

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
по ПМ. 01 «Монтаж промышленного оборудования  
и пусконаладочные работы»  
МДК 01.01 «Осуществление монтажных работ промышленного оборудо-  
вания»  
Раздел 1 «Подготовка к монтажу промышленного оборудования»  
Часть 1 (темы 1.1-1.6)  
для специальности  
15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт  
промышленного оборудования (по отраслям)  
(ТОП-50)**

Челябинск, 2018

Методические рекомендации составлены в соответствии с программой профессионального модуля ПМ.01 Монтаж промышленного оборудования и пусконаладочные работы

ОДОБРЕНО  
Предметной (цикловой)  
комиссией  
протокол №  
«\_\_\_»\_\_\_\_\_2018 г.  
Председатель ПЦК  
\_\_\_\_\_/Н.В. Озорнина/

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по НМР  
\_\_\_\_\_ Т.Ю. Крашакова  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

**Автор:** Озорнина Н.В., преподаватель Южно-Уральского государственного технического колледжа

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по ПМ. 01 Монтаж промышленного оборудования и пусконаладочные работы МДК 01.01 «Осуществление монтажных работ промышленного оборудования» Раздел 1 «Подготовка к монтажу промышленного оборудования» для специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям) (ТОП-50).

Практические занятия являются важным элементом МДК 01.01 «Осуществление монтажных работ промышленного оборудования». В процессе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения практических работ по МДК 01.01 «Осуществление монтажных работ промышленного оборудования» (раздел 1).

Программой ПМ. 01, разделом 1, МДК 01.01 частью 1, темами 1.1-1.6 предусмотрено выполнение 13 практических работ, рассчитанные на 28 аудиторных часов, направленных **на формирование элементов следующих компетенций:**

ПК 1.1. Осуществлять работы по подготовке единиц оборудования к монтажу.

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

**умений:**

- анализировать техническую документацию на выполнение монтажных работ;
- подбирать оборудование,
- средства измерения в соответствии с условиями технического задания;
- пользоваться грузоподъемными механизмами;
- рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;
- определять целостность упаковки и наличие повреждений оборудования;
- определять техническое состояние единиц оборудования;
- поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места;
- выполнять подготовку сборочных единиц к монтажу;
- контролировать качество выполненных работ;
- пользоваться знаковой сигнализацией при перемещении грузов кранами;
- производить строповку грузов;
- подбирать грузозахватные приспособления, соответствующие массе и характеру поднимаемого груза;

- соединять металлоконструкции с помощью ручной дуговой электросварки;
- применять средства индивидуальной защиты для сварочных работ;
- производить сборку сборочных единиц в соответствии с технической документацией;
- контролировать качество выполненных работ;
- выполнять высокоточные геодезические измерения различных видов при построении опорных геодезических сетей.

**обобщение, систематизацию, углубление и закрепление знаний:**

- основные правила построения чертежей и схем, требования к разработке и оформлению конструкторской и технологической документации;
- основы организации производственного и технологического процессов отрасли;
- требования охраны труда при выполнении монтажных работ;
- требования к планировке и оснащению рабочего места;
- требования технической документации оборудования;
- условная сигнализация при выполнении грузоподъемных работ;
- способы и схемы строповки монтируемого оборудования для подъема и перемещения его грузоподъемными механизмами;
- типы и правила эксплуатации грузоподъемных механизмов;
- правила строповки грузов;
- порядок и технология сборки металлоконструкций;
- технический и технологический регламент подготовительных работ;
- геодезические приборы, в том числе электронные и высокоточные;
- содержание камеральных работ;
- назначение геодезического измерения, съемок индивидуальной защиты.

Описание каждого практического занятия содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения задания знания, умения, теоретическое изложение необходимого материала, варианты заданий, описание алгоритма выполнения работы и контрольные вопросы (с целью выявить и устранить недочеты в освоении материала).

Для получения дополнительной, более подробной информации по основным вопросам МДК 01.01 «Осуществление монтажных работ промышленного оборудования» в конце методических рекомендаций приведена литература.

Отчеты студентов по практическим работам должны содержать номер, название и цель работы, выполненные задания и их результаты, ответы на контрольные вопросы и выводы по проделанной работе. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с приложением П.

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ п/п	Вид, название и краткое содержание задания, тема занятий	Количество часов
<b>Тема 1.1 Основы подготовки к монтажу</b>		
1.	Расчет гибких тяговых и несущих органов грузо-подъемных машин	2
2.	Расчет монтажных полиспастов и блоков	2
3.	Расчет закрепления лебедки. Расчет монорельсов и подбор балок для талей	2
4.	Расчет наземных инвентарных якорей	2
5.	Расчет такелажных средств	2
6.	Расчет шарнира	2
7.	Расчет усилия для перемещения монтируемого оборудования	2
<b>Тема 1.4 Расчет и подбор такелажного оборудования и грузоподъемных машин</b>		
8.	Расчет и подбор такелажных средств	2
9.	Подбор монтажных кранов	2
10.	Расчет такелажной оснастки при временном увеличении грузоподъемности крана	2
<b>Тема 1.5 Виды и способы строповки грузов</b>		
11.	Подготовка рабочего места и инструмента исходя из видов предполагаемых работ	2
12.	Выбор способов строповки	2
<b>Тема 1.6 Производство работ</b>		
13.	Применение знаковой сигнализации между стропальщиком и машинистом крана в заданных ситуациях	4
<b>Итого:</b>		<b>28</b>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

**Название работы:** Расчет гибких тяговых и несущих органов грузоподъемных машин

**Цель:** формирование умений выполнять расчет гибких тяговых и несущих органов грузоподъемных машин

**умения:**

- выполнять расчет гибких тяговых и несущих органов грузоподъемных машин;
- использовать термодинамические справочные данные для решения профессиональных задач в профессиональной области;
- рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;
- подбирать грузозахватные приспособления, соответствующие массе и характеру поднимаемого груза;

**знания (актуализация):**

- виды канатов и их конструкции, цепи;
- коэффициент запаса прочности стальных канатов и цепей;
- браковка канатов и цепей;
- алгоритм расчета канатов и цепей.

### Задание 1

Рассчитать стальной канат для электролебедки

### Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 1 - Данные для расчета по вариантам

Вариант	Разрывное усилие каната, кН	Режим работы
1	30	легкий
2	50	средний
3	75	тяжелый
4	90	ручной
5	100	легкий
6	105	средний
7	110	тяжелый



Продолжение таблицы 1

8	115	ручной
9	125	весьма тяжелый
10	135	канаты, используемые в лифтах

2. Рассчитать допускаемое усилие  $S$  в канате по формуле:

$$S = R / k_3, \quad (1)$$

где  $R$  - разрывное усилие в канате, кН,

$k_3$  - коэффициент запаса прочности, принимается из таблицы 2.

Таблица 2 - Коэффициент запаса прочности

Условия работы	Коэффициент запаса прочности, $k_3$
Ручной привод	4
Легкий режим	5
Средний	5,5
Тяжелый и весьма тяжелый	6
Канаты, используемые в лифтах	9

2. Подобрать из ГОСТ (Приложение В, Г, Д) и выписать техническую характеристику каната:

- конструкция каната;
- разрывное усилие каната  $R$ , кН;
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа;
- диаметр каната  $d$ , мм.

## Задание 2

Рассчитать пластинчатую цепь для грузоподъемного механизма

### Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 3 - Данные для расчета по вариантам

Вариант	диаметр цепной стали, мм	разрушающая нагрузка, кН	тип привода
1	6	14	ручной
2	7	18	машинный
3	8	26	ручной
4	9	32	машинный
5	10	20	ручной
6	11	46	машинный
7	13	66	ручной
8	16	102	машинный
9	6	14	ручной
10	7	18	машинный

3. Определить допускаемое усилие в цепи,  $S$  по формуле 1,  
при  $k_z = 3$  для ручного привода и  $k_z = 5$  для машинного привода.

3. Подобрать цепь (приложение А) и выписать техническую характеристику цепи:

- разрушающая нагрузка, кН;
- диаметр (калибр) цепи, мм;
- шаг цепи, мм;
- масса 1 м цепи, кг.

### Контрольные вопросы

- 1.Какая наблюдается зависимость между разрушающей нагрузкой и коэффициентом запаса прочности?
2. Какая наблюдается зависимость между диаметром цепной стали и разрушающей нагрузкой?
3. Расшифруйте условное обозначение цепи А1-13-30.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

**Название работы:** Расчет монтажных полиспастов и блоков

**Цель:** формирование умений выполнять расчет монтажных полиспастов и блоков

**умения:**

- выполнять расчет монтажных полиспастов и блоков;
- пользоваться нормативно - справочной документацией;
- выполнять схему полиспаста;
- рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;
- подбирать грузозахватные приспособления, соответствующие массе и характеру поднимаемого груза;

**знания (актуализация):**

- назначение полиспастов, блоков;
- технические характеристики монтажных блоков;
- способы и схемы строповки монтируемого оборудования для подъема и перемещения его грузоподъемными механизмами.

**Задание**

Рассчитать полиспаст при подъеме оборудования с помощью траверсы массой 1т.

**Ход работы**

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 4 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Вес оборудования, $G_0$ , кг	Режим работы грузового каната	Количество рабочих нитей	Высота фундамента, $h_f$ , м	Высота оборудования $h_0$ , м
1	6	330	тяжелый	6	3	4
2	7	270	средний	8	4	6
3	8	230	легкий	10	5	9
4	9	220	тяжелый	8	2	3
5	10	190	средний	4	1,5	2

2. Выполнить схему полиспаста с указанием числовых значений

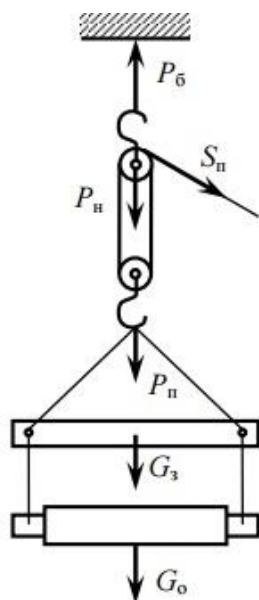


Рисунок 1- Схема полиспаста

3. Определить усилие, действующее на подвижный блок полиспаста

$$P_{\text{п}} = 10G_o + 10G_z, \quad (2)$$

где  $G_o$  – масса поднимаемого груза, т;

$G_z$  – масса захватного устройства (траверсы), т

4. Определить усилие, действующее на неподвижный блок полиспаста,

$$P_{\text{н}} = 1,1 \cdot P_{\text{п}} \quad (3)$$

5. Подобрать оба блока по наибольшему усилию  $P_{\text{н}}$  ( Приложение Б) и написать характеристики:

- грузоподъемность ,т
- количество роликов  $m_{\text{п}}$ , шт.
- диаметр, мм
- масса  $G_{\text{б}}$ , кг

Таким образом, в полиспасте, состоящем из двух блоков, общее количество роликов  $m_{\text{п}} = \dots \cdot 2 = \dots$  шт., масса  $G_{\text{б}} = \dots \cdot 2 = \dots$  кг.

