



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
F16L 9/14 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2016148442, 18.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.03.2015

Дата регистрации:  
11.01.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
19.05.2014 DE 10 2014 209 391.0

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2018 Бюл. № 17

(45) Опубликовано: 11.01.2019 Бюл. № 2

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 19.12.2016

(86) Заявка РСТ:  
EP 2015/055621 (18.03.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2015/176843 (26.11.2015)

Адрес для переписки:  
197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-ПАТЕНТ", М.В. Хмара

(72) Автор(ы):  
МАЛЬ Маркус (DE)

(73) Патентообладатель(и):  
ФЕДЕРАЛЬ-МОГУЛЬ ФРИДБЕРГ ГМБХ (DE)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 1406763 A, 14.02.1922. US 1403008 A, 10.01.1922. US 1773878 A, 26.08.1930. US 135487 A, 28.09.1920. SU 1086258 A, 15.04.1984.

## (54) ПОРШНЕВОЕ КОЛЬЦО, СОДЕРЖАЩЕЕ КАНАВКУ ПО ОКРУЖНОСТИ КОЛЬЦА

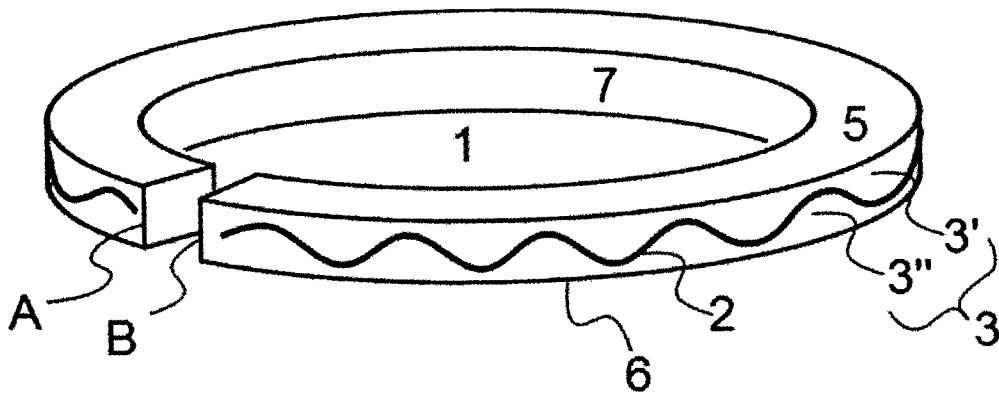
(57) Реферат:

Изобретение относится к поршневому кольцу для двигателя внутреннего сгорания или компрессора, в частности к поршневому кольцу, содержащему наружную рабочую поверхность (3), две боковые поверхности (5, 6) и внутреннюю окружную поверхность (7), причем рабочая поверхность (3) содержит профилированный элемент в виде канавки (2), причем канавка (2) в поперечном сечении поршневого кольца (1)

расположена между верхним участком (3') рабочей поверхности и нижним участком (3'') рабочей поверхности по волнообразной траектории. Амплитуда и/или длина волны волнообразной траектории канавки (2) изменяется в направлении по окружности. Изобретение обеспечивает распределение смазочного масла по окружности поршневого кольца. 15 з.п. ф-лы, 11 ил.

RU 2 676 826 9 2 C 2

RU 2 676 826 C 2



ФИГ. 1

RU 2676826 C2

RU 2676826 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F16L 9/14 (2018.08)*

(21)(22) Application: **2016148442, 18.03.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**18.03.2015**

Registration date:  
**11.01.2019**

Priority:

(30) Convention priority:  
**19.05.2014 DE 10 2014 209 391.0**

(43) Application published: **20.06.2018** Bull. № 17

(45) Date of publication: **11.01.2019** Bull. № 2

(85) Commencement of national phase: **19.12.2016**

(86) PCT application:  
**EP 2015/055621 (18.03.2015)**

(87) PCT publication:  
**WO 2015/176843 (26.11.2015)**

Mail address:  
**197101, Sankt-Peterburg, a/ya 128, "ARS-PATENT", M.V. Khmara**

(72) Inventor(s):  
**MAL Markus (DE)**

(73) Proprietor(s):  
**FEDERAL-MOGUL FRIEDBERG GMBH (DE)**

**RU 2 676 826 C2**

**RU 2 676 826 C2**

(54) **PISTON RING CONTAINING GROOVE AROUND RING CIRCUMFERENCE**

(57) Abstract:

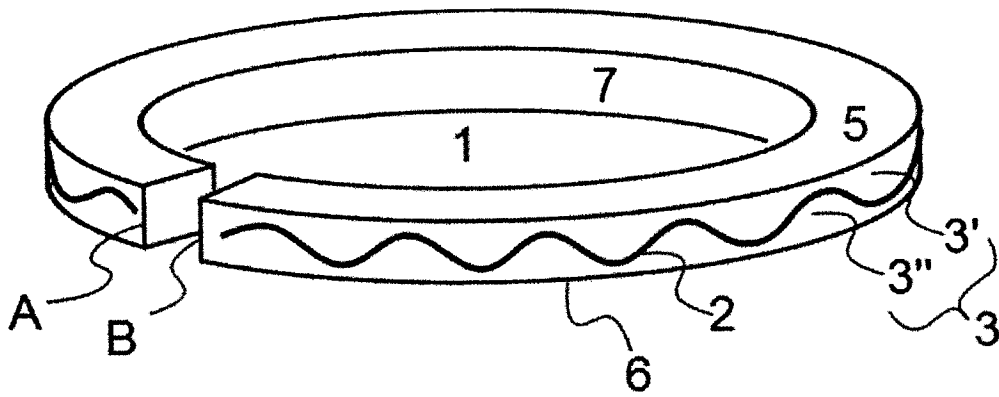
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention relates to a piston ring for an internal combustion engine or compressor, in particular to a piston ring comprising outer working surface (3), two side surfaces (5, 6) and inner circumferential surface (7), working surface (3) contains a profiled element in the form of groove (2), with groove (2) in the cross section of piston ring (1) located between the upper portion (3'a) of working surface and

lower section (3"b) of working surface along a wavy path. Amplitude and/or wavelength of the wave-like path of groove (2) varies in the circumferential direction.

