



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015116556/06, 30.04.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.04.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.04.2015

(45) Опубликовано: 10.02.2016 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Мягкова
Л.Л. (каф. Э-2)

(72) Автор(ы):

Маластовский Николай Сергеевич (RU),
Мягков Леонид Львович (RU),
Оболонный Игорь Владимирович (RU),
Панин Валерий Иванович (RU),
Стрижов Евгений Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(54) ПОРШЕНЬ СРЕДНЕОБОРОТНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

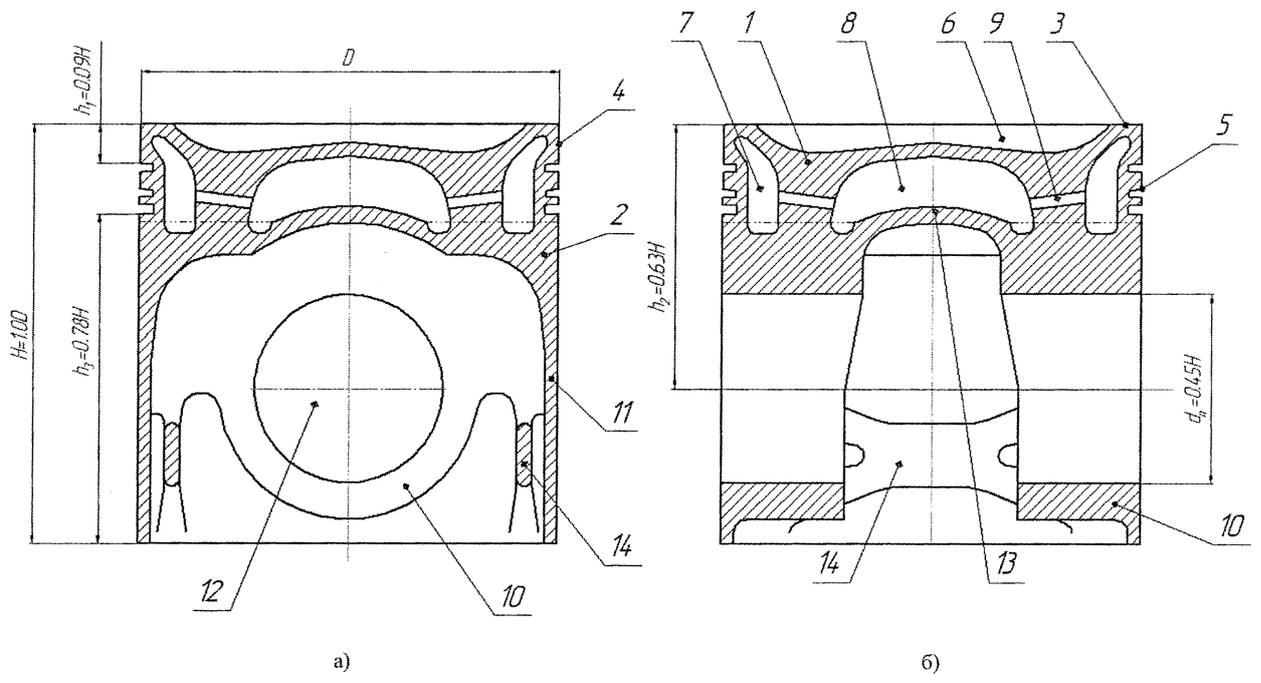
Формула полезной модели

1. Поршень среднеоборотного дизельного двигателя внутреннего сгорания, состоящий из головки 1, имеющей огневое днище 3 с камерой сгорания 6, жаровый пояс 4 и уплотнительный пояс 5, и тронка 2, имеющего бобышки 10, юбку 11, отверстия поршневого пальца 12, перемычку 13, замыкающую центральную полость 8 охлаждения, отличающийся тем, что общая высота поршня составляет 0,9-1,2 его диаметра, при этом расстояние от днища головки до верхней кромки канавки первого поршневого кольца составляет 0,08-0,13 общей высоты поршня; компрессионная высота составляет 0,5-0,58 общей высоты поршня; диаметр отверстий в бобышках под поршневой палец составляет 0,4-0,45 общей высоты поршня.

