



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016151641, 27.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.12.2016

Дата регистрации:  
02.06.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.12.2016

(45) Опубликовано: 02.06.2017 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Арутюняна  
Г.А. (НОЦ "Поршневое двигателестроение и  
спецтехника")

(72) Автор(ы):

Арутюнян Георгий Артурович (RU),  
Басов Андрей Олегович (RU),  
Онищенко Дмитрий Олегович (RU),  
Сафонов Роман Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Московский государственный  
технический университет имени Н.Э.  
Баумана (национальный исследовательский  
университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

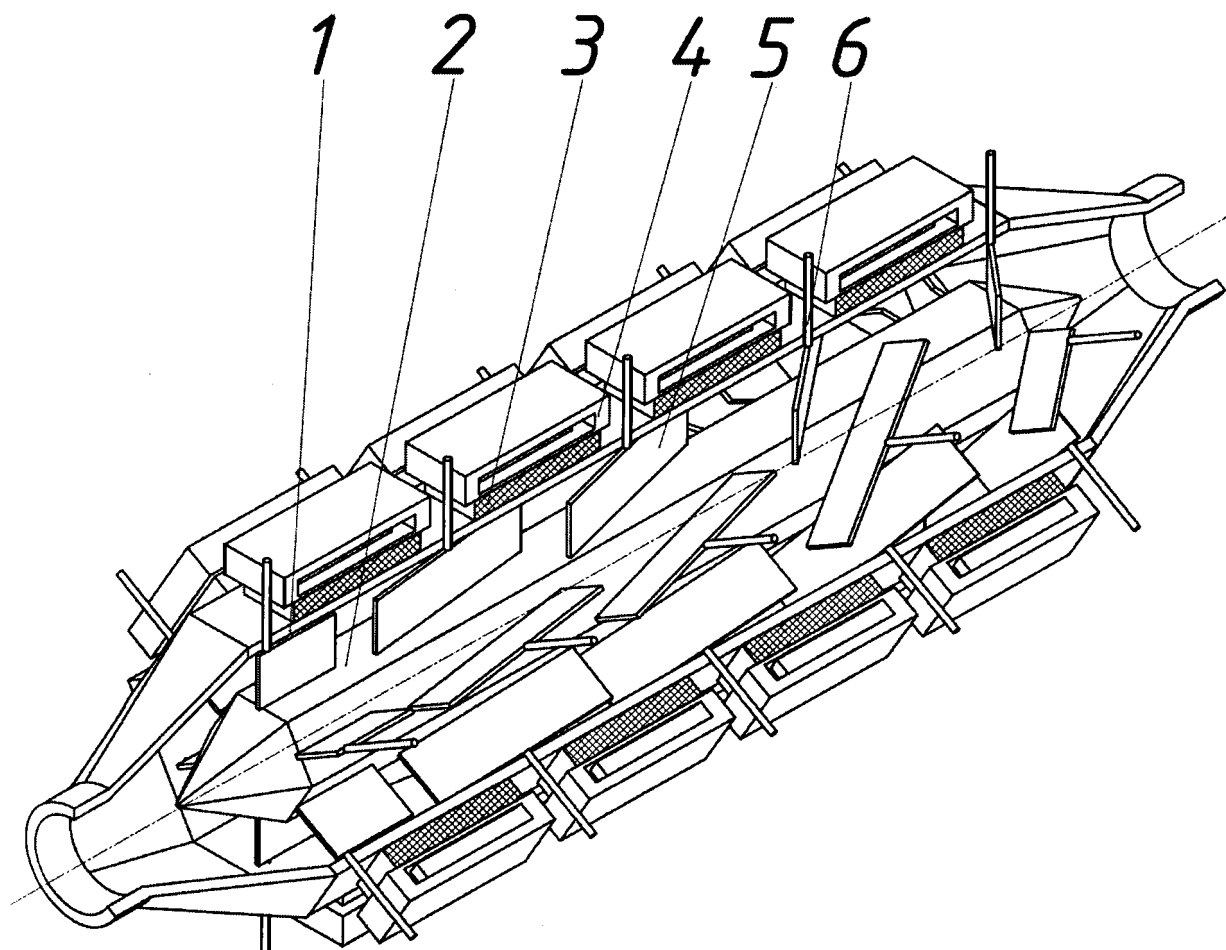
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 20050172993 A1, 11.08.2005. US  
5625245 A, 29.04.1997. WO 2015004486 A1,  
15.01.2015. UA 71613 U, 25.07.2012. RU 2563305  
C1, 20.09.2015. RU 2566209 C2, 20.10.2015.

