

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Магнитогорский государственный  
технический университет им. Г.И. Носова

**Кафедра механизации и электрификации  
горных производств**






## **ЦЕПИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН**

*Методические указания  
по выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Транспортные машины»  
для студентов специальности 150402*

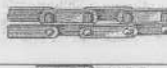


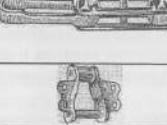
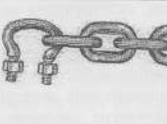
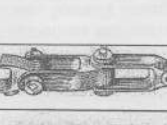

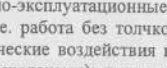
Магнитогорск  
2010

Обзор типов цепей и их назначение

Таблица 1

Группа	Тип цепи	Эскиз	Назначение
Приводные	Пластинчатая зубчатая с боковым направлением		Применяется в качестве привода для главных передач при скоростях 3–25 м/с
	Пластинчатая втулочно-роликовая (однорядная)		Широко используется в различных машинах
	Пластинчатая втулочно-роликовая многорядная		
	Пластинчатая втулочно-роликовая с изогнутыми пластинами		
	Пластинчатая втулочная		Применяется в приводах мотоциклов
	Пластинчатая втулочная		Применяются в приводах с лёгким режимом работы
	Пластинчатые шарнирные (Галля): а) с расклёпкой без шайбы б) на шплинтах		Применяются для работы на звёздочках или гладких роликах подъёмных механизмов с ручным или машинным приводом
Грузовые	Круглозвенные: а) сварная калиброванная б) сварная некалиброванная		Калиброванная применяется в механизмах с машинным приводом, некалиброванная – с ручным приводом
	Безвтулочная		Применяются для элеваторов и подвесных конвейеров при лёгком режиме работы. Снабжается роликами гладкими или с ребордой
Безвтулочная с роликами			

Окончание табл. 1

Группа	Тип цепи	Эскиз	Назначение
Тяговые	Втулочная		Применяется для вертикальных элеваторов и машин с тяжёлым режимом работы
	Втулочная с гладкими роликами		Применяются для пластинчатых и скребковых транспортёров, а также для наклонных элеваторов тяжёлых типов
	Втулочная с роликами и ребордой		
Тяговые	Фасоннозвенная: а) разборная (штампованная) б) с изогнутыми звеньями из ковкого чугуна		Применяется в кольцевых и пространственных подвесных конвейерах.
	Круглозвенная сварная		Применяется для элеваторов среднего и тяжёлого типов
	Круглозвенная сварная		Калиброванная применяется для элеваторов, подвесных конвейеров и т. д. Некалиброванная – там, где не требуется фиксации рабочих органов
	Карданные: а) с литыми звеньями б) с пластинчатыми звеньями		Применяются для пространственных конвейеров
			

Основные конструктивно-эксплуатационные достоинства зубчатых цепей: плавность работы, т.е. работа без толчков и вибраций; эластичность конструкции (динамические воздействия воспринимаются лучше, чем обычными зубчатыми передачами); прогрессивно равномерное распределение нагрузки на зубья звёздочки, т.к. в работе участвует сразу несколько звеньев; быстроходность передач (могут применяться при скорости до 35 м/с); компактность, при весьма значительных мощностях; КПД передач при хорошем уходе и полной нагрузке достигает 0,98.

К основным недостаткам передач относится высокая стоимость цепей и сложность изготовления звездочек. Кроме того, привод требует хорошего ухода при эксплуатации.

Зубчатые передачи различаются главным образом конструкцией шарниров и, в основном, делятся на следующие группы:

- 1) с простым шарниром или цепи «Ренольд»;
- 2) с втулочным шарниром;
- 3) с шарниром трения качения;
- 4) с шарниром, имеющим вкладыш.

Пример условного обозначения приводной зубчатой цепи типа 1 с шагом 19,05 мм с разрушающей нагрузкой 74 кН и рабочей шириной 45 мм по ГОСТ 13552-81:

цепь ПЗ-1-19,05-74-45 ГОСТ 13552-81.

#### 1.1.2. Втулочно-роликовые цепи

Втулочно-роликовыми цепями называются цепи, состоящие из шарнирно соединенных посредством валиков и втулок наружных и внутренних звеньев. Сцепление со звездочкой осуществляется роликом, свободно сидящим на втулке.

