



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006137097/06, 19.10.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.10.2006

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2008

(45) Опубликовано: 20.12.2008 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2282739 C1, 27.08.2006. SU 85071 A,
31.10.1960. US 2564025 A, 14.08.1951. US
1667941 A, 01.05.1928. US 2225508 A, 17.12.1940.

Адрес для переписки:

420111, г.Казань, ул. К.Маркса, 10, КГТУ им.
А.Н.Туполева, отд. интеллектуальной
собственности, для А.М.Дружинина

(72) Автор(ы):

Гортышов Юрий Федорович (RU),
Гуреев Виктор Михайлович (RU),
Дружинин Анатолий Матвеевич (RU),
Законов Михаил Анатольевич (RU)

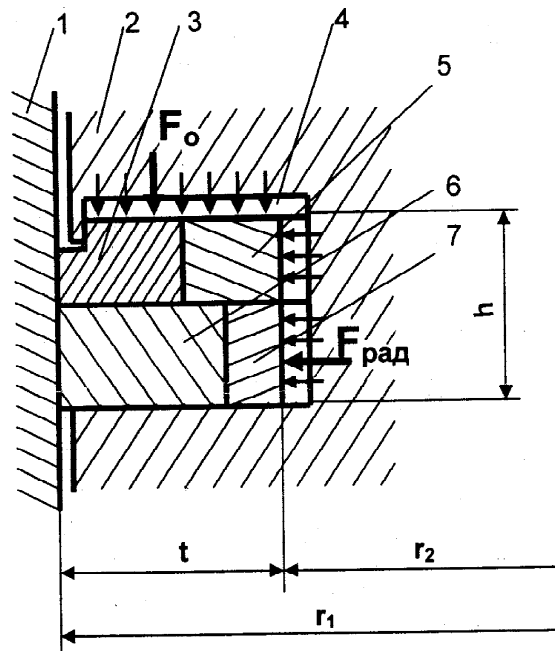
(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Казанский государственный технический
университет им. А.Н.Туполева (КГТУ им.
А.Н.Туполева) (RU)

(54) ПОРШНЕВОЕ УПЛОТНЕНИЕ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к двигателестроению. В поршневой канавке установлены упругое разрезное ступенчатое кольцо и компрессионное кольцо, по внутренним диаметрам которых установлены уплотнительные кольца, причем суммарная высота ступенчатого кольца и компрессионного кольца h рассчитана по формуле $h = S_1 / 2\pi r_2$, где S_1 - площадь верхних торцов ступенчатого кольца и уплотнительного кольца, r_2 - радиус внутренних вертикальных поверхностей уплотнительных колец. Данная формула применяется при определении геометрических параметров компрессионных колец поршневых двигателей любых типов, моделей и размеров, а также поршневых компрессоров, поршневых насосов, и т.п. Такое выполнение обеспечивает увеличение КПД двигателя и его ресурса, увеличение удельной мощности и снижение расхода охлаждающего масла, улучшение экологических характеристик двигателя. 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2006137097/06, 19.10.2006

(24) Effective date for property rights: 19.10.2006

(43) Application published: 27.04.2008

(45) Date of publication: 20.12.2008 Bull. 35

Mail address:

420111, g.Kazan', ul. K.Marksa, 10, KGTU im.
A.N.Tupoleva, otd. intellektual'noj
sobstvennosti, dlja A.M.Druzhinina

(72) Inventor(s):

Gortyshev Jurij Fedorovich (RU),
Gureev Viktor Mikhajlovich (RU),
Druzhinin Anatolij Matveevich (RU),
Zakonov Mikhail Anatol'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovaniya
Kazanskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet im. A.N.Tupoleva (KGTU im.
A.N.Tupoleva) (RU)

(54) ICE PISTON PACKING

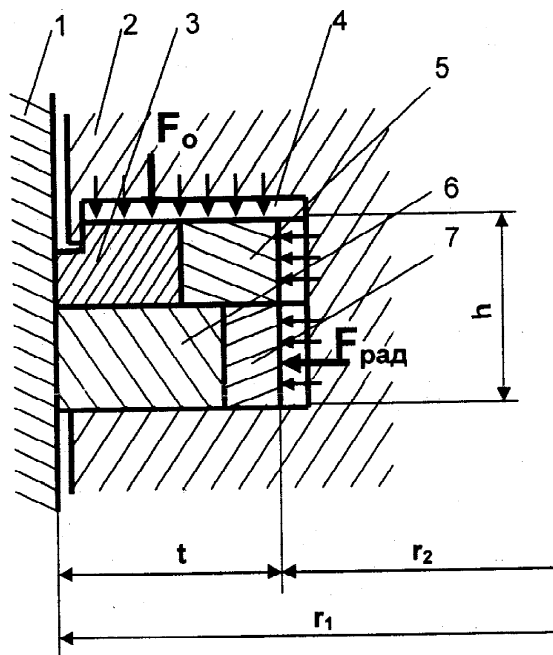
(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: piston groove houses a cushion split stepwise ring and compression ring with inner diameters accommodating O-rings. Note that the stepwise and compression rings total height h is calculated from the formula $h=S_1/\pi r_2$, where S_1 is the area of the stepwise ring upper end faces, r_2 is the radius of the O-ring inner vertical surfaces. The aforesaid formula is designed to be used for calculation of geometrical parameters of the compression rings of whatever types, models and sizes of ICEs, piston compressors, piston pumps, etc.

