



(51) МПК
F01M 1/00 (2006.01)
F01M 1/06 (2006.01)
F01M 9/00 (2006.01)
F02F 3/00 (2006.01)
F02F 3/20 (2006.01)
F16N 1/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F01M 1/00 (2020.01); F01M 1/06 (2020.01); F01M 2001/066 (2020.01); F01M 9/00 (2020.01); F02F 3/00 (2020.01); F02F 3/20 (2020.01); F16N 1/00 (2020.01)

(21)(22) Заявка: 2019132800, 15.10.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.10.2019

Дата регистрации:
04.06.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.10.2019

(45) Опубликовано: 04.06.2020 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ,
патентная группа

(72) Автор(ы):

Путинцев Сергей Викторович (RU),
 Пилацкая Софья Сергеевна (RU),
 Ратников Алексей Станиславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Владимирский
государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая
Григорьевича Столетовых" (ВлГУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

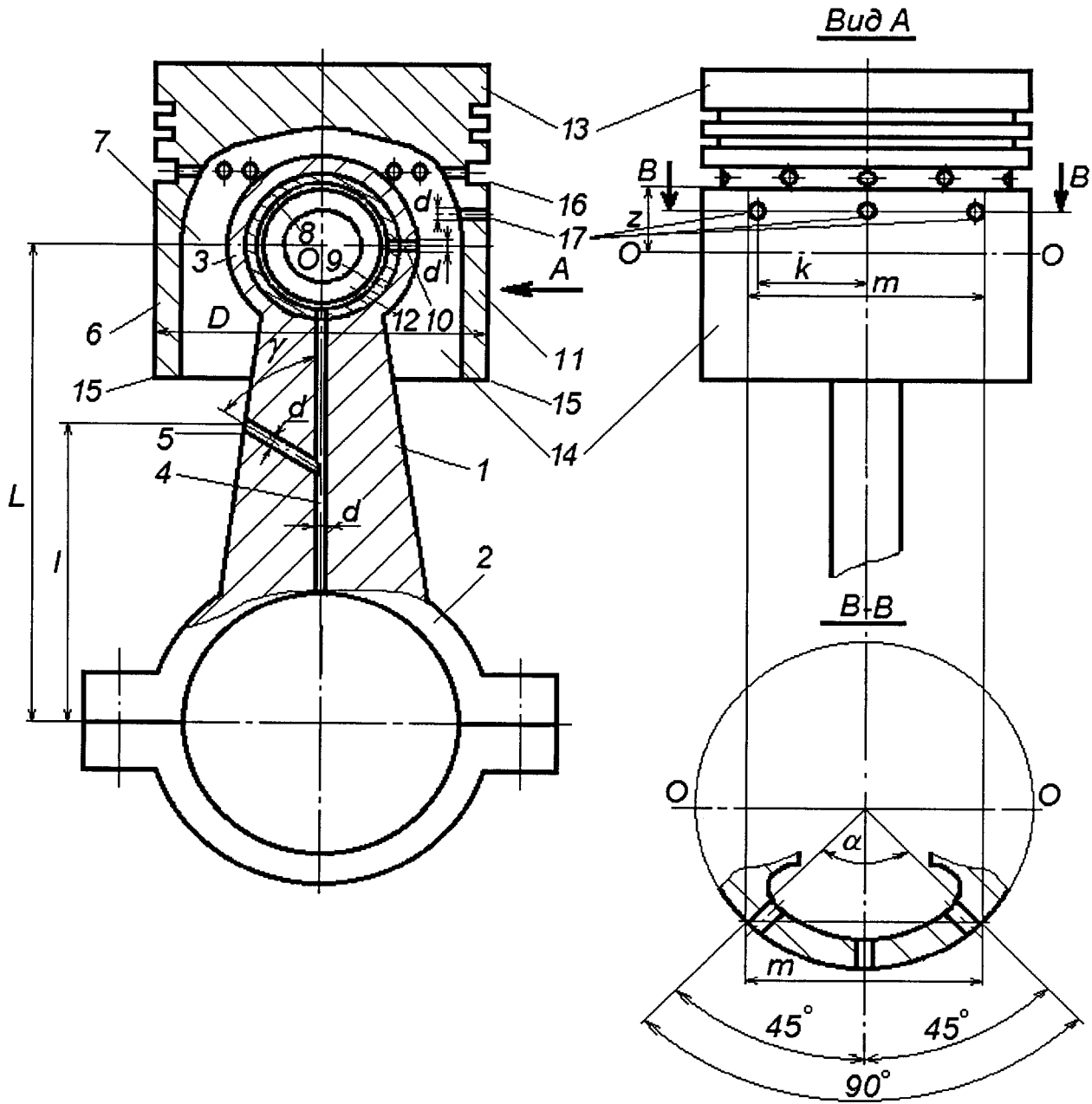
о поиске: SU 1362854 A1, 30.12.1987. RU
2105160 C1, 20.02.1998. DE 102004048939 B4,
18.05.2006. JP 8042393 A, 13.02.1996.

