

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

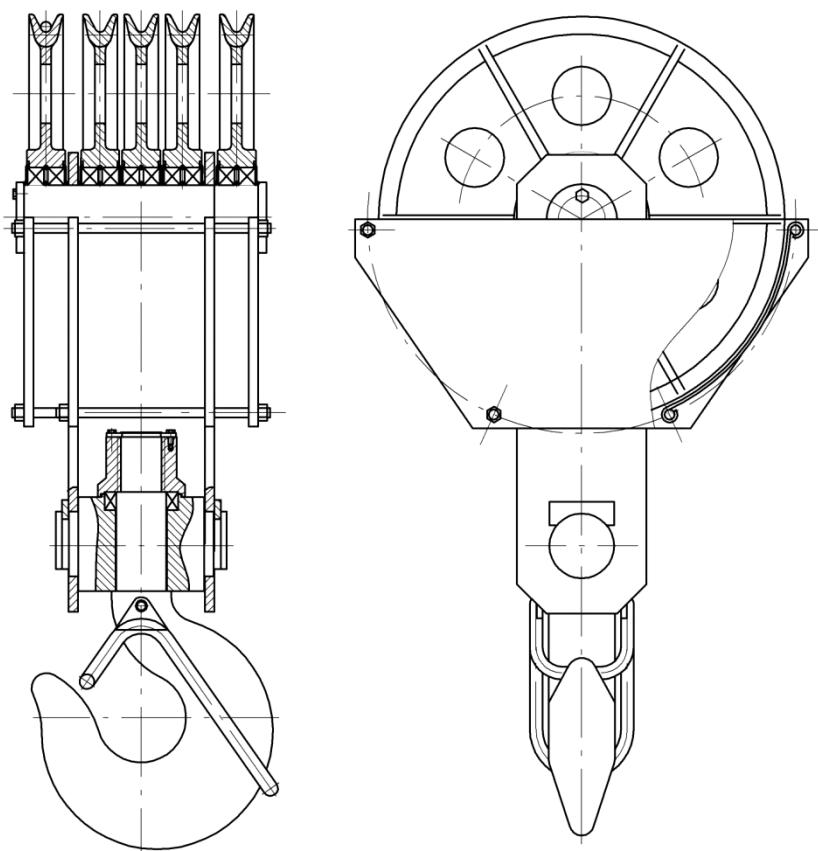
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра общеинженерных дисциплин

## **ИЗУЧЕНИЕ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН**

Практикум  
для выполнения лабораторной и самостоятельной работы  
по дисциплине «Подъемно-транспортные машины»



**Казань –2018**

**УДК 621.86.061**

**ББК 34.4**

Составители: Марданов Р.Х., Яхин С.М., Пикмуллин Г.В.

Рецензенты:

к.т.н., доцент кафедры «Техносферная безопасность» Казанского государственного аграрного университета Гаязиев И.Н.

к.т.н., доцент кафедры «Динамика и прочность машин» Казанского государственного энергетического университета Маслов И.Н.

Практикум для выполнения лабораторной и самостоятельной работы по дисциплине «Подъемно-транспортные машины» обсужден и рекомендован к печати на заседании кафедры общеинженерных дисциплин Казанского ГАУ (протокол №7 от 09.01.2018г.) и заседании методической комиссии Института механизации и технического сервиса Казанского государственного аграрного университета (протокол №5 от 18.01.2018 г.).

**Марданов Р.Х.** Изучение грузозахватных приспособлений грузоподъемных машин: Практикум для выполнения лабораторной и самостоятельной работы по дисциплине «Подъемно-транспортные машины» / Марданов Р.Х., Яхин С.М., Г.В. Пикмуллин – Казань: Издательство Казанский ГАУ, 2018. – 20с.

Практикум предназначен для выполнения лабораторной и самостоятельной работы по дисциплине «Подъемно-транспортные машины» и способствует формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по специальности 23.05.01 - Наземные транспортно-технологические средства и направлению подготовки бакалавров 23.03.05 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

**УДК 621.86.061**

**ББК 34.4**

© ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет, 2018 г.

## **Содержание**

Цель работы.....	4
Инструмент.....	4
1. Общие сведения.....	4
2. Грузовые крюки.....	4
3. Грузовые петли.....	6
4. Стропы.....	6
5. Клещевые захваты.....	7
6. Эксцентриковые захваты.....	10
7. Электромагниты.....	13
8. Вакуумные захваты.....	14
9. Грейфер.....	15
10. Описание лабораторной установки.....	17
11. Порядок выполнения работы.....	17
12. Содержание отчета.....	18
13. Контрольные вопросы.....	19
Литература.....	20

# ИЗУЧЕНИЕ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

**Цель работы:** изучение устройства и принципа работы грузозахватных приспособлений грузоподъемных машин (ГПМ); анализ конструктивного исполнения их отдельных узлов; выполнение регулировок и проверочных расчетов грузозахватных приспособлений.

