



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2008143218/11, 30.03.2007**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.03.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
31.03.2006 US 11/394,838(43) Дата публикации заявки: **10.05.2010** Бюл. № 13(45) Опубликовано: **20.05.2011** Бюл. № 14(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **US 5531649 A, 02.07.1997. US 5209961 A,
11.05.1993. US 4721496 A, 26.01.1988. EP
1616993 A1, 18.01.2006. US 5807194 A,
15.09.1998. EP 1431611 A2, 23.06.2004. JP
4331844 A, 19.11.1992. RU 2005122478 A,
27.01.2006.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **31.10.2008**(86) Заявка РСТ:
US 2007/007985 (30.03.2007)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2007/123739 (01.11.2007)

Адрес для переписки:

**129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. А.В.Мицу, рег.№ 364**

(72) Автор(ы):

НОКС Джон Грэм (US)

(73) Патентообладатель(и):

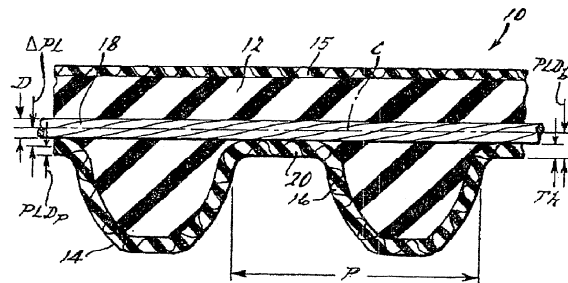
ДЗЕ ГЕЙТС КОРПОРЕЙШН (US)**(54) ЗУБЧАТЫЙ ПРИВОДНОЙ РЕМЕНЬ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к зубчатым ремням. Зубчатый ремень включает в себя эластомерную основу, зубья, образованные основой ремня, оболочку, расположенную вдоль краевой поверхности зубьев и по меньшей мере один корд, заключенный внутри вышеупомянутой основы и имеющий диаметр. Толщина сжатой оболочки имеет величину в диапазоне от более 0,5 до 0,8 мм. По меньшей

мере один корд и вышеупомянутая оболочка имеют отношение вышеупомянутого диаметра корда к вышеупомянутой толщине оболочки менее чем 1,8. Диаметр корда и толщина оболочки характеризуют визуальное положение расчетной линии (PLD) ремня, равное 1,2 мм или менее. Причем диаметр корда превышает 0,85 мм, или отношение диаметра корда к толщине оболочки составляет менее чем 1,5, или и то и другое.

Решение направлено на повышение эксплуатационных качеств ремня. 2 н. и 15 з.п. ф-лы, 5 ил., 3 табл.



ФИГ.3

RU 2419005 C2

RU 2419005 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
F16G 1/28 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2008143218/11, 30.03.2007**

(24) Effective date for property rights:
30.03.2007

Priority:

(30) Priority:
31.03.2006 US 11/394,838

(43) Application published: **10.05.2010 Bull. 13**

(45) Date of publication: **20.05.2011 Bull. 14**

(85) Commencement of national phase: **31.10.2008**

(86) PCT application:
US 2007/007985 (30.03.2007)

(87) PCT publication:
WO 2007/123739 (01.11.2007)

Mail address:

**129090, Moskva, ul.B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364**

(72) Inventor(s):

NOKS Dzhon Grehm (US)

(73) Proprietor(s):

DZE GEJTS KORPOREJShN (US)

(54) TOOTHED DRIVE BELT

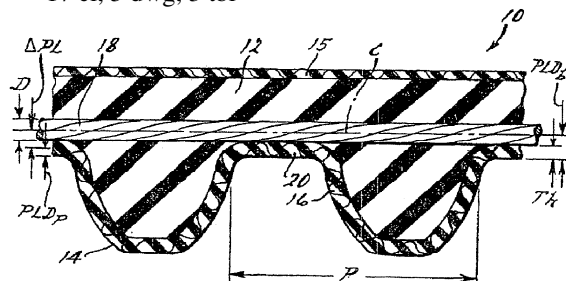
(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: toothed belt consists of elastomer base, of teeth formed with belt base, of casing located along edge surface of teeth and of at least one cord enclosed inside above said base and having certain diameter. Thickness of compressed casing is within the range from more, than 0.5 to 0.8 mm. For at least one cord and the above said casing ratio of the above said diameter of cord to the above said casing is less, than 1.8. Diameter of cord and thickness of the casing define visual position of calculated line (PLD) of the belt as equal to 1.2 mm or less. Also, diameter of cord exceeds 0.85 mm or

ratio of cord diameter to thickness of the casing is less, than 1.5, or both.

EFFECT: improved operational properties of belt.
17 cl, 5 dwg, 3 tbl



ФИГ.3

RU 2 4 1 9 0 0 5 C 2

RU 2 4 1 9 0 0 5 C 2

Предпосылки создания изобретения

1. Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение в целом относится к зубчатым ремням и в особенности к зубчатым ремням с относительно толстой оболочкой и тонким кордом.

2. Уровень техники

Известны зубчатые ремни для двигателей, такие как синхронные ремни, которые передают нагрузку и движение с помощью действия формованных зубьев на выемки шкива двигателя. Обычно зубчатый ремень включает в себя основу ремня, оболочку, расположенную вдоль по меньшей мере одной зубчатой краевой поверхности основы ремня, и работающий на растяжение элемент, заключенный внутри основы ремня. Основа ремня имеет некоторое количество ременных зубьев, образованных в основе и отделенных друг от друга заранее определенным шагом. Работающий на растяжение элемент состоит из одного или более кордов, заключенных в основе ремня.

Также известно, что зубчатый ремень и шкив имеют определенную геометрическую взаимосвязь. Например, как показано на Фиг.1, шкив 6 имеет наружный диаметр (OD) и расчетный диаметр (PD), характеризующий окружной шаг (CP) расстояния повтора зубьев относительно центра (C) шкива 6. Ремень 8 имеет расчетную линию ремня (BPL) или нейтральную ось, также описывающую CP. CP ремня должно соответствовать CP шкива для надлежащего зацепления или совмещения. Шкив 6 имеет положение расчетной линии (PLD), которое представляет собой половину разности между PD шкива 6 и OD шкива 6. Ремень 8 имеет PLD, которое равно расстоянию между BPL и контактной поверхностью ремня. Контактная поверхность ремня - это нижняя поверхность выемки между соседними зубьями ремня, отделенными друг от друга в продольном направлении, которая обозначена ссылочным номером 20 на Фиг.3. Обычно центр или нейтральная ось работающего на растяжение элемента находится или предположительно находится на BPL ремня.

Кроме того, известно, что разработчики двигателей обеспечивают стандартные значения PLD и положений рабочей линии при конструировании двигателя. Приведенные в качестве примеров стандарты включают SAB J1278 и ISO 9010 для автомобильных подкапотных синхронных приводов и RMA IP-24 и ISO 5296-1 для промышленных синхронных приводов. PLD и шаг являются важнейшими размерами, которые обеспечивают достаточное зацепление между зубьями ремня и взаимодействующим шкивом. В результате этого ремни, разработанные для существующих двигателей, традиционно должны иметь стандартное PLD. Общераспространенной практикой является проектирование ремня с PLD, соответствующим PLD системы шкивов, для того чтобы BPL и PD совпадали друг с другом с целесообразными допусками, как это показано на Фиг.1. Шаг ремня, как правило, контролируется правильным выбором размеров при формовке. PLD ремня, как правило, контролируется размерами и свойствами работающего на растяжение элемента и оболочки. Тем не менее, некоторые разработчики двигателей сконструировали системы ременного привода, содержащие различные шкивы, которые не совпадают друг с другом и/или имеют нестандартное PLD, тем самым подвергая ремень сильной нагрузке.