(54) Шатунно-поршневая группа для четырехтактного двигателя внутреннего сгорания

(57) Реферат:

Изобретение относится к двигателестроению и может быть использовано в четырехтактных, преимущественно автомобильных двигателях внутреннего сгорания (ДВС), в частности, при изготовлении шатунов и поршней, входящих в состав шатунно-поршневой группы (ШПГ) этих ДВС. ШПГ для четырехтактных ДВС включает тело шатуна, представляющее собой единую деталь, состоящую из стержня шатуна (1), на концах которого имеются кривошипная головка (2), а также поршневая головка (3) и по центральной оси которого выполнено сквозное отверстие (4), с которым сообщается выполненное в плоскости качания и выходящее наружу тела шатуна отверстие (5), ориентированное на нагруженную сторону стенки

юбки (6) поршня (7). Благодаря центральной кольцевой канавке (8) во втулке (9), установленной в поршневую головку (3), отверстие (4) сообщается с проходящим через стенку центральной кольцевой канавки (8) и стенку поршневой головки (3) отверстием (10), ориентированным на ненагруженную сторону стенки юбки (11) поршня (7). Поршень (7) содержит головку (13) и юбку (14), длина которой по осевой высоте поршня (7) ограничена двумя кромками - нижней (15) и верхней (16). На ненагруженной стороне в стенке юбки (11) поршня имеются отверстия (17). Технический результат - улучшение маслоснабжения трущихся поверхностей сопряжения юбки поршня с цилиндром. 4 з.п. ф-лы, 4 ил., 2 табл.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F01M 1/00 (2006.01)
F01M 1/06 (2006.01)
F01M 9/00 (2006.01)
F02F 3/00 (2006.01)
F02F 3/20 (2006.01)
F16N 1/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F01M 1/00 (2020.01); F01M 1/06 (2020.01); F01M 2001/066 (2020.01); F01M 9/00 (2020.01); F02F 3/00 (2020.01); F02F 3/20 (2020.01); F16N 1/00 (2020.01)

(21)(22) Application: **2019132800, 15.10.2019**

(24) Effective date for property rights:
15.10.2019

Registration date:
04.06.2020

Priority:

(22) Date of filing: **15.10.2019**

(45) Date of publication: **04.06.2020** Bull. № 16

Mail address:

**600000, g. Vladimir, ul. Gorkogo, 87, VIGU,
patentnaya gruppa**

(72) Inventor(s):

**Putintsev Sergej Viktorovich (RU),
Pilatskaya Sofya Sergeevna (RU),
Ratnikov Aleksej Stanislavovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Vladimirskij gosudarstvennyj
universitet imeni Aleksandra Grigorevicha i
Nikolaya Grigorevicha Stoletovykh" (VIGU)
(RU)**

(54) **CONNECTING ROD-PISTON GROUP FOR FOUR-STROKE INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

(57) Abstract:

FIELD: engine building.

SUBSTANCE: invention relates to propulsion engineering and can be used in four-stroke, mainly automotive internal combustion engines (ICE), in particular, in production of connecting rods and pistons, which are part of connecting rod-and-piston group (CRPG) of said ICE. CRPG for four-stroke ICE includes connecting rod body, which is a single part consisting of connecting-rod shank (1), on ends of which there is crank head (2), as well as piston head (3) and along central axis of which there is through hole (4), which is connected to hole (5) made in rocking plane and outgoing to rod body outside, oriented to loaded side

of wall of skirt (6) of piston (7). Owing to the central annular groove (8) in bushing (9) installed in piston head (3), hole (4) communicates with hole (10) passing through the wall of the central annular groove (8) and the wall of piston head (3) oriented to unloaded wall side of skirt (11) of piston (7). Piston (7) comprises head (13) and skirt (14), length of which along axial height of piston (7) is limited by two edges – lower (15) and upper (16). On unloaded side in wall of piston skirt (11) there are holes (17).

EFFECT: improved oil supply of friction surfaces of conjugation of piston skirt with cylinder.

5 cl, 4 dwg, 2 tbl

RU 2 722 915 C1

RU 2 722 915 C1

Изобретение относится к двигателестроению и может быть использовано в четырехтактных, преимущественно автомобильных двигателях внутреннего сгорания (ДВС).