6. Выбирая блоки с роликами на подшипниках качения и принимая два отводных блока, установленных на сбегающей ветви до лебёдки по таблице 5 найти коэффициент полезного действия полиспаста  $\eta$  для общего количества

роликов 12 шт. (10 полиспаста и 2 отводных) и определить усилие в сбегаящей ветви

$$S_{\Pi} = P_{\Pi} / (m_{\Pi} \eta) \quad (4)$$

Таблица 5 – Значение коэффициентов полезного действия полиспастов  $\eta$

Общее количество роликов полиспастов	Тип подшипника		Общее количество роликов полиспастов	Тип подшипника	
	скольжения	качения		скольжения	качения
1	0,960	0,980	16	0,521	0,722
2	0,922	0,960	17	0,500	0,708
3	0,886	0,940	18	0,480	0,693
4	0,851	0,921	19	0,480	0,680
5	0,817	0,903	20	0,442	0,667
6	0,783	0,884	21	0,424	0,653
7	0,752	0,866	22	0,407	0,640
8	0,722	0,840	23	0,390	0,628
9	0,693	0,832	24	0,375	0,615
10	0,664	0,814	25	0,360	0,604
11	0,638	0,800	26	0,347	0,593
12	0,613	0,783	27	0,332	0,581
13	0,589	0,767	28	0,318	0,569
14	0,506	0,752	29	0,306	0,558
15	0,543	0,736	30	0,293	0,547

7. Определить разрывное усилие в сбегаящей ветви полиспаста

$$R = S_{\Pi} k_3 \quad (5)$$

$k_3$  – коэффициент запаса прочности ( Приложение Д)

8. Подобрать по расчетному разрывному усилию, пользуясь ГОСТ (Приложение В, Г, Д ) стальной канат с характеристиками:

- канат типа
- разрывное усилие каната R, кН
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа
- диаметр каната d, мм
- масса 1000 м каната  $g_k$ , кг

9. Рассчитать длину каната для оснастки полиспаста, задаваясь длиной сбегающей ветви  $l_1 = 25$  м и считая длину полиспаста в растянутом виде, равной высоте подъёма аппарата,  $h = h_{\phi} + 0,5$

$$L = m_n (h + 3,14d_p) + l_1 + l_2 \quad (6)$$

где  $h$  – длина полиспаста в полностью растянутом виде, м (назначают исходя из конкретных условий такелажной операции: она соответствует наибольшему расстоянию между неподвижным и подвижным блоками в начальный момент этой операции перед сокращением полиспаста);

$d_p$  – диаметр роликов в блоках, м (Приложение Б);

$l_1$  – длина сбегающей ветви от ролика блока, с которого она сходит, до барабана лебёдки, м;

$l_2$  – расчётный запас длины каната, м ( $l_2 = 10$  м).

10. Найти суммарную массу полиспаста

$$G_{\Pi} = G_{\phi} + G_k = G_{\phi} + L \cdot g_k / 1000 \quad (7)$$

11. Определить усилие на канат, закрепляющий неподвижный блок полиспаста

$$P_{\phi} = 10G_{\phi} + 10G_3 + 10G_{\Pi} + S_{\Pi} \quad (8)$$

12. Подсчитать разрывное усилие в каждой ветви крепящего каната, определив коэффициент запаса прочности  $k_3$  (Приложение Е), как для стропа

$$R_k = P_{\phi} \cdot k_3 / 8 \quad (9)$$

13. По ГОСТ (Приложение В, Г, Д) подобрать канат, закрепляющий верхний неподвижный блок полиспаста с характеристиками:

- тип каната
- разрывное усилие каната  $R$ , кН
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа
- диаметр каната  $d$ , мм
- масса 1000 м каната, кг ...

14. По усилию в сбегающей ветви полиспаста  $S_{\Pi}$  (Приложение Ж) подобрать электролебёдку:

- тип
- тяговое усилие, кН
- канатоёмкость, м

### **Контрольные вопросы**

1. Как изменится расчет усилия на верхний неподвижный блок для полиспастов грузоподъемностью более 150 т?
2. Какой параметр является главным при подборе троса для полиспаста?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3**

**Название работы:** Расчет закрепления лебедки. Расчет монорельсов и подбор балок для талей

**Цель:** формирование умений выполнять расчет закрепления лебедки, монорельсов и подбор балок для талей

### **умения:**

- выполнять расчет закрепления лебедки, монорельсов и подбор балок для талей;
- подбирать лебедку;
- выполнять схемы;
- рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

### **знания (актуализация):**

- назначения монтажных лебедок;
- технические характеристики монтажных лебедок;
- алгоритм расчета лебедки, монорельсов и подбор балок для талей.

### **Задание 1**

Выполнить расчет закрепления электрической лебедки

### **Ход работы**

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 6 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Усилие, кН	$l_1$ , м	$l_2$ , м	h, м	грунт
1	6	50	2	1	0,5	сталь
2	7	75	1,8	0,9	0,6	бетон
3	8	85	3	1,5	0,7	сталь
4	9	100	1,9	0,9	0,8	дерево
5	10	125	1,8	0,7	0,9	гравий

2. Определить технические параметры электрической лебедки согласно усилию (Приложение Ж )

- тип лебедки
- диаметр барабана  $D_6$ , мм
- длина барабана  $L_6$ , мм
- число слоев навивки каната,  $n$
- канатоемкость, м
- масса лебедки  $G_л$ , кг

3. Определить массу контргруза, обеспечивающую устойчивость

$$G_r = \frac{k_y (Sh - 10G_л l_2)}{10l_1}, \quad (10)$$

где  $k_y$  – коэффициент устойчивости лебёдки,  $k_y = 2$ ;

$S$  – тяговое усилие лебёдки, кН;

$h$  – высота каната от опорной поверхности, м;

$l_1$  и  $l_2$  – расстояние, м, от ребра опрокидывания до линии действия  $G_л$  и  $G_r$ .

4. Выполнить схему электролебедки с указанием числовых значений

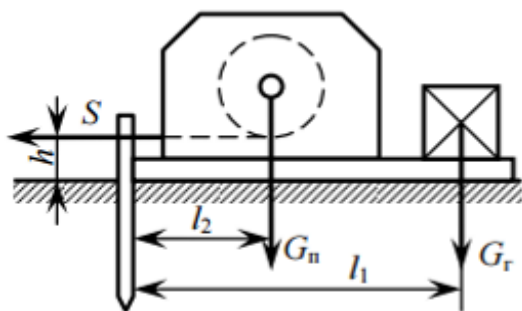


Рисунок 2 –Расчетная схема крепления электролебедки



## 5. Проверить лебедку от горизонтального смещения

$$P = S - T_c \quad (11)$$

где  $P$  – усилие, препятствующее смещению лебёдки, кН;

$S$  – тяговое усилие лебёдки, кН;

$T_c$  – сила трения рамы лебёдки об опорную поверхность, кН,

$$T_c = (G_{\text{л}} + G_{\text{г}}) f \quad (12)$$

где  $G_{\text{л}}$  – масса лебёдки, т ;

$G_{\text{г}}$  – масса контргруза, т;

$f$  – коэффициент трения скольжения (Приложение 3 ).

### Задание 2

Выполнить расчет монорельсов для поднимаемого оборудования массой 1т

### Ход работы

#### 1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 7 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Наименование грузоподъемного устройства	Масса грузоподъемного механизма , т	Длина пролета $l$ , м	Материал грузоподъемного устройства
1	6	таль червячная	2	5	Ст3
2	7	таль шестеренная	3,2	6	Ст5
3	8	тельфер	5	8	45
4	9	таль червячная	8	10	40Х
5	10	тельфер	12,5	12	Ст3

#### 2. Найти усилие $P$ , кН, действующее на монорельс

$$P = 10G k_{\text{п}} k_{\text{д}} + 10G_{\text{т}} k_{\text{п}} \quad (13)$$

где  $G$  – масса поднимаемого оборудования, т;

$G_{\text{т}}$  – масса тельфера или катучей тележки с таями, т (определяется по таблице 8);

$k_{\text{п}}$  - коэффициент перегрузки,  $k_{\text{п}} = 1,1$ ;

$k_{\text{д}}$  - коэффициент динамичности,  $k_{\text{д}} = 1,1$

Таблица 8 – Масса талей и тельферов

Наименование грузоподъемного механизма	Масса механизмов, кг, при их грузоподъемности, т					
	1	2	3,2	5	8	12,5
Тали червячные	32	–	75	145	270	410
Тали шестерёнчатые	30	50	70	125	170	–
Тельферы	245	360	560	815	–	–

3. Выполнить расчетную схему монорельса с указанием всех значений

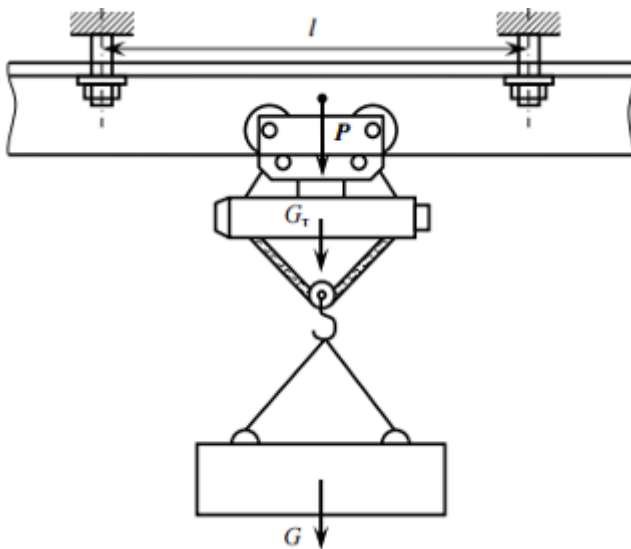


Рисунок 3- Расчетная схема монорельса

4. Определить максимальный изгибающий момент  $M_{\max}$ , (кН · см) в монорельсе, пренебрегая изгибающим моментом от собственной массы его, составляющим незначительную долю (около 1 %) от общего изгибающего момента

$$M_{\max} = P \cdot l / 4, \quad (14)$$

где  $l$  – пролёт монорельса, см

5. Найти требуемый момент сопротивления поперечного сечения монорельса, см<sup>3</sup>

$$W_{\text{тр}} = M_{\max} / (m \cdot 0,1R). \quad (15)$$

6. Подобрать сечение двутавровой балки для монорельса (Приложение 3), выбирая значение момента сопротивления сечения  $W_x^d$ , ближайшее к расчётному  $W_{\text{тр}}$ , при выполнении условия  $2 W_x^d \geq W_{\text{тр}}$ .

### Задание 3

Выполнить подбор балок для талей

#### Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 9 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Масса поднимаемого оборудования $G$ , т	Масса тали шестеренчатой $G_T$ , т	Длина консоли балки $l$ , м
1	6	2	1	4
2	7	4	2	4
3	8	5	3,2	6
4	9	6	5	6
5	10	6,5	8	6

2. Выполнить расчетную схему балки с указанием всех значений

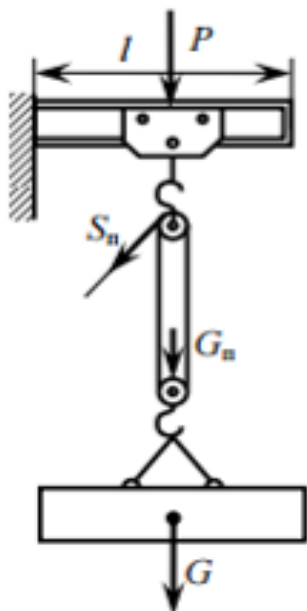


Рисунок 4 - Расчетная схема балки

3. Найти усилие  $P$ , кН, действующее на консольную балку, пренебрегая массой балки по формуле 13
4. Определить изгибающий момент в балке

$$M_{\max} = P \cdot l \quad (16)$$

где  $l$  – пролёт монорельса, см

5. Найти требуемый момент сопротивления поперечного сечения монорельса  $W_{тр}$ , см<sup>3</sup> по формуле 15.
6. Подобрать сечение балки (Приложение И), выбирая значение момента сопротивления сечения  $W_x^д$ , ближайшее к расчётному  $W_{тр}$ , момент инерции  $I_x^д$  и массу 1 м  $g^д$ .
7. Проверить максимальный прогиб монтажной балки  $f$  и сравнить с допустимым  $[f]$

$$f = P \cdot l^3 / (3 E I) < [f] = l / 600 \quad (17)$$

где  $E$  – модуль продольной упругости, для стали  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа или  $E = 2,1 \cdot 10^4$  кН/см<sup>2</sup>

Если полученный прогиб балки из двутавра больше допустимого, то по Приложению И принять другой двутавр и снова проверить максимальный прогиб.

