



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41878 (13) C2

(51) 7 F16J9/20, F02F5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПОРШНЕВЕ КІЛЬЦЕ САУНИНА

(21) 94076102

(22) 07 07 1994

(24) 15 10 2001

(46) 15 10 2001, Бюл. № 9, 2001 р

(72) Саунін Олег Павлович

(73) САУНІН ОЛЕГ ПАВЛОВИЧ

(56) Авторское свидетельство № 1712715, кл. F16J9/06, 1992

(57) 1 Поршневое кольцо с рабочей поверхностью по внешнему периметру и постоянной высотой и шириной профиля и торцовых полок, со спинкой, двумя боковыми ветвями и прямыми с прорезью замком неполного профиля за счет выполненных в них на рабочей поверхности по внутреннему периметру кольцевой непрерывной канавки постоянной высоты и глубины, причем кольцо в свободном распружиненном состоянии с соответствующим раскрытием замка имеет в плане устойчивую предварительную эллиптичность или овальность, существенно отличную от его формы и размеров при минимальном раскрытии замка в установленном положении внутри цилиндрической камеры той же формы и размеров, отличающееся тем, что канавка выполнена прерывистой без выборки материала на спинке и в замке и симметрично главной оси по обеим ветвям переменной глубины с плавным увеличением ее от нуля на спинке к максимуму у замка на расстоянии, равном радиусу округления доннышек канавок от их выхода в направлении спинки, а кольцо выполнено с дополнительной эллиптичностью или овальностью пропорционально этому максимуму, причем площадь поперечного сечения каждой канавки по указанному максимуму не превышает 50% площади полного профиля кольца

2 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде круга

3 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде скругленного квадрата с отношением размера диагонали к размеру стороны, равным 1,2-1,4

4 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде скругленного выпуклого прямоугольника с отношением размера диагонали к наибольшему короткому размеру, измеренному по оси симметрии, равным 1,4-1,9

5 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде эллипса с отношением размеров по главным осям симметрии, равным 1,5-2

6 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде овала с отношением размеров по главным осям симметрии, равным 1,5-2

7 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что оно выполнено в виде овоида с отношением длины к ширине, равным 1,5-2

8 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде формы, которая состоит из двух сопряженных своими концами навстречу экспонент с отношением большего размера фигуры к меньшему, равным 1,5-2

9 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде формы, которая состоит из сопряженных дуг окружностей разных радиусов и образует выпуклую наружу замкнутую фигуру с отношением большего размера к короткому, равным 1,5-2

10 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде замкнутой фигуры из двух полуокружностей одного или разных радиусов, вершины которых направлены в противоположные стороны, и двух прямых, соединяющих их концы, с отношением наибольшего размера между вершинами полуокружностей к короткому, измеренному по диаметру большей полуокружности, равным 1,5-2

11 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде замкнутой выпуклой бочкообразной фигуры со скругленными вершинами, с отношением наибольшего размера между выпуклыми доннышками к наибольшему размеру между выпуклыми криволинейными боковыми стенками, равным 1,5-2

12 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде замкнутой фигуры из сопряженных четырех дуг окружностей, причем две из них выпуклые одного радиуса, а две их соединяющие такого же или другого радиуса вогнутые, с отношением наибольшего размера между выпуклостями по оси симметрии к диаметру наибольшей из выпуклых дуг окружностей, равным 1,5-2

13 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде трохоида с одним пережимом посередине, с отношением наибольшего размера между выпуклостями по оси симметрии к наибольшему размеру, измеренному перпендикулярно оси симметрии, равным 1,5-2

14 Кольцо по п. 1, отличающееся тем, что выполнено в виде выпуклой с трех сторон замкнутой фигуры из трех сопряженных дуг окружностей и прямой с четвертой стороны, соединяющей две

дуги окружностей меньшего радиуса с вершинами, направленными в противоположные стороны, и одной дуги окружности большего радиуса, соединяющей две дуги меньшего радиуса, с отношением большего размера между вершинами дуг меньшего радиуса к наименьшему между прямой и вершиной дуги большего радиуса, равным 1,5-2

15 Кольцо по п 1, **отличающееся** тем, что выполнено в виде конхоида с отношением ее большего размера к длине по оси симметрии, равным 1,5-2

16 Кольцо по п 1, **отличающееся** тем, что выполнено в виде выпуклого и выпянутого эволюта окружности с отношением наибольшего размера к наименьшему по главным осям, равным 1,5-2

17 Кольцо по п 1, **отличающееся** тем, что выполнено в виде выпуклого замкнутого циклоида с отношением наибольшего размера по оси симметрии к размеру самой широкой ее части, измеренной перпендикулярно оси симметрии, равным 1,5-2

18 Кольцо по п 1, **отличающееся** тем, что выполнено в виде замкнутой фигуры, выпуклой с трех сторон и вогнутой с четвертой стороны, образованной вращающейся фрезой, центр которой проходит по дуге окружности с большим радиусом, чем радиус фрезы, с отношением максимального размера между крайними точками к диаметру фрезы, равным 1,5-2

19 Кольцо по п 1, **отличающееся** тем, что выполнено в виде замкнутой выпуклой фигуры, которая состоит из двух парабол и двух сопряженных с ними по концам полуокружностей с отношением максимального размера к минимальному по осям симметрии, равным 1,5-2

20 Кольцо по п 1, **отличающееся** тем, что выполнено в виде замкнутой выпуклой фигуры, которая состоит из двух гипербол и двух сопрягающих их полуокружностей с отношением максимального размера к минимальному по осям симметрии, равным 1,5-2

Изобретение относится к энергетике, а именно, двигателестроению, поэтому оно может с успехом использоваться в качестве компрессионных, уплотняющих и маслосъемных колец во всех поршневых механизмах, машинах и аппаратах, дизелях, двигателях внешнего и внутреннего сгорания, в поршневых авиадвигателях, автодвигателях, в других транспортных двигателях, танковых и тракторных, вездеходов и бронемашин, корабельных и судовых двигателях, компрессорах и насосах, пневмо- и гидродвигателях и может применяться также для осевой фиксации деталей вал-втулка в качестве стопорных разрезных пружинных колец

Изобретение применимо в широком диапазоне мощностей машин и аппаратов, как для небольших малой мощности быстроходных, например, двигателей авиамоделей, мотовелосипедов, мопедов и мотоциклов, так и для больших и мощных – до 20 тыс кВт – быстроходных дизель-генераторных электростанций, так и громадных судовых тихоходных двигателей и дизелей с мощностью до 50 тыс кВт

