



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012148626/05, 16.11.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.11.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.11.2012

(43) Дата публикации заявки: 27.05.2014 Бюл. № 15

(45) Опубликовано: 10.09.2014 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2010044642 A1, 25.02.2010; (см.
прод.)

Адрес для переписки:

142432, Московская обл., г. Черноголовка, просп.
академика Семёнова, 1, ФГБУН Институт
проблем химической физики РАН (ИПХФ
РАН), Директору ИПХФ РАН академику С.М.
Алдошину

(72) Автор(ы):

Фокин Илья Геннадьевич (RU),
Никитин Алексей Витальевич (RU),
Рудаков Валерий Михайлович (RU),
Савченко Валерий Иванович (RU),
Диденко Людмила Павловна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт проблем
химической физики РАН (ИПХФ РАН) (RU)

(54) МЕМБРАННЫЙ РЕАКТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в нефтехимическом производстве при создании аппаратов для проведения процесса дегидрирования легких алканов. Мембранный реактор состоит из цилиндрического кожуха, двух крышек и мембранно-каталитического модуля, помещенного между двумя газораспределительными решетками. Мембранно-каталитический модуль содержит несколько секций для проведения процесса дегидрирования. Каждая секция содержит реакционную камеру и камеру для сбора водорода, которые разделены

водородпроницаемой мембраной. Принцип действия реактора состоит в одновременном параллельном проведении процесса дегидрирования в нескольких реакционных камерах с непрерывным отводом водорода через мембрану из зоны реакции. Изобретение позволяет увеличить площадь удельной поверхности мембраны на единицу объема катализатора и повысить тем самым конверсию сырья в целевые продукты за счет увеличения отвода водорода из реакционной зоны и смещения равновесия реакции дегидрирования в сторону образования продуктов. 4 ил.

(56) (продолжение):

RU 2342988 C2, 10.01.2009; RU 2381207 C2, 10.02.2010; US 2006248800 A1, 09.11.2006; US 2010044642 A1, 25.02.2010.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012148626/05, 16.11.2012**

(24) Effective date for property rights:
16.11.2012

Priority:

(22) Date of filing: **16.11.2012**

(43) Application published: **27.05.2014** Bull. № 15

(45) Date of publication: **10.09.2014** Bull. № 25

Mail address:

**142432, Moskovskaja obl., g. Chernogolovka, prosp.
akademika Semenova, 1, FGBUN Institut problem
khimicheskoy fiziki RAN (IPKhF RAN), Direktor
IPKhF RAN akademiku S.M. Aldoshinu**

(72) Inventor(s):

**Fokin Il'ja Gennad'evich (RU),
Nikitin Aleksej Vital'evich (RU),
Rudakov Valerij Mikhajlovich (RU),
Savchenko Valerij Ivanovich (RU),
Didenko Ljudmila Pavlovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
uchrezhdenie nauki Institut problem
khimicheskoy fiziki RAN (IPKhF RAN) (RU)**

(54) **MEMBRANE REACTOR**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to the field of machine-building and can be applied in the petrochemical production in creation of apparatuses for carrying out the process of light alkane dehydrogenation. A membrane reactor consists of a cylindrical casing, two covers and a membrane-catalytic module, placed between two gas-distributing grids. The membrane-catalytic module contains several sections for carrying out the dehydrogenation process. Each section contains a reaction chamber and a chamber for hydrogen collection, which are separated by a hydrogen-permeable membrane. A principle of the reactor

operation consists in simultaneous parallel carrying out the dehydrogenation process in several reaction chambers with continuous discharge of hydrogen through the membrane from the reaction zone.

EFFECT: invention makes it possible to increase an area of the specific surface of a membrane per unit of a catalyst volume and in this way to increase conversion of the raw material into the target products due to increase of hydrogen discharge from the reaction zone and shift of the dehydrogenation reaction balance towards the product formation.

4 dwg

Изобретение относится к области химического машиностроения, в частности к созданию аппаратов для проведения процесса дегидрирования легких алканов (индивидуальных углеводородов и их смесей).

