

ОПИСАНИЕ  
ПОЛЕЗНОЙ  
МОДЕЛИ К  
ПАТЕНТУ  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) ВУ (11) 338

(13) U

(51)<sup>7</sup> F 16D 9/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАТЕНТНЫЙ  
КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(54)

УПРУГАЯ ЦЕНТРОБЕЖНАЯ МУФТА

(21) Номер заявки: u 20010005  
(22) Дата поступления: 2001.01.09  
(46) Дата публикации: 2001.09.30

(71) Заявитель: Гомельский государственный  
технический университет им. П.О. Сухого (ВУ)  
(72) Авторы: Кульгейко М.П., Петровский В.П.,  
Гринкевич И.В., Крачко С.В. (ВУ)  
(73) Патентообладатель: Гомельский государственный  
технический университет им. П.О. Сухого (ВУ)

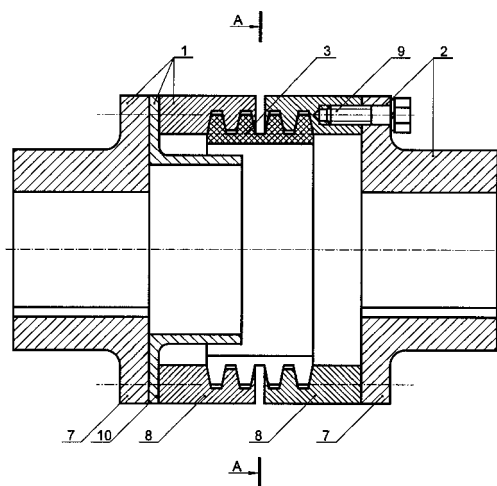
(57)

(57)

Упругая центробежная муфта, содержащая две чашеобразные полумуфты с цилиндрическими внутренними поверхностями и свободно облегающую внутренние поверхности полумуфт эластичную ленту, отличающаяся тем, что эластичная лента снабжена клиновыми выступами, на цилиндрических внутренних поверхностях полумуфт выполнены кольцевые канавки с профилем, соответствующим профилю клиновых выступов на эластичной ленте, причем ее клиновые выступы размещены в кольцевых канавках с опорой на их боковые поверхности, а высота клиновых выступов на эластичной ленте превышает толщину последней.

(56)

1. Поляков В.С., Барбаш И.Д. Муфты. Конструкция и расчет. Изд. 4, перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1973. - С. 318.
2. Поляков В.С., Барбаш И.Д. Муфты. Конструкция и расчет. Изд. 4, перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1973. - С. 314-316 (прототип).
3. Флик Э.П. Механические приводы сельскохозяйственных машин. - М.: Машиностроение, 1984. - С. 175.
4. Иванов М.Н. Детали машин. - М.: Высшая школа, 1984. - С. 26.



Фиг. 1

Полезная модель относится к области машиностроения, а более конкретно - к конструкции упругих центробежных муфт.

Полезная модель может найти применение в сельскохозяйственной технике, нефтеперерабатывающем оборудовании, установках для упрочнения и восстановления деталей машин и механизмов с использованием электрических и магнитных полей и других устройствах, силовые передачи которых предусматривают при соединении валов ограничения пускового и прочих динамических моментов.

Известны упругие центробежные муфты, содержащие ведущие и ведомые полумуфты, между которыми размещены упругие элементы и элементы силового замыкания за счет центробежных сил [1]. Указанные муфты обладают компенсационными, упругими и предохранительными свойствами, но их конструктивное исполнение является достаточно сложным.

Наиболее простой по конструкции муфтой, обладающей одновременно компенсационными, упругими и предохранительными свойствами, является упругая центробежная муфта Т.Г. Рыбчинского [2].

Конструктивно она содержит две чашеобразные полумуфты с цилиндрическими внутренними поверхностями и свободно облегающую последние эластичную ленту, выполняющую роль упругого элемента и элемента силового замыкания.

Известная муфта проста по конструкции, дешева в изготовлении, однако способна передавать сравнительно небольшую мощность при средней частоте вращения соединяемых валов, т.е. ее нагрузочная способность является достаточно низкой. Так, например, муфта диаметром 500 мм, в которой эластичная лента выполнена из резины (при массе одного погонного метра ленты  $q = 2 \text{ кг/м}$ ), а полумуфты изготовлены из чугуна, при частоте вращения соединяемых валов, равной 700 об/мин, способна передавать только 50 кВт ([2], табл. 50). Причина низкой нагрузочной способности известной муфты - ограничения по коэффициенту трения пары "полумуфта - лента". Задача, на решение которой направлена заявляемая полезная модель, заключается в повышении нагрузочной способности муфты при сохранении ее габаритных размеров, упругих свойств и относительной простоты конструкции.