**Инструмент:** штангенциркуль, линейка.

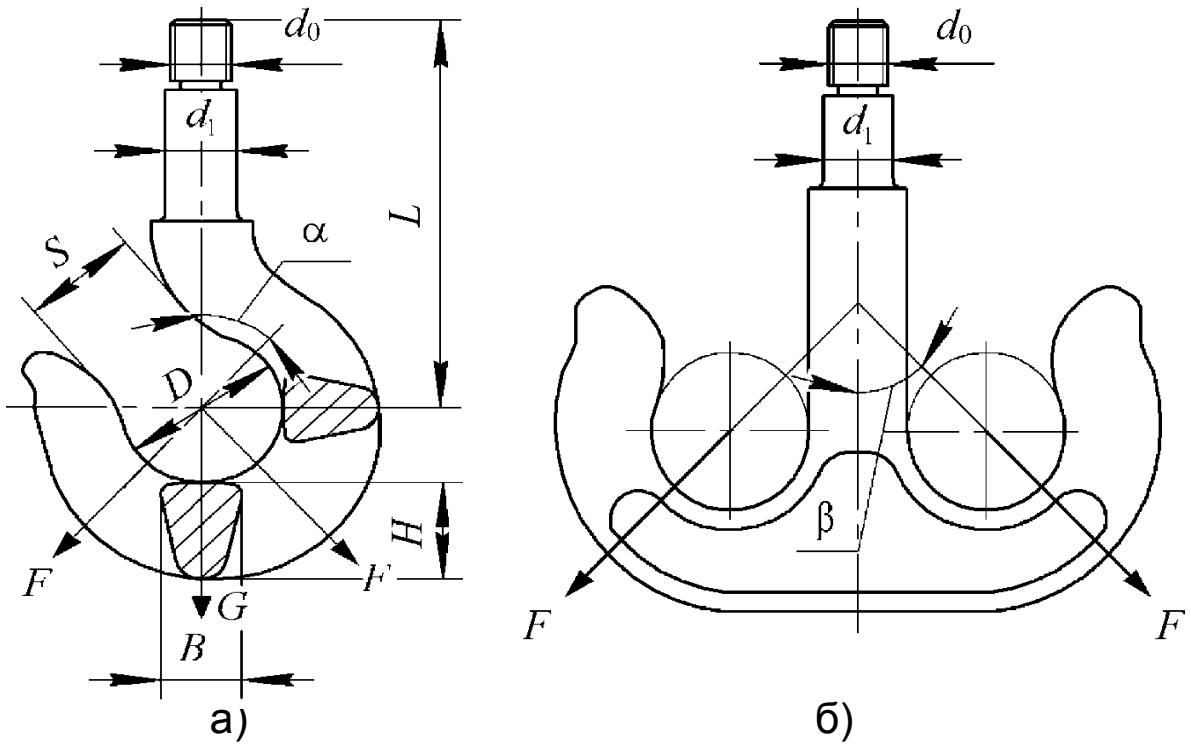
## 1. Общие сведения

Грузозахватные приспособления ГПМ служат для подвески транспортируемых грузов к гибкому органу подъемного механизма. Для переноса разнородных грузов кран оборудуется универсальным грузозахватным приспособлением - крюком (рисунки 1 и 2) или скобой (рисунок 3), к которым с помощью вспомогательных элементов (стропов, клещей, электромагнитов, ковшей и т.п.) можно подвешивать различные грузы.

Для повышения производительности в случае работы крана с однородными грузами (плиты, листы, ящики, контейнеры, бочки, уголь, руда и т.п.) его оборудуют специальными грузозахватными устройствами (клещевые и эксцентриковые захваты, грейферы), что позволяет значительно проще, быстрее и удобнее крепить и освобождать груз.

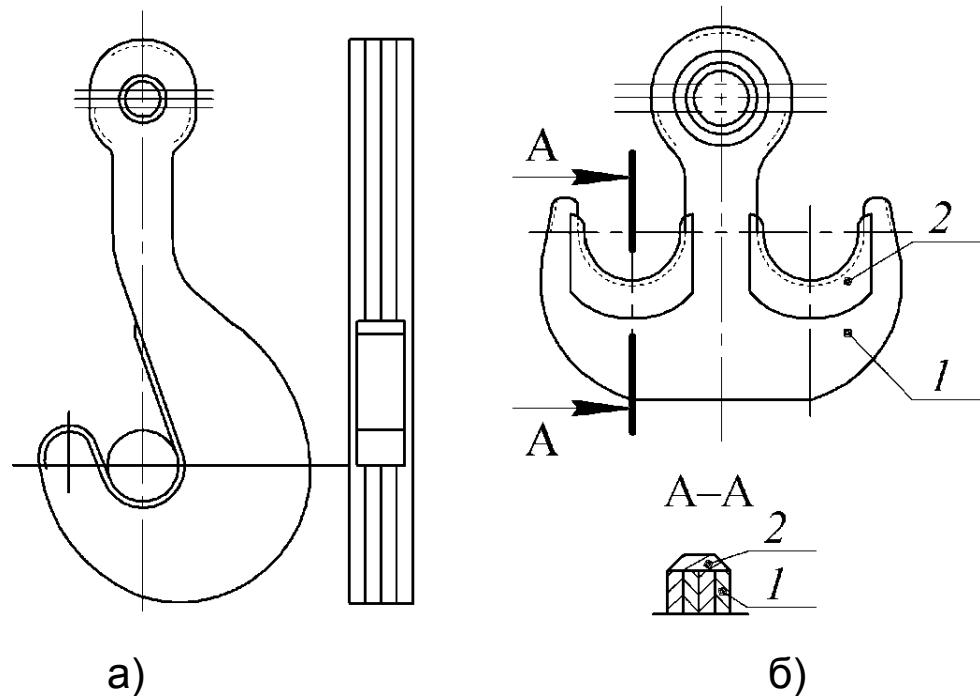
## 2. Грузовые крюки

Грузовые крюки (рисунок 1) изготавливаются ковкой или штамповкой из низкоуглеродистой стали 20 или стали 20Г. Применение литых стальных крюков ограничивается возможностью образования внутренних дефектов металла при отливке. Механической обработке подвергается только хвостовик крюка, на котором нарезается резьба, с помощью которой крюк закрепляется в траверсе крюковой подвески. По форме крюки подразделяются на однорогие (рисунок 1а) по ГОСТ 6627-74 и двуторогие (рисунок 1б) в соответствии с ГОСТ 6628-73 и имеют форму, обеспечивающую минимальные размеры и вес при достаточной прочности, одинаковой во всех сечениях.



*a* - однорогий; *б* - двурогий  
Рисунок 1 – Грузовой крюк

Для кранов большой грузоподъемности применяют пластинчатые однорогие (рисунок 2а) и двурогие крюки (рисунок 2б) по ГОСТ 6619-65, собираемые из отдельных элементов, которые вырезаны из мартеновской листовой стали.



