



УКРАЇНА

(19) UA (11) 32508 (13) C2

(51) 7 B01J8/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ МОДИФІКАЦІЇ РЕАКТОРА АКСІАЛЬНОГО ТИПУ ДЛЯ ГЕТЕРОГЕННОГО СИНТЕЗУ В РЕАКТОР АКСІАЛЬНО-РАДІАЛЬНОГО АБО РАДІАЛЬНОГО ТИПУ

(20) 93002223, 13 09 1993

(21) 4027473/SU

(22) 14 05 1986

(24) 15 02 2001

(31) 2100/85, 3228/85

(32) 15 05 1985, 25 07 1985

(33) CH CH

(46) 15 02 2001, Бюл. № 1, 2001 р

(72) Зарді Умберто (ІТ)

(73) АММОНІА КАЗАЛЕ С А (CH), ЗАРДІ УМБЕРТО (ІТ)

(56) 1 США 3918918, В 01 J 8/04, 1975г

2 США 4181701 В 01 J 8/04, 1980г

3 EP 007743 С 01 С 1/04, 1980г

4 США 4372920, В 01 J 8/04, 1983г

5 США 4405562 В 01 J 8/04, 1983г

(57) 1 Способ модификации реактора аксиального типа для гетерогенного синтеза в реактор аксиально-радиального или радиального типа, заключающийся в том, что реактор аксиального типа, содержащий внешнюю цилиндрическую оболочку, аксиально расположенную передающую газовую трубу, внутренний цилиндр, содержащий гранулированный катализатор, размещенный в одном или нескольких слоях, определяемых участками наружной стенки цилиндра, участком внутренней стенки цилиндра указанной аксиально расположенной передающей трубы и основанием, а верхняя поверхность слоев открыта для прохождения свежего синтез-газа, предусматривающий извлечение и замену каталитических слоев с преобразованием на месте реактора в реактор аксиально-радиального или радиального типа, отличающийся тем, что, по меньшей мере, в одном каталитическом слое внутри и возле внутреннего цилиндра помещают в основном перфорированную по своей высоте стенку с диаметром, меньшим диаметра внутреннего цилиндра, вокруг аксиально расположенной передающей газовой трубы помещают внутреннюю, в основном перфорированную по своей высоте стенку с диаметром, меньшим диаметра наружной стенки и большим диаметра аксиально расположенной передающей газовой трубы, и выполняют круглое герметизированное основание в нижнем конце, по меньшей мере, одного слоя катализатора, при этом, по меньшей мере, меньшую часть одной из стенок - внутренней и наружной, выполняют сплошной, без перфораций

2 Способ по п 1, отличающийся тем, что поток синтез-газа разделяют на радиальный поток вдоль перфорированного главного участка и аксиальный поток вдоль верхнего незначительного неперфорированного участка, по меньшей мере, одной из упомянутых внутренней и наружной стенок

3 Способ по п 1, отличающийся тем, что верхний незначительный неперфорированный участок располагают на внутренней стенке для сбора синтез-газа после прохождения через слой катализатора в кольцевой зоне, расположенной между аксиальной, но расположенной передающей газовой трубой и главным перфорированным участком внутренней стенки

4 Способ по п 1, отличающийся тем, что верхний незначительный неперфорированный участок располагают на наружной стенке, главная перфорированная часть которой образует с внутренней поверхностью цилиндра кольцевой канал для сбора синтез-газа, который пересекает слой катализатора

5 Способ по п 1, отличающийся тем, что высоту главного перфорированного участка регулируют в соответствии с высотой, по меньшей мере, одного слоя катализатора до достижения оптимального соотношения аксиального потока и радиального потока в каждом слое

6 Способ по п 5, отличающийся тем, что, по меньшей мере, в одном слое катализатора соотношение аксиального и радиального потоков регулируют посредством диафрагмы для уменьшения верхнего открытого сечения слоя

7 Способ по п 6, отличающийся тем, что диафрагму снабжают отверстиями, которые имеют различные сечения, увеличивающиеся радиально изнутри наружу слоя или наоборот, при этом диафрагму располагают на верхней поверхности, по меньшей мере, одного слоя катализатора при соотношении величин аксиального и радиального потоков в диапазоне от 0,02 до 0,2

8 Способ по п 6, отличающийся тем, что вместо или в дополнение к диафрагме в верхней зоне, по меньшей мере, одного слоя катализатора предусматривают гранулированный слой катализатора, который имеет меньшее открытое сечение, чем катализатор в каталитическом слое, причем толщина гранулированного слоя катализатора уменьшается в радиальном направлении поперек слоя или наоборот

(19) UA (11) 32508 (13) C2

9 Способ по пп. 1-8, отличающийся тем, что в верхней части, по меньшей мере, одного слоя катализатора устанавливают закрытую диафрагму для уменьшения площади указанной верхней части слоя.

10. Способ по пп. 1-9, отличающийся тем, что преобразуют на месте реактор с соотношением

диаметра к высоте менее 10 для прохождения синтез-газа через, по крайней мере, один слой катализатора в радиальном направлении вдоль главного перфорированного участка и в аксиальном направлении вдоль неперфорированного незначительного участка внутренней и наружной стенок.

Изобретение относится к отрасли химической технологии получения аммиака и метанола, в частности к способу модификации реактора аксиального типа для гетерогенного синтеза в реакторе аксиально-радиального или радиального типа; реактор аксиального типа содержит внешнюю цилиндрическую оболочку, аксиально расположенную передающую газовую трубу и внутренний цилиндр, содержащий гранулированный катализатор, размещенный в одном или нескольких слоях, образованных участками наружной стенки цилиндра, участком внутренней цилиндрической стенки аксиально расположенной передающей газовой трубы и основанием, верхняя поверхность слоев открыта для прохождения свежего синтез-газа, указанный способ предусматривает извлечение и замену каталитических слоев для преобразования на месте реактора в реактор аксиально-радиального или радиального типа.

Известно, что реакторы синтеза катализатора под давлением, в частности, для каталитического синтеза аммиака, метанола, высших спиртов и т.д., состоят из наружного корпуса, обычно изготовленного из одного куска, и внутреннего цилиндра, содержащего гранулы катализатора, имеющие различную форму и характеристики, расположенные в один или более каталитических слоев.

