



СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОМ КОМИТЕТЕ СССР ПО НАУКЕ И ТЕХНИКЕ
(ГОСКОМИЗОБРЕТЕНИЙ)

ПАТЕНТ

№

1837692

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР,
Госкомизобретений выдал настоящий патент на изобретение:
"Гибкий вал Увакиных"

Патентообладатель: Увакин Валентин Федорович и Увакин
Алексей Валентинович

Автор (авторы): они же

Заявка № 5000022 Приоритет изобретения 18 июля 1991г.
Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений СССР

13 октября 1992г.

Действие патента распространяется на всю
территорию Союза ССР сроком на 20 лет

(с 18 июля 1991г.)

Председатель Комитета

Начальник отдела



Рассмотрено
Генеральный директор



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ. №

(19) SU (11) 1837692 A3

(31)5 F 16 C 1/02

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО СССР
(ГОСПАТЕНТ СССР)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К ПАТЕНТУ

1

(21) 5000022/27
(22) 18.07.91
(76) В.Ф.Увакин и А.В.Увакин
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1028912, кл. F-16 C 1/02, опублик. 15.07.83.

(54) ГИБКИЙ ВАЛ УВАКИНЫХ
(57) Использование: в машиностроении для передачи крутящего момента между валами,

2

между которыми в процессе работы меняется расстояние и угол наклона. Сущность изобретения: гибкий вал содержит сильфон с гофрами и закрепленные на его концах фланцы. На вершинах гофров сделаны пуклевки. Сильфон выполнен многослойным, причем его слои сварены в вершинах пуклевок. Такое выполнение вала повышает его нагрузочную и демпфирующую способности. 3 ил.

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано в приборостроении для передачи вращения между двумя валами с изменяющимся углом между осями и длиной передачи, а также в качестве упруго-демпфирующих соединительных муфт при несовпадении осей валов.

Целью изобретения является повышение нагрузочной и демпфирующей способностей гибкого вала.

Для этого в гибком вале, состоящем из упругого элемента с закрепленными на концах фланцами, упругий элемент выполнен в виде многослойного сильфона с кольцевыми гофрами и пуклевками на вершинах гофров, причем слои сильфона сварены в вершинах пуклевок.

Новизной и существенными отличительными признаками предлагаемого гибкого вала являются выполнение упругого элемента в виде многослойного сильфона с кольцевыми гофрами и пуклевками на вершинах гофров, слои которого сварены в вершинах пуклевок, который формируется известными методами, например из рулонного тонкостенного вала эластичным пуансоном, на который давит шток, путем вдавливания стенок впадины разъемной матри-

цы, что способствует получению стенок гофров сильфона строго одинаковой толщины и обеспечивает десятикратное увеличение усталостной прочности упругого элемента.

Использование катаных тонких лент толщиной $h=0,05-0,20$ мм для изготовления рулонного вала, механические свойства которой в 1,5-2,0 раза выше, чем для проволоки диаметром 6-8 мм, также увеличивает нагрузочную способность гибкого вала и его усталостную прочность в 1,5-2,0 раза. Кроме того, многослойная структура упругого элемента (сильфона) способствует эффективному рассеиванию энергии колебаний, гашению вибрации, повышает (как и в рессорах) демпфирующую способность гибкого вала, позволяет использовать его в качестве упруго-демпфирующей муфты вместо муфты фирмы "Гейслингер" (Австрия), а отсутствие концентраторов напряжений в гибком вале обеспечивает его высокую долговечность, надежность при большом числе циклов нагружения по сравнению с известными карданными шарнирами.

Определяют основные характеристики гибкого вала для замены карданных шарниров карданной передачи в легковых автомобилях при максимальном крутящем

(19) SU (11) 1837692 A1

момента $M_{крп}=500$ Н.м и максимальном угле между осями $\Theta=15^\circ$, длине гибкого вала $L_b=0,1$ м, среднем значении радиуса изгиба гибкого вала $\rho_{ср} \frac{L_b}{\Theta} = 0,38$ м, полученного путем навивки в рулон 30 слоев ($l=30$) ленты толщиной $h_0=0,07$ мм с внутренним диаметром гофров $D_{мин}=55,5$ мм, средним диаметром $D_{ср}=62$ мм и максимальным диаметром гибкого вала с пуклевками на гофрах $D_{max}=70$ мм, максимальном растяжении вала $\Delta l=8,4$ мм, числе гофров $n=8$ и шаге $t_r=12$ мм, высоте гофров $H=5$ мм.

