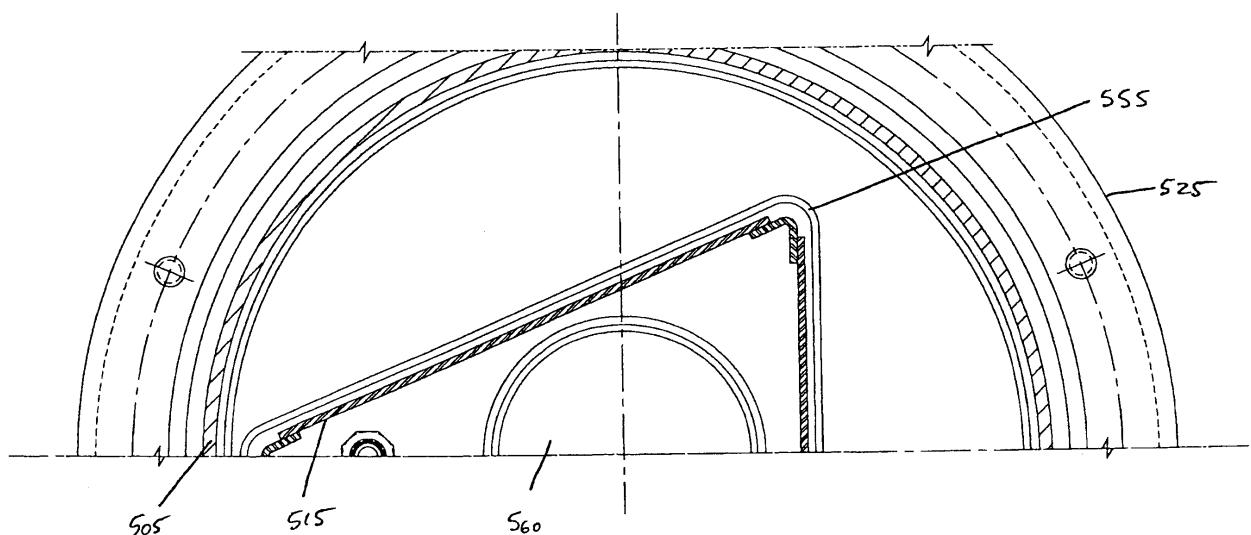
ФИГ. 5В



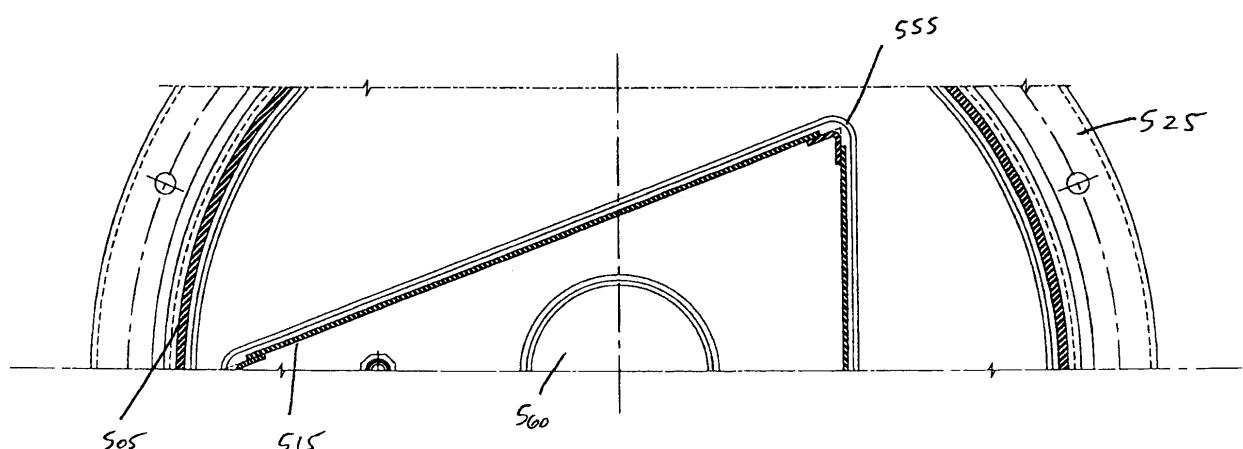