EFFECT: invention provides for the distribution of lubricating oil around the circumference of the piston ring.

16 cl, 11 dwg



ФИГ. 1

RU 2676826 C2

RU 2676826 C2

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к поршневому кольцу для двигателя внутреннего сгорания или компрессора, в частности к поршневому кольцу, содержащему канавку, расположенную на рабочей поверхности.

5 Уровень техники

Современные судовые двигатели большого объема по-прежнему представляют собой двухтактные дизельные двигатели, что обусловлено возможностью выполнения двигателей этого типа с частотой вращения приблизительно в диапазоне от 50 до 250 об/мин (как правило, менее 100 об/мин) и мощностью, которая в зависимости от количества цилиндров может достигать примерно 100 МВт. Подобные тихоходные двухтактные судовые двигатели большого объема предпочтительно передают усилие непосредственно на ведущий вал (ведущие валы) винта (винтов), так как их частота вращения позволяет обойтись без понижающего редуктора, предназначенного для снижения частоты вращения.

15 Как правило, подобные двухтактные двигатели большого объема содержат два отдельных контура циркуляции масла, один из которых предназначен для смазки двигателя, а другой - для смазки цилиндров. Смазка цилиндров гарантирует, что в соответствующий момент времени смазочного масла хватит для обеспечения достаточной смазки поверхностей цилиндра или поршневых колец.

20 Смазочное масло для цилиндров в зависимости от нагрузки на двигатель впрыскивают через гильзу цилиндра в полость поршня. Поршневые кольца движутся по этой смазывающей масляной пленке. При этом количество впрыскиваемого смазочного масла выбирают минимально возможным для снижения затрат и предотвращения избыточной смазки. Смазывание цилиндра производят, например, в верхней трети 25 длины хода поршня, подавая смазочное масло в цилиндр масляным насосом через впускные отверстия для смазочного масла, предусмотренные, например, на поверхности стенки цилиндра, что позволяет обеспечить по возможности оптимальную смазку поршня и поршневого кольца. Подачу масла в цилиндр осуществляют, как правило, методом противодействия газа.

30 Например, можно использовать систему впрыска смазочного масла, впрыскивающую точное количество смазочного масла в цилиндры через форсунки. Компьютерная система регистрирует положение поршня и целенаправленно подает смазочное масло. Этот процесс осуществляют под высоким давлением, позволяющим добиться очень мелкодисперсного распыления смазочного масла для получения максимально 35 равномерного смазывания гильзы цилиндра целенаправленно в местах нахождения поршневых колец и местах фактического трения.

Учитывая, что современные двухтактные судовые двигатели большого объема работают с частотой вращения примерно от 50 до 250 об/мин при длине хода до 2500 мм, промежуток времени, доступный для подачи смазочного масла и распределения 40 поданного смазочного масла, довольно мал и предъявляет высокие требования к обеспечению качества смазывания. Если предположить, например, что цилиндр имеет (внутренний) диаметр 900 мм, и в стенке цилиндра также предусмотрены 8 равномерно распределенных по окружности проходов для подачи масла, то смазочное масло, подаваемое из соответствующих отверстий, должно быть распределено по окружности 45 в отведенный промежуток времени на участке длиной примерно 350 мм.

Было показано, что обычная конструкция одного или нескольких поршневых колец вследствие отсутствия градиента давления в направлении по окружности не обеспечивает или обеспечивает лишь незначительное распределение смазочного масла по окружности

(примерно не более 3%).

К области использования настоящего изобретения относятся двигатели внутреннего сгорания в целом, в том числе используемые не на судах.

Раскрытие сущности изобретения

5 Задачей настоящего изобретения является разработка поршневого кольца, которое при достаточном уровне смазывания обеспечит низкий расход масла и низкую утечку (просачивание) газов, а также может быть изготовлено с малыми затратами.

Эту задача решена поршневым кольцом с признаками, раскрытыми в отличительной части пункта 1 формулы изобретения.

10 Предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения раскрыты в зависимых пунктах формулы.

Согласно настоящему изобретению поршневое кольцо содержит наружную рабочую поверхность, две боковые поверхности (поршневого кольца) и внутреннюю окружную поверхность, причем рабочая поверхность содержит профилированный элемент в виде  
15 канавки. При этом в поперечном сечении поршневого кольца канавка расположена между верхним и нижним участками рабочей поверхности.

Выполненная таким образом рабочая поверхность поршневого кольца может захватывать масло в полость, образованную канавкой и поверхностью, сопряженной с рабочей поверхностью. Во время работы в канавке могут возникать  
20 гидродинамические давления в направлении по окружности. Такие гидродинамические давления вызывают образование градиентов давления, приводящих к созданию потоков смазочного масла и перераспределению смазочного масла. Гидродинамическое перераспределение смазочного масла приводит к уменьшению необходимого количества масла и более равномерному распределению поданного или впрыснутого в канавку  
25 смазочного масла в направлении по окружности.

Таким образом получают необходимую равномерно распределенную по окружности смазывающую масляную пленку, обеспечивающую достаточный уровень смазывания, максимально равномерное уплотнение, препятствующее утечке (просачиванию) газов (или удерживающее утечку (просачивание) газов на минимально возможном уровне),  
30 возможность эффективного съема смазочного масла в рабочем направлении поршня и возможность переливания.

В одном из вариантов осуществления поршневого кольца канавка проходит на постоянном расстоянии от боковых поверхностей. В одном из вариантов осуществления поршневого кольца канавка проходит посередине между боковыми поверхностями,  
35 или верхней и нижней боковой поверхностью. Этот вариант осуществления обеспечивает особую простоту изготовления, так как поршневое кольцо не требует выравнивания перед выполнением канавки, а канавку достаточно выполнить по центру наружной поверхности.

В следующем варианте осуществления настоящего изобретения канавка проходит  
40 по волнообразной траектории между верхней и нижней боковой поверхностью поршневого кольца. В этом варианте осуществления при каждом движении вверх и вниз поршня масло вытесняется в направлении расположенного сзади (по направлению перемещения) вогнутого участка канавки. Вместе с противоположно направленным движением при соответствующем обратном движении кольцо с волнообразной канавкой  
45 может распределять масло лучше, чем кольцо с ровной прямолинейной канавкой.