В настоящее время известны различные типы реакторов дегидрирования, в том числе
5 мембранные реакторы. В мембранном реакторе должен осуществляться процесс дегидрирования с отводом водорода из зоны реакции через мембрану. Известно несколько вариантов конструкции мембранного реактора. В основном, это реакторы трубчатого типа (патент РФ №2381207 от 10.02.2010 г., патент РФ №2342988 от 10.01.2009 г., патент США №5202517 от 13.04.1993 г.). Особенностью конструкции этих реакторов
10 является то, что сырье подается в пространство между двумя цилиндрическими элементами, где находится слой катализатора. Один из цилиндров является проницаемым для водорода (изготовлен из металлической или керамической мембраны). Водород выводится из зоны реакции, смещая тем самым равновесие реакции дегидрирования в сторону образования продуктов. Основной недостаток данной конструкции - малая
15 площадь поверхности мембраны, отнесенная к единице объема катализатора.

Наиболее близким по технической сущности к настоящему изобретению является мембранный реактор, описанный в патенте США №5449848 от 12.09.1995 г. (патент Японии №3017026 от 25.01.1991 г.). Реактор состоит из камеры дегидрирования углеводородного сырья и камеры сбора водорода. Камеры разделены
20 водородпроницаемой мембраной для селективного удаления водорода из реакционной зоны. Во избежание накопления водорода в камере сбора и создания высокого градиента концентрации водорода между камерами, он непрерывно окисляется кислородом или кислородсодержащим газом в камере сбора. Продукты реакции вместе с оставшимся водородом выводятся из реактора. Этим обеспечивается непрерывный отток водорода
25 из камеры дегидрирования. Тепловая энергия, выделяющаяся при сгорании водорода в камере сбора, передается в камеру дегидрирования, обеспечивая протекание эндотермического процесса. Для стабилизации температурного режима реакции обе камеры окружены слоем изоляции. Данную конструкцию реактора мы рассматриваем в качестве прототипа.

30 Основным недостатком прототипа является ограничение площади поверхности мембраны размерами реактора. И, как следствие, ограничение выхода целевых продуктов при заданном объеме катализатора.

Техническим результатом заявленного изобретения является увеличение производительности мембранного реактора.

35 Заявленный технический результат достигается за счет увеличения площади удельной поверхности мембраны на единицу объема катализатора.

В реакторе установлен мембранно-каталитический модуль, в котором находится несколько секций для проведения процесса дегидрирования. Каждая такая секция содержит реакционную камеру, заполненную катализатором, и камеру для сбора
40 водорода. Камеры внутри каждой секции разделены водородпроницаемой мембраной. Благодаря такой конструкции мембранно-каталитического модуля удастся значительно повысить общую площадь используемой в реакторе мембраны при неизменном объеме используемого катализатора. Принцип работы реактора состоит в одновременном, параллельном проведении процесса дегидрирования в нескольких реакционных камерах
45 с непрерывным отводом водорода из камер сбора.

На приведенных ниже чертежах (фиг.1-4) показаны основные особенности предлагаемого нами изобретения. Иллюстрации помогают раскрыть сущность настоящего изобретения. Реактор является сборной конструкцией, состоящей из

цилиндрического кожуха, двух крышек и мембранно-каталитического модуля с газораспределительными решетками.

Основной вид реактора представлен на фиг.1. Цилиндрический кожух реактора через фланцы соединен с крышками реактора. В кожухе имеются штуцеры для продувки аппарата азотом, в крышках - штуцеры для ввода сырья, вывода продуктов и водорода (водородсодержащего газа). Эскиз реактора с обозначением элементов его конструкции приведен на фиг.2. Центральным элементом разработанного аппарата является мембранно-каталитический модуль 5. Модуль помещен в цилиндрический кожух из нержавеющей стали 3. Для подвода тепла в пространство между кожухом и модулем с четырех сторон помещены нагревательные элементы 6. Пространство между кожухом и модулем продувается азотом через штуцеры Е и Ж для обеспечения безопасности работы в случае утечки газов.