2. Поршень по п. 1, отличающийся тем, что имеет упрочняющие элементы в виде хорд или ребер, выполненные на внутренней стороне юбки.

RU 159516 U1

RU 159516 U1



Область техники

Полезная модель относится к двигателестроению и может быть использована в поршневых двигателях внутреннего сгорания (ДВС) с воспламенением от сжатия.

Уровень техники

5 Поршень является одной из наиболее нагруженных деталей двигателя, подверженной одновременно тепловым и механическим нагрузкам, обусловленным контактом с горячими газами, воздействием силы давления газов и сил инерции. Поршень при этом является одной из наиболее важных деталей, поломка которой приводит к выходу из строя всего двигателя.

10 Поршень совершает возвратно-поступательное движение. Средняя скорость поршня может достигать 10 и более м/с, причем направление движения изменяется в верхней и нижней мертвых точках. Данное обстоятельство обуславливает наличие знакопеременного ускорения, действующего на поршень и сил инерции, воспринимаемых поршневым пальцем, верхней головкой и стержнем шатуна. Увеличение сил инерции
15 движущегося поршня вызывает увеличение размеров и массы поршневого пальца и верхней головки шатуна. Величины сил инерции зависят от скорости движения поршня и от его массы. Таким образом, снижение массы поршня является важной задачей, т.к. приводит к уменьшению сил инерции, что обуславливает возможность снижения массы поршневого пальца и верхней головки шатуна.

20 Высокая нагруженность поршня определяет наличие ряда конструктивных особенностей. В настоящее время поршни форсированных дизельных двигателей, как правило, изготавливают составными. Такой подход позволяет выполнить воспринимающую высокие тепловые нагрузки верхнюю часть (головку) поршня из прочного жаростойкого материала. Нижняя часть (тронк) может быть изготовлена из
25 более легкого материала - такого как алюминиевый сплав. Соединение верхней и нижней частей поршня выполняют различными способами - условно разъемным с помощью резьбовых деталей (US 2011041684 TWO-PART PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, опубл. 2011-02-24; DE 4131275 Sectional fluid-cooled piston for I.C. - engine - has head accommodating piston rings connected by central screw arrangement to piston shaft, опубл. 1993-03-25), байонетного соединения (US 20120258007 TWO-PIECE TWIST LOCK PISTON, опубл. 2012-10-11) или неразъемным - при помощи различных методов сварки (US 20130055969 PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, опубл. 2013-03-07; US 2010107868 Multi-part piston for an internal combustion engine and method for its production, опубл. 2010-05-06).

35 Высокая тепловая напряженность верхней части поршня обуславливает применение масляного охлаждения для снижения максимальных температур огневого днища поршня. Для обеспечения охлаждения в головках поршней выполняют развитые полости, состоящие обычно из периферийной части, предназначенной для охлаждения зоны поршневых колец и центральной части, благодаря которой снижается температура
40 внутренней стенки поршня между бобышками. Иногда с той же целью центральную часть полости выполняют замкнутой, заполненной инертным газом (US 20130055969 PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, опубл. 2013-03-07) или легкоплавким материалом (US 20130047948 PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, опубл. 2013-02-28).

45 О тепловой и механической напряженности поршня, а также о его массе можно косвенно судить по следующим его геометрическим размерам (см. фиг. 1):

- диаметр поршня D;
- общая высота поршня H;

- высота жарового пояса h_1 (расстояние от огневого днища поршня до канавки первого поршневого кольца);
- компрессионная высота h_2 (расстояние от огневого днища до оси поршневого пальца);
- высота опорного пояса h_3 (расстояние от канавки маслосъемного кольца до нижней точки юбки поршня);
- диаметр отверстия поршневого пальца d_n .