Более того, разработчики автомобилей требуют, чтобы системы ременного привода распределительного вала также приводили в движение такие дополнительные узлы, как водяные насосы, топливные насосы, и тому подобное, подвергая ремень еще более сильной нагрузке. Ранее для повышения несущей способности синхронного ремня изменялись физические свойства эластомерной смеси для основы ремня, что, как

правило, снижало гибкость ремня. В другом варианте или в дополнение были исследованы изменения в конструкции оболочки и/или работающего на растяжение элемента или использование более новых, высокоэффективных волокнистых материалов. Однако изменение размеров работающего на растяжение элемента или оболочки для того, чтобы обеспечить большую гибкость и/или несущую способность ремня, вызывает изменение PLD, которое может неблагоприятно повлиять на совпадение по шагу. Таким образом, хотя изменения работающего на растяжение элемента или оболочки также могут благоприятно повлиять на несущую способность, вышеупомянутые геометрические ограничения сильно ограничивают пределы практического применения таких изменений.

Таким образом, взаимодействие между основой ремня, работающим на растяжение элементом и оболочкой важно для геометрии ремня, его функционирования в заданной приводной системе, срока службы и эксплуатационных качеств ремня.

Примеры такого взаимодействия и предшествующие попытки воздействия на переменные корда и оболочки для того, чтобы улучшить эксплуатационные качества, описаны в патентах. В патенте U.S. No. 4,721,496 для Yokoyama и др. описывается очень узкий диапазон диаметров стекловолоконного корда от 0,9 до 1,1 миллиметра (мм) в сочетании с отношением диаметра корда к толщине оболочки, находящимся в диапазоне от 1,8 до 5,0. В патенте U.S. No. 5,531,649 для Osako и др. описываются ремни с PLD выше номинального, находящимся в диапазоне от 0,73 до 0,85 мм, в сочетании с толщиной оболочки, находящейся в диапазоне от 0,3 до 0,5 мм, с кордом из стекловолокна или арамида. В патенте U.S. No. 5,209,961 для Yokoі описываются ремни с диаметром стекловолоконного корда, находящимся в диапазоне от 0,63 мм до 0,85 мм, в сочетании с отношением диаметра корда к толщине оболочки, находящимся в диапазоне от примерно 1,5 до 2,2. Таким образом, невозможно внести изменения в какой-либо один из этих компонентов, если не компенсировать его изменениями в других компонентах. Кроме того, эксплуатационные качества ремней, сконструированных с параметрами, находящимися в пределах этих традиционных диапазонов, не отвечают требуемым эксплуатационным стандартам и в некоторых случаях не достигают даже минимальных ожидаемых возможностей новых высокоэффективных материалов, таких как углеволокно. По этой причине желательно сосредоточиться на изменениях работающего на растяжение элемента и оболочки, которые дополняют друг друга, для того чтобы достичь требуемой геометрии ремня и улучшения эксплуатационных качеств.

Поэтому желательно предусмотреть новую конструкцию синхронного ремня, которая основывается на работающем на растяжение элементе и оболочке для достижения требуемой геометрии ремня и улучшения эксплуатационных качеств, включая повышение несущей способности и гибкости ремня. Также желательно предусмотреть новую конструкцию синхронного ремня, которая использует корды меньшего диаметра для работающего на растяжение элемента. Кроме того, желательно предусмотреть новый метод конструирования ремня, который привел бы к улучшению эксплуатационных свойств благодаря использованию высокопрочных и высокомодульных материалов корда. Кроме того, желательно предусмотреть новую конструкцию ремня, которая функционировала бы должным образом на множестве различных шкивов, находящихся в заранее заданном диапазоне положения расчетной линии. Таким образом, в известном уровне техники существует необходимость предусмотреть зубчатый ремень, который соответствовал бы по меньшей мере одному из этих требований.

Сущность изобретения

Таким образом, один из вариантов осуществления настоящего изобретения представляет собой зубчатый ремень с относительно толстой оболочкой и тонким кордом, подходящий для использования в автомобильном синхронном приводе.

Зубчатый ремень включает эластомерную основу ремня, по меньшей мере один зуб, образованный основой ремня, оболочку, расположенную вдоль краевой поверхности основы ремня, и работающий на растяжение элемент или корд, заключенный внутри основы ремня. Оболочка имеет сжатую толщину от 0,5 мм до примерно 0,8 мм, отношение диаметра корда к толщине оболочки менее 1,8, а положение расчетной линии ремня не превышает примерно 1,2 мм.

Особенность изобретения состоит в выборе волокнистого материала корда из группы углеволокна, РВО, арамида, стекловолокна и смеси двух или более из вышеперечисленных. Корд может быть из углеволокна, а его диаметр может находиться в диапазоне от примерно 0,5 мм до примерно 0,95 мм. Оболочка может иметь сжатую толщину от примерно 0,57 мм до примерно 0,75 мм.

В другом варианте осуществления изобретение является синхронным приводным устройством, которое содержит по меньшей мере ведущий шкив, приводимый в движение шкив, имеющие заранее определенное расчетное PLD, и зубчатый ремень, находящийся в приводящем зацеплении с вышеупомянутыми шкивами. Зубчатый ремень содержит эластомерную основу ремня; работающий на растяжение элемент, имеющий диаметр; оболочку, имеющую сжатую толщину; и визуальное PLD ремня. Отношение PLD ремня к расчетному PLD находится в диапазоне от примерно 1,2 до примерно 1,75; а отношение диаметра корда к толщине оболочки находится в диапазоне от примерно 0,7 до примерно 1,7. Корд может состоять из углеволокна с филаментным индексом от приблизительно 1К до приблизительно 48К.

Одно из преимуществ настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень с относительно толстой оболочкой и тонким кордом предусмотрен для транспортных средств. Другое преимущество настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень содержит внутри себя новый работающий на растяжение элемент, представляющий собой корд, изготовленный из углеволокнистого троса 6К для повышения гибкости ремня. Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень имеет толстую оболочку, которая является "жесткой оболочкой", для того чтобы повысить несущую способность зуба ремня. Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень имеет толстую оболочку, присоединенную к корду небольшого диаметра, что позволяет повысить несущую способность конструкции ремня и улучшить другие эксплуатационные качества ремня. Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень должным образом функционирует на шкивах со стандартным PLD или диапазоном PLD. Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень увеличивает потенциальный эксплуатационный ресурс двигателя, так как ткань толстой оболочки не изнашивается так быстро, как изнашивается ткань тонкой оболочки. Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень позволяет использовать "сверхгибкий" корд небольшого диаметра, такой как углеволокнистый корд 6К, например, когда для "сверхгибких" приводов требуются "тонкие корды". Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень имеет гибкий корд небольшого диаметра, который понижает рабочую температуру зубчатого ремня, тем самым ослабляя действие теплового износа смеси (то есть

старения смеси). Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень содержит нити БК, которые не подвергаются растягивающему износу в результате часов или циклов работы на двигателях, тем самым увеличивая срок службы ремня. Еще одно преимущество настоящего изобретения заключается в том, что зубчатый ремень содержит работающий на растяжение элемент, имеющий корд с небольшой по диаметру физической геометрией и оболочку, которая имеет большую толщину по сравнению с существующими конструкциями ремней.

Другие признаки и преимущества настоящего изобретения будут лучше объяснены и приняты во внимание после прочтения нижеследующего описания в сочетании с прилагаемыми чертежами.

Краткое описание чертежей

На Фиг.1 показан схематический вид шкива и зубчатого ремня, показывающий геометрическую взаимосвязь между ними.

На Фиг.2 показан вид в перспективе зубчатого ремня с толстой оболочкой и тонким кордом в соответствии с настоящим изобретением.

На Фиг.3 показан местный вид зубчатого ремня, показанного на Фиг.2.

На Фиг.4 показан местный вид сечения зубчатого ремня, показанного на Фиг.2.

На Фиг.5 показан схематический вид тестовой конфигурации, используемой для того, чтобы описать особенности настоящего изобретения.

Осуществление изобретения

Один из вариантов осуществления зубчатого ремня 10 с толстой оболочкой и тонким кордом в соответствии с настоящим изобретением показан со ссылками на чертежи, в частности, на Фиг.2 и Фиг.3. Зубчатый ремень 10 включает в себя основу 12 ремня, образованную любой подходящей вулканизированной эластомерной смесью. Основа 12 ремня включает в себя, по меньшей мере, один, предпочтительно некоторое количество ременных зубьев 14, образованных основой 12 ремня и отделенных друг от друга заранее определенным шагом (P) зубьев.