Поставленная задача решается тем, что в известной упругой центробежной муфте, содержащей две чашеобразные полумуфты с цилиндрическими внутренними поверхностями и свободно облегающую внутренние цилиндрические поверхности полумуфт эластичную ленту, согласно полезной модели, эластичная лента снабжена клиновыми выступами, на цилиндрических внутренних поверхностях полумуфт выполнены кольцевые канавки с профилем, соответствующим профилю клиновых выступов на эластичной ленте, причем ее клиновые выступы размещены в кольцевых канавках с опорой на их боковые поверхности, а высота клиновых выступов на эластичной ленте превышает толщину последней.

Снабжение эластичной ленты клиновыми выступами по существу превращает ее в так называемую клиноременную ленту [3].

Отличительные конструктивные признаки заявляемой муфты и связи между ними позволяют проявлять ей ряд дополнительных свойств.

Наличие на эластичной ленте клиновых выступов и кольцевых канавок на цилиндрических внутренних поверхностях чашеобразных полумуфт, профиль которых соответствует профилю клиновых выступов, позволяет повысить площадь фактического контакта между лентой и внутренними поверхностями полумуфт.

Выполнение условия опоры выступов на боковые поверхности кольцевых канавок указывает на то, что высота клиновых выступов и глубина кольцевых канавок на внутренних поверхностях полумуфт подбираются таким образом, чтобы реализовывался эффект самозаклинивания, т.е. торцы выступов на ленте не контактировали с торцовыми поверхностями канавок.

Выполнение условия превышения высоты клиновых выступов на эластичной ленте над ее толщиной позволяет привести в соответствие упругие свойства муфты с ее нагрузочной способностью.

На фиг. 1 показан общий вид упругой центробежной муфты.

На фиг. 2 - то же, вид слева.

На фиг. 3 - схема, поясняющая эффект самозаклинивания при работе муфты.

Упругая центробежная муфта фиг. 1 состоит из ведущей полумуфты 1, ведомой полумуфты 2 и эластичной клиноременной ленты 3. Клиноременная лента 3 образована (фиг. 3) плоской лентой 4 и выполненными на ее наружной поверхности клиновыми выступами 5. Кольцевые канавки 6 полумуфт 1 и 2 также выполнены клиновыми так, чтобы при установке ленты 3 в полумуфтах 1 и 2 боковые поверхности клиновых выступов 5 опирались только на боковые поверхности клиновых кольцевых канавок 6, чем обеспечивается эффект самозаклинивания. Упругие свойства муфты определяются толщиной  $h$  плоской ленты 4. Высота  $H$  выступов 5 должна быть такой, чтобы упругие свойства плоской ленты 4 не влияли на силу самозаклинивания выступов 5 ленты 4 в канавках 6 полумуфт 1 и 2.

Для удобства сборки муфты и замены клиноременной ленты 3 ведущая 1 и ведомая 2 полумуфты выполнены разборными и состоят из ступиц 7 и барабанов 8, соединенных болтами 9. Для предотвращения выхода ленты 3 из канавок 6 в состоянии покоя между одной из ступиц 7 и барабаном 8 установлена обойма 10.

## BY 338 U

Муфта работает следующим образом. При вращении ведущей полумуфты 1 силами трения увлекается и начинает вращаться эластичная клиноременная лента 3, которая боковыми поверхностями своих выступов 5 (фиг. 3) прижимается к боковым поверхностям клиновых кольцевых канавок 6 полумуфт 1 и 2 (фиг. 1) центробежной силой, за счет чего возникает момент сил трения  $M_{тр}$ , вращающий ведомую полумуфту 2.

$$M_{тр} = m f' \omega^2 R^2,$$

где  $m$  - масса ленты;

$\omega$  - угловая скорость ленты;

$R$  - радиус средней цилиндрической поверхности ленты;

$f'$  - приведенный коэффициент трения клиноременной ленты.

$$f' = f / \sin(\varphi/2),$$

здесь  $f$  - коэффициент трения эластичной ленты о поверхность полумуфт;

для пары "резина-чугун"  $f = 0,6$ ;

$\varphi$  - угол клина ремней.