Из технической литературы [1, 2, 3] известен ряд конкретных отдельных конструктивных решений выполнения поршневых колец со своими достоинствами и недостатками, которые по устройству, конструкции, формам и элементам близки предложенному техническому решению по устройству поршневого кольца и оказывают в той или иной мере влияние на их уплотняющую, компрессионную или маслосъемную способность, равномерность прилегания и распределения давлений по участкам, гибкость, упругость, прочность и износостойкость

Известно – см с 232[3], что у тихоходных двигателей особенно важно устройство по возможности совершенного уплотнения цилиндров кольцами из пружинных материалов для того, чтобы предотвратить повреждение очень тонкой масляной пленки, поэтому, в таких двигателях обязательно следует применять возможно более равно-

мерное распределение давления кольца на стенки при сравнительно низкой упругости колец, но одновременно желательно повысить гибкость кольца и его упругость без ухудшения равномерности распределения давления и уменьшения периода его эксплуатации. Известно также, что подавляющее большинство поршневых двигателей, механизмов, машин, аппаратов, компрессоров и насосов имеют пока в поперечном сечении цилиндров, колец и поршней форму окружности (круга). Но при изготовлении колец круглой формы из круглых заготовок механической обработкой или отлитых в специальные формы с несколько увеличенным размером по диаметру приходится идти на некоторые специальные нарушения формы реального кольца, у которого номинальный-окончательный диаметр меньше чем заготовка, так как в ней вырезается "вставка-замок", соответствующий раствору замка готового кольца, и кольцо затем сжимается при вводе в цилиндр двигателя до номинального – окончательного размера. Это вырезание материала кольца (с учетом перспективного износа и сохранения упругости) резко меняет теоретическую форму кольца и концентричность прилегания его к стенкам камеры действия (цилиндра). Из-за нарушения формы и появления в разрезном пружинном кольце свободных концов в замке существенно нарушается распределение давления участков кольца на стенки цилиндров. Поэтому кольца круглой формы не обеспечивают равномерного давления по окружности. Типичная полярная диаграмма (роза-эпюра) давлений резко выраженной грушевидной формы с большим разбросом пиков и впадин давлений по участкам для этих колец показана на рис 292, с 126 [1] и рис 32, с 62 [2]

Известны также два вида колец, обеспечивающих достаточную или приемлемую равномерность распределения давлений по участкам кольца на стенки цилиндра. Первый из них – см рис 293, 1 [1] выполнен в форме кольца, образованного двумя окружностями, из которых внутренняя

сместена до соприкосновения в одном месте с наружной (рабочей) окружностью, а концы замка, выполненные в этом же месте, сходят на нет и кольцо при длительной работе фактически не выдерживает никакого износа и серьезных нагрузок, а также быстро теряет свои уплотняющие свойства. Практически такие кольца невыполнимы и никогда не изготавливались промышленностью, можно только в большей или меньшей степени приблизиться к подобной форме. Например, второй вид кольца – см. рис. 293, II [1] – выполнен близким указанной форме, но у которой основная масса профиля сечения тела кольца вместе с торцовыми полками в районе замка уменьшена (удалена) на 50% и более по сравнению с полным профилем на спинке. Такую форму придавали ранее эксцентрично обточенным поршневым кольцам с конечной радиальной толщиной (шириной) см с 74 [2] – и придают иногда пружинным стопорным кольцам для выравнивания давления по окружности и повышения гибкости кольца с целью облегчения монтажа. Кольца такой формы избегают и в настоящее время применять в двигателях и компрессорах, так как с точки зрения современного производства в них нет никакой необходимости, они более сложны в изготовлении, у них при больших износах резко падают упругие свойства, несколько увеличены утечки (прорывы) газов в районе замка из-за уменьшения длины щели и уменьшения ширины торцовых полок, по этой же и по причине появления гудронистых отложений и нагара в канавках поршня, не срезаемых короткими торцовыми полками при их работе и перемещениях, такие кольца имеют склонность к пригоранию, закоксовыванию и заклиниванию в канавках поршня, которые, к тому же необходимо выполнять специальной формы.

Известно также конструктивное техническое решение, фрагмент которого показан на рис. 348, стр. 453 [2], в виде пружинного разрезного маслосъемного поршневого кольца, у которого на внешней рабочей поверхности наибольшего диаметра выполнена непрерывная канавка постоянной высоты и глубины, причем в самом замке выборка материала кольца из канавки не произведена для того, чтобы сохранить плотность в замке и не уменьшить длину щели в нем, то есть не увеличивать утечки (прорывы) газов и масла по замку, – при этом выводят скругления доннышек канавки до щели в замке на ту же рабочую поверхность кольца. Однако такое выполнение слабо влияет на повышение местной гибкости, на понижение местной упругости, на приспособляемость кольца к изменению кривизны стенок, – и не приводит к существенному увеличению прилегания и равномерности распределения давлений на стенки цилиндра.

Другое широко известное в двигателестроении техническое решение (см. стр. 126 [1], стр. 149 [2]) по конструктивному выполнению поршневых колец с равномерным распределением давления по окружности, применяемое при изготовлении их, состоит в том, что кольцо в свободном распружиненном состоянии предварительно придают устойчивую промежуточную некруглую форму, с увеличенным разведением концов замка, несколько напоминающую эллипс (такие кольца называют "условно эллиптическими") или овал (такие кольца

называют "с положительной овальностью"). Эти кольца после введения в цилиндр в установленном положении в канавке поршня принимают круглую форму, повторяющую форму рабочих поверхностей стенок цилиндра, и оказывают более равномерное давление на стенки, чем обычное круговое кольцо. Однако такое конструктивное решение также не лишено недостатков: колебания давления (пики и впадины) и плотность прилегания по участкам кольца на стенки цилиндра еще остаются значительными и не поддаются регулировке даже при индивидуальной подгонке, поэтому их стремятся несколько сгладить еще на стадии изготовления кольца, например, как в сторону повышения давления от концов кольца у замка для предотвращения утечек газов за счет подгибки концов в сторону стенки, так и в сторону понижения давления от концов кольца у замка за счет осаживания и подгибки в обратную сторону от стенки, чтобы концы кольца не разбивались в продувочных окнах двухтактных дизелей. Такие кольца зачастую требуют индивидуального изготовления и подгонки, поэтому у них затруднительно при всех, в том числе широко применяемых расточках по копиру рабочих поверхностей снаружи и нерабочих изнутри, операциях механической обработки рабочих поверхностей, термосификации, насечки, рифления, вальцовки, накатки, упрочнения или обжата в матрице, получать равную и требуемую теоретическую и расчетную условную эллиптичность или положительную овальность для группы колец, так как всякое индивидуальное дополнительное формообразование при этом всегда являлось и продолжает оставаться слабым местом в изготовлении колец.