Для употребления в составе эластомерной смеси основы ремня может быть использован любой подходящий и/или традиционный тип эластомера, включая как литые, так и нелитые эластомеры, а также термопластичные эластомеры. В качестве термопластичного эластомера выгодно использовать термопластичный полиуретан ("TPU"). В качестве нелитых эластомеров выгодно использовать хлоропреновую резину ("CR"), бутадиенакрилонитрильный каучук ("NBR"), гидрогенизированный NBR ("HNBR"), бутадиенстирольный каучук ("SBR"), алкилированный хлорсульфированный полиэтилен ("ACSM"), эпихлоргидриновый бутадиеновый каучук ("BR"), натуральный каучук ("NR"), а также такие этилен-альфа-олефиновые эластомеры, как тройной этиленпропиленовый сополимер ("EPDM") и этиленпропиленовый сополимер ("EPM") или смесь из любых двух или более вышеупомянутых полимеров.

В качестве неограничивающих примеров литых эластомеров, подходящих для использования в качестве эластомера основы ремня, в соответствии с настоящим изобретением упоминаются уретаны, полиуретаны, уретанмочевины и мочевины. При применении литых эластомеров основа 12 ремня формируется из жидкого материала ремня, который после вулканизации приобретает требуемые для приводного ремня физические свойства. Например, материал может иметь свойства, описанные в любом из патентов U.S. No. 4,838,843 для Westhoff, U.S. No. 5,112,282 для Patterson и др., или в публикации WOP No. 96/02584 (1 февраля 1996) для Wu и др.

В сочетании с самим эластомерным компонентом для формовки основы ремня

могут применяться традиционные добавки эластомерных смесей, включая наполнители, короткие волокна, отвердители, катализаторы, ингибиторы преждевременной вулканизации, стабилизаторы, антиоксиданты, антиозонанты и пластификаторы, в количествах, традиционно применяемых с этой целью. Ремни в соответствии с настоящим изобретением, которые могут иметь зубья, как это показано на Фиг.2 и Фиг.3, могут быть изготовлены с применением известных технологий производства ремней, которые не вызовут сложностей у специалиста в данной области. Примеры приводных ремней, а именно зубчатых или синхронных ремней, описаны в патентах U.S. No. 2,507,852 и No. 3,138,962. Примеры способов производства таких ремней описаны в патентах U.S. No. 3,078,206, No. 3,772,929 и No. 4,066,732. Следует отметить, что эти ссылки на патенты являются только примерами различных типов зубчатых приводных ремней и различных методов их изготовления по известному уровню техники.

Зубья 14 ремня, образованные на основе 12 ремня, могут иметь любую требуемую форму поперечного сечения, например трапецеидальную, криволинейную или усеченную криволинейную. Примеры криволинейных форм зуба даны в патентах U.S. No. 3,756,091 для Miller, U.S. No. 4,515,577 для Cathey и др. и U.S. No. 4,605,389 для Westhoff. Следует отметить, что зубья 14 ремня расположены на расстоянии заранее заданного шага (P) друг от друга.

Зубчатый ремень 10 также включает в себя дополнительную оболочку 15, покрывающую заднюю часть основы 12 ремня. Задняя часть ремня может по выбору не иметь оболочки и/или быть отшлифованной либо иметь ребристый рельеф. Ремень может являться двухсторонним синхронным ремнем с зубьями на обеих сторонах, для которого факультативно применимы в двойном объеме все геометрические и вещественные соображения, касающиеся одностороннего ремня. Как показано, зубья 14 ремня покрыты оболочкой 16, расположенной вдоль краевых поверхностей зубьев 14 ремня. Оболочка 16 изготовлена из износостойкой ткани для обеспечения вертикальной прочности зубьев и, в частности в ремнях из литевых полимеров, для уменьшения жесткости зубьев 14 ремня при их зацеплении с выемками цепного колеса или шкива. Оболочка 16 является относительно толстой. Оболочка 16 имеет сжатую толщину (Th). Следует отметить, что толщина сжатой оболочки - это толщина оболочки после изготовления ремня, когда оболочка является частью структуры ремня и спрессована с ним.

Для оболочки 16 может применяться любой подходящий или традиционный материал, включая извитый нейлон, тканый нейлон, хлопок, пеньку, джут, арамид, полиэстер, политетрафторэтилен (PTFE) и стекловолокно. Ткань может быть тканой, двухслойной, вязаной или нетканой. Можно применять более одного слоя ткани или можно объединять несколько различных типов ткани в многослойную ткань для того, чтобы достичь требуемой общей толщины. Примеры таких комбинаций описываются в патенте U.S. No. 5,971,879 для Westhoff. При желании ткань может быть обрезана диагонально таким образом, чтобы ее нити были расположены под углом к направлению движения зубчатого ремня 10. Ткань может иметь любую требуемую структуру, такую как традиционное переплетение, состоящее из нитей основы и утка, расположенных под любым требуемым углом, или может состоять из поднятых шнуров или из вязаной или переплетенной комбинации и так далее. Следует отметить, что на наружном слое или на задней стороне зубчатого ремня 10 по выбору может быть образовано некоторое количество перпендикулярно расположенных желобков (не показаны). Также следует отметить, что хотя они не являются необходимыми,

желобки снижают массу ремня и могут повысить гибкость ремня в некоторых применениях или в некоторых условиях, в частности при использовании литьевого материала для формовки основы 12 ремня. Ткань оболочки может быть обработана резиновой смесью, подходящей для соединения с основой ремня. Обработка может
5 быть проведена раствором каучука или с помощью погружения в резорцинформальдегидный латекс или в каландрированный, гуммированный или снятой каучук и тому подобное. На одной стороне ткани может быть предусмотрен слой резины, являющийся амортизирующей прокладкой между тканью и кордом.
10 Ткань может иметь на одной стороне покрытие из термопластической пленки, как описано в патенте U.S. No. 3,964,328.

В одном из вариантов осуществления, который, в частности, предназначен для применения в автомобилях и который имеет расчетное PLD системы около 0,686 мм или фактическое PLD шкива в диапазоне от приблизительно 0,6 мм до
15 приблизительно 0,8 мм, толщина оболочки (Th) находится в диапазоне от примерно 0,5 мм до примерно 0,8 мм, отношение диаметра корда к толщине оболочки составляет менее 1,8, а PLD ремня не превышает приблизительно 1,2 мм.

Приведенная в качестве примера оболочка 16 содержит текстурированные нити нейлона 6-6, сотканые саржевым переплетением, вес ткани находится в диапазоне от
20 примерно 500 до 700 грамм на квадратный метр (г/м^2) и предпочтительно находится в диапазоне от примерно 550 г/м^2 до примерно 650 г/м^2 . В этом варианте осуществления оболочка 16 имеет первоначальную толщину необработанной ткани около 1,83 мм и первоначальную толщину обработанной ткани около 2,1 мм перед ее
25 спрессовыванием до сжатой толщины оболочки (Th). Таким образом, в данном варианте осуществления изобретения при соединении с подходящим кордом, имеющим диаметр от приблизительно 0,5 до приблизительно 0,9 мм, отношение диаметра корда (D) к первоначальной толщине оболочки может находиться в
30 диапазоне от приблизительно 0,24 до приблизительно 0,43, а отношение D/Th может находиться в диапазоне от приблизительно 0,7 до приблизительно 1,8.

Предпочтительно диаметр корда может находиться в диапазоне от приблизительно 0,6 до приблизительно 0,85 мм. Подходящий корд содержит
35 углеволокно 6К и имеет диаметр от приблизительно 0,7 до приблизительно 0,8 мм.

Зубчатый ремень 10 включает в себя работающий на растяжение элемент 18, заключенный внутри основы 12 ремня. Работающий на растяжение элемент 18 включает в себя по меньшей мере один, предпочтительно несколько спирально
40 закрученных кордов, заключенных внутри основы 12 ремня. В этом варианте осуществления работающий на растяжение элемент 18 в форме корда спирально закручен поперек полосы зубчатого ремня 10 в виде совпадающей пары S- и Z-образно переплетенных параллельно расположенных кордов согласно
распространенной практике по известному уровню техники. Таким образом, в неограничивающих вариантах осуществления настоящего изобретения корд может
45 занимать от примерно пятидесяти шести процентов (56%) до примерно девяноста пяти процентов (95%) ширины ремня и предпочтительно от примерно шестидесяти пяти процентов (65%) до примерно девяноста двух процентов (92%) ширины ремня.

