



(51) МПК

*B01D 69/12* (2006.01)*B01D 61/00* (2006.01)*B01D 53/22* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005105093/15, 24.02.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
24.02.2005

(43) Дата публикации заявки: 10.08.2006

(45) Опубликовано: 20.01.2007 Бюл. № 2

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 1159605 A, 07.06.1985. RU 2161527  
C1, 01.01.2001. SU 324058 A1, 28.11.1972. DE  
39277787 A1, 28.02.1991. US 5507860 A,  
16.04.1996. JP 2000042342 A, 15.02.2000.

Адрес для переписки:

630090, г.Новосибирск, ул. Институтская, 4/1,  
Институт теоретической и прикладной механики  
СО РАН (ИТПМ СО РАН)

(72) Автор(ы):

Фомичев Владислав Павлович (RU),  
Фомин Василий Михайлович (RU),  
Пузырев Лев Николаевич (RU),  
Долгушев Сергей Викторович (RU),  
Верещагин Антон Сергеевич (RU),  
Аншиц Александр Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

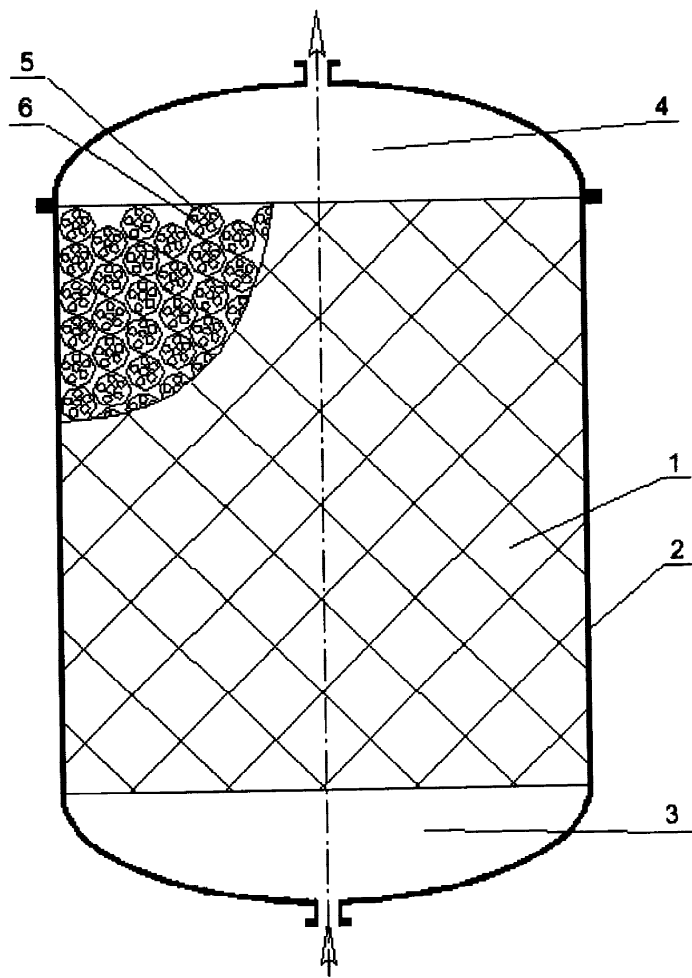
Институт теоретической и прикладной механики  
им. С.А.Христиановича Сибирского отделения  
Российской академии наук (RU)

## (54) СИСТЕМА И СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к химической, нефтехимической, газовой промышленности и может быть использовано при извлечении или концентрировании целевых компонентов из многокомпонентной газовой смеси, например гелия из природного газа. Селективно-проницаемая мембрана 1, разделяющая область подачи смеси 3 и область выделения компонентов смеси 4, помещена в адсорбционной трубе 2 и выполнена в виде слоя гранул 5 из материала, адсорбирующего сопутствующий и пропускающего целевой продукт - гелий. Гранулы заполнены полыми замкнутыми телами 6, стенки которых выполнены из материала,

