

**Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации**

**Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО  
Ульяновский ГАУ**

С.Н. Петряков  
Л.Г. Татаров  
А.А. Хохлов

**ГРУЗОПОДЪЁМНЫЕ МАШИНЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ  
СЕРВИСЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**  
(краткий курс лекций)



**Димитровград - 2019**

**УДК 629**  
**ББК 39.3**  
**П - 31**

**Петряков, С.Н.** Грузоподъёмные машины в техническом сервисе автомобильного транспорта / С.Н. Петряков, Л.Г. Татаров, А.А. Хохлов - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2019.- 44 с.

Рецензенты: Глущенко Андрей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ротанов Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Естественнонаучные и технические дисциплины», ПКИУПТ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ ИМ. К.Г.РАЗУМОВСКОГО (ПКУ)»

Грузоподъёмные машины в техническом сервисе автомобильного транспорта: краткий курс лекций предназначен для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Утверждено  
на заседании кафедры «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
Технологического института – филиала  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,  
протокол № 1 от 4 сентября 2019г.

Рекомендовано  
к изданию методическим советом Тех-  
нологического института – филиала  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ  
Протокол № 2 от 10 октября 2019г.

© С.Н. Петряков, Л.Г. Татаров, А.А. Хохлов., 2019

© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,  
2019

# І. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

## 1. Классификация и анализ конструкций ГПМ.

Грузоподъемные машин подразделяются на:

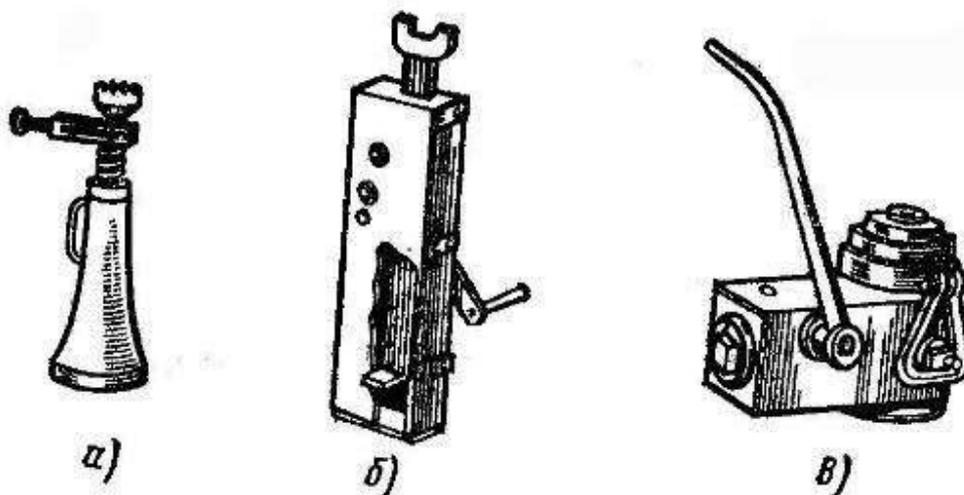
-**подъемные механизмы**, которые представляют собой группу механизмов периодического действия, предназначенных для подъема и перемещения грузов. Часто они являются элементами

более сложных агрегатов – кранов и подъемников;

-**краны**, представляющие собой сочетание отдельных подъемных механизмов с фермой или остовом крана и предназначенные для подъема и перемещения свободно подвешенных или закрепленных на них грузов;

-**подъемники**, представляющие собой группу машин периодического действия для подъема грузов и людей по направляющим.

-**домкраты**, представляют собой толкатели, поднимающие и перемещающие груз на небольшое расстояние. Они могут быть различных видов.



Домкраты:

*a* — винтовой; *б* — зубчато-реечный; *в* — гидравлический

Домкраты телескопического типа могут иметь до 5-6 ступеней. Их диаметр может достигать 1 м, а длина 15м.

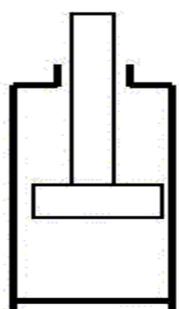
Нагрузки, которые могут преодолевать гидравлические домкраты, могут достигать сотен кН, механические – десятков кН, а пневматические – нескольких кН.

Домкраты используются как самостоятельные грузоподъемные устройства для производства ремонтных и регламентных работ и в качестве грузоподъемных механизмов в составе более сложных ГМП (кранов, подъемников).

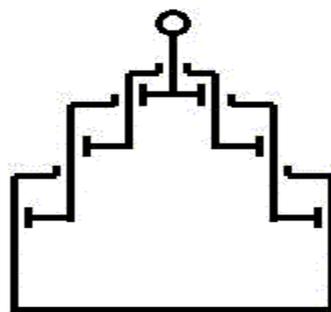
**Полиспасты** представляют собой систему из подвижных и неподвижных блоков, соединенных канатами или цепями. В зависимости от назначения полиспасты делятся на: **прямые**, для выигрыша в силе и **обратные**, для выигрыша в скорости.

Лебедки представляют собой сочетание приводного барабана и тягового органа. Они используются для подъема и перемещения грузов. Могут использоваться как самостоятельные ГПМ.

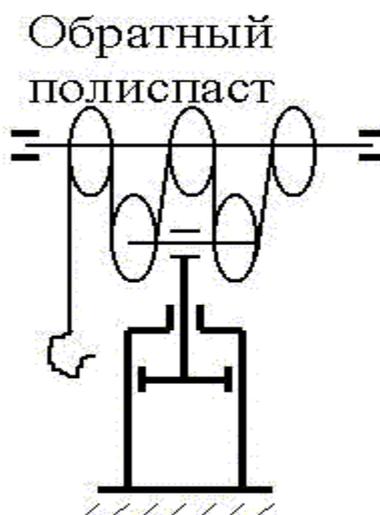
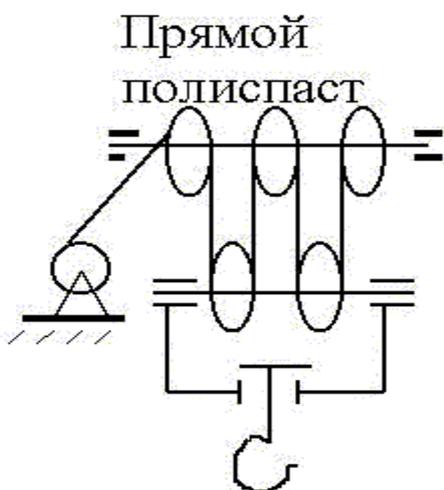
### Гидравлические или пневматические телескопические домкраты



Одноступенчатый домкрат



Многоступенчатый домкрат



Лебедки представляют собой сочетание приводного барабана и тягового органа. Они используются для подъема и перемещения грузов. Могут использоваться как самостоятельные ГПМ.

К лебедкам также относят:

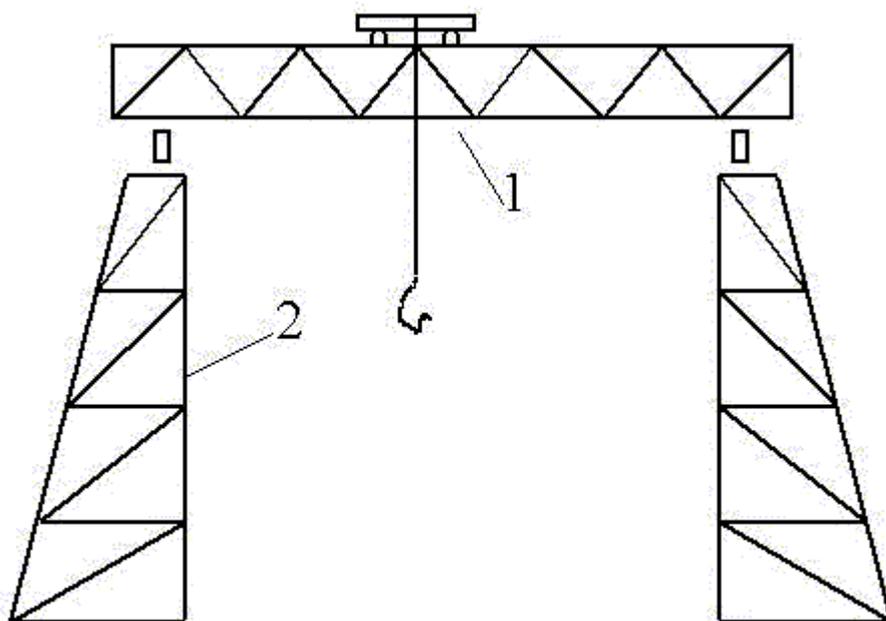
-**таль** – подвешенная неподвижная лебедка;

-**тельфер** – подвешенная лебедка с приводом передвижения (ручной, электрический, гидравлический или пневматический).

Краны:

**Пролетные.** К ним относят краны мостовые, козловые, кабельные и мостокабельные. Горизонтальное перемещение грузов у таких кранов осуществляется с помощью поступательного смещения самого крана и поступательного движения крановой тележки.

**Мостовой кран** обеспечивает обслуживание прямоугольной площади в закрытых помещениях.



1 - мостовой кран, 2 - эстакада.

**Козловые краны** применяются при обслуживании больших открытых площадей. При длине пролета козлового крана свыше 30 м плоская нога крепится к мосту шарнирно для компенсации температурных напряжений. Пространственная нога крепится также шарнирно для компенсации изгиба моста при передвижении крана, когда один его край "забегает" по отношению к противоположному.

**Кабельные краны** применяются при пролетах порядка сотен метров (до 1 км). Одна нога

крана выполняется пространственной (при этом должна обеспечиваться повышенная устойчивость). Вторая нога крана делается плоской, качающейся.

**Стреловые (консольные) краны.** К ним относятся краны настенные, мачтово-стреловые, башенные, порталные, плавучие и самоходные. Горизонтальное перемещение груза обеспечивается либо вращательным движением стрелы, либо поступательным движением тележки (по стреле) или целиком всего крана.

**Настенные краны** с вращающейся колонной являются простейшим видом стреловых кранов.

#### **Классификация кранов:**

а) По степени подвижности

- подвижные (самоходные, прицепные);
- полустационарные (обслуживающие ограниченные площади);
- стационарные (мачтово-стреловые, настенные).

б) По направлению возможного перемещения груза

- с прямолинейным поступательным перемещением в двух взаимно перпендикулярных направлениях;
- с поворотной стрелой и радиальным перемещением груза за счет изменения вылета стрелы;
- комбинированные, т.е. обеспечивающие поступательное движение крана и (или) тележки крана

с одновременным поворотом стрелы;

- с перемещением в произвольном направлении.

