

## ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВА ПРИВОДНЫХ ЦЕПЕЙ ПЕРЕДАЧ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ

Приведены результаты анализа характеристик приводных пластинчатых цепей, используемых в механических приводах машин, предложен критерий оценки конструктивно-технологического совершенства цепей.

**Ключевые слова:** цепные передачи, цепи приводные пластинчатые, разрушающая нагрузка, критерий оценки цепей.

Цепные передачи нашли широкое применение в приводах различных машин (транспортные и транспортные машины, сельскохозяйственная техника, буровое оборудование и др.). Большой вклад в создание и развитие теории цепных передач сделал основатель научной школы по исследованию и совершенствованию цепных передач профессор Николай Васильевич Воробьев [1], благодаря труду которого и деятельности учеников его школы удалось существенно повысить надежность работы и долговечность элементов цепных передач. Различные аспекты вопроса повышения износостойкости цепей и звездочек как основных элементов цепных передач рассмотрены в работах ряда известных российских ученых [2, 5...8].

В большинстве случаев надежная работа цепных передач обеспечивается в случае использования высококачественных приводных пластинчатых цепей (роликовых, втулочных и зубчатых).

Одной из основных характеристик цепей является разрушающая нагрузка, определяемая конструкцией цепи, используемыми для изготовления деталей звеньев цепи материалами и технологией упрочняющей обработки деталей звеньев.

Величина разрушающей нагрузки каждого типоразмера приводной роликовой цепи приведена в таблицах ГОСТ 13568-97 (ИСО 606-94) «Цепи приводные роликовые и втулочные. Общие технические условия» [3] и определяется в ходе приемо-сдаточных испытаний каждой партии цепей с отбором цепей методом случайной выборки на заводе – изготовителе (два отрезка цепи длиной не менее пяти звеньев из различных мест партии). Выбранные отрезки цепей устанавливаются в захваты разрывной машины и подвергаются медленному растяжению до разрушения с записью диаграммы «нагрузка

– удлинение», причем, согласно ГОСТу, «...Образец должен считаться разрушенным в момент, когда приращение его длины не сопровождается повышением нагрузки, т.е. в точке, соответствующей вершине кривой на диаграмме «нагрузка – удлинение»...» (при этом заметных повреждений деталей звеньев может и не быть).

Для зубчатых цепей типов 1 и 2 значения разрушающей нагрузки определены ГОСТ 13552-81 «Цепи приводные зубчатые. Технические условия» [4].

Упомянутые стандарты определяют и металлоемкость цепей (вес отрезка цепи длиной 1 м).

Обе характеристики (разрушающая нагрузка и металлоемкость цепи) могут быть использованы в качестве критериев оценки качества цепей, но более полным следует считать комплексный показатель – удельную разрушающую нагрузку (УДН), позволяющую оценить как конструктивное совершенство цепи, так и степень использования свойств используемых для изготовления деталей звеньев цепей материалов с учетом упрочняющих технологий (в отдельных опубликованных работах используют понятие удельной металлоемкости – величину, обратную УДН). Предлагаемый критерий основывается на результатах многочисленных опытов по определению характеристик цепей, имеет однозначную количественную оценку, отражает наиболее существенные характеристики объекта (силовую и массовую) и обладает физическим смыслом (уровень допускаемого силового воздействия на объект единичной массы).

На основании данных вышеуказанных стандартов были определены значения УДН для: одно-, двух-, трех- и четырехрядных цепей типа ПР с шагом от 8 мм до 50,8 мм (всего 36 типоразмеров); одно- и двухрядных цепей типа ПВ с шагом 9,525 мм (всего 3 типоразмера); од-

норядных цепей типа ПРИ с шагом от 78,1 мм до 140 мм (всего 4 типоразмера); зубчатых цепей типа ПЗ-1 с шагом от 12,7 мм до 19,05 мм (всего 17 типоразмеров); зубчатых цепей типа ПЗ-2 с шагом от 25,4 мм до 31,75 мм (всего 8 типоразмеров).

Средние значения УДН для роликовых и втулочных цепей приведены в табл. 1, для зубчатых цепей – в табл.2.

Наибольшее значение УДН, равное 33,33 кН/кг/м, в роликовых цепях установлено для цепи ПР-12,7-10-1, наименьшее, равное 16,74 кН/кг/м, установлено для цепи ПР-19,05-31,8. Для цепей типа ПВ значения УДН лежат в пределах 20...23 кН/кг/м, для цепей типа ПРИ – в пределах 19,05...24,83 кН/кг/м.

Наибольшее значение УДН, равное 19,85 кН/кг/м, в зубчатых цепях установлено для цепи ПЗ-1-12,7-26, наименьшее, равное 12,02 кН/кг/м, установлено для цепи ПЗ-2-25,4-101.

При оценке УДН цепей в целом установлено также:

– среднее значение удельной разрушающей нагрузки для цепей типа ПР, ПВ и ПРИ в целом равно 22,76 кН/кг/м (при разбросе фактических значений для массива цепей в интервале от 16,74 до 33,33 с отклонениями от среднего от -26,5% до +46,5%), для цепей типа ПЗ в целом равно 15,41 (при разбросе в интервале от 12,52 до 18,71 с отклонениями от среднего от -18,80% до +21,40%);

– для цепей типа ПР в целом среднее значение удельной разрушающей нагрузки равно 23,60 кН/кг/м (выше, чем для цепей в целом на 3,69%), причем для однорядных цепей значение максимально (24,07), а для четырехрядных – минимально (22,82), а наиболее совершенна цепь ПР-12,7-

10-1, для которой значение удельной разрушающей нагрузки достигает 33,33 кН/кг/м;

– для цепей типа ПРИ среднее значение удельной разрушающей нагрузки равно 21,66 кН/кг/м (меньше, чем для цепей в целом на 4,83%);

– для цепей типа ПВ в целом среднее значение удельной разрушающей нагрузки равно 21,00 кН/кг/м (меньше, чем для цепей в целом на 7,73%), причем минимальное значение УДН имеют двухрядные втулочные цепи (20,00);

– для цепей типа ПЗ в целом среднее значение удельной разрушающей нагрузки, равное 15,41 кН/кг/м, существенно меньше, чем для цепей типа ПР, ПВ и ПРИ (примерно на 32,30%), причем минимальное значение УДН имеют цепи типа ПЗ-2 (12,35).