Для достижения оптимальных температур в различных каталитических слоях при экзотермических реакциях синтез-газа, проходящего через различные каталитические слои, обычно охлаждаются между слоями путем впрыскивания свежего газа (охлаждающий реактор) или за счет непосредственного теплообмена с подаваемым холодным газом.

Недавно были предложены реакторы с радиальным потоком газа в каталитических слоях [1,2,3] или радиальные (Ammonia Casale) [4,5], которые явились значительным прогрессом по сравнению с реакторами аксиального потока, когда речь идет о больших количествах катализатора, позволяющих уменьшить давление на каталитических слоях и, следовательно, расход энергии.

Аксиальный газовый поток требует применения широких реакторов (отношение низкой высоты к диаметру установки) с дорогостоящим оборудованием и высоким расходом энергии.

В [4,5] предлагается конструкция цилиндров синтез-реакторов, которая значительно упрощена для получения внутренней конструкции реактора, имеющей легкий доступ для обслуживания, а также для загрузки и выгрузки катализатора, и одновременно с этим гарантированы низкие перепады давлений. Действительно, в соответствии с упомянутыми патентами каждый слой катализатора об-

разован из наружной перфорированной цилиндрической стенки, внутренней перфорированной стенки и только одного герметизированного основания (верхняя часть корзины в действительности полностью открыта), неперфорированной верхней части, по меньшей мере, одной из цилиндрических стенок вместе с верхней открытой поперечной секцией, расположенной между верхними концами двух цилиндрических стенок; упомянутые концы, находящиеся в плоскости примерно перпендикулярной продольной оси перфорированных стенок, образующих зону, в которой незначительная часть газа проходит через каталитический слой, преимущественно аксиальным потоком, тогда как оставшаяся часть газа проходит в радиальном потоке через основную часть каталитического слоя, расположенного в перфорированной зоне цилиндрических стенок слоя.

Следовательно, часть газа, которая проходит через слой предпочтительно в виде аксиального потока, регулируется исключительно высотой неперфорированной верхней части, по меньшей мере, одной из упомянутых стенок, причем неперфорированный участок является только незначительной частью общей высоты этой стенки (или стенок).

Реакторы, размеры которых соответствуют соотношению высоты к диаметру больше 10 (т.е. отношение диаметра к высоте менее чем 0,1) изготавливаются предпочтительно в соответствии с вышеупомянутым уровнем техники.

При существующей сегодня в мире экономической ситуации большое внимание уделяется рынку модернизации существующих заводов, большая часть которых использует для синтез-процессов (например, синтеза аммиака) реакторы с осевым потоком в каталитических слоях (аксиальные реакторы), отличающиеся низким отношением высоты к диаметру установки.

Вследствие вышеупомянутого требования для поддержания низкого перепада давления в реакторе, такие обычные реакторы аксиального потока имеют высокий расход энергии и другие недостатки, которые особенно проявляются, когда реакторы, так называемого типа "косугольник", имеют только один каталитический слой, довольно большую высоту и тем самым имеют большой перепад давления и повышенный расход энергии, а также сильное коробление в нижних слоях катализатора, которые в результате повреждаются и теряют часть своей активности.

Основной задачей настоящего изобретения является уменьшение расхода энергии реакторов для гетерогенного синтеза под давлением, в частности, обычных аксиальных реакторов, эта систе-

ма пригодна, в частности, для модернизации (ремонта) реакторов с аксиальным потоком газа, особенно таких, которые имеют низкое соотношение высоты к диаметру, т.е. реакторов типа Келлог, ICI. Упомянутые обычные реакторы используются в ряде высокопроизводительных заводов (800-1500 тонн в день). Основной характеристикой таких заводов помимо их большой производительности, является использование центробежных газовых компрессоров, приводящихся в действие паром, который вырабатывается на заводе в соответствии с интегрированным циклом, и использование вышеупомянутых низкоэффективных аксиальных реакторов.

Вышеупомянутые заводы отличались большим расходом энергии, который не создавал особых проблем в те годы, когда энергия была относительно дешевой, аксиальные реакторы были одной из причин большого расхода.

В соответствии с настоящим изобретением было установлено, что аксиальные реакторы с обычным расходом энергии, особенно те, которые имеют низкое отношение высоты к диаметру, могут быть довольно легко и удобно модифицированы путем реконструкции содержащего катализатор цилиндра таким образом, что аксиальный поток газа заменяют радиальным, предпочтительно аксиально-радиальным или радиальным газовым потоком, по меньшей мере, в части каталитических слоев, при этом газовый поток направляют внутрь или наружу.

Таким образом, как отмечено во вступительной части описания и в независимом пункте формулы изобретения, настоящее изобретение касается способа, отличающегося тем, что для установки новой формы модифицированных каталитических слоев оно имеет следующие признаки:

а) внутри и рядом с внутренним цилиндром установлена наружная стенка, которая в основном перфорирована по всей ее высоте и имеет диаметр несколько меньший, чем диаметр упомянутого внутреннего цилиндра;

б) внутренняя стенка, снабженная перфорациями в основном по всей ее высоте и имеющая диаметр несколько меньший, чем диаметр наружной стенки и несколько больший, чем диаметр аксиально расположенной, передающей газовой трубы, установлена вокруг аксиально расположенной передающей газовой трубы;

в) герметичное круглое основание установлено в нижнем конце, по меньшей мере, одного каталитического слоя, по меньшей мере, небольшой верхний участок, по меньшей мере, одной из внутренней и наружной труб выполнен цельным и неперфорированным.

В соответствии с примером воплощения изобретения, по меньшей мере, незначительная часть, по меньшей мере, одной из упомянутых двух стенок лишена перфораций, в результате чего синтез-газ проходит в основном радиально (аксиально-радиальный поток, внутрь или наружу) через модифицированные каталитические слои.

Предпочтительно синтез-газ, который проходит в аксиальном направлении через верхнюю открытую часть слоев, модифицированных в соответствии с указанным воплощением, разделяют на главный радиальный поток, проходящий через

перфорированную высоту, по меньшей мере, одной стенки и второстепенный аксиальный поток, проходящий через неперфорированную высоту.

Одним из отличий по сравнению с приведенными выше патентами Ammonia Casale является то, что часть газа, которая пересекает предпочтительно в аксиальном потоке модифицированные каталитические слои в соответствии с указанным воплощением, является значительно больше (даже если главные высоты рассматриваются для неперфорированной верхней части перфорированных цилиндрических стенок слоя), в то время, как часть газа, пересекающая оставшуюся часть каталитического слоя, расположенного в перфорированных зонах цилиндрических стенок, в радиальном потоке уменьшается.