В следующем примерном варианте осуществления волнообразная канавка имеет форму синусоиды или косинусоиды, проходящей вокруг поршневого кольца. Этот вариант осуществления направлен на то, чтобы, с одной стороны, расположить начало

канавки на концах стыка вблизи одной из боковых поверхностей, что соответствует синусоиде. С другой стороны, этот вариант осуществления направлен на то, чтобы расположить начало канавки на концах стыка вблизи средней линии между боковыми поверхностями, что соответствует косинусоиде.

5 В следующем примерном варианте осуществления форма волнообразной канавки образует асимметричную, или пилообразную, волну между боковыми поверхностями. Этот вариант осуществления можно использовать для того, чтобы позволить поршневому кольцу самостоятельно задавать предпочтительное направление вращения в канавке поршня под поршневое кольцо. Этот эффект можно усилить за счет  
10 асимметричного исполнения канавки, облегчающего в одном направлении всплывание кольца на масляной пленке. При этом асимметричные части, воздействующие сильнее, позволяют реализовать эффективное вращательное движение поршневого кольца во всех тактах.

Периодически меняющаяся траектория канавки во время работы способствует  
15 возникновению в направлении по окружности гидродинамических давлений. Вследствие этих гидродинамических давлений возникают градиенты давления, создающие потоки смазочного масла и вызывающие перераспределение смазочного масла. Гидродинамическое перераспределение смазочного масла приводит к уменьшению  
20 необходимого количества и более равномерному распределению поданного или впрыснутого в канавку смазочного масла в направлении по окружности.

Канавка на рабочей поверхности поршневого кольца может быть расположена между двумя, по существу, выпуклыми участками рабочей поверхности. Траектория канавки периодически изменяется в направлении по окружности.

В следующем примерном варианте осуществления поршневого кольца амплитуда  
25 волны волнообразной траектории канавки изменяется в направлении по окружности. Это позволяет компенсировать возможные отклонения масляной пленки, вызванные неравномерным усилием прижима поршневого кольца.

В следующем примерном варианте осуществления поршневого кольца длина волны  
30 волнообразной траектории канавки изменяется в направлении по окружности. В этом варианте осуществления канавка может быть адаптирована к поршневому кольцу, различным образом скручивающемуся или вращающемуся вдоль своей окружности.

В следующем примерном варианте осуществления поршневого кольца амплитуда  
35 волны увеличивается в направлении концов стыка. В следующем примерном варианте осуществления поршневого кольца амплитуда волны уменьшается в направлении концов стыка. Эти варианты осуществления предназначены для поршневых колец, отличающихся большей или меньшей степенью скручивания в области концов стыка по сравнению с областью, противоположной концам стыка.

В следующем примерном варианте осуществления поршневого кольца амплитуда  
40 волны уменьшается в направлении концов стыка, и/или длина волны увеличивается в направлении концов стыка. Эти варианты осуществления также предназначены для поршневых колец, отличающихся большей или меньшей степенью скручивания в области концов стыка по сравнению с областью, противоположной концам стыка.

В следующем примерном варианте осуществления поршневого кольца канавка  
45 оканчивается перед областью стыка поршневого кольца. Этот вариант осуществления позволяет предотвратить стекание масла, находящегося в канавке, в зазор поршневого кольца и появление в этом месте избытка масла на внутренней стенке цилиндра.

В следующем варианте осуществления поршневого кольца канавка на всем своем протяжении имеет постоянное поперечное сечение и, предпочтительно, постоянную

форму поперечного сечения с постоянной глубиной и постоянной шириной. Это ограничение не распространяется на концевые участки канавки, которые могут содержать переходную область с изменением поперечного сечения в диапазоне от 1 до 10 мм, и которые могут быть обусловлены технологией изготовления канавки.

5 В следующем варианте осуществления поршневого кольца канавка имеет круглое поперечное сечение. В следующем варианте осуществления поршневого кольца канавка имеет овальное или эллиптическое поперечное сечение. В следующем варианте осуществления поршневого кольца канавка имеет прямоугольное поперечное сечение. В следующем варианте осуществления поршневого кольца канавка имеет  
10 трапецевидное поперечное сечение.

Круглая в поперечном сечении канавка выгодна тем, что ее можно сравнительно легко получить методами обработки со снятием материала и без него. Кроме того, круглая в поперечном сечении канавка выгодна относительно большими допусками изготовления, так как угол между рабочей поверхностью и кромкой канавки изменяется  
15 лишь незначительно при отклонении положения инструмента. Тем не менее, круглая или эллиптическая в поперечном сечении форма плохо приспособлена к изменению угла между верхней или нижней рабочей поверхностью и касательной к канавке. Прямоугольная и трапецевидная канавка выгодна тем, что изменение глубины механической обработки совершенно не влияет на угол между боковой поверхностью  
20 канавки и рабочей поверхностью.

В следующем варианте осуществления поршневого кольца круглая в поперечном сечении канавка имеет радиус от 0,2 до 2 мм. В следующем варианте осуществления поршневого кольца круглая в поперечном сечении канавка имеет радиус от 0,4 до 1,6 мм. В следующем варианте осуществления поршневого кольца круглая в поперечном  
25 сечении канавка имеет радиус от 0,6 до 1,2 мм. В следующем варианте осуществления поршневого кольца круглая в поперечном сечении канавка имеет радиус от 0,2 до 0,4 мм. В следующем варианте осуществления поршневого кольца круглая в поперечном сечении канавка имеет радиус от 0,4 до 0,6 мм. В следующем варианте осуществления поршневого кольца круглая в поперечном сечении канавка имеет радиус от 1,2 до 1,6  
30 мм. В следующем варианте осуществления поршневого кольца круглая в поперечном сечении канавка имеет радиус от 1,6 до 2 мм. Эти значения охватывают диапазон от автомобильных двигателей до двигателей большого размера. Фактический размер канавки зависит от используемого двигателя и запланированного смазочного материала, а также от средней скорости движения поршней двигателя.

