



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2003109354/06, 02.04.2003**
 (24) Дата начала действия патента: **02.04.2003**
 (43) Дата публикации заявки: **10.10.2004**
 (45) Опубликовано: **20.07.2005 Бюл. № 20**
 (56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 901809 А, 30.01.1982. RU 2176062 С2, 20.11.2001. RU 2166702 С1, 10.05.2001. RU 2133935 С1, 27.07.1999. RU 2078295 С1, 27.04.1997. SU 125095 А3, 01.01.1959.**

Адрес для переписки:
630090, г.Новосибирск, ул. Институтская, 4/1, ИТПМ СО РАН, патентный отдел

(72) Автор(ы):
**Баев В.К. (RU),
 Фомин В.М. (RU),
 Чусов Д.В. (RU),
 Фролов А.Д. (RU),
 Макарык Т.А. (RU),
 Исмагилов З.Р. (RU),
 Пармон В.Н. (RU),
 Керженцев М.А. (RU),
 Шикина Н.В. (RU)**

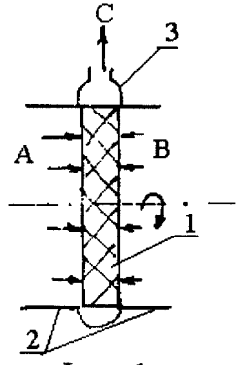
(73) Патентообладатель(ли):
**НИУ "Институт теоретической и прикладной механики СО РАН" (RU),
 НИУ "Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН" (RU)**

(54) СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕЧЕНИЯ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ И ЭНЕРГОПРЕОБРАЗУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО РОТОРНОГО ТИПА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение предназначено для применения в области машиностроения, а также может быть использовано в энергетике, теплотехнике, химических технологиях и прочих областях производственной деятельности и в быту. Способ организации течения рабочей среды в энергопреобразующем устройстве роторного типа, характеризующийся тем, что направление и интенсивность течения рабочей среды задают формой ротора и его ячеистой структурой, проницаемой в различных направлениях, в качестве ячеистого материала использован каталитический материал, причем процессы энергетического, массового обмена и химического взаимодействия происходят внутри тела ротора с участием его развитой поверхности. Энергопреобразующее устройство роторного типа содержит, по крайней мере, один ротор, установленный на валу с возможностью вращения, коллекторы подвода и отвода рабочей среды, причем ротор выполнен любой геометрической формы, например диск, конус, усеченный конус, шар из проницаемого в различных направлениях ячеистого материала с образованием каналов внутри тела ротора для протекания рабочей среды, при этом коллектор отвода рабочей среды и тепла размещен по периферии ротора. Кроме того,

проницаемый ротор выполнен из материала с неоднородной проницаемостью и снабжен поверхностью теплообмена. Поверхность теплообмена размещена с одной стороны ротора, противоположной однонаправленному потоку рабочей среды, или размещена внутри ротора при разнонаправленных потоках рабочей среды. В качестве ячеистого материала использован каталитический материал или использован керамический или металлический носитель, на который нанесен катализатор. В качестве катализатора на носитель нанесен, по крайней мере, один благородный металл и/или оксид металла, выбранного из группы, включающей переходные металлы IV периода. Изобретение дает возможность регулировать направление и интенсивность течения рабочей среды, а также интенсифицировать массотеплообменные процессы, в том числе увеличить теплосъем с единицы площади теплообменной поверхности. Изобретение также позволяет задавать необходимое направление и интенсивность течения рабочей среды за счет геометрической формы ротора и его структуры, проницаемой в различных направлениях, выполненной из высокопористого ячеистого материала. 2 с. и 7 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

RU 2 2 5 6 8 6 1 C 2

RU 2 2 5 6 8 6 1 C 2

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 256 861** (13) **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **F 28 D 11/02**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003109354/06, 02.04.2003**

(24) Effective date for property rights: **02.04.2003**

(43) Application published: **10.10.2004**

(45) Date of publication: **20.07.2005 Bull. 20**

Mail address:

**630090, g.Novosibirsk, ul. Institutskaja,
4/1, ITPM SO RAN, patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Baev V.K. (RU),
Fomin V.M. (RU),
Chusov D.V. (RU),
Frolov A.D. (RU),
Makarjuk T.A. (RU),
Ismagilov Z.R. (RU),
Parmon V.N. (RU),
Kerzhentsev M.A. (RU),
Shikina N.V. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**NIU "Institut teoreticheskoy i prikladnoj
mekhaniki SO RAN" (RU),
NIU "Institut kataliza im. G.K. Boreskova SO
RAN" (RU)**

(54) **METHOD OF CREATING OF WORKING MEDIUM FLOW AND ROTOR-TYPE POWER-TRANSFORMING DEVICE FOR REALIZATION OF THE METHOD**

(57) Abstract:

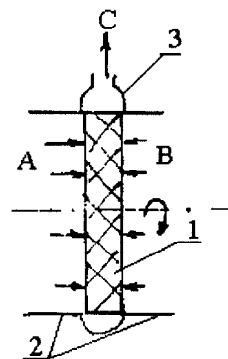
FIELD: mechanical engineering.