Известны шатунно-поршневые группы (ШПГ) для четырехтактных автомобильных ДВС, содержащие шатун в сборе с поршнем, причем в зоне перехода стержня шатуна в кривошипную головку шатуна по центральной оси стержня шатуна выполнено отверстие, через которое в момент совпадения указанного отверстия с отверстием на шатунной шейке коленчатого вала, выполняемым из соображений сохранения прочности и снижения износа шатунной шейки, чаще всего под прямым углом к плоскости кривошипа коленчатого вала с выходом на ненагруженную сторону цилиндра (правую при взгляде на носок коленчатого вала ДВС), в который устанавливается ШПГ, происходит выброс струи моторного масла в зону внутренней поверхности юбки поршня для осуществления смазывания сопряжения "юбка поршня-цилиндр", сопряжения "бобышка поршня-поршневой палец", толкателей кулачков распределительного вала и, частично, охлаждения днища поршня [1, стр. 25, фиг. 13]; [2, стр. 178, рис. 112]; [3, стр. 44, рис. 2.77].

Недостатками этого известного технического решения является преимущественное обслуживание смазочным материалом в плоскости качания шатуна только одной из сторон сопряжения "юбка поршня-цилиндр", на которую направлена ось указанного маслоподающего отверстия в кривошипной головке шатуна, поскольку попадание масла на противоположную сторону указанного сопряжения невозможно либо существенно ослаблено экранирующим перекрытием струи масла торцевой (боковой) поверхностью стержня шатуна. Этим обуславливается, а в ряде случаев усиливается, известная неравномерность распределения смазочного материала по окружности сопряжения "поршень-цилиндр", вызывающая локальное увеличение износа поверхностей сопряжения в местах дефицита смазки.

Известны также ШПГ для четырехтактных автомобильных ДВС, содержащие шатун в сборе с поршнем, причем шатун имеет центральное (выполненное по центральной оси стержня шатуна) отверстие, соединяющее кривошипную головку шатуна с его поршневой головкой, в которой установлена втулка, имеющая центральную кольцевую канавку с выполненным в ней проходящим сквозь стенку поршневой головки отверстием, ось которого является продолжением оси центрального отверстия в стержне шатуна, предназначенным для охлаждения струей масла внутренней поверхности днища поршня [3, стр. 44, рис. 2.76]. Недостаток данного технического решения состоит в низкой эффективности охлаждения днища поршня и полном отсутствии струйного маслоснабжения сопряжения "юбка поршень-цилиндр".

И, наконец, известны ШПГ для четырехтактных автомобильных ДВС, включающие шатун в сборе с поршнем, на одной или двух сторонах юбки которого в зоне, расположенной ближе к кромке юбки, примыкающей к головке поршня, выполнены сквозные отверстия (иногда называемые маслдренажными), предназначенные для "... дополнительной подачи масла в зону контакта поршня со стенками цилиндра", т.е. для проникновения масла из внутреннего пространства юбки поршня на наружную, трущуюся о цилиндр, поверхность юбки поршня в зону сопряжения "юбка поршня-цилиндр" [4, стр. 6, рис. 1.3].

К недостатку известного устройства следует отнести отсутствие объяснений того, каким образом, под действием каких сил или вследствие каких процессов моторное масло изнутри юбки поршня способно проникать через отверстия в стенке юбки на ее наружную поверхность, т.е. в зону, где действуют давление газов и давление масла,

значительно превышающие при прочих равных условиях значения давлений указанных сред во внутренней полости юбки поршня. Отсутствует также указание о том, на какой именно стороне юбки поршня, обращенной к нагруженной или к ненагруженной стороне цилиндра в плоскости качания шатуна, или сразу на обеих сторонах юбки поршня
5 следует выполнять эти отверстия.

Очевидно, что известным следует считать и объединение этих трех рассмотренных выше технических решений [1]...[4] в одной конструкции ШПГ, что является прототипом, т.е. наиболее близким к заявляемому устройству техническим решением.

Недостатки устройства-прототипа представляют собой совокупность или сумму
10 вышеуказанных недостатков известных устройств [1]...[4].

Целью изобретения является повышение надежности и экономичности работы ДВС путем улучшения маслоснабжения трущихся поверхностей сопряжения юбки поршня с цилиндром, осуществляемого за счет рационального выбора количества и размещения
15 маслоподающих отверстий на шатуне, а также маслодренажных отверстий на определенной стороне и в определенной зоне юбки поршня.

Поставленная цель достигается тем, что в теле шатуна в плоскости его качания выполнены два сообщающиеся с имеющимся в стержне шатуна сквозным центральным отверстием и ориентированные на противоположные стороны от центральной оси шатуна в указанной плоскости отверстия, одно из которых, направленное на так
20 называемую нагруженную сторону стенки юбки поршня (сторона, воспринимающая максимальную боковую силу поршня на прямом ходе последнего - такте "Рабочий ход" и находящаяся у четырехтактных ДВС с правым вращением коленчатого вала слева от центральной оси цилиндра при взгляде на носок коленчатого вала в состоянии сборки ШПГ и установки ее в цилиндр ДВС), располагается на определенной высоте в пределах
25 длины и под определенным углом к оси стержня шатуна, а другое отверстие выполняется в стенке поршневой головки шатуна под прямым углом к центральной оси стержня шатуна, причем в стенке юбки поршня, на которую ориентировано данное отверстие, выполнен ряд сквозных отверстий.