За ближайший аналог принят пружинный кольцеобразный элемент – скребковый сегмент известного "Составного маслосъемного поршневого кольца" по а.с. № 1712715, F16J9/06, 1992, который выполнен с прямым разрезным замком и с непрерывной кольцевой канавкой постоянной высоты и глубины на внутренней наименьшей по периметру нерабочей поверхности этого сегмента, причем кольцеобразный сегмент в свободном распружиненном состоянии имеет устойчивую в плане промежуточную форму с предварительной эллиптичностью или овальностью и соответствующим раскрытием замка, а после введения в цилиндр в установленном положении в канавке поршня и непродолжительной приработки кольцеобразный сегмент принимает круглую форму, повторяющую реальную форму внутренних рабочих поверхностей стенок цилиндра в его поперечном сечении. Достоинством этих сегментов при работе с непрерывным пружинным тангенциальным расширителем являются приемлемые в эксплуатации и сохраняющие свои значения длительное время их повышенная общая гибкость, упругость и прочность, а также достаточно высокая равномерность, близкая к круговой форме, распределения давлений, с пониженными пиками и впадинами, по участкам кольцеобразных сегментов на стенке цилиндра. Однако из недостатков этого скребкового элемента, выполненного в виде кольца, необходимо отметить следующие. Удовлетворительная его работа возможна только при наличии тангенциального пружинного расширите-

ля, а короткая ослабленная канавкой и тонким скребком прямая щель в замке не исключает прорывы газов и масла по нему. Такое выполнение кольца само по себе при работе его без расширителя или в качестве компрессионного также слабо влияет на повышение местной гибкости, на понижение местной упругости, на приспособляемость кольца к изменению кривизны стенок, — и не приводит к существенному увеличению прилегания и равномерности распределения давлений на стенки цилиндров.

Задача, на разрешение которой направлено изобретение, заключается в устранении конструктивных и эксплуатационных недостатков известных и сравниваемых поршневых колец, изготавливаемых по различным технологиям и способам, и, путем внесения минимальных конструктивных изменений, использовать и объединить, по возможности, отдельные их достоинства для достижения суммарного технического эффекта и увеличения приспособляемости колец к изменению кривизны и формы цилиндрических, цилиндрообразных и цилиндроподобных камер действия любой сложности, равномерности распределения давлений и прилегания по участкам на стенки, гибкости их без существенной потери прочности и упругости, что позволило бы повысить эксплуатационные качества, износостойкость, надежность и моторесурс поршневых колец.

Предлагаемое техническое решение заключается в одновременном совмещении при изготовлении условно эллиптических или с положительной овальностью разрезных (в одном месте) пружинных поршневых колец с полным разведением концов замка в свободном распружиненном состоянии с выполнением в них постоянной по высоте прерывистой асимметричной канавки переменной плавно меняющейся глубины на внутренней наименьшей по периметру нерабочей поверхности кольца и за счет асимметричности канавки, т.е. смещения ее относительно оси кольца перпендикулярной к главной оси замок-спинка, достичь наивысших величин предварительной эллиптичности или овальности и разведения концов замка в свободном состоянии прямо пропорциональных смещению ее расположения и максимальной глубине выборки материала в канавке, что позволяет объединить известные по прототипу и другим аналогам вышеуказанные конструктивные решения практически и применить их совместно без ухудшения уплотняющей или маслосъемной способности кольца и без изменения внешнего вида и геометрических форм рабочей наибольшей по периметру и торцовых поверхностей кольца, а это приводит к достижению наибольшего суммарного эффекта по улучшению прилегания кольца, максимальной равномерности распределения давлений по участкам кольца на стенки, существенному увеличению гибкости при сохранении упругости и прочности кольца, повышению приспособляемости кольца к изменениям кривизны цилиндрических, цилиндрообразных и цилиндроподобных камер действия, т.е. применить и использовать их не только для уплотнения существующих цилиндрических камер действия, где уплотнение обеспечить сравнительно легче и кривизна незначительно меняется в процессе эксплуатации — см. фиг

1–3, но главное, обеспечить совершенное уплотнение цилиндрообразных и цилиндроподобных камер действия, где уплотнение обеспечить крайне трудно, т.е. с любой сложной формой поперечного сечения и со значительными перепадами и изменениями кривизны контура рабочих поверхностей для новых типов двигателей 21-го века — см. фиг 1–35, а именно, в виде скругленного квадрата — фиг 4, 5, скругленного прямоугольника — фиг 6, 7, эллипса — фиг 8, 9, овала — фиг 10, 11, овоида — фиг 12, 13, овалообразных и овалоподобных — фиг 14–19, например, с двумя экзопонентами — фиг 14, 15, из двух дуг окружностей — фиг 16, 17, из двух полуокружностей и двух прямых — фиг 18, 19, бочкообразных — фиг 20, 21, из выпукло-вогнутых четырех дуг окружностей — фиг 22, 23, троихиды — фиг 24, 25, трех дуг и одной прямой — фиг 26, 27, выпукло-вогнутой, образованной вращающейся фрезой — фиг 28, 29, конхойды — фиг 30, 31, циклоиды или эволюты окружности — фиг 32, 33, двух парабол или гипербол и двух полуокружностей — фиг 34, 35. При этом с помощью увеличения асимметричности выборки пружинного материала в прерывистой канавке профиля кольца вплоть до 50% от его площади на спинке (больше не допускается выбирать, т.к. начинается резкое падение местной прочности и упругости кольца) удастся еще больше увеличить гибкость кольца и предварительную эллиптичность или овальность с соответствующим разведением концов замка не только для круглых в установленном положении колец, но и всех вышеперечисленных сложных и криволинейных форм и фигур, т.е. в конечном итоге поддерживать их уплотняющую и маслосъемную способность на достаточно высоком уровне и добиться наиболее равномерного распределения давления участков кольца на стенки камер действия разной (непостоянной) по периметру рабочей поверхности кривизны при вытянутости этих фигур до величины соотношения определяющих размеров в плане — равной 1,5–2. Дальнейшее увеличение выборки пружинного материала колец свыше 50% или вытянутости фигур колец с соотношением определяющих размеров по их главным осям более 2-х нежелательны и бессмысленны из-за потери прочности и упругости колец, невозможности при этом длительной работы, возможных частых поломок, потери плотности прижима, утечек-прорывов газов и, главное, не удастся достигнуть равномерности распределения давления и плотности прилегания по участкам колец на стенки камеры действия.