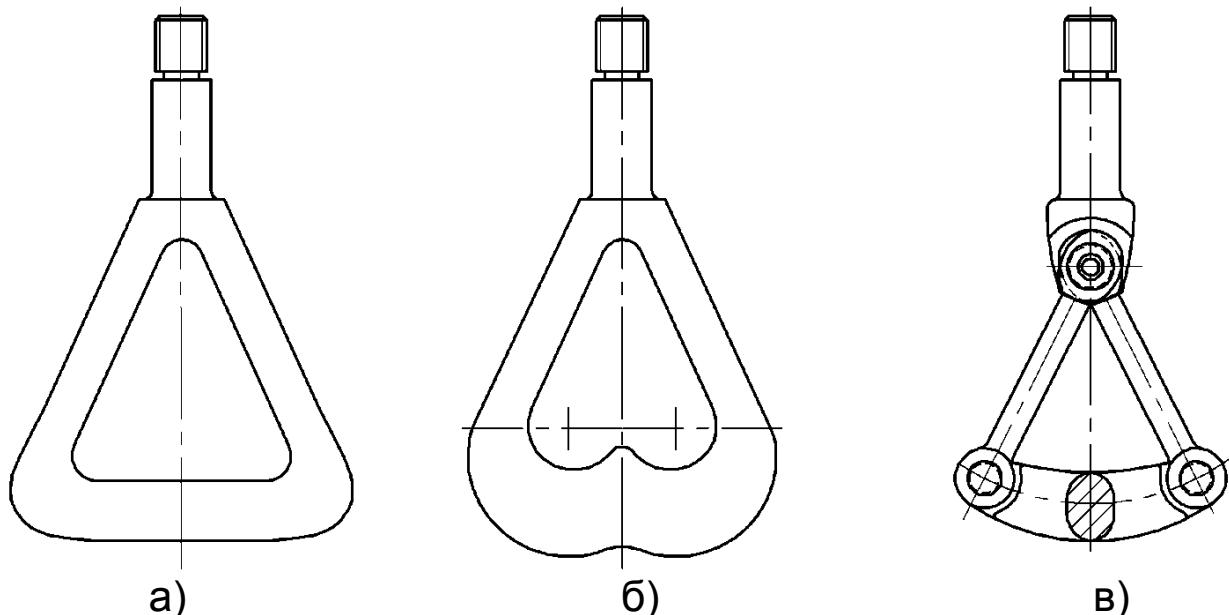
*a* - однорогий; *б* - двурогий  
1 - корпус; 2 – накладка

Рисунок 2 – Пластинчатые крюки

Для равномерного распределения нагрузки между пластинаами в зевах крюков помещают вкладыши, изготовленные из мягкой стали. Эти крюки легче кованых и не требуют для изготовления мощного прессового оборудования.

### 3. Грузовые петли

Кроме грузовых крюков в грузоподъемных машинах применяются цельнокованые и составные грузовые петли (рисунок 3). Грузовые цельнокованые (рисунок 3а и 3б) и составные (рисунок 3в) петли намного компактнее крюков, но требуют повышенных трудозатрат при зачаливании груза из-за продевания строп в отверстие петли. Форма и размер петли не стандартизированы, и поэтому необходим обязательный расчет на прочность.



а, б - цельнокованые; в - составная

Рисунок 3 – Грузовые петли

### 4. Стропы

Для обвязки груза при его прикреплении к крюку применяются различные виды стропов (рисунок 4), изготавливаемых из стальных или пеньковых канатов либо сварной цепи. Во избежание повреждения транспортируемого изделия стропы, изготовленные из стального каната, иногда покрываются предохранительной пленкой из пластмасс или резины. Стропы накладываются на груз без узлов и петель, на острые ребра

груза подкладываются специальные подкладки, предохраняющие стропы от повреждения.

При работе грузоподъемной машины со штучными грузами определенной формы и размера для сокращения времени, затрачиваемого на подвеску и освобождение грузов, а также с целью уменьшения потребности ручного труда применяются специальные захваты, которые подвешиваются к крюку, соответствуют форме и свойствам грузов. При их конструировании стремятся обеспечить надежность их действия, удовлетворить требования техники безопасности, создать малогабаритные захваты, предотвратить порчу груза при его захватывании и сократить ручные операции.

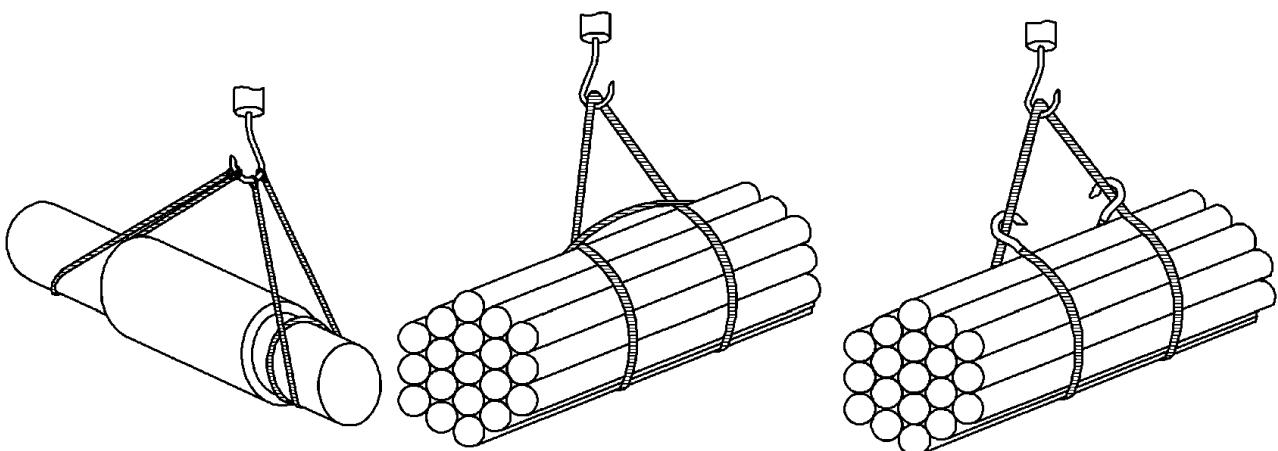


Рисунок 4 – Конструкции стропов

## 5. Клещевые захваты

Клещевые захваты относят к специализированным захватам, служащим для захвата штучных грузов, имеют рычажную систему в виде ножниц (рисунок 5) идерживают груз силами трения, возникающими между захватом и грузом.