Коэффициенты анизотропии цилиндрической гофрированной многослойной оболочки K_1 и K_2 и ее расчет произведен в соответствии с

$$K_1=1,4; K_2=\frac{3}{2} \left(\frac{HK_1}{h_0} \right)^2 + 1=1,5 \cdot 10^4.$$

Приведенное значение модуля упругости эквивалентного по жесткости на растяжение ортотропного цилиндрического тонкостенного многослойного вала при $E=2 \cdot 10^{11}$ Па равно

$$E_{пр} = E \frac{1}{K_2} = 4 \cdot 10^8 \text{ Па}.$$

Максимальное изгибающее напряжение для эквивалентной ортотропной цилиндрической оболочки равно

$$\sigma_{Иmax} = \frac{E_{пр} \cdot D_{max}}{\rho_{ср} \cdot 2} = 3,77 \cdot 10^7 \text{ Па} = 37 \text{ МПа}.$$

Максимальное касательное напряжение при кручении равно

$$\tau_{max} = \frac{M_{крп}}{\frac{\pi D_{ср}^2 \cdot h_0}{2} \cdot K_1} = 5,5 \cdot 10^7 \text{ Па} = 55 \text{ МПа}.$$

Для автомашин средние значения мощности и момента в эксплуатации, как правило, не превышают 10–20 % от максимальных значений и среднее значение напряжения сдвига составит 5,5–11 МПа.

В случае отсутствия пуклевок, сваренных в вершинах, максимальное касательное напряжение возрастает в $\frac{3}{2} \frac{D_{ср} K_1}{h_0} = 62$ раза и превысит предел прочности материала в 2–4 раза.

Жесткость гибкого вала в осевом направлении K_{Q_0}

$$K_{Q_0} = \frac{h_0 E}{K_1 K_2 L_b} = 3,89 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$$

Жесткость предлагаемого гибкого вала K_{Q_0} близка к жесткости в осевом направлении гибкого вала Подвиснева с параметрами, приведенными выше, а допускаемое значение крутящего момента при одном и том же значении допускаемого напряжения

для материала вала $\sigma_d=150$ МПа в 80–85 раз больше.

Осевая сила Q , соответствующая удлинению гибкого вала на $\Delta l=8,4 \cdot 10^{-3}$ м, напряжение растяжения σ_{10} и соответствующий изгибающий момент $M_{Иmax}$ равны:

$$Q = K_{Q_0} \cdot \Delta l = 327 \text{ Н};$$

$$\sigma_{10} = \frac{Q K_1}{h_0} = 1,12 \cdot 10^6 \text{ Па} = 1,12 \text{ МПа};$$

$$M_{Иmax} = Q D_{ср} = 20,3 \text{ Н.м}.$$

Максимальный прогиб конца гибкого вала Y_{max} от действия массы вала, эквивалентной нагрузке на конце вала $Q=100$ Н равен

$$Y_{max} = \frac{8 Q L_b^3 K_1}{3 \pi E D_{ср}^3 h_0 l} = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}.$$

Проведенный анализ показывает, что предлагаемый гибкий вал по сравнению с известным гибким валом при одних и тех же габаритах и жесткости в осевом направлении имеет в 80–85 раз большую нагрузочную способность, обладает демпфирующими свойствами и имеет в 1,5

раза меньшую массу. На фиг. изображена конструкция гибкого вала, общий вид в разрезе; на фиг.2 – сечение А–А гибкого вала на фиг.1; на фиг.3 – узел I на фиг.1.

Гибкий вал состоит из упругого элемента 1, выполненного из тонкой металлической ленты 2 в виде рулона, на котором сформованы кольцевые гофры 3 и равномерно по периметру на вершинах гофров пуклевки 4, которые на смежных гофрах могут быть расположены в шахматном порядке, а концевые участки 5 упругого элемента 1 выполнены цилиндрическими и соединены, например, сваркой с установочными фланцами 6. В вершинах пуклевок 4, а также на концах 5 упругого элемента 1 слои металла сварены между собой, например, контактной сваркой по ГОСТ 15878–79.