(54) Конструктивная схема автомобильного термоэлектрического генератора с теплообменником изменяемой геометрии

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области рекуперации тепловой энергии отработавших газов (ОГ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и прямого преобразования тепловой энергии в электрическую и может быть использована для обеспечения электрической энергией узлов системы электроснабжения автомобиля с ДВС. Технический результат - повышение эффективности работы термоэлектрического генератора (ТЭГ) за счет обеспечения равномерности распределения температур по горячей стороне термоэлементов по длине теплообменника ТЭГ и поддержания температуры при изменении режима работы ДВС.

Сущность: автомобильный ТЭГ с горячим теплообменником изменяемой геометрии с сечением в форме многогранника в выпускной системе отработавших газов ДВС, в котором в проточной части горячего теплообменника, по крайней мере, на одной грани горячего теплообменника установлено, по крайней мере, одно подвижное поворотное ребро, закрепленное на вращающейся оси, перпендикулярной плоскости грани горячего теплообменника и проходящей через отверстие в ней. Управление угловым положением поворотного ребра осуществляется через наружный конец оси. 2 ил.



Фиг. 2

RU 171447 U1

RU 171447 U1

## Область техники

Полезная модель относится к области рекуперации тепловой энергии отработавших газов (ОГ) двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и прямого преобразования тепловой энергии в электрическую и может быть использована для обеспечения электрической энергией узлов системы электроснабжения автомобиля с ДВС.

## Уровень техники

Известна конструкция (патентная заявка США US 20130340801 Thermoelectric Power Generation System Using Gradient Heat Exchanger (МПК H01L 35/30, опубликовано 2013-12-26)) термоэлектрического генератора (ТЭГ) с градиентным теплообменником.

Недостатком данной конструкции являются большие геометрические размеры и эффективность работы только в узком диапазоне скоростей течения газа.

Также известно устройство с теплообменником для ТЭГ автомобиля (патент РФ 2566209, МПК F01N 3/04, F01N 5/02, Опубликовано: 20.10.2015), использующего преимущественно кольцевые термоэлектрические батареи, расположенные вокруг труб теплообменника, в котором предусмотрен байпас и различные конструкции для дополнительного завихрения потока и интенсификации теплообмена.

Недостатком данной конструкции является отсутствие средств поддержания равной температуры по длине ТЭГ и при установившемся режиме работы ДВС и, тем более, при изменяющихся режимах работы ДВС.

Также известна конструкция ТЭГ для автомобиля с ДВС (патент США US 5625245 Thermoelectric generator for motor vehicle (МПК H01L 35/00; H02N 3/00, опубликовано: 1997-04-29)), выбранного в качестве прототипа, состоящего из горячего теплообменника преимущественно восьмигранной формы с цилиндрическим корпусом в виде трубы, которая является опорой для пружин, используемых для прижима термоэлементов.

Недостатком этой конструкции также является сложность обеспечения равномерности температур на горячей стороне термоэлектробатарей, а также невозможность адаптации под изменяющийся режим работы ДВС автомобиля.

## Раскрытие полезной модели

Техническим результатом предлагаемой полезной модели является повышение эффективности работы ТЭГ для ДВС транспортных средств за счет обеспечения равномерности распределения температур по горячей стороне термоэлементов по длине теплообменника ТЭГ и поддержании температуры при изменении режима работы ДВС.

Технический результат достигается тем, что предлагается конструктивная схема автомобильного ТЭГ с горячим теплообменником изменяемой геометрии с сечением в форме многогранника в выпускной системе отработавших газов ДВС, в которой в проточной части горячего теплообменника, по крайней мере, на одной грани горячего теплообменника установлено, по крайней мере, одно подвижное поворотное ребро, закрепленное на вращающейся оси, перпендикулярной плоскости грани горячего теплообменника и проходящей через отверстие в ней, причем управление угловым положением поворотного ребра осуществляется через наружный конец оси.

## Перечень фигур

На фиг. 1 представлен боковой разрез ТЭГ с показом конструкции поворотных ребер.

На фиг. 2 представлен общий вид ТЭГ в изометрии с частичным разрезом для показа возможного положения поворотных ребер.