ФИГ. 5С



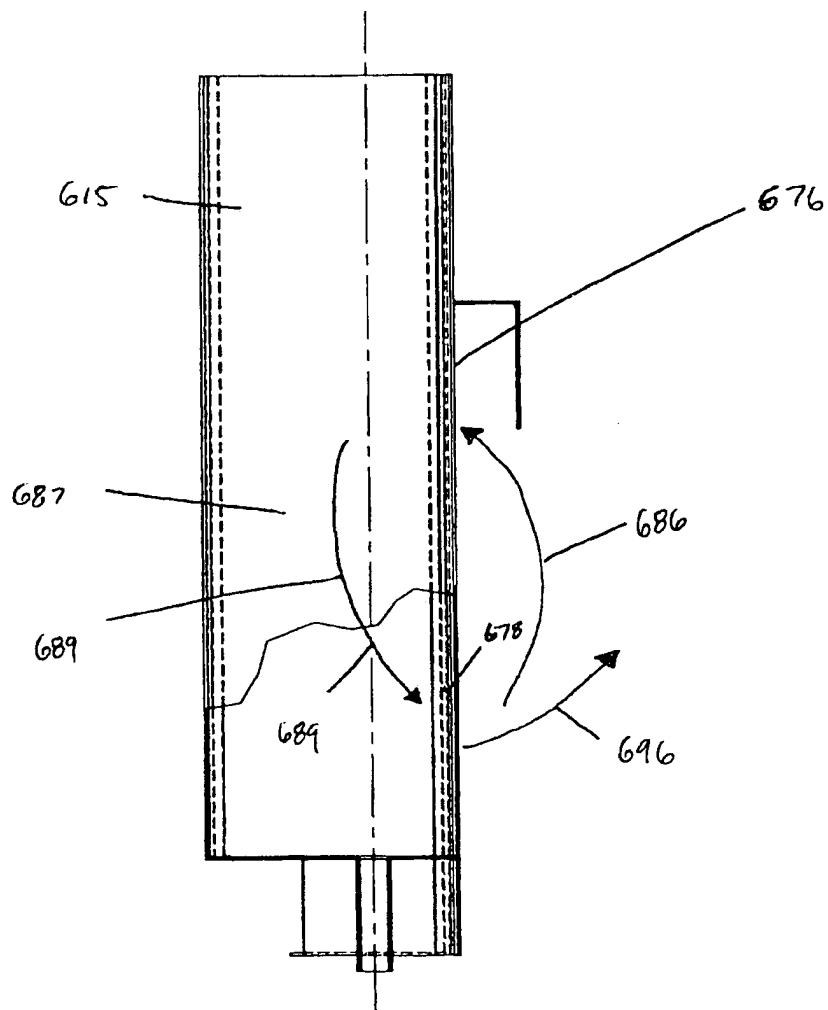
Фиг. 5С'