в) По грузоподъемности

- легкие (до 10 т);
- средние (10-40 т);
- тяжелые (свыше 40 т).

г) По типу привода

- с ручным приводом;
- с электрическим приводом;
- с гидравлическим приводом;
- с пневматическим приводом.

## **II. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГПМ**

Вопросы конструирования и эксплуатации ГПМ, предназначенных для работы со специальными машинами, подчиняются требованиям Госгортехнадзора РФ.

По сравнению с общепромышленными типами ГПМ, для кранов, работающих со специальной техникой предусматриваются требования.

- повышенной надежности;
- минимального веса и минимальных габаритов (в ряде случаев);
- повышенной безопасности работ;
- ограничения максимальных динамических нагрузок.

Требования к спецГПМ. 1. СпецГПМ выбираются из числа выпускаемых промышленностью или проектируются с учетом всех видов предстоящих грузоподъемных работ.

2. ГПМ общепромышленного назначения в случае работы с разрядными грузами должны соответствовать следующим требованиям:

- снижение грузоподъемности на 25%;
- обеспечение надежной и равномерной укладки каната на барабан путем установки тросоукладчика;
- скорости механизмов ГПМ должны плавно регулироваться, а для обеспечения точной и безопасной посадки груза должны быть предусмотрены малые посадочные скорости, причем должны быть предусмотрены блокировки, исключающие самопроизвольное переключение скоростей;
- для смягчения динамических усилий, возникающих при работе, должны предусматриваться амортизаторы;
- расчет на прочность узлов и деталей механизма подъема груза и механизма изменения вылета стрелы производится по действительному режиму работы, но во всех случаях не ниже среднего;
- механизмы ГПМ должны быть оборудованы предохранительными и блокирующими устройствами (ограничители грузоподъемности, а также вылета стрелы и высоты подъема грузового крюка) и дублирующими тормозными устройствами;
- каждый механизм подъема и изменения вылета стрелы должен иметь по 2 тормоза (для механизма с винтовым изменением вылета стрелы допускается установка одного тормоза и приспособления, ограничивающего максимальный ход винта);
- для механизмов подъема груза и поворота ГПМ на случай отказа подачи энергии к приводу должны быть предусмотрены надежные устройства для разворота крана и безопасного спуска груза вручную;
- спецГПМ должны обладать высокой устойчивостью с коэффициентом запаса  $k > 1,25$  (для общепромышленных кранов  $k > 1,15$ ).

### III. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГПМ

а) Номинальная грузоподъемность  $Q$  [т]

Она выбирается по нормальному ряду грузоподъемностей:

1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 16; 25; 40; 63; 100...

В грузоподъемность крюковых кранов входит только вес груза, а для кранов, оборудованных специальными приспособлениями для захвата груза (траверсы, грейфер, ковш и т.п.), в грузоподъемность входит вес груза и вес этих приспособлений.

б) Вылет стрелы или пролет крана  $L$  [м].

в) Максимальный грузовой момент

· для стрелового крана  $M = Q L$

· пролетного крана  $M = Q L / 4$

г) Собственный вес крана  $G$  [т].

д) Высота подъема крюка или грузозахватного органа  $H$  [м].

е) Скорости рабочих движений механизмов крана  $V$  [м/с].

ж) Установленная мощность  $N$  [кВт]

это суммарная мощность всех двигателей, установленных на кране.

з) Режим работы.

Он зависит от ряда факторов:

· от продолжительности включения (ПВ)

$T_{\text{цикла}} = t_{\text{пуск}} + t_{\text{уст.дв.}} + t_{\text{торм.}} + t_{\text{ост.}}$

$PВ\% = (t_{\text{пуск.}} + t_{\text{уст.дв.}}) / T_{\text{цикла}} \cdot 100\%$

· от коэффициента использования механизма в течение года

$k_{\text{год.}} = n_{\text{год.}} / 365$ ,

где  $n_{\text{год.}}$  - количество рабочих дней в году.

· от коэффициента использования механизма в течение суток

$k_{\text{сут.}} = n_{\text{сут.}} / 24$ ,

где  $n_{\text{сут.}}$  - число рабочих часов.

· от коэффициента использования механизма по грузоподъемности

$k_{\text{гр.}} = Q / Q_n$ ,

где  $Q$  - средняя грузоподъемность за смену;

$Q_n$  - номинальная грузоподъемность.

- от числа включений механизма в час ЧВ.
- от средней температуры окружающей среды  $t_{ср}$ .

В зависимости от сочетания этих факторов ГПМ могут работать в следующих режимах:

1. Р - ручной режим;
2. Л - легкий режим ПВ = 15 %;
3. С - средний режим ПВ = 25 %;
4. Т - тяжелый режим ПВ = 40 %;
5. ВТ - весьма тяжелый режим ПВ = 60 %;
6. ВТН - весьма тяжелый непрерывный режим ПВ = 80 %.

Режим работы крана определяется по режиму работы грузоподъемного механизма.

Для стреловых кранов существуют еще две характеристики:

- зависимость грузоподъемности от вылета стрелы  $Q = f(L)$  ;
- зависимость высоты подъема крюка от вылета стрелы  $H = f(L)$  .

Под вылетом стрелы понимают:

- для кранов на поворотном круге - расстояние между осью вращения поворотного круга и осью крюковой подвески;
- для неповоротных кранов - расстояние от оси заднего колесного хода до оси крюковой подвески.

#### **IV. ВЫБОР ТИПА ГПМ.**

На выбор типа ГПМ оказывают влияние следующие факторы:

- Род и свойства перемещаемых грузов.
- Требуемая производительность ГПМ.
- Направление и длина пути перемещения.
- Способы укладки груза в начальном и конечном пунктах.
- Особые местные условия.
- Наличие того или иного вида энергии.
- Экономические показатели (капитальные затраты и эксплуатационные расходы).

Показатели выбора

1. Показатель удельного веса

а) для стреловых кранов

$$K_y = G/QL$$

где G - вес крана;

б) для пролетных кранов

$$K_y = 4G/QL$$

2. Показатель удельной мощности

а) для стреловых кранов

$$K_{y.n} = N/QL$$

б) для пролетных кранов

$$K_{y.n} = 4N/QL$$

где N - установленная мощность.

3. Показатель удельной стоимости

$$K_{y.c} = C/G$$

где C - себестоимость изготовления крана.

## V. РАСЧЕТ НАГРУЗКИ

При расчете ГПМ необходимо учитывать возникающие в процессе работы нагрузки и их наиболее опасные сочетания. По этим нагрузкам должен быть проведен расчет ГПМ на прочность и выносливость. Для ГПМ различают три основных расчетных случая в рабочем и нерабочем состоянии.

### ***Нормальные нагрузки рабочего состояния.***

Это нагрузки, соответствующие номинальному режиму работы крана.

К расчетным нагрузкам относятся:

- собственный вес крана;
- номинальный вес груза;
- ветровая нагрузка рабочего состояния;
- инерционные нагрузки, возникающие при пуске и торможении механизмов крана;
- нагрузки от уклона местности для сухопутных и от крена при качке для плавучих кранов.

По этим нагрузкам производится расчет на выносливость, долговечность, износ и нагрев.

При переменных значениях нагрузок (в том числе и веса груза), следует принимать в расчете среднее или эквивалентное значение этих нагрузок.

### ***Максимальные нагрузки рабочего состояния.***

Они возникают в такие периоды работы крана, когда он подвергается действию максимальных дополнительных и случайных нагрузок.

Они вызываются:

- собственным весом крана;
- номинальным весом груза;

- предельным значением ветровой нагрузки рабочего состояния;
- экстренным торможением механизмов;
- максимально возможным уклоном местности или креном при качке;
- резким пуском или применением интенсивного электрического торможения в случаях, если такие режимы не предусмотрены при нормальной эксплуатации;
- внезапным включением или отключением тока.

Предельные значения таких нагрузок ограничиваются буксованием колес при пуске и торможении, максимальным тормозным моментом, фрикционными муфтами предельного момента и электрзащитой. По этим нагрузкам производится расчет прочности и устойчивости крана в целом и отдельных его элементов, причем выбираются наиболее опасные комбинации нагрузок (в пределах действительно возможного их сочетания), определяемые на основе практики расчета и эксплуатации ГПМ.

#### ***Нагрузки нерабочего состояния.***

В этом случае считают, что кран находится на открытой площадке, все его механизмы не работают и подвергаются действию следующих нагрузок:

- собственный вес элементов крана;
- расчетная ветровая нагрузка нерабочего состояния;
- нагрузки от уклона местности или крена и качки.

По этим нагрузкам производится проверка прочности и устойчивости крана в целом и отдельных его элементов.

Кроме того на этот случай нагружения рассчитываются:

- механизм изменения вылета стрелы;
- противоугонные и тормозные устройства;
- элементы металлоконструкции;
- колесные хода и опорноповоротные устройства.

Кроме основных трех случаев нагружения в ряде расчетов оцениваются и учитываются следующие нагрузки:

- при транспортировке;
- при монтаже;
- сейсмические;
- от взрывной волны;
- от соударения с буферами и препятствиями.

По этим усилиям производится проверка прочности и устойчивости крана и его элементов.

## VI. ВЫБОР ЗАПАСОВ ПРОЧНОСТИ И ДОПУСКАЕМЫХ НАПРЯЖЕНИЙ.

Обычные методы расчета позволяют определить напряжения с удовлетворительной степенью точности лишь для сравнительно немногих простейших случаев нагружения. В некоторых случаях величина и распределение напряжений в теле деталей не поддаются расчету. К нерасчетным деталям относятся в основном все базовые и корпусные детали типа станин, картеров, отдельных видов опор.

Если рассмотреть расчетные детали, то их расчет производится при допущениях, которые далеко не всегда выдерживаются в реальных условиях. Главными причинами, обуславливающими

отклонения истинных величин запасов прочности и допускаемых напряжений от величин,

· рассеяние характеристик ~~определяемых расчетами~~ ~~являются~~ ~~сравнению~~ с номинальными значениями, которые определяются как среднестатистические по результатам испытаний большого числа образцов;

- неоднородность материала в пределах сечения и по длине детали;
- изменение прочности материала в зависимости от характера нагружения;
- отклонение расчетной схемы от действительных условий нагружения;
- отклонение фактических величин действующих сил от номинальных значений;
- отклонение фактических напряжений от номинальных, обусловленное упругостью системы;
- игнорирование в расчете на прочность и жесткость деталей, сопряженных с рассматриваемой;
- возникновение местных напряжений на участках заделки деталей и на участках приложения сил;
- возникновение дополнительных сил и напряжений, вызванных неточностью изготовления и монтажа;
- возникновение перегрузок вследствие превышения расчетных режимов эксплуатации;
- наличие внутренних напряжений, возникающих при изготовлении детали, обусловленных макро- и микро неоднородностями материала.