## Осуществление полезной модели

ТЭГ, показанный на фиг. 1, 2, состоит из горячего теплообменника 1 с вытеснителем

2, термоэлектрических модулей 3, поверх которых располагаются холодные теплообменники 4. Внутри горячего теплообменника изменяемой геометрии с сечением в форме выпуклого многогранника располагаются поворотные ребра 5 (по отдельности или в рядах от начала до конца ТЭГ), закрепленные на вращающихся осях 6, проходящих

5 через отверстия в горячем теплообменнике. Особенностью ДВС транспортных средств является необходимость работы в широком диапазоне оборотов и нагрузок. Следствием являются изменяемые в широком диапазоне температура и расход отработавших газов. Теплообменник ТЭГ должен обеспечивать достаточную температуру на горячей стороне ТЭГ, а также равномерность

10 температур по длине ТЭГ. В стационарных условиях работы ДВС эти требования обеспечиваются за счет применения теплообменников с переменным по длине оребрением. Недостатком таких конструкций является неэффективность их работы при переменном режиме работы ДВС.

Для ДВС транспортных средств с переменным режимом работы предлагается

15 адаптивная конструкция теплообменника, обеспечивающая поддержание достаточной температуры и равномерности температур по длине ТЭГ при изменяющихся температуре и расходе отработавших газов.

Предлагаемый теплообменник имеет подвижные поворотные ребра, каждое из которых в своем центре закреплено на вращающейся оси. Ось проходит через отверстие

20 в грани теплообменника. Вращение ребра осуществляется за внешний конец оси. Если ребра расположены в одном ряду, внешние концы их осей могут быть механически совмещены, так как из-за симметрии конструкции ребра следует поворачивать на одинаковые углы.

Вращение на оси ребер может передаваться за счет зубчатого зацепления, для этого

25 на конце оси может быть установлено зубчатое колесо, находящееся в зацеплении с зубчатым кольцом. Так как нет необходимости совершать полный оборот оси ребра, вместо зубчатого зацепления могут использоваться другие простые и надежные передаточные механизмы. Также в альтернативном случае каждая ось может обладать индивидуальным приводом, например, с помощью электромоторов.

30 В режиме, когда все поворотные ребра расположены параллельно потоку движения отработавших газов, создается минимальное газодинамическое сопротивление, но при этом теплоотдача от отработавших газов также минимальная, что приводит к снижению температуры стенки. Увеличение угла между направлением ребра и продольной осью ТЭГ приводит к возрастанию сопротивления, увеличению турбулентности, закрутке

35 потока и, как следствие, повышению теплоотдачи от отработавших газов к стенке горячего теплообменника. Чем больше угол поворота ребра, тем интенсивнее теплоотдача. Таким образом, повышение температуры стенки горячего теплообменника возможно за счет увеличения угла поворота ребра, а поддержание равномерности температуры по длине ТЭГ возможно за счет увеличения угла поворота рядов ребер

40 от начала к концу ТЭГ. Регулировка угла расположения ребра с внешней стороны ТЭГ может быть осуществлена и во время работы ТЭГ. За счет этого конфигурация проточной части генератора может адаптироваться под изменяющиеся условия течения отработавших газов в переменных режимах работы ДВС.

Механизм, отвечающий за поворот ребер, может обеспечивать достаточное

45 быстродействие и точность позиционирования и может реагировать на изменение режима работы ДВС. При работе ДВС на холостом ходу или на режимах с низкой нагрузкой ребра могут быть повернуты на большие углы, увеличивающиеся от начала к концу ТЭГ. За счет этого может поддерживаться достаточно высокая температура

на горячей стороне теплообменника и равномерность температур по длине грани. С увеличением нагрузки на двигатель и возрастанием расхода и температуры отработавших газов угол поворота ребер может быть уменьшен для снижения создаваемого газодинамического сопротивления. Также может быть уменьшена разность углов поворота первого и последнего рядов поворотных ребер, так как с увеличением теплового потока уменьшается величина остывания отработавших газов при прохождении через ТЭГ. При дальнейшем увеличении нагрузки на ДВС и последующем увеличении температуры и расхода отработавших газов угол поворота ребер может быть уменьшен до нуля, уменьшая сопротивление, снижая теплоотдачу и, таким образом, предотвращая перегрев термоэлектрических батарей.