EFFECT: higher engine efficiency and longer life, increased specific output and reduced oil consumption, better ecology.

1 dwg



Изобретение относится к машиностроению, а конкретно к проектированию, производству и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания.

Известны поршневые уплотнения двигателей внутреннего сгорания, состоящие из отдельных элементов, установленных в одну поршковую канавку (заявка № 200874, Великобритания, 1979; заявка № 60-30457, Япония, 1985; авторское свидетельство № 1834406, СССР, 1989; патент № 2022146, RU, 1991).

Известно поршневое уплотнение для двигателя внутреннего сгорания, содержащее нижнее компрессионное кольцо и верхнее ступенчатое упругое разрезное кольцо, размещенные в одной поршневой канавке, по поверхностям внутренних диаметров которых, установлены упругие разрезные уплотнительные, ближайшее по технической сущности и принятое за прототип (патент №2282739, RU, 2005).

Прототип имеет существенный недостаток, который заключается в том, что в большинстве случаев конструкция оказывается неработоспособной, так как в ней не учтено влияние газодинамики на работу компрессионных колец.

Прорывающееся через зазор в замке ступенчатого кольца и зазор между верхним торцом ступенчатого кольца и верхней полкой поршневой канавки в поршковую канавку рабочее давление действует не только на разжим колец, прижимая их к соответствующим вертикальным поверхностям, но и на горизонтальные торцы, прижимая кольца к нижней полке поршневой канавки. Причем силы прижима, при известном давлении в поршневой канавке, будут зависеть только от величины площадей поверхностей, на которые оказывается давление прорвавшихся газов.

Если площадь внутренней вертикальной поверхности нижнего уплотнительного кольца будет больше, чем площадь верхнего торца ступенчатого кольца, то сила прижима увеличит силу прижима рабочей поверхности компрессионного кольца к стенке цилиндра в десятки и сотни раз больше, чем рассчитанная сила собственной упругости кольца. Это приведет к повышению трения, механическим потерям и уменьшению КПД двигателя.

Современные рабочие кольца, как правило, имеют высоту кольца меньше, чем его толщину (толщина - это разница внешнего и внутреннего диаметров кольца) в 1,5...2,0 раза, поэтому площадь верхнего торца компрессионного кольца больше его внутренней вертикальной поверхности.

Следовательно, сила, действующая на верхний торец кольца по оси поршня, больше радиальной силы, прижимающей кольцо к стенке цилиндра. Причем разница этих сил в десятки и сотни раз превышающая силу собственной упругости кольца, блокирует радиальную силу и силу собственной упругости кольца, лишая кольцо упругости и подвижности относительно поршня. Компрессионное кольцо теряет свои функции, становится неработоспособным, уподобляясь конструктивному элементу поршня на самых ответственных тактах рабочего цикла двигателя.

Причем эта закономерность существует при любом избыточном давлении в поршневой канавке.

Изобретение решает задачу увеличения КПД двигателя, его мощности и ресурса, уменьшения расхода топлива и масла, улучшения экологических характеристик.

Поршневое уплотнение для двигателя внутреннего сгорания содержит нижнее компрессионное кольцо и верхнее ступенчатое упругое разрезное кольцо, размещенные в одной поршневой канавке, по поверхностям внутренних диаметров ступенчатого и компрессионного колец установлены упругие разрезные уплотнительные кольца, причем площадь внутренней вертикальной поверхности нижнего уплотнительного кольца равна площади верхнего торца ступенчатого кольца.

Давление рабочих газов, прорвавшихся в поршковую канавку через зазор в замке ступенчатого кольца и зазор между верхним торцом ступенчатого кольца и верхней полкой поршневой канавки, действует на верхний торец ступенчатого кольца силой, направленной по оси поршня F_o , величина которой определяется по формуле: $F_o = S_1 P_{доп} = \pi(r_1^2 - r_2^2)$, где

S_1 - площадь верхнего торца ступенчатого кольца и верхнего торца уплотнительного кольца,

r_1 - радиус наружной вертикальной поверхности ступенчатого кольца,
 r_2 - радиус внутренней вертикальной поверхности уплотнительного кольца.