Корд работающего на растяжение элемента 18 включает в себя некоторое
50 количество переплетенных и/или собранных в пучки нитей, по меньшей мере один из которых содержит нить из волокнистого материала. В данном контексте и во всей настоящей заявке термины "волокно" и "филамент" употребляются взаимозаменяемым образом для того, чтобы обозначить материал, имеющий

небольшой поперечный диаметр, то есть 4-9 мкм, и длину, по меньшей мере в сто раз большую его диаметра, но в целом имеющий чрезвычайно большую или даже неограниченную длину, который является базовым элементом нити. Термин "нить" употребляется здесь и во всей настоящей заявке для того, чтобы обозначить по меньшей мере две, но обычно в отношении волокнистых нитей одну тысячу или более волокон, которые свиты и/или переплетены и/или каким-либо другим образом собраны вместе в непрерывную нить для того, чтобы образовать составную часть корда. Термин "корд" употребляется во всей настоящей заявке для того, чтобы обозначить сочетание одной или более нитей, переплетенных как известно из уровня техники, в котором применяются две или более нитей, которые, кроме того, могут быть свиты, и/или собраны вместе, и/или переплетены, и/или обработаны адгезионной пропиткой.

Волокна являются высокопрочными и высокомодульными. Волокна могут быть изготовлены, например, из стекловолокна, арамида, поли(п-фенилен-2,6-бензобисоксазола) (РВО), углеволокна или из их гибридных смесей. Предпочтительно волокна являются углеродными волокнами. Приведенное в качестве примера углеволокно для использования в варианте осуществления настоящего изобретения описано, например, в вышеупомянутом патенте U.S. No. 5,807,194, содержание которого в отношении иллюстративных типов углеволокна, конфигураций и обозначений, которые могут быть использованы в вариантах осуществления настоящего изобретения, включено сюда со ссылкой. Как правило, углеволокно производится путем карбонизации органического волокна, такого как полиакрилонитрил (PAN), вискоза или пековое волокно, где диаметр волокна существенно уменьшается в ходе процесса карбонизации. Нити, образованные из одного или более углеродных волокон, обычно имеют массу на единицу длины от примерно 66 текс до примерно 1,650 текс и филаментный индекс (то есть число отдельных углеродных волокон на нить) от примерно 1,000 до примерно 54,000. Углеволокно для использования в соответствии с настоящим изобретением обладает модулем упругости на растяжение, находящимся в диапазоне от примерно 50 ГПа до примерно 600 ГПа; предпочтительно от примерно 100 ГПа до примерно 300 ГПа; и наиболее предпочтительно от примерно 150 ГПа до примерно 275 ГПа, как определено в соответствии с ASTM D4018. В тех вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых поперечный диаметр отдельных углеродных волокон находится в диапазоне от примерно 5 мкм до примерно 9 мкм, филаментный индекс корда, используемого в автомобильном средстве силовой передачи, упомянутом выше, может составлять от приблизительно 3,000 до приблизительно 12,000, предпочтительно около 6,000.

Как известно из предшествующего уровня техники, углеволокнистая нить и корд, состоящий из таких нитей, вместо денье-титра или децитекса могут быть охарактеризованы числом волокон, содержащихся в них. Для того чтобы обозначить число углеродных волокон в нити, используется номенклатура чисел и буква "К". Таким образом, в углеволокнистой нити "3К" "К" является сокращенным обозначением "1,000 волокон", а "3" обозначает множитель. Таким образом, углеволокнистая нить "3К" обозначает нить из 3,000 волокон или филаментов. Более того, в отношении номенклатуры кордов, например, в случае углеволокнистого корда "3К-2" обозначение "2" означает, что две нити переплетены и/или каким-либо другим образом собраны вместе для того, чтобы образовать корд, имеющий филаментный индекс 6,000.

Углеволоконистый корд содержит любое сочетание нитей, подходящее для данного применения, включая (но не ограничиваясь) 1К-1, 3К-1, 3К-2, 6К-1 ... 6К-9, 12К-1 ... 12К-4, 18К-1 ... 18К-3, 24К-1, 24К-2, 48К-1 и тому подобное, которые предусматривают корд с диаметром (D), определенным расчетным методом, описанным ниже. Неограничивающие примеры видов углеволокна, подходящих для практического использования в настоящем изобретении поставляются на рынок компанией Toray Industries, Inc. под названиями TORAYCA-T400 HB 6K 40D и TORAYCA-T700 GC 6K; подобные материалы также поставляются на рынок компанией Toho Tenax Co., Ltd. под названием UT500-6k; и подобные материалы также поставляются на рынок компанией Cytec Industries, Inc. под названием T-650/35 6K 309NT. Подходящие виды стекловолокна включают стекло E или предпочтительно высокопрочное стекло, такое как стекло S, стекло R или стекло U. Неограничивающие примеры видов стекловолокна, подходящих для практического использования в настоящем изобретении, поставляются на рынок компанией AGY из Айкена, Южная Каролина, под названием 762 S-2 Glass. Неограничивающие примеры видов арамидного волокна, подходящих для практического использования в настоящем изобретении, поставляются на рынок компанией Dupont Chemical Company под названиями Kevlar™ и Nomex™ и компанией Teijin Techno Products Limited под названиями Technora™, Twaron™ и Teijinconex™. Неограничивающие примеры видов волокна РВО, подходящих для практического использования в настоящем изобретении, поставляются на рынок компанией Toyobo Co., Ltd. под названием Zylon™.

Кроме того, корд может иметь гибридную конструкцию. Например, корд может иметь центральный сердечник из углеволокна (6К) с обернутыми вокруг наружной стороны сердечника нитями из стекловолокна или арамида. В корде с гибридной конструкцией, подходящем для вышеупомянутого автомобильного использования, центральный сердечник имеет диаметр (D) менее чем 0,8 мм. Предпочтительно сердечник имеет диаметр (D), находящийся в диапазоне от примерно 0,55 мм до примерно 0,8 мм. Следует отметить, что пучок углеволокна является основным несущим элементом.

Производители волокна обычно наносят на волокно покрытие, которое в целом служит для того, чтобы предотвратить разрушение при изготовлении нитей из волокна и их намотке на катушки и/или чтобы облегчить смачивание волокна и нитей пропиткой (пропитками) корда. В некоторых случаях покрытие таким образом может иметь химический состав, который является совместимым с пропиткой для корда, наносимой на нити и/или филаменты для включения обработанного корда в приводной ремень, и, таким образом, может являться, например, эпоксидным раствором на водной основе или на основе растворителя. Во всей настоящей заявке термин "покрытие" употребляется для того, чтобы обозначить в целом тонкую пленку, нанесенную на нить и/или на филамент нити в количестве от примерно 0,2 до 2,0% массы сухого материала, то есть основываясь на массе обработанной таким образом сухой нити или филамента, то есть сухой нити или филамента, на который наносится покрытие для того, чтобы функционировать таким образом, как описано выше.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения в качестве пропитки корда для по меньшей мере части нити и/или одного или более ее углеродных филаментов может применяться резорцинформальдегидная смесь, то есть эластомерная латексная смесь, которая, кроме того, содержит продукт

резорцинформальдегидной реакции. Во всей настоящей заявке термин "пропитка корда" употребляется для того, чтобы обозначить вещество, которое наносится на нить и/или на филамент нити (который может иметь покрытие или не иметь его), располагается по меньшей мере на части поверхности нити и/или филамента нити и
5 внутри по меньшей мере части одного или более промежутков, образованных между такими филаментами и нитями корда, образованного с помощью сбора вместе нитей, обработанных пропиткой корда; и наносится на такие нити и/или филаменты нити в количестве, превышающем два процента (2,0%) окончательной массы обработанного
10 таким образом корда.