В первом варианте воплощения настоящего изобретения верхнюю незначительную неперфорированную часть размещают на внутренней стенке и синтез-газ, после прохождения каталитического слоя, собирается в кольцевой зоне, расположенной между передающей трубой 26 с диаметром 25 и частью внутренней стенки 38, имеющей высоту 43 и диаметр 39.

Во втором варианте верхнюю незначительную неперфорированную часть размещают на наружной стенке 40, главная перфорированная часть которой образует канал с внутренней поверхностью цилиндра для отработанных газов.

Соотношение вышеупомянутых газовых потоков (аксиального потока и радиального потока) будет различным в различных каталитических слоях цилиндра, если слои имеют различную высоту (различное соотношение высоты к диаметру корзины) как и в случае, в котором настоящее изобретение используют для модификации реакторов так называемого типа Келлог, у которого высота каталитических слоев внутреннего цилиндра увеличивается в различных слоях.

В соответствии с предпочтительным вариантом изобретения в некоторых модифицированных слоях часть газа, пересекающая в аксиальном направлении верхнюю часть слоев, может быть уменьшена до нуля за счет использования верхней регулирующей поток диафрагмы для уменьшения открытой секции, расположенной между верхними концами двух вставленных цилиндрических стенок слоев, причем диафрагма снабжена соответствующими отверстиями или выполнена полностью закрытой и непосредственно контактирует с верхней поверхностью каталитического слоя с диафрагмой с отверстиями, сечение которых может увеличиваться радиально изнутри наружу слоя (или наоборот для слоев с наружным газовым потоком).

В соответствии с другим вариантом изобретения частичное уменьшение аксиального газового потока может быть достигнуто за счет обеспечения размерного градиента катализатора, например, верхняя зона каталитического слоя состоит из слоя катализатора значительно меньшего размера, чем слой катализатора нижней зоны, через которую проходит радиальный поток газа, при этом толщина упомянутого слоя катализатора уменьшается изнутри наружу слоя в радиальном направлении (или наоборот для слоев с наружным потоком газа).

В соответствии с другим вариантом изобретения упомянутая диафрагма может иметь сплошные стенки, полностью закрытые (неперфорированные), всегда располагающиеся на верхней поверхности слоя.

Настоящее изобретение будет лучше понято из приведенного ниже описания нескольких предпочтительных, но не ограничивающих воплощений, показанных на прилагаемых чертежах, где:

Фиг. 1 - схематичное и продольное сечение реактора Келлогга с аксиальным потоком в соответствии с предшествующим уровнем техники;

Фиг. 2 - схематичное и продольное сечение реактора ICI с аксиальным потоком в соответствии с предшествующим уровнем техники;

Фиг. 3 - схематичное и продольное сечение реактора Келлогга по фиг. 1, модифицированного в соответствии с настоящим изобретением в реактор, с по существу радиально направленным внутрь потоком газа;

Фиг. 4 - схематичное и продольное сечение реактора ICI по фиг. 2, модифицированного в соответствии с настоящим изобретением в реактор с по существу радиально направленным внутрь потоком газа;

Фиг. 5 - схематичное и продольное сечение реактора Келлогга по фиг. 1, модифицированного в соответствии с настоящим изобретением в реактор с по существу радиально направленным наружу потоком газа;

Фиг. 6 - схематичное и продольное сечение реактора ICI по фиг. 2, модифицированного в соответствии с настоящим изобретением в реактор с по существу радиально направленным наружу потоком газа;

Фиг. 7 - схематичное и продольное сечение реактора Келлогга по фиг. 3, снабженного регуляторами поток (диафрагмами) сверху первых двух слоев;

Фиг. 8 - схематичное и продольное сечение реактора, имеющего более высокие соотношения высоты к диаметру (например, приблизительно 10), например, для типа TVA (Tennessee Valley Authority) и аналогичных, модифицированных в соответствии с настоящим изобретением в реактор с по существу радиально направленным внутрь потоком газа;

Фиг. 9 схематичное и продольное сечение реактора Келлогга с двумя нижними слоями, модифицированными в соответствии с настоящим изобретением в слой, имеющие по существу радиально направленный внутрь поток газа, и снабженными сверху закрытыми диафрагмами.

На фиг. 1 показан обычный реактор типа Келлогга, имеющий четыре каталитических слоя с 1 по 4 с синтез-газом 5 всегда идущим в аксиальном потоке (стрелки 6) и с четырьмя охлаждающими форсунками с 7 по 10 для охлаждающего газа, расположенными сверху каждого слоя 1-4. На фиг. 2 показан так называемый реактор типа ICI с одним каталитическим слоем, разделенным на три секции 11, 12 и 13 двумя охлаждающими ромбами 14 и 15. Здесь и на всех других фигурах цифры обозначают следующее: 16 - внутренний цилиндр; 17 - наружный, поддерживающий давление, корпус; 18 - канал между внутренней поверхностью корпуса 17 и наружной стенкой цилиндра

16, через который проходит, в основном, холодный реакционный газ 5 для охлаждения поверхности корпуса; 19 - общий катализатор в общей корзине с 1 по 4 на фиг. 1, и с 11 по 13 на фиг. 2; при этом каждая корзина, например, на фиг. 1 имеет высоту 20, 21, 22 и 23 и наружный диаметр 24 по существу равный внутреннему диаметру цилиндра 16 и внутренний диаметр 25 по существу равный диаметру центральной передающей газовой трубы 26; 27 - бесконтактный теплообменник и 28 - выход отработанных газов.

В обычном реакторе аксиального типа, например, типа Келлогга на фиг. 1 свежий реакционный газ 5 поступает через основание реактора и проходит вверх в воздушном пространстве 18 между корпусом 17 и внутренним цилиндром 16, проходит через верхний обменник газ-газ на наружной поверхности теплообменника 27 (который изнутри обтекается горячим реакционным газом 29), возвращается вниз через кольцевой проход 30, смешивается с охлаждающим газом и достигает верха первого слоя катализатора 1, проходя через него полностью в осевом направлении. Затем осевой поток, выходящий из основания первого слоя 1, смешивается с охлаждающим газом 8 и проходит через второй слой 2 в аксиальном направлении, в основании которого он смешивается с охлаждающим газом 9. Упомянутый охлажденный поток проходит в аксиальном направлении слой 3, смешивается с охлаждающим газом 10, проходит в осевом направлении слой 4, в основании которого он собирается в виде горячего отработанного газа 31 и поступает в центральную передающую трубу 26 для прохождения через центральную верхнюю часть теплообменника 27 (где происходит теплообмен со свежим газом 32) и затем удаляется через выпускное отверстие 28.