В результате проведенного анализа характеристик приводных пластинчатых цепей можно сделать следующие общие выводы:

– наименьшим конструктивно-технологическим совершенством среди цепей типа ПР, ПВ и ПРИ обладают цепи 2ПВ (несмотря на меньшую металлоемкость и сложность по сравнению с цепями типа ПР того же шага), что отчасти объясняет вытеснение цепных передач с цепями данного типа из отдельных приводов и большее распространение передач с цепями типа ПР;

– наиболее отработанными с точки зрения конструктивного исполнения и технологии изготовления среди приводных цепей типа ПР, ПВ, ПРИ и ПЗ являются цепи типа ПР, причем при отсутствии особых требований к цепной передаче (габариты, способность демпфирования нагрузок) при выборе цепей следует отдавать предпочтение цепям типа ПР и, в первую очередь, однорядным;

Таблица 1. Средняя удельная разрушающая нагрузка, УРН, кН/кг/м, для цепей по ГОСТ 13568-97 «Цепи приводные роликовые и втулочные. Общие технические условия»

Для всех типоразмеров	Для цепей ПР при рядности				Средняя для ПР	Для цепей ПВ при рядности		Средняя для ПВ	Для цепей ПРИ
	1	2	3	4		1	2		
22,76	24,07	23,31	23,41	22,82	23,60	21,50	20,00	21,00	21,66

Таблица 2. Средняя удельная разрушающая нагрузка, УРН, кН/кг/м, для цепей по ГОСТ ГОСТ 13552-81 «Цепи приводные зубчатые. Технические условия»

Средняя для цепей типа ПЗ	Для цепей ПЗ-1 при шаге, мм			Средняя для типа ПЗ-1	Для цепей ПЗ-2 при шаге, мм		Средняя для типа ПЗ-2
	12,7	15,875	19,05		25,4	31,75	
15,41	18,71	18,10	18,10	18,30	12,35	12,68	12,52

– оценивая по УРН качество цепей типа ПР различного шага, можно отметить, что наиболее проработаны цепи с шагами 12,7 мм, 15,875 мм и 31,75 мм (в порядке убывания значения УДН), наименее – цепи с шагами 19,05 мм, 9,525 мм и 140 мм;

– большой разброс значений УДН делает оправданным при выборе приводных цепей использование относительно высоких значений коэффициентов запаса прочности (более 5,5 по отношению к максимальному натяжению цепи в рабочем режиме) по сравнению с обычно исполь-

зуемыми в машиностроении значениями 1,5...2,5; – значительные отклонения значений УДН отдельных типоразмеров цепей от средних для массива цепей в целом свидетельствуют о необходимости дальнейшего совершенствования методики проектирования различных типов цепей, несовершенстве технологии изготовления деталей звеньев цепей (в том числе и способов упрочняющей обработки) на различных заводах-изготовителях и о большом резерве повышении качества цепей.

18.10.2011

**Список литературы:**

1. Воробьев, Н.В. Цепные передачи: монография / Н.В. Воробьев. – М.: Машиностроение, 1968. – 262 с.
2. Глушенко, И. П. Основы проектирования цепных передач с втулочно-роликowymi цепями: монография / И. П. Глушенко. – Львов: Изд-во Львовского ун-та, 1964. – 226 с.
3. ГОСТ 13568-97. Цепи приводные роликковые и втулочные. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 21 с.
4. ГОСТ 13552-81. Цепи приводные зубчатые. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 10 с.
5. Готовцев, А. А. Проектирование цепных передач: справочник / А. А. Готовцев, И. П. Котенок. – М.: Машиностроение, 1982. – 336 с.
6. Ивашков, И. И. Пластинчатые цепи: монография / И.И.Ивашков. – М.: Машгиз, 1960. – 264 с.
7. Петрик, А.А. Роликковые цепные передачи общемашиностроительного применения. Расчет нагрузочной способности: рекомендации / А. А. Петрик, И. П. Глушенко, С. А. Метильков и др. – Краснодар: КПИ, 1991. – 65 с.
8. Столбин, Г.Б. Выбор рационального метода расчета цепных передач на износ. В кн.: Новые конструкции, технология и специализация производства цепей / Под ред. И.И. Ивашкова. – М.: ЦИНТИАМ, 1964. – С. 66–74.

Сведения об авторе: **Фот Андрей Петрович**, главный ученый секретарь  
Оренбургского государственного университета, доктор технических наук, профессор  
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. (3532)375989, e-mail – fot@mail.osu.ru

**UDC 621.85.055****Fot A.P.**

Orenburg state university, e-mail: fot@mail.osu.ru

**THE ESTIMATION OF CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL PERFECTION OF DRIVE CHAINS GEARS OF MOTOR DRIVES**

The author presented results of the analysis of the characteristics of the drive plate circuits used in mechanical drive trucks, the criterion of evaluation of design and technological excellence chains.

Key words: chain transfer, chain drive plate, breaking load, the criterion of evaluation circuits.