При расчете клещевых захватов (рисунок 5г) исходят из предположения, что при подъеме груза сила трения между упорами клещей и грузом затягивает клещи, в результате чего должно выполняться следующее условие:

$$2F_{tp} > G \text{ или } 2F_{tp} = kG \quad (1)$$

где  $F_{tp}$  - сила трения между упорами и грузом, Н;

$G$  - вес груза, Н;

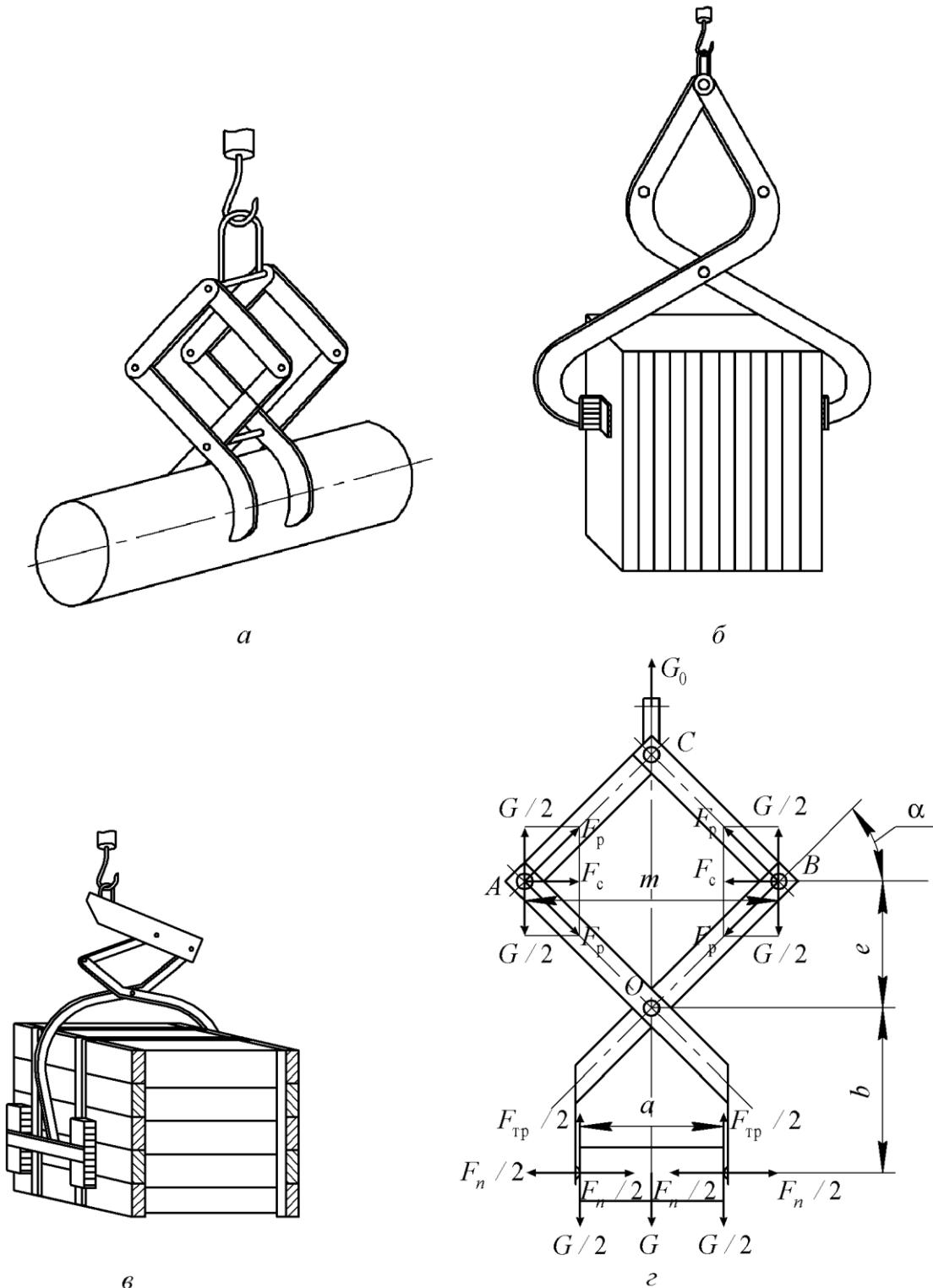
$k$  - коэффициент запаса неподвижности, который зависит от режима работы механизма и для практических расчетов принимается равным 1,25...1,50.

В свою очередь

$$F_{\text{тр}} = f \cdot F_n, \quad (2)$$

где  $f$  - коэффициент трения между упорами клемм и грузом, принимаемый по таблице 1.

$F_n$  - нормальная сила, действующая упорами клемм на груз, Н.



**а** - для цилиндрических заготовок; **б** – для набора плит; **в** – для контейнера; **г** - схема сил в рычагах клеммового захвата

Рисунок 5 – Клещевые захваты

Если подставить в формулу (1) значение  $F_{\text{тр}}$  и выразить отсюда нормальную силу  $F_n$ , получим

$$F_n = \frac{k \cdot G}{2f} \quad (3)$$

Таблица 1 – Коэффициенты трения

Груз	Состояние поверхности упоров захвата	
	гладкие	рифленые
Сталь	0,12-0,15	0,3-0,4
Камень	0,2-0,25	0,4-0,5
Дерево	0,3-0,35	0,6-0,8

Рассмотрим действие сил на груз и захват. Проанализировав действие сил в шарнирах  $A$  и  $B$  (рисунок 5 $\sigma$ ), видно, что возникает неуравновешенная сила  $F_c$ , которая стремится сложить захват даже от собственного веса захвата и тем самым создать первоначальную силу трения между упором захвата и грузом.

Поскольку захват симметричный, то достаточно рассмотреть действие сил на один рычаг захвата. Составные моментов сил, действующих на рычаг относительно точки  $O$ , выглядят следующим образом:

$$\sum M_O = -\frac{F_n \cdot b}{2} + \frac{G}{2} \cdot \frac{a}{2} + F_c \cdot e - \frac{G}{2} \cdot \frac{m}{2} = 0 \quad (4)$$

Силу  $F_c$  можно записать в виде

$$F_c = \frac{G}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad (5)$$

где  $\alpha$  - угол наклона рычагов к горизонтали, град.