На фиг. 2 показан другой обычный полностью аксиального типа реактор, отличие которого от реактора на фиг. 1 заключается в том, что охлаждающие газы 33 и 34 подаются сверху реактора через трубы 35 и 36 между слоями катализатора 11, 12 и 13 с помощью "ромбов" 14 и 15 (эти ромбовые реакторы известны также как ICI ромбовые реакторы). Свежие газы 5 подаются сверху реактора, проходят вниз в воздушный канал 18, входят как газ 32 в нижний теплообменник 27, затем их возвращают через передающую газовую трубу 26, на выходе из которой их направляют вниз в виде аксиального потока 6, через слои катализаторов. В основании слоя 13 отработанный газ удаляется в виде потока 29. Описание дальнейших подробностей известных реакторов будет излишним, так как они хорошо известны любому специалисту в этой области. В основном упомянутые обычные реакторы имеют большой перепад давлений и тем самым являются растратчиками энергии. Более того, они используют низкоэффективный крупногабаритный (6-10 мм) синтез-катализатор. Высота 37 различных слоев 1, 2, 3 и 4 в основном уменьшается от верха до основания (см. фиг. 1, где $20 < 21 < 22 < 23$).

Вышеупомянутые и другие недостатки устраняются в соответствии с настоящим изобретением путем модификации цилиндра 16 и содержащихся в нем корзин катализаторов 1, 2, 3 и 4 с целью получения, в основном, радиального потока

для использования небольшого размера катализатора (1,5-3мм), который более эффективен, чем крупноразмерный в поддержании низкого перепада давлений

Новая система показана на фиг.3 и 4, где в соответствии с главной особенностью настоящего изобретения аксиальный поток изменен (в этом случае во всех слоях) на, в основном, радиальный поток, предпочтительно и преимущественно на незначительный аксиальный поток и главный радиальный поток. В связи с этим, каждая корзина катализатора разграничивается с помощью внутренней, по существу, перфорированной стенки 38, имеющей диаметр 39, который больше, чем диаметр 25 передающей трубы 26, и наружной, по существу, перфорированной стенкой 40, имеющей диаметр 41, который меньше, чем внутренний диаметр 24 цилиндра 16. Кроме того, каждая модифицированная корзина снабжена закрытым основанием 42. На фиг.3 показана первая конструкция, в которой наружная стенка 40 выполнена перфорированной по всей высоте 37 катализаторной корзины и имеет постоянный диаметр 41 на всей упомянутой высоте 37. С другой стороны внутренняя стенка 38 выполнена перфорированной на значительной части 43 высоты 37 и не имеет перфораций на оставшейся части высоты 37-43. Это может быть достигнуто за счет сохранения постоянного диаметра 39 стенки 38 на всей высоте 43 и его уменьшения до диаметра 25 передающей трубы 26 на высоте 37-43.

Следовательно, реакционный предварительно нагретый газ 32 в каждом каталитическом слое проходит в небольшом количестве в аксиальном направлении через небольшую неперфорированную высоту 37-43, где внутренняя стенка 38 практически контактирует с передающей трубой 26, а его основная часть проходит радиально главную перфорированную часть 43, другими словами, реакционный газ разделяется на небольшой аксиальный поток 6 и главный радиальный поток 44.

На фиг.3 и 4 радиальный поток 44 является направленным внутрь, т.е. свежий газ поступает в канал между наружной стенкой 40 (диаметр 41) и цилиндром 16 (диаметр 24 немного больше, чем 41) и, благодаря наличию закрытого основания 42 на всей кольцевой части 39-24, течет внутрь и собирается в открытом пространстве между перфорированной частью 43 (диаметр 39) и передающей трубой 26 (диаметр 25, который немного меньше, чем 39). Кольцевая часть, расположенная между диаметрами 39-25 является открытой и оба аксиальный и радиальный потоки газа проходят через нее. Из первой корзины 1 они смешиваются с охлаждающим газом 8 и проходят снова частично в аксиальном и частично в радиальном направлениях через вторую корзину 2 и т.д. через другие корзины 3 и 4. Отработанный газ, выходящий из последней корзины 4 (обозначенный 31), поступает в передающую трубу 26, движется по ней вверх и удаляется из реактора сверху через выпускное отверстие 28.

На фиг.4 те же этапы применены к реактору так называемого типа ICI. Отличие заключается в том, что здесь охлаждающие газы 33-34 и свежий синтез-газ 5 подают сверху реактора, а теплооб-

менник 27 и выпускное отверстие 28 расположены в основании реактора. Кроме этих незначительных отличий система, в соответствии с настоящим изобретением, предполагает те же элементы реактора по фиг.3, т.е. внутреннюю 38 и наружную 40, в основном, перфорированные стенки и закрытое основание 42 образует каждую катализаторную корзину 11,12,13, наружную стенку 16, имеющую постоянный диаметр 41 по всей перфорированной высоте 37 корзины, тогда как внутренняя стенка 38 имеет диаметр 39 на всей главной перфорированной высоте 43 и диаметр 25 передающей трубы 26 на оставшейся неперфорированной высоте 37-43.

Следовательно, незначительная верхняя часть корзины, имеющая высоту 37-43 и упомянутый меньший диаметр 25 трубы 26, является неперфорированной и через нее проходит незначительный аксиальный газовый поток, тогда как через главную полностью перфорированную часть корзины, имеющую высоту 43 и кольцевую ширину 41-39, проходит радиально и внутрь основной поток газа. Открытый канал 45 между внутренней поверхностью цилиндра и наружной полностью перфорированной трубой 40 образует проход для направленного радиально внутрь не вступившего в реакцию газа (поток 44), тогда как более короткий канал 46 между частью внутренней поверхности 38, имеющей диаметр 39 и передающей трубой 26, имеющей наружный диаметр 25, служит в качестве сборника отработанного газа 29, проходящего радиально и внутрь через главную высоту катализаторной корзины 37-43. Отработанный газ 29, выходящий из основания последней корзины 13, проходит через теплообменник 27 и удаляется через отверстие 28.