пропускающего и удерживающего внутри тел только целевой продукт. Способ разделения газовой смеси, содержащей гелий, включает пропускание газовой смеси через слой элементов мембраны - гранул, заполненных полыми замкнутыми телами, до их полного насыщения целевым продуктом и извлечение целевого продукта путем понижения давления и повышения температуры в пространстве между гранулами. Изобретение позволяет повысить эффективность и качество разделения многокомпонентной газовой смеси, содержащей гелий, с выделением целевого продукта-гелия. 2 н.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

**B01D 69/12** (2006.01)**B01D 61/00** (2006.01)**B01D 53/22** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005105093/15, 24.02.2005**(24) Effective date for property rights: **24.02.2005**(43) Application published: **10.08.2006**(45) Date of publication: **20.01.2007 Bull. 2**

Mail address:

**630090, g.Novosibirsk, ul. Institutskaja,  
4/1, Institut teoreticheskoy i prikladnoj  
mekhaniki SO RAN (ITPM SO RAN)**

(72) Inventor(s):

**Fomichev Vladislav Pavlovich (RU),  
Fomin Vasilij Mikhajlovich (RU),  
Puzyrev Lev Nikolaevich (RU),  
Doligushev Sergej Viktorovich (RU),  
Vereshchagin Anton Sergeevich (RU),  
Anshits Aleksandr Georgievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Institut teoreticheskoy i prikladnoj  
mekhaniki im. S.A.Khristianovicha Sibirskogo  
otdelenija Rossijskoj akademii nauk (RU)**

**(54) SYSTEM AND THE METHOD FOR SEPARATION OF THE GAS MIXTURE**

(57) Abstract:

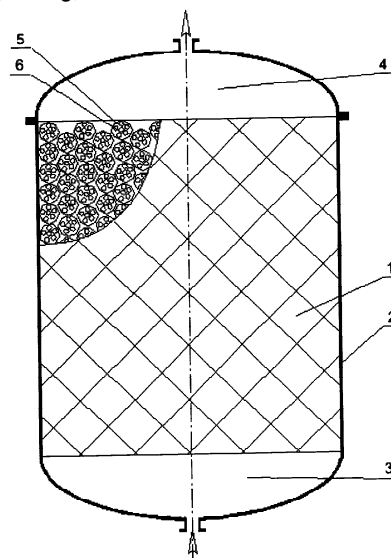
FIELD: chemical industry; petrochemical industry; natural gas industry; production of the retarding pyrotechnic compounds.

SUBSTANCE: the invention is pertaining to the field of the chemical industry, petrochemical industry, natural gas industry and may be used at extraction or concentration of the target components from the multi-component gaseous mixture, for example, extraction of helium from the natural gas. The selectively-permeable diaphragm (1) dividing the field of feeding of the mixture (3) and the field of separation of the mixture components (4) is arranged in the adsorption pipe (2) and made in the form of the granules layer (5) out of the material adsorbing the accompanying product and gating through the main product - helium. The granules are filled in with the hollow closed balls (6), which walls are made out of the material gating through and keeping inside only the target product. The method of separation of the gas mixture containing helium provides for gating the gas mixture through the layer of the diaphragm components - the granules filled with the hollow closed balls up to their complete saturation by the target product and extraction of the target product by reduction of the pressure and the rise of the temperature in the space between the

granules. The invention allows to raise the efficiency and the quality of separation of the multi-component gaseous mixture containing helium, with extraction of the target product - helium.

EFFECT: the invention ensures the increased efficiency and the quality of separation of the multi-component gaseous mixture containing helium and to improve extraction of the target product - helium.

2 cl, 4 dwg, 1 ex



Фиг. 1

Изобретение относится к химической, нефтехимической, газовой промышленностям и может быть использовано при извлечении или концентрировании одного или нескольких целевых компонентов из многокомпонентной газовой смеси, например гелия или водорода из природного газа.