В настоящее время существуют три основных направления выбора коэффициентов запаса и допускаемых напряжений:

1. - базируется на использовании упрощенных расчетных методик.
  - а) - при проектных расчетах предварительно назначается запас прочности, по нему выбираются допускаемые напряжения и по известным формулам сопротивления

материалов и теории упругости определяются размеры сечений.

б) при проверочных расчетах назначаются размеры сечений, определяются напряжения в этих сечениях и сравниваются с механическими характеристиками материала из которого сделана деталь, а затем оценивают значение коэффициента запаса прочности. Это направление чревато опасностью очень большой величины коэффициента запаса прочности (5 - 10).

2. - базируется на полном и точном выяснении фактических напряжений, действующих в детали. Здесь в помощь аналитическому методу определения напряжений используются экспериментальные методы. Однако и это направление имеет свои недостатки. Эти методы разрабатываются для ограниченного числа отдельных типов деталей.

3. - для современных расчетов применяется третье, промежуточное направление, где сделана попытка восполнить пробелы теоретических методов расчета путем представления запаса

прочности в виде произведения ряда сомножителей, каждый из которых отражает ту или иную неопределенность расчета.

$n = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3$ , где  $n_1$  - коэффициент, учитывающий влияние внутренних пороков материала на его механические характеристики:

- при усталостном нагружении:

· для стальных отливок  $n_1 = 1,3$

· для проката и поковок  $n_1 = 1,1$

- при статическом нагружении:

$n_1 = 1,0$  ;

$n_2$  - коэффициент, учитывающий назначение или степень ответственности механизма;

$n_3$  - коэффициент, учитывающий режим нагружения механизма (в том числе – инерционные силы при пуске и торможении, характер и частоту приложения нагрузки и т.п.).

Расчеты на прочность и выносливость деталей ГПМ производятся по формуле

$$\sigma \leq [\sigma] = \sigma_0 / n ,$$

где  $\sigma$  - максимальное действующее в детали напряжение, получаемое с учетом концентраторов напряжений, чистоты поверхности и посадок;

$[\sigma]$  - допускаемое напряжение;

$\sigma_0$  - опасное напряжение для материала при данном напряженном состоянии, которое определяется:

· при расчетах на выносливость

$$\sigma_0 = \sigma_{-1} ,$$

где  $\sigma_{-1}$  - предел выносливости материала детали;

· при прочностных расчетах

$\sigma_{0t} = \sigma_{0b}$

$\sigma_{0t} = \sigma_{0b}$

где  $\sigma_{0t}$  - предел текучести материала детали;

$\sigma_{0b}$  - предел прочности материала детали.

Для определения значений  $\sigma_{0t}$  существуют определенные соотношения, регламентируемые стандартами.

При расчете на изгиб и кручение для пластичных материалов необходимо учитывать повышение несущей способности в результате перераспределения напряжений по сечению за счет пластических деформаций. Степень повышения несущей способности зависит от многих факторов, главными из которых являются:

· форма сечения детали;

· механические характеристики материала.

Практически это учитывается путем условного повышения  $\sigma_{0t}$  при изгибе и кручении:

$\sigma_{0t} = 1,2 \cdot \sigma_{0t}$  - для проката круглого и прямоугольного сечения из углеродистой стали;

$\sigma_{0t} = 1,0 \cdot \sigma_{0t}$  - для углеродистой стали остальных сечений и для легированной стали остальных сечений;

$\sigma_{0t} = 0,6 \cdot \sigma_{0t}$  - для углеродистой и легированной стали круглого сечения.

## **VII. КЛАССИФИКАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ГПМ**

В ГПМ помимо деталей общего назначения (гибких и жестких передач, подшипников, муфт и т.п.) применяются специальные детали и узлы:

· грузозахватные органы - крюки, петли, стропы, траверсы, магниты, грейферы;

· гибкие грузовые органы - канаты, цепи;

· устройства для навивания гибких органов - блоки, барабаны, звездочки;

· тормозные и стопорные устройства - тормоза, остановы;

ходовое оборудование - рельсокошечное, пневмокошечное, гусеничное.

### ***Грузозахватные органы.***

Они служат для соединения поднимаемых грузов с гибкими грузовыми органами и в зависимости от того, с какими грузами работают, они подразделяются на:

· универсальные - крюки, петли, которые работают с любыми навесными устройствами;

· специальные, которые работают с определенными категориями грузов, например, бады и грейферы работают только с сыпучими грузами. При использовании специальных

захватов значительно повышается производительность крана.

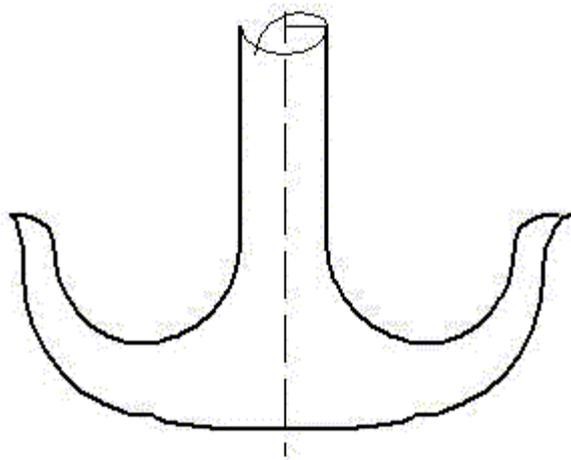
**- Универсальные грузозахватные органы.**

При небольших грузоподъемностях (до 50 т) применяются однорогие кованые крюки.

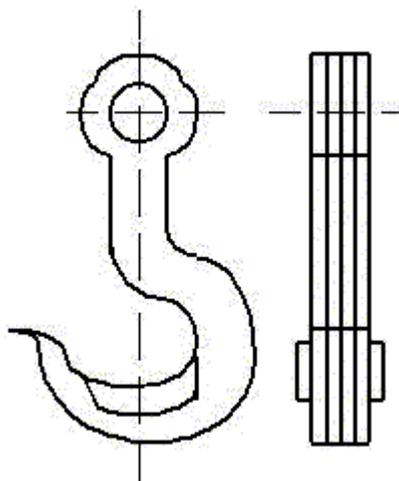
Метрические резьбы применяются при грузоподъемностях до 3 т. При большей грузоподъемности нужны более сильные резьбы, например, трапецеидальная.

Для устранения возможности выпадения стропа из зева крюка применяются предохранительные замки (для специальных кранов).

При грузоподъемностях свыше 50 т применяются двурогие крюки.



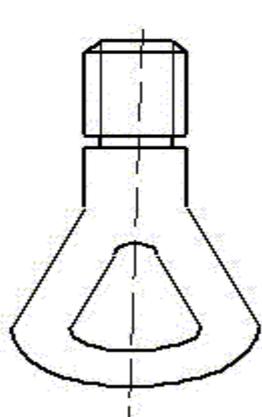
При больших грузоподъемностях используются также пластинчатые крюки, набираемые из отдельных стальных пластин, которые скрепляются заклепками.



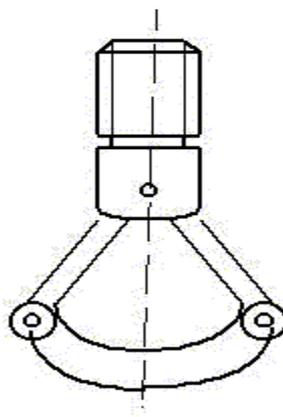
Пластинчатые крюки более дешевы в изготовлении. При грузоподъемностях порядка нескольких сотен тонн применяются двурогие пластинчатые крюки. Для обеспечения равномерного нагружения всех пластин зев пластинчатых крюков обычно оснащается специально спрофилированным вкладышем из мягкой стали. Наличие вкладышей

улучшает работу каната.

Петли (скобы) выполняются либо коваными либо шарнирными в зависимости от грузоподъемности.



а) кованная



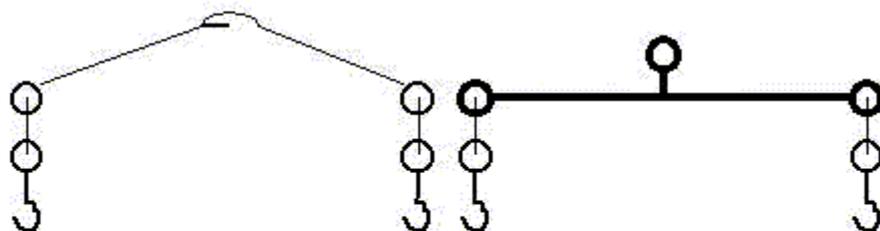
б) шарнирная

петли (скобы)

- *Специальные грузозахватные органы.*

Стропы, траверсы, захваты, подъемные электромагниты предназначены для работы со штучными грузами, а ковши, бадьи и грейферы - с сыпучими .

Стропы - это короткозвенные участки канатов.

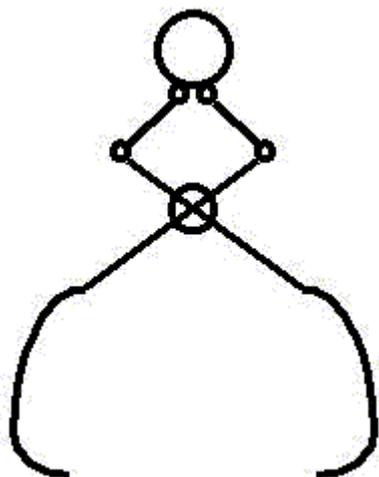


а) стропа

б) траверса

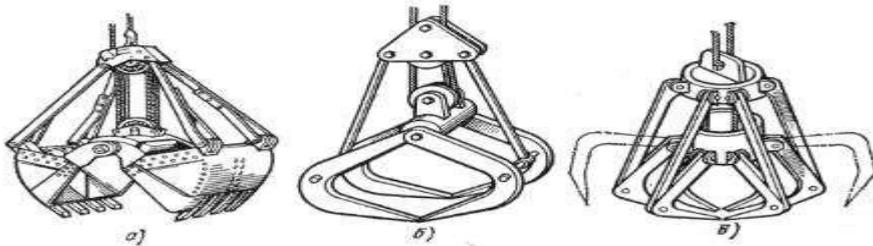
**Траверсы** применяются для работы с длинномерными грузами.