35 В следующем варианте осуществления канавка поршневого кольца имеет верхнюю боковую поверхность канавки и нижнюю боковую поверхность канавки. Для круглой канавки боковой поверхностью канавки считается касательная к канавке на кромке или в точке поворота при переходе к закругленной кромке. При этом следующие углы в каждом случае измерены между вышеуказанной касательной и касательной к рабочей  
40 поверхности на кромке или точке поворота при переходе к закругленной кромке. Таким образом, следующие углы определены также для круглых канавок и выпуклых рабочих поверхностей.

В одном варианте осуществления верхняя боковая поверхность канавки (или касательная к ней) примыкает к верхнему участку рабочей поверхности (или касательной  
45 к ней) под верхним углом от  $45^\circ$  до  $135^\circ$ . В другом варианте осуществления верхняя боковая поверхность канавки (или касательная к ней) примыкает к верхнему участку рабочей поверхности (или касательной к ней) под верхним углом от  $60^\circ$  до  $120^\circ$ . В следующем варианте осуществления верхняя боковая поверхность канавки (или



касательная к ней) примыкает к верхнему участку рабочей поверхности (или касательной к ней) под верхним углом от  $70^\circ$  до  $110^\circ$ .

В одном варианте осуществления нижняя боковая поверхность канавки (или касательная к ней) примыкает к нижнему участку рабочей поверхности (или касательной к ней) под нижним углом от  $90^\circ$  до  $170^\circ$ . В другом варианте осуществления нижняя боковая поверхность канавки (или касательная к ней) примыкает к нижнему участку рабочей поверхности (или касательной к ней) под нижним углом от  $110^\circ$  до  $160^\circ$ . В следующем варианте осуществления нижняя боковая поверхность канавки (или касательная к ней) примыкает к нижнему участку рабочей поверхности (или касательной к ней) под нижним углом от  $120^\circ$  до  $150^\circ$ . Указанные углы относятся к прямолинейным участкам рабочей поверхности или канавки. В случае криволинейных канавок или рабочих поверхностей для определения следует использовать углы между соответствующими касательными к канавке или рабочей поверхности, расположенные на кромке или в области перехода канавки или рабочей поверхности к закруглению кромки. Их особенно легко определить, если кромка закруглена с определенным радиусом.

В следующем варианте осуществления настоящего изобретения верхний угол на  $2-30^\circ$  меньше нижнего угла. В следующем варианте осуществления настоящего изобретения верхний угол на  $4-20^\circ$  меньше нижнего угла. В следующем варианте осуществления настоящего изобретения верхний угол на  $6-10^\circ$  меньше нижнего угла. Для круглых в поперечном сечении канавок это может быть реализовано за счет соответствующей формы соответствующих рабочих поверхностей.

В следующем варианте осуществления поршневого кольца верхний угол составляет от  $70$  до  $100$  градусов, причем нижний угол составляет от  $120^\circ$  до  $150^\circ$ , причем, предпочтительно, верхний угол на  $20-30^\circ$  меньше нижнего угла.

В следующем варианте осуществления кромка верхнего угла имеет верхний радиус закругления от  $10$  до  $50$  мкм. В следующем варианте осуществления кромка нижнего угла имеет нижний радиус закругления от  $40$  до  $120$  мкм. В следующем варианте осуществления верхний радиус закругления на  $10-40$  мкм меньше нижнего радиуса закругления. Эти размеры позволяют ожидать качественного съема масла на внутренней стенке цилиндра.

В следующем варианте осуществления поршневого кольца наружная рабочая поверхность имеет радиус закругления от  $10$  до  $60$  мм, предпочтительно - от  $20$  до  $40$  мм, еще предпочтительнее - от  $25$  до  $30$  мм.

В следующем варианте осуществления поршневого кольца количество периодов волнообразной траектории представляет собой целое число, что позволяет изготавливать, в частности, поршневые кольца с симметричными канавками.

В следующем варианте осуществления поршневого кольца рабочие поверхности поршневого кольца выполнены, по существу, симметричными.

В следующем варианте осуществления количество периодов волнообразной траектории составляет от  $4$  (включительно) до  $36$  (включительно). В следующем варианте осуществления количество периодов волнообразной траектории составляет от  $6$  (включительно) до  $24$  (включительно). В следующем варианте осуществления количество периодов волнообразной траектории составляет от  $8$  (включительно) до  $12$  (включительно).

В примерном варианте осуществления поршневого кольца канавка состоит из участков двух различных типов. Участки первого типа проходят в направлении по окружности. Участки второго типа проходят под острым углом к участкам первого

типа. Участки двух типов попеременно соединены друг с другом своими концами.

В следующем варианте осуществления поршневого кольца канавка оканчивается в резервуарах, расположенных на концах стыка поршневого кольца.

В другом варианте осуществления поршневого кольца канавка 2 сужается к концам стыка. Канавка, поперечное сечение которой плавно уменьшается в области концов стыка, позволяет уменьшить износ, которому особенно подвержены концы стыка.

Краткое описание чертежей

Изобретение ниже разъяснено подробнее со ссылками на примеры осуществления, представленные на схематичных фигурах, на которых изображено:

10 Фигура 1: вид в аксонометрии предложенного изобретением поршневого кольца с волнообразной канавкой.

Фигура 2: разрез в осевом направлении варианта осуществления поршневого кольца с прямоугольной канавкой.

15 Фигура 3: разрез в осевом направлении варианта осуществления поршневого кольца с круглой канавкой.

Фигуры 4А-7: вид в плане рабочей поверхности различных вариантов осуществления поршневого кольца с канавкой.

На фигурах и в описании могут быть использованы одинаковые ссылочные обозначения для указания на идентичные или аналогичные элементы и компоненты.