Основные конструктивно-эксплуатационные достоинства втулочно-роликовых цепей: нагрузка, действующая на цепь, распределяется равномерно по всей опорной поверхности соприкосновения валика и втулки; нагрузка на зубья звездочки распределяется прогрессивно равномерно, т.е. в работе участвует одновременно несколько звеньев цепи и зубьев звездочки; равномерное изнашивание деталей цепи и зубьев звездочки; лучшее восприятие динамических нагрузок сравнительно с обычными зубчатыми передачами (однако худшее, чем у зубчатых цепей); возможность применения в приводах при скоростях до 15 м/с; компактное устройство и возможность передачи движения одной цепью одновременно нескольким звездочкам.

К приводным втулочно-роликовым цепям относятся: пластинчатые втулочно-роликовые с прямыми пластинами (однорядные), пластинчатые втулочно-роликовые с прямыми пластинами (многорядные) и пластинчатые втулочно-роликовые с изогнутыми пластинами.

#### 1.1.3. Пластинчатые втулочные цепи

Отличаются от втулочно-роликовых цепей только отсутствием ролика. В зацепление с зубьями звездочки входит непосредственно втулка и поэтому износ зубьев звездочки увеличивается, т.к. трение качения ролика по зубу звездочки заменяется трением скольжения между валиком и зубом. Втулочные цепи в виду отсутствия ролика имеют меньший вес, чем втулочно-роликовые.

К втулочным цепям относятся пластинчатые втулочные, блочные и фасоннозвенные из ковкого чугуна.

Втулочно-роликовые и втулочные цепи состояются из звеньев: наружных, внутренних, соединительных и переходных.

Наружное звено состоит из двух наружных пластин, в отверстия которых запрессованы два валика. Расстояние между осями двух валиков, запрессованных в одну пластину, называется шагом наружного звена. Он меньше номинального шага цепи на величину среднего зазора во внутреннем шарнире. Наружные пластины втулочных цепей с шагом 60 мм и выше изготавливаются прямыми. Шаг наружной пластины равен шагу наружного звена.

Внутреннее звено состоит из двух внутренних пластин, в отверстия которых запрессовываются втулки. При сборке звена на втулку предварительно надевается ролик, который должен свободно вращаться на втулке. Расстояние между осями двух запрессованных втулок является шагом внутреннего звена, равным номинальному шагу цепи. Расстояние между внутренними пластинами определяет ширину звездочки. Внутренняя пластина отличается от наружной диаметром своих отверстий и имеет большую ширину.

Соединительное звено служит для соединения двух концов цепи. Цепь, соединенная только таким звеном, всегда будет с четным числом шагов, и её укорочение по мере вытяжки возможно не менее чем на два звена.

Переходное звено дает возможность собирать цепь с нечетным числом шагов, что необходимо в случае применения звездочек с четным числом зубьев. Кроме того, наличие переходного звена позволяет укорачивать цепь только на одно звено по мере её износа и вытяжки. Переходное звено представляет собой комбинацию наружного и внутреннего звеньев.

#### 1.1.4. Многорядные цепи

Цепи состояются из двух, трех и более ветвей однорядных соответствующего типа, путем соединения их в поперечном направлении удлиненными валиками. Многорядные цепи употребляются как приводные с широким диапазоном выбора по мощностям и числам оборотов, работают при тех же скоростях, что и однорядные того же шага, но с повышением передаваемой мощности примерно пропорционально числу рядов.

Конструирование многорядных цепей ничем не отличается от нормальных однорядных цепей соответствующего типа.

#### 1.1.5. Втулочно-роликовые цепи с изогнутыми пластинами

Цепи с изогнутыми пластинами состояются из переходных звеньев. Для изготовления деталей применяют легированные стали. Наличие изгиба в пластинах придает повышенную упругость и создает условия для надежной работы цепного привода при толчкообразной, переменной на-

грузке. Шаг пластины меньше номинального шага цепи на величину половины зазора, соответствующего посадке в шарнире. Шагом цепи считается расстояние между осями втулок во втулочных и между центрами роликов во втулочно-роликковых. При натяжении цепи шаг её увеличивается на величину половины зазора, имеющегося в шарнире.

Условное обозначение приводных цепей

По ГОСТ 13568-75 стандартизованы следующие типы привода роликковых и втулочных цепей:

ПРА – роликковые нормальной точности.

ПР – роликковые повышенной точности.

ПРД – роликковые длиннозвенные.

ПВ – втулочные.

ПРИ – роликковые с изогнутыми пластинами.