В качестве компонентов резорцинформальдегидной смеси могут применяться любые подходящие материалы. Содержание резорцинформальдегидной смолы в составе резорцинформальдегидного раствора предпочтительно составляет от
15 приблизительно 2 до приблизительно 40% общей сухой массы, тогда как содержание латекса составляет от приблизительно шестидесяти процентов (60%) до приблизительно девяноста восьми процентов (98%).

Предпочтительно содержание резорцинформальдегидной смолы составляет от примерно пяти процентов (5%) до примерно тридцати процентов (30%) общей сухой
20 массы, тогда как содержание латекса составляет от семидесяти процентов (70%) до примерно девяноста пяти процентов (95%). Установлено, что такая пропорция в варианте осуществления настоящего изобретения позволяет достичь достаточного пропитывания различных филаментов углеволокна для того, чтобы уменьшить их истирание и разрывание и поддерживать при этом достаточную гибкость,
25 необходимую для того, чтобы выполнять традиционно используемые операции переплетения и кручения. Вне зависимости от конкретного содержания используемой резорцинформальдегидной смолы или латекса или от достигнутого уровня пропитки при практическом осуществлении настоящего изобретения было обнаружено, что
30 содержание сухих веществ в растворе для пропитки корда должно быть доведено до такого уровня (и должно поддерживаться на этом уровне), при котором резорцинформальдегидный раствор остается по большей части стабильным на протяжении процесса обработки.

Латексный компонент резорцинформальдегидного раствора может быть любого
35 подходящего типа, включая HNBR, NBR, карбоксилированный HNBR, карбоксилированный NBR, винилпиридиновый/бутадиенстирольный каучук ("VP/SBR"), карбоксилированный VP/SBR, SBR, гидрогенизированный SBR, хлорсульфированный полиэтилен ("CSM"), такие этилен-альфа-олефиновые
40 эластомеры, как EPDM и EPM, или смесь из любых двух или более вышеупомянутых полимеров. В предпочтительном варианте осуществления латексный компонент является карбоксилированным HNBR и может содержать от небольших до равных ему по массе количеств эластомеров других типов, включая такие этилен-альфа-олефиновые эластомеры, как EPDM или EPM. Этилен-альфа-олефиновый эластомер
45 может использоваться отдельно или в виде смеси с любыми двумя или более полимерами, чтобы тем самым улучшить низкотемпературные эксплуатационные характеристики получаемого ремня, такие как гибкость при низкой температуре.

Могут применяться другие пропитки корда, известные из предшествующего уровня
50 техники, такие как эпоксидно-латексная/резорцинформальдегидная двухступенчатая пропитка, описанная в патенте U.S. No. 6,500,531 для углеволокнистого корда, или подобная пропитка для корда из PBO, описанная в патенте U.S. No. 6,824,871, или эпоксидно-латексная/резорцинформальдегидная пропитка для углеволокна на основе

растворителя, описанная в патенте U.S. No. 4,863,712.

В вариантах осуществления настоящего изобретения корд может иметь диаметр (D) от примерно 0,2 мм до более чем 2,1 мм. Нижеследующее рассмотрение относится к варианту осуществления ремня, предназначенного для использования в стандартном автомобильном средстве с расчетным PLD системы, равном 0,686 мм (0,027 дюйма). Для такого ремня D может находиться в диапазоне от приблизительно 0,5 мм до приблизительно 0,9 мм. Предпочтительно корд имеет диаметр, находящийся в диапазоне от приблизительно 0,7 мм до приблизительно 0,8 мм. Подходящий корд может содержать углеволокно 6К. Центр (С) корда обозначает линию нейтральной оси ремня/расчетную линию, как показано на Фиг.2. Стандартный расчетный допуск PLD шкива составляет +0,05-0,00 мм.

Однако по меньшей мере в одном известном примере автомобильного средства шкив 6 (Фиг.1) имеет положение расчетной линии (PLD), находящееся в более широком диапазоне от примерно 0,648 мм (0,0255 дюйма) до примерно 0,775 мм (0,0305 дюйма), что вызывает проблемы зацепления при использовании традиционных ремней.

Нейтральная ось ремня, описанного в изобретении, расположена выше наибольшего PLD шкива. Ремень имеет дифференциальную расчетную линию (ΔPL), которая является разностью между PLD или нейтральной осью ремня и расчетным PLD шкива, которое в данном случае равно 0,686. ΔPL находится в диапазоне от приблизительно 0,09 мм (0,003 дюйма) до приблизительно 0,5 мм (0,02 дюйма). Предпочтительно ΔPL находится в диапазоне от приблизительно 0,16 мм до приблизительно 0,51 мм или от приблизительно 0,16 мм до приблизительно 0,36 мм. Следует отметить, что ΔPL также является разностью между расчетными линиями зубчатого ремня 10 и шкива 6. Таким образом, работающий на растяжение элемент 18 и оболочка 16, описанные выше, обеспечивают ремень, который может иметь PLD, находящийся в диапазоне от приблизительно 0,78 мм до приблизительно 1,2 мм, или предпочтительно в диапазоне от 0,85 мм до приблизительно 1,2 мм, или в диапазоне от приблизительно 0,85 до приблизительно 1,1 мм. Работающий на растяжение элемент 18 и оболочка 16, описанные выше, вместе обеспечивают ремень, который может иметь отношение D/Th, находящееся в диапазоне от приблизительно 0,7 до приблизительно 1,8, или предпочтительно от приблизительно 0,9 до приблизительно 1,6, или от приблизительно 1,0 до приблизительно 1,5.

Как показано на Фиг.4, PLD зубчатого ремня 10 может быть измерено визуальным и рассчитано на основе положения поверхности оболочки (Pfs), области контакта корда и ткани (Pcf), и области контакта резины основы и корда (Prc), которые определяются на поперечном сечении ремня на контактном участке (20 на Фиг.3). Средняя толщина оболочки (Th) равна абсолютному значению разности между средним Pcf и средним Pfs. Средний диаметр корда (D) равен абсолютному значению разности между средним Prc и средним Pcf. Визуальное PLD равно сумме средней толщины оболочки (Th) и половины среднего диаметра корда (D), то есть $PLD = Th + D/2$. Следует отметить, что визуальное PLD зубчатого ремня 10 измеряется на основе среднего значения нескольких величин, предпочтительно полученных на одном или более контактных участках 20 вдоль всего ремня.

Для того чтобы сконструировать ремень, подходящий для данной приводной системы, следует принять во внимание пять переменных. Этими пятью переменными являются D (диаметр корда), Th (толщина оболочки), PLDr (положение расчетной линии шкива или приводной системы), PLDb (положение расчетной линии ремня,

которое основано на описанном выше визуальном измерении) и ΔPL (разность между расчетными линиями ремня и шкива). В другом варианте PLr (отношение расчетной линии или PLD) может использоваться в качестве пятой переменной вместо ΔPL . $PLDp$ обычно задается изначально и рассматривается как расчетное PLD традиционного ремня/приводной системы. Предусматриваются два уравнения: (1) $\Delta PL = PLDb - PLDp$ или $PLr = PLDb / PLDp$ и (2) $PLDb = Th + D/2$. Таким образом, для того чтобы охарактеризовать ремень, конструктор должен предусмотреть еще два уравнения или две переменные. На практике используются два расчетных метода. (1) Если переменная D/Th находится в заданном диапазоне, и либо ΔPL либо PLr также находится в заданном диапазоне, то расчетный метод называется методом "отношения толщины". Этот расчетный метод может рассматриваться как независимый от $PLDp$ или как применимый к любому требуемому $PLDp$. (2) Если D и Th заданы или находятся в заданных диапазонах, то $PLDb$ вычисляется просто, и ΔPL или PLr становятся зависимыми от $PLDp$ и так же просто вычисляются, и такой расчетный метод называется методом "фактической толщины". Результатом точного определения D и Th обычно является ремень, подходящий только для конкретного $PLDp$. Следует отметить, что зубчатый ремень может быть сконструирован на основе этих переменных или с использованием какого-либо другого метода.