При исследовании конструкций поршней удобно рассматривать относительные величины геометрических параметров поршня. Так, общую высоту H удобно выражать в долях диаметра поршня D , а все остальные перечисленные параметры - в долях общей высоты поршня. Проведенный авторами анализ конструкций поршней современных среднеоборотных дизелей с диаметром цилиндра от 180 до 380 мм показал, что относительные величины ключевых геометрических параметров поршня изменяются в сравнительно узких диапазонах. Согласно полученным результатам высота поршня H находится в пределах $(1,31-1,48)D$, высота жарового пояса - в пределах $(0,15-0,17)H$, компрессионная высота - в пределах $(0,6-0,67)H$, высота опорного пояса - в пределах $(0,65-0,72)H$. Диаметр отверстий в бобышках под поршневой палец находится в пределах $(0,28-0,34)H$. Результат исследования приведен в табл. 1. Рассмотрены аналоги предлагаемой полезной модели - поршни марок Wärtsilä20 (Product Guide Wärtsilä 20 - 1/2013), Wärtsilä32 (Wärtsilä 32 - Product Guide - 1/2014), MAN L27/38, MAN L32/40 (MAN Diesel&Turbo Marine Engine IMO Tier 11 Programme 2014). Описание конструкций также представлено в литературе (Мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта: Учеб. пособие / Г.А. Конкс, В.А. Лашко: - М., Машиностроение, 2005. - 512 с., ил.). Эти поршни среднеоборотных дизельных двигателей внутреннего сгорания состоят из головки, имеющей огневое днище с камерой сгорания, жаровой пояс и уплотнительный пояс, и тронка, имеющего бобышки, юбку, отверстия поршневого пальца, перемычки. Соединение частей поршня выполняется с помощью резьбовых крепежных деталей.

Общими недостатками всех рассмотренных аналогов предлагаемого поршня среднеоборотного дизельного двигателя внутреннего сгорания являются относительно большая высота поршня, в частности - большая высота жарового пояса, что ведет к увеличению массы как самого поршня, так и массы сопряженных с ним деталей. Увеличенная высота жарового пояса негативно сказывается на экологических показателях двигателя и тепловом состоянии поршня. Большая высота поршня при прочих равных условиях также снижает жесткость поршня и способствует увеличению потерь на трение.

Раскрытие полезной модели

В основу предлагаемой полезной модели поршня поставлена задача снижения массы поршня, улучшения теплового состояния поршня, повышения его надежности и износостойкости, уменьшения "вредного объема", определяемого кольцевым зазором над первым поршневым кольцом, повышения жесткости конструкции, снижения выбросов CH_x , шума и вибраций.

Технический результат достигается тем, что поршень среднеоборотного дизельного двигателя внутреннего сгорания состоит из головки, имеющей огневое днище с камерой сгорания, жаровый пояс и уплотнительный пояс, и тронка, имеющего бобышки, юбку, отверстия поршневого пальца, перемычку. При этом общая высота поршня составляет $0,9-1,2$ его диаметра, расстояние от днища головки до верхней кромки канавки первого

поршневого кольца (высота жарового пояса) составляет 0,08-0,13 общей высоты поршня; компрессионная высота (расстояние от огневого днища до оси поршневого пальца) составляет 0,5-0,58 общей высоты поршня; диаметр отверстий в бобышках под поршневой палец составляет 0,4-0,45 общей высоты поршня.

5 Также на внутренней стороне опорного пояса поршня (юбки) могут быть выполнены ребра жесткости, имеющие в сечении горизонтальной плоскостью форму хорд, а в сечении вертикальной плоскостью, например, X-образную форму.

Перечень фигур

Фиг. 1. Основные геометрические размеры поршня.

10 Фиг. 2. Конструкция предлагаемого поршня (а - разрез плоскостью, перпендикулярной оси поршневого пальца; б - разрез по оси поршневого пальца).