Выполнение предлагаемого поршневого кольца с прерывистыми канавками переменной глубины существенно повышающими его гибкость, и придание ему дополнительной предварительной эллиптичности или овальности с соответствующим раскрытием прорези замка прямо пропорциональных асимметричности канавок и их максимальной глубине, практически не снижает прочность и упругость кольца по сравнению с известным по прототипу, у которого прерывистые канавки выполнены с постоянной средней глубиной в два раза меньшей, чем максимум у канавок переменной глубины, так как по количеству выборки материала из профиля по внутреннему периметру, снижению общей массы кольца и его ослабле-

нию, сравниваемые конструкции равноценны, то есть у них равны прочность и упругость, а профили копец (балок несущих нагрузку) еще сохраняют свою коробовую, либо квадратную, либо прямоугольную, либо другую симметричную или несимметричную, или трапецеидальную форму

Предлагаемые для простых и сложных цилиндрических камер действия формы поршневого кольца, показанные сплошными линиями, с расположенными на нерабочей поверхности прерывистыми канавками переменной глубины, показанные на всех формах пунктирными линиями, изображены на следующих чертежах

Фиг 1 – кольцо в форме круга в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью и продольным сечением одной ветви по канавке,

Фиг 2 – кольцо в форме круга в установленном положении в цилиндрической камере действия с поперечными сечениями его профиля на спинке и обеих ветвях, и с продольным сечением одной ветви по канавке,

Фиг 3 – кольцо в форме круга, – вид сверху на кольцо, изображенное на фиг 2, с поперечным сечением профиля ветви с канавкой,

Фиг 4 – кольцо в форме скругленного квадрата в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 5 – кольцо в форме скругленного квадрата в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 6 – кольцо в форме скругленного прямоугольника в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 7 – кольцо в форме скругленного прямоугольника в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 8 – кольцо в форме эллипса в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной овальностью или большей эллиптичностью,

Фиг 9 – кольцо в форме эллипса в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 10 – кольцо в форме овала в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или большей овальностью,

Фиг 11 – кольцо в форме овала в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 12 – кольцо в форме овоида в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 13 – кольцо в форме овоида в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 14 – кольцо в форме фигуры из двух сопряженных экспонент в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 15 – кольцо в форме фигуры из двух сопряженных экспонент в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 16 – кольцо в форме фигуры из сопряженных дуг окружностей в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 17 – кольцо в форме фигуры из сопряженных дуг окружностей в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 18 – кольцо в форме фигуры из двух полуокружностей и двух прямых в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 19 – кольцо в форме фигуры из двух полуокружностей и двух прямых в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 20 – кольцо в форме выпуклой бочкообразной фигуры в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 21 – кольцо в форме выпуклой бочкообразной фигуры в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 22 – кольцо в форме фигуры из сопряженных двух выпуклых и двух вогнутых дуг окружностей в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 23 – кольцо в форме фигуры из сопряженных двух выпуклых и двух вогнутых дуг окружностей в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 24 – кольцо в форме трохоиды в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 25 – кольцо в форме трохоиды в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 26 – кольцо в форме выпуклой фигуры из сопряженных трех дуг окружностей и прямой в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 27 – кольцо в форме выпуклой фигуры из сопряженных трех дуг окружностей и прямой в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 28 – кольцо в форме выпукло-вогнутой фигуры, образованной вращающейся фрезой, в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 29 – кольцо в форме выпукло-вогнутой фигуры, образованной вращающейся фрезой, в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 30 – кольцо в форме конхоиды в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 31 – кольцо в форме конхоиды в установленном положении в цилиндрической камере действия,

Фиг 32 – кольцо в форме циклоиды или эволюты окружности в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 33 – кольцо в форме циклоиды или эволюты окружности в установленном положении в цилиндрообразной камере действия,

Фиг 34 – кольцо в форме фигуры из сопряженных двух парабол или гипербол с двумя полуокружностями в свободном распружиненном состоянии с предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью,

Фиг 35 – кольцо в форме фигуры из сопряженных двух парабол или гипербол с двумя полуокружностями в установленном положении в цилиндрообразной камере действия

Поршневое кольцо для каждой из предложенных на фиг 1–35 его конкретных промежуточных и окончательных форм конфигурации и кривизны выполнено как единая и неделимая плоская по торцам с постоянной высотой и шириной профиля деталь из однородного пружинного материала

В названиях чертежей, также как в описании, под термином "кольцо" подразумеваются все кольцеобразные замкнутые, но разрезанные поперек в замке, фигуры любой из предложенных простых и сложных форм от круга, квадрата, прямоугольника до эллипса, овала, овоида, трохоиды, конхоиды, циклоиды и т д

Предпочтительные соотношения определяющих размеров всех предлагаемых форм поршневого кольца в плане в установленном положении внутри цилиндрообразной камеры его действия равны 1 – для кольца, изображенного на фиг 1–3, 1,2–1,4 – для кольца, изображенного на фиг 4–5, 1,4–1,9 – для кольца, изображенного на фиг 6–7, 1,5–2 – для всех остальных форм кольца, изображенных на фиг 8–35

Устройство и элементы предлагаемого поршневого кольца всех форм на фиг 1–35 для цилиндрообразных и цилиндроподобных камер действия рассмотрим на примере поршневого кольца круговой формы на фиг 1–3 для цилиндрических камер действия

Предлагаемое поршневое кольцо с плоскими торцами и с постоянным по всему периметру высотой и шириной профиля состоит из спинки 1 полного профиля, двух боковых ветвей 2 неполного профиля и разрезного прямого замка 3 полного профиля с прорезью "Б" Между торцами на внешнем периметре кольца расположена рабочая поверхность 4, а на внутреннем периметре – нерабочая поверхность 5, края которых ограничены верхней торцевой полкой 6 и нижней торцевой полкой 7 На нерабочей поверхности боковых ветвей выполнены симметрично главной оси кольца замок-спинка постоянной высоты прерывистые канавки "А" с переменной плавно увеличивающейся глубиной в направлении от спинки к замку, причем все они выполнены со скругленными углами 8, фасками 9 и выходами скруглений 10 донышек 11 канавок "А" по обе стороны от прорези "Б" замка 3 на нерабочую поверхность 5 Кольцо с приданной ему предварительной и дополнительной эллиптичностью или овальностью в свободном распружиненном состоянии обладает устойчивой в плане промежуточной формой, изображенной на фиг 1, с увеличенным раскрытием прорези "Бп" замка, чем его действительная, реальная или окончательная форма, изображенная на фиг 2, в уста-