Таким образом, согласно методу фактической толщины в качестве расчетного примера могут быть заданы предпочтительная толщина оболочки от 0,5 до 0,7 мм и предпочтительный диаметр корда от 0,6 до 0,8 мм. В результате этого отношение D/Th будет находиться в диапазоне от приблизительно 0,9 до приблизительно 1,6. Также в результате этого $PLDb$ будет находиться в диапазоне от приблизительно 0,8 до приблизительно 1,1 мм. В целом может быть предпочтительно немного уменьшить указанные диапазоны для того, чтобы отношение D/Th находилось в диапазоне от приблизительно 1 до приблизительно 1,5, а $PLDb$ находилось в диапазоне от 0,85 до 1,08 мм. Следовательно, в результате этого в случае расчетного $PLDp$, равного 0,686 мм, ΔPL системы ремня/шкива будет находиться в предпочтительном диапазоне от приблизительно 0,16 до приблизительно 0,36 мм. Этот расчетный пример может применяться для ремня автомобильной системы привода верхнего распределительного вала.

В другом варианте согласно расчетному методу отношения толщины в качестве примера отношение PLr может быть задано как находящееся в диапазоне от приблизительно 1,2 до приблизительно 1,75, или от 1,24 до приблизительно 1,75, или предпочтительно от приблизительно 1,24 до приблизительно 1,6. Отношение D/Th может находиться в диапазоне от приблизительно 0,7 до приблизительно 1,8, или в предпочтительном диапазоне от приблизительно 0,9 до приблизительно 1,6, или от приблизительно 1,0 до приблизительно 1,5. В результате этого для заранее заданного $PLDp$, равного, например, 0,686 мм, $PLDb$ должно находиться в диапазоне от приблизительно 0,83 до приблизительно 1,20 мм, или предпочтительно от приблизительно 0,85 до приблизительно 1,2, или от приблизительно 0,85 до приблизительно 1,1. Если задать PLr , $PLDp$ и D/Th , то в дальнейшем можно выбрать подходящие значения диаметра корда и толщины оболочки для того, чтобы обеспечить $PLDb$. Таким образом, ремни с толстой оболочкой и тонким кордом в соответствии с настоящим изобретением могут быть сконструированы для любого требуемого PLD системы ремня/шкива. Этот метод отношения толщины, примененный в качестве примера к стандартным размерам промышленных

синхронных шкивов, перечисленным в стандарте RMA IR-24, дает диапазоны диаметра корда и толщины оболочки, перечисленные в Таблице 1. Каждая перечисленная комбинация является пропорционально масштабированным вариантом осуществления ремня с толстой оболочкой и тонким кордом в соответствии с настоящим изобретением, использующим самые узкие диапазоны PLr и D/Th, перечисленные выше. Следует отметить, что промышленный ремень с двутавровым сечением имеет такое же PLD, как и самое распространенное автомобильное PLD, равное 0,686 мм. В качестве примера в каждом разделе Таблицы 1, описывающем ремень, указывается конструкция корда из углеволокна, приближенная к номинальному диаметру в требуемом диапазоне. Подразумевается, что подходящие корды каждого требуемого диапазона диаметров могут быть изготовлены из арамида, стекловолокна, PBO или другого подходящего высокопрочного и высокомодульного волокна. Также подразумевается, что такой же расчетный метод может применяться для ремней с метрическими размерами, такими как шаг в 2 мм, 3 мм, 5 мм, 8 мм и 14 мм и так далее, и для любых требуемых профилей зуба.

Таблица 1						
Сечение ремня	PLDr (мм)	Диапазон PLDb (мм)	Корд из углеволокна	Номинальный D (мм)	Диапазон D (мм)	Диапазон Th (мм)
MXL, XL	0,254	0,32-0,41	1k	0,29	0,21-0,35	0,18-0,27
L	0,381	0,47-0,61	3k	0,5	0,31-0,52	0,27-0,41
H	0,686	0,85-1,1	6k или 12k	0,75 или 0,95	0,57-0,95	0,49-0,73
XH	1,397	1,73-2,24	18k или 24k	1,24 или 1,45	1,15-1,92	1,0-1,5
XXH	1,524	1,89-2,44	24k	1,45	1,26-2,1	1,1-1,6

Зубчатый ремень 10 совместим с PLD шкива существующих двигателей, но значительно отличается от традиционной конструкции ремня из-за уменьшения диаметра работающего на растяжение элемента 18 и более чем пропорционального увеличения толщины оболочки 16. Работающий на растяжение элемент 18 меньшего диаметра требует меньших затрат энергии на сгибание, что уменьшает выделение тепла и в свою очередь понижает рабочую температуру зубчатого ремня 10, тем самым замедляя износ смеси, образующей основу 12. Использование высокопрочных и высокомодульных типов волокна, таких как углеволокно для работающего на растяжение элемента 18, поддерживает прочность зубчатого ремня 10 на растяжение. Толстая оболочка 16 повышает несущую способность зуба 14 ремня при использовании стандартных эластомерных смесей. В результате этого зубчатый ремень 10 служит на износ дольше, потому что износ более толстой оболочки 16 займет больше времени. Следует отметить, что работающий на растяжение элемент большего диаметра требует больших затрат энергии на сгибание, в результате чего происходит выделение тепла и ускоренный износ смеси основы.

Вместо традиционного метода подгонки PLD шкива по относительно жестким допускам зубчатый ремень 10 имеет отношение корда к ткани, которое поддерживает требуемые величины ΔPL или PLr. Например, зубчатый ремень в соответствии с изобретением, имеющий работающий на растяжение элемент из углеволокнистых нитей 6K и относительно толстую оболочку, сравнивается с традиционными зубчатыми ремнями, имеющими работающие на растяжение элементы из стекловолокнистых нитей и из углеволокна 12K, как показано в следующей Таблице 2.

Таблица 2

Конструкция	D корда (мм)	Толщина оболочки (мм)	Отношение	Толщина сжатой оболочки Th (мм)	Отношение D/Th	PLDb (мм)
Сравнительное стандартное стекловолокно	1,0	1,6	0,63	0,2-0,3	4	0,75
Сравнительное углеволокно 12К	0,95	1,6	0,59	0,2-0,3	4	0,73
Углеволокно 6К в соответствии с изобретением	0,75	2,1	0,36	0,5-0,7	1,25	0,98

Это сравнение показывает, что зубчатый ремень 10 в соответствии с изобретением, имеющий работающий на растяжение элемент, состоящий из углеволокнистых нитей 6К, имеет меньшее отношение диаметра корда к толщине оболочки и большее PLD ремня, чем традиционные ремни. Таким образом, зубчатый ремень 10, имеющий работающий на растяжение элемент, состоящий из углеволокнистых нитей 6К, имеет меньшую начальную прочность на растяжение и высокую гибкость корда, что понижает рабочую температуру ремня.

Для того чтобы проиллюстрировать эффект настоящего изобретения, были изготовлены зубчатые ремни с использованием работающих на растяжение элементов, изготовленных из стандартных стекловолокнистых нитей, углеволокнистых нитей 12К и углеволокнистых нитей 6К. Ремни отличались друг от друга только толщиной оболочки и материалом корда. Каждый ремень имел ширину верхней части, равную 25 мм, 141 зуб (с шагом 9,525 мм), и его длина составляла около 1343,025 мм. Зубья были криволинейными. Для того чтобы обеспечить стандартный шаг зубьев автомобильного ремня и зацепление со шкивами, имеющими шаг 9,525 мм по номинальной длине ремня, форма для изготовления ремня в соответствии с изобретением была обрезана так, чтобы обеспечивать PLD, равное 0,94 мм. В каждом из следующих примеров, изложенных в Таблице 3, каждый ремень имел первоначальную прочность на растяжение и после нескольких часов работы каждый ремень был протестирован на конечную прочность на растяжение.