### Контрольные вопросы

1. Как выбирают значение момента сопротивления сечения  $W_x^д$  по приложению И?
2. Какая зависимость максимального изгибающего момента  $M_{max}$  от пролета балки  $l$ ?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

**Название работы:** Расчет наземных инвентарных якорей

**Цель:** формирование умений выполнять расчет наземных инвентарных якорей

**умения:**

- выполнять расчет наземных инвентарных якорей;
- выполнять схемы;
- подбирать якоря;
- проверять устойчивость якоря от опрокидывания;

**знания (актуализация):**

- назначения якорей;
- виды якорей и область их применения;

### **Задание**

Выполнить расчет наземных инвентарных якорей

### **Ход работы**

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 10 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Усилие N, кН	Угол наклона к горизонту, $\alpha$	Грунт
1	6	300	45	песок утрамбованный
2	7	250	40	чернозем
3	8	270	35	получернозем
4	9	290	30	песок утрамбованный
5	10	320	50	чернозем

2. Выполнить расчетную схему инвентарного наземного якоря с указанием всех значений

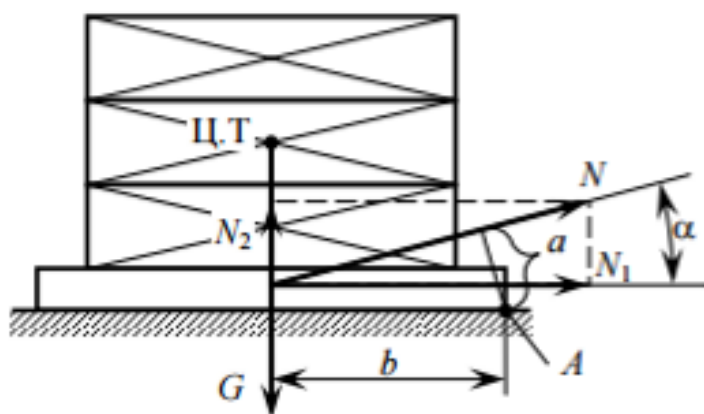


Рисунок 5 - Расчетная схема инвентарного наземного якоря

3. Определить величины горизонтальной и вертикальной составляющих усилий в полиспасте N, кН

$$N_1 = N \cdot \cos \alpha \quad (18)$$

$$N_2 = N \cdot \sin \alpha \quad (19)$$

4. Найти общую массу, обеспечивающую устойчивость от сдвига

$$G = 0,1( N_1/ f + N_2 ) k_{y.c} \quad (20)$$

где  $k$  – коэффициент устойчивости якоря от сдвига,  $k_{y.c} = 1,5$  ;

Значения коэффициента трения  $f$  для разных грунтов:

для песка сухого утрамбованного  $f = 0,785 - 0,835$ ;

для чернозёма плотного сырого  $f = 0,895 - 0,955$ ;

для получернозёма сырого  $f = 0,990 - 0,995$

5. Подсчитать необходимое количество бетонных блоков и массой  $g$  каждый из Приложения К:

$$m = G / g \quad (21)$$

6. Принять количество блоков  $m = \dots$  шт., и пересчитать массу якоря

$$G = m \cdot g \quad (22)$$

7. Проверить устойчивость якоря от опрокидывания

$$10G \cdot b > k_{y.o} \cdot N \cdot a \quad (23)$$

где  $b$  – плечо удерживающего момента от массы якоря, м, равные половине длины рамы (принять размер опорной рамы для укладки блоков в плане равным значению  $b = B + 0,5$  из Приложения К);

$k_{y.o}$  – коэффициент устойчивости якоря от опрокидывания,  $k_{y.o} = 1,4$  ;

$a$  – плечо опрокидывающего момента от усилия  $N$  в тяге, м (  $a = b \sin \alpha$  ).

8. Сделать вывод об устойчивости якоря от опрокидывания на выбранном грунте.

### **Контрольные вопросы:**

1. Зависит ли устойчивость сдвига от массы?
2. Какое неравенство свидетельствует об устойчивости якоря от опрокидывания?
3. На что влияет тип грунта?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

**Название работы:** Расчет такелажных средств

**Цель:** формирование умений выполнять расчет такелажных средств

**умения:**

- выполнять расчет траверс;
- выполнять схемы траверс;
- рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

**знания (актуализация):**

- устройство траверс;
- назначение траверс и область применения.

### Задание 1

Выполнить расчет траверс, работающих на изгиб.

#### Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 11 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Масса груза G, т	Длина траверсы l, м	Материал траверсы
1	6	20	6	Ст3
2	7	25	3.6	Ст5
3	8	15	4	45
4	9	10	3	40Х
5	10	5	3.6	Ст5

2. Выполнить расчетную схему траверс, работающих на изгиб с указанием всех значений

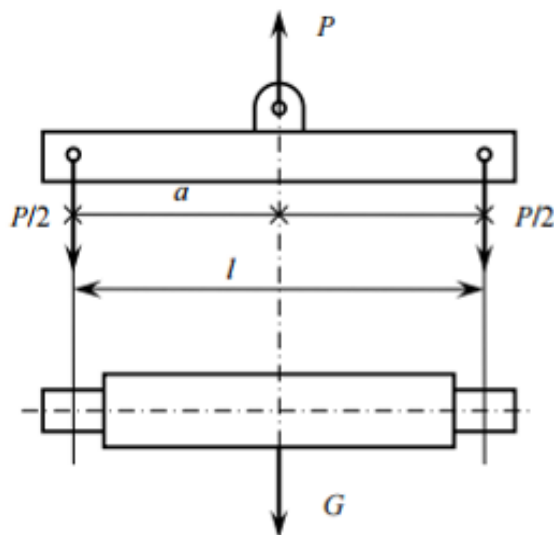


Рисунок 6 - Расчетная схема траверс, работающих на изгиб

3. Подсчитать нагрузку, действующую на траверсу, кН

$$P = 10 G k_{\text{п}} k_{\text{д}} \quad (24)$$

где  $G$  – масса поднимаемого груза, т;

$k_{\text{п}}$  - коэффициент перегрузки,  $k_{\text{п}} = 1,1$ ;

$k_{\text{д}}$  - коэффициент динамичности,  $k_{\text{д}} = 1,1$

4. Определить изгибающий момент в траверсе, кН · см

$$M = P \cdot a / 2 \quad (25)$$

где  $a$  – длина плеча траверсы, см.

5. Вычислить требуемый момент сопротивления поперечного сечения траверсы, см<sup>3</sup>

$$W_{\text{тр}} = M / (m \cdot 0,1 R) \quad (26)$$

где  $m$ - коэффициент условий работы (Приложения М),

$R$ - расчётное сопротивление металла на изгиб (Приложения Л).

6. Выбрать для траверсы сплошного сечения два двутавра и по

Приложению И определить момент сопротивления  $W_x$  ближайший больший к  $W_{\text{тр}}$  и выписать технические характеристики двутавровой балки:

- номер балки

- размеры  $h \cdot b \cdot S$ , мм

- момент сопротивления  $W_x^{\text{д}}$ , см<sup>3</sup>

7. Определить момент сопротивления сечения траверсы в целом



$$W_x = 2 W_{x^d} \geq W_{тр}, \quad (27)$$

8. Сделать вывод о выполнении условий прочности расчётного сечения траверсы.

## Задание 2

Выполнить расчет уравнивающей траверсы

### Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 12 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Масса груза G, т	Грузоподъемность крана № 1, P <sub>1</sub> , т	Грузоподъемность крана № 2, P <sub>2</sub> , т
1	6	100	90	25
2	7	90	70	25
3	8	85	65	25
4	9	75	60	20
5	10	65	55	20

2. Выполнить расчетные схемы уравнивающей траверсы с указанием всех значений

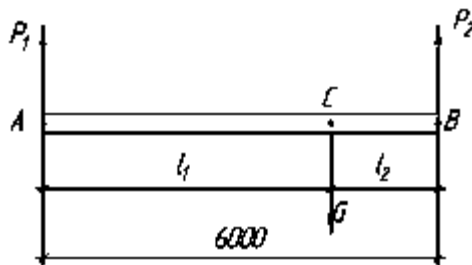


Рисунок 7- Расчетная схема траверсы

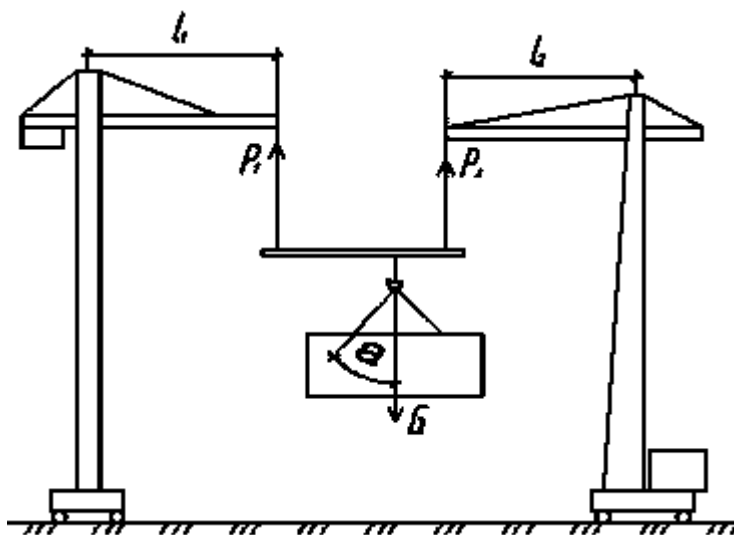


Рисунок 8 - Схема к расчету уравнивающей траверсы

3. Подсчитать нагрузку, действующую на траверсу  $P$ , кН по формуле 24.

4. Найти длину плеч траверсы:

$$l_1 = P_2 \cdot l / (P_1 + P_2) \quad (28)$$

$$l_2 = P_1 \cdot l / (P_1 + P_2) \quad (29)$$

где  $l$  – длина траверсы, (рисунок 7)

5. Рассчитать максимальный изгибающий момент в траверсе  $M_{\text{макс}}$ , кН · см

$$M_{\text{макс}} = P l_1 l_2 / l$$

6. Определить требуемый момент сопротивления поперечного сечения траверсы,  $\text{см}^3$

$$W_{\text{тр}} = M_{\text{макс}} / (m \cdot 0,1R) \quad (30)$$

где  $m$  – коэффициент условий работы (Приложения М),

$R$  – расчётное сопротивление металла на изгиб (Приложения Л).

7. Выбрать для траверсы сквозное сечение, состоящее из двух двутавров и по Приложению И определить момент сопротивления  $W_x$  ближайший больший к  $W_{\text{тр}}$  и выписать технические характеристики двутавровой балки:

- номер балки

- размеры  $h \cdot b \cdot S$ , мм

- момент сопротивления  $W_x^{\text{д}}$ ,  $\text{см}^3$

8. Определить момент сопротивления сечения траверсы по формуле 27.

9. Сделать вывод о выполнении условий прочности расчётного сечения уравнивающей траверсы.

### **Контрольные вопросы:**

1. От каких параметров зависит изгибающий момент в траверсе?
2. Какая наблюдается зависимость между нагрузкой и весом поднимаемого оборудования?
3. Что такое условие прочности расчётного сопротивления траверсы?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

**Название работы:** Расчет шарнира

**Цель:** формирование умений выполнять расчет шарнира

**умения:**

- выполнять расчет шарнира;
- выполнять схему поворотных шарниров;

**знания (актуализация):**

- устройство шарниров;
- назначение шарниров и область применения.

### Задание

Выполнить расчет поворотного шарнира для подъема колонны способом поворота вокруг шарнира вертикальной монтажной мачтой высотой  $H = 20$  м, установленной за поворотным шарниром на расстоянии от него  $a = 6$  м. Высота строповки колонны  $l_c = 20$  м. Расстояние от оси шарнира до тормозной лебёдки  $l_0 = 50$  м.

### Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 13 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Масса колонны $G_0$ , т	Высота колонны $H_0$ , м	Расстояние до центра массы груза $l_{ц.м.}$ , м	Диаметр колонны $D$ , м	Высота фундамента, $h_{\phi}$ , м
1	6	100	30	12	3	0,8
2	7	90	28	11	2,8	0,6
3	8	80	26	10	2,6	0,5
4	9	70	24	9	2,4	0,4
5	10	60	22	8	2,2	0,3

2. Выполнить расчетные схемы для поворотного шарнира с указанием всех значений

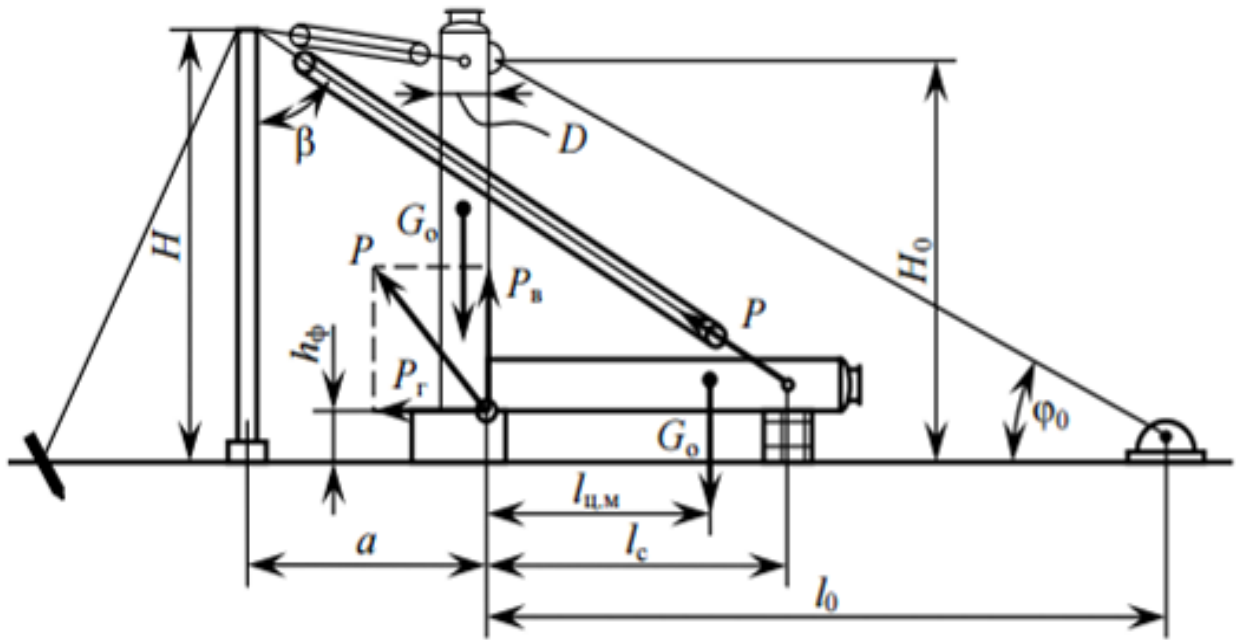


Рисунок 9 – Расчетная схема для поворотного шарнира

3. Найти угол  $\beta$  между подъёмным полиспастом и мачтой в начальный момент подъёма при угле  $\varphi = 0$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{l_c + a}{H - (h_\phi + 0,5D)} \quad (31)$$

угол  $\beta$  определяем по таблицам тригонометрических функций

(Приложение Н) через котангенс  $\operatorname{ctg} \beta = 1/\operatorname{tg} \beta$ ,  $\beta = \dots^\circ$

4. Определить максимальное усилие  $P$ , кН в подъёмном полиспасте или канатной тяге для начального момента подъёма аппарата при угле  $\varphi = 0$

$$P = \frac{10 G_o k_\Pi k_D l_{\text{ц.м}}}{(H - h_\phi) \sin \beta - a \cos \beta} \quad (32)$$

где  $G_o$  – масса поднимаемого аппарата, т;

$l_{\text{ц.м}}$  – расстояние от поворотного шарнира до линии действия массы аппарата (центра массы), м;

$H$  – высота грузоподъёмного средства (мачты), м, которую задаём или рассчитываем;  $h_\phi$  – высота фундамента, м;

$\beta$  – угол между подъёмным полиспастом или канатной тягой и осью мачты, шевра или портала;

$a$  – расстояние от оси поворотного шарнира до оси мачты, м (назначается).

5. Найти максимальное значение горизонтального усилия  $P_{\Gamma}$ , кН, действующего на шарнир, которое соответствует начальному моменту подъема колонны

$$P_{\Gamma} = P \sin \beta \quad (33)$$

6. Определить максимальное значение вертикального усилия, действующего на шарнир в момент посадки колонны на фундамент

$$P_{\text{в}} = 10 G_0 k_{\text{п}} k_{\text{д}} (1 + 0,6 D \operatorname{tg} \varphi_0 / H_0) \quad (34)$$

где  $\varphi_0$  – угол наклона тормозной оттяжки к горизонту (находят через

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = (H_0 + h_{\text{ф}}) / l_0.$$

7. Рассчитать ось шарнира:

а) найти максимальный изгибающий момент  $M_{\text{ш}}$ , (кН · см) в оси шарнира, задаваясь расстоянием между опорными проушинами основания шарнира по схеме

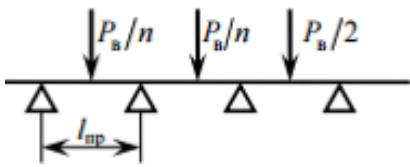


Рисунок 10- Схема расстоянием опорных проушин основания шарнира

$l_{\text{пр}} = 30$  см и количество косынок, приваренных к корпусу колонны,  $n_{\text{к}} = 4$

$$M_{\text{ш}} = P_{\text{в}} l_{\text{пр}} / (4 n_{\text{к}}) \quad (35)$$

б) определить минимальный момент сопротивления поперечного сечения оси шарнира, см<sup>3</sup>

$$W_{\text{ш}} = M_{\text{ш}} / (m \cdot 0,1 R) \quad (36)$$

в) подсчитать минимальный диаметр оси шарнира, см

$$d = \sqrt[3]{10 W_{\text{ш}}} \quad (37)$$

г) проверить ось шарнира на срез, задаваясь маркой стали (Приложение Л)

$$\frac{P_{\text{в}}}{2 n_{\text{к}} \pi d^2 / 4} \leq m R_{\text{ср}} \quad (38)$$

8. Рассчитать опорные проушины основания шарнира для начального момента подъема колонны:

а) проверить опорные проушины на срез, задаваясь количеством проушин  $n_{\pi} = 7$  шт, и расстоянием (см) от наружной кромки проушины до отверстия  $h_{\pi} = 5$  см и толщиной листа (см) для проушины  $\delta_{\pi} = 1,8$  см.

$$\frac{P_{\Gamma}}{2n_{\pi}h_{\pi}\delta_{\pi}} \leq mR_{\text{ср}} \quad (39)$$

б) проверить проушины на смятие

$$\frac{P_{\text{в}}}{n_{\pi}\delta_{\pi}d} \leq mR_{\text{см. шн}} \quad (40)$$

в) найти изгибающий момент в проушине, принимая длину консоли  $a_{\pi} = 30$  см

$$M_{\pi} = P_{\Gamma} a_{\pi} / n_{\pi} \quad (41)$$

г) определить минимальный момент сопротивления сечения проушины

$$W_{\pi} = M_{\pi} / (m \cdot 0,1 R) \quad (42)$$

д) подсчитать длину опорной части проушины

$$l_{\pi} = \sqrt{6W_{\pi} / \delta_{\pi}} \quad (43)$$

е) проверить прочность сварного шва крепления опорной проушины к основанию шарнира:

$$\sqrt{\left(\frac{P_{\Gamma}}{n_{\pi}\gamma h_{\text{ш}}l_{\text{ш}}}\right)^2 + \left(\frac{6M_{\pi}}{\gamma h_{\text{ш}}l_{\text{ш}}^2}\right)^2} \leq mR_{\gamma}^{\text{св}} \quad (44)$$

где  $\gamma$  – коэффициент, учитывающий глубину провара (ручная сварка  $\gamma = 0,7$ );

$h_{\text{ш}}$  – толщина шва, см;  $h_{\text{ш}} = 0,8$  см;

$l_{\text{ш}}$  – общая длина сварного шва, см;  $l_{\text{ш}} = 2l_{\pi} - 1$ ;

$R_{\gamma}^{\text{св}}$  – расчетное сопротивление сварных соединений в стальных конструкциях,  $R_{\gamma}^{\text{св}} = 1500$  кгс/см<sup>2</sup>

9. Сделать вывод об эффективности данного способа подъема

### Контрольные вопросы:

1. От каких параметров зависит усилие в подъёмном полиспасте в начальный момент подъёма аппарата?
2. Как выбирается марка стали для ось шарнира?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

**Название работы:** Расчет усилия для перемещения монтируемого оборудования

**Цель:** Формирование умений выполнять расчет усилия для перемещения монтируемого оборудования

**умения:**

- выполнять расчет усилия для перемещения монтируемого оборудования;
- определять технические характеристики электролебедок для перемещения монтируемого оборудования;
- подбирать грузозахватные приспособления, соответствующие массе и характеру поднимаемого груза;

**знания (актуализация):**

- устройство и область применения средств горизонтального перемещения.

### Задание 1

Выполнить расчет тягового устройства для перемещения оборудования на саях по горизонтальной площадке.

### Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 14 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Масса груза $G_0$ , т	Тип грунта
1	6	28	гравий
2	7	26	бетон
3	8	24	дерево
4	9	22	сталь
5	10	20	снег

2. Выполнить расчетную схему перемещения груза по горизонтальной плоскости с указанием всех значений



Рисунок 10- Расчетная схема перемещения груза на саях по горизонтальной плоскости

3. Найти тяговое усилие для перемещения груза

$$P = G_0 f \quad (45)$$

где  $f$  - коэффициент трения скольжения (Приложение Ж)

4. Найти усилие, необходимое для сдвига груза с места

$$P_c = 1,5 P \quad (46)$$

5. Рассчитать тяговый канат по найденному усилию (Приложение В, Г, Д)

с характеристиками:

- тип каната
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа
- разрывное усилие  $R$ , кН
- диаметр каната  $d$ , мм
- масса 1000 м каната, кг ...

6. Подобрать тяговый механизм - электролебедку (Приложение Ж) с характеристиками:

- тип
- тяговое усилием, кН
- канатоёмкость, м

## Задание 2

Выполнить расчет тягового устройства для перемещения оборудования на металлических санях по наклонной эстакаде с использованием металлических катков

### Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 15 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Масса груза $G_0$ , т	Тип наклон- ной поверх- ности	Угол наклона $\alpha$ , °	Диаметр катков, $d$ , мм
1	6	20	сталь	35	160
2	7	21	бетон	30	150
3	8	22	дерево	25	140
4	9	23	сталь	20	130
5	10	24	дерево	40	120



2. Выполнить расчетную схему перемещения груза по наклонной плоскости с указанием всех значений

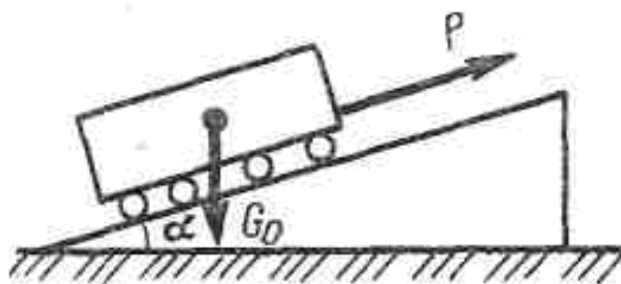


Рисунок 11- Расчетная схема перемещения груза на катках по наклонной плоскости

3. Найти тяговое усилие для перемещения груза

$$P = G_0 (\sin \alpha + \cos \alpha (k_1 + k_2) / d) \quad (47)$$

где  $k_1$  – коэффициент трения качения между поверхностью качения и катками, см;

$k_2$  – коэффициент трения качения между катками и грузом, см

Таблица 16 – Значение коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$

Материал поверхностей	$k_1$ и $k_2$
сталь по стали	0,05
сталь по дереву	0,07
дерево по дереву	0,08
сталь по бетону	0,06
дерево по бетону	0,07

4. Найти усилие, необходимое для сдвига груза с места по формуле 46.