20 Осуществление изобретения

На фигуре 1 показан вид в аксонометрии предложенного изобретением поршневого кольца 1 с волнообразной канавкой 2. Волнообразная в данном случае канавка 2 проходит по наружной поверхности поршневого кольца 1, образующей рабочую поверхность 3 поршневого кольца 1 или наружную окружную поверхность. Рабочая  
25 поверхность 3 поршневого кольца 1 содержит верхний участок 3' рабочей поверхности, расположенный ближе к камере сгорания двигателя. Рабочая поверхность 3 поршневого кольца 1 содержит нижний участок 3'' рабочей поверхности, расположенный ближе к масляной камере, или картеру коленчатого вала двигателя. Наверху видна верхняя боковая поверхность 5 поршневого кольца, обращенная к камере сгорания. Нижняя  
30 боковая поверхность 6, обращенная к картеру коленчатого вала, скрыта поршневым кольцом 1. Ссылочное обозначение 7 относится к внутренней окружной поверхности 7. Поршневое кольцо оканчивается на стыке двух поверхностей А и В стыка. Канавка 2 изображена таким образом, что она оканчивается перед поверхностями А и В стыка. В результате масло, скопившееся в канавке 2, не может вытекать на поверхности А и  
35 В стыка.

На фигуре 2 изображен разрез в осевом направлении варианта осуществления поршневого кольца 1 с прямоугольной канавкой 2. Вместо изображенной прямоугольной канавки 2 может быть также использована трапециевидная в поперечном сечении канавка 2. Канавка 2 в этом случае показана по центру, в случае волнообразной канавки  
40 2 вертикальное положение канавки в поперечном сечении меняется. При этом канавка имеет верхнюю боковую поверхность 8 канавки и нижнюю боковую поверхность 9 канавки. Кроме того на разрезе изображена обращенная к камере сгорания верхняя боковая поверхность 5, обращенная к картеру коленчатого вала нижняя боковая поверхность 6 и внутренняя окружная поверхность 7. Вся рабочая поверхность 3 имеет определенную выпуклость с радиусом R' закругления. Таким образом, верхний и нижний  
45 участки 3', 3'' рабочей поверхности имеют общую выпуклость с радиусом R' закругления. На укрупненном виде показан переход от верхней рабочей поверхности 3' к верхней боковой поверхности 8 канавки. Кромка закруглена с верхним радиусом r' кромки.

Верхний радиус  $r'$  кромки может быть образован в ходе обработки или получен в отдельном процессе снятия материала или деформации. Верхний угол  $\alpha$  показан между рабочей поверхностью 3' и верхней боковой поверхностью 8 канавки. Для наглядности нижняя кромка на укрупненном виде не показана. Она изображена на фигуре 3.

5 На фигуре 3 показан разрез в осевом направлении варианта осуществления поршневого кольца 1 с круглой канавкой 2. Вместо показанной круглой канавки 2 можно также использовать эллиптическую, параболическую или овальную в поперечном сечении канавку 2. Круглая канавка 2 имеет радиус  $R$  канавки. Канавка 2 в этом случае также показана по центру, для волнообразной канавки 2 вертикальное положение

10 канавки в поперечном сечении меняется. При этом канавка имеет верхнюю боковую поверхность 8 канавки и нижнюю боковую поверхность 9 канавки, каждая из которых определена касательными к круглой канавке на кромках вблизи участков 3', 3'' рабочей поверхности. В этом случае также показана обращенная к камере сгорания верхняя боковая поверхность 5, обращенная к картеру коленчатого вала нижняя боковая

15 поверхность 6 и внутренняя окружная поверхность 7 поршневого кольца 1. Верхний участок 3' рабочей поверхности имеет выпуклость с верхним радиусом  $R'$  закругления, превышающим соответствующий радиус, показанный на фигуре 2. Нижний участок 3'' рабочей поверхности имеет выпуклость с нижним радиусом  $R''$  закругления. На фигуре 3 оба радиуса закругления меньше, чем на фигуре 2. При этом в данном варианте

20 осуществления верхний радиус  $R'$  выполнен больше нижнего радиуса  $R''$ . На укрупненном виде показан переход от нижней рабочей поверхности 3'' к нижней боковой поверхности 9 канавки. Кромка закруглена с нижним радиусом  $r''$  кромки. Подобно верхнему радиусу  $r'$  кромки нижний радиус  $r''$  кромки также может быть образован в ходе обработки или получен в отдельном процессе снятия материала или деформации.

25 В одном поршневом кольце могут быть использованы различные радиусы  $r'$ ,  $r''$  закругления. Предпочтительно, выбирают  $r'' > r'$ , чтобы улучшить сьем масла при движении поршня вниз. Нижний угол  $\beta$  показан между нижней рабочей поверхностью 3'' и нижней боковой поверхностью 9 канавки. Угол  $\beta$  выполнен больше угла  $\alpha$ , чтобы улучшить сьем масла при ходе вниз / рабочем ходе поршня. Для повышения наглядности

30 на фигуре 3 верхняя кромка на укрупненном виде не показана. Следует отметить, что углы  $\alpha$  и  $\beta$  можно использовать совместно в одном поршневом кольце, причем предпочтительно,  $\alpha < \beta$ .

На фигурах 4А-7 изображены виды в плане рабочих поверхностей различных вариантов осуществления поршневого кольца с канавкой.

35 На фигуре 4А изображена развертка рабочей поверхности простого варианта осуществления со сплошной прямолинейной канавкой 2, проходящей от одного конца стыка на правой стороне, соответствующего концу А стыка на фигуре 1, до другого конца стыка на левой стороне, соответствующего концу В стыка на фигуре 1. В этом случае канавка открыта к стыку, или концам стыка, в результате чего масло,

40 скопившееся в канавке, может вытекать на стык, или на концы стыка. Канавка 2 делит рабочую поверхность на верхний участок 3' рабочей поверхности и нижний участок 3'' рабочей поверхности.

На фигуре 4В показана развертка рабочей поверхности простого варианта осуществления в соответствии с фигурой 4А, причем прямолинейная канавка 2

45 оканчивается перед концом стыка на правой стороне или концом стыка на левой стороне. В данном случае канавка закрыта относительно стыка, или концов стыка, то есть масло, скопившееся в канавке, не может вытекать на стык, или концы стыка. На фигуре 4В верхний участок 3' рабочей поверхности соединен с нижним участком 3''

рабочей поверхности в области концов стыка.

На фигуре 5А изображена развертка рабочей поверхности простого варианта осуществления в соответствии с фигурой 4А, причем канавка 2, проходящая между участками 3', 3'' рабочей поверхности, выполнена в виде волнообразной канавки.