Ремень (идентификация)	Первоначальная прочность ремня на растяжение (кН/20 мм)	Время тестирования (часы)	Конечная прочность ремня на растяжение (кН/20 мм)
Сравнительное стандартное стекловолокно	37	330 в среднем	Полное разрушение при растяжении
Сравнительное углеволокно 12К	34	792/803	Полное разрушение ремня
Углеволокно 6К в соответствии с изобретением	25	1362/1574/1999	21.9/21.5/21.2

Для каждого из примеров, изложенных в Таблице 3, были изготовлены три ремня с кордом из различных материалов, как описано выше, и с комбинациями корда и оболочки, указанными в Таблице 2, которые были протестированы на испытательной установке 30, показанной на Фиг.5. Испытательная установка 30 была сконструирована для того, чтобы смоделировать ремни привода распределительного вала, используемые на четырехцилиндровых дизельных двигателях с прямым впрыском объемом 1900 куб.см. Испытательная установка 30 включает в себя семь шкивов 32, 34, 36, 38, 40, 42 и 44, как показано на схематическом изображении на Фиг.4. Шкив 32 представляет собой приводной шкив или шкив коленчатого вала, шкив 34 представляет собой натяжной шкив, шкив 36 представляет собой шкив распределительного вала, шкив 38 представляет собой холостой шкив, шкив 40 представляет собой шкив насоса топливного инжектора, шкив 42 представляет собой шкив водяного насоса, а шкив 44 представляет собой холостой шкив. Каждый из

шкивов 32, 36, 40 и 42 имеет ребристые выемки (в количестве 22, 44, 44 и 19 соответственно) для зацепления с зубьями ремня с шагом 9,525 мм, но с различными PLDp (0,648 мм, 0,749 мм, 0,749 мм и 0,775 мм соответственно). Шкивы 38 и 44 являются гладкими, то есть не имеют зубьев, и имеют диаметры 28 мм и 80 мм соответственно, а натяжной шкив 34 является гладким и имеет диаметр 67 мм. Испытательное устройство включает в себя камеру, содержащую испытательную установку 30, внутри которой в течение всего испытания поддерживается температура 120°C.

На испытательной установке 30 ремни приводились в движение в направлении по часовой стрелке с нагрузкой в "4 мм", которая представляет собой максимальную нагрузку или смещение насоса топливного инжектора, со скоростью 4000 об/мин, создаваемой электродвигателем на приводном шкиве или шкиве коленчатого вала 32, под натяжением в 500 Н, создаваемым автоматическим механическим натяжным устройством 34, и с пиковым натяжением натянутой стороны, вызываемым насосом топливного инжектора и равным 2,500 Н, которое измерялось тензометрическими датчиками на шкиве 34. Ремень испытывался либо до разрушения, либо до достижения конечной прочности ремня. Эти результаты показывают, что все три сравнительных зубчатых ремня, имевших работающие на растяжение элементы из стандартных стекловолокнистых нитей, были разрушены растяжением в течение приблизительно 330 часов, а два сравнительных зубчатых ремня, имевших работающие на растяжение элементы из углеволоконных нитей 12К, были полностью разрушены через 792 и 803 часа соответственно. С другой стороны, три зубчатых ремня в соответствии с изобретением, имевших работающие на растяжение элементы из углеволоконных нитей 6К, испытывались в течение 1362, 1574 и 1999 часов соответственно и имели конечную прочность на растяжение, равную 21,9, 21,5 и 21,2 кН/20 мм соответственно. Ремни в соответствии с изобретением имели следы нормального разрушения вследствие износа, включая износ оболочки на контактных участках и на боковых поверхностях зубьев. Таким образом, зубчатый ремень 10, имеющий относительно толстую оболочку и тонкий корд из углеволокна 6К, имеет меньшую первоначальную прочность на растяжение, но намного больший срок службы и более предпочтительный режим разрушения.

Соответственно, зубчатый ремень 10 в соответствии с настоящим изобретением имеет небольшой диаметр корда и толстую ткань/оболочку, что позволяет поддерживать PLD ремня намного выше, чем PLD шкива. Зубчатый ремень 10 имеет меньшую первоначальную прочность на растяжение и высокую гибкость корда, которая позволяет понизить рабочую температуру ремня. Зубчатый ремень 10 имеет толстую ткань, которая повышает несущую способность зуба и сопротивляемость износу зубьев и контактных участков.

Настоящее изобретение было описано путем иллюстрации. Подразумевается, что используемая терминология является описательной, а не ограничивающей. С учетом вышеизложенных пояснений является возможным множество модификаций и вариантов настоящего изобретения. Следовательно, в объеме пунктов прилагаемой формулы изобретения настоящее изобретение может быть осуществлено образом, отличным от описанного. Рассмотренное здесь изобретение пригодно для использования в отсутствие любого элемента, который здесь конкретно не описан.

Формула изобретения

1. Зубчатый ремень (10), содержащий эластомерную основу (12), по меньшей мере

5 один зуб (14), образованный вышеупомянутой основой (12), оболочку (16),
расположенную вдоль краевой поверхности по меньшей мере одного
вышеупомянутого зуба (14) и имеющую толщину (Th) сжатой оболочки от более 0,5
до 0,8 мм, по меньшей мере один корд (18), заключенный внутри вышеупомянутой
10 основы (12) и имеющий диаметр (D) корда, по меньшей мере один вышеупомянутый
корд (18) и вышеупомянутая оболочка (16) имеют отношение вышеупомянутого
диаметра корда к вышеупомянутой толщине оболочки менее чем 1,8, и
вышеупомянутый диаметр корда и вышеупомянутая толщина оболочки
10 характеризуют визуальное положение расчетной линии (PLD) ремня, равное 1,2 мм
или менее, причем вышеупомянутый диаметр корда превышает 0,85 мм, или
отношение вышеупомянутого диаметра корда к вышеупомянутой толщине оболочки
составляет менее чем 1,5, или и то, и другое.

15 2. Зубчатый ремень (10) по п.1, в котором, по меньшей мере, один вышеупомянутый
корд (18) изготовлен из волокнистого материала, выбранного из углеволокна,
пиперонилбутоксид (РВО) или из гибридного сочетания по меньшей мере двух
материалов, выбранных из углеволокна, стекловолокна, арамида и РВО.

20 3. Зубчатый ремень (10) по п.2, в котором вышеупомянутый ремень обладает
визуальным PLD от 0,85 до 1,1 мм.

4. Зубчатый ремень (10) по п.2, в котором вышеупомянутый ремень является
совместимым со шкивом (6), имеющим расчетное PLD, а вышеупомянутое PLD ремня
больше, чем вышеупомянутое расчетное PLD на величину от 0,09 до 0,51 мм.

25 5. Зубчатый ремень (10) по п.1, в котором, по меньшей мере, один вышеупомянутый
корд (18) содержит углеволокно, а диаметр вышеупомянутого корда находится в
диапазоне 0,5-0,95 мм.

30 6. Зубчатый ремень (10) по п.1, в котором, по меньшей мере, один вышеупомянутый
корд (18) имеет центральный сердечник из углеволокна и множество нитей из
стекловолокна, расположенных вокруг вышеупомянутого сердечника.

7. Зубчатый ремень (10) по п.1, в котором, по меньшей мере, один вышеупомянутый
корд (18) изготовлен из углеволокна, выбранного из 12К-1, 6К-2, 3К-4, 6К-1, 3К-1 и
3К-2.

35 8. Зубчатый ремень (10) по п.1, в котором вышеупомянутая оболочка (16) имеет
сжатую толщину от более 0,57 до 0,75 мм.

9. Зубчатый ремень (10) по п.8, в котором корд (18) содержит волокнистый
материал, выбранный из углеволокна, РВО, арамида, стекловолокна, высокопрочного
стекловолокна и гибридных смесей вышеупомянутых материалов.

40 10. Зубчатый ремень (10) по п.1, в котором отношение вышеупомянутого диаметра
корда к вышеупомянутой толщине оболочки составляет менее чем 1,5.

11. Зубчатый ремень (10) по п.10, в котором корд (18) содержит волокнистый
материал, выбранный из углеволокна, РВО, арамида, стекловолокна, высокопрочного
стекловолокна и гибридных смесей вышеупомянутых материалов.