Новизна изобретения состоит в том, что отверстие в теле шатуна, ориентированное
30 на внутреннюю поверхность нагруженной стороны стенки юбки поршня, выполнено, в отличие от прототипа, не в зоне перехода кривошипной головки шатуна в стержень шатуна, а в самом стержне в определенной точке по высоте и под определенным углом к центральной оси шатуна в плоскости его качания, выбираемыми таким образом,
35 чтобы обеспечить попадание струи масла в наиболее нагруженный момент времени работы ШПГ и в наиболее выгодную для повышения эффективности смазывания юбки поршня зону, а именно: под нижнюю кромку юбки поршня при прямом ходе последнего, т.е. при движении поршня от верхней мертвой точки (ВМТ) к нижней мертвой точке (НМТ), что соответствует у четырехтактных ДВС такту "Впуск" и, что особенно важно, наиболее динамически нагруженному такту "Рабочий ход". Кроме того, в поршневой
40 головке шатуна и юбке поршня предлагаемой ШПГ имеются отверстия, ориентированные на внутреннюю поверхность ненагруженной стороны юбки поршня и располагаемые именно в той зоне по осевой высоте сопряжения "юбка поршень-цилиндр", которая, как известно, испытывает масляное голодание на обратных ходах поршня (от НМТ к ВМТ или на тактах "Сжатие" и "Выпуск") у четырехтактных ДВС
45 [3]. Таким образом, в предлагаемом устройстве струйное маслоснабжение трущейся поверхности юбки поршня распространяется не только на нагруженную, но и на ненагруженную сторону последнего, что приводит к устранению имеющей место неравномерности износа по окружности как поршня, так и цилиндра и, как следствие,

приводит к повышению надежности работы ДВС и снижению его расхода масла на угар.

Анализом выполненных технических решений ШПГ установлено, что в конструкциях шатунов отсутствует размещение маслоподающего отверстия в стержне шатуна в сочетании с маслоподающим отверстием в поршневой головке, направленным на внутреннюю поверхность стенки юбки поршня по нормали к центральной оси стержня шатуна. Кроме того, в известных конструкциях поршней с отверстиями в верхней части юбки [2] отсутствуют технически обоснованные указания касательно количества, взаимного расположения и зоны размещения этих отверстий по отношению к той или иной стороне стенки юбки поршня (при сборке ШПГ и последующей ее установке в цилиндр), что доказывает новизну предлагаемого технического решения.

Вышеуказанное свидетельствует о том, что заявляемое техническое решение обладает достаточным изобретательским уровнем.

Изобретение поясняется фиг. 1, на которой показаны общие виды и местные разрезы ШПГ.

Устройство на фиг. 1 включает тело шатуна, представляющее собой единую деталь, состоящую из стержня шатуна 1, на концах которого имеются кривошипная головка 2, а также поршневая головка 3 и по центральной оси которого выполнено сквозное, соединяющее указанные головки, отверстие 4, с которым сообщается выполненное в плоскости качания и выходящее наружу тела шатуна отверстие 5, ориентированное на нагруженную сторону стенки юбки 6 поршня 7. Благодаря центральной кольцевой канавке 8 во втулке 9, установленной в поршневую головку 3, отверстие 4 сообщается с проходящим через стенку центральной кольцевой канавки 8 и стенку поршневой головки 3 отверстием 10, ориентированным на ненагруженную сторону стенки юбки поршня 11 поршня 7 и выполненным в плоскости качания шатуна под прямым углом к центральной оси стержня шатуна 1, который через установленный во втулку 9 поршневой палец 12 связывается с поршнем 7, содержащим головку 13 и юбку 14, длина которой по осевой высоте поршня 7 ограничена двумя кромками - нижней 15, наиболее удаленной от головки поршня 13, и верхней 16, расположенной наиболее близко к головке поршня 13, на ненагруженной стороне в стенке юбки 11 которого имеются отверстия 17.