На фиг.5 и 6 показаны воплощения с направленным наружу потоком, в котором внутренняя стенка 38 выполнена перфорированной на всей высоте 37 и имеет постоянный диаметр 39 (который несколько больше, чем диаметр 25 передающей трубы 26), тогда как наружная стенка 40 выполнена перфорированной на высоте 43, имеющей диаметр 41 и не имеет перфораций на высоте 37-43, которая имеет диаметр 24 цилиндра 16. Нижнее закрытое основание 42 имеет теперь кольцевую ширину, простирающуюся от диаметра 25 передающей трубы 26 до диаметра 41 перфорированной высоты 43 стенки 40. В то время как на фиг.3 и 4 основание 42 герметично соединено с внутренней поверхностью цилиндра 16, в реакторах с наружным потоком газа на фиг.5 и 6 оно герметизировано относительно наружной поверхности передающей трубы 26. На фиг.5 кольцевое уплотнение основания 42 относительно трубы 26 обозначено 47. Как и на фиг.3, свежий газ 5 подается снизу, проходит вверх в воздушное пространство 18 и затем на наружную поверхность теплообменника 27, сталкивается в аксиальном направлении с открытой верхней плоскостью 48 первой корзины катализатора 1 и затем движется в аксиальном направлении на часть 37-43, обозначенную 49 (см. поток 6). Свежий газ 5 также поступает в открытый канал между трубой 26 и стенкой 38 и движется радиально наружу (поток 44) через главную нижнюю часть 43 каждой корзины с последующим его сбором в виде отработанного газа

(поток 29) в открытом пространстве между внутренней стенкой цилиндра и наружной частично перфорированной стенкой 40. Упомянутый поток 29 воздействует снова в аксиальном направлении на следующую корзину катализатора, проходит ее в аксиальном направлении на незначительную часть 49, а затем идет радиально наружу на главную часть 37-43 для его сбора в основании реактора и удаления через отверстие 28.

На фиг 5 теплообменник 27 и выпускное отверстие 28 для газа расположены на верху реактора, тогда как на фиг 6 теплообменник 27 и выпускное отверстие 28 находятся в основании реактора.

На фиг 7 снова показана конструкция по фиг 3, снабженная регулятором потока 50 (диафрагмой) на верхних открытых поверхностях первых двух корзин 1 и 2. Вообще соотношение аксиально/радиального потоков зависит только от отношения между неперфорированной 37-43 и перфорированной 43 высотами. Однако, в данном случае на верхних двух корзинах аксиальные потоки (6) регулируются также диафрагмой 50. Предпочтительно, регулятор осевого потока (редуктор) представляет собой диафрагму с отверстиями различных размеров и формы, например, отверстия, имеющие различные диаметры, увеличивающиеся в радиальном направлении изнутри наружу слоя(или наоборот). Упомянутые диафрагмы могут располагаться непосредственно на верхних поверхностях слоев катализаторов, а соотношение аксиального потока к радиальному в различных слоях может поддерживаться, в основном, постоянным в диапазоне от 0,02 до 0,2 (несмотря на различия в высотах 20,21,22,23) различных слоев. Более того, вместо или в дополнение к упомянутым диафрагмам может осуществляться размерный градиент катализатора, т.е. может использоваться верхний гранулированный слой, имеющий значительно меньший размер, чем нижние слои общего слоя, а толщина каждого слоя катализатора предпочтительно уменьшается изнутри наружу в радиальном направлении слоя (или наоборот). В другой конструкции вместо перфорированной, уменьшающей давление диафрагмы, может применяться закрытая диафрагма, располагающаяся в ряде слоев катализатора.

На фиг 9 показана конкретная конструкция, в которой, по меньшей мере, один слой катализатора, например, два слоя 1 и 2 оставлены немодифицированными, как, например, на фиг 1 (полностью аксиальный поток), тогда как, по меньшей мере, слой 3, например, модифицирован в слой аксиально-радиального потока, имеющий частично открытую диафрагму 50 (как на фиг 7) и, по меньшей мере, слой 4 преобразован в корзину полностью радиального потока с помощью полностью закрытой диафрагмы 51. В последней корзине 4 обе стенки 52 и 53 выполнены перфорированными по всей их высоте 37, тогда как стенка 40 корзины 3 перфорирована на всей высоте 43, а стенка 38 имеет перфорации на участке 37-43. Немодифицированный слой (слои) аксиального потока 1 и 2 находятся в верхней части реактора, т.е. корзины с очень маленькой высотой 20 и 21 (соответственно фиг 1) и это при очень низком перепаде давлений.

И, наконец, на фиг 8 показано, что несмотря на то, что система, в соответствии с настоящим изобретением, предпочтительно используется в реакторах с соотношением диаметра к высоте (D/H) меньше 10, она тем не менее применена к реакторам с соотношением больше 10.

На фиг 8 показан реактор так называемого типа TVA (Tennessee Valley Authority) и не требует дальнейших объяснений.

Ниже приводится ряд примеров, которые поясняют некоторые преимущества настоящего изобретения.

Пример 1 (сравнение).

Типичными характеристиками, которые могут быть получены с помощью реактора Келлогга из четырех адиабатических слоев и трех промежуточных охладителей, как показано на фиг 1, являются

производительность (х метрических тонн в день)	1090 х МТД NH ₃
входное давление реактора	155 бар абсолют.
входной поток реактора (включая охлаждение)	28378 кмоль/час
содержание NH ₃ на входе реактора	2% моля
содержание NH ₃ на выходе реактора	12,58% моля
P реактора	3,8 бар

Пример 2.

Характеристики, которые могут быть получены при модификации реактора в соответствии с настоящим изобретением (фиг 3,5,7)

Цилиндр реактора был модернизирован так, чтобы получить аксиально-радиальный реактор с четырьмя небольшим размером (1,5-3 мм) слоями катализатора и тремя промежуточными охладителями.

Характеристики могут быть представлены следующим образом

производительность	1090 МТД NH ₃
входное давление реактора	155 бар абсолют.
входной поток реактора (включая охлаждение)	22378 кмоль/час
содержание NH ₃ на входе реактора	2% моль
содержание NH ₃ на выходе реактора	15,8% моль
P реактора	1,8 бар

Пример 3 (сравнение).