5 Подобно фигуре 4А канавка проходит по всей длине поршневого кольца, или рабочей поверхности, и оканчивается на концах стыка. В этом случае также подобно фигуре 4А масло, скопившееся в канавке, может вытекать на стык, или на концы стыка. На фигуре 5А канавка 2 выходит прямо в конец В стыка. На фигуре 5В канавка 2 сужается к концу А стыка. Также возможен вариант, в котором канавка 2 прямо выходит на оба  
10 конца А, В стыка. Кроме того, возможен вариант, в котором канавка 2 сужается к обоим концам А, В стыка.

На фигуре 5В изображена развертка рабочей поверхности простого варианта осуществления в соответствии с фигурой 5А, причем волнообразная канавка 2 оканчивается перед концом стыка на правой стороне или перед концом стыка на левой  
15 стороне. В данном случае канавка закрыта относительно стыка, или концов стыка, то есть масло, скопившееся в канавке, не может вытекать на стык, или на концы стыка. На фигуре 5В верхний участок 3' рабочей поверхности соединен с нижним участком 3'' рабочей поверхности в области концов стыка.

На фигурах 6А-6С изображены различные траектории волнообразных канавок 2.  
20 На фигурах 6А-6С представлены развернутые рабочие поверхности. На развертке задняя сторона кольца расположена посередине между концами стыка, а не напротив концов стыка. На фигурах 6А-6С верхние участки 3' рабочей поверхности соединены с нижними участками 3'' рабочей поверхности в области концов стыка. На фигуре 5В канавка изображена, по меньшей мере по существу, зеркально-симметрично  
25 относительно задней стороны кольца. На фигурах 6А-6С канавки изображены, по существу, точно-симметрично. На фигурах 6А и 6В длина волны канавки 2 изменяется на участке между концами стыка и задней стороной кольца.

На фигуре 6А канавка на задней стороне кольца имеет меньшую длину волны по сравнению с концами стыка. В данном случае канавка 2 на задней стороне кольца  
30 может вместить большее количество масла, в результате чего можно предотвратить скопление большого количества масла на стыке.

На фигуре 6В канавка на задней стороне кольца имеет большую длину волны по сравнению с концами стыка. В данном случае канавка 2 на задней стороне кольца может вместить меньше масла, что позволяет улучшить смазывание концов стыка,  
35 особенно подверженных износу.

Фигура 6С, по существу, соответствует фигуре 6А, причем дополнительно уменьшена амплитуда траектории канавки 2 в области задней стороны кольца. В данном случае канавка 2 на задней стороне кольца вмещает меньше масла, чем на концах стыка. На фигуре 6С канавка 2 сужается к концам А, В стыка. Также возможен вариант, в котором  
40 канавка 2 сужается к концам А, В стыка и в других вариантах осуществления.

Также возможен вариант, в котором амплитуду на задней стороне кольца увеличивают, что, впрочем, здесь не рассмотрено в деталях из опасения избыточно перегрузить описание.

На фигуре 7 изображен вариант осуществления поршневого кольца согласно изобретению, в котором канавка состоит из двух участков различных типов. Участок первого типа проходит в направлении по окружности и изображен на фигуре горизонтально. Участок второго типа проходит под острым углом к участку первого типа и изображен на фигуре под углом. Участки двух типов попеременно соединены

друг с другом своими концами, образуя своеобразный орнамент, в котором канавка проходит небольшой участок при переходе с одной стороны на другую сторону (то есть вблизи нижней или верхней боковой поверхности). На фигуре 7 канавка 2 оканчивается в резервуарах 14, расположенных на концах стыка поршневого кольца, что позволяет обеспечить особенно хорошее смазывание концов стыка.

Не все возможные и включенные в формулу изобретения варианты осуществления представлены на фигурах, поэтому следует считать раскрытыми все комбинации признаков, раскрытых на фигурах по отдельности. Кроме того, на фигурах не показано, что канавка может иметь поперечное сечение в четверть круга. Кроме того, на фигурах отражены не все заявленные угловые значения.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- 1 поршневое кольцо
- 2 выемка или канавка
- 3 рабочая поверхность поршневого кольца или наружная окружная поверхность
- 3' верхний участок рабочей поверхности (обращенный к камере сгорания)
- 3" нижний участок рабочей поверхности (обращенный к масляной камере, или картеру коленчатого вала)
- 5 боковая поверхность, обращенная к камере сгорания
- 6 боковая поверхность, обращенная к масляной камере, или картеру коленчатого вала
- 7 внутренняя окружная поверхность
- 8 верхняя боковая поверхность канавки (обращенная к камере сгорания)
- 9 нижняя боковая поверхность канавки (обращенная к масляной камере, или картеру коленчатого вала)
- 10 первый выпуклый участок профиля рабочей поверхности
- 12 второй выпуклый участок профиля рабочей поверхности
- 14 резервуар для масла, соединенный с канавкой
- A первый конец стыка
- B второй конец стыка
- r' радиус закругления кромки между верхней рабочей поверхностью и канавкой
- r" радиус закругления кромки между нижней рабочей поверхностью и канавкой
- R радиус круглой канавки
- R' радиус верхней рабочей поверхности или рабочей поверхности в целом
- R" радиус нижней рабочей поверхности
- $\alpha$  угол между верхней рабочей поверхностью и канавкой, или касательными к ним
- $\beta$  угол между нижней рабочей поверхностью и канавкой, или касательными к ним

#### (57) Формула изобретения

1. Поршневое кольцо, содержащее наружную рабочую поверхность (3), две боковые поверхности (5, 6) и внутреннюю окружную поверхность (7), причем рабочая поверхность (3) содержит профилированный элемент в виде канавки (2), причем канавка (2) в поперечном сечении поршневого кольца (1) расположена между верхним участком (3') рабочей поверхности и нижним участком (3") рабочей поверхности, причем канавка (2) проходит по волнообразной траектории между боковыми поверхностями (5, 6), отличающееся тем, что амплитуда и/или длина волны волнообразной траектории канавки (2) изменяется в направлении по окружности.