новленном положении (т е в статике^{III}) в цилиндрической камере действия этого кольца с минимальным раскрытием прорези "Бр" замка

В рассмотренном примере поршневое кольцо обретает реальную форму круга после установки его промежуточной формы в опоясывающую прорезь-канавку на поршне, введения вместе с поршнем кольца со сжатием в номинальный размер в цилиндрическую камеру действия и непродолжительной его приработки при обкатке, – только после этого внешняя рабочая поверхность 4 кольца действительно полностью повторяет в статическом положении реальную цилиндрическую форму внутренней рабочей поверхности стенок камеры действия, образованной прямой линией движущейся от окружности Указанные взаимосвязи и соотношения между элементами поршневого кольца, его промежуточной и действительной – реальной формой, характерны как для простого кругового кольца, так и для кольца с любой сложной из предлагаемых конкретных реальных форм, в том числе с переменной кривизной рабочей поверхности, изменениями или перепадами кривизны в цилиндрообразных и цилиндроподобных камерах действия со сложными формами их поперечного сечения, как показано на фиг 4–35, где под четными номерами фигур показана промежуточная форма сложного кольца, а под соседним нечетным показана реальная форма этого же кольца в установленном положении

Приведенные на фиг 1–35 формы предлагаемого поршневого кольца с идентичными конструктивными элементами (поз I–II) по устройству обладают более качественными рабочими характеристиками (по сравнению с известными пружинными разрезными кольцами) по гибкости, плотности прижима, приспособляемости к изменениям кривизны по участкам, продолжительности работы, степени износа в эксплуатации, полученными за счет выполненных в них на нерабочей поверхности 5 прерывистых канавок "А" переменной плавно увеличивающейся от спинки 1 к замку 3 глубины, где она имеет максимум равный двойной средней глубине, что позволило всем предложенным формам придать дополнительную предварительную эллиптичность или овальность с раскрытием прорези до "Бп" в замке 3, обеспечивающих кольцо в работе в сжатом состоянии снижение общего уровня его пиковых давлений на стенки камер действия, увеличение равномерности распределения давлений по участкам от кольца на стенки, повышение плотности прижима кольца к стенке, сохранение тонкой масляной пленки на ней, увеличение точек и площадок контакта между их рабочими поверхностями, – что в целом приводит к увеличению надежности и эффективности уплотнения, компрессии или маслосъема и повышению износостойкости в паре трения кольцо-втулка в цилиндрических, цилиндрообразных и цилиндроподобных камерах действия этого кольца Уже в работе, после обкатки предложенных форм кольца внутри цилиндрообразных камер действия, кривая (роза-эпюра) распределения величин давлений всех участков кольца на стенки становится наиболее пологой и равномерной, без пиков и впадин, и остается стабильной на длительное время, при этом она практически полностью пов-

торяет внутреннюю форму поперечного сечения камеры и кольца в ней. Вследствие этого при работе кольца его внешняя, обычно выступающая за пределы поршня по периметру на величину зазора между ним и стенками камеры действия, рабочая поверхность 4 постоянно и равномерно плотно прижата к указанным стенкам, как на спинке 1 и на замке 3, так и на боковых охватывающих поршень ветвях 2 кольца. Кроме того, предлагаемое кольцо существенно уменьшает в работе утечки-прорывы рабочего газа или жидкости и не склонно к залипанию, залеганию, пригоранию, закоксовыванию и последующему заклиниванию в канавке поршня, так как оно постоянно "играет" — то есть пружинит, двигается, перемещается, вибрирует в очень небольших пределах в канавке поршня, что обеспечено как за счет минимально необходимого раскрытия "Бр" прорези в замке, не препятствующего его пружинению, так и за счет минимального необходимого зазора между торцовыми полками 6 или 7 кольца и канавки на поршне, не препятствующего его скольжению и перемещению, в том числе и в пределах двойного зазора между внутренней нерабочей поверхностью 5 кольца и доннышком опоясывающей поршень канавки, где оно установлено, то есть в работе, даже при случайных перемещениях и пружинных скачках кольца, когда вся ширина (толщина) профиля утапливается полностью в канавку поршня, оно все равно не касается своей нерабочей поверхностью 5 указанного доннышка. Причем даже при выборке материала в канавке "А" кольца в месте ее максимальной глубины до 50% полного профиля кольца, ширина его торцовых полок 6 и 7 на замке, на спинке, на ветвях и длина прорези в замке всегда остаются постоянными и равными ширине профиля кольца по всему периметру (естественно за исключением случаев запредельных износов кольца), что обеспечивает при работе и перемещениях кольца в вышеуказанных зазорах наибольшие давления сжатия рабочего газа или жидкости и наименьшие его утечки-прорывы, а также срезание краями торцовых полок кольца гидронистых отложений и нагара как на стенках камеры действия, так и в зазорах между торцами кольца и канавки на поршне, — при этом нет необходимости канавку на поршне выполнять специальной формы отличной от формы кольца, и некоторое снижение в работе концентрации напряжений в кольце в местах вырезов канавок "А" достигается как за счет повышения общей и местной гибкости и приспособляемости кольца к изменениям кривизны с соответствующим снижением общего уровня напряжения в нем без пиков и впадин, так и за счет выполненных в канавках "А" скругленных углов 8, фасок 9 и плавных скруглений 10 доннышек 11 с радиусом равным ее глубине.