**Клещевой захват** используется для перегрузки труб и бревен.



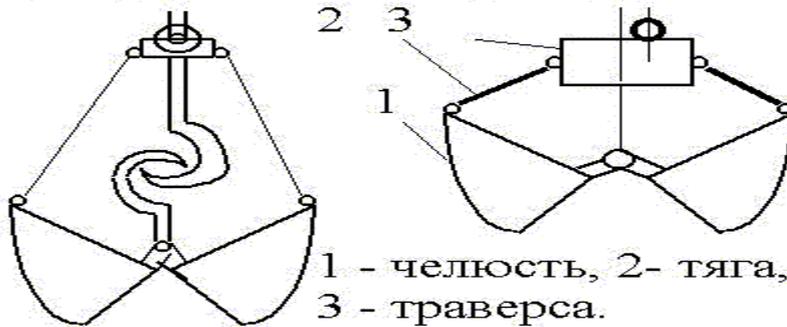
Эксцентриковый захват предназначен для работы с плоскими грузами.

- **грейфер** применяется значительно чаще и имеет разновидности:



Грейферы:  
 а — двухчелюстной для сыпучих материалов; б — двухчелюстной для круглых длинномерных грузов (бревен, труб); в — многочелюстной для кусковых и других материалов

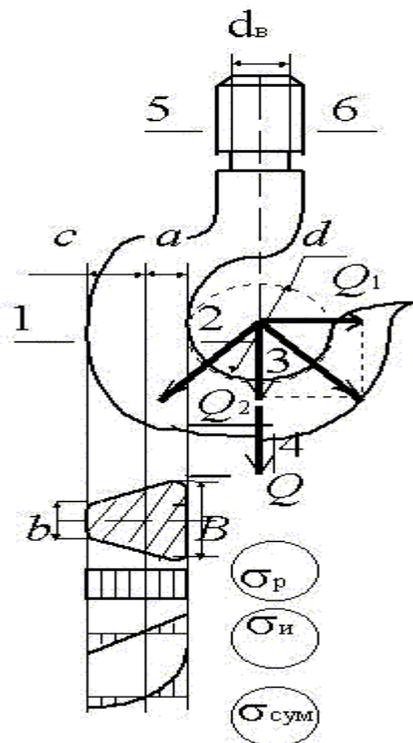
а) **одноканатный грейфер**      б) **двухканатный грейфер**



1 - челюсть, 2- тяга, 3 - траверса.

Производительность двухканатной системы выше, но чаще используют одноканатные грейферы, так как они навешиваются на крюк любого крана.

**Особенности расчета крюков и петель.**



Если нельзя воспользоваться стандартным крюком, то его надо рассчитать.

Основным проектным размером является  $d$  - диаметр зева крюка.

Опасными являются сечения 1-2 и 3-4.

Расчет производится в два этапа:

- определяются размеры опасных сечений, считая крюк прямолинейным брусом;
- проверяются эти размеры, считая крюк криволинейным брусом.

$$\sigma_1 = \frac{M_u}{W_{ul}} - \frac{Q}{F}, \quad \sigma_2 = \frac{M_u}{W_{ul}} + \frac{Q}{F}$$

$$\sigma_1 = \frac{Q \cdot (d/2 + a)}{I/c} - \frac{Q}{F},$$

$$\sigma_2 = \frac{Q \cdot (d/2 + a + c)}{I/a} + \frac{Q}{F},$$

$$\sigma_{P(5,6)} = \frac{Q}{\pi \cdot d_B^2}$$

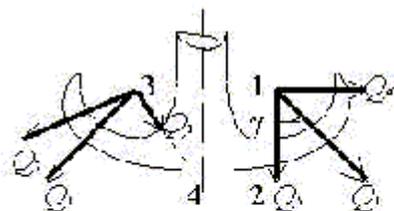
где  $d_B$  - диаметр резьбы по впадинам;

$I$ ,  $F$  - момент инерции и площадь сечения.

Форму сечения крюка выбирают трапецидальной с соотношением размеров  $B/b=3$ . Такая форма сечения оправдывается простотой изготовления.

$$\tau_{cp} = \frac{Q}{F_{34}}$$

Если груз висит на одном стропе, то в сечении 3-4 возникает напряжение среза от  $Q_2$ , изгиба от  $Q_1$  и растяжения от  $Q_1$ .



В втором крюке расчетное усилие определяется по формуле

$$Q_1 = 1,2 \cdot \frac{Q}{2 \cdot \cos \gamma}$$

где коэффициент перед дробью учитывает неравномерность нагружения.

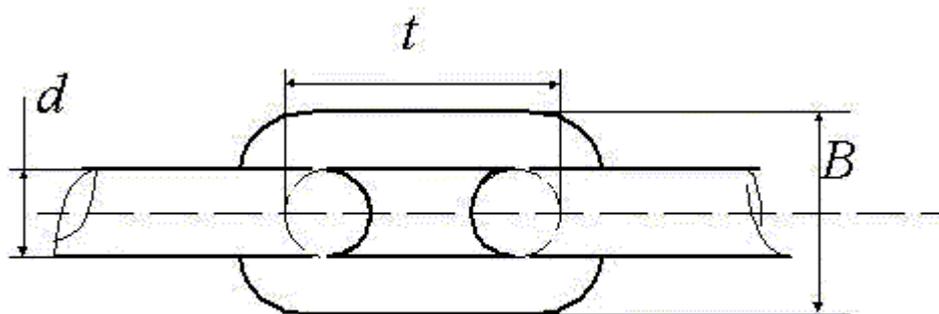
2.3. Гибкие грузоподъемные органы. К ним относятся:

- грузовые цепи
- шарнирные
- стальные канаты.

### Грузовые цепи.

#### Сварные цепи.

Изготавливаются из прутковой мелкозернистой стали Ст.2, Ст.3, Ст.10. Соединяются сваркой встык.



В зависимости от длины звена  $t$  цепи подразделяются на

- короткозвенные  $t = 2,6 d$
- длиннозвенные  $t = 3,6 d$ .

В зависимости от точности:

- простые - допуск на  $Dt = + 0,1 d$  обозначение СН 20-56 ГОСТ 2319-70;
- калиброванные – допуск  $Dt = + 0,03 d$

обозначение СК 20-56 ГОСТ 2319-70, где С - сварная; Н - некалиброванная; К - калиброванная;

20 - диаметр прутка ( $d$ ); 56 - длина звена ( $t$ ).

Простые цепи могут работать только с гладкими барабанами и блоками, а калиброванные – со специальными фасонными.

Износ диаметра прутка цепи более 10% - недопустим.

Цепи рассчитывают по формуле

где  $S_{max}$  - наибольшее усилие в цепи;

$k$  - коэффициент запаса прочности цепей;

$S_p$  - разрывное усилие цепи.

Для калиброванных цепей нагрузка уменьшается на 35% по сравнению с простыми, чтобы

не было вытягивания цепи.

Максимальная скорость подъема цепи		
Тип и назначение цепи	К для ручного привода	К для машинного привода
Грузовая, работающая на гладком барабане (простая).	3	6
Грузовая, работающая на звездочке (калиброванная).	3	8

Характерные режимы работы		
Тип и назначение цепи	Скорость подъема при бесшумной работе [м/с]	Рекомендуемая скорость подъема [м/с]
Грузовая, работающая на гладком барабане (простая).	до 1	1,5
Грузовая, работающая на звездочке (калиброванная).	до 0,1	0,5

### **Пластинчатые (шарнирные) цепи.**

Они состоят из отдельных пластин, соединенных валиками и имеют большую грузоподъемность, чем сварные.

Пластины и валики изготавливаются из стали 40, 45, 50 с  $\sigma_B$  до 600 МПа. Эти цепи хорошо изгибаются только в одной плоскости, поэтому возникают дополнительные нагрузки на пластины. Их изгиб может привести к разрушению цепи. Для работы таких цепей требуются звездочки и специальные профилированные блоки. Цепь работает бесшумно во всем диапазоне рабочих скоростей. Максимально допустимая скорость составляет 0,25 м/с.

Цепи рассчитывают по формуле

где  $S_{max}$  - наибольшее усилие в цепи;

$k=3...8$  - коэффициент запаса прочности цепей;

$S_p$  - разрывное усилие цепи.

Недостатки таких цепей:

- они весят больше сварных;
- они дороже сварных;
- они не могут изгибаться в поперечном направлении;

шарниры часто изнашиваются и требуют постоянного контроля.

### **Стальные проволочные канаты.**

Они изготавливаются из стальной светлой или стальной оцинкованной проволоки диаметром от 0,2 до 2...3 мм. с расчетным пределом прочности при растяжении 2600 МПа (в среднем -1600...2000 МПа).

Классификация канатов

- по роду свивки - одинарной свивки ( спиральные );
  - двойной свивки;
- по поверхности контакта
  - с точечным контактом ТК;

- с линейным контактом ЛК (срок службы на 30...100% выше)
- а) с одинаковыми по диаметру проволоками в слое,
- б) с разными по диаметру проволоками в слое,
- в) с одинаковыми в слое, но разными по слоям диаметрами проволок,
- г) с заполняющими пространство между слоями проволоками меньшего диаметра;
- с точечным и линейным контактом;
- по виду свивки - обыкновенные или раскручивающиеся (раскручиваются при снятии крепления);
- нераскручивающиеся (из предварительно свернутых проволок);
- некрутящиеся (закрутка прядей в разные стороны);
- по направлению свивки прядей
- правого направления (слева - вверх - направо);
- левого направления (справа - вверх - налево);
- по направлению свивки проволок в пряди - односторонней или параллельной свивки (стремятся к раскручиванию, нельзя подвешивать груз на одной ветви);
- крестовой свивки (срок службы на 25...50% больше, применяются при многослойной навивке).

### **Стальные проволочные канаты.**

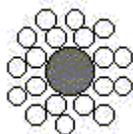
Они изготавливаются из стальной светлой или стальной оцинкованной проволоки диаметром от 0,2 до 2...3 мм. с расчетным пределом прочности при растяжении 2600 МПа (в среднем - 1600...2000 Мпа).