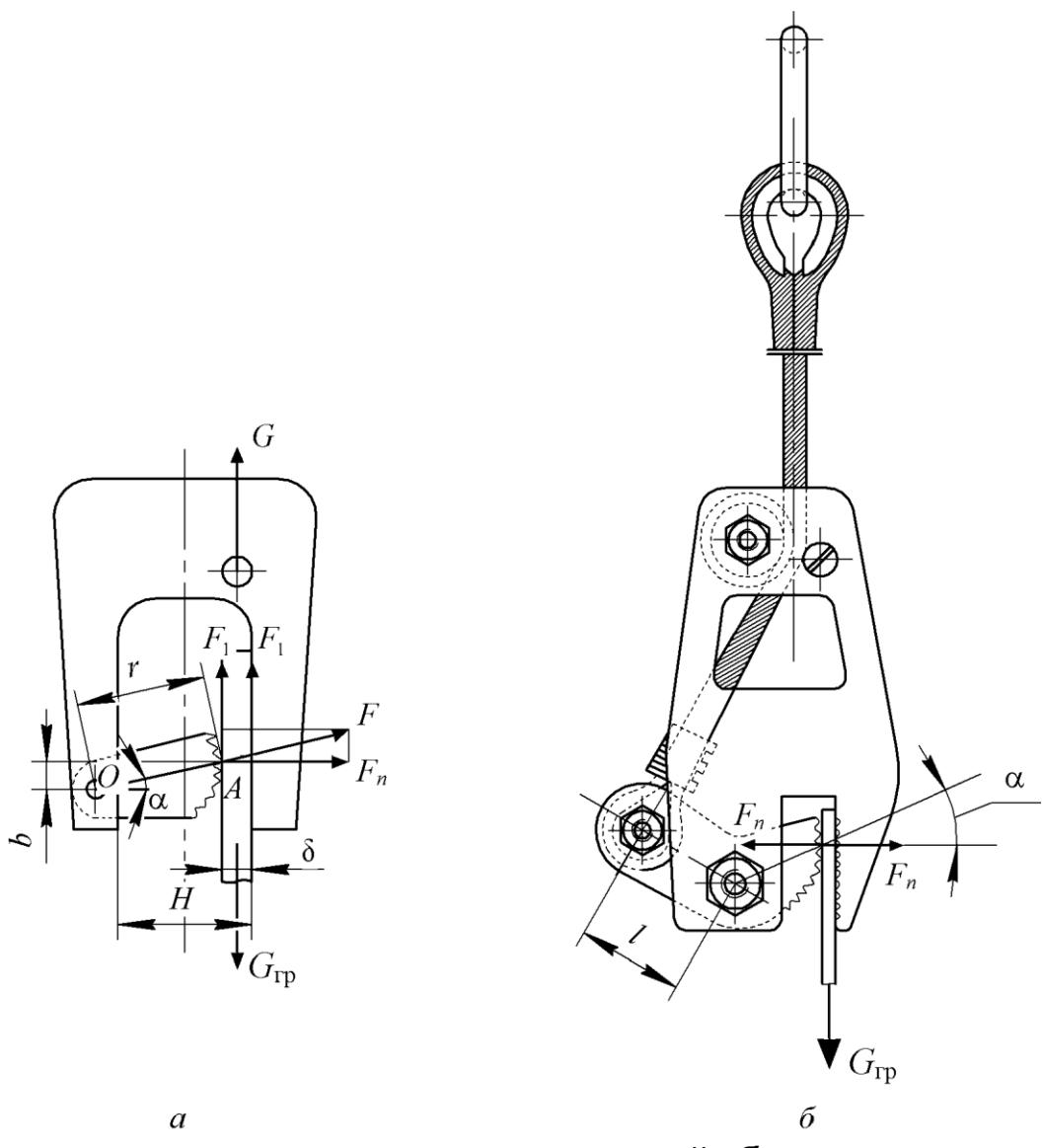
Из уравнения (4) выразим нормальную прижимную силу  $F_n$ , которая создает необходимую силу трения для удержания груза:

$$F_n = \frac{G}{2b} \left( \frac{a}{2} - \frac{m}{2} + \frac{e}{\operatorname{tg} \alpha} \right) \quad (6)$$

Это уравнение справедливо при выбранных для данной конструкции захвата значениях  $a$ ,  $b$ ,  $m$ ,  $e$ . Из формулы видно, что увеличение угла  $\alpha$  приводит к снижению прижимной силы  $F_n$ , увеличение параметров  $a$ ,  $m$ ,  $e$  и уменьшение  $b$  - к увеличению прижимной силы.

## 6. Эксцентриковые захваты

Эксцентриковые захваты листовых материалов подвешиваются к крюку крана. Груз удерживается силами трения между эксцентриками и грузом, грузом и скобой. Конструктивной особенностью захватов является то, что центр радиуса дуги эксцентрика находится выше центра вращения эксцентрика на величину эксцентриситета  $b$ , что позволяет при повороте эксцентрика вокруг своей оси вращения увеличивать (при подъеме) или уменьшать (при опускании) зазор между дугой эксцентрика и опорной поверхности скобы (где зажимается груз).



*a* - гравитационно-затягивающий; *б* - рычажно-кулаковый

Рисунок 6 – Эксцентриковые захваты

На рисунке 6б представлена схема рычажно-кулачкового эксцентрикового захвата повышенной надежности, так как сила трения между эксцентриком и листом создается благодаря воздействию гибкого органа на плечо эксцентрика.

В начале подъема под собственным весом гравитационно-затягивающий эксцентрик (рисунок 6а) прижимается к листу в точке А и создает первоначальную силу трения между грузом и эксцентриком. В дальнейшем вес подвешенного груза за счет силы трения увлекает эксцентрик вниз, тем самым прижимает груз к упору рамки захвата и создает достаточную силу трения для удержания груза. Чем больше масса груза, тем больше прижимная сила.

Условие удержания груза при его подъеме можно записать в виде

$$G_{\text{гр}} > F_1 + F_2, \quad \text{или} \quad (7)$$

$$F_{\text{гр}} = \kappa(F_1 + F_2),$$

где  $F_{\text{гр}}$  - вес груза, Н;

$F_1$  - сила трения между эксцентриком и грузом, Н;

$F_2$  - сила трения между грузом и скобой, Н;

$\kappa$  - коэффициент запаса неподвижности, принимаемый в зависимости от режима работы 1,25-1,50.