Предлагаемое устройство работает следующим образом (фиг. 1). При прямых ходах поршня 7 в цилиндре (не показан) четырехтактного ДВС, в том числе в течение наиболее динамически нагруженного такта "Рабочий ход", струя моторного масла, проходя по отверстию 4, выбрасывается из отверстия 5, расположенного в стержне шатуна 1 в плоскости его качания на определенной высоте l и под определенным углом γ к центральной оси стержня шатуна 1, выбираемым из рациональных соотношений, зависящих соответственно от длины шатуна L и номинальной частоты вращения ДВС n , попадая преимущественно под нижнюю кромку 15 юбки 14 поршня 7, обеспечивая тем самым эффективное смазывание нагруженной стороны сопряжения "юбка поршня-цилиндр" ДВС. Рациональные значения линейной и угловой координат маслоподающего отверстия 5 в стержне шатуна 1 (соответственно l и γ - фиг. 1) ориентировочно могут быть определены путем направленного перебора значений указанных параметров с последующим геометрическим построением траектории струи с учетом массы порции масла в струе и скоростного режима (сил инерции). Однако более надежным является назначение величин этих показателей на основе применения специальной расчетной программы CRJet [5].

Так, использование указанной выше программы CRJet позволило для представительной выборки размерностей четырехтактных автомобильных ДВС установить диапазон рациональных значений данных координат, первую из которых (линейную l) предлагается выбирать в зависимости от длины шатуна L , а вторую (угловую γ) назначать исходя из номинальной частоты вращения коленчатого вала ДВС n (табл. 1).

Таблица 1. Диапазоны рациональных значений линейной и угловой координат маслоподающего отверстия в стержне шатуна (соответственно l и γ) в зависимости от длины шатуна L и номинальной частоты вращения коленчатого вала ДВС n

$145\text{мм} \geq L \geq 130\text{мм}$	$100\text{мм} \geq l \geq 90\text{мм}$
$160\text{мм} \geq L \geq 145\text{мм}$	$110\text{мм} \geq l \geq 100\text{мм}$
$175\text{мм} \geq L \geq 160\text{мм}$	$120\text{мм} \geq l \geq 110\text{мм}$
$190\text{мм} \geq L \geq 175\text{мм}$	$130\text{мм} \geq l \geq 120\text{мм}$
$205\text{мм} \geq L \geq 190\text{мм}$	$140\text{мм} \geq l \geq 130\text{мм}$
$220\text{мм} \geq L \geq 205\text{мм}$	$150\text{мм} \geq l \geq 140\text{мм}$
$3600\text{мин}^{-1} \geq n \geq 3000\text{мин}^{-1}$	$64^\circ \geq \gamma \geq 60^\circ$
$4200\text{мин}^{-1} \geq n \geq 3600\text{мин}^{-1}$	$68^\circ \geq \gamma \geq 64^\circ$
$4800\text{мин}^{-1} \geq n \geq 4200\text{мин}^{-1}$	$72^\circ \geq \gamma \geq 68^\circ$
$5400\text{мин}^{-1} \geq n \geq 4800\text{мин}^{-1}$	$76^\circ \geq \gamma \geq 72^\circ$
$6000\text{мин}^{-1} \geq n \geq 5400\text{мин}^{-1}$	$80^\circ \geq \gamma \geq 76^\circ$

При обратных ходах поршня в цилиндре четырехтактного ДВС (т.е. от ВМТ к НМТ), в том числе на втором по динамической нагруженности (после такта "Рабочий ход") такте "Сжатие" моторное масло через центральное отверстие 4, соединяющуюся с ним центральную кольцевую канавку 8 во втулке 9 поршневой головки шатуна 3 и выполненное в ней под прямым углом к центральной оси стержня шатуна 1 отверстие 10 моторное масло разбрызгивается на внутреннюю поверхность ненагруженной стороны юбки 11 поршня 7, откуда через отверстия 17 проходит на внешнюю поверхность юбки поршня в зону, ограниченную в направлении продольной оси поршня расстоянием z между расположенной ближе к головке поршня 13 кромкой 16 юбки 14 поршня 7 и центральной осью О-О поршневого пальца 12, а в направлении развернутой окружности юбки 14 поршня 7 ограничено длиной хорды m , стягивающей дугу окружности на внешней поверхности юбки 14 поршня 7 с центральным углом α , равным 90° , биссектриса которого проходит через плоскость качания шатуна, обеспечивая гарантированное маслоснабжение испытывающей масляное голодание ввиду движения поршня по осушенной действием горячих газов и скребковым эффектом поршневых колец на предыдущем такте (при ходе поршня от ВМТ к НМТ) ненагруженной стороне сопряжения "юбка поршня-цилиндр" (фиг. 1).