5 Известен способ разделения газовой смеси /1/, заключающийся в извлечении одного или нескольких целевых компонентов из многокомпонентной смеси путем их диффузии через селективно-проницаемые оболочки полых замкнутых мембранных элементов. Полые замкнутые элементы непрерывно вводят в поток трубопровода и транспортируют вместе со смесью. После заполнения мембранных элементов целевым компонентом их удаляют из  
10 потока с последующим извлечением из них целевого компонента.

Недостатком данного изобретения являются трудности, связанные с введением и выделением мембранных элементов из потока газа действующего трубопровода, а также необходимость использования большого количества мембранных элементов.

15 Известно также изобретение, взятое за прототип, - способ разделения газовой смеси, которое относится к системе диффузионного газообмена, содержащее мембрану, выполненную в виде полых, замкнутых тел с полупроницаемыми стенками. Сжатую до высокого давления газовую смесь пропускают через пространство между мембранными элементами, благодаря чему происходят диффузия и накопление целевого продукта  
20 внутри полых, замкнутых элементов. Извлечение целевого продукта производят путем вакуумирования пространства между мембранными элементами и обратной диффузией проникшего компонента через полупроницаемую мембрану /2/.

Недостатком данной системы диффузионного газообмена является возможность вывода только одного или нескольких целевых продуктов из потока газовой смеси, проникающих  
25 через диафрагму мембранных элементов, и невозможность дополнительного отделения сопутствующих элементов из газовой смеси, проходящей сквозь мембрану.

Задача изобретения - повышение эффективности и качества разделения многокомпонентной газовой смеси, содержащей гелий с выделением целевого продукта - гелия.

30 Поставленная задача реализуется благодаря тому, что система разделения газовой смеси, включающая селективно-проницаемую мембрану, разделяющую область подачи многокомпонентной смеси и область выделения целевого и сопутствующих компонентов смеси, выполнена в виде слоя гранул, выполненных из материала, адсорбирующего  
35 сопутствующий и пропускающего целевой продукт, при этом гранулы заполнены полыми замкнутыми телами, стенки которых выполнены из материала, пропускающего и удерживающего (накапливающего) внутри полого тела только целевой продукт.

Способ разделения газовой смеси, содержащей гелий, включающий извлечение целевого продукта - гелия путем пропуска смеси через селективно-проницаемую мембрану и последующее выделение целевого и сопутствующего компонентов смеси. Многокомпонентную газовую смесь пропускают через слой гранул, заполненных полыми  
40 замкнутыми телами до полного насыщения полых замкнутых тел целевым продуктом, затем поток перекрывают и осуществляют процесс регенерации мембраны, при этом выделение целевого продукта из полых замкнутых тел осуществляют путем понижения давления и повышения температуры в пространстве между гранулами, а затем цикл повторяют.

45 Указанные признаки не выявлены в других технических решениях при изучении уровня данной области техники и, следовательно, решение является новым и имеет изобретательский уровень.

На фиг.1 изображена система разделения многокомпонентной газовой смеси. На фиг.2 -  
50 схема экспериментальной установки (Пример); на фиг.3 и 4 - графики, отражающие содержание азота и гелия при проходе смеси через колонку (Пример).

Система разделения многокомпонентной газовой смеси содержит селективно проницаемую мембрану 1, которая размещена в адсорбционной трубе 2 и разделяет ее на область подачи многокомпонентной смеси 3 и область выделения из мембраны

компонентов смеси 4. Мембрана 1 выполнена в виде слоя гранул 5, заполненных полыми замкнутыми телами 6. Гранулы 5 выполнены из материала с соответствующей избирательной проницаемостью для конкретной газовой смеси, например из цеолитов, поглощающих сопутствующий продукт и пропускающих через свои стенки внутрь полых замкнутых тел 6 целевой продукт. Стенки полых замкнутых тел могут быть выполнены из материала с заданной селективностью под конкретный целевой продукт, пропускающий и удерживающий внутри тела только целевой продукт, например гелий.

Способ разделения газовой смеси осуществляется следующим образом.