Для стандартных клиновых ремней  $\varphi = 40^\circ$ , тогда

$$f' = f / \sin(\varphi/2) \sim 3f.$$

При этом предельная мощность, передаваемая муфтой:

$$N = M_{тр} \omega.$$

При возникновении динамических моментов при запуске и работе силовой передачи, в состав которой входит муфта  $M_{дин}$ , превышающих момент сил трения ( $M_{дин} > M_{тр}$ ), лента 3 будет проскальзывать в канавках 6 полумуфт, чем предохранит передачу от перегрузок.

Так как момент сил трения в предложенной муфте:

$$M_{тр} = f' m \omega^2 R^2 = 3 f m \omega^2 R^2 = 3 M'_{тр},$$

где  $M'_{тр}$  - момент сил трения в муфте инженера Т.Г. Рыбчевского, то предельный момент и предельная мощность муфты при одинаковых параметрах муфт и фиксированной частоте вращения в предложенной муфте в три раза превышает предельный момент и предельную мощность муфты инженера Т.Г. Рыбчевского, т.е. нагрузочная способность предложенной муфты в три раза превышает нагрузочную способность муфты инженера Т.Г. Рыбчевского. Так, например, предлагаемая муфта с диаметром 500 мм при массе одного погонного метра ленты  $q = 2$  кг/м и частоте вращения  $n = 720$  об/мин способна передавать мощность 150 кВт, в то время как муфта инженера Т.Г. Рыбчевского, при таких же условиях, способна передавать 50 кВт.

Не составляет труда показать, как реализуется свойство возможности сохранения нагрузочной способности предложенной муфты при значительно меньших габаритных размерах по сравнению с муфтой-прототипом.

Для примера определим, на сколько процентов уменьшится средний диаметр эластичной ленты в предложенной муфте по отношению к диаметру ленты муфты-прототипа в случае, если одинаковы применяемые материалы и угол клина ремней  $\varphi = 40^\circ$  (стандартный).

В материалах заявки указывалось, что предельный момент, передаваемый предложенной муфтой, определяется выражением:

$$M_{тр} = f' m \omega^2 R^2,$$

где  $f'$  - приведенный коэффициент трения клиноременной ленты;

$$f' = f / \sin 1/2 = f / \sin 20^\circ \sim 3f;$$

$f$  - коэффициент трения плоской ленты о цилиндрические поверхности полумуфт;

$\omega$  - угловая скорость ленты;

$R$  - радиус средней цилиндрической поверхности ленты;

$R = D/2$ ;

$D$  - средний диаметр ленты;

$m$  - масса ленты;

$m = q 2\pi R$ , где  $q$  - масса одного погонного метра ленты.

Тогда  $M_{тр} = f' q 2\pi \omega^2 R^3$ , а предельная мощность, передаваемая муфтой,

$$N = M_{тр} \omega = f' q 2\pi \omega^3 R^3.$$

Средний диаметр эластичной клиноременной ленты:

$$D = 2R = 2 \sqrt[3]{\frac{N}{f' q 2\pi \omega^3}} = \sqrt[3]{\frac{4N}{f' q \pi \omega^3}}.$$

Аналогично, средний диаметр эластичной плоской ленты (по прототипу):

$$D_p = \sqrt[3]{\frac{4N}{f' q \pi \omega^3}}.$$

Определим, на сколько процентов предлагаемое изменение конструкции позволяет уменьшить диаметр муфты при сохранении нагрузочной способности:

$$n = \frac{D_p - D}{D_p} \cdot 100 = \frac{\sqrt[3]{\frac{4N}{f q \pi \omega^3}} - \sqrt[3]{\frac{4N}{f' q \pi \omega^3}}}{\sqrt[3]{\frac{4N}{f q \pi \omega^3}}} \times 100 = \frac{\sqrt[3]{\frac{1}{f}} - \sqrt[3]{\frac{1}{3f}}}{\sqrt[3]{\frac{1}{f}}} \times 100 \sim 30\%.$$

Таким образом, предложенная муфта позволяет уменьшить диаметр в данном примере на 30 %, что позволяет значительно сократить габаритные размеры муфты и уменьшить количество материала, затрачиваемого на ее изготовление.