Значения диаметра центрального отверстия 4 в стержне шатуна 1, диаметра соединяющегося с ним отверстия 5 с координатами l и γ , диаметра отверстия 10 в кривошипной головке шатуна 3 и отверстий 17 в стенке юбки поршня исходя из требования сохранения прочности, технологичности и унификации устройства целесообразно выбирать одинаковыми, равными d , значение которого определяется в каждом случае из конструктивных соображений с учетом конкретных размеров сечений соответствующих элементов ШПГ, внутри которых выполняются эти отверстия (фиг. 1). Анализ процесса струйного маслоснабжения сопряжения "юбка поршня-цилиндр", выполненный с помощью программы CRJet, а также сопоставление размеров деталей ШПГ в атласах выполненных конструкций показали, что в зависимости от диаметра юбки поршня D , диаметр указанных отверстий применительно к четырехтактным автомобильным ДВС рационально принимать исходя из соотношения $d=0,018...0,035D$.

Количество отверстий 17 в стенке юбки поршня определяется размерностью ДВС, в частности, диаметром юбки поршня D и в зависимости от этого диаметра может быть три (фиг. 2), четыре (фиг. 3) или пять (фиг. 4). Минимальное количество отверстий 17 в стенке юбки поршня, равное трем, обусловлено необходимостью, с одной стороны, равномерного обеспечения маслом окружной зоны юбки, на которую распространяется действие боковой силы поршня (обычно $\pm 45^\circ$, считая от плоскости качания шатуна); максимальное количество, равное пяти, ограничено соображениями сохранения прочности юбки поршня и гидродинамической несущей способности слоя масла на юбке. При выполнении отверстий 17 в стенке юбки поршня ось хотя бы одного отверстия с целью гарантированного обеспечения подачи масла в наиболее нагруженное сечение юбки поршня следует располагать в плоскости качания шатуна в состоянии сборки ШПГ, оси остальных отверстий 17 в стенке юбки поршня с учетом известной симметрии гидродинамического давления в слое масла на юбке поршня необходимо размещать симметрично плоскости качания шатуна так, чтобы ни одно из отверстий 17 не выходило за пределы прямоугольной (в развертке юбки поршня) зоны, ограниченной размерами z и m (фиг. 1 и фиг. 2).

Как показывают выполненные расчеты напряженно-деформированного состояния юбки поршня и гидродинамики находящегося на ней слоя масла, из соображений прочности юбки и сохранения гидродинамической несущей способности масляного слоя в сопряжении "юбка поршня-цилиндр" при использовании четырех и пяти отверстий 17 в юбке поршня (фиг. 3 и фиг. 4), их оси следует располагать в два ряда, при этом в случае использования пяти отверстий 17 (фиг. 4) их оси целесообразно размещать в шахматном порядке; кроме того, по тем же причинам обеспечения прочности, независимо от количества отверстий 17 (из числа от трех до пяти) минимальное расстояние k между осями соседних отверстий 17 не должно быть меньше значения $2d$ (фиг. 2).

Как показали сравнительные макетные испытания на четырехтактном дизеле 1Ч 8,5/8,0, использование предлагаемой ШПГ с двумя маслоподающими отверстиями в теле шатуна, одно из которых направлено на нагруженную, а другое на ненагруженную стороны юбки поршня, последняя из которых снабжена маслодренажными отверстиями, приводит к более (примерно в 6 раз) равномерному распределению смазочного материала по окружности цилиндра и поршня (табл. 2).

Таблица 2. Сравнение количества смазочного материала, собранного в контрольной точке стенки цилиндра при прочих равных условиях (время испытаний 1 мин; частота вращения коленчатого вала 500 мин⁻¹; давление масла 0,3 МПа)

Стороны стенки цилиндра	Масса смазочного материала, г	
	ШПГ известной конструкции	ШПГ предлагаемой конструкции
Нагруженная	0,31	5,13
Ненагруженная	3,41	2,89
Обе стороны	3,72	8,02

При этом, как следует из табл. 2, характер маслоснабжения становится более рациональным: нагруженные стороны стенок юбки поршня и цилиндра получают смазочного материала больше, чем ненагруженные, что ведет к повышению надежности и экономичности работы ДВС за счет снижения механических потерь, износа и риска задира указанных деталей.

Промышленная применимость заявляемого устройства обусловлена простотой технической реализации его отличительных признаков, легко вписывающихся в существующие и перспективные способы изготовления составляющих ШПГ сборочных единиц (штамповка для шатунов, литье в кокиль, жидкая и изотермическая штамповка для поршней с последующей металлообработкой, включая точение, фрезерование, развертывание и сверление), а также значимостью получаемых улучшений функционирования устройства, положительно влияющих на надежность работы, технический уровень и конкурентоспособность ДВС в целом.