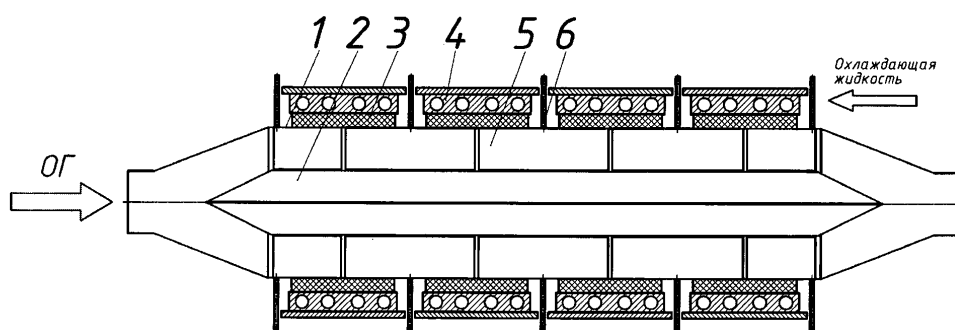
Возможное угловое положение ребер, обеспечивающее выравнивание температур и увеличение теплоотдачи представлено на фиг. 2.

Предлагаемая конструктивная схема ТЭГ разработана в ходе выполнения прикладных научных исследований (ПНИ) в рамках Соглашения о предоставлении субсидии №14.577.21.0113 между Министерством образования и науки Российской Федерации и МГТУ им. Н.Э. Баумана.

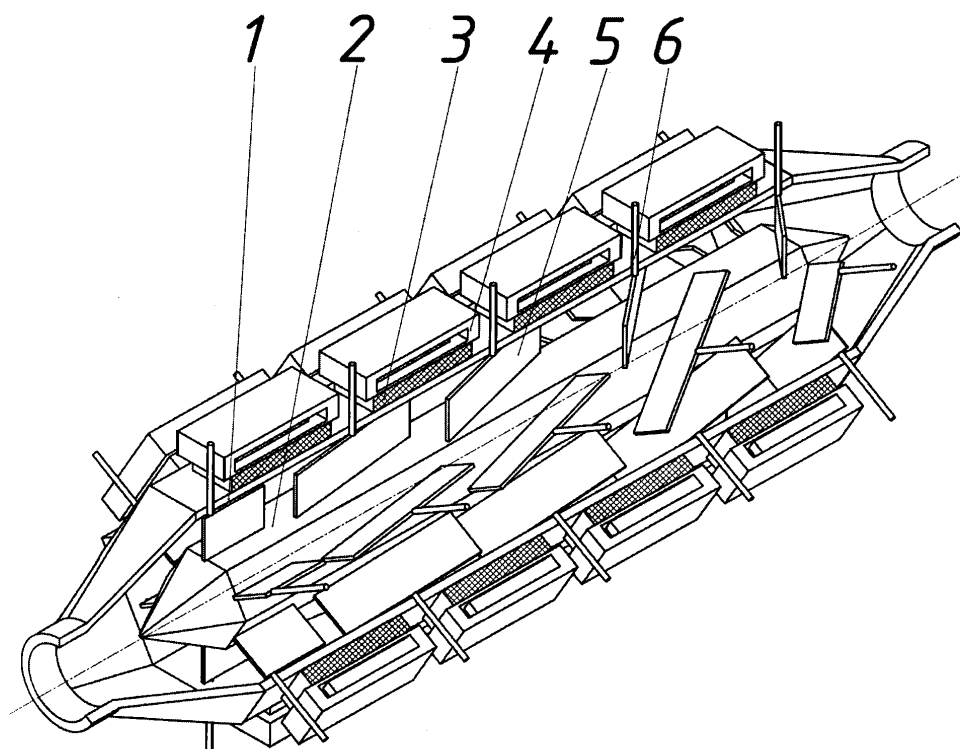
#### (57) Формула полезной модели

Конструктивная схема автомобильного термоэлектрического генератора с горячим теплообменником изменяемой геометрии с сечением в форме многогранника в выпускной системе отработавших газов двигателя внутреннего сгорания, характеризующаяся тем, что в проточной части горячего теплообменника, по крайней мере, на одной грани горячего теплообменника установлено, по крайней мере, одно подвижное поворотное ребро, закрепленное на вращающейся оси, перпендикулярной плоскости грани горячего теплообменника и проходящей через отверстие в ней, с возможностью управления угловым положением поворотного ребра через наружный конец оси.

1



Фиг 1



Фиг 2