Силы трения определяются по следующим формулам:

$$F_1 = F_n \cdot f_1, \quad F_2 = F_n \cdot f_2, \quad (8)$$

где  $F_n$  - нормальная сила, Н;

$f_1$  - коэффициент трения между эксцентриком и грузом;

$f_2$  - коэффициент трения между грузом и скобой.

Из уравнения моментов относительно оси вращения эксцентрика (точка О) получим:

$$F_n \cdot r \cdot \sin\alpha - k \cdot f_1 \cdot r \cdot \cos\alpha - k \cdot F_n \cdot f_2 \cdot (r \cdot \cos\alpha + \delta) = 0 \quad (9)$$

где  $r$  - радиус вращения эксцентрика, мм;

$\delta$  - толщина поднимаемого листа, мм,

откуда

$$\sin\alpha - k \cdot f_1 \cdot \cos\alpha - k \cdot f_2 \left( \cos\alpha + \frac{\delta}{r} \right) = 0 \quad (10)$$

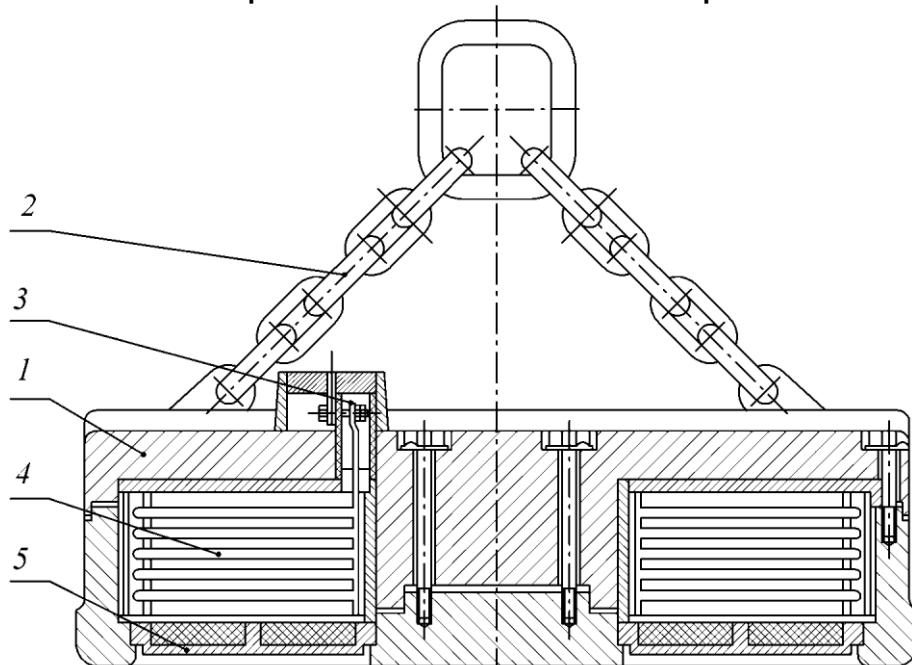
или

$$\operatorname{tg}\alpha = k \left( f_1 + f_2 \left( 1 + \frac{\delta}{r \cdot \cos\alpha} \right) \right)$$

Из последнего выражения назначаются соотношения между параметрами эксцентрикового захвата.

## 7. Электромагниты

Электромагниты постоянного тока широко применяются для подъема стальных и чугунных грузов весом до 30 т. Использование электромагнита (рисунок 7) устраниет ручной труд при зачаливании груза, однако существует повышенная опасность падения груза или его частей даже при нормальной работе устройства. Подъемная сила электромагнита сильно зависит от типа, формы и температуры груза. Например, электромагнит М42 диаметром 1670 мм, поднимающий стальную плиту массой 16 т, может поднять только 200 кг стальной стружки. При температуре материала выше 200°C подъемная сила уменьшается и при 700°C и выше она практически равна 0.



1 - корпус; 2 - цепи; 3 - клеммовая коробка;  
4 - катушка; 5 - защитные листы

Рисунок 7 – Электромагнит

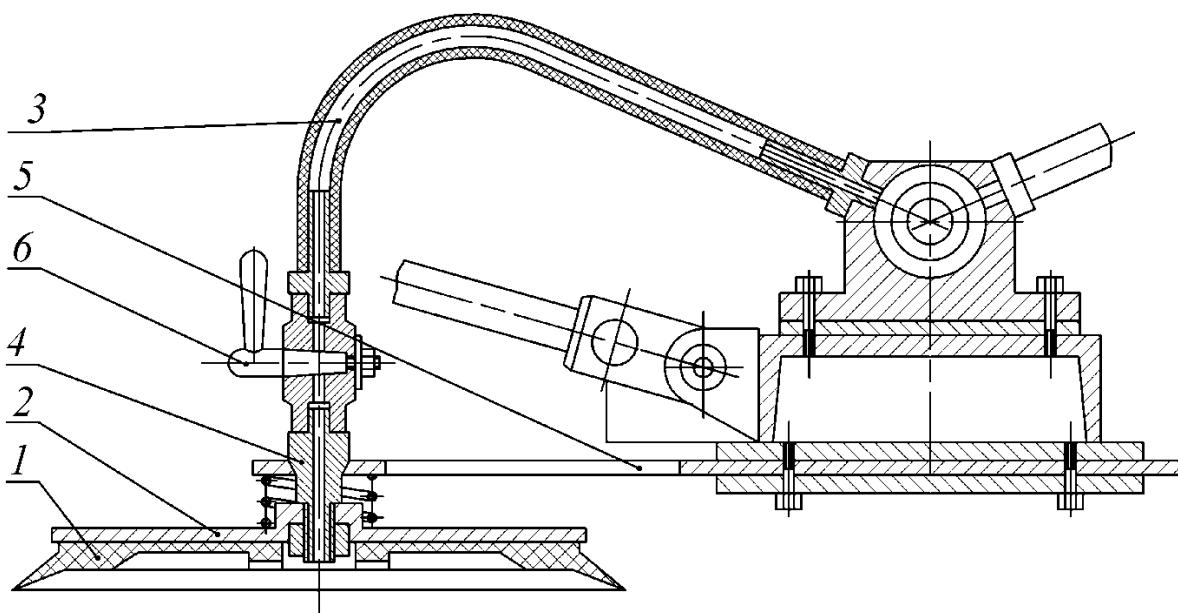
Электромагнит состоит из стального (сталь 25 Л) корпуса 1, подвешенного цепями 2 к крюку крана. Постоянный ток по гибкому кабелю, автоматически наматываемому и сматываемому со специального кабельного барабана через клеммовую коробку 3, подается на катушки 4, защищенные снизу листами 5 из марганцовистой стали.