Мембранно-каталитический модуль находится между двумя газораспределительными решетками 2. Решетки закреплены между фланцами кожуха и крышек 1 (вид И).

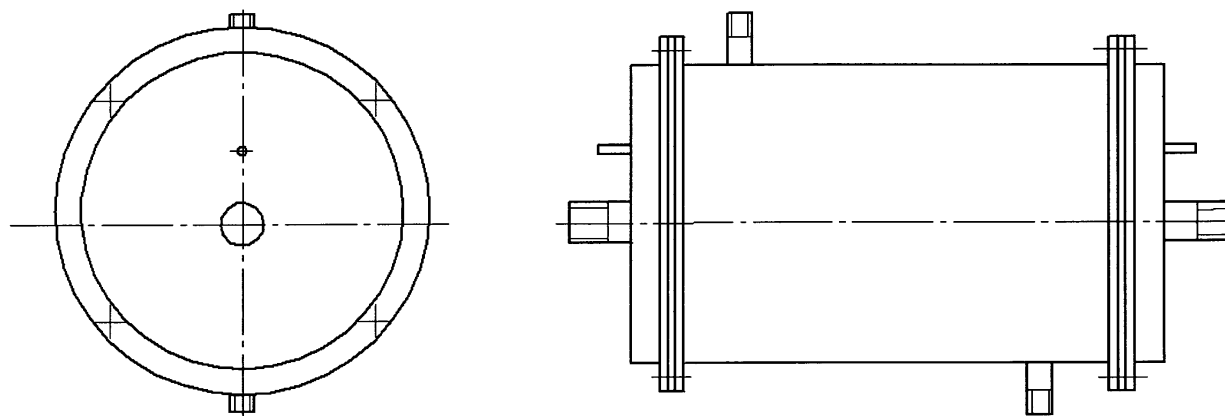
Эскизный чертеж газораспределительной решетки приведен на фиг.4. Решетка представляет собой диск из нержавеющей стали, в котором просверлены отверстия для потоков углеводорода и водорода из камер мембранно-каталитического модуля. В диске проточены пазы для уплотнения торцевой поверхности модуля. На виде К фиг.2 укрупненным планом изображено торцевое уплотнение крышки модуля в газораспределительной решетке. В отверстия решетки вварены трубки для отвода водорода и продувки камер азотом. Трубки соединены в коллектор 4, который выходит из реактора через отверстие в крышке. В крышках реактора вварены штуцер ввода сырья Б и штуцер вывода продуктов дегидрирования В.

Мембранно-каталитический модуль является сборным элементом. Он состоит из двух стенок и двух крышек (фиг.3). Соединение стенки с крышкой - фланцевое (вид Н). Внутри модуля расположены металлические перегородки, разделяющие объем модуля на несколько камер. Уплотнение соединения перегородки со стенкой выполнено в виде системы «шип-паз» (вид М). По функциональному назначению камеры разделяются на реакционные камеры и камеры сбора водорода, располагающиеся попеременно.

Каждая пара «реакционная камера - камера сбора водорода» образует одну из секций мембранно-каталитического модуля. В каждой секции металлическая перегородка между камерами перфорирована (10), на ней находится водородпроницаемая мембрана 9 (вид М). Данная конструкция стягивается по периметру болтами через металлические пластины 7. Реакционная камера заполнена катализатором 8. Образующийся в процессе дегидрирования водород из реакционной камеры через мембрану попадает в камеру сбора водорода.

Формула изобретения

Мембранный реактор для одновременного параллельного проведения процесса дегидрирования, состоящий из мембранно-каталитического модуля, помещенного в цилиндрический кожух между двумя газораспределительными решетками, для подвода сырья и вывода продуктов, содержащего несколько секций, состоящих из реакционной камеры, заполненной катализатором, и камеры для сбора водорода, которые разделены водородпроницаемой мембраной.