Источники информации:

1. Автомобиль М-21 Волга / В.И. Борисов, А.И. Гор, А.М. Невзоров и др. - М.: Машгиз, 1962. - 448 с.
2. Попык К.Г. Конструирование и расчет автомобильных и тракторных двигателей. Изд. 2-е переработ. и доп. Учебник для втузов. - М.: Высшая школа, 1973. - 400 с.
3. Хрулев А.Э. Ремонт двигателей зарубежных автомобилей. Производственно-практ. издание - М.: За рулем, 1999. - 440 с.
4. Рождественский Ю.В. Компьютерное моделирование динамики трибосопряжения "поршень-цилиндр": учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. - 50 с.
5. Путинцев С.В., Бикташев А.Ф. Расчетная программа CRJet для моделирования процесса струйного маслоснабжения цилиндропоршневой группы // Грузовик. - 2018. - №8. - С. 3-6.

(57) Формула изобретения

1. Шатунно-поршневая группа для четырехтактного, преимущественно автомобильного двигателя внутреннего сгорания, содержащая шатун, включающий в себя стержень шатуна, переходящий на концах соответственно в кривошипную и поршневую головки, соединяемые между собой выполненным вдоль центральной оси стержня шатуна отверстием, причем поршневая головка шатуна содержит втулку с

центральной кольцевой канавкой, в которой выполнено проходящее через стенку поршневой головки отверстие и установлен поршневой палец с размещенным на нем поршнем, содержащим головку и юбку, длина которой в направлении оси поршня ограничена двумя кромками и в стенке которой имеются отверстия, отличающаяся
5 тем, что в теле шатуна в плоскости его качания выполнены два соединяющихся с проходящим по центральной оси стержня шатуна отверстием отверстия, ориентированные на противоположные стороны от центральной оси стержня шатуна, одно из которых направлено на внутреннюю поверхность нагруженной стороны стенки юбки поршня, а другое, направленное на внутреннюю поверхность ненагруженной
10 стороны стенки юбки поршня, проходит через стенку центральной кольцевой канавки во втулке и стенку его поршневой головки под прямым углом к центральной оси стержня шатуна, при этом в стенке юбки поршня, на которую ориентировано данное отверстие, выполнены отверстия в количестве от трех до пяти, ось как минимум одного из которых лежит в плоскости качания шатуна, а оси остальных отверстий расположены
15 симметрично относительно этой плоскости, причем зона размещения отверстий в развертке по окружности юбки поршня вписывается в прямоугольник, ограниченный в направлении центральной оси поршня расстоянием между расположенной ближе к головке поршня кромкой юбки поршня и осью поршневого пальца, а в направлении развернутой окружности юбки поршня ограничено длиной хорды, стягивающей дугу
20 окружности на внешней поверхности юбки поршня с центральным углом, равным 90° , биссектриса которого лежит в плоскости качания шатуна.

2. Шатунно-поршневая группа для четырехтактного двигателя внутреннего сгорания по п. 1, отличающаяся тем, что все отверстия в стержне шатуна, стенке его поршневой головки и стенке юбки поршня имеют одинаковый диаметр d , значение которого
25 выбирается из соотношения $d=0,018...0,035D$, где D - диаметр юбки поршня.

3. Шатунно-поршневая группа для четырехтактного двигателя внутреннего сгорания по п. 2, отличающаяся тем, что отверстие в стержне шатуна, направленное на внутреннюю поверхность нагруженной стороны стенки юбки поршня, располагается на высоте l от оси кривошипной головки шатуна и под углом γ к центральной оси
30 стержня шатуна; значения которых выбираются из соотношений, связанных соответственно с длиной шатуна L и номинальной частотой вращения двигателя внутреннего сгорания n :

35

40

45

	$145\text{мм} \geq L \geq 130\text{мм}$	$100\text{мм} \geq l \geq 90\text{мм}$
	$160\text{мм} \geq L \geq 145\text{мм}$	$110\text{мм} \geq l \geq 100\text{мм}$
5	$175\text{мм} \geq L \geq 160\text{мм}$	$120\text{мм} \geq l \geq 110\text{мм}$
	$190\text{мм} \geq L \geq 175\text{мм}$	$130\text{мм} \geq l \geq 120\text{мм}$
	$205\text{мм} \geq L \geq 190\text{мм}$	$140\text{мм} \geq l \geq 130\text{мм}$
10	$220\text{мм} \geq L \geq 205\text{мм}$	$150\text{мм} \geq l \geq 140\text{мм}$
	$3600\text{мин}^{-1} \geq n \geq 3000\text{мин}^{-1}$	$64^\circ \geq \gamma \geq 60^\circ$
	$4200\text{мин}^{-1} \geq n \geq 3600\text{мин}^{-1}$	$68^\circ \geq \gamma \geq 64^\circ$
15	$4800\text{мин}^{-1} \geq n \geq 4200\text{мин}^{-1}$	$72^\circ \geq \gamma \geq 68^\circ$
	$5400\text{мин}^{-1} \geq n \geq 4800\text{мин}^{-1}$	$76^\circ \geq \gamma \geq 72^\circ$
20	$6000\text{мин}^{-1} \geq n \geq 5400\text{мин}^{-1}$	$80^\circ \geq \gamma \geq 76^\circ$

4. Шатунно-поршневая группа для четырехтактного двигателя внутреннего сгорания по п. 3, отличающаяся тем, что значение кратчайшего расстояния между осями соседних отверстий k на наружной поверхности стенки юбки поршня должно быть не менее $k=$

2d.