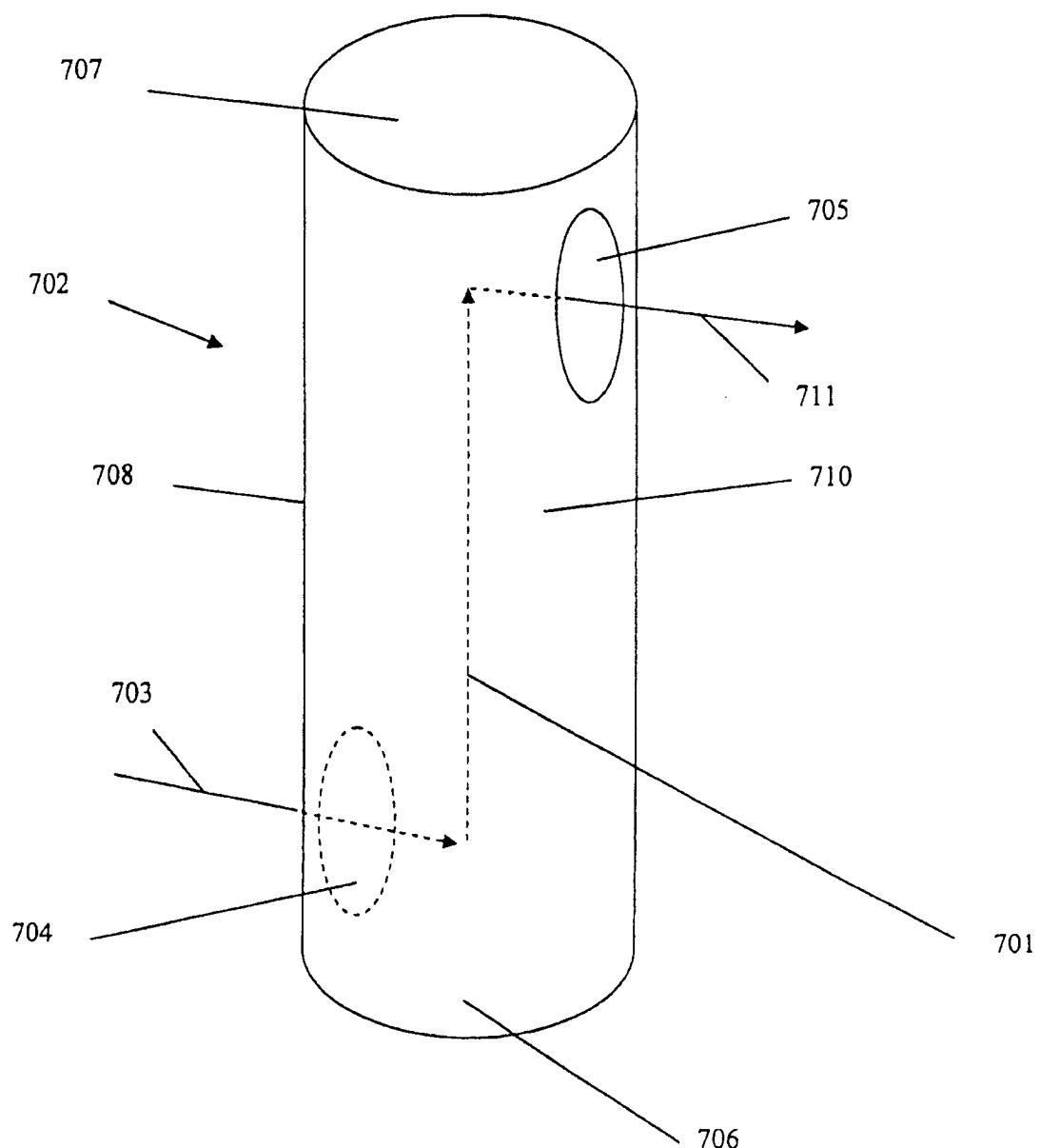
Фиг. 5Д



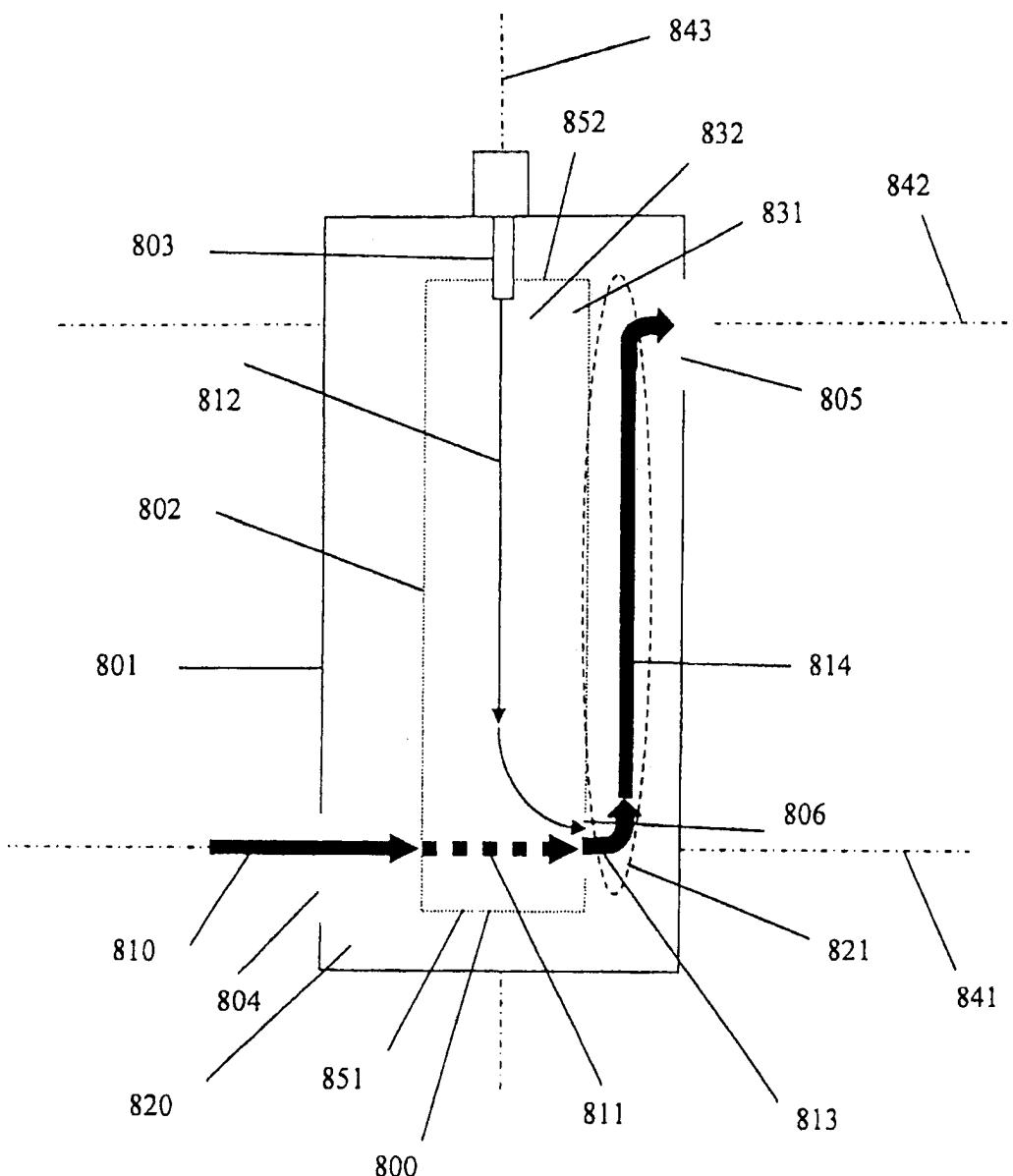