Фиг. 3. Эскиз элементов, повышающих жесткость юбки (а - вид на поршень снизу вдоль вертикальной оси цилиндра), б - вид А)

Осуществление полезной модели

15 Предлагаемый поршень (см. фиг. 2) состоит из головки 1 и тронка 2. Головка состоит из огневого днища 3, жарового пояса 4 и канавок для установки поршневых колец (уплотнительного пояса) 5. В огневом днище может быть выполнена камера сгорания 6. В головке также выполнены кольцевая галерея охлаждения 7 и центральная полость 8, которые могут быть изолированы друг от друга или соединяться радиальными
20 каналами 9. В галерею 7 подводится охлаждающее масло для осуществления инерционного охлаждения поршня. Подвод масла может осуществляться через шатун и поршневой палец или же с помощью форсунок, установленных в картере двигателя. Центральная полость может либо заполняться маслом, либо быть замкнутой. Тронк состоит из бобышек 10 и опорного пояса (юбки) 11. В бобышках выполнены отверстия
25 12 для установки поршневого пальца. Между бобышками выполнена перемычка 13, замыкающая центральную полость охлаждения. В перемычке могут быть выполнены отверстия для слива масла. Головка и тронк поршня могут быть выполнены как в виде одной детали, так и в виде отдельных деталей, изготовленных любым подходящим
30 способом и соединенных резьбовыми крепежными деталями, байонетным замком или при помощи какого-либо типа сварки.

В нижней части юбки на ее внутренней стороне выполнены ребра жесткости 14, имеющие в сечении горизонтальной плоскостью форму хорд окружности юбки, а в сечении вертикальной плоскостью - X-образную или другую форму (см. фиг. 3). Форма и размер ребер могут меняться в зависимости от величины приложенной нагрузки и
35 определяются в ходе оптимизационных компьютерных расчетов. Введение ребер позволяет увеличить жесткость юбки, скомпенсировав неизбежно возрастающую в результате предыдущих мероприятий до (0,75-0,8)Н относительную длину юбки.

Снижение массы поршня обуславливается уменьшением его объема при уменьшении геометрических размеров. Эффект улучшения теплового состояния поршня достигается
40 уменьшением высоты жарового пояса. Последнее позволяет сократить расстояние между охлаждаемыми и нагретыми поверхностями поршня, улучшая тем самым теплоотвод от последних. Уменьшение высоты жарового пояса также ведет к уменьшению так называемого «вредного объема».

Введение упрочняющих хорд 14 (см. фиг. 2) обуславливает повышение жесткости юбки. Повышенная жесткость юбки позволяет уменьшать зазоры в сопряжении
45 «поршень-гильза цилиндра», что ведет к снижению шума и вибраций при работе двигателя. Повышение жесткости юбки также снижает вероятность выхода на нерасчетные режимы трения, что положительно сказывается на износостойкости и

ресурсе поршня.