SUBSTANCE: method and device can be also used in chemical industry, power engineering. Direction and intensity of working medium flow is preset according to the method by form of rotor and its cellular structure being permeable at different directions. Catalytic material is used as cellular material; moreover power and mass exchange processes and chemical interaction take place inside the body of rotor including its developed surface. Rotor-type power-transforming device has at least one rotor mounted onto shaft for rotation, working medium supply and removal collectors. Rotor can have any geometric shape, for example, disc, cone, truncated cone or sphere being permeable at different directions of high-porous cellular material to form channels inside body of rotor for letting working medium flow. Working medium and heat removal collector is placed along periphery of rotor. Permeable rotor is made of material having non-uniform permeability and is provided with heat-exchange surface. Heat-exchange surface is disposed at one side of rotor which side is opposite to one-directed flow of working medium or it can be placed inside rotor when flows of working medium

are oriented at different directions. As a cellular material the catalytic material or ceramic either metal carrier onto surface of which carrier the catalyst is applied. As a catalyst at least one noble metal and/or metal oxide is applied. Metal can be chosen from the group containing IV period transition metals. Direction and intensity of working medium flow can be adjusted according to the method as well as mass- heat-exchange processes can be intensified. Method also allows increasing heat output from unit of area of heat-exchange surface.

EFFECT: improved efficiency of operation.

8 cl, 3 dwg



Фиг. 1

RU 2 256 861 C2

RU 2 256 861 C2

Изобретение относится к области машиностроения и может быть использовано в энергетике, теплотехнике, химических технологиях и прочих областях производственной деятельности и в быту.

Известны энергопреобразующие устройства с многодисковыми роторами
5 многофункционального назначения, использующие поверхности трения для перемещения рабочих сред и одновременного осуществления тепло- и массообменных процессов, например, (патент РФ №2133935, F 28 D 11/02, 30.01.1998 г.; патент РФ №2167369, F 24 F 3/14, 21.06.1999 г.), а также теплоэлектрогенератор - устройство для одновременной выработки тепла и электроэнергии, содержащий корпус-нагреватель с камерой горения,
10 блок вентилятора с двигателем, дисковый ротор, входные и выходные патрубки (патент РФ №2166702, F 24 H 6/00, 01.11.1999 г. - прототип).

Известен способ интенсификации процессов теплообмена на ограждающих поверхностях, включающий создание на поверхности теплообмена вихревого течения от вращающихся дисков (патент РФ №2122167, F 28 F 13/12, 23.01.1997 г.).

15 Недостатками перечисленных технических решений является низкий КПД дисковых вентиляторов, недостаточная эффективность оребрения (площадь теплообмена), сложности конструктивного оформления систем подачи теплоносителя во вращающиеся роторы.

Известен теплообменник по А.с. №901809, F 28 D 19/04, 09.04.80 - техническое
20 решение - способ организации течения рабочей среды в теплообменнике роторного типа. Недостатком данного способа работы устройства является недостаточная его эффективность организации течения рабочей среды.

Известны высокоэффективные аппараты с использованием высокопористых ячеистых материалов: теплообменник (патент РФ №2078295, МКИ F 28 D 9/00, 08.06.1993 г.),
25 химические реакторы, фильтры (А.М.Беклемышев. Структурные и гидравлические свойства высокопористых ячеистых материалов на металлической основе, Пермь, 1998).

Известен каталитический двигатель (патент РФ №2135804, F 02 G 1/4, 27.08.99), основанный на каталитическом окислении топлива во внешней камере сгорания. Двигатель может применяться для выработки электрической или механической энергии. Цилиндр с поршнем расположен внутри камеры сгорания таким образом, что его боковая поверхность образует внутреннюю теплообменную стенку камеры сгорания. Камера сгорания заполнена
30 трехмерной каталитической структурой, которая может быть образована, например, высокопористым ячеистым носителем с открытыми ячейками. Множество частиц катализатора связано с трехмерным носителем через слой вторичного носителя с высокой удельной поверхностью.
35