Применение в муфте эластичной ленты с клиновыми выступами делает возможным также дальнейшее увеличение нагрузочной способности муфты при сохранении ее габаритных размеров либо дальнейшее сокращение габаритных размеров муфты при сохранении нагрузочной способности за счет уменьшения угла клинового выступа ленты.

Эффект самозаклинивания, который наблюдается при  $\varphi < 40^\circ$  и оказывает отрицательное влияние на работоспособность клиноременных передач (т.к. при самозаклинивании ремень испытывает дополнительный перегиб на сбегающих ветвях и быстрее разрушается от усталости [4]), отрицательного влияния на работоспособность предложенной муфты не оказывает ввиду того, что при работе муфты эластичная лента перегибов не испытывает.

Так, в случае применения угла клинового выступа  $\varphi = 29^\circ$ , приведенный коэффициент трения клиновых выступов ленты составит:

$$f'' = f / \sin 14^\circ 30' = f / 0.25 = 4f \sim 4/3 f',$$

а в случае применения угла клинового выступа  $\varphi = 19^\circ$ :

$$f'' = f / \sin 9^\circ 30' = 6f \sim 2 f'.$$

Легко видеть, что нагрузочная способность муфт с углами клинового выступа  $\varphi = 29^\circ$  и  $\varphi = 19^\circ$  возрастает соответственно в 1,3 и 2 раза по сравнению с муфтами, имеющими стандартный (оптимальный для клиноременных передач) угол клина  $\varphi = 40^\circ$ .

Таким образом, применение эластичной ленты с клиновыми выступами в муфтах, где канавки под выступы ленты выполнены на внутренней поверхности полумуфт, позволяет получить дополнительный эффект при уменьшении угла клиновых выступов.

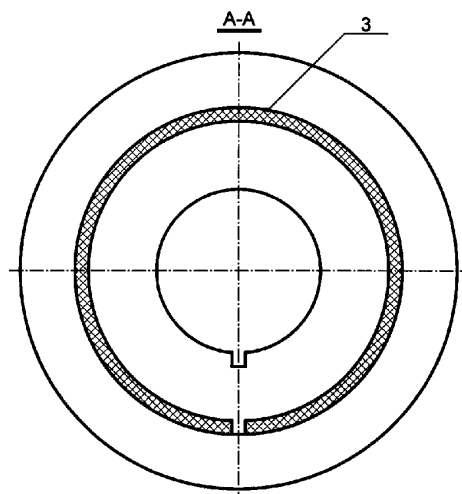
Вместе с тем, применение в муфте эластичной ленты с клиновыми выступами позволяет дополнительно увеличить нагрузочную способность муфты при сохранении габаритных размеров и упругих свойств муфты либо уменьшить габариты муфты при заданной нагрузочной способности и упругих свойствах муфты благодаря тому, что масса эластичной ленты с клиновыми выступами превышает массу (фиг. 3) плоской ленты такой же ширины  $b$  и толщины  $h$  (толщиной  $h$  зоне соединения полумуфт определяются упругие свойства муфты), т.к. у клиновой ленты больше площадь поперечного сечения при равных величинах  $b$  и  $h$ .

Из формулы  $M_{тр} = f m \omega^2 R^2$  видно, что предельный момент муфты, т.е. ее нагрузочная способность, выше, чем больше масса ленты, т.е. у клиновой ленты.

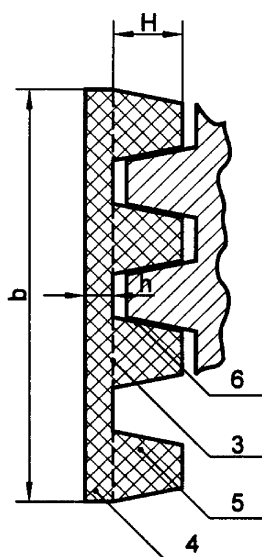
Налицо получение еще одного дополнительного эффекта. Увеличение веса ленты в клиноременных передачах наоборот снижает тяговую (нагрузочную) способность из-за того, что центробежная сила окрывает ленту от шкива. Кроме того, скорости клиновых ремней ограничены (до 40 м/с) из-за роста центробежных сил, нагрева и образования воздушных подушек, чего не наблюдается в предложенной конструкции.

Из вышеизложенного следует, что предложенная упругая центробежная муфта по сравнению с известной обеспечивает повышение нагрузочной способности муфты при сохранении ее габаритных размеров, упругих свойств и относительной простоте конструкции.

# BY 338 U



Фиг. 2



Фиг. 3