5. Рассчитать тяговый канат по найденному усилию (Приложение В, Г, Д)

с характеристиками:

- тип каната
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа
- разрывное усилие  $R$ , кН
- диаметр каната  $d$ , мм
- масса 1000 м каната, кг

6. Подобрать тяговый механизм- электролебедку (Приложение Ж) с характеристиками:

- тип
- тяговое усилием, кН
- канатоёмкость, м

9. Сделать вывод об эффективности данных способов перемещения грузов

### **Контрольные вопросы:**

1. Зависит ли тяговое усилие для перемещения груза от типа грунта?

Указать зависимость.

2. Как изменится тяговое усилие для перемещения груза по наклонной плоскости?

3. По какому параметру подбирают электролебедку?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8**

**Название работы:** Расчет и подбор такелажных средств

**Цель:** Формирование умений выполнять расчет и подбор такелажных средств

**умения:**

- выполнять расчет стропов;
- подбирать цепи, канаты для подъема грузов;
- рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;

**знания (актуализация):**

- устройство и область применения такелажных средств;
- технические характеристики такелажных средств;
- способы и схемы строповки монтируемого оборудования для подъема и перемещения его грузоподъемными кранами;

### **Задание 1**

Выполнить расчет стального каната при подъеме груза и его перемещении

## Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 17 - Данные для расчета по вариантам

Вариант		Масса груза G, т	Количество ветвей, m	Угол наклона ветвей стропа к вертикали, $\alpha$
1	6	1	1	45
2	7	2	3	30
3	8	3	4	15
4	9	4	3	45
5	10	5	2	30

2. Рассчитать натяжение в одной ветви стропа, кН

$$S = P (m \cos \alpha) \quad (48)$$

где  $P$  – расчётное усилие, приложенное к стропу, без учёта коэффициентов перегрузки и динамичности, кН,  $P=10G$ ;

$m$  – общее количество ветвей стропа;

$\alpha$  – угол между направлением действия расчётного усилия и ветвью стропа

3. Найти разрывное усилие в ветви стропа, кН

$$R = S k_3 \quad (49)$$

где  $k_3$  - коэффициент запаса прочности (Приложение Е).

4. Подобрать и выписать техническую характеристику каната

(Приложение В, Г, Д):

- конструкция каната;
- разрывное усилие каната  $R$ , кН;
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа;
- диаметр каната  $d$ , мм
- вес каната, кг

5. Выполнить схему с указанием всех расчетных значений

## Задание 2

Выполнить расчет сварной цепи при подъеме груза

### Ход работы

1. Выбрать данные для расчета, согласно варианту

Таблица 18 - Данные для расчета по вариантам

Вариант	Масса груза G, т	Количество ветвей, m	Угол наклона ветвей цепи к вертикали, $\alpha$
1	50	4	30
2	45	2	45
3	40	4	35
4	35	3	45
5	30	4	15

2. Рассчитать натяжение в ветви цепи, кН

$$S = P (m \cos \alpha) \quad (50)$$

где  $P$  – расчётное усилие, приложенное к цепи, без учёта коэффициентов перегрузки и динамичности, кН,  $P=10G$ ;

$m$  – общее количество ветвей цепи;

$\alpha$  – угол между направлением действия расчётного усилия и ветвью цепи

3. Найти разрывное усилие в ветви цепи, кН

$$R = S k_3 \quad (51)$$

где  $k_3$  - коэффициент запаса прочности (Приложение Е).

4. Подобрать (приложение А) и выписать техническую характеристику цепи:

- разрушающая нагрузка, кН

- диаметр цепи, мм

- шаг цепи, мм

- масса 1 м цепи, кг

5. Выполнить схему подъема груза сварной цепью с указанием всех расчетных значений

## Задание 3

Выполнить расчет стального каната при подъеме при подъеме площадки массой  $G=4,43$  т

### Ход работы

1. Внимательно изучить схему канатного стропа при подъеме площадки

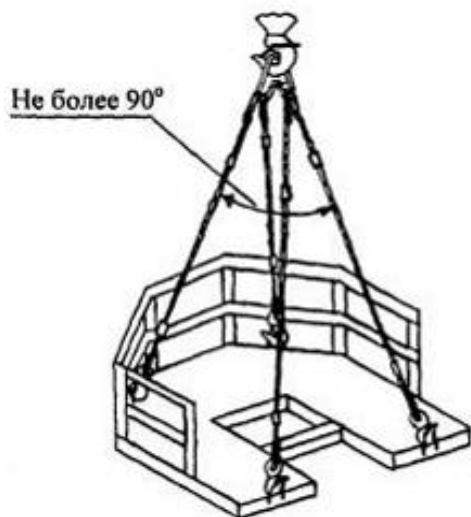


Рисунок 13 –Схема канатного стропа при подъеме площадки

2. Рассчитать натяжение в одной ветви стропа  $S$ , кН по формуле 50, определив по рисунку количество ветвей стропа
3. Найти разрывное усилие в ветви стропа  $R$ , кН по формуле 51
4. Подобрать и выписать техническую характеристику каната (Приложение В, Г, Д):

- конструкция каната;
- разрывное усилие каната  $R$ , кН;
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа;
- диаметр каната  $d$ , мм
- вес каната, кг

5. Выполнить схему с указанием всех расчетных значений

### Контрольные вопросы:

1. От чего зависит разрывное усилие в ветви стропа?
2. Чем отличаются канаты для стропов и расчалок, лебедок и оттяжек?
3. По какому параметру подбирают стальной канат?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

**Название работы:** Подбор монтажных кранов

**Цель:** Формирование умений выполнять подбор монтажных кранов

**умения:**

- подбирать монтажные краны;
- рассчитывать предельные нагрузки грузоподъемных устройств;
- подбирать грузозахватные приспособления, соответствующие массе и характеру поднимаемого груза;

**знания (актуализация):**

- устройство и область применения монтажных кранов;
- грузовысотные характеристики монтажных кранов.

### Задание 1

Выполнить подбор монтажного крана при подъеме металлической балки массой 1,35 т.

#### Ход работы

1. Внимательно изучить схему и разъяснения к ней (рисунок 14)
2. Рассчитать требуемую максимальную грузоподъемность крана, т

$$Q = q_1 + q_2 \quad (52)$$

где  $q_1$  - максимальная масса поднимаемого груза, т;

$q_2$  - масса траверсы или другого строповочного устройства (масса стропа 0,15 т).

3. Рассчитать высоту подъема крюка, м

$$H_{\text{крюка}}^{\text{тр}} = h_{\text{монт}} + h_{\text{зап}} + h_{\text{э}} + h_{\text{стр}} \quad (53)$$

где  $h_{\text{монт}}$  - высота от уровня стоянки монтажного крана до опоры, на которую устанавливается элемент, м;

$h_{\text{зап}}$  - запас высоты- минимальное расстояние между монтажным уровнем и низом монтируемого элемента ( 0,5 - 1 м ), м;

$h_{\text{э}}$  - высота (или толщина) элемента в монтажном положении, м;

$h_{\text{стр}}$  - высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до крюка крана (в пределах 1...4 м), м.

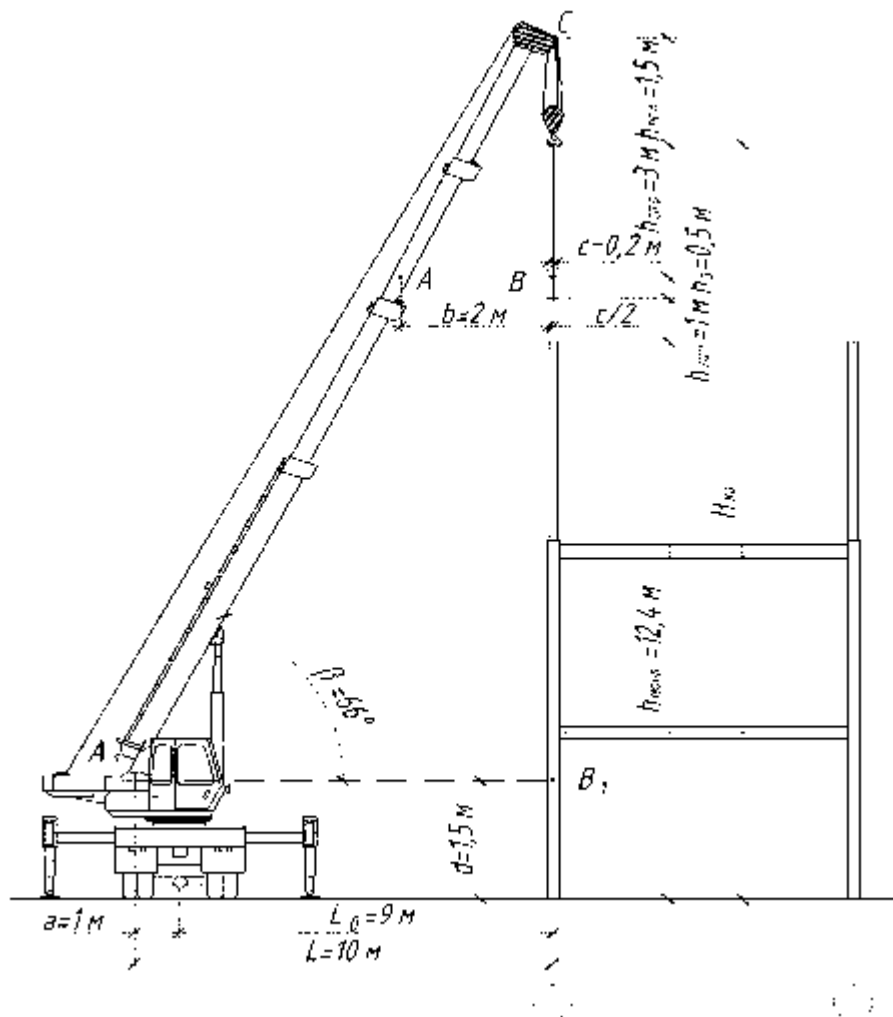


Рисунок 14 - Схема параметров для выбора монтажного стрелового крана

Треугольник ABC подобен треугольнику A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C:

$$AB = b + c/2; b = 0,5...2,0 \text{ м};$$

$$BC = h_{\text{стр}} + h_{\text{пол}};$$

$$h_{\text{стр}} = 1...3 \text{ м}; h_{\text{пол}} = 1,5 \text{ м (в стянутом положении)};$$

$$B_1C = BC + h_{\text{зап}} + h_3 + h_{\text{монт}} - h_{\text{шар}};$$

$$h_{\text{шар}} = 1,0...1,5 \text{ м}; h_{\text{монт}} = 12,4 \text{ м}$$

4. Рассчитать требуемый вылет стрелы, м

$$L = L_0 + a \quad (54)$$

$$L_0 = \frac{B_1C}{\tan \beta}$$

где,  $a = 0,5...1,0 \text{ м}$ ,

5. Определить высоту подъема крюка, м

$$H_{\text{кр}} = B_1C + d - h_{\text{пол}} \quad (55)$$

6. Определить требуемую длину стрелы, м

$$L_c = \sqrt{L^2 + B_1 C^2} \quad (56)$$

7. Подобрать кран (Приложение О ), согласно рассчитанным параметрам со следующими техническими характеристиками:

длина стрелы  $L_c$ , м

грузоподъемность  $Q$ , т

высота подъема  $H_{кр}$ , м при  $\max Q$  ;

вылет стрелы  $L$ , м

8. Сделать вывод о выбранном кране.

### Задание 2

Выполнить подбор монтажного крана при подъеме колонны массой 1,4 т на высоту 2 м .