Приводные роликковые цепи типа ПР нормальной серии согласно ГОСТ 13568-75 могут быть однорядными (ПР), двухрядными (2ПР) и т.д. Тем же ГОСТом предусмотрена втулочная двухрядная цепь 2ПВ.

Примеры условных обозначений

Цепь приводная роликковая однорядная нормальной серии шага 19,05 мм с разрушающей нагрузкой 3180 кгс:

**цепь ПР-19,05-3180 ГОСТ 13568-75.**

Цепь приводная роликковая трехрядная нормальной серии шага 44,45 мм с разрушающей нагрузкой 51720 кгс:

**цепь 3ПР-44,45-51720 ГОСТ 13568-75.**

Цепь приводная роликковая длиннозвенная серии шага 38,1 мм с разрушающей нагрузкой 2950 кгс:

**цепь ПРД-38,1-2950 ГОСТ 13568-75.**

Цепь приводная втулочная серии шага 9,525 мм с разрушающей нагрузкой 1200 кгс:

**цепь ПВ-9,525-1200 ГОСТ D568-75.**

Цепь приводная роликковая с изогнутыми пластинами серии шага 103,2 мм с разрушающей нагрузкой 65000 кгс:

**цепь ПРИ-103,2-65000 ГОСТ 13568-75.**

## 1.2. Материалы для изготовления приводных цепей

Пластины роликковых и втулочных цепей изготавливают из закаливаемых сталей 45, 50, 40Х, 40ХН и др. Твердость в зависимости от типа цепей и шага колеблется в пределах HRC 26-45.

Валики и втулки для цепей всех типов и шагов за исключением цепей типа ПРИ, изготавливают из цементируемых сталей 15, 20, 15Х, 20Х, и

др. Их твердость после цементации и закалки должна быть HRC 54-65. Валики цепей типа ПРИ выполняют из закаливаемых сталей обеспечивая твердость HRC 45-55, а втулки для них можно изготавливать как из закаливаемых, так и из цементируемых сталей при условии обеспечения твердости HRC 45-55.

Ролики цепей всех типов выполняют из любых сталей (хоть закаливаемых, хоть цементируемых) обеспечивая твердость HRC 42-50.

Зубчатые приводные цепи следует изготавливать из стали 50, обеспечивая твердость HRC 38-45; для призм – сталь 15 или 20 подвергая их цементации и закалке до твердости HRC 52-60.

## 1.3. Тяговые цепи

Тяговые цепи находят широкое применение в качестве тяговых органов пластинчатых, подвесных, тележечных, ковшовых и других типов конвейеров и цепных элеваторов.

Существует много конструктивных разновидностей цепей: круглозвенные сварные цепи, комбинированные сварные цепи, литые цепи из ковкого чугуна, комбинированные цепи, изготавливаемые из литых звеньев, отлитых заодно со втулками, и точеных стальных валиков. Наибольшее распространение получили пластинчатые цепи (ГОСТ 588-81), разборные (ГОСТ 589-74), вильчатые (ГОСТ 12996-79).

### 1.3.1. Тяговые пластинчатые цепи

Стандарт устанавливает следующие типы тяговых пластинчатых цепей:

1 – втулочные;

2 – роликковые;

3 – катковые гладкие;

4 – катковые с ребрами.

По конструкции предусматриваются тяговые пластинчатые цепи каждого типа следующих исполнений:

1 – неразборная цепь со сплошными валиками (индекс М); 2 – разборная цепь со сплошными валиками (индекс М), неразборная цепь с полными валиками (индекс МС).

Для этих цепей стандартом предусматриваются присоединительные элементы:

а) типов 1.1; 1.2; 1.3 – специальные пластины соответственно с одним, двумя или тремя отверстиями в полке; 2.1; 2.2 и 2.3 – специальными пластинами без полки соответственно с одним, двумя или тремя отверстиями; 3 – удлиненные валики;

б) с исполнением по межцентровому расстоянию отверстия: 0 – отсутствует (одно отверстие); 1 – наименьшее; 2 – среднее; 3 – наибольшее;

в) с расположением элементов в цепи: 1 – одностороннее; 2 – двустороннее.

В ГОСТ 588-61 установлена следующая структура обозначения тяговых пластинчатых цепей:

$\frac{x}{1} - \frac{x}{2} - \frac{x}{3} - \frac{x}{4} - \frac{x}{5} - \frac{x}{6} - \frac{x}{7} - \frac{x}{8}$  ГОСТ 588-81,

где 1 – номер цепи; 2 – цифровое обозначение типа цепи; 3 – шаг цепи, мм; 4 – цифровое обозначение исполнения цепи; 5 – цифровое обозначение типа присоединительного элемента; 6 – цифровое обозначение расположения присоединительного элемента в цепи; 7 – цифровое обозначение исполнения присоединительного элемента; 8 – чередование присоединительного элемента в шагах цепи.