Упругий элемент 1 гибкого вала может быть выполнен, например, из высокопрочного коррозионно-стойкого материала – стали 08X15H5D2T, предел прочности которой σ_b после закалки и холодной пластической деформации при формировании гофров и старения достигает 1600 МПа при относительной величине удлинения $\delta=11\%$, которая отлично сваривается.

Гибкий вал работает следующим образом.

При передаче крутящего момента и изменении угла между скрещивающимися слоями валов, изменении расстояния между осями и изменении длины силовой передачи

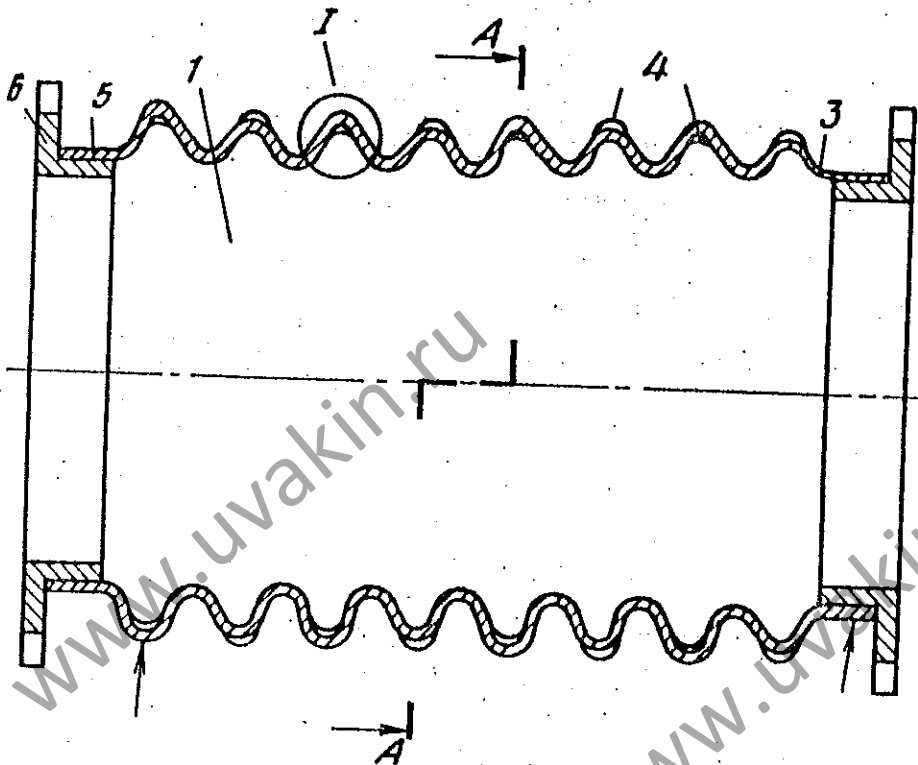
упругий элемент 1 гибкого вала деформируется —сжимается (растягивается), изгибается, закручивается и в материале упругого элемента возникает двухосное напряженное состояние, появляются распределенные в тонкостенных оболочках по сложному закону из-за наличия гофров 3 и пуповок 4 пульсирующие нормальные и касательные напряжения, эквивалентные значения которых не превышают допустимых значений, составляющих в зависимости от режима работы (0,05–0,10) σ_B . В силу большой жесткости упругого элемента 1 на кручение и высокой циклической прочности, обусловленной конструктивными особенностями и технологией изготовления упругого элемента 1 гибкий вал имеет большую нагрузочную способность по крутящему моменту, а наличие трения в многослойной структуре упругого элемента обеспечивает эффективное рассеивание энергии колебаний, повышает демпфирующую способность гибкого вала.