Мембрану 1, селективно поглощающую полыми замкнутыми телами 6 один или несколько целевых продуктов и адсорбирующую гранулами 5 другие сопутствующие продукты, помещают между областью подачи многокомпонентной смеси 3 и областью выделения компонентов смеси 4 - адсорбционной трубе 2. Обрабатываемую многокомпонентную газовую смесь подают в область 3 и под действием перепада давления между указанными газовыми областями в трубе 2 смесь проходит через мембрану 1 в область 4. При этом целевой продукт - гелий проходит через стенки гранул 5 и полых замкнутых тел 6 и накапливается внутри полых замкнутых тел 6, а сопутствующие продукты задерживаются и накапливаются в стенках адсорбирующего материала гранул 5 мембраны 1. После заполнения полых замкнутых тел 6 целевым продуктом подачу газовой смеси прекращают и выполняют процесс извлечения разделенных продуктов из мембраны. При этом целевой продукт из полых замкнутых тел извлекают созданием обратного по отношению к внутренней полости полых замкнутых тел перепада давления, когда давление внутри полых замкнутых тел выше, чем давление в объеме, занятом гранулами, а извлечение адсорбированного сопутствующего продукта производят повышением температуры мембраны. Повышение температуры в пространстве между гранулами осуществляют пропуская через мембрану горячего газа.

Этот процесс осуществляют последовательно. После извлечения целевых и сопутствующих продуктов из гранул на мембрану вновь подают газовую смесь и цикл повторяют.

Пример

Экспериментальная проверка разделения многофазной газовой среды на стадии поглощения и стадии вывода целевого продукта была проведена на хроматографической колонке, заполненной гранулами с замкнутыми телами диаметром 100-125 мкм с толщиной стенок 5-10 мкм (ценоферы), выполненными из стекла. На фиг.2 представлена схема экспериментальной установки, где 7 - система ввода пробы, 8 - безградиентная печь, 9 - реактор (хроматографическая колонка), 10 - система регистрации, 11 - детектор газов по теплопроводности (катарометр).

В качестве газа-носителя использовался аргон. На входе хроматографической колонки в потоке аргона формировалась область потока из смеси азота и гелия с равными парциальными давлениями с помощью системы ввода пробы 7. Эта смесь проталкивалась аргоном через колонку 9. На выходе колонки системой регистрации 10 и детектором 11 определялось относительное содержание азота и гелия.

Процесс разделения газовой смеси в колонке наглядно демонстрируют графики, представленные на фиг.3 и 4, отражающие содержание азота и гелия при проходе смеси через колонку. На фиг.3 представлены результаты экспериментов, полученных при температуре смеси  $T=20^{\circ}\text{C}$ . Кривая 12 для азота и кривая 13 - для гелия. На фиг.3 можно видеть, что относительное содержание гелия в потоке смеси на выходе колонки уменьшается в максимуме, что демонстрирует эффект удержания гелия замкнутыми телами. Увеличение относительной концентрации гелия в конце прохода демонстрирует извлечение гелия из замкнутых тел при понижении его парциального давления в колонке. Это свидетельствует о том, что часть гелия в начале проникала в замкнутые тела и удерживалась в них до момента спада парциального давления смеси азота и гелия на выходе колонки, затем гелий начинал выходить из замкнутых тел, повышая его относительное содержание в потоке. На фиг.4 приведены графики зависимости

относительного содержания гелия на выходе колонки от температуры в колонке. Кривая 14 при 20°C, кривая 15 при 390°C и кривая 16 при 520°C.

Можно видеть, что повышение температуры в колонке увеличивает селективные свойства замкнутых тел при выделении целевого продукта - гелия (величина импульса в

5 максимуме уменьшается, а в "хвосте" импульса увеличивается).

Источники информации

1. Патент RU №2161527, В 01 D 53/22, 17.01.2000.

2. А.с. SU №1159605, В 01 D 53/22, 05.07.1983 - прототип.