45 12. Устройство синхронного привода, имеющее предварительно заданное расчетное
положение расчетной линии (PLD) и содержащее, по меньшей мере, ведущий шкив (32),
приводимый в движение шкив и зубчатый ремень (10), находящийся в приводящем
зацеплении с вышеупомянутыми шкивами, вышеупомянутый зубчатый ремень
50 содержит эластомерную основу (12) ремня, работающий на растяжение корд (18),
имеющий диаметр, оболочку (16), имеющую толщину сжатой оболочки, и визуальное
положение расчетной линии (PLD) ремня, в котором отношение PLD ремня к
расчетному PLD находится в диапазоне 1,24-1,75 и отношение диаметра корда к

толщине оболочки находится в диапазоне 0,7-1,7.

13. Устройство синхронного привода по п.12, в котором отношение диаметра корда к толщине оболочки находится в диапазоне 0,7 - менее чем 1,5.

5 14. Устройство синхронного привода по п.12, в котором отношение PLD ремня к расчетному PLD находится в диапазоне 1,24-1,6, и отношение диаметра корда к толщине оболочки находится в диапазоне 1,0 - менее чем 1,5.

10 15. Устройство синхронного привода по п.12, в котором корд (18) содержит волокнистый материал, выбранный из углеволокна, РВО, арамида, стекловолокна, высокопрочного стекловолокна и гибридных смесей вышеупомянутых материалов.

16. Устройство синхронного привода по п.12, в котором корд (18) содержит волокнистый материал, выбранного из углеволокна, РВО или из гибридного сочетания, по меньшей мере, двух материалов, выбранных из углеволокна, стекловолокна, арамида и РВО.

15 17. Устройство синхронного привода по п.12, в котором корд (18) содержит углеволокно, а филаментный индекс углеволокна корда находится в диапазоне 1К - около 48К.

20

25

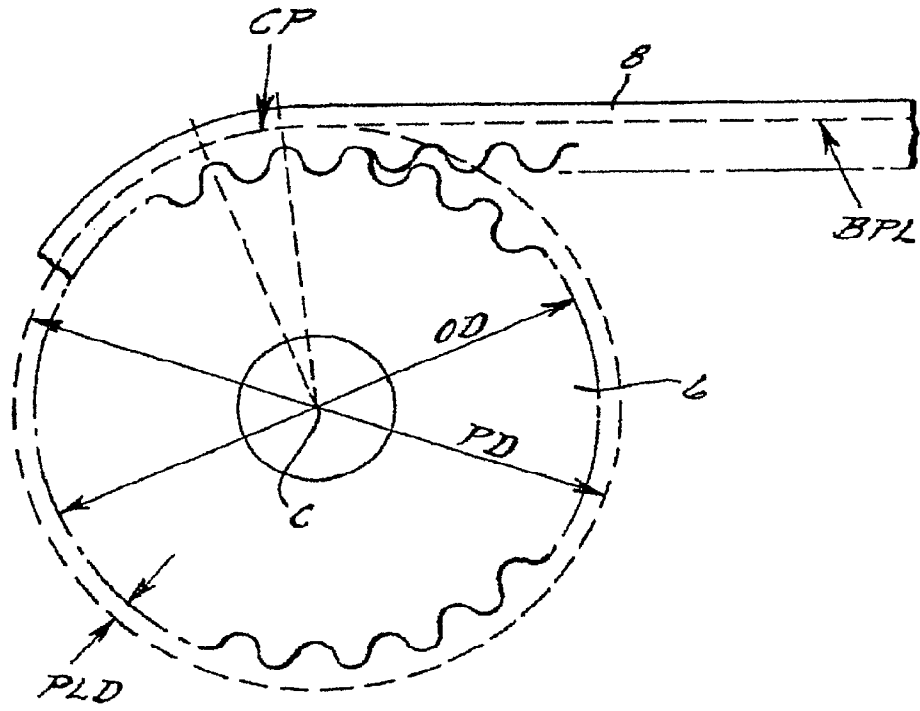
30

35

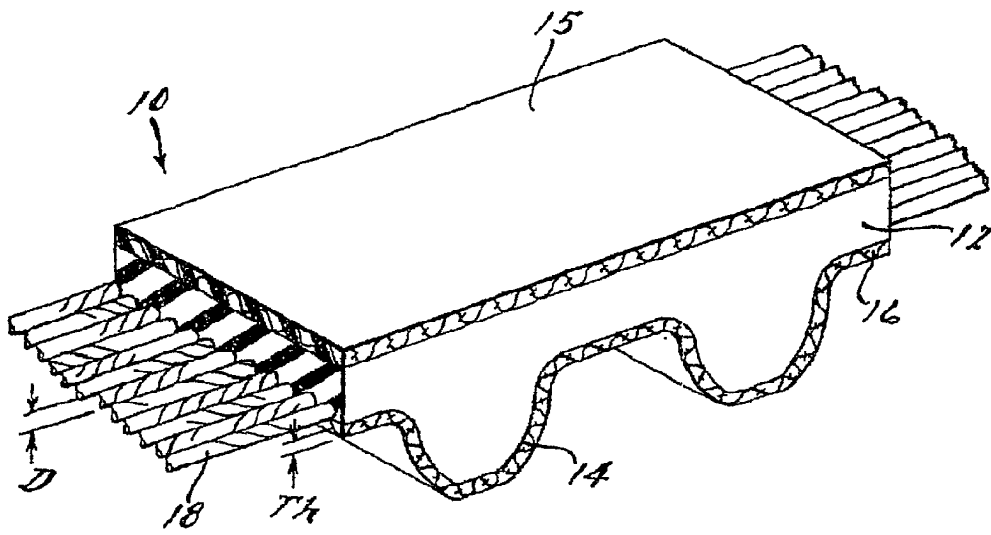
40

45

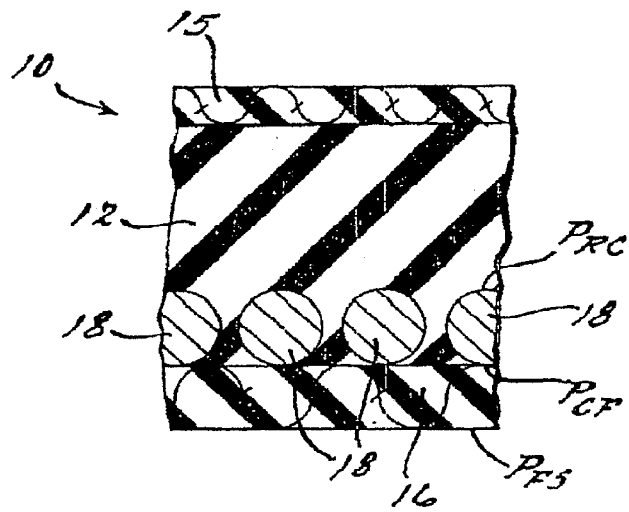
50



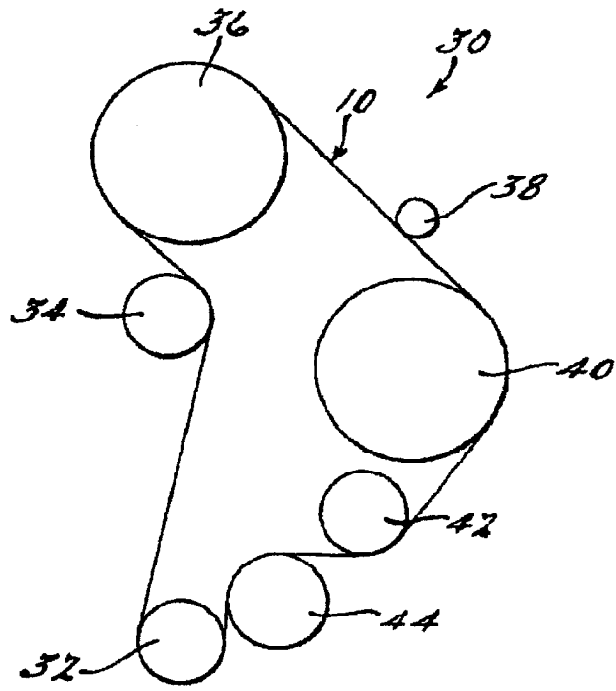
ФИГ.1



ФИГ.2



ФИГ.4



ФИГ.5