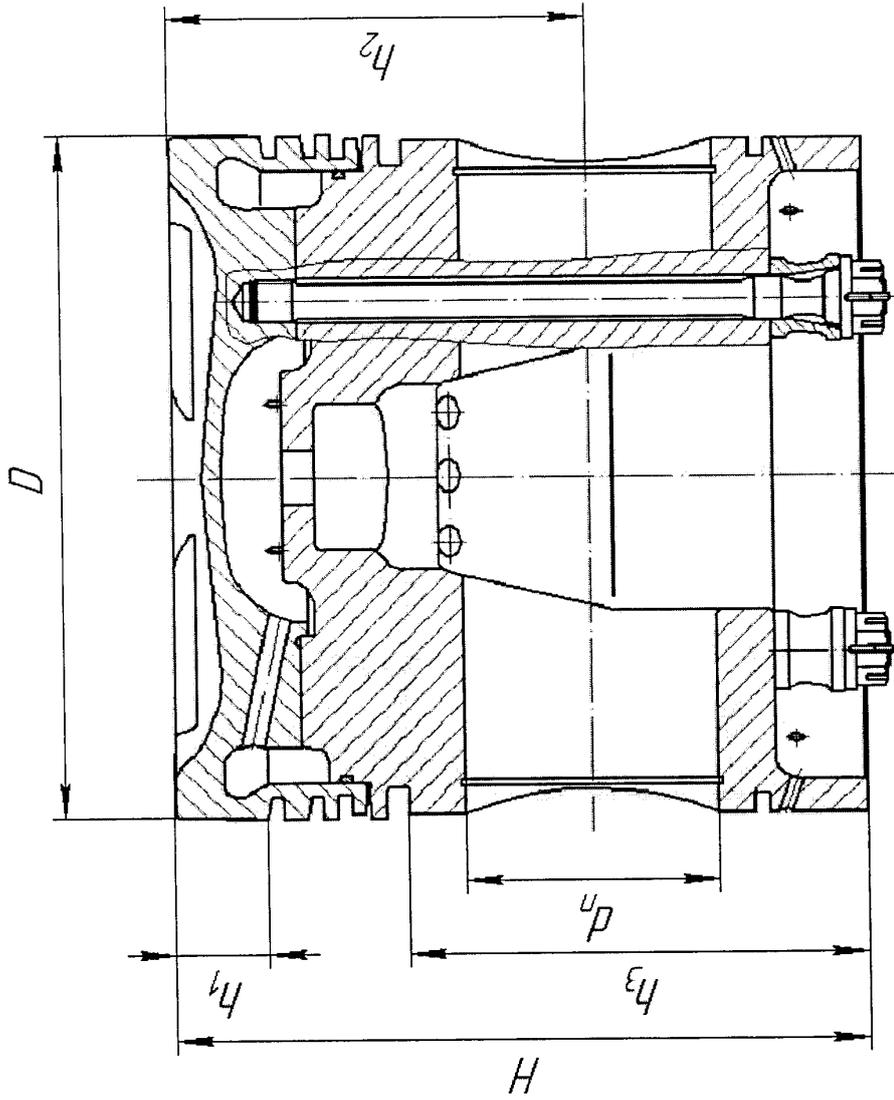
Предлагаемый поршень работает обычным образом.

Таблица 1. Геометрические параметры поршней современных среднеоборотных дизелей.