Показанное на фиг. 1–3 предлагаемое поршневое кольцо для цилиндрических камер действия по некоторым своим свойствам и качествам превосходит в работе существующие по следующим соображениям и признакам, а именно

— простому прямому замку и практическому отсутствию при работе кольца сил и реакций сдвигающих его вдоль опоясывающей прорези в поршне,

— гашение динамического воздействия струи, вытекающей из щели в замке в зазор между кольцом и доннышком прорези в поршне, за счет его прямого удара в указанное доннышко и симметричного резкого расширения в объемах прерывистой канавки с максимальной глубиной по обе стороны от замка,

— увеличенной предварительной эллиптичности или овальности кольца и большому количеству опорных площадок прилегания — контактов со стенками цилиндров,

— полной симметрии геометрической формы кольца, центров тяжести охватывающих поршень ветвей, сил упругости и давлений относительно главной оси замок-спинка и существенному смещению по этой оси к спинке общего центра тяжести, — поэтому предлагаемое кольцо практически не имеет склонности к вращению в опоясывающей прорези в поршне вокруг его центра, что повышает возможности приработки и приспособляемости кольца к рабочим поверхностям цилиндров и позволяет применять их во всех существующих и новых типах поршневых механизмах, двигателях, машинах, компрессорах и насосах.

Показанные на фиг. 4–35 другие формы предлагаемого поршневого кольца для цилиндрических и цилиндроподобных камер действия (сверх перечисленных выше положительных свойств и качеств предлагаемых колец для цилиндрических камер действия) вообще не имеют возможности в работе вращаться или сдвигаться вдоль опоясывающей прорези в поршне вокруг его оси, что резко увеличивает способность к приработке и приспособляемости колец к рабочим поверхностям камер действия со значительными изменениями и перепадами кривизны, поэтому без такого типа колец новые поршневые двигатели, механизмы, машины, компрессоры и насосы со сложными в поперечном сечении камерами действия никак не смогут обходиться, а их применение станет обязательным для существования и обеспечения эффективной работы этих двигателей.

Изготовление всех форм предлагаемых колец с асимметричной канавкой в них осуществляется фактически по тем же технологиям, что и обычные кольца, их вальцуют, накатывают и упорочняю для обретения необходимой устойчивой предварительной промежуточной формы в свободном состоянии и затем прорезают канавку, или заготовку отливают сразу с асимметричной канавкой и припуском на необходимую предварительную эллиптичность или овальность в свободном состоянии и затем растачивают по копиру, или выпоняют заготовку кольца для принятой (выбранной) окончательной формы, но в устойчивом промежуточном и свободном состоянии сдавливанием трубы на необходимый размер с увеличенной с учетом на дополнительную величину предварительной эллиптичностью или овальностью канавки прямо пропорционально ее асимметричности и максимальной глубине с учетом плавно изменяющейся выборке материала в канавке и (по всем технологиям) с большим разведением концов замка. При перечисленных технологиях изготовления необходимо тщательно следить, чтобы прерывистая канавка была симметрична по глубинам относительно главной оси замок-спинка коль-

ца и асимметричной по глубинам относительно оси кольца перпендикулярной к главной (и лежащей в плоскости кольца) с направлением асимметрии смещения ее и увеличением глубины от спинки, где она равна нулю, к замку, где глубина может достигать только определенного максимума, при котором еще площадь поперечного сечения канавки не превышает 50% площади поперечного сечения профиля кольца на спинке

Так асимметричная прерывистая канавка располагается на самой нерабочей части кольца, то выборку пружинного материала можно производить практически на 70% осевой высоты по всему периметру кольца (за исключением замка и спинки), не достигая его торцов. Обязательно следует учесть при изготовлении следующие обстоятельства: если возможна в эксплуатации угроза раскрытия полок кольца, то канавку, а это фактически две прерывистые канавки на ветвях кольца, выполняют более прерывистой с перемычками, естественно выводя при этом скругления донышек на эту же нерабочую поверхность, а перемычки, что очевидно, поддерживают прочность полок и кольца и не дают возможности полкам раскрываться. Если такой угрозы нет, т.е. раскрытия полок кольца после сжатия его в номинальной окончателъный размер и в эксплуатации не превосходят зазора между кольцом и канавкой поршня (это касается гофра и волнистости полок торцов) – то ее оставляют непрерывной (т.е. одной прерывистой в двух местах – на спинке и у замка канавкой, а это получается фактически две непрерывные канавки симметричные главной оси замок-спинка) по обему охватывающим поршень ветвям кольца. Или, на всякий случай, на 0,05–0,1 мм заваливают (шлифуют) на конус верхнюю (обычно тонкую) торцовую полку в направлении от рабочей к нерабочей поверхности кольца. Кроме того, рекомендуется еще выполнять канавку слегка асимметричной по высоте кольца с целью утолщения наиболее изнашиваемой, обычно нижней, торцовой полки кольца, а в связи с существенным повышением гибкости кольца, для сохранения его прочности и упругости рекомендуется на несколько процентов увеличить высоту профиля кольца или, предпочтительнее, ширину профиля кольца.

Применение предлагаемых поршневых колец позволяет

- увеличить равномерность распределения давления от сил упругости по участкам кольца на стенки цилиндрических, цилиндрообразных и цилиндроподобных камер действия любой кривизны,
- уменьшить местные удельные давления, разбросы давлений и общий уровень пиковых давлений,
- повысить гибкость кольца практически без существенной потери его прочности и упругости,
- сократить период приработки кольца к цилиндрическим, цилиндрообразным и цилиндроподобным стенкам камер действия в процессе обкатки,
- уменьшить износ колец, что приводит к более длительному периоду их эксплуатации,
- увеличить площадь прилегания и поддерживать плотность прижима кольца к стенке во всех его точках и на весь увеличенный срок эксплуатации,

– уменьшить утечки и прорывы газов и рабочих жидкостей в скользящих контактах на рабочей поверхности и обем торцовым полкам,

– уменьшить износ цилиндров и цилиндрообразных и цилиндроподобных камер действия за счет понижения пиковых, местных и общих уровней давления на стенку и сохранения на ней тонкой масляной или другой, снижающей трение, пленки,

– использовать их практически при любых пружинных материалах разной степени твердости и упругости, как металлических и стальных, так и металлокерамических и других с наполнителями из менее твердой смазки,

– использовать их по любому назначению в качестве компрессионных, уплотнительных, маслосъемных и стопорных колец при простых и сложных профилях сечения тела колец, как симметричных так и несимметричных,

– использовать их практически при любых сложных формах поперечного сечения камер действия со значительными перепадами и изменениями, плавными и неплавными, кривизны круговых, квадратных, прямоугольных, эллиптических, эллипсоподобных, овальных и овалоподобных, экспоненциальных, эволютных, трохлоидальных, конхлоидальных, циклоидальных, гиперболческих, параболических, образованных дугами окружностей разных радиусов и участками сопряжений, в том числе и прямыми и т.д.,