Классификация канатов

- по роду свивки - одинарной свивки ( спиральные );
- двойной свивки;
- по поверхности контакта
- с точечным контактом ТК;
- с линейным контактом ЛК (срок службы на 30...100% выше)
- а) с одинаковыми по диаметру проволоками в слое,
- б) с разными по диаметру проволоками в слое,
- в) с одинаковыми в слое, но разными по слоям диаметрами проволок,
- г) с заполняющими пространство между слоями проволоками меньшего диаметра;
- с точечным и линейным контактом;
- по виду свивки - обыкновенные или раскручивающиеся (раскручиваются при снятии крепления);

- нераскручивающиеся (из предварительно свернутых проволок);
- некрутящиеся (закрутка прядей в разные стороны);
- по направлению свивки прядей
  - правого направления (слева - вверх - направо);
  - левого направления (справа - вверх - налево);
- по направлению свивки проволок в пряди - односторонней или параллельной свивки (стремятся к раскручиванию, нельзя подвешивать груз на одной ветви);
- крестовой свивки (срок службы на 25...50% больше, применяются при многослойной навивке на барабан);
- комбинированной свивки.

### **Канаты одинарной свивки\_**



TK 1x19 - формула каната.

Относительно одной центральной проволоочки навиты остальные.

TK - точечный контакт;

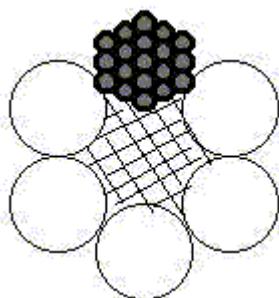
1 - сердечник;

19 - еще 19 проволочек.

Такие канаты обладают большой жесткостью, поэтому используются как растяжки, ванты или несущие канаты для кабельных или мостокабельных кранов. С блоками и барабанами работать не могут.

### **Канаты двойной свивки.**

Эти канаты используются для работы с барабанами и блоками.



TK 6x19+1o.c. 6 - число прядей; 19 - число проволок в пряди; 1o.c. - один органический сердечник.

Сердечники могут быть стальными или органическими волокнистыми: пеньковыми, нейлоновыми, капроновыми, асбестовыми. Асбестовые не боятся высокой температуры и агрессивных сред.

Стальные сердечники используются

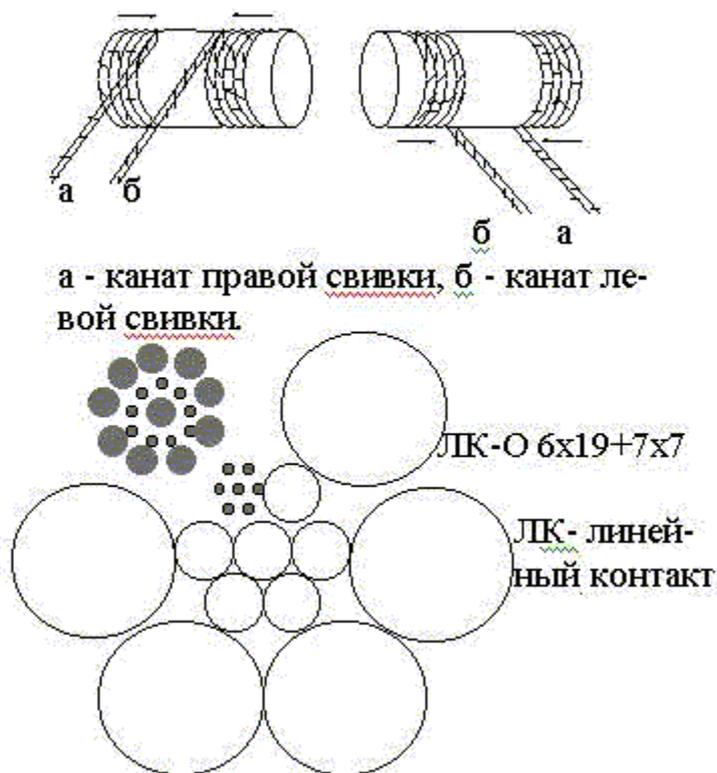
- при многослойной навивке на барабан (канат тогда не сминается от давления верхних витков);
- при резко меняющейся нагрузке;
- при высоких температурах.

Стальной сердечник не увеличивает разрывное усилие каната, так как будучи прямой прядью разрывается при достижении 0,7...0,9 от предельной нагрузки пряди закрученной.

Канаты с органическими сердечниками

- более гибки;
- лучше удерживают смазку, которая поступает не только снаружи (канаты периодически положено смазывать), но и изнутри, так как сердечник пропитан смазкой.

Надо так выбирать намотку каната на барабан, чтобы канат при этом дополнительно подкручивался.



О- в концентрических слоях проволочки одного диаметра и количество проволочек в слоях

одинаково. 6x19 - шесть прядей из 19-ти проволочек каждая. 7x7 - металлический

сердечник из семи прядей по 7 проволочек в каждой.

Линейный контакт более перспективен и применяется в ГПМ чаще.

Канаты рассчитывают по формулам:

$$S_{\max} \cdot k \leq S_p$$

где  $S_{\max}$  - наибольшее усилие в ветви каната;  $k$  - коэффициент запаса прочности;  $S_p$  – разрывное усилие каната в целом.

$$D_2 \geq e \cdot d$$

где  $D_2$  - диаметр блока или барабана по средней линии навитого каната,  $d$  - диаметр каната,  $e$  - коэффициент.

Значения коэффициентов  $k$  и  $e$  выбираются из следующих таблиц.

Минимально допустимые значения коэффициента запаса прочности каната  $k$

Минимально допустимые значения коэффициента  $e$ .

Назначение каната	Тип привода	Режим	$k$
Грузовые и стреловые	Ручной	-	4,0
	Машинный	Легкий	5,0
		Средний	5,5
		Тяжелый и весьма тяжелый	6,0
Растяжки стрел	-	-	3,5
Оттяжки мачт и опор	-	-	3,5
Канаты лебедок, предназначенных для подъема людей	-	-	9,0
Канаты, используемые при монтаже кранов	-	-	4,0

Минимально допустимые значения коэффициента  $e$ .

Тип грузоподъемной машины	Тип привода	Группа режимов работы	$e$
Грузоподъемные машины всех типов, за исключением стреловых кранов, электрических талей и лебедок.	Ручной	-	18
	Машинный	Легкий	20
		Средний	25
		Тяжелый	30
		Весьма тяжелый	35
Стреловые краны	Ручной	-	16
	Машинный	Легкий	16
Средний		18	
Тяжелый		20	
Весьма тяжелый		25	
Тали электрические	Машинный	-	22
Лебедки:			
- для подъема грузов	Ручной	-	12
	Машинный	-	20
- для подъема людей	Ручной	-	16
	Машинный	-	25

## Сравнительный анализ гибких органов.

Применяя цепи мы добиваемся:

- за счет их повышенной гибкости - уменьшения диаметра барабанов, блоков и звездочек по сравнению с канатными;
- за счет отсутствия органических сердечников - возможности использовать их в помещениях с повышенной температурой, где возможно возгорание сердечников.

Основным видом гибких грузоподъемных органов, применяемых в ГПМ, являются стальные канаты двойной свивки с линейным контактом (ЛК-Р), причем при многослойной навивке на барабан применяют канаты с металлическим сердечником, что уменьшает смятие каната.

### Способы соединения грузозахватных приспособлений с канатами.

Они зависят от числа канатов, на которых подвешен груз.

Свободный конец каната или заплетается или прикрепляется зажимами.

С помощью скобы:

Используя коническую втулку:

расплетают канат, вынимают сердечник, загибают концы проволочек, надевают втулку, заливают свинцом или баббитом.

Используя клиновую втулку:

При наличии полиспастов применяются крюковые подвески:

б) при четном числе блоков

### Полиспасты.

Полиспаст - это система подвижных и неподвижных блоков, соединенных гибкой связью (канатом).

Полиспасты используются:

- для увеличения силы (прямые);
- для увеличения скорости (обратные)



На практике кратность полиспаста определяют по следующему правилу:

$$i_{\pi} = \frac{\text{Число нагруженных ветвей}}{\text{Число ветвей, наматываемых на барабан}}$$

Для его определения рассечем полиспаст и рассмотрим равновесие отсеченной части.

$$\begin{aligned}
 F_1 + F_2 + F_3 + F_4 &= Q_{\text{ГР}} \\
 F_2 &= F_1 \eta; \quad F_3 = F_2 \eta = F_1 \eta^2; \\
 F_i &= F_1 \cdot \eta^{i_n - 1} \\
 Q_{\text{ГР}} &= F_1 \cdot (1 + \eta + \eta^2 + \dots + \eta^{i_n - 1}) = \\
 &= F_1 \cdot \frac{1 - \eta^{i_n}}{1 - \eta}
 \end{aligned}$$

где  $\eta$  – КПД блока.

$$F_1 = F_{\text{max}} = Q_{\text{ГР}} \cdot \frac{1 - \eta}{1 - \eta^{i_n}}$$

Отсюда видно, что наибольшее натяжение при подъеме груза возникает в ближайшей к барабану ветви полиспаста. А при опускании груза?

Если от полиспаста канат попадает на барабан через  $t$  штук обводных блоков, то усилие на барабане:

$$S_{\text{бар}} = S_{\text{max}} = \frac{F_1}{\eta^t} = Q_{\text{ГР}} \cdot \frac{1 - \eta}{\eta^t \cdot (1 - \eta^{i_n})}$$

КПД полиспаста в целом определяют как отношение полезной работы при подъеме груза  $Q_{\text{ГР}}$  на высоту  $h$  к затраченной при этом работе, равной  $S_{\text{бар}} \cdot i_n \cdot h$ :

$$\eta_n = \frac{Q_{\text{ГР}} \cdot h}{S_{\text{бар}} \cdot i_n \cdot h} = \frac{(1 - \eta^{i_n}) \cdot \eta^t}{(1 - \eta) \cdot i_n}$$

При этом КПД блока принимают:

- $\eta = 0,95 - 0,96$  - при установке блока на подшипниках скольжения;
- $\eta = 0,97 - 0,98$  - при его установке на подшипниках качения.