Фиг. 5Д'



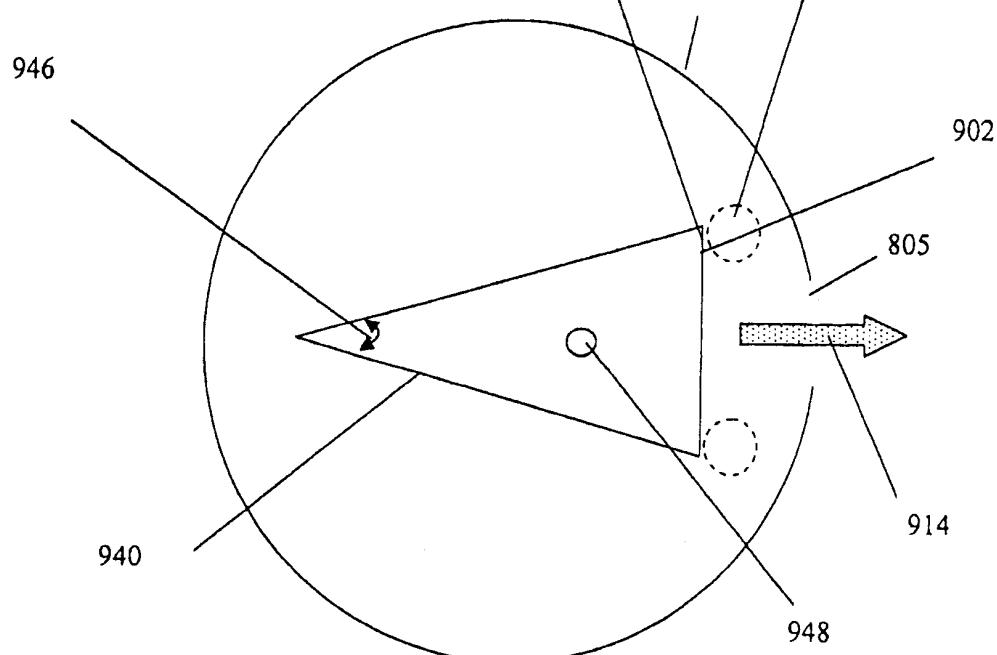