Известен термоэлектрический генератор (патент РФ №2197054, H 02 N 3/00, 20.01.03), преобразующий тепло сжигания жидкого или газообразного топлива, включающий камеру каталитического сжигания топлива, содержащую катализатор, и термоэлектрические преобразователи. В частности, камера каталитического сжигания образована, по крайней
40 мере, одним термоэлектрическим преобразователем и заполнена трехмерной структурой, содержащей катализатор и расположенной на высокотемпературной поверхности термоэлектрического преобразователя. В качестве трехмерной структуры камера каталитического сжигания заполнена металлическим или керамическим высокопористым ячеистым материалом, на который нанесен катализатор. Каталитическое сжигание топлива
45 осуществляется на поверхности термоэлектрического преобразователя либо в непосредственной близости от нее. Для сжигания различных топлив подобраны оптимальные составы каталитических материалов, а также соотношение топливо/воздух таким образом, что температура в каталитической камере сжигания регулируется от 105 до 600°C.

50 Однако для их функционирования требуются дополнительные устройства для транспортировки, распределения сред по поверхности проницаемой насадки и (или) их смешения до поступления в аппарат.

Задачей предлагаемого изобретения является возможность регулирования направления

и интенсивность течения рабочей среды, интенсификация массо-теплообменных процессов, в том числе увеличение теплосъема с единицы площади теплообменной поверхности.

5 Поставленная задача решается благодаря тому, что в способе организации течения рабочей среды в энергопреобразующем устройстве роторного типа необходимое направление и интенсивность течения рабочей среды задают геометрической формой ротора и его структурой, пронизаемой в различных направлениях, выполненной из ячеистого материала. В качестве ячеистого материала использован каталитический материал, а процессы энергетического, массового обмена и химического взаимодействия
10 происходят внутри тела ротора с участием его развитой поверхности.

Способ реализуется в энергопреобразующем устройстве роторного типа, которое содержит, по крайней мере, один ротор, установленный на валу с возможностью вращения и коллекторы подвода и отвода рабочей среды. Ротор выполнен любой геометрической формы, например, в виде плоского диска, конуса, усеченного конуса, шара, из
15 пронизаемого в различных направлениях ячеистого материала (ВПЯМ) с образованием каналов для протекания рабочей среды. Ротор может быть выполнен из материала с неоднородной пронизаемостью. Ротор по периферии снабжен коллектором отвода рабочей среды и тепла. Ротор может быть снабжен поверхностью теплообмена, которая размещена с одной стороны ротора, противоположной однонаправленному потоку рабочей среды, или
20 внутри ротора, при разнонаправленных потоках рабочей среды. В качестве ячеистого материала использован каталитический материал. В качестве каталитического материала использован керамический или металлический носитель, на который нанесен катализатор. В качестве катализатора на носитель нанесен, по крайней мере, один благородный металл, и/или оксид металла, выбранного из группы, включающей переходные металлы IV
25 периода.

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 изображено энергопреобразующее устройство роторного типа из ВПЯМ со
30 встречным течением рабочей среды; на фиг.2 изображено энергопреобразующее устройство роторного типа из ВПЯМ со встречным течением рабочей среды и поверхностью теплообмена внутри ротора; на фиг.3 изображено энергопреобразующее устройство роторного типа из ВПЯМ с поверхностью теплообмена, расположенной с противоположной стороны ротора от однонаправленного течением рабочей среды.

35 Энергопреобразующее устройство роторного типа содержит, по крайней мере, один ротор 1, установленный на валу с возможностью вращения и имеет коллекторы подвода рабочей среды 2 и отвода рабочей среды и тепла 3. Ротор 1 может быть выполнен любой геометрической формы, например плоский диск, конус, усеченный конус, шар, и так далее, при этом он выполнен пронизаемым в различных направлениях из ВПЯМ с
40 образованием каналов для протекания рабочей среды через тело ротора. Пронизаемый ротор может быть выполнен с неоднородной пронизаемостью или упорядоченной (анизотропной) пронизаемостью. Ротор 1 может быть снабжен поверхностью теплообмена 4. Поверхность теплообмена для организации течения может быть установлена, в любой части ротора. При однонаправленном потоке рабочей среды, поверхность теплообмена
45 размещена с противоположной потоку стороны ротора (см. фиг.3). При разнонаправленных потоках рабочей среды поверхность теплообмена размещена внутри тела ротора (см. фиг.2).

Способ осуществляется следующим образом.

50 Способ организации течения рабочей среды в энергопреобразующем устройстве роторного типа заключается в том, что при вращении ротора, имеющего объемную конфигурацию любой геометрической формы и пронизаемого в различных (заданных) направлениях, создается поле давления в рабочей среде, в результате чего возникает движение среды внутри ротора и во внешней среде,

вследствие созданного на внешней поверхности ротора распределения давления, зависящего от конфигурации ротора.