Типичными характеристиками, которые могут быть получены с помощью реактора ICI, имеющего три адиабатических слоя и два промежуточных охладителя, как показано на фиг.2, являются

производительность	1200 МТД NH ₃
входное давление реактора	238 бар абсолют
входной поток реактора (включая охлаждение)	28434 кмоль/час
содержание NH ₃ на входе реактора	3% моль
содержание NH ₃ на выходе реактора	14,82 моль
P реактора	10 бар

температура охлаждающего газа

150°C

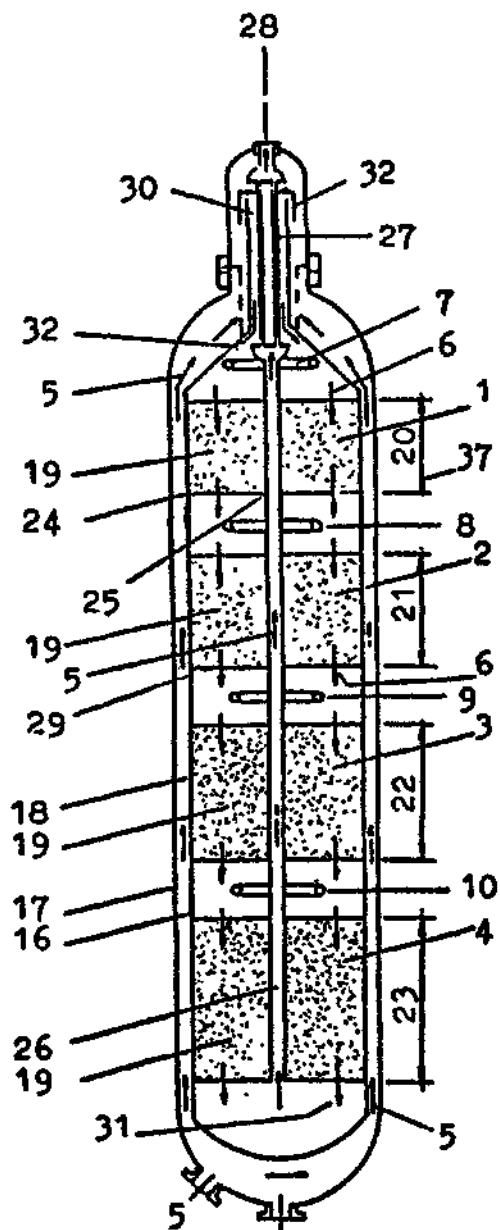
Пример 4.

Характеристики реактора из примера 3, модифицированного в соответствии с настоящим изобретением (фиг 4 и 6)

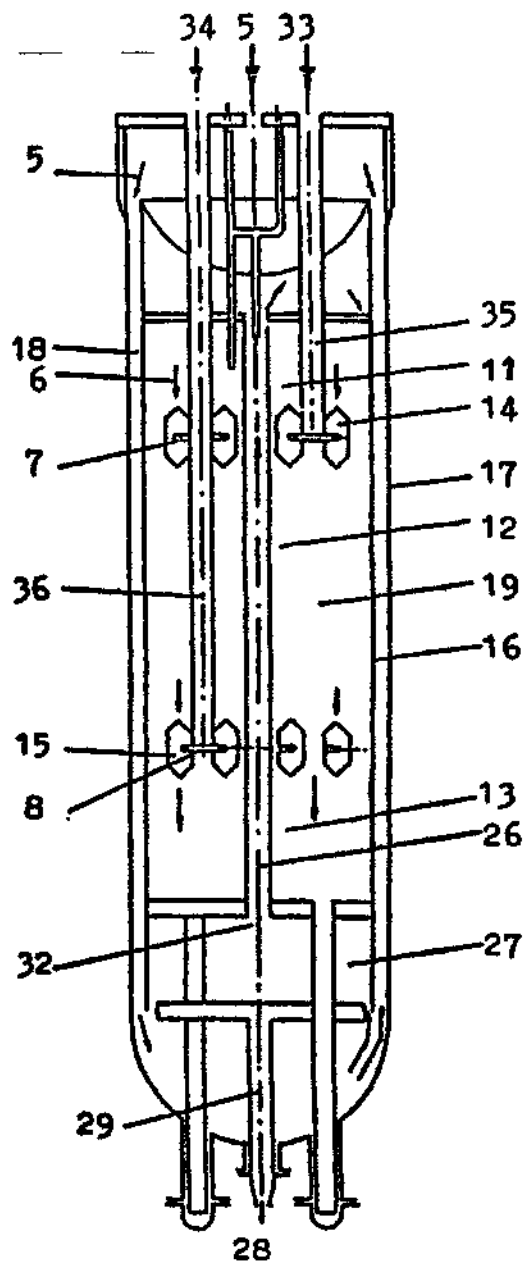
Цилиндр реактора был модифицирован для получения аксиально-радиального реактора с тремя слоями катализатора небольшого размера (1,5 - 3 мм) и двумя промежуточными охлаждениями

Характеристики могут быть представлены в следующем виде

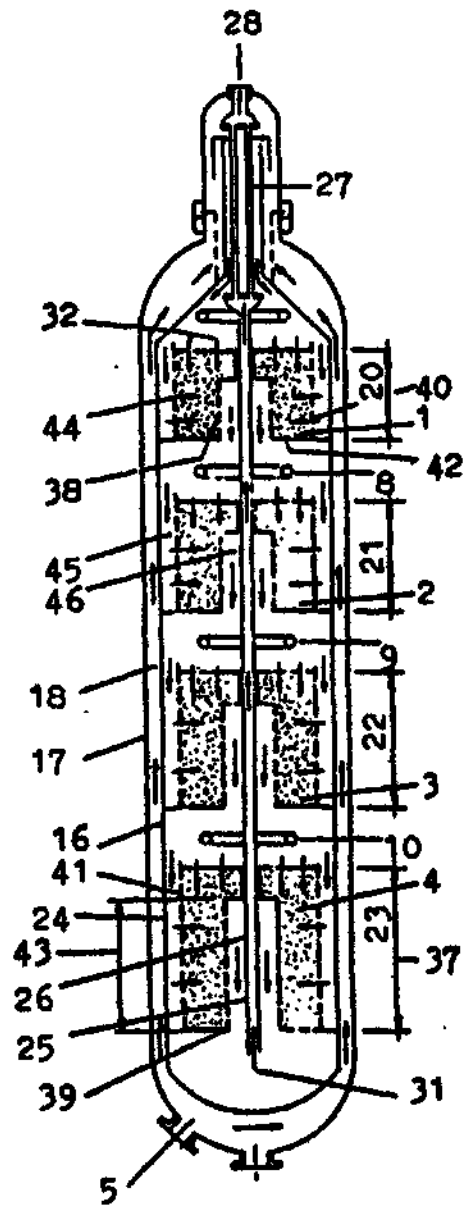
производительность	1200 МТД NH_3
входное давление реактора	238 бар абсолют
входной поток реактора (включая охлаждение)	22884 кмоль/час
содержание NH_3 на входе реактора	3% моль
содержание NH_3 на выходе реактора	18,16 моль
P реактора	2 бар