## **8. Вакуумные захваты**

Вакуумные захваты (рисунок 8) применяют для транспортирования листовых материалов с различными свойствами.

Захват состоит из металлического диска 2 с центральным отверстием и из эластичного резинового герметизирующего кольца 1. Диск соединяется гибким шлангом 3 с вакуумным насосом, приводимым в действие от электродвигателя. Захват для самоустановки покачивается на шарнире 4, опирающемся на листовую пружину 5. Для отключения захвата шланг 3 перекрывается краном 6.

По сравнению с электромагнитами захваты транспортируют различные, в том числе и немагнитные, материалы при значительно меньшей массе захватов. Преимуществом их также является большая безопасность работы (благодаря использованию резервных резервуаров) и устранение прогибов при транспортировании несколькими захватами длинномерных предметов. На 1 кг массы груза требуется 120-130 мм активной площади вакуумного захвата, т. е. захват диаметром 608 мм поднимает груз массой до 1 т.



1 - эластичное кольцо; 2 - металлический диск; 3 - гибкий шланг; 4 - шарнир; 5 - опорная пружина; 6 - кран

**Рисунок – 8 Вакуумный захват**

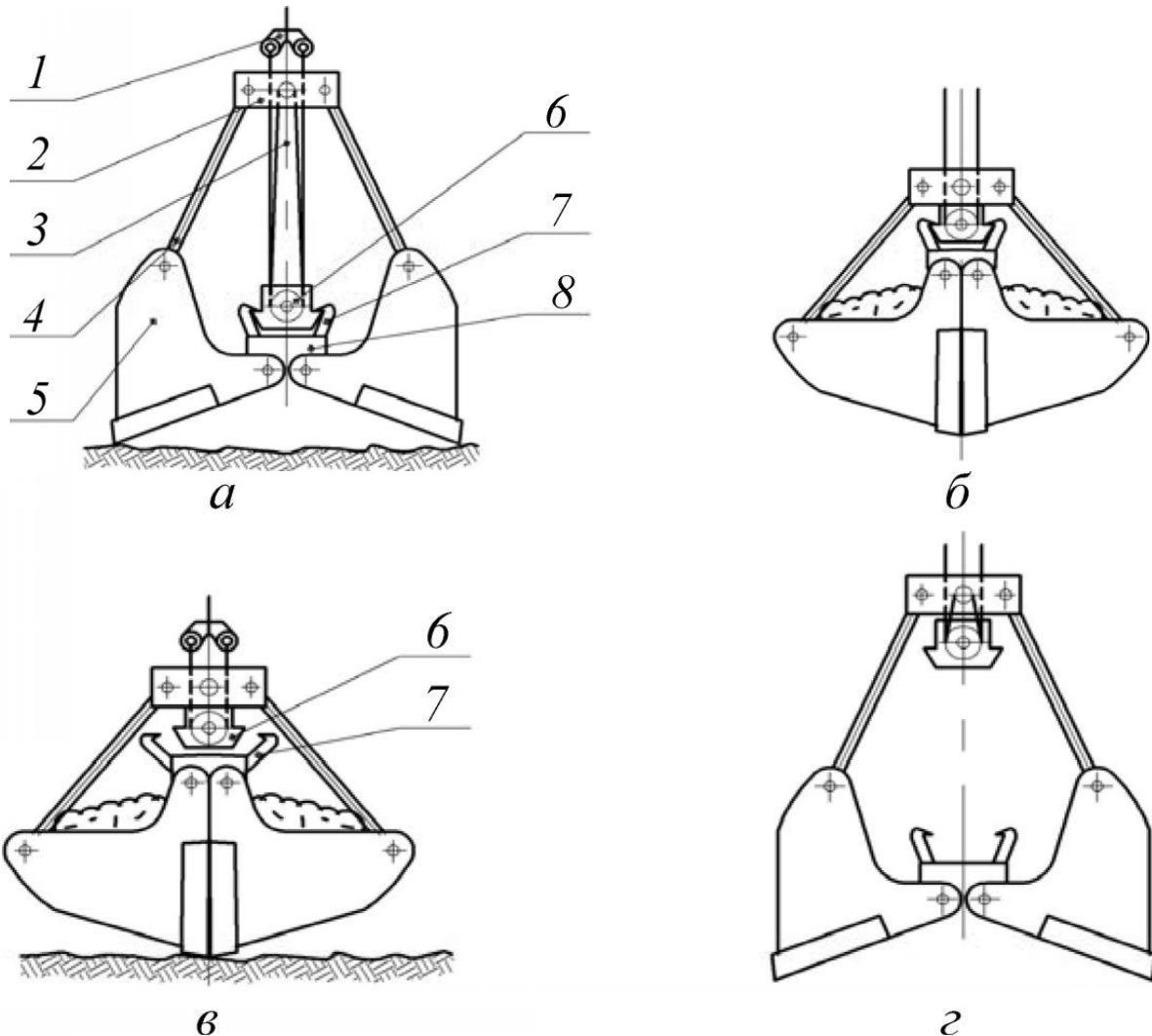
Вакуумные захваты имеют ряд преимуществ по сравнению с электромагнитными: возможность перемещать грузы из любых материалов (металл, бетон, дерево, стекло, пластмассы и др.), сокращается время на захват и транспортирование грузов, повышается безопасность проведения работ, значительно снижается масса захвата.

## 9. Грейфер

Для порционного транспортирования груза применяются ковши, бадьи и грейферы. Разгрузка бадей и ковшей производится путем опускания дна или опрокидывания через край. Загрузка бадей является одной из самых трудоемких операций, часто требующих применения ручного труда. Автоматизация захвата грузов и разгрузка решается путем применения автоматических грузозахватных устройств - грейферов (рисунок 9).