2. Поршневое кольцо по п. 1, отличающееся тем, что волнообразная канавка (2) имеет форму синусоиды или косинусоиды, проходящей вокруг поршневого кольца, или

канавка (2) проходит по асимметричной, или пилообразной, волнообразной траектории между боковыми поверхностями (5, 6).

3. Поршневое кольцо по п. 1 или 2, отличающееся тем, что амплитуда волны увеличивается в направлении концов стыка и/или длина волны уменьшается в направлении концов стыка.

4. Поршневое кольцо по одному из пунктов 1-3, отличающееся тем, что амплитуда волны уменьшается в направлении концов стыка и/или длина волны увеличивается в направлении концов стыка.

5. Поршневое кольцо по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что канавка (2) оканчивается перед областью стыка поршневого кольца.

6. Поршневое кольцо по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что канавка (2) на всем своем протяжении имеет постоянное поперечное сечение и, предпочтительно, постоянную форму поперечного сечения с постоянной глубиной и постоянной шириной.

7. Поршневое кольцо по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что канавка (2) имеет круглое, овальное, эллиптическое, прямоугольное или трапециевидное поперечное сечение.

8. Поршневое кольцо по п. 7, отличающееся тем, что круглое поперечное сечение канавки (2) предпочтительно имеет радиус от 0,2 до 2 мм, предпочтительнее от 0,4 до 1,6 мм, еще предпочтительнее от 0,6 до 1,2 мм.

9. Поршневое кольцо по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что канавка (2) имеет верхнюю боковую поверхность (8) канавки и нижнюю боковую поверхность (9) канавки, причем верхняя боковая поверхность (8) канавки примыкает к верхнему участку (3') рабочей поверхности под верхним углом от  $45^\circ$  до  $135^\circ$ , предпочтительнее от  $60^\circ$  до  $120^\circ$ , еще предпочтительнее от  $70^\circ$  до  $110^\circ$ , причем нижняя боковая поверхность (9) канавки примыкает к нижнему участку (3'') рабочей поверхности под нижним углом от  $90^\circ$  до  $170^\circ$ , предпочтительнее от  $110^\circ$  до  $160^\circ$ , еще предпочтительнее от  $120^\circ$  до  $150^\circ$ .

10. Поршневое кольцо по п. 9, отличающееся тем, что верхний угол на  $2-30^\circ$ , предпочтительнее на  $4-20^\circ$ , еще предпочтительнее на  $6-10^\circ$  меньше нижнего угла.

11. Поршневое кольцо по п. 9 или 10, отличающееся тем, что кромка верхнего угла имеет верхний радиус закругления от 10 до 50 мкм, кромка нижнего угла имеет нижний радиус закругления от 40 до 120 мкм, причем, предпочтительно, верхний радиус закругления на 10-40 мкм меньше нижнего радиуса закругления.

12. Поршневое кольцо по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что наружная рабочая поверхность (3) имеет радиус закругления от 10 до 60 мм, предпочтительно от 20 до 40 мм, еще предпочтительнее от 25 до 30 мм.

13. Поршневое кольцо по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что количество периодов волнообразной траектории представляет собой целое число, и/или канавка (2) на виде в плане рабочей поверхности (3) поршневого кольца (1) выполнена, по существу, симметричной, и/или количество периодов траектории глубины и траектории ширины составляет от 4 включительно до 36 включительно, предпочтительно от 6 до 24, еще предпочтительнее от 8 до 12.

14. Поршневое кольцо по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что канавка (2) состоит из участков двух различных типов, причем участки первого типа проходят в направлении по окружности, а участки второго типа соединены с участками первого типа под острым углом, причем участки двух типов попеременно соединены друг с другом своими концами.

15. Поршневое кольцо по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что канавка (2) оканчивается резервуарами (14).

16. Поршневое кольцо по одному из предыдущих пунктов, отличающееся тем, что канавка (2) сужается к концам (А, В) стыка.

5

10

15

20

25

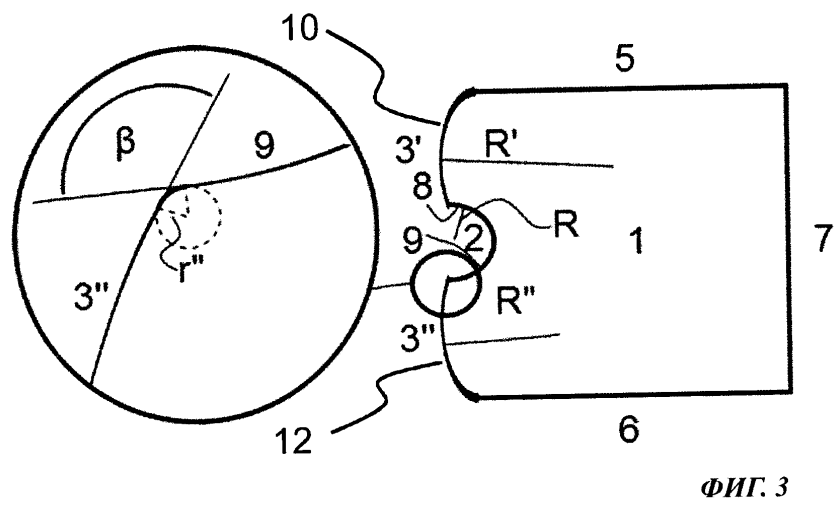
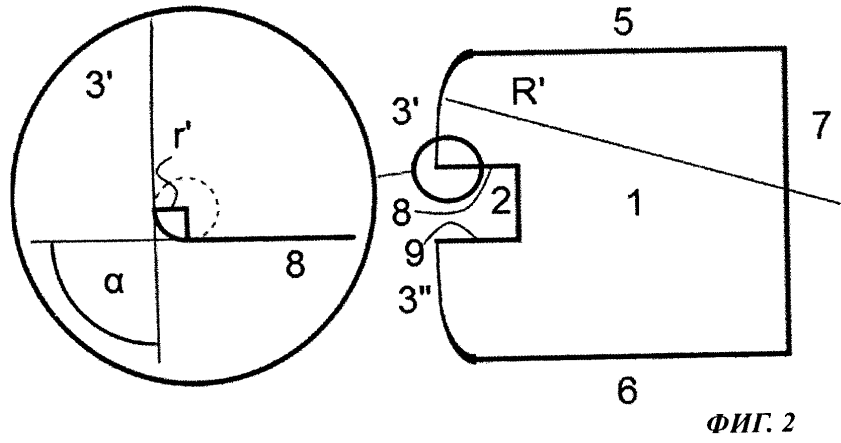
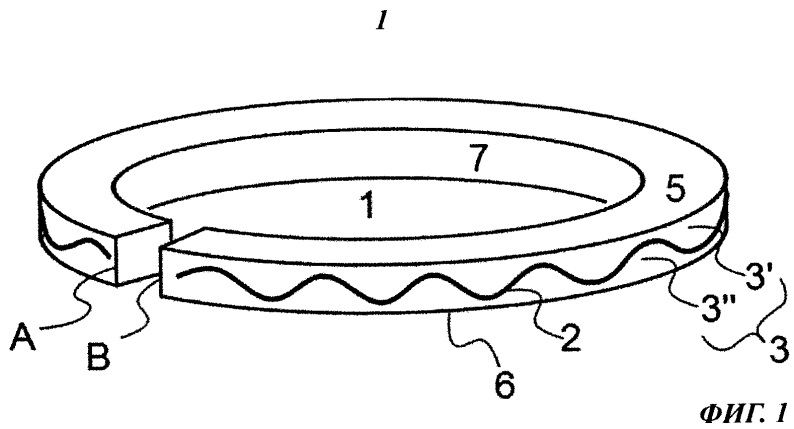
30