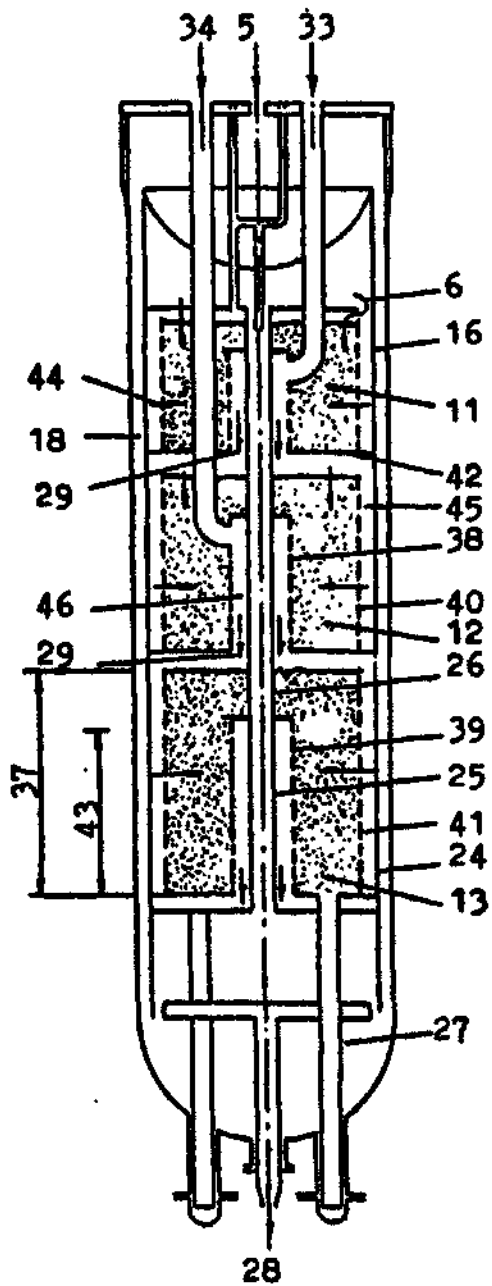
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