Таким образом, через энергопреобразующее устройство можно обеспечить протекание одной, двух и более рабочих сред, находящихся в непосредственном контакте с ротором.

5 Механическая энергия, необходимая для транспорта рабочих сред и последующего ее использования, передается ротором, а в теле ротора благодаря его развитой внутренней поверхности осуществляются все виды обменных процессов рабочих сред: смешение, теплообмен, химические процессы, разделение фаз и т.д.

10 Интенсивность течения рабочих сред задается геометрической формой ротора, неоднородной проницаемостью материала ротора и скоростью его вращения.

Пример 1:

Способ организации течения рабочей среды в энергопреобразующем устройстве, в котором установлен на валу вращения ротор, например, в виде плоского диска из ВПЯМ и имеются коллекторы подвода рабочей среды с каждой стороны ротора (см. фиг.1), и
15 единый отводящий коллектор. Если используют одинаковую среду ("А" и "А"), то данное устройство работает как вентилятор или компрессор с низким уровнем аэродинамического шума благодаря пористости ротора. Если среды "А" и "В" различны, то устройство служит одновременно смесителем.

Пример 2:

20 Способ организации течения рабочей среды в энергопреобразующем устройстве, в котором установлен на валу вращения ротор, например, в виде плоского диска из ВПЯМ, а внутри ротора установлена непроницаемая для сред "А" и "В" поверхность теплообмена и имеются коллекторы подвода рабочей среды с каждой стороны ротора (см. фиг.2), и единый отводящий коллектор.

25 При этом дополнительный подвод или отвод тепла может осуществляться лучистым теплообменом с каждой из сторон, а перепад температур между средами "А" и "В" может быть использован для выработки электроэнергии, например, с помощью термоэлектрических преобразователей.

Пример 3:

30 Способ организации течения рабочей среды в энергопреобразующем устройстве, в котором установлен на валу вращения ротор, например, в виде плоского диска из ВПЯМ и имеется коллектор подвода рабочей среды с одной стороны ротора (см. фиг.3), а поверхность теплообмена размещена с другой (одной) стороны ротора, противоположной однонаправленному потоку рабочей среды, причем тепловыделение (теплопоглощение)
35 может происходить на внутренней поверхности ротора за счет химических реакций, сорбционных процессов или фазовых переходов.

Использование заявляемого устройства роторного типа для проведения химических процессов.

Для изготовления ротора заявляемого энергопреобразующего устройства используют
40 керамический или металлический ВПЯМ. Преимущественно на ВПЯМ наносят вторичный носитель из $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Во вторичный носитель вводят каталитически активную композицию, состоящую, например, из одного или нескольких благородных металлов (Pt, Pd, Pt/Pd/Rh и др.) или оксидов переходных металлов (Cr_2O_3 , CuO, CoO, MnO, их композиции и др.). Выбор материала основы (ВПЯМ) и состава каталитической композиции определяется
45 параметрами процесса (состав, температура, агрессивность среды).

Пример 4. Для сжигания топлива (природного газа) использовали ротор в виде плоского диска, изготовленный из керамического ВПЯМ с вторичным носителем, в качестве каталитической композиции ввели оксид марганца и мелкодисперсный палладий в количествах соответственно 5 и 0,1 мас.% по отношению к массе вторичного носителя
50 либо мелкодисперсную платину в количестве 0,5 мас.% по отношению к массе вторичного носителя. Предварительно ротор нагрели до температуры зажигания (200-250°C), затем включили подачу природного газа и воздуха, в каналах ротора начался процесс окисления природного газа с выделением тепла, и нагрев ротора отключили. На выходе получили

горячий воздух.

Пример 5. Для процесса очистки промышленных газовых выбросов, содержащих органические соединения, оксид углерода и мелкодисперсную сажу, использовали ротор, изготовленный из металлического ВПЯМ (никеля, нихрома, инвара, коррозионно-стойкой стали). На ВПЯМ нанесен вторичный носитель $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. В качестве активного компонента нанесена мелкодисперсная платина в количестве 0,5 мас.% по отношению к массе вторичного носителя. В случае, если температура очищаемых газов ниже 200-250°C, ротор предварительно прогревали. Затем включили подачу очищаемых газов и озоновооздушной смеси. В каналах ротора происходило окисление органических соединений и оксида углерода. Твердые частицы сажи задерживались в порах и окислялись. На выходе получили воздух, очищенный от токсичных компонентов и частиц сажи.