Например, тяговая цепь пластинчатая М с разрушающей нагрузкой 112 кН, типа 2, с шагом 100 мм, исполнения 1, с присоединительными элементами типа 1.1 исполнения 0, с односторонним их расположением (Т) и чередованием через три шага обозначается:

**М-112-2-100-1-1.1-0-Т-3 ГОСТ 588-81.**

Эта же цепь без присоединительных элементов обозначается

**М-112-2-100-1- ГОСТ 588-81.**

### 1.3.2. Разборные цепи

Разборные цепи по своей конструкции и способу изготовления делятся на кованные и холодноштампованные. Наибольшее распространение получили кованные цепи, которые могут иметь цилиндрические или бочкообразные валики, а также прямой или скругленный срез головки среднего звена. Такая цепь состоит из парных секций, каждая из которых собирается из двух наружных звеньев, валика и внутреннего звена. Наружные звенья имеют в середине перемычку жесткости, а по концам фасонные гнезда для головок валиков, препятствующих вращению последних при повороте звеньев цепи.

В соответствии с ГОСТ 589-74 применяют разборные цепи двух типов: с вращающимися (тип Р1) и с фиксированными (тип Р2) валиками.

Пример условного обозначения тяговой разборной цепи Р1 с шагом звена 60 мм с разрушающей нагрузкой 106 кН:

**цепь Р1-60-106 ГОСТ 589-74;**

то же типа Р2:

**цепь Р2-60-106 ГОСТ 589-74.**

### 1.3.3. Тяговые круглозвенные цепи

Круглозвенные сварные цепи состоят из звеньев овальной формы, сваренных из круглой стали. Они обладают подвижностью в любом на-

правлении и являются классическим представителем цепей с открытыми шарнирами. Для крепления рабочих органов, а также для соединения и разъединения цепи используют специальные соединительные звенья.

Различают два основных типа сварных круглозвенных цепей:

– нормальной прочности по ГОСТ 2319-70;

– высокопрочные для горных машин по ОСТ 12.44.013-75.

Круглозвенные сварные цепи нормальной прочности по ГОСТ 2319-70 выполняют калиброванными (СК) или некалиброванными (СН). Калиброванные цепи изготавливают из калиброванной стали, а некалиброванные – из горячекатанной. Применяют стали следующих марок: Ст2 или СтЗсп. После сварки и зачистки мест сварки цепи подвергают термической обработке.

Примеры условного обозначения калиброванной цепи из проволоки диаметром 16 мм с шагом 44 мм:

**цепь СК 16 x 44 ГОСТ 2719-70,**

то же калиброванной цепи с шагом 19 мм:

**цепь СК 16 x 19 ГОСТ 2319-70.**

Круглозвенные высокопрочные цепи для горных машин выполняют калиброванными из круглой калиброванной стали, механические свойства которой должны обеспечивать показатели прочности и усталостной долговечности. После сварки цепи подвергаются термообработке, а затем галтовке или дробеметной обработке.

По величине разрушающей нагрузки цепи делят на четыре класса: А1, В1, С, Д, а по точности изготовления выделяют первую и вторую степени точности.

Примеры условных обозначений

Цепь калибра 18 мм с шагом звена 64 мм, класса прочности С, степени точности 2:

**цепь круглозвенная 18 x 64-С2 ОСТ 12.44.013-75.**

Цепь калибра 26 мм с шагом звена 92 мм, класса прочности Д, степени точности 1:

**цепь круглозвенная 26 x 92-Д1 ОСТ 12.44.013-75.**

### 1.4. Грузовые шарнирные цепи

Звенья грузовых шарнирных цепей (Галля) образуются из четного числа пластин, подвижно соединенных валиками. Тем самым обеспечивается неограниченный угол поворота звеньев и подвижность цепи в

плоскости пластин. Шарнирные цепи состоят из следующих деталей: основных и концевых пластин, валиков, соединительных валиков, валика концевой пластины и шайб или шплинтов. Шагом шарнирной цепи следует считать расстояние между осями двух смежных валиков; шаг цепи должен быть больше или равен шагу звездочки.

