DOI: 10.17117/na.2016.05.03.031

<http://ucom.ru/doc/na.2016.05.03.031.pdf>

Поступила (Received): 01.05.2016

**Бутенко А.Ф., Сахарчук В.В.
К обоснованию параметров
экспериментальной цепной передачи**

**Butenko A.F., Saharchuk V.V.
On the justification of the parameters
of an experimental chain-drive**

Рассмотрены недостатки применяемых в сельхозмашиностроении роликовых цепей. Предложены пути их устранения. Выполнен анализ двух возможных вариантов. Разработана конструкция экспериментальной пластинчатой цепи. Обоснована форма и геометрические размеры звёздочки экспериментальной цепной передачи. Произведён расчёт основных параметров
Ключевые слова: пластинчатая цепь, звёздочка цепной передачи

We considered the flaws of the roller chains in the agricultural engineering industry. We are offering the ways of their elimination. We analyzed the two possible options of their elimination. We developed the design of the experimental leaf chain. We substantiated the form and dimensions of the experimental chain-drive sprocket. We calculated some basic parameters
Key words: leaf chain, chain-drive sprocket

Бутенко Александр Фёдорович
Кандидат технических наук, доцент
Азово-Черноморский инженерный институт
(филиал ДГАУ)
г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Butenko Alexandr Fyodorovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Azov-and-Black sea engineering institute (branch of DSAU)
Zernograd, Lenina st., 21

Сахарчук Валентина Викторовна
Магистрант
Азово-Черноморский инженерный институт
(филиал ДГАУ)
г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Saharchuk Valentina Victorovna
Master
Azov-and-Black sea engineering institute (branch of DSAU)
Zernograd, Lenina st., 21

На сегодняшний день в цепных передачах сельскохозяйственного назначения в качестве передающего органа чаще всего применяются роликовые цепи, несмотря на то, что они обладают рядом недостатков. Наиболее существенными из них являются: разношаговость, возникающая в процессе работы передачи, и повышенный износ шарниров цепи [1].

Одним из путей устранения данных недостатков является свободная установка валиков в шарниры цепи. В этом случае силы, действующие на валики в процессе работы передачи, заставляют его проворачиваться, вследствие чего он получает круговой износ. Это с одной стороны способствует сохранению равношаговости, с другой уменьшает темп приращения шага цепи от износа. Это решение нашло свое отражение в патенте № RU 2 354 869 C1 [3].

Предложенные в данном патенте принципы конструирования шарниров на наш взгляд являются базовыми. Они позволяют добиться не только устранения, указанных ранее, недостатков, но и существенно упростить конструкцию цепи, оставив в ней всего две детали.

Рисунок 1. Пластинчатая цепь по патенту №RU 2 354 869 C1

Тем не менее, данная конструкция также не лишена недостатков. В особенности выходящие за пределы пластин валики увеличивают габариты цепи, и уменьшают продуктивную длину шарниров, что снижает долговечность цепи. В конструкции цепи применены ступенчатые валики, что усложняет их изготовление и затрудняет сборку цепи. Кроме того, масса данной цепи существенно выше массы серийной цепи аналогичного шага.

Для устранения данных недостатков, нами предлагается конструкция цепи, в которой зацепление с зубьями звездочек обеспечивается непосредственно пластинами, а шарниры образуются путем свободной установки гладких цилиндрических валиков непосредственно в отверстия внутренних и наружных пластин, чем обеспечивается проворачивание валика во время работы передачи, износ по всей его контактной поверхности, что уменьшает темп нарастания шага цепи.

Ограничение движения валиков в осевом направлении осуществляется при помощи установки на их концы ограничительных шайб. Общий вид предлагаемой цепи показан на рисунке 2.

Рисунок 2. Предлагаемая пластинчатая цепь

Предложенный способ зацепления непосредственно пластинами означает, что стандартные звездочки не смогут работать с цепью предложенной конструкции. Компоновка новых звездочек показана на рисунках 3 и 4.

Рисунок 3. Звездочка для предлагаемой цепи по варианту 1

Рисунок 4. Звездочка для предлагаемой цепи по варианту 2

Очевидно, что звездочки, изготовленные по варианту 1, имеют сложную конструкцию, что негативно скажется на стоимости цепного привода. Звездочки, изготовленные по варианту 2, напротив являются более простыми, однако число зубьев в них уменьшено в два раза, т.к. они будут мешать монтажу цепи на звездочку.