Эта же величина давления действует на внутренние вертикальные поверхности верхнего и нижнего уплотнительного кольца, прижимающие верхнее ступенчатое кольцо к ступеньке поршня, нижнее компрессионное кольцо к стенке цилиндра.

Величина радиальной силы, прижимающей ступенчатое кольцо к ступеньке поршня, принципиального значения не имеет, поэтому площадь внутренней вертикальной поверхности верхнего уплотнительного кольца может быть определена из конструктивных соображений.

От величины радиальной силы, прижимающей компрессионное кольцо к стенке цилиндра, целиком и полностью зависит эффективность работы поршневого уплотнения. Следовательно, величину радиальной силы, прижимающей компрессионное кольцо к стенке цилиндра, необходимо строго регламентировать, увязывая ее значение с величиной осевой силы, действующей на верхнее ступенчатое кольцо и верхнее уплотнительное кольцо.

Чтобы нейтрализовать отрицательное действие газодинамических процессов, происходящих в поршневой канавке, на работу компрессионного кольца, необходимо уравнивать величины осевой и радиальной сил, действующих на компрессионное кольцо, то есть $F_o = F_{\text{рад}}$. При одном и том же давлении в поршневой канавке это можно осуществить только при условии равенства площади верхних торцов ступенчатого кольца и верхнего уплотнительного кольца, на которые действует осевая сила, с величиной площади внутренней вертикальной поверхности уплотнительного кольца, на которую действует радиальная сила, то есть $S_1 = S_2$.

Площадь внутренней вертикальной поверхности уплотнительного кольца S_2 определяется по формуле: $S_2 = 2\pi r_2 h$.

Чтобы уравнивать площади $S_1 = S_2$, необходимо воспользоваться конструктивным параметром, изменение которого не повлияло на заданные характеристики двигателя.

Оставив без изменения параметры площади S_1 , в формуле площади S_2 можно варьировать параметром высоты нижнего уплотнительного и компрессионного колец, которым так субъективно в настоящее время оперируют разработчики в мировой практике двигателестроения.

Итак, $\pi(r_1^2 - r_2^2) = 2\pi r_2 h$, следовательно, $h = S_1 / 2\pi r_2$.

Равенство сил $F_o = F_{\text{рад}}$ дает возможность расчетным силам собственной упругости компрессионного и уплотнительного колец прижимать рабочую поверхность компрессионного кольца к стенке цилиндра.

Полученная формула определения высоты компрессионного и уплотнительного колец сохраняет у компрессионного кольца его упругие свойства и его работоспособность на всех тактах рабочего цикла двигателя. Она позволяет использовать расчетную величину давления рабочих газов, прорвавшихся в поршневую канавку, для получения оптимальной силы прижима рабочей поверхности компрессионного кольца к стенке цилиндра.

Полученная формула должна быть использована для расчета высоты компрессионного кольца в зависимости от его наружного и внутреннего диаметров, (то есть радиусов r_1 и r_2) в обычных поршневых уплотнениях, применяемых в настоящее время в двигателестроении.

Использование поршневого уплотнения, в котором высота компрессионного и уплотнительного колец рассчитана по установленной зависимости, существенно снизит механические потери на трение колец о стенки цилиндра, повысит КПД двигателя, уменьшит расход топлива и моторного масла, увеличит межремонтный и общий ресурс двигателя, улучшит его экологические характеристики.

Кроме того, она послужит инструментом для унификации размеров компрессионных колец, исключив субъективные решения при проектировании новых двигателей и поршневых уплотнений к ним.

На чертеже представлено частичное сечение двигателя внутреннего сгорания.

Двигатель внутреннего сгорания содержит цилиндр 1, поршень 2, ступенчатое кольцо 3, поршневую канавку 4, верхнее уплотнительное кольцо 5, компрессионное кольцо 6 и нижнее уплотнительное кольцо 7.

Поршневое уплотнение работает следующим образом.