### Ход работы

1. Внимательно изучить схему строповки колонны

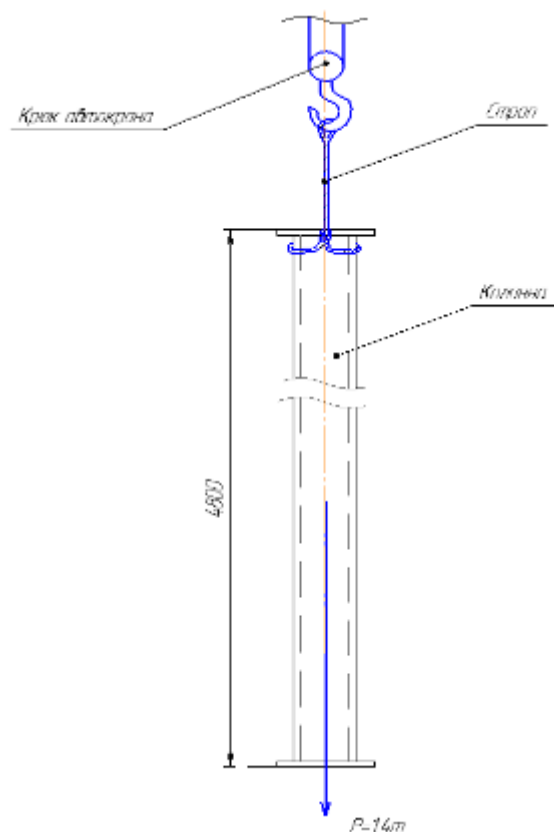


Рисунок 15 – Схема строповки колонны

2. Рассчитать требуемую максимальную грузоподъемность крана, т по фор-



муле 52

3. Рассчитать высоту подъема крюка  $H_{кр}^{тр}$ , м по формуле 53
4. Рассчитать требуемый вылет стрелы  $L$ , м по формуле 54
5. Определить высоту подъема крюка  $H_{кр}$ , м по формуле 55
6. Определить требуемую длину стрелы  $L_c$  по формуле 56
7. Подобрать кран (Приложение О), согласно рассчитанным параметрам со следующими техническими характеристиками:

длина стрелы  $L_c$ , м

грузоподъемность  $Q$ , т

высота подъема  $H_{кр}$ , м при  $\max Q$

вылет стрелы  $L$ , м

8. Сделать вывод о выбранном кране.

### Задание 3

Выполнить подбор монтажного крана при подъеме полумоста мостового крана толщиной 0,5 м, массой 20,5 т на высоту 5 м.

#### Ход работы

1. Внимательно изучить схему

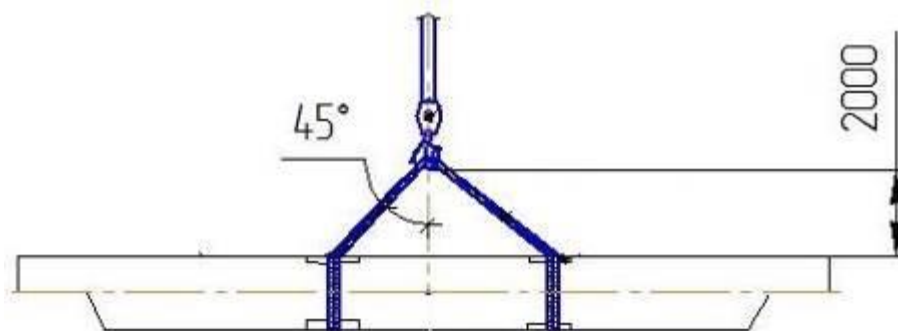


Рисунок 17 – Схема строповки полумоста

2. Рассчитать требуемую максимальную грузоподъемность крана, т по формуле 52
3. Рассчитать высоту подъема крюка  $H_{кр}^{тр}$ , м по формуле 53
4. Рассчитать требуемый вылет стрелы  $L$ , м по формуле 54
5. Определить высоту подъема крюка  $H_{кр}$ , м по формуле 55
6. Определить требуемую длину стрелы  $L_c$  по формуле 56

7. Подобрать кран (Приложение С ), согласно рассчитанным параметрам со следующими техническими характеристиками:

длина стрелы  $L_c$ , м

грузоподъемность  $Q$ , т

высота подъема  $H_{кр}$ , м при  $\max Q$

вылет стрелы  $L$ , м

8. Сделать вывод о выбранном кране.

#### **Контрольные вопросы:**

1. По каким параметрам подбирают монтажный кран?
2. От чего зависит высота подъема крюка крана?
3. Что понимают под вылетом стрелы?

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10**

**Название работы:** Расчет такелажной оснастки при временном увеличении грузоподъемности крана

**Цель:** Формирование умений выполнять расчет такелажной оснастки при временном увеличении грузоподъемности крана

**умения:**

- выполнять расчет такелажной оснастки при временном увеличении грузоподъемности крана;
- выполнять чертежи крана в масштабе;

**знания (актуализация):**

- устройство и область применения монтажных кранов;
- алгоритм подбора балок, электролебедок;
- алгоритм расчета полиспаста.

#### **Задание 1**

Выполнить расчет такелажной оснастки при временном увеличении грузоподъемности мостового крана 20/5 т с использованием траверсы с крюком, подъем груза весом 30 т дополнительной электролебедкой, установленной на мосту крана.

### Ход работы

#### 1. Изучить схему

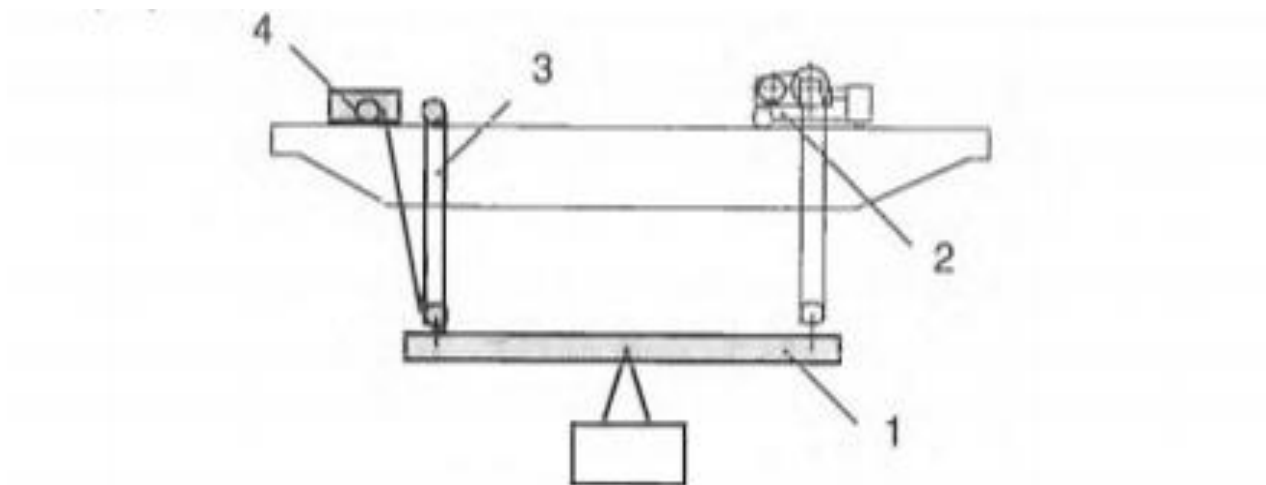


Рисунок 18- Увеличение грузоподъемности мостового крана с помощью траверсы и дополнительной лебедки

1 - траверса; 2 - тележка крана; 3 - полиспаст дополнительной лебедки;  
4 - дополнительная лебедка

2. Выполнить расчет полиспаста груза весом 30 т с тяжелым режимом работы, высота фундамента 1,2 м, высота груза 2 м (алгоритм расчета см в практическом занятии № 2 п.п.3- 14)

3. Подсчитать на сколько тонн данным способом увеличится грузоподъемность мостового крана 20/5 т

4. Сделать вывод об экономической эффективности данного способа увеличения грузоподъемности мостового крана.

### Задание 2

Выполнить расчет такелажной оснастки при временном увеличении грузоподъемности стрелового крана МКГ-25 со стрелой длиной 32,5 м, с паспортной грузоподъемностью  $G_1 = 10$  т,  $h_k = 13,6$  м.

### Ход работы

#### 1. Внимательно изучить схему

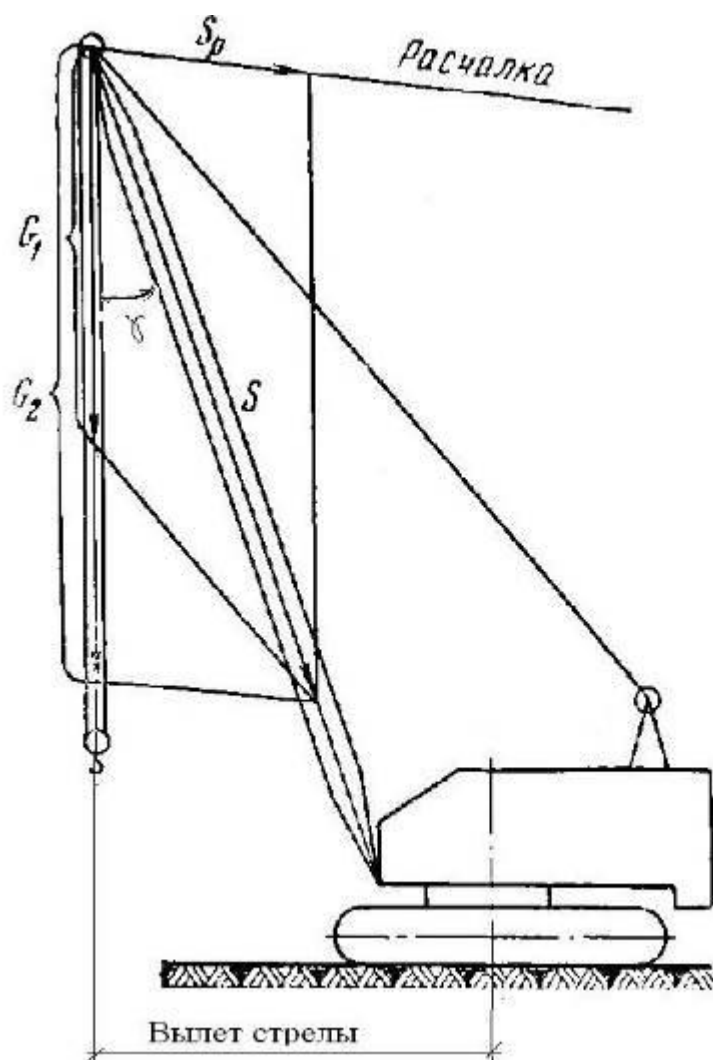


Рисунок 19 – Схема распределения усилий при работе крана МКГ-25 с расчаленной стрелой

2. Рассчитать графически грузоподъемность крана с расчаленной стрелой:

1) вычертить схему крана (рисунок 19) в масштабе 1:100 с необходимым по условиям вылетом крюка (1см = 10 кН = 1 тс). При построении следует придерживаться величин углов  $\alpha$  и  $\gamma$  между стрелой крана и грузовым и стреловым полиспастами, указанными в таблице 19

Таблица 19- Значения углов  $\alpha$  и  $\gamma$  между стрелой крана и грузовым и стреловым полиспастами при минимальных вылетах стрелы

Модель крана	Длина стрелы, м	Угол $\alpha$ , °	Угол $\gamma$ , °	Масса крана $G_k$ , т
МКГ-25	12,5	37	6	39,0
	17,5	20	6	
	22,5	16	6	
	27,5	11	6	
	32,5	9	6	

- 2) к оголовку стрелы приложить вертикальный вектор  $G_1$ , соответствующий паспортной грузоподъемности крана на данном вылете крюка;
- 3) из конца вектора провести прямую, параллельную стрелоподдерживающей системе крана, до пересечения с осью стрелы;
- 4) отрезок по оси стрелы от ее оголовка до полученной точки пересечения равен в масштабе величине усилия  $S$ , сжимающего стрелу при обычном режиме работы крана. Указать значение  $S = \dots$  т с;
- 5) не изменяя величины усилия на стрелу, из конца вектора  $S$  провести прямую, параллельную направлению временной расчалки, до пересечения с осью грузового полиспаста;
- 6) полученный вертикальный отрезок от оголовка стрелы до точки пересечения равен в масштабе грузоподъемной силе крана с расчальной стрелой  $G_2$ . Указать значение  $G_2 = \dots$  т с;
- 7) усилие во временной расчалке соответствует отрезку  $S_p$ . Указать значение  $S_p = \dots$  т с;

3. Подобрать из ГОСТ (Приложение В, Г, Д) и выписать техническую характеристику каната для расчалки:

- конструкция каната
- разрывное усилие каната  $R$ , кН
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа
- диаметр каната  $d$ , мм

4. Проверить устойчивость крана от сдвига по сухому глинистому грунту

$$\varphi_c = k_3 ( S^* \sin \gamma / (G_k + S^* \cos \gamma) ) < [\varphi_c]$$

где  $k_3$  - коэффициент запаса устойчивости,  $k_3=2$ ;

$[\varphi_c]$  – коэффициент сцепления между гусеницами крана и опорной поверхностью,  $[\varphi_c] = 0,85$  для сухого глинистого грунта.