10

#### Формула изобретения

1. Система разделения газовой смеси, содержащей гелий, включающая селективно-проницаемую мембрану, разделяющую область подачи указанной смеси и область выделения компонентов смеси, отличающаяся тем, что мембрана выполнена в виде слоя гранул, выполненных из материала, адсорбирующего сопутствующий и пропускающего

15

целевой продукт - гелий, при этом гранулы заполнены полыми замкнутыми телами, стенки которых выполнены из материала, пропускающего и удерживающего внутри тела только целевой продукт.

2. Способ разделения газовой смеси, содержащей гелий, включающий извлечение целевого продукта - гелия путем ее пропуска через селективно-проницаемую мембрану

20

и последующее выделение компонентов смеси, отличающийся тем, что указанную газовую смесь пропускают через слой элементов мембраны - гранул, заполненных полыми замкнутыми телами, до их полного насыщения целевым продуктом, затем поток перекрывают и осуществляют процесс регенерации мембраны, при этом выделение целевого продукта из полых замкнутых тел осуществляют путем понижения давления и

25

повышения температуры в пространстве между гранулами, а затем цикл повторяют.

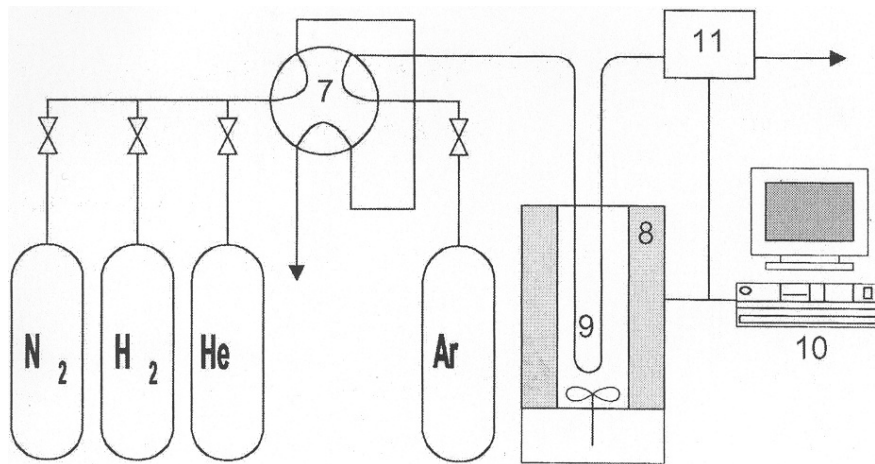
30

35

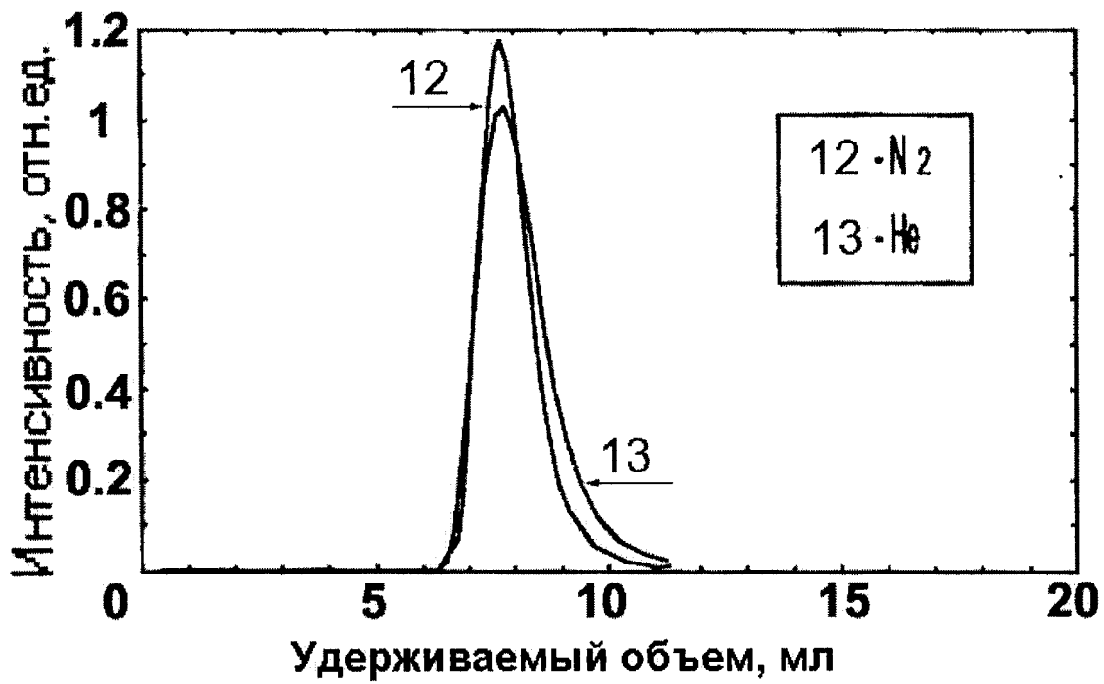
40

45

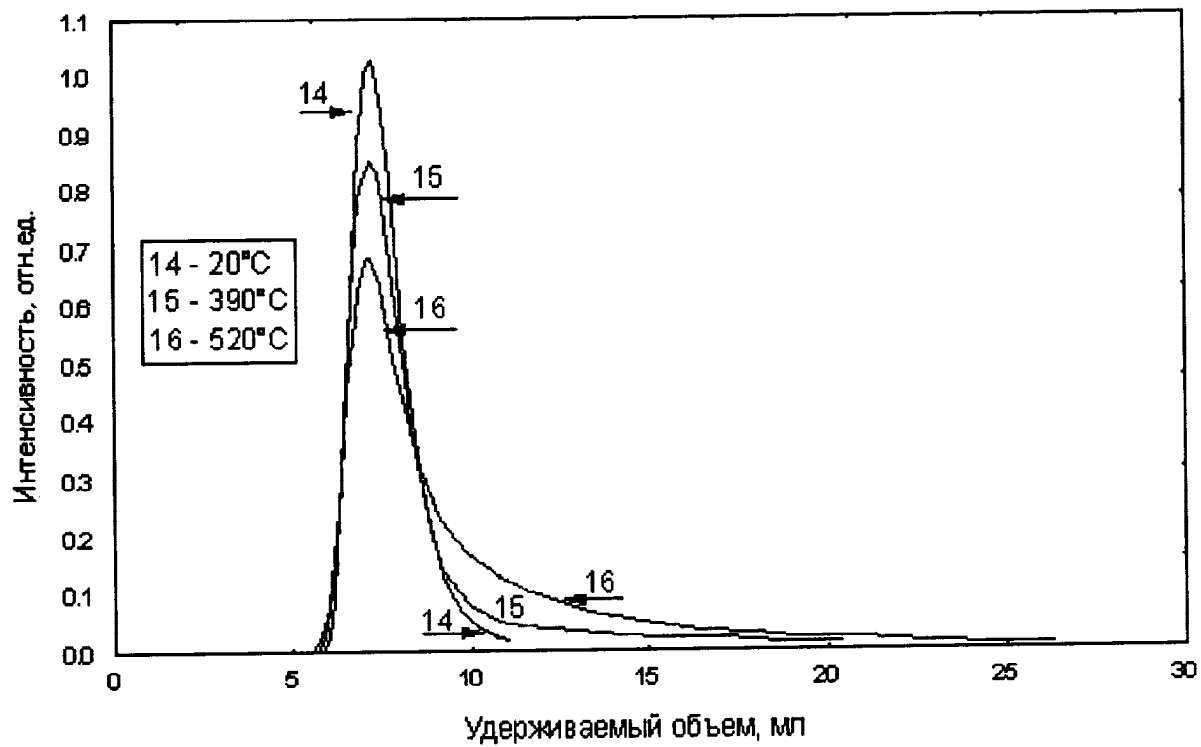
50



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4