Грейфер состоит из двух челюстей 5, соединенных шарнирно нижней траверсой 8. Тяги 4 соединяют челюсти с верхней траверсой 2. Канатом 3 подвижная головка 6 соединяется с верхней траверсой 2 и со скобой 1, при помощи которой грейфер навешивается на крюк механизма подъема.

Грейферы по кинематике подразделяются на канатные (в том числе многоканатные) - приводятся в действие канатами, на которых они подвешиваются, и приводные - с расположением на грейфере привода загрузки и разгрузки. Наиболее широко применяются одноканатные съемные грейферы, позволяющие использовать кран как для работы с крюком, так и для работы с грейфером. После освобождения грейфера (рисунок 9г) он перемещается на место загрузки и опускается на подъемаемый материал. Головка 6 опускается и происходит захват с нижней траверсой 8 (рисунок 9а). При подъеме челюсти начинают смыкаться и под действием своей массы грейфер зачерпывает груз (рисунок 9б). После смыкания челюстей и перемещения к месту разгрузки грейфер опускается на поверхность места разгрузки, при этом захваты 7 раскрываются и головка 6 отсоединяется от нижней траверсы 8 (рисунок 9в). Подъем скобы 1 вызывает подъем верхней траверсы 2, что приводит к раскрытию грейфера и его опорожнению.



*a* - начало захвата груза; *б* - перемещение груза; *в* - освобождение записи; *г* - положение грейфера после разгрузки  
 1 - скоба; 2 - верхняя траверса; 3 - канат; 4 - тяги; 5 - челюсти;  
 6 - головка; 7 - захваты; 8 - нижняя траверса

Рисунок 9 – Грейфер

Раскрытия грейфера можно достичь и не опуская его на поверхность, а приводя в действие запорное устройство с помощью тросика или цепи. При наличии двух лебедок на кране возможно применение более производительного двухканатного грейфера, у которого различают подъемный и замыкающий канаты; с помощью последнего осуществляется управление механизмом замыкания и размыкания грейфера. Для работы с кусковыми грузами (руда, камни, скрап) используют многочелюстные грейферы с челюстями клиновидной формы, которые легко проходят между кусками материала, что обеспечивает хорошее заполнение грейфера.

## 10. Описание лабораторной установки

В качестве объектов лабораторной работы применяются натурные образцы крюка (рисунок 1а), грузоподъемной петли (рисунок 3а), клещевого (рисунок 5г) и эксцентрикового (рисунок 6а) захватов.

## 11. Порядок выполнения работы

1. Штангенциркулем и линейкой замерить натурный образец крюка (рисунок 1а), заполнить таблицу 2 и определить грузоподъемность крюка.

Таблица 2 – Параметры крюка

Грузоподъемность, кН	Размеры, мм						
	$d_0$	$d_1$	$B$	$D$	$H$	$L$	$S$
По ГОСТ 6627	16	27	30	30	50	45	145
	20	30	30	34	55	52	165
	25	33	35	38	60	55	180
Измеренные размеры							

2. Измерить параметры клещевого захвата (рисунок 5г) в трех положениях (в крайних верхнем, нижнем и среднем). Путем геометрических замеров рычагов определить угол  $\alpha$ . Данные занести в таблицу 3 и рассчитать нормальную силу прижатия по формуле (6).

Таблица 3 –Параметры клещевого захвата

Положение	Угол наклона $\alpha$ , град.	Размеры, мм				Нормальная сила $F_n, \text{ н}$
		$a$	$b$	$e$	$m$	
Верхнее						
Среднее						
Нижнее						

3. Найти грузоподъемность эксцентрикового захвата, задавшись значениями коэффициентов трения  $f_1 = 0,3$  и  $f_2 = 0,15$ . Геометрически определить угол  $\alpha$  по заданной толщине поднимаемого груза  $\delta$  (по согласованию с преподавателем). Вычислить нормальную силу прижатия по формуле (9). Найти силы трения по уравнениям (8). Определить грузоподъемность по выражению (7). Все значения свести в таблицу 4.

Таблица 4 – Данные расчета эксцентрикового захвата

$\alpha$ , град.	$\delta$ , мм	$r$ , мм	$F_1$ , Н	$F_2$ , Н	$F_n$ , Н	$G_{ср}$ , Н

## 12. Содержание отчета

В отчете необходимо привести:

- 1) название и цель работы;
- 2) назначение каждого вида грузозахватных устройств
- 3) таблицы 2-4 измеренных величин;
- 4) результаты замеров и расчетов клаещевого и эксцентрикового захватов;
- 5) графики зависимости предельной величины коэффициентов трения от толщины грузов, поднимаемых клаещевым и эксцентриковым захватами.

## **13. Контрольные вопросы**

1. Достоинства и недостатки крюков и грузовых петель.
2. Из какого материала изготавливаются крюки?
3. Перечислите разновидности грузовых петель.
4. Почему правилами запрещена транспортировка опасных грузов с использованием фрикционных захватов?
5. Какие из нижеперечисленных изделий можно поднимать электромагнитом: стальной вал, чугунную отливку, алюминиевый блок цилиндров, стальную заготовку, нагретую под закалку, латунный лист, медный прут, стальную стружку?
6. Чем определяется предельная величина груза, поднимаемого вакуумным захватом?
7. Преимущества и недостатки грейферов любого типа.
8. Как рассчитать нормальную силу прижатия у клещевого захвата?

## **Литература**

1. Ерохин, М.Н. Подъемно-транспортные машины: учебник / М.Н. Ерохин [и др.]. - М. : КолосС, 2010. - 335 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 978-5-9532-0625-9.
2. Александров М.П. Грузоподъемные машины. Учебник для вузов - М: Изд-во МГТУ им. И.Э.Баумана Высшая школа, 2000. – 552 с.
3. Грузоподъемные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъемно–транспортные машины и оборудование» / М.П. Александров, Л.Н. Колобов, Н.А. Лобов и др.: - М.: Машиностроение, 1986 – 400с., ил.
4. Штремель Г.Х. Грузоподъемные машины. Учебник для техникумов.-3-е изд., доп. – М.: Высшая школа, 1980.-304 с. ил.