Если  $h$  - высота подъема груза, то длина каната, наматываемого на барабан

$$L = i_n \cdot h.$$

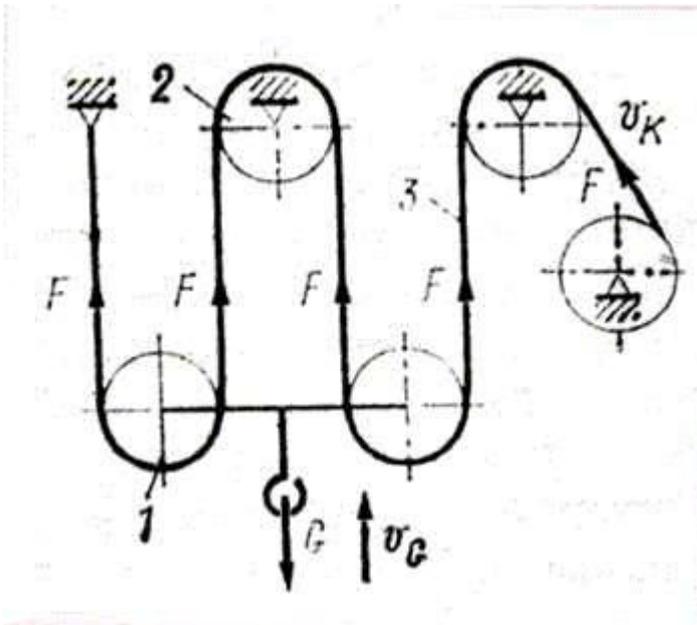
Скорость каната, наматываемого на барабан

$$V = in V_{гр} ,$$

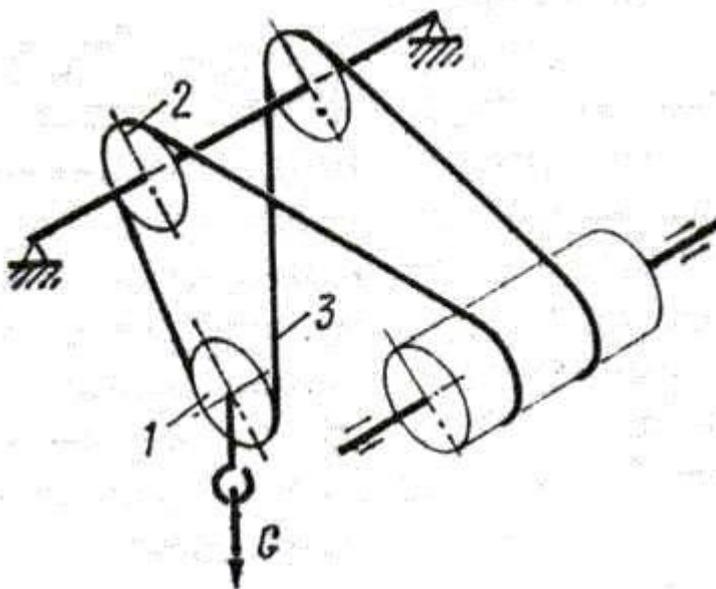
где  $V_{гр}$  - скорость подъема груза.

Сдвоенный полиспаст

а) полиспаст прямого действия



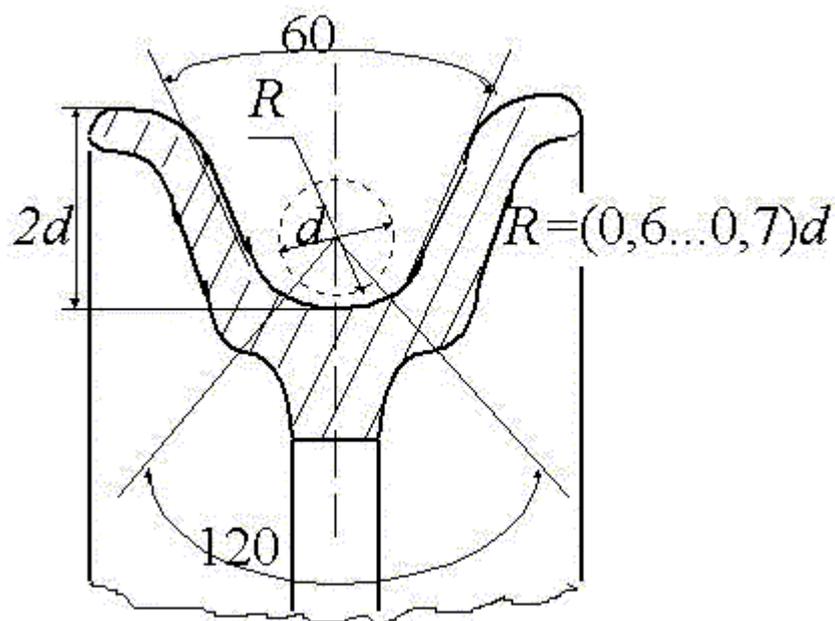
б) сдвоенный полиспаст



Расчет сдвоенного полиспаста ведется аналогично простому, принимая, что "половинки" полиспаста рассматриваются как простой полиспаст при действии на него половинной нагрузки.

## VIII. БЛОКИ, ЗВЕЗДОЧКИ И БАРАБАНЫ

### Назначение и конструкции блоков.



Блоки применяют для отклонения направления канатов и цепей. Кроме того, они входят в состав полиспастов. Трапецидальный профиль канавки обеспечивает возможность сбега каната под углом 20 градусов.

Блоки изготавливаются:

· литыми

а) из чугуна (марки не ниже СЧ 15-32),

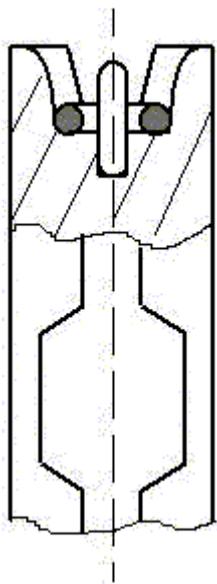
б) из стали (марки не ниже 25ЛШ);

· штампованными (сварными) из низкоуглеродистых сталей (не ниже марки ВСт 3сп).

Для улучшения работы внутреннюю поверхность ручья покрывают (футеруют) пластмассами, резиной, алюминием.

Поверхность ручья	Изнашиваемость
Чугунный шкив	1,0
Стальной блок	1,1
Алюминиевая футеровка	0,8
Капроновая футеровка	0,4...0,5

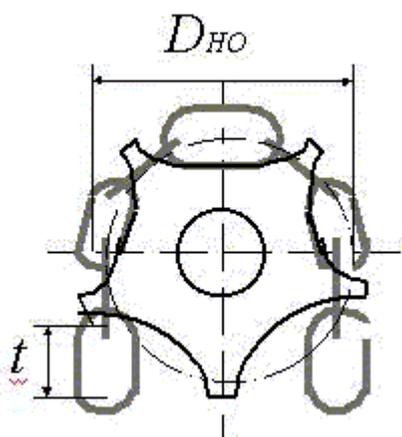
### Звездочки.



Звездочки представляют собой блоки с фасонной поверхностью для работы со сварными и пластинчатыми цепями.

Для сварных калиброванных цепей применяют литые из стали и чугуна звездочки.

По сравнению с блоком уменьшается диаметр. Шейки выполняются плоскими и поэтому звенья цепи при работе не испытывают изгибающих напряжений.

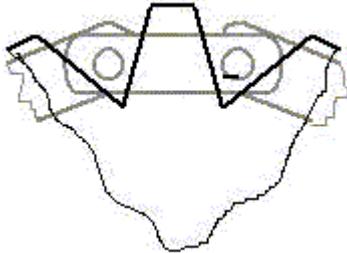


$$D_{НО} = \sqrt{\left(\frac{t}{\sin \frac{90}{z}}\right)^2 + \left(\frac{d}{\cos \frac{90}{z}}\right)^2}$$

где  $t$  - шаг цепи,  $d$  - диаметр прутка цепи,  $z$  - число гнезд на звездочке.

При  $z \geq 6$  и  $d \leq 16$  мм

$$D_{HO} = \frac{t}{\sin \frac{90}{z}}$$



$$D_{HO} = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}}$$

Диаметр начальной окружности (по центру прутка из которого сделана цепь).

Для пластинчатых цепей звездочки делают литыми или из проката.

где  $t$  - шаг цепи,  $z$  - число зубьев звездочки.

#### **Назначение и конструкции барабанов.**

Барабаны предназначены для преобразования вращательного движения привода в поступательное перемещение груза. Кроме того барабаны служат и для собирания каната. Обычно они цилиндрической формы, но иногда, когда для работы крана требуется постоянство момента (например, в механизме изменения вылета стрелы), т.е.

$$M = S_{\max} R_{\min} = S_{\min} R_{\max} = \text{const},$$

применяются барабаны конической формы.

Барабаны выполняются литыми из чугуна (не ниже марки СЧ 15-32) или из стали (не ниже 23ЛШ), а так же сварными из стали (не ниже ВстЗсп).

По характеру навивки каната барабаны подразделяются на

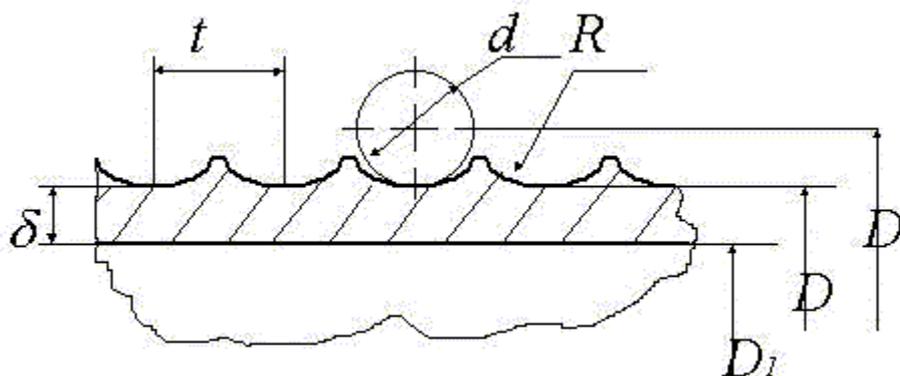
- барабаны однослойной навивки,
- барабаны многослойной навивки.

Последние, из-за значительных деформаций каната в нижних слоях, целесообразно применять лишь при очень большой длине каната. Кроме того, каждый последующий слой укладывается с противоположным направлением навивки, что приводит к смятию и выпучиванию витков.

По форме рабочей поверхности различаются

- гладкие барабаны
- барабаны с винтовой канавкой по обечайке (канавка способствует \_\_правильной укладке

каната, а при его сматывании с барабана - увеличивает трение, что обеспечивает угол сбега каната с барабана до 6 градусов против 2 градусов на гладких барабанах.



Для однослойной навивки:

- шаг нарезки  $t = d + (2...3)$  мм;
- радиус канавки  $R = 0,54 d$ .

По требованиям Госгортехнадзора бортики должны выступать над верхним слоем каната на величину не менее  $2d$ .

Канатоемкость барабана зависит от высоты подъема груза

$$L = H i_n,$$

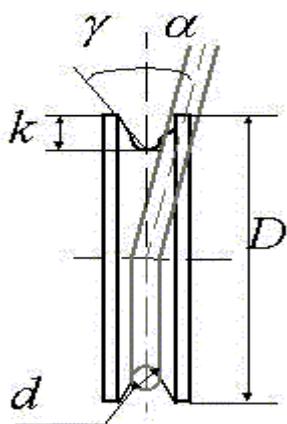
где  $L$  - рабочая длина каната;

$H$  - наибольшая высота подъема груза;  $i_n$  - кратность полиспаста.