5. Сделать вывод о данном методе увеличения грузоподъемности крана.

### **Контрольные вопросы:**

- 1) Какие способы временного увеличения грузоподъемности крана вам известны?
- 2) Какое должно соблюдаться требование при расчальной стреле крана?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

**Название работы:** Подготовка рабочего места и инструмента исходя из видов предполагаемых работ

**Цель:** Формирование умений подготавливать рабочее место и инструмент

**умения:**

- подготавливать рабочее место и инструмент;
- подбирать грузоподъемные механизмы, приспособления, инструмент;

**знания (актуализация):**

- назначения инструмента, грузоподъемных механизмов, приспособлений;
- габариты стропуемых грузов;
- алгоритм подготовки рабочего места.

**Задание.** Выполнить описание рабочего места при выполнении строповки грузов.

**Ход работы**

1. Подобрать механизмы, приспособления и инструмент для выполнения работ, предусмотренного вариантом задания. Описать организацию рабочего места стропальщика. Работу оформить в виде таблицы 20.

Таблица 20 – Подготовка рабочего места и инструмента

№ варианта		Вид работы	Грузоподъемные механизмы, приспособления, инструмент	Рабочее место
1	6	строповка балки		
2	7	строповка опоры		
3	8	строповка горизонтальной ёмкости		
4	9	строповка колеса (маховика)		
5	10	строповка вертикального сосуда		

2. Выполнить описание требований техники безопасности при подготовке рабочего места перед началом работ (согласно варианту задания).

3. Выполнить описание требований техники безопасности рабочего места во время работы.

4. Выполнить описание требований техники безопасности рабочего места в аварийных ситуациях.

5. Выполнить описание требований техники безопасности рабочего места по окончании работ.

### **Контрольные вопросы:**

1. Кто должен подготавливать рабочее место и инструмент перед началом работ?

2. Кто несет ответственность за сохранность грузозахватных приспособлений, инструмента на предприятии?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12**

**Название работы:** Выбор способов строповки

**Цель:** Формирование умений выбирать способы строповки

**умения:**

- выбирать способы строповки;
- подбирать стропы;
- выполнять схемы;

**знания (актуализация):**

- назначения строп;
- технические характеристики стропов;
- алгоритм выбора стропов для строповки.

**Задание 1.** Выбрать способы строповки для подъема металлической колонны весом 1,5 т

### **Ход работы**

1. Выполнить описание возможных способов строповки для подъема металлической колонны весом 1,5 т

2. Выполнить схему строповки, согласно заданным условиям, указывая количество ветвей стропа. Обосновать выбранный способ строповки.

3. Рассчитать натяжение в одной ветви стропа  $S$ , кН по формуле 50.

4. Найти разрывное усилие в ветви стропа  $R$ , кН по формуле 51.

5. Подобрать и выписать техническую характеристику каната

(Приложение В, Г, Д):

- конструкция каната;
- разрывное усилие каната  $R$ , кН;
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа;
- диаметр каната  $d$ , мм
- вес каната, кг

6. Сделать вывод о выбранном канате для подъема металлической колонны весом 1,5 т.

**Задание 2.** Выбрать способы строповки для подъема металлического бака весом 5 т

### **Ход работы**

1. Выполнить описание возможных способов строповки для подъема металлического бака весом 5 т.

2. Выполнить схему строповки, согласно заданным условиям, указывая количество ветвей стропа. Обосновать выбранный способ строповки.

3. Рассчитать натяжение в одной ветви стропа  $S$ , кН по формуле 50.

4. Найти разрывное усилие в ветви стропа  $R$ , кН по формуле 51.

5. Подобрать и выписать техническую характеристику каната (приложение В, Г, Д):

- конструкция каната;
- разрывное усилие каната  $R$ , кН;
- временное сопротивление разрыву  $\sigma$ , МПа;
- диаметр каната  $d$ , мм
- вес каната, кг



6. Сделать вывод о выбранном канате для подъема металлического бака весом 5 т.

**Контрольные вопросы:**

1. От чего зависит разрывное усилие в ветви стропа?
2. Кто допускается к выполнению стропальных работ?
3. По какому параметру подбирают стальной канат?

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13**

**Название работы:** Применение знаковой сигнализации между стропальщиком и машинистом крана в заданных ситуациях

**Цель:** Формирование умений применять систему сигнализации между стропальщиком и машинистом крана в заданных ситуациях

**умения:**

- применять систему сигнализации между стропальщиком и машинистом;
- выполнять схемы;

**знания (актуализация):**

- система сигнализации между стропальщиком и машинистом крана;

**Задание 1.** Выполнить схему знаковой сигнализации между стропальщиком и машинистом при поднятии груза с нулевой отметки на высоту 1,4 м.

**Ход работы**

1. Выполнить схему знаковой сигнализации по этапам:

- 1) поднять груз
- 2) осторожно
- 3) передвинуть тележку
- 4) осторожно
- 5) стоп

6) опустить груз

2. Описать схему

**Задание 2.** Выполнить схему знаковой сигнализации между стропальщиком и машинистом при перемещении груза из вагона на площадку складирования

**Ход работы**

1. Выполнить схему знаковой сигнализации по этапам:

- 1) поднять груз;
- 2) осторожно;
- 3) поднять стрелу;
- 4) осторожно;
- 5) передвинуть кран;
- 6) стоп;
- 7) опустить стрелу;
- 8) опустить груз;

2. Описать схему

**Задание 3.** Выполнить схему знаковой сигнализации между стропальщиком и машинистом при перемещении груза с площадки складирования на площадку укрупнительной сборки

**Ход работы**

1. Выполнить схему знаковой сигнализации по этапам:

- 1) поднять груз
- 2) осторожно
- 3) передвинуть тележку
- 6) стоп
- 7) острожно
- 8) опустить груз

2. Описать схему

#### **Задание 4**

Выполнить схему знаковой сигнализации между стропальщиком и машинистом при перемещении груза с площадки складирования на трейлер

#### **Ход работы**

1. Выполнить схему знаковой сигнализации по этапам:

- 1) опустить стрелу
- 2) осторожно
- 3) поднять груз
- 3) передвинуть кран
- 6) стоп
- 7) осторожно
- 8) поднять стрелу
- 9) опустить груз

2. Описать схему

#### **Контрольные вопросы:**

1. Можно ли поднимать груз неизвестной массы?
2. Что необходимо предпринять, если зона обслуживания краном не видна машинисту крана?
3. Можно ли применять системы сигнализации между стропальщиком и машинистом для перемещения груза при снегопаде?

### **Критерии оценивания:**

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся за работу, выполненную безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу, выполненную с ошибками, исправленными с помощью преподавателя;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся за работу с грубыми ошибками, не устраненными в установленные сроки.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основные источники**

1. Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования: в 2 ч.: учебник для студ. СПО/ А. Г . Схиртладзе и др. -2-е изд., стер.-М.: Академия, 2017.-256с.

### **Дополнительные источники**

2. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка [текст]: учебник для среднего проф. образования /В.В. Ермолаев. – М.: Академия, 2018. – 272с. – (Профессиональное образование)
3. Сокова, С. Д. Основы технологии и организации строительно-монтажных работ [Электронный ресурс] : учебник/ С. Д. Сокова. - М. : НИЦ ИНФА-М, 2014. - 208 с. - (Среднее профессиональное образование). – Режим доступа: [www.znaniyum.com](http://www.znaniyum.com) <http://znaniyum.com/catalog/product/99590>

## Цепи круглозвенные грузовые и тяговые ГОСТ 2319-81

Цепи круглозвенные грузовые и тяговые изготавливаются следующих типов:

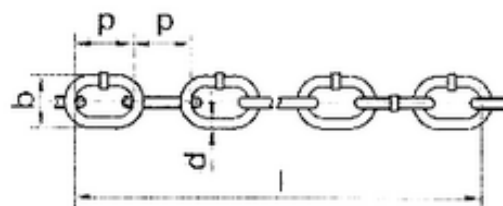
А - короткозвенные;

В - длиннозвенные.

Для указанных типов цепей устанавливаются два исполнения:

1 - калиброванные;

2 - некалиброванные.



Калибр цепи d		Шаг цепи p		Ширина цепи b		Пред. откл. длины участка цепи l=11p для исп. 1	Нагрузка		Масса 1 м цепи
номин.	пред.откл. для исп. 1	номин.	пред.откл. для исп. 1	номин.	пред.откл. для исп. 1		пробная	разру- шающая	
мм							кН		кг
5	±0,4	18,5	±0,5	17	±0,5	+1,5 -0,5	5	10	0,50
6		18,5 (19)		20 (21)	±0,6		7	14	0,75
7		22		23	±0,7		9	18	1,00
8		24 (23)		26 (27)	±0,8		13	26	1,35
9	±0,5	27	±0,6	32	±0,9	+2,5 -0,8	16	32	1,80
9,5				31			17	34	1,90
10		28	34	±1,0	20		40	2,25	
11		31	36	±1,1	23		46	2,70	
13	±0,8	36	±1,0	44 (43)	±1,3	+3,8 -1,3	33	66	3,80
16		45 (44)		53 (54)	±1,6		51	102	5,80
18		50		60	±1,8		63	126	7,30
20		56		67	±2,0		80	160	9,00
23	±1,0	64	±1,5	77	±2,3	+5,5 -1,8	100	200	12,0
26		73		87	±2,6		126	252	15,0
28		78	-	94	-	-	150	300	17,5
30		84	-	101	-	-	170	340	21,0
33	±1,5	92	-	112	-	-	200	400	24,5
36		101	-	122	-	-	250	500	29,0
39		109	-	132	-	-	280	560	31,0
42		118	-	142	-	-	340	680	40,0

Пример условного обозначения: **Цепь А1-10х28 ГОСТ 2319-81**

Тип \_\_\_\_\_  
 Исполнение \_\_\_\_\_  
 Калибр, мм \_\_\_\_\_  
 Шаг, мм \_\_\_\_\_

**Техническая характеристика монтажных блоков**

Тип или условное обозначение	Грузоподъемность, т	Количество роликов	Диаметр роликов	Диаметр каната (максимальный), мм	Длина полиспаста в стянутом виде, м	Масса блока, кг
БМ-1,25	1,25	1	120	9	–	6
БМ-2,5	2,5	1	150	13	–	14
Б5-200	5	1	200	17,5	–	48
Б10-300	10	1	300	17,5	–	48
Б10-300	15	1	400	30,5	–	112
БМ-25М	25	1	405	28,5	–	130
БМ-63	63	1	630	43,5	–	405
Б-10	10	2	400	24	2,5	135
БМ-15	15	2	400	26	2,7	206
Б20-3	20	3	400	26	3,0	248
БМ-25	25	3	400	26	2,9	331
БМ-30	30	3	400	24	3,2	407
БМ-50	50	3	474	24	2,7	760
БМ-100	100	3	474	28,5	3,4	1740
Б30-4	30	4	400	26	3,0	460
БМ-32	32	4	300	24	2,3	205
Б50-4	50	4	400	28,5	2,2	281
БМ-40	40	5	400	26	3,3	579
БМ-40	50	5	450	24	3,0	775
БМ-100	100	5	700	28,5	3,7	1605
Б50-30	50	6	400	24	2,3	335
БМ-50	50	7	400	26	4,3	1667
БМ-75	75	7	475	26	3,1	1667
БМ-130	130	7	550	33	3,5	2040
БМК-160	160	8	450	32,5	3,3	1366
БМ-200	200	10	405	27	3,4	1400
БМ-280	280	11	545	40	4,5	3160
БМ-630	630	13	630	42	5,1	6000 (неподвижного) 5610 (подвижного)