35

40

45

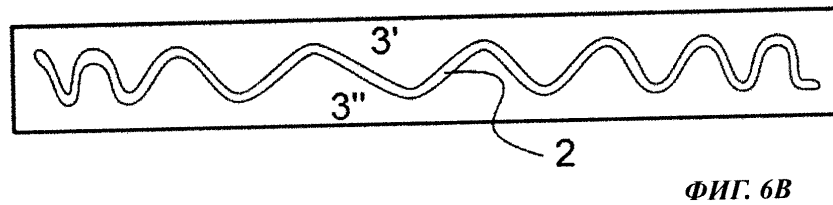
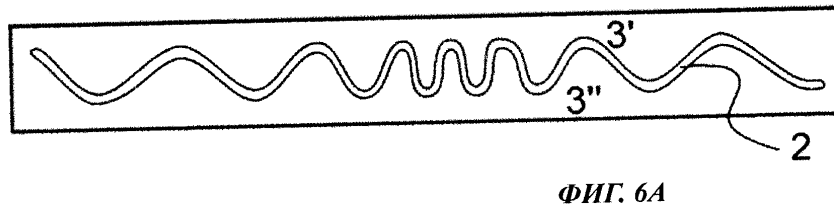
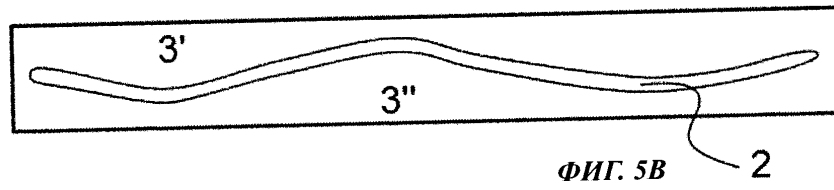
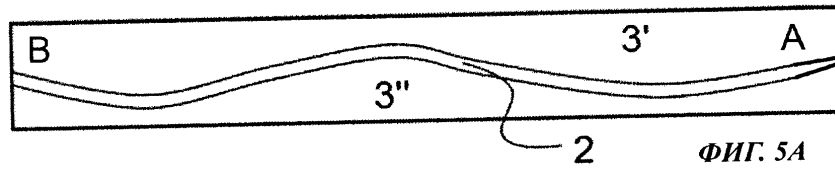
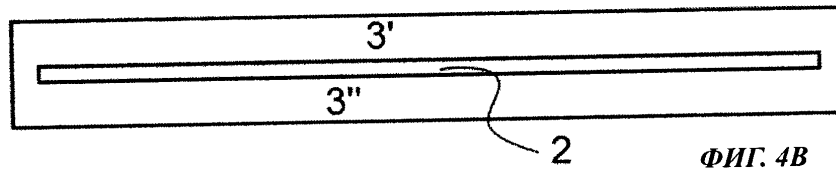
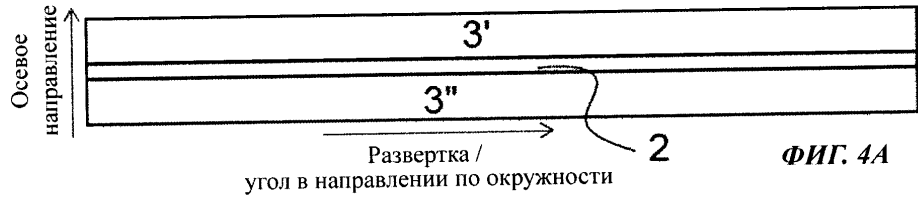
1



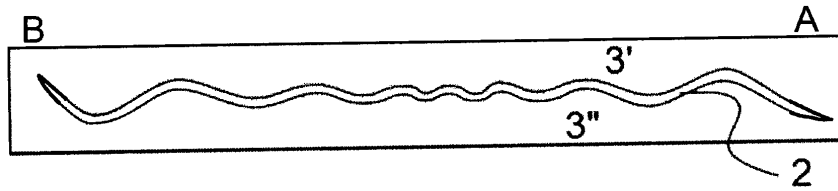
2



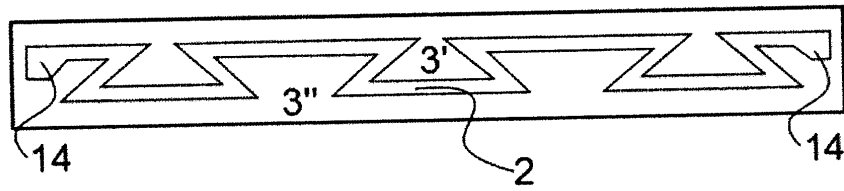
2



3



ФИГ. 6С



ФИГ. 7