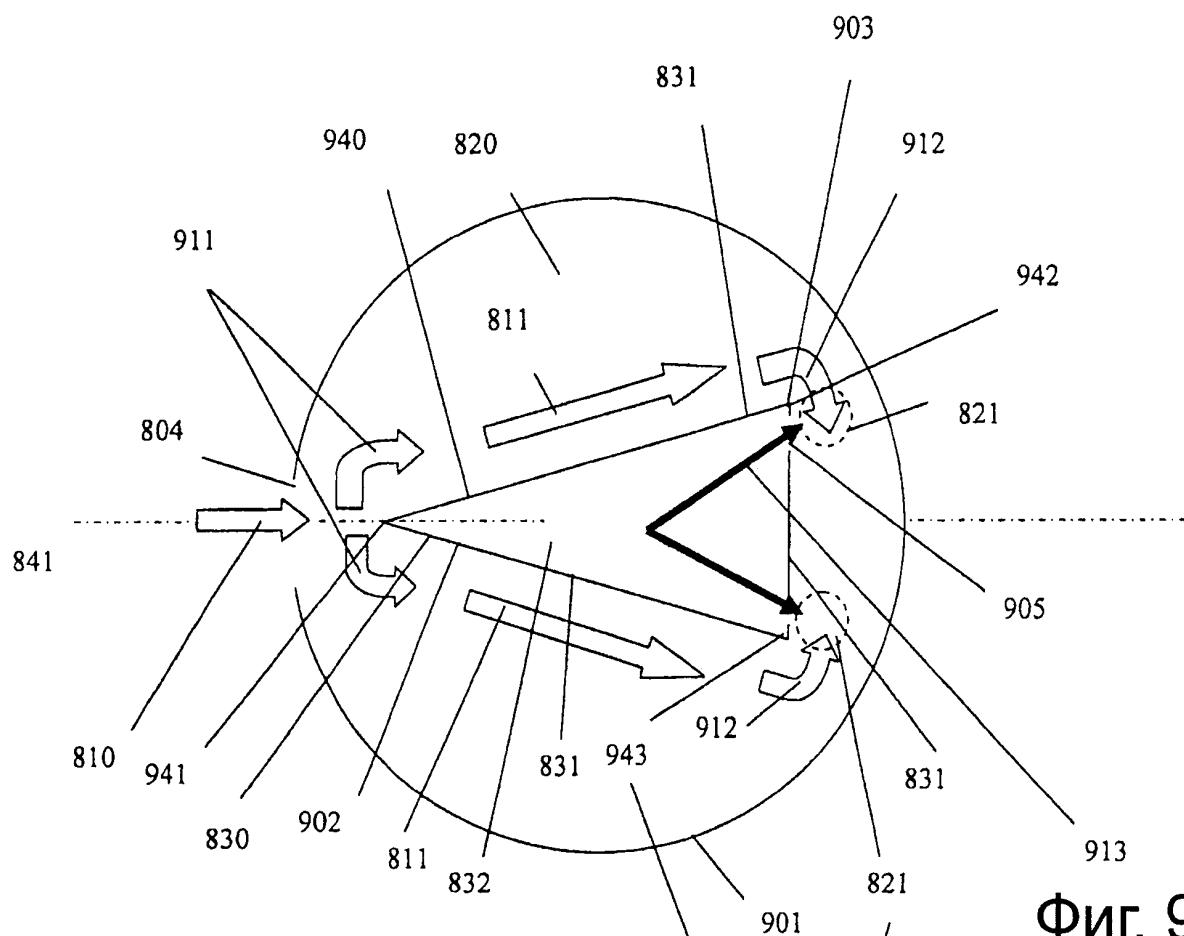
Фиг. 6



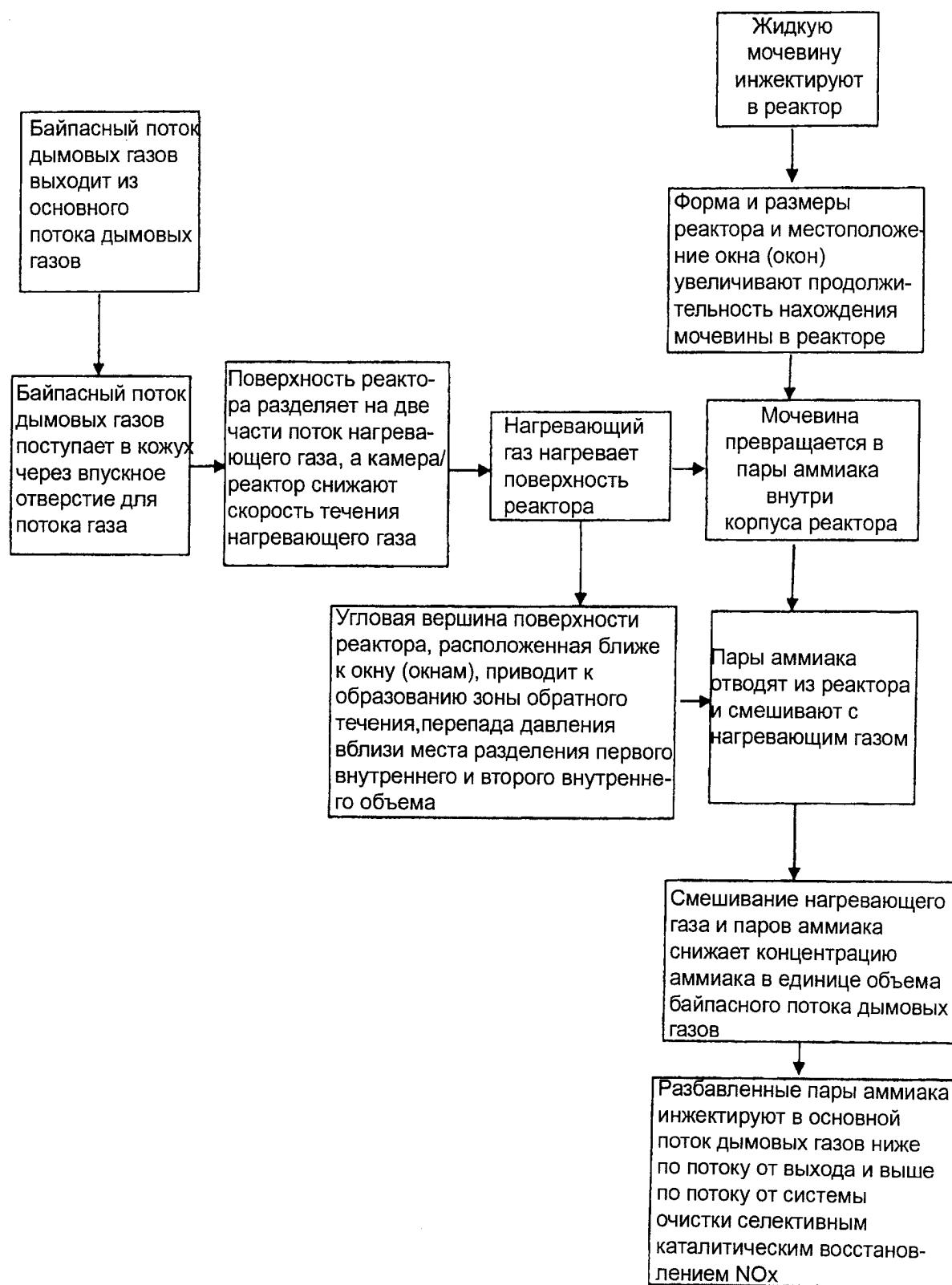
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9В



Фиг. 10