Приведенные примеры показывают работоспособность заявляемого изобретения. Описанные в примерах составы катализаторов не являются исчерпывающими. Ротор заявляемого устройства, изготовленный из ВПЯМ, может обладать такими качествами, как жаростойкость, прочность, низкое гидравлическое сопротивление, высокоразвитая поверхность, длительный ресурс работы, в зависимости от его назначения.

Экспериментальная проверка предлагаемого технического решения показала, что максимальный напор транспортируемой рабочей среды (воздуха) соответствует скоростному напору, определенному по окружной скорости вращающегося диска, а расход соответствует расходным характеристикам центробежных вентиляторов соответствующих размеров с учетом гидравлической проницаемости дисков. При этом при полностью открытых обеих или одной торцевых сторон диска обеспечивался равномерный вход рабочей среды (воздуха) в осевом направлении.

Эффективные коэффициенты теплоотдачи на непроницаемой поверхности теплообмена, имеющей надежный тепловой контакт с металлическим ВПЯМ, составлял величину 500-1500 Вт/м² °К - в зависимости от материала ротора и его плотности. Исследования проводились на дисках роторах диаметром от 100 до 220 мм при скоростях вращения до 6000 об/мин, толщина дисков 7-16 мм. Материал - медь и нержавеющая сталь.

По сравнению с многодисковыми энергопреобразующими устройствами (прототипом) предлагаемый способ и устройство позволяют при тех же окружных скоростях ротора и расходных сред иметь в ~ 4 раза больший напор и в ~ 5 раз меньший размер ротора в осевом направлении, с существенно большими возможностями реализации тепло-массообменных и других процессах энергопреобразования.

Пределные возможности устройств лимитируются механическими свойствами проницаемых материалов.

Формула изобретения

1. Способ организации течения рабочей среды в энергопреобразующем устройстве роторного типа, отличающийся тем, что направление и интенсивность течения рабочей среды задают формой ротора и его ячеистой структурой, проницаемой в различных направлениях, в качестве ячеистого материала использован каталитический материал, причем процессы энергетического, массового обмена и химического взаимодействия происходят внутри тела ротора с участием его развитой поверхности.

2. Энергопреобразующее устройство роторного типа, содержащее, по крайней мере, один ротор, установленный на валу с возможностью вращения, коллекторы подвода и отвода рабочей среды, отличающееся тем, что ротор выполнен любой геометрической формы, например диск, конус, усеченный конус, шар, из проницаемого в различных направлениях ячеистого материала с образованием каналов внутри тела ротора для протекания рабочей среды, при этом коллектор отвода рабочей среды и тепла размещен по периферии ротора.

3. Энергопреобразующее устройство роторного типа по п.2, отличающееся тем, что проницаемый ротор выполнен из материала с неоднородной проницаемостью.

4. Энергопреобразующее устройство роторного типа по любому из пп.2 и 3, отличающееся тем, что ротор снабжен поверхностью теплообмена.

5 5. Энергопреобразующее устройство роторного типа по п.4, отличающееся тем, что поверхность теплообмена размещена с одной стороны ротора, противоположной
5 однонаправленному потоку рабочей среды.

6. Энергопреобразующее устройство роторного типа по п.4, отличающееся тем, что поверхность теплообмена размещена внутри ротора при разнонаправленных потоках рабочей среды.

10 7. Энергопреобразующее устройство роторного типа по любому из пп.2-6, отличающееся тем, что в качестве ячеистого материала использован каталитический материал.

8. Энергопреобразующее устройство роторного типа по п.7, отличающееся тем, что в качестве каталитического материала использован керамический или металлический носитель, на который нанесен катализатор.

15 9. Энергопреобразующее устройство роторного типа по п.8, отличающееся тем, что в качестве катализатора на носитель нанесен, по крайней мере, один благородный металл, и/или оксид металла, выбранного из группы, включающей переходные металлы IV периода.

20

25

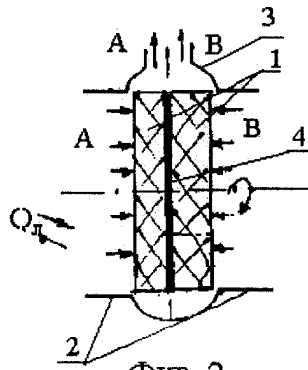
30

35

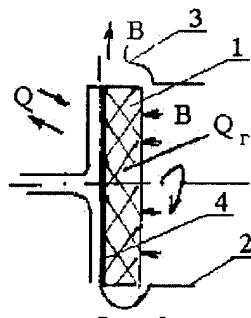
40

45

50



ФИГ. 2



ФИГ. 3