5. Шатунно-поршневая группа для четырехтактного двигателя внутреннего сгорания по п. 4, отличающаяся тем, что при количестве отверстий в стенке юбки поршня, равном пяти, оси отверстий размещены в шахматном порядке.

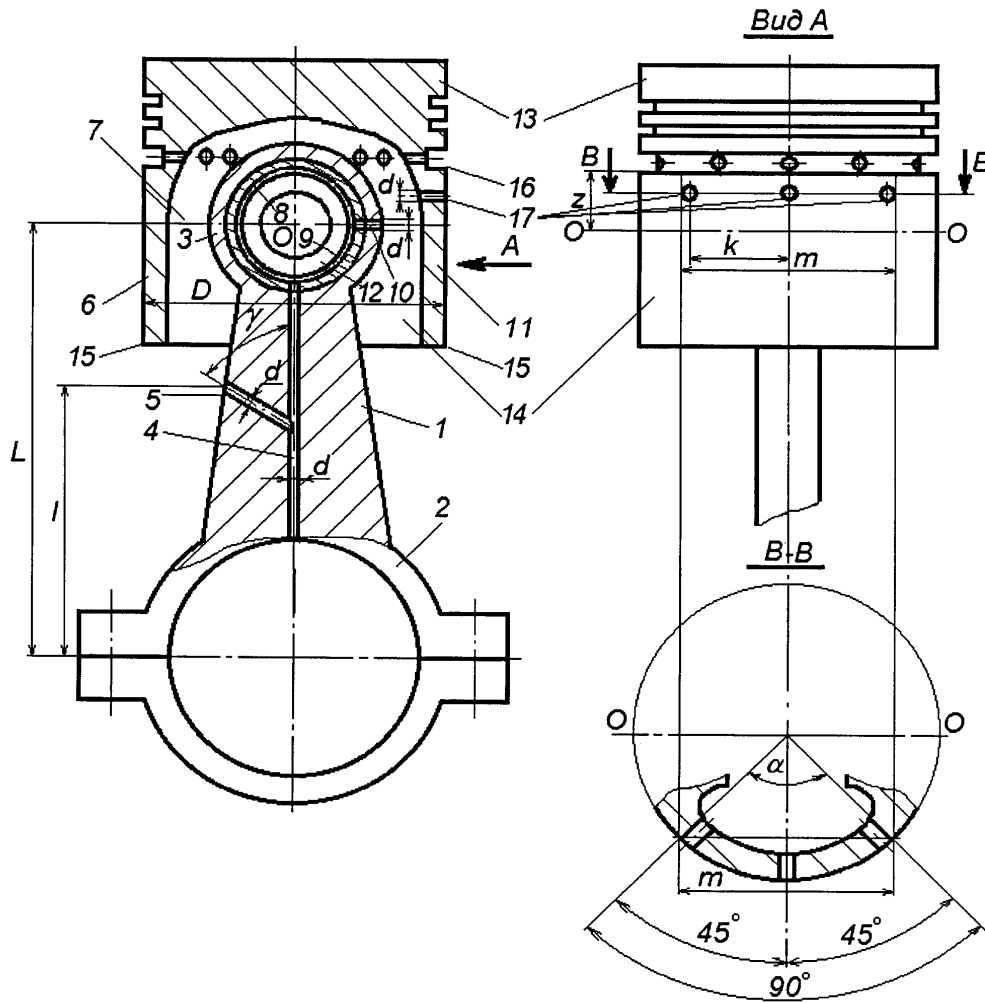
30

35

40

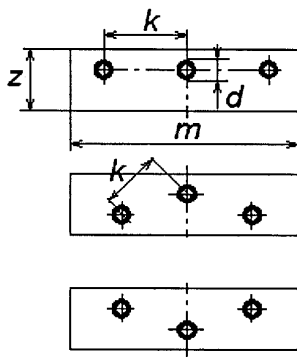
45

1

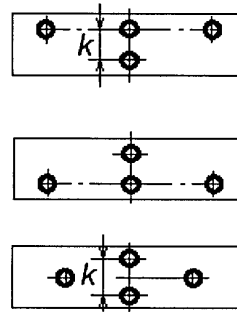


Фиг. 1

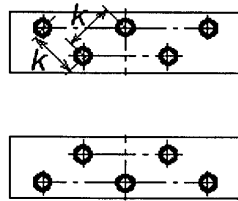
2



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4