Число рабочих витков нарезки

$$z = \frac{L}{\pi \cdot D_2} = \frac{H \cdot i_n}{\pi \cdot D_2}$$

Для нормальной работы канат не должен отклоняться от плоскости, проходящей через ось блока более, чем на угол  $\gamma$ , зависящий от формы ручья блока.



$$\operatorname{tg} \gamma \leq \operatorname{tg} \alpha \cdot \sqrt{1 - \frac{\left(1 + \frac{d}{D}\right)^2}{\left(1 + \frac{2 \cdot k}{D} + \frac{d \cdot \sin \alpha}{D}\right)^2}}$$

где  $2\alpha = 60$  град, а  $\gamma$  принимают в расчетах для гладких барабанов 2 градуса, а для нарезных барабанов 6 градусов.

## IX. ТОРМОЗНЫЕ И СТОПОРНЫЕ УСТРОЙСТВА ГПМ.

### Классификация.

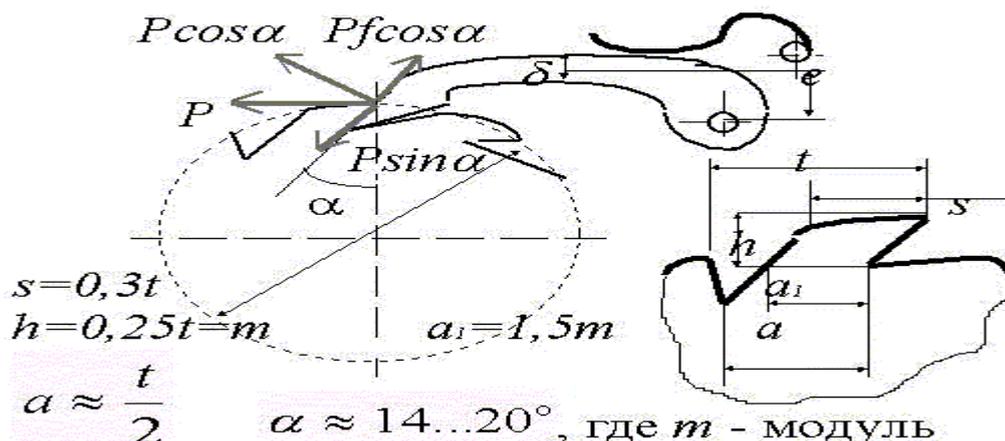
Тормоза и стопорные устройства			
Остановы		Стопорные тормоза	Тормоза-регуляторы скорости
для стопорения вращения	Для стопорения поступательного движения		
Храповые	Гидрозамки	Колодочные	Электромагнитные
Фрикционные	Механические замки	Ленточные	Центробежные
Гидравлические замки		Осевые	Дисковые
		Грузоупорные	Конусные

Условия работы ГПМ требуют наличия устройств, обеспечивающих остановку механизма, удержание груза в определенном положении, а также перемещение исполнительного органа механизма с определенной скоростью.

### Остановы для стопорения вращающихся валов.

- Храповой останов.

$$a \approx \frac{t}{2} \quad \alpha \approx 14 \dots 20^\circ, \text{ где } m - \text{ модуль}$$



Останов служит для стопорения механизмов, скорость которых близка к нулю. Самостоятельно они не применяются, а входят в состав более сложных тормозных устройств. Обычно останов ставится на самом быстроходном валу привода.

Храповой останов состоит из собачки и храпового колеса.

Недостатки храпового останова:

- шум при переходе с одного зуба на другой;
- резкое возрастание нагрузки при стопорении (динамические нагрузки).

Борьба с динамическими нагрузками в момент стопорения сводится к установке по периметру

нескольких собачек, смещенных на долю шага. Так, вход в зацепление на расстоянии 1/3 шага при трех собачках снижает втрое динамические нагрузки.

Работа останова возможна при выполнении условия

$$P \sin \alpha > P_f \cos \alpha$$

Окружное усилие:

$$P = \frac{2 \cdot M_k}{D} = \frac{2 \cdot M_k}{z \cdot m}$$

где  $D$  - внешний диаметр храпового колеса,  $z$  - число зубьев колеса,  $m$  - модуль зацепления храпового колеса,  $M_k$  - крутящий момент.

Ширина собачки  $B$  выбирается с запасом на неточность монтажа

$$B = b + (2 \dots 3) \text{ мм},$$

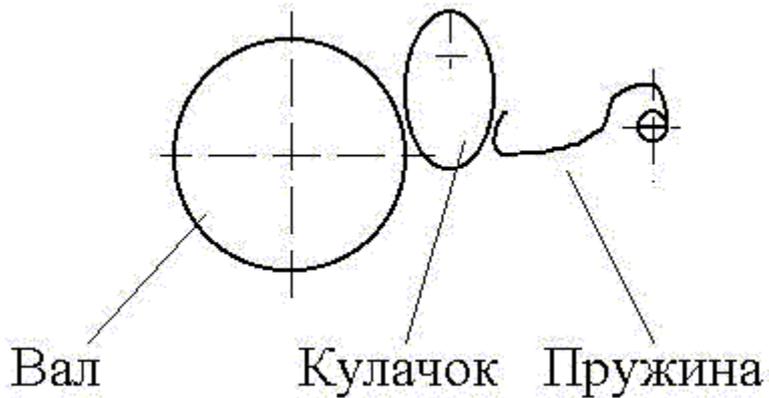
где  $b$  - ширина храпового колеса.

Зуб храпового колеса рассчитывают

- на смятие кромок,
  - на изгиб,
- а собачку
- на смятие кромок,
  - на сжатие
  - на изгиб.

- **Фрикционные остановы.**

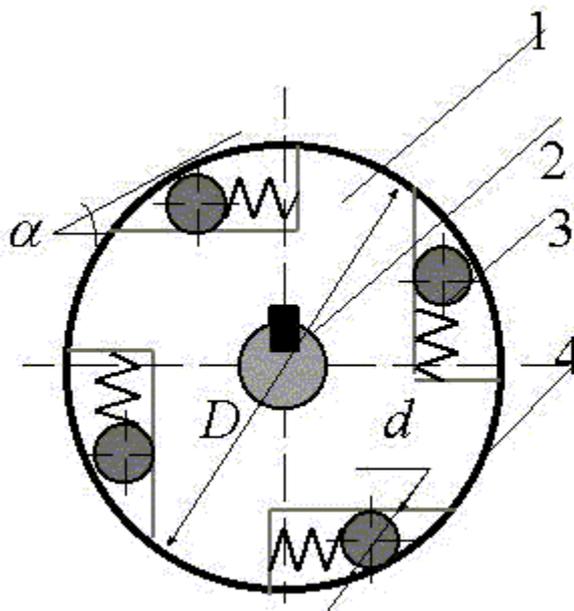
а) Кулачкового типа.



Применяются редко, так как имеют существенные недостатки:

- изгибают вал;
- не защищены от попадания грязи и масла;
- большой износ поверхностей из-за постоянного трения.

б) Роликовые остановы (муфты свободного хода).



1 - муфта свободного хода, 2 - вал, 3 - ролик, 4 - неподвижный тормозной барабан.

При вращении муфты против часовой стрелки ролики не препятствуют движению. При смене направления вращения муфты ролики попадают в узкую часть выемки, где и заклиниваются.

Обеспечивается большая плавность срабатывания, безударное приложение нагрузок и

высокая надежность (система закрытая). Все ролики подпружинены для обеспечения постоянной готовности к заклиниванию.

### - . *Стопорные тормоза.*

Они предназначены для остановки исполнительного элемента на определенном пути торможения и удержания его в данном положении при заданном запасе тормозного усилия.

К тормозам предъявляются следующие требования:

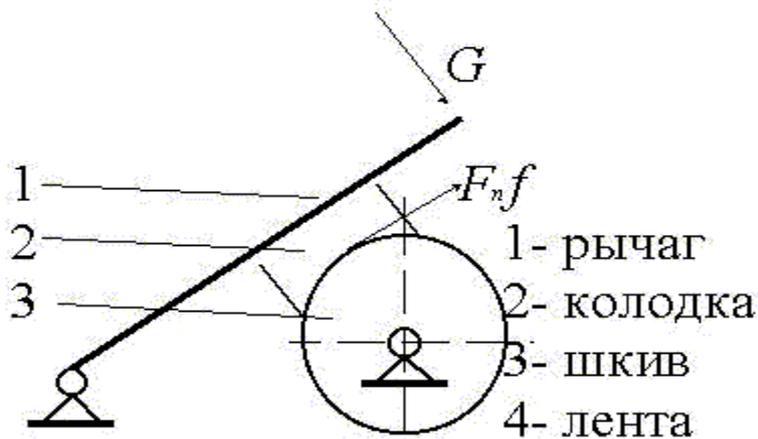
- соответствие тормозного момента заданным условиям работы;
- быстродействие;
- стабильность значения тормозного момента в различных условиях эксплуатации;
- высокая теплоотдача;
- минимальные габариты.

Классификация тормозов

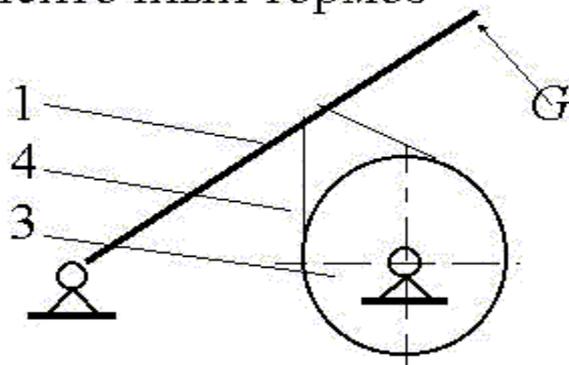
а) по конструктивному исполнению

- Тормоза радиального нажатия

### - колодочный тормоз

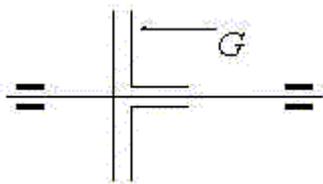


### - ленточный тормоз

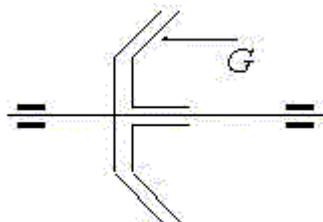


- Тормоза осевого нажатия

- дисковый тормоз



конусный тормоз



б) по принципу действия:

- автоматические тормоза;
- управляемые с помощью педалей и рукоятей.