– расширить предельно допустимую по определяющим размерам степень износа кольца с обеспечением надежной и эффективной работы его без существенной потери прочности и упругости,

– расширить предельно допустимую по определяющим размерам степень износа цилиндрических, цилиндрообразных и цилиндроподобных камер действия любой сложности без существенной потери плотности прижима кольца к стенке,

– увеличить приспособляемость кольца к изменению в процессе эксплуатации кривизны формы цилиндрических, цилиндрообразных и цилиндроподобных камер действия любых поршневых механизмов, машин, двигателей, компрессоров и насосов,

– несколько сократить число рядов колец в поршне и его высоту и, соответственно, потери на трение в цилиндро-поршневой группе,

– заранее изменять, корректировать, регулировать общую и местную прочность, гибкость, упругость, уровень давлений по участкам и их перераспределение еще на стадиях изготовления кольца или его ремонта с восстановлением всех первоначальных качеств

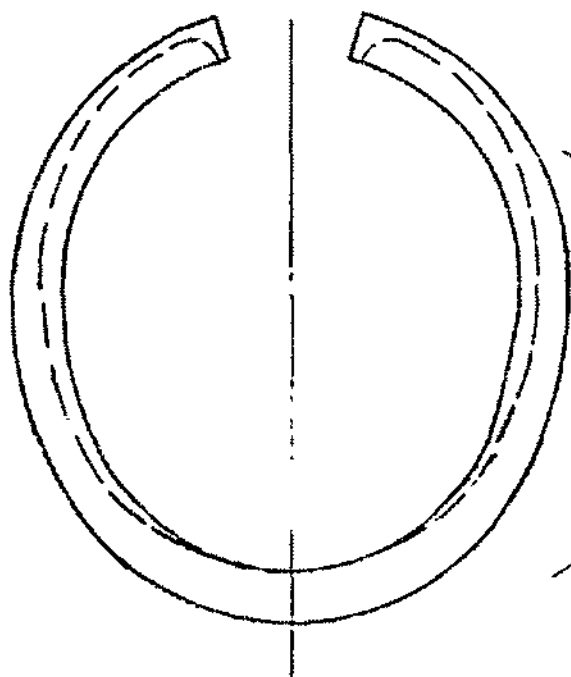
Все это в конечном итоге позволит увеличить надежность работы и период эксплуатации колец и поршневых двигателей в целом без потери мощности и повышения расхода топлива, а в поршневых механизмах, машинах, компрессорах и насосах – без потери их функциональных возможностей, производительности и давления газов и рабочих жидкостей

Источники, на которые приведены ссылки в описании

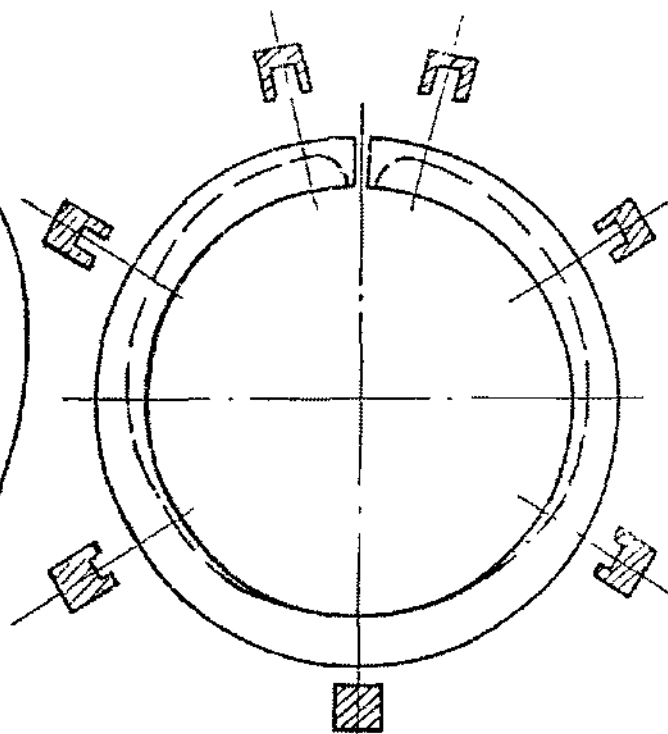
1 Орлов П.И. Основы конструирования. Книга 3 – М. Машиностроение, 1977

2 Энглиш К Поршневые кольца Том 1 Теория, изготовление, конструкция и расчет — М ГосНТИмашиностроительной литературы, 1962

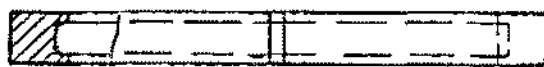
3 Энглиш К Поршневые кольца Том 2 Эксплуатация и испытание — М ГосНТИмашиностроительной литературы, 1963