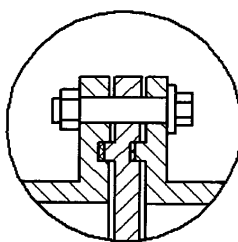


Фиг. 1

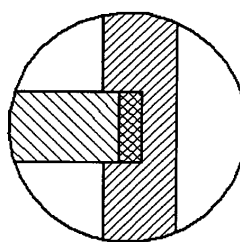
Таблица штуцеров

обозначение	назначение
Б	Вход пропана
В	Выход продукта
Г, Е	Вход азота
Д	Выход водорода или азота
Ж	Выход азота

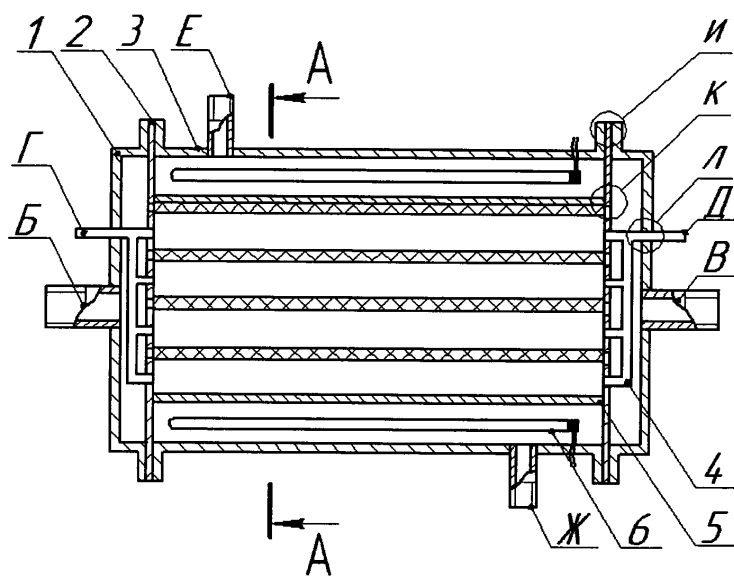
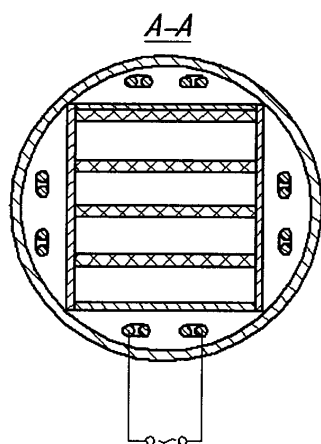
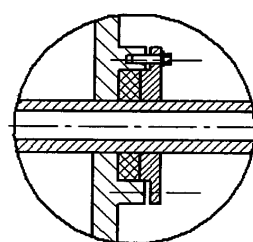
Вид И