- 5 При перемещении поршня 2 в верхнее положение, на такте «сжатие», сжимаемый воздух по зазору между цилиндром 1 и поршнем 2 имеет возможность проникновения через неприкрытую верхнюю часть зазора в замке ступенчатого кольца 3 в поршневую канавку 4. Возрастающее давление воздуха в поршневой канавке 4 действует на разжим уплотнительных колец 5 и 7, поджимая ступенчатое кольцо 3 к ступеньке поршня 2, компрессионное кольцо 6 к стенке цилиндра 1. Одновременно возрастающее давление воздуха в поршневой канавке 4 действует на верхний торец ступенчатого кольца 3 и уплотнительного кольца 5 и, соответственно, на компрессионное кольцо 6 и нижнее уплотнительное кольцо 7, прижимая их к нижней полке поршневой канавки 4. Причем величина осевой силы F_o , действующая на верхний торец ступенчатого кольца 3 и
- 15 уплотнительного кольца 6, и, соответственно на компрессионное кольцо 6 и уплотнительное кольцо 7, зависит от величины общей площади верхнего торца ступенчатого кольца 3 и уплотнительного кольца 5. Величина радиальной силы, действующей на разжим компрессионного кольца 6 и прижимающей рабочую поверхность компрессионного кольца 6 к стенке цилиндра 1, зависит от величины площади внутренней
- 20 вертикальной поверхности нижнего уплотнительного кольца 7.

- Для сохранения упругих свойств компрессионного кольца 6 и его эффективной работы, необходимо, что бы осевая сила F_o , действующая на верхние торцы ступенчатого кольца 3 и уплотнительного кольца 5 и, соответственно, на верхние торцы компрессионного кольца 6 и уплотнительного кольца 7, равнялась радиальной силе $F_{рад}$, действующей на разжим
- 25 уплотнительного кольца 7 и компрессионного кольца 6 и определяющей усилие прижима рабочей поверхности компрессионного кольца 6 к стенке цилиндра 1, то есть $F_o = F_{рад}$.

Так как $F_o = P_r S_1$, $F_{рад} = P_r S_2$, то есть $S_1 = S_2$, где

P_r - давление газов, прорвавшихся в поршневую канавку;

- S_1 - площадь поверхностей верхних торцов ступенчатого кольца 3 и верхнего
- 30 уплотнительного кольца 5;
- S_2 - площадь внутренней, вертикальной поверхности нижнего уплотнительного кольца 7.
- Величины этих площадей определяются по формулам: $S_1 = \pi(r_1^2 - r_2^2)$; $S_2 = 2\pi r_2 h$;
- следовательно, $\pi(r_1^2 - r_2^2) = 2\pi r_2 h$, откуда $h = S_1 / 2\pi r_2$.

- 35 Для выполнения этого условия необходимо, что бы радиус r_2 был одинаковым для верхнего уплотнительного кольца 5 и нижнего уплотнительного кольца 7.

- При перемещении поршня 2 в нижнее положение на такте «рабочий ход» в поршневой канавке до конца хода имеется избыточное давление, поэтому установленная закономерность сохраняется. Причем, чем меньше становится давление в поршневой канавке, тем, соответственно, меньшие величины газодинамических сил действуют на
- 40 компрессионное кольцо 6, тем меньше становится трение нижнего торца компрессионного кольца 6 и уплотнительного кольца 7 о нижнюю полку поршневой канавки 4, т.е. меньше износ этих контактных поверхностей.

- В процессе эксплуатации, за счет износа рабочей поверхности компрессионного кольца 6, будет уменьшаться толщина кольца 6, что повлечет уменьшение площади верхнего торца компрессионного кольца 6 и, соответственно, уменьшение осевой силы F_o . То есть неизбежно в процессе эксплуатации двигателя равенство $F_o = F_{рад}$ будет постепенно переходить в неравенство $F_{рад} > F_o$. Использование газодинамики, в определенных для каждой модели двигателя пределах, положительно отразится на повышении
- 45 эффективности поршневого уплотнения. В этом случае разработчики поршневых уплотнений должны определить допустимую степень износа компрессионных колец.

- 50 Использование зависимости $h = S_1 / 2\pi r_2$ и строгое регламентирование значения высоты компрессионного кольца, увязанного с другими геометрическими параметрами поршневого уплотнения, существенно повысит эффективность поршневого уплотнения: снизятся

механические потери, увеличатся КПД двигателя его мощность и ресурс, уменьшатся расходы топлива и моторного масла, улучшаться экологические характеристики двигателя.

Формула изобретения

5 Поршневое уплотнение для двигателя внутреннего сгорания, содержащее нижнее компрессионное кольцо и верхнее ступенчатое упругое разрезное кольцо, размещенные в одной поршневой канавке, по поверхностям внутренних диаметров которых установлены упругие разрезные уплотнительные кольца, отличающееся тем, что высота h уплотнительного кольца и компрессионного кольца определяется по формуле $h=S_1/2\pi r_2$,

10 где

S_1 - площадь верхних торцев ступенчатого и уплотнительного колец,

r_2 - радиус внутренних вертикальных поверхностей уплотнительных колец.

15

20

25

30

35

40

45

50