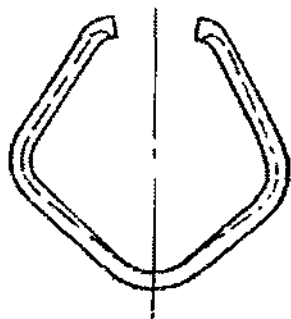
Фиг. 1



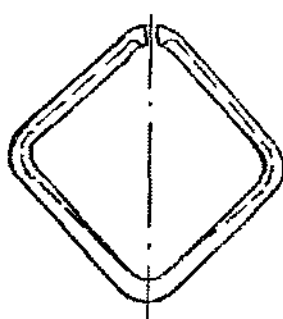
Фиг. 2



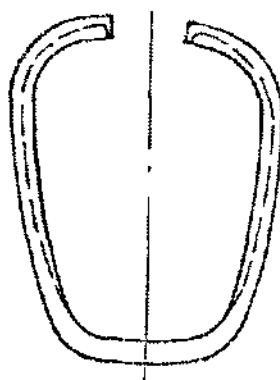
Фиг. 3



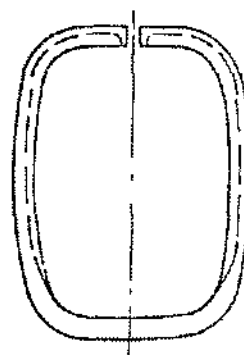
Фиг. 4



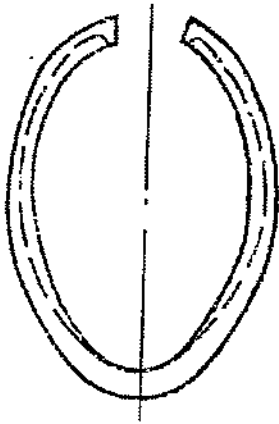
Фиг. 5



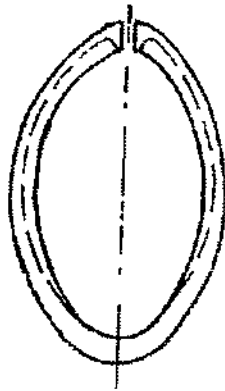
Фиг. 6



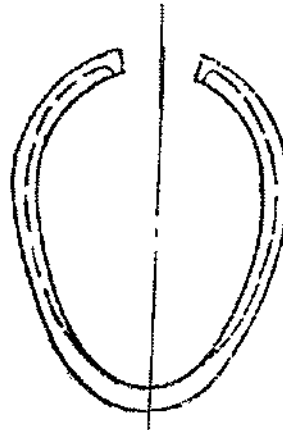
Фиг. 7



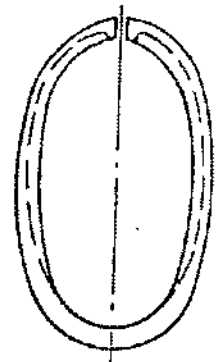
Фиг. 8



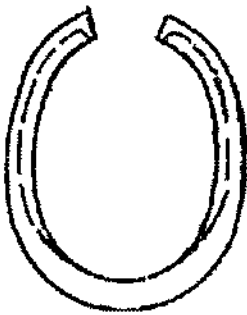
Фиг. 9



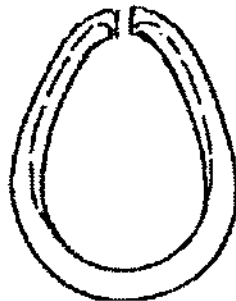
Фиг. 10



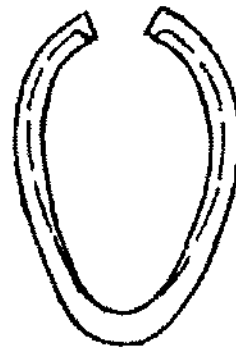
Фиг. 11



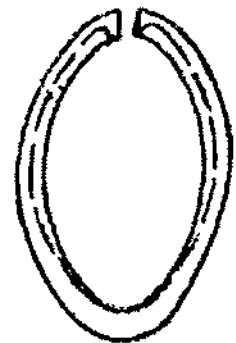
Фиг. 12



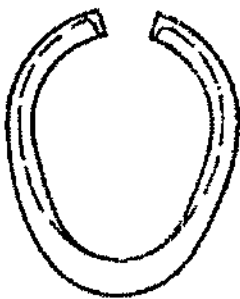
Фиг. 13



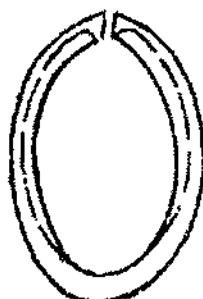
Фиг. 14



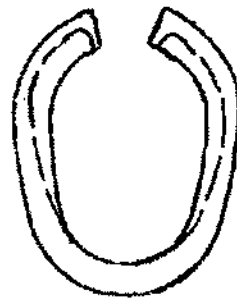
Фиг. 15



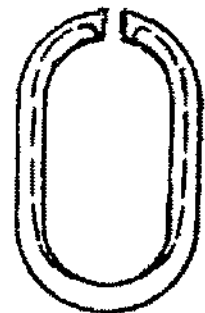
Фиг. 16



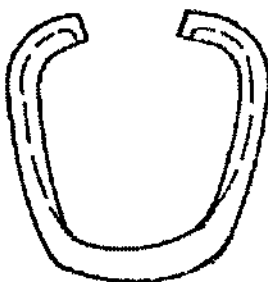
Фиг. 17



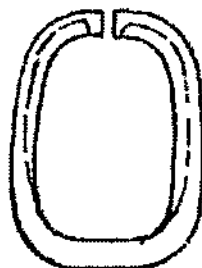
Фиг. 18



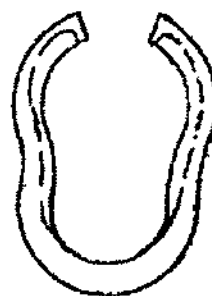
Фиг. 19



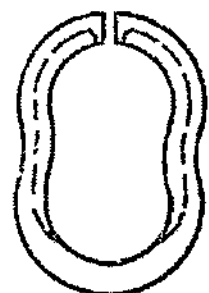
Фиг. 20



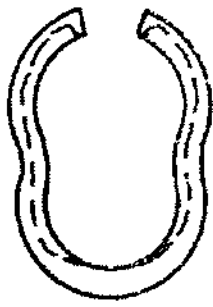
Фиг. 21



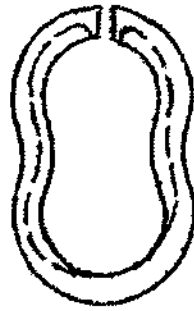
Фиг. 22



Фиг. 23



Фиг. 24



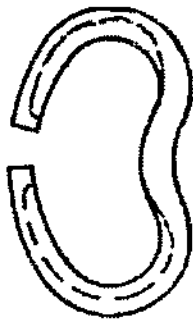
Фиг. 25



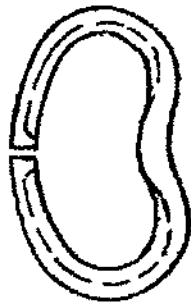
Фиг. 26



Фиг. 27



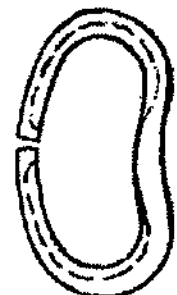
Фиг. 28



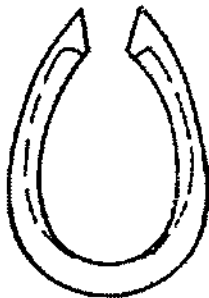
Фиг. 29



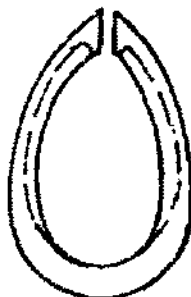
Фиг. 30



Фиг. 31



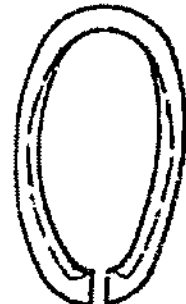
Фиг. 32



Фиг. 33



Фиг. 34



Фиг. 35

Тираж 50 экз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03