Использование высокопрочной стали в качестве материала упругого элемента 1, снижение максимальных эквивалентных напряжений в материале упругого элемента в рабочем режиме (до 0,05–0,10 σ_B), применение

прогрессивной технологии формообразования гофров на упругом рулонном элементе, десятикратно увеличивающей усталостную прочность элемента, отсутствие концентраторов напряжений в гибком вале позволяет получить циклическую прочность вала 10^6 циклов, превышающую циклическую прочность однослойных сильфонов по ГОСТ 21482–76 в 20–30 раз, а многослойная структура упругого элемента позволяет при малой жесткости на растяжение и изгиб получить высокую жесткость и нагрузочную способность гибкого вала на кручение при повышенной демпфирующей способности, обусловленной трением между отдельными слоями упругого элемента, упростить конструкцию силовой передачи с пересекающимися или несовпадающими осями валов.

Формула изобретения

Гибкий вал, содержащий упругий элемент с закрепленными на концах фланцами, отличающийся тем, что упругий элемент выполнен в виде многослойного сильфона с кольцевыми гофрами и пуповками на вершинах гофров, причем слои сильфона сварены в вершинах пуповок.

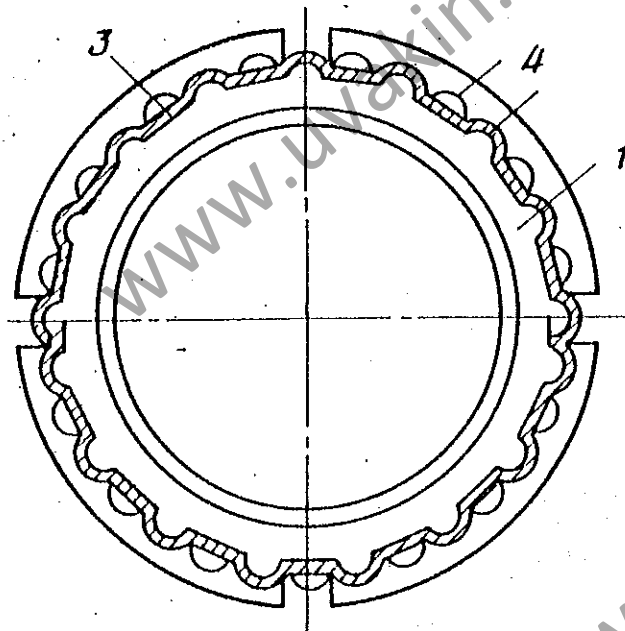


Фиг. 1

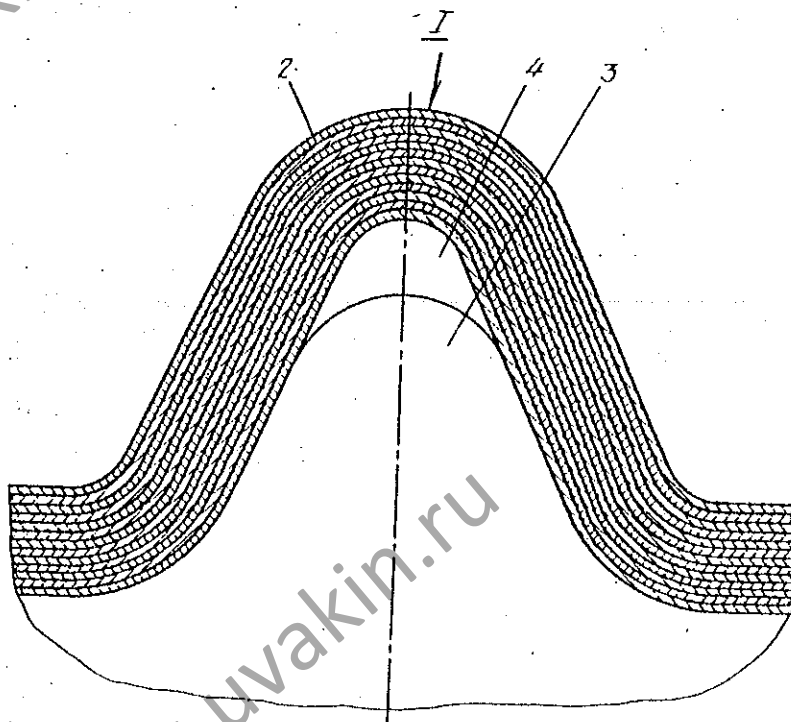
1837692

1837692

A - A



фиг. 2



фиг. 3

Редактор А.Купрякова

Составитель В.Увакин
Техред М.Моргентал

Корректор О.Кравцова

Заказ 2816/ДСП

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101