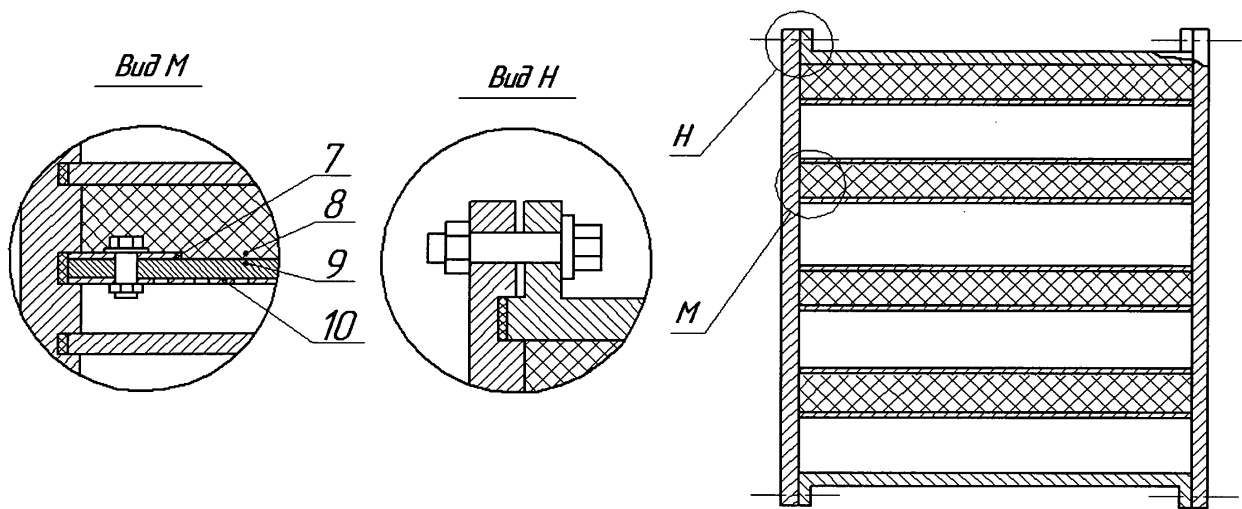
Вид К



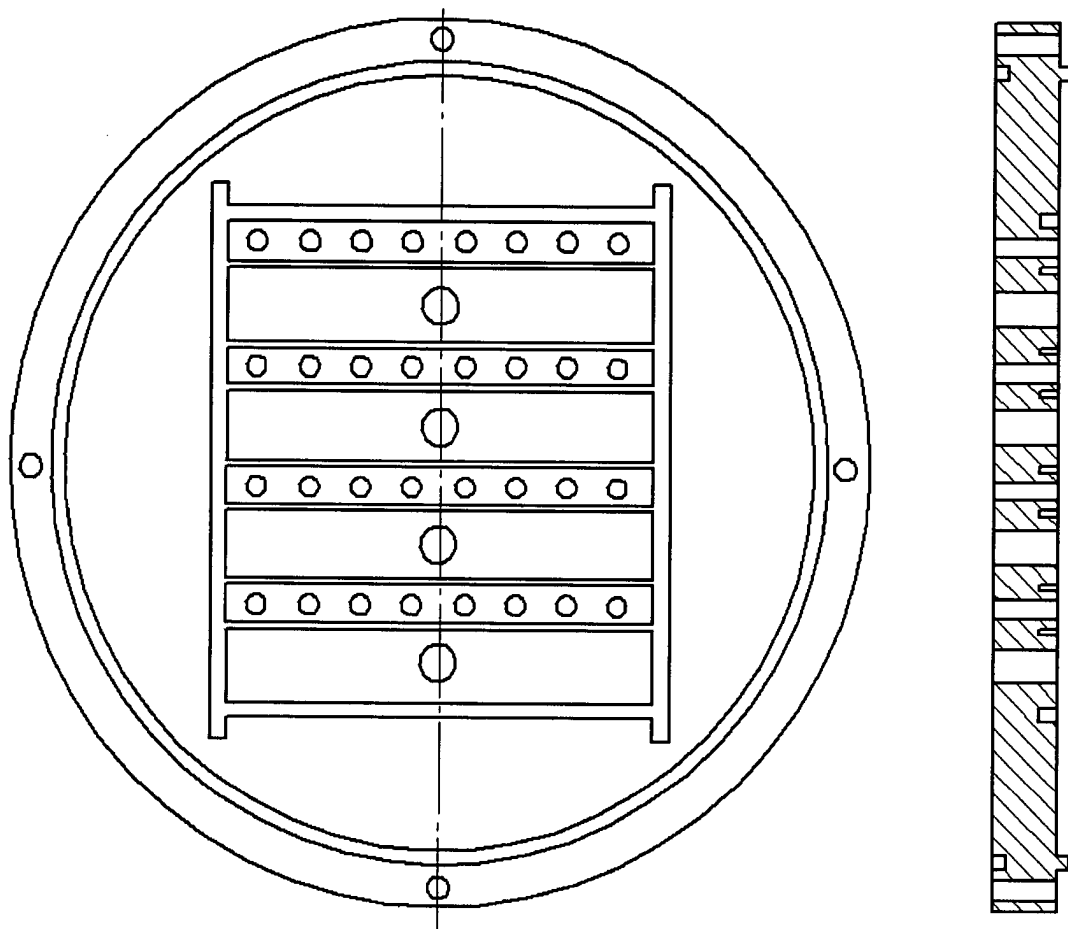
Вид Л



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4