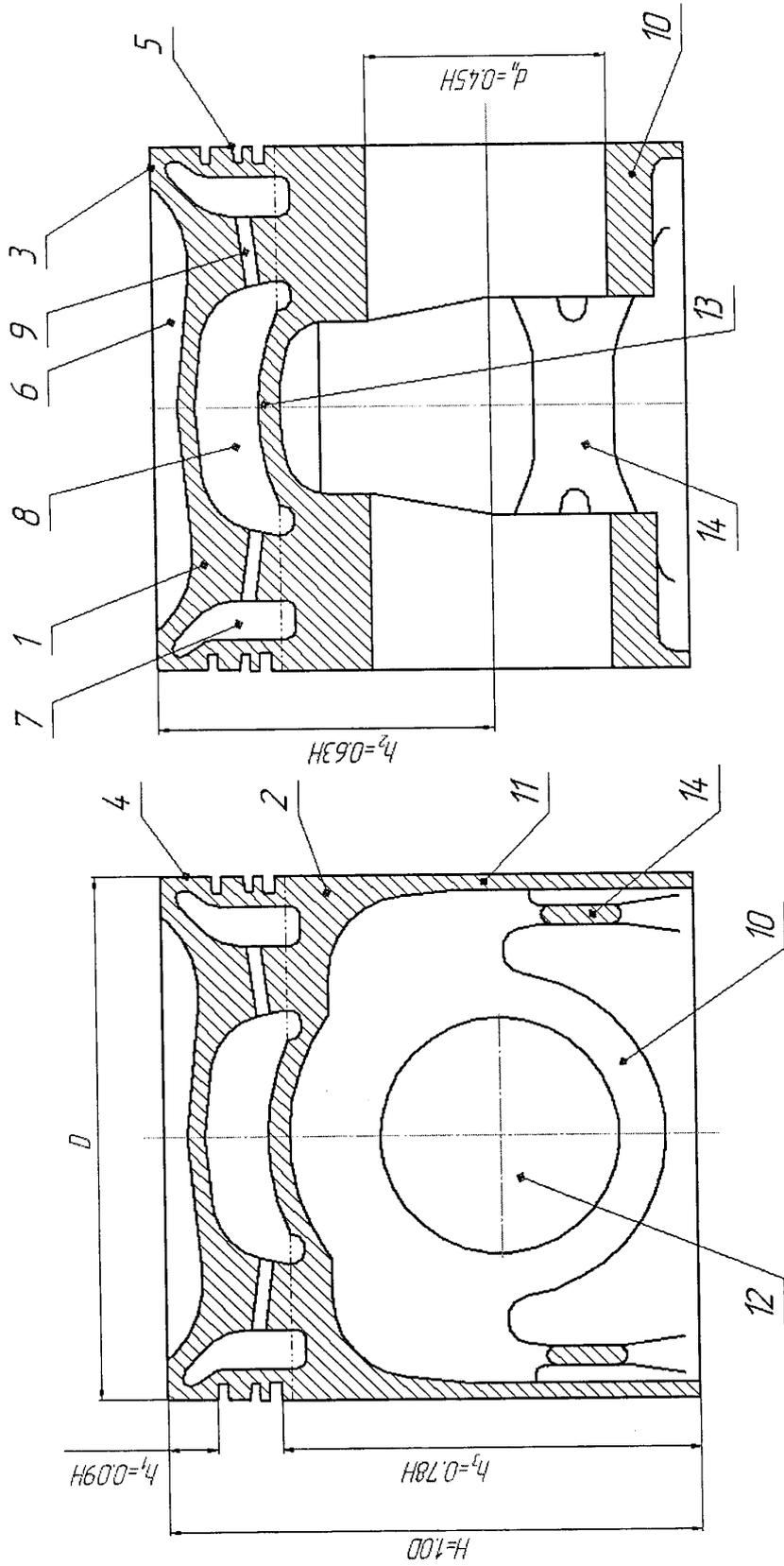
Марка двигателя	Диаметр цилиндра D , мм	Общая высота поршня H	Высота жарового пояса h_1	Компрессионная высота, h_2	Высота опорного пояса h_3	Диаметр отверстия поршневого пальца, d_n
Wärtsilä 20	200	1.31D	0.16H	0.67H	0.65H	0.34H
Wärtsilä 32	320	1.48D	0.15H	0.62H	0.71H	0.29H
MAN L27/38	270	1.36D	0.17H	0.7H	0.69H	0.33H
MAN L32/40 (V32/40)	320	1.48D	0.17H	0.6H	0.72H	0.28H

(57) Реферат

Полезная модель относится к двигателестроению и может быть использована в поршневых двигателях внутреннего сгорания (ЛВС) с воспламенением от сжатия. Задача снижения массы поршня, улучшения теплового состояния поршня, повышения его надежности и износостойкости, уменьшения "вредного объема", определяемого кольцевым зазором над первым поршневым кольцом, повышения жесткости конструкции, снижения выбросов CH_x , шума и вибраций. Технический результат достигается тем, что общая высота поршня составляет 0,9-1,2 его диаметра. При этом расстояние от днища головки до верхней кромки канавки первого поршневого кольца (высота жарового пояса) составляет 0,08-0,13 общей высоты поршня; компрессионная высота (расстояние от огневого днища до оси поршневого пальца) уменьшена до 0,5-0,58 общей высоты поршня; диаметр отверстий в бобышках под поршневой палец составляет 0,4-0,45 общей высоты поршня. Также на внутренней стороне опорного пояса поршня (юбки) могут быть выполнены ребра жесткости, имеющие в сечении горизонтальной плоскостью форму хорд, а в сечении вертикальной плоскостью, например, X-образную форму. 1 з.п. ф-лы. 1 табл. 3 ил.