Основные пластины изготавливаются до шага 80 мм в виде восьмерки, при шаге цепи 90 мм и более изготавливаются прямыми с двумя отверстиями под шейки валиков. Посадка шеек валиков в отверстиях пластин подвижная. Шаг пластины (расстояние между центрами её отверстий) меньше номинального шага цепи на величину среднего зазора её шарнира.

Так как отверстия в пластине должны обеспечивать сопряжение шейки валика по всей длине (толщине) пластины, поверхность отверстий в пластине должна быть тщательно обработана.

Концевые пластины служат для скрепления концов цепи. Они отгибаются от основных пластин формой, шагом и отверстиями под концевой валик.

Обозначение шарнирной цепи должно содержать: буквенное обозначение **G**, значение разрушающей нагрузки, тип и шаг цепи.

Пример условного обозначения цепи грузовой пластинчатой с разрушающей нагрузкой 160000 Н, типа 1 с шагом 50 мм:

**цепь G 160 - I - 50 ГОСТ 191-82.**

#### *Сварные грузовые цепи*

Эти цепи изготавливаются из сталей Ст2 и Ст3. Цепи состоят из сварных звеньев, выполненных из стали круглого сечения. Звенья цепи свариваются стыковой сваркой.

По точности изготовления цепи разделяют на калиброванные (исполнение 1) и некалиброванные (исполнение 2). Некалиброванные цепи, вследствие больших отклонений шага, могут работать только на гладких блоках и барабанах со скоростями не более 1,5 м/с. Калиброванные цепи работают на звездочках или барабанах имеющих специальные гнезда со скоростями не более 0,5 м/с.

Пример условного обозначения

Грузовая цепь типа А, в исполнении 1, калибра 10, с шагом 28 мм:

**цепь А1 -10 х 28 ГОСТ 2319-81.**

Грузовая цепь типа В, в исполнении 2, калибра 10, с шагом 35 мм:

**цепь В2 -10 х 35 ГОСТ 2319-81.**

Крепление сварной цепи к барабану осуществляется с помощью специального концевого звена.

Установлено, что разрушающая нагрузка, полученная при теоретическом расчете звена как статически неопределяемой системы, значительно превышает фактическую разрушающую нагрузку. Определены действительные напряжения в звене цепи затруidamente, и при выборе цепи ограничиваются расчетом на растяжение по регламентируемому правилам Ростехнадзора коэффициенту запаса прочности относительно разрушающего усилия.

Коэффициент запаса прочности применяется в зависимости от назначения цепи и типа привода по данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициент запаса прочности

Цепи	Привод	
	ручной	машинный
Грузовые, работающие на гладких барабанах	3	6
Грузовые, работающие на звездочках	3	8
Для стропов	5	5

## 2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Изучение цепей проводится на образцах цепей, выдаваемых преподавателем. Визуально определяется группа, к которой принадлежит данная цепь, конструкция и ГОСТ, по которому она выполнена. Все замеры проводятся в табл. 3 по форме 1 и сверяются с табличными данными, представленными в ГОСТ на данную цепь.

Таблица 3

Таблица формы 1

Параметры	Обозначение	Результаты замера	Данные ГОСТ
1			
2			
п			

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название, цель работы, краткое описание.
2. Таблица с результатами замеров и значениями ГОСТ.
3. Эскиз цепи (3 звена).
4. Обозначение цепи согласно ГОСТ.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как классифицируются цепи по назначению?
2. Конструктивное исполнение цепи.
3. Условные обозначения цепей.
4. Порядок выбора цепи.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Готовцев А.А., Котенок К.П. Проектирование цепных передач: справочник. М.: Машиностроение, 1982. – 336 с.
2. Башмаков В.П., Дубинин А.Д. Расчет и проектирование ременных и цепных передач. М.: Машгиз, 1955.

Цепи транспортных машин. Методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Транспортные машины» для студентов специальности 150402

Составители: КОЛЬГА Анатолий Дмитриевич  
ВАГИН Владимир Сергеевич

Редактор Н.П. Боярова  
Компьютерная верстка Л.М. Недялковой  
Тем. план 2010, поз. 37

Подписано в печать 27.08.2010.      Формат 60×84 1/16.  
Плоская печать.      Усл.печ.л. 1,00.      Уч.-изд.л. 1,16.  
Заказ 619. Бесплатно.

Бумага тип. № 1.  
Тираж 100 экз.



Издательский центр ГОУ ВПО «МГТУ»  
455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38  
Полиграфический участок ГОУ ВПО «МГТУ»