в) по характеру действия приводного усилия:

- нормальнозамкнутые с помощью пружины или груза;
- нормальноразомкнутые.

г) по типу привода или способу создания замыкающего ( размыкающего) усилия:

- механический;
- гидравлический;
- пневматический;
- электрический (на основе:
  - коротко-или длинноходовых электромагнитов переменного или постоянного тока,
  - однофазных или двухфазных серводвигателей,
  - электрогидравлических толкателей).

Для обеспечения долговечности трущихся поверхностей, увеличения надежности и повышения эффективности, рабочие элементы тормозов снабжаются специальными тормозными накладками, которые изготавливаются из термо- и износостойких материалов с большим коэффициентом трения:

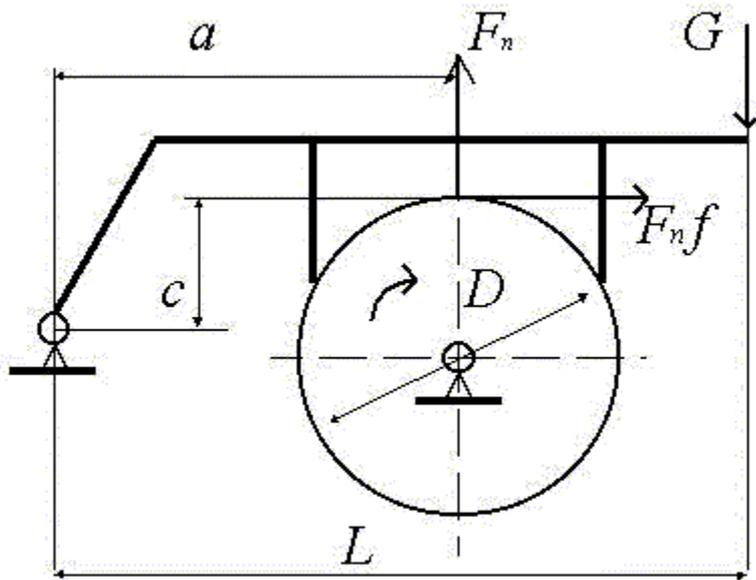
Материал тормозной накладки	Коэффициент трения
Вальцованная стальная лента	0,42
Ферродо (на асбестовой основе)	0,3
Ретинакс ФК-16Л (полимер)	0,35*

Примечание: ретинакс работает при температуре до 750...1000 градусов.

### - Колодочные тормоза.

Колодочные тормоза - наиболее часто применяемая в ГПМ конструкция тормозов.

а) Одноколодочный тормоз



Условие торможения: тормозной момент  $T_t$  должен быть больше момента  $T_{DB}$ , развиваемого электродвигателем

$$T_T = F_n \cdot f \cdot \frac{D}{2} > T_{DB}$$

где  $F_n$  - нормальная сила контактного давления,  $f$  - коэффициент трения,  $D$  - диаметр тормозного шкива.

Тогда необходимое усилие нажатия колодки

$$F_n = \frac{2 \cdot T_T}{f \cdot D}$$

## Х. ПРИВОДЫ ГПМ.

### *Классификация приводов.*

Привод - это система, состоящая из двигателя, системы управления этим двигателем и передачи

от двигателя к рабочему органу.

В зависимости от назначения различают:

- силовой привод - для привода механизмов;
- привод управления (двигателями, тормозами, муфтами и т.п.).

По виду используемой энергии для создания движущего момента или усилия:

- ручной,
- паровой,
- привод от ДВС,
- электрический,
- гидравлический,
- пневматический.
- комбинированные
- дизель-электрический,
- дизель-гидравлический и т.п.

Для специальных ГПМ при выборе привода учитываются:

- соответствие свойств приводного двигателя заданному режиму ГПМ,
- характер внешних нагрузок
- диапазон их изменения,
- зависимость от параметров движения,
- учет инерционности механизма,
- учет трения в конструкции и т.п.,
- стоимость изготовления и эксплуатации машины с данным типом привода,
- возможность использования того или иного вида энергии в достаточном количестве,
- удобство управления ГПМ,
- особенности эксплуатации ГПМ:
  - взрывобезопасность,
  - пожаробезопасность,
  - температура окружающей среды,
  - постоянная готовность к работе и т.п.
- зависимость работы ГПМ от источника энергии,
- соответствие габаритов привода требованиям рациональной компоновки машины,
- диапазон регулирования скорости.

Наиболее широко используются следующие приводы:

- ручной,
- электрический,
- гидравлический.

Недостатки привода от ДВС:

- невозможность пуска под нагрузкой,
- обеспечивают вращение только в одну сторону,

- невозможность работы с большими перегрузками.

Пневмопривод применяется сравнительно редко - обычно при работе во взрывоопасных помещениях и в качестве управляющего привода (тормозами, муфтами и т.п.).

#### **- Ручной привод.**

Маломощный. Применяется на машинах общепромышленного назначения при невысоких грузоподъемностях и скоростях.

На спецГПМ его применение обусловлено:

- необходимостью обеспечивать малые посадочные или стыковочные скорости,
- дублированием основного привода в механизмах подъема груза и изменения вылета стрелы для обеспечения безопасной работы.

Усилие на рукоятку при работе не более 5 минут должно не превышать 200 Н (20 кг), а при более длительной работе - не более 120 Н (12 кг).

#### **- . Электрический привод.**

Применяется в ГПМ наиболее широко.

Преимущества:

- постоянная готовность к работе,
- возможность установки индивидуального двигателя в каждый механизм крана, что значительно упрощает конструкцию и управление,
- высокая экономичность,
- легкость регулирования скорости в значительных пределах и удобство реверсирования механизма,
- безопасность работы (простота конструкции и надежность различных предохранительных устройств),
- возможность работы со значительными перегрузками,
- возможность использования электродвигателя в качестве тормоза (генератора при рекуперации энергии),
- относительно низкая стоимость,
- возможность пуска под нагрузкой.

Недостатки:

- габариты электродвигателя в сильной степени зависят от мощности,
- затруднена подача энергии к подвижным ГПМ,

- сложно получать малые устойчивые скорости вращения,
- большая инерционность электропривода, что значительно снижает его быстродействие,
- громоздкость системы управления двигателем с регулируемой скоростью,
- электродвигатели работают с редукторами, а те имеют люфты, поэтому невозможно обеспечить точную остановку механизма.

Выбор типа электродвигателя зависит:

- от рода тока,
- от величины номинального напряжения в сети,
- от номинальной мощности и скорости,
- от вида естественной характеристики двигателя  $M=f(n)$ ,
- от конструктивного исполнения.

Крановые электродвигатели обладают:

- повышенной прочностью,
- повышенной перегрузочной способностью, характеризуемой коэффициентом  $k=M_{max}/M_{ном}$ .

Тип двигателя	$k$
Двигатели переменного тока с короткозамкнутым и фазным ротором	до 2,5...3,5
Двигатели постоянного тока	до 4

- малой инерционностью ( малым маховым моментом )

$$\omega_0 = \frac{M_u^{PI}}{I} \cdot t_P + \frac{M_u^{PII} - M_u^{PI}}{2 \cdot I} \cdot t_P = \frac{M_u^{PII} + M_u^{PI}}{2 \cdot I} \cdot t_P$$

Крановые электродвигатели предназначены для работы в условиях частых пусков, сопровождающихся значительными перегрузками. К их числу относятся:

- двигатели постоянного тока серии ДП;
- двигатели переменного тока с фазным ротором серии МТВ;
- двигатели переменного тока с короткозамкнутым ротором серии МТК;
- металлургические спецдвигатели с контактными кольцами серии МТМ;
- металлургические - с коротко-замкнутым ротором серии МТКМ.

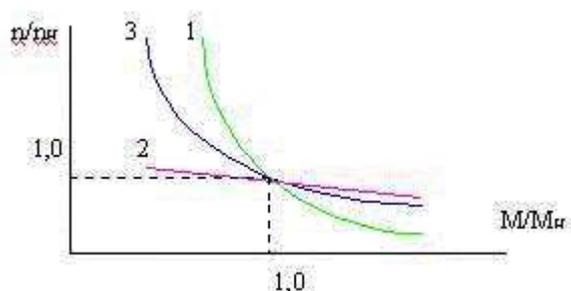
Кроме специальных крановых двигателей в ряде механизмов ГПМ можно применять общепромышленные двигатели:

- с повышенным скольжением серий АС и АОС;
- с повышенным пусковым моментом серий АП и АОП;

- с контактными кольцами серий АК и АОК.

Двигатели постоянного тока серии ДП имеют значительные преимущества перед другими, так как:

- они обладают повышенной перегрузочной способностью по сравнению с двигателями переменного тока;
- у них шире диапазон регулирования скорости;
- их можно чаще включать.



Естественные характеристики двигателей постоянного тока: 1- параллельного возбуждения, 2- последовательного возбуждения, 3- смешанного возбуждения,  $n$ ,  $nН$  - частота и номинальная частота вращения двигателя,  $M$ ,  $MН$  - момент и номинальный момент электродвигателя.

Двигатели постоянного тока по способу возбуждения подразделяются на:

- параллельного возбуждения(2);
- последовательного возбуждения(1);
- смешанного возбуждения (3).

Наиболее мягкая естественная характеристика у двигателей последовательного возбуждения, а жесткая - у двигателей параллельного возбуждения.

Двигатели последовательного возбуждения применяются в ГПМ значительно чаще, так как обеспечивают существенное повышение производительности крана (более легкие, чем номинальный, грузы можно перемещать с большей скоростью).

## СОДЕРЖАНИЕ

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	3
II. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГПМ.....	6
III. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГПМ.....	8
IV. ВЫБОР ТИПА ГПМ.....	9
V. РАСЧЕТ НАГРУЗКИ.....	10
VI. ВЫБОР ЗАПАСОВ ПРОЧНОСТИ И ДОПУСКАЕМЫХ НАПРЯЖЕНИЙ.....	12
VII. КЛАССИФИКАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ГПМ.....	14
VIII. БЛОКИ, ЗВЕЗДОЧКИ И БАРАБАНЫ.....	28
X. ПРИВОДЫ ГПМ.....	37

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**Петряков Сергей Николаевич  
Татаров Лев Григорьевич  
Хохлов Антон Алексеевич**

**ГРУЗОПОДЪЁМНЫЕ МАШИНЫ В ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ  
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

краткий курс лекций

для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2019.- 44 с.