FIG. 5

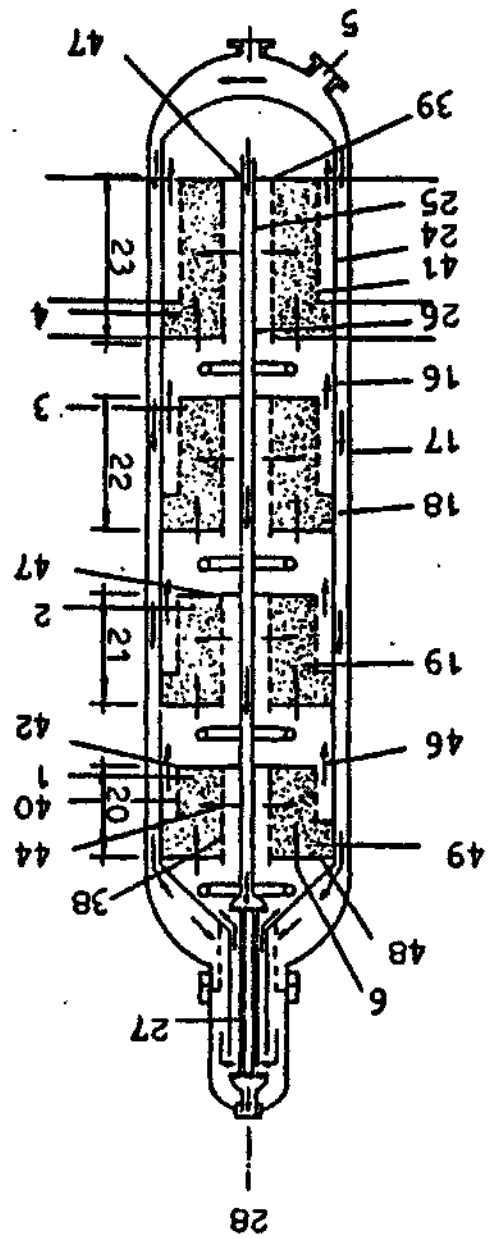
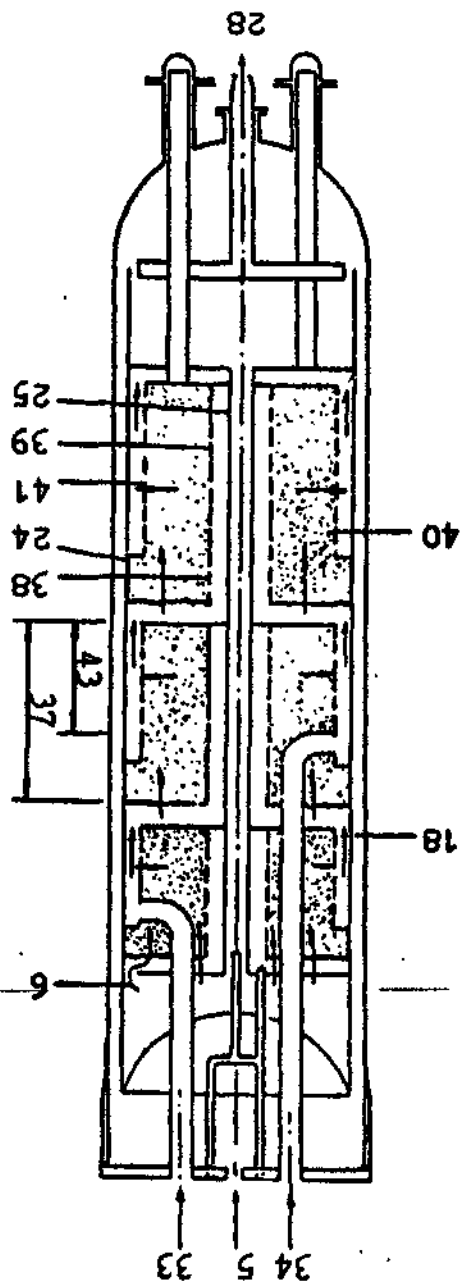
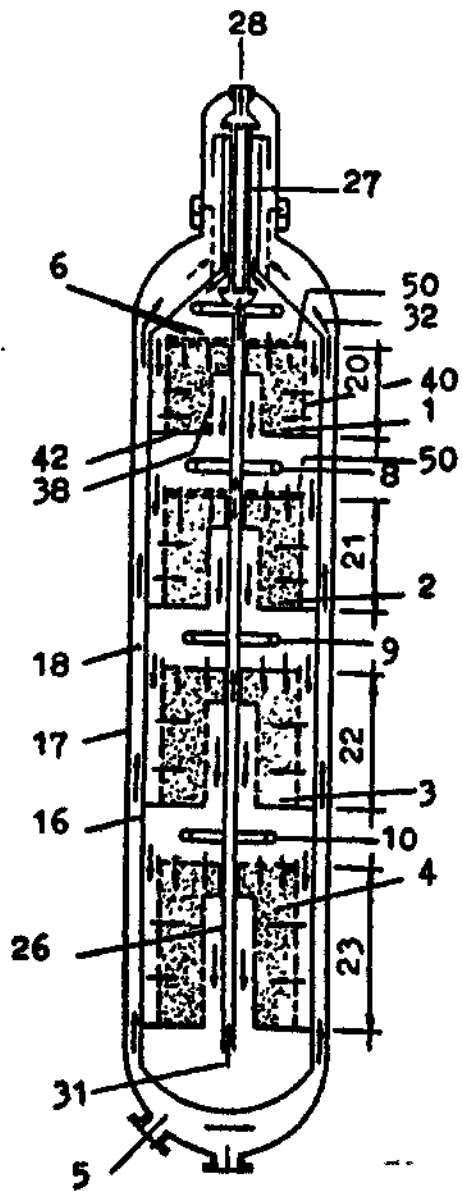
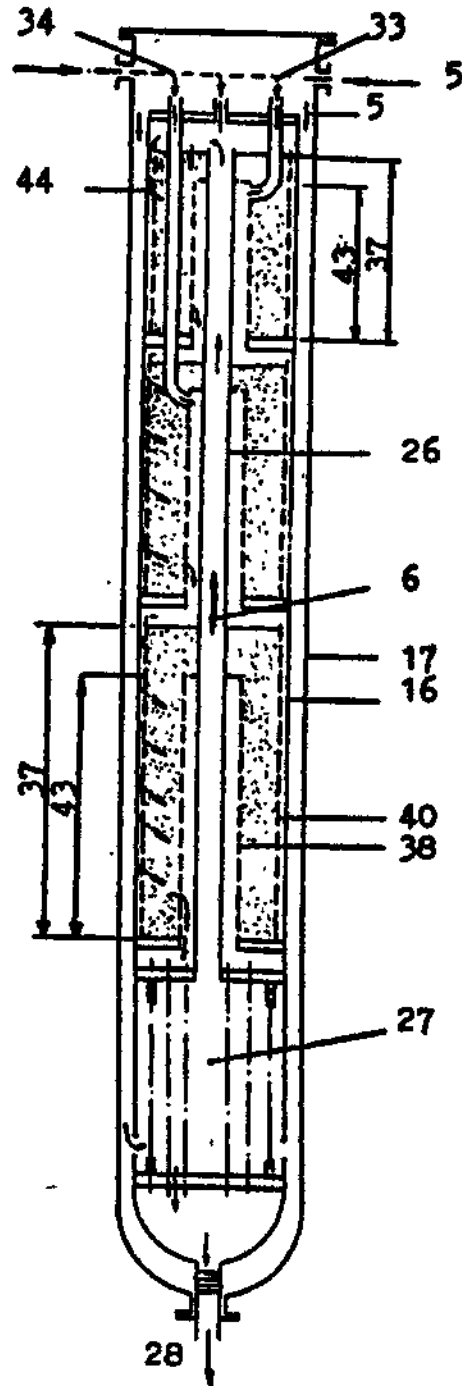


FIG. 6

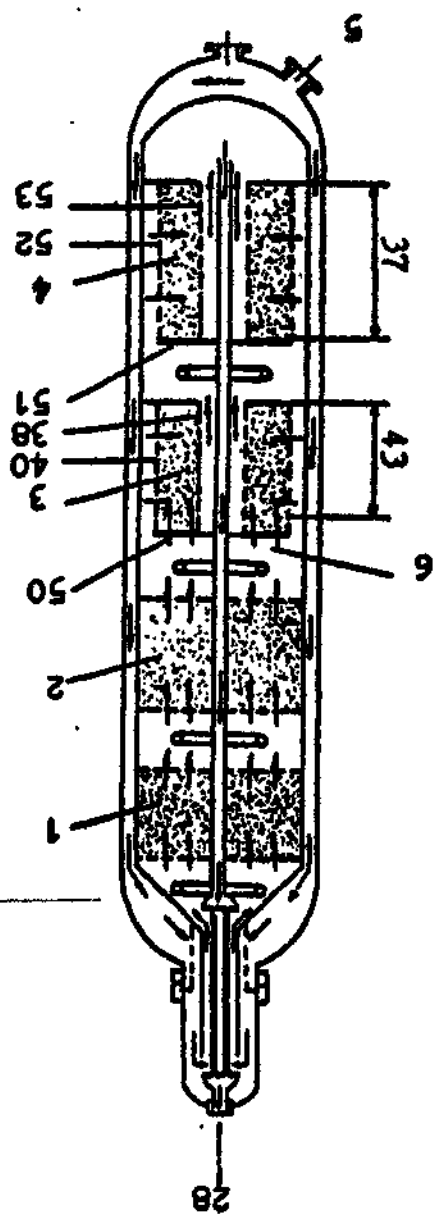




Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

Типаж 50 екз.

Відповідає акційному товариству «Латент»
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гаражна, 101
 (03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03