Визуально может показаться, что оставшихся зубьев недостаточно для передачи рабочих нагрузок. Но фактически это не так. Звёздочка может надёжно работать, если число зубьев будет ещё уменьшено. В принципе на дуге охвата звёздочки цепью достаточно иметь два зуба, чтобы цепь не пробуксовывала и передача работала исправно. При этом увеличения нагрузок на зубья происходить не будет. Теоретически можно представить себе вместо звёздочки гладкий шкив, как это имеет место у плоскоремённых передач, и, при надлежащем натяжении холостой ветви, может успешно осуществляться передача определённых усилий [2].

Рисунок 5. Предлагаемая пластинчатая цепь, с уменьшенным шагом по внутренним звеньям

Поскольку зубья, предназначенные для работы с внутренними звеньями, были удалены из предлагаемых звездочек, отрывается возможность уменьшить шаг цепи по внутренним звеньям, тем самым, уменьшив металлоемкость передачи (рисунок 5). Цепь устанавливается автоматически фиксировано. Во впадины могут установиться только внутренние звенья, а на зубья только наружные.

**Рисунок 6. Звёздочка с уширенными
впадинами**

При проектировании звёздочки для предлагаемой передачи возникает проблема расчёта делительной её окружности, так как и цепь и звёздочка разношаговые.

Для определения диаметра делительной окружности стандартных равношаговых звёздочек по ГОСТ 591-75 используется простая зависимость:

$$d_o = t / \sin \frac{180^\circ}{z}$$

где t – шаг равношаговой цепи;
 z – число зубьев звёздочки.

Очевидно, что для предлагаемой звёздочки эта зависимость неприемлема. Положительное решение вопроса может быть получено, если рассмотреть схему зацепления, показанную на рисунке 7.

**Рисунок 7. Схема зацепления разношаговой
звёздочки**

Из схемы видно, что сумма шагов t_1 и t характеризуется хордой e . Для её определения необходимо знать угол Θ , который заключен между этими шагами. Значение угла Θ можно найти из совокупного рассмотрения треугольников aCb и bCd . Так как шарниры a , b и d расположены на делительной окружности, то

боковые стороны этих треугольников равны её радиусу R_0 и сами треугольники не равные, но равнобедренные.

Из этого следует, что угол Θ будет равен сумме углов у основания этих треугольников:

$$\Theta = \frac{180^\circ - \alpha_1}{2} + \frac{180^\circ - \alpha_2}{2} \text{ или } 360^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2) = 360^\circ + 2\gamma_{\max} = 360^\circ + 720 / Z = 2\Theta$$

где z – расчётное число зубьев, включая впадины.

Тогда окончательно:

$$\Theta = 180^\circ (1 - 2 / Z)$$

Далее из косоугольного треугольника abd находим:

$$e = \sqrt{t_1^2 + t^2 - 2t_1 \cdot t \cdot \cos \Theta}$$

Диаметр делительной окружности разношаговой звёздочки будет равен:

$$d_{op} = e / \sin \frac{360^\circ}{z}$$

Расчёты, выполненные в качестве примера для стандартной звёздочки втулочной цепи с шагом 25,4 мм (вариант 1) и предлагаемого варианта, свидетельствуют, что диаметры делительных окружностей соответственно равны 130,196 мм и 97,7 мм или у предлагаемой цепи на 33% меньше. Несомненно, что при этом адекватно уменьшится и материалоемкость звёздочки, что не может не повлиять на её стоимость.

Список используемых источников:

1. Воробьев Н.В. Цепные передачи. М.: Машиностроение, 1968. 251 с.
2. Усова Е.В. Цепной привод сельскохозяйственного назначения. Ростов-на-Дону: Терра Принт, 2008.
3. Серёгин А.А., Семенов М.Н., Усов В.В., Усова Е.В. Разборная пластинчатая цепь, патент № RU 2 354 869 C1 2009.

© 2016, Бутенко А.Ф., Сахарчук В.В.

К обоснованию параметров экспериментальной цепной передачи

© 2016, Butenko A.F., Saharchuk V.V.

On the justification of the parameters of an experimental chain-drive