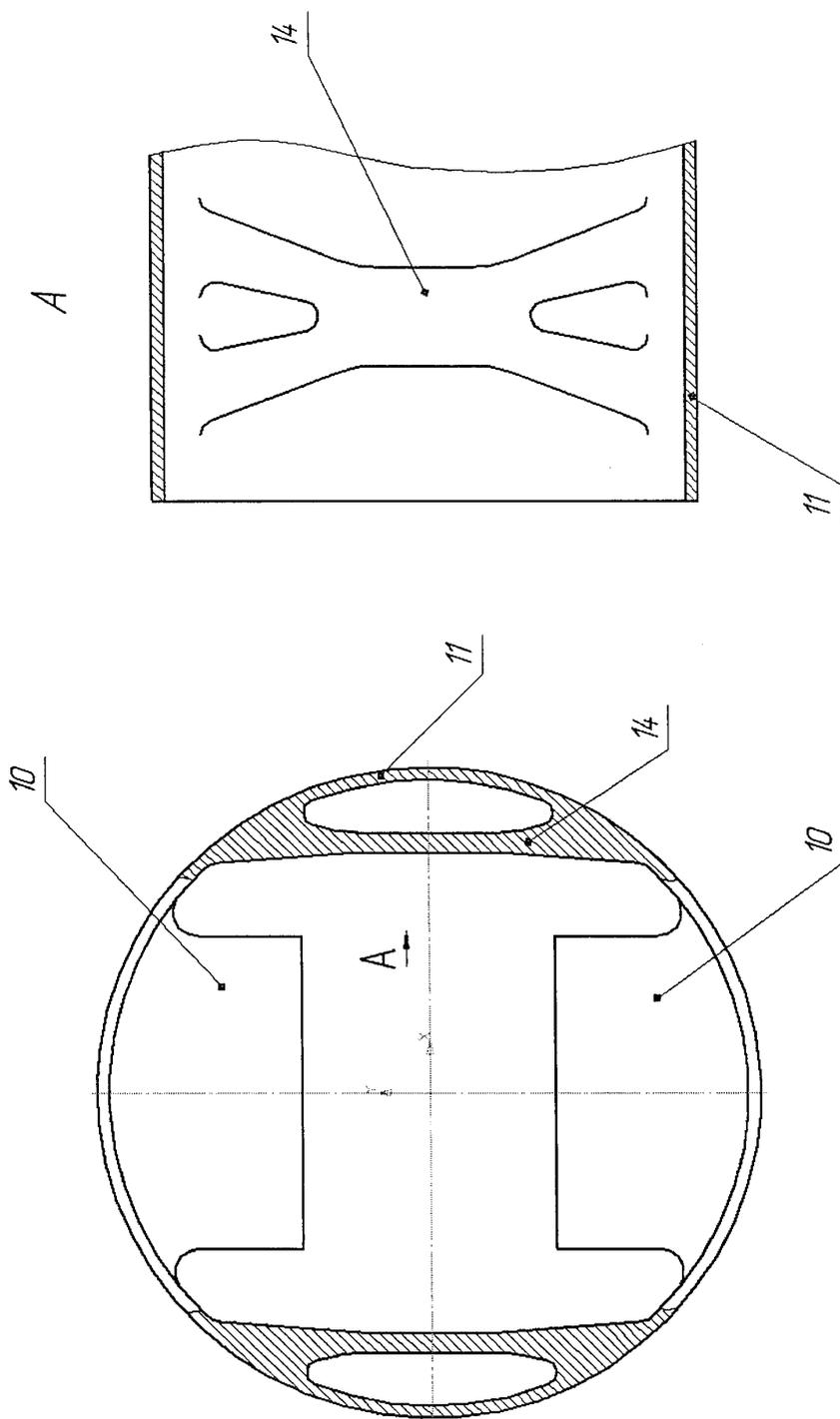
Фиг. 1



б)

а)

Фиг.2



б)

а)

Фиг.3