**Приложение В**

**Канат типа ТЛК-О конструкции 6×37(1+6+15+15)+1 о.с. ГОСТ 3079-80**

Диаметр, мм					Расчет- ная пло- щадь сечения всех прово- лок, мм <sup>2</sup>	Ориен- тиро- вочная масса 1000 м смазан- ного каната, кг	Маркировочная группа, Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )					
кана- та	проволоки						1370(140)		1470(160)		1570(160)	
	цен- траль- ной	первого слоя	второго слоя	третье- го слоя			Разрывное, усилие, Н, не менее					
							6 про- волок	36 прово- лок	90 прово- лок	90 про- волок	суммар- ное всех проволок в канате	каната в целом
5,8	0,30	0,28	0,22	0,30	12,42	124,0	-	-	-	-	-	-
6,5	0,36	0,32	0,24	0,34	15,74	157,0	-	-	-	-	-	-
8,5	0,45	0,40	0,32	0,45	27,02	269,0	-	-	-	-	42350	35950
11,5	0,60	0,55	0,40	0,60	47,01	468,0	-	-	-	-	73700	62600
13,5	0,70	0,65	0,50	0,70	66,56	662,5	-	-	-	-	104000	88650
15,5	0,80	0,75	0,55	0,80	85,54	851,5	-	-	-	-	134000	113500
17,0	0,90	0,85	0,60	0,90	106,94	1065,0	-	-	-	-	167500	142000
19,5	1,00	0,95	0,70	1,00	135,54	1350,0	185500	157500	199000	169000	212500	180000
21,5	1,10	1,05	0,80	1,10	167,64	1670,0	230000	195000	246000	208500	262500	222500
23,0	1,20	1,10	0,85	1,20	193,86	1930,0	265500	225000	284500	241500	303500	258000
25,0	1,30	1,20	1,00	1,30	225,39	2245,0	309000	262500	331000	281000	353000	300000
27,0	1,40	1,30	1,00	1,40	266,25	2650,0	365000	310000	391000	332000	417000	354500
29,0	1,50	1,40	1,05	1,50	303,00	3015,0	415500	353000	445000	378000	475000	403500
30,5	1,60	1,50	1,10	1,60	342,16	3405,0	469000	398500	502500	427000	536500	455500
33,0	1,70	1,60	1,20	1,70	392,07	3905,0	537500	457000	576000	489500	614500	522000
36,0	1,80	1,70	1,30	1,80	445,46	4435,0	611000	5191000	654500	556000	698000	590000
39,0	2,00	1,90	1,40	2,00	542,20	5395,0	743500	632000	797000	677000	850000	722000
43,0	2,20	2,10	1,60	2,20	670,56	6675,0	920000	781500	985500	836500	1035000	893000
47,0	2,40	2,30	1,70	2,40	788,14	7845,0	1080000	918500	1155000	980000	1235000	1045000
50,0	2,60	2,50	1,80	2,60	915,41	9110,0	1255000	1060000	1345000	1135000	1435000	1215000
52,0	2,70	2,60	1,90	2,70	995,97	9910,0	1365000	1155000	1460000	1235000	1560000	1320000
54,0	2,80	2,60	2,00	2,80	1064,98	10600,0	1460000	1235000	1565000	1325000	1665000	1415000
56,0	2,90	2,70	2,10	2,90	1151,94	11450,0	1580000	1335000	1690000	1435000	1805000	1525000
58,0	3,00	2,80	2,10	3,00	1211,97	12050,0	1660000	1410000	1780000	1505000	1900000	1610000
62,0	3,20	3,00	2,30	3,20	1400,48	13950,0	1920000	1630000	2055000	1745000	2195000	1860000
66,5	3,50	3,20	2,50	3,50	1654,94	16450,0	2270000	1925000	243000	2060000	2590000	2195000
71,0	3,80	3,40	2,70	3,80	1930,89	19200,0	2645000	2245000	2835000	2410000	3025000	2665000
75,0	4,00	3,60	2,80	4,00	2126,99	21150,0	2915000	2470000	3125000	2655000	3335000	2830000

Диаметр, им					Рас- четная пло- щадь сече- ния всех прово- лок, мм²	Ори- енти- ровоч- ная масса 1000 м сма- занно- го ка- ната, кг	Маркировочная группа, Н/мм² (кгс/мм²)					
ка- ната	проволоки						1670(170)		1770(180)		1860(190)	
	цен- траль- ной	перво- го слоя	второго слоя	треть- его слоя			Разрывное усилие, Н, не менее					
							6 про- волоков	36 про- волоков	90 про- волоков	90 прово- лок	суммар- ное всех прово- лок в канате	каната в целом
5,8	0,30	0,28	0,22	0,30	12,42	124,0	-	-	21900	18150	23100	18900
6,5	0,36	0,32	0,24	0,34	15,74	157,0	-	-	27750	22950	29300	24000
8,5	0,45	0,40	0,32	0,45	27,02	269,0	45000	38200	47650	39450	50300	41150
11,5	0,60	0,55	0,40	0,60	47,01	468,0	73800	66500	82900	68750	87500	71700
13,5	0,70	0,65	0,50	0,70	66,56	662,5	110500	94200	117000	97100	123500	100500
15,5	0,80	0,75	0,55	0,80	85,54	851,6	142500	121000	150500	124000	159000	130000
17,0	0,90	0,85	0,60	0,90	106,94	1065,0	178000	151000	188500	155500	199000	162500
19,5	1,00	0,95	0,70	1,00	135,54	1350,0	225500	191500	239000	197000	252000	206500
21,5	1,10	1,05	0,80	1,10	167,64	1670,0	279000	237000	295500	244500	312000	255500
23,0	1,20	1,10	0,85	1,20	193,86	1930,0	322500	274000	341500	283000	360500	295000
25,0	1,30	1,20	0,90	1,30	225,39	2245,0	375000	318500	397500	328500	419500	343000
27,0	1,40	1,30	1,00	1,40	266,25	2650,0	443500	376500	469500	388500	495500	40600
29,0	1,50	1,40	1,05	1,50	303,00	3015,0	504500	428500	534000	441500	564000	462000
30,5	1,60	1,50	1,10	1,60	342,16	3405,0	570000	484000	603500	499000	637000	522000
33,0	1,70	1,600	1,20	1,70	392,07	3905,0	653000	555000	691500	571500	730000	597500
35,0	1,80	1,70	1,30	1,80	445,46	4435,0	742000	630500	785500	650000	829000	679500
39,0	2,00	1,90	1,40	2,00	542,20	5395,0	903000	767000	956000	791000	1005000	827500
43,0	2,20	2,10	1,60	2,20	670,56	6675,0	1115000	949000	1180000	980000	1245000	1015000
47,0	2,40	2,30	1,70	2,40	788,14	7845,0	1310000	1110000	1390000	1145000	1465000	1200000
50,0	2,60	2,50	1,80	2,60	915,41	9110,0	1525000	1290000	1610000	1330000	1700000	1390000
52,0	2,70	2,60	1,90	2,70	995,97	9910,0	1655000	1405000	1755000	1455000	1850000	1510000
54,0	2,80	2,60	2,00	2,80	1064,98	10600	1770000	1500000	1875000	1550000	1980000	1620000
56,0	2,90	2,70	2,10	2,90	1151,94	11450	1915000	1620000	2030000	1675000	2140000	1750000
58,0	3,00	2,80	2,10	3,00	1211,97	12050	2015000	1715000	2135000	1765000	2255000	1845000
62,0	3,20	3,00	2,30	3,20	1400,48	13950	2330000	1930000	2470000	2000000	-	-
66,5	3,50	3,20	2,50	3,50	1654,94	16450	2755000	2275000	2915000	2360000	-	-
71,0	3,80	3,40	2,70	3,80	1930,89	19200	3215000	2665000	3405000	2750000	-	-
75,0	4,00	3,60	2,80	4,00	2126,99	21150	3540000	2940000	3750000	3030000	-	-



Диаметр, мм					Рас- четная пло- щадь сече- ния всех прово- лок, мм²	Ориенти- ровочная масса 1000 м смазанно- го каната, кг	Маркировочная группа, Н/мм² (кгс/мм²)					
ка- ната	проволоки						1960(200)		2060(210)		2160(200)	
	цен- траль- ной	перво- го слоя	второ- го слоя	третье- го слоя			Разрывное усилие, Н, не менее					
							б про- во- лок	36 про- воло- к	90 про- воло- к	90 про- воло- к	суммар- ное всех проводок в канате	каната в целом
5,8	0,30	0,28	0,22	0,30	12,42	124,0	24300	19600	25550	20350	26750	21100
6,5	0,36	0,32	0,24	0,34	15,74	157,0	30850	24900	32350	25850	33900	26750
8,5	0,45	0,40	0,32	0,45	27,02	269,0	52950	42800	55600	44400	58250	45950
11,5	0,60	0,55	0,40	0,60	47,01	468,0	92100	74550	96700	77350	-	-
13,5	0,70	0,65	0,50	0,70	66,56	662,5	130000	105500	-	-	-	-
15,5	0,80	0,75	0,55	0,80	85,54	851,5	167500	136000	-	-	-	-
17,0	0,90	0,85	0,60	0,90	106,94	1065,0	209500	170000	-	-	-	-
19,5	1,00	0,95	0,70	1,00	135,54	1350,0	265500	215500	-	-	-	-
21,5	1,10	1,05	0,80	1,10	167,64	1670,0	328500	266500	-	-	-	-
23,0	1,20	1,10	0,85	1,20	193,86	1930,0	379500	307000	-	-	-	-
25,0	1,30	1,20	0,90	1,30	225,39	2245,0	441500	358500	-	-	-	-
27,0	1,40	1,30	1,00	1,40	266,25	2650,0	521500	423500	-	-	-	-
29,0	1,50	1,40	1,05	1,50	303,00	3015,0	593500	482000	-	-	-	-
30,5	1,60	1,50	1,10	1,60	342,16	3405,0	670500	544500	-	-	-	-
33,0	1,70	1,60	1,20	1,70	392,07	3905,0	768000	624000	-	-	-	-
35,0	1,80	1,70	1,30	1,80	445,46	4435,0	873000	709000	-	-	-	-
39,0	2,00	1,90	1,40	2,00	542,20	5395,0	1060000	863000	-	-	-	-
43,0	2,20	2,10	1,60	2,20	670,56	6675,0	1310000	1065000	-	-	-	-
47,0	2,40	2,30	1,70	2,40	788,14	7845,0	1540000	1250000	-	-	-	-
50,0	2,60	2,50	1,80	2,60	915,41	9110,0	1790000	1455000	-	-	-	-
52,0	2,70	2,60	1,90	2,70	995,97	9910,0	1950000	1575000	-	-	-	-
54,0	2,80	2,60	2,00	2,80	1064,98	10600,0	2085000	1695000	-	-	-	-
56,0	2,90	2,70	2,10	2,90	1151,94	11450,0	2255000	1830000	-	-	-	-
58,0	3,00	2,80	2,10	3,00	1211,97	12050,0	2375000	1925000	-	-	-	-
62,0	3,20	3,00	2,30	3,20	1400,48	13950,0	-	-	-	-	-	-
66,5	3,50	3,20	2,50	3,50	1654,94	16450,0	-	-	-	-	-	-
71,0	3,80	3,40	2,70	3,80	1930,89	19200,0	-	-	-	-	-	-
75,0	4,00	3,60	2,80	4,00	2126,99	21150,0	-	-	-	-	-	-

## Приложение Г

### Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6х19(1+6+6/6)+1 о.с. по ГОСТ 2688-80

Диаметр, мм проволоки					Расчетная площадь се- чения всех проволок, мм	Ориентировочная масса 1000 м сма- занного каната, кг	Маркировочная груп- па, Н/мм (кгс/мм )	
							1370 (140)	
ка- ната	центра- льной	первого слоя (внутреннего)	второго слоя (наружного)				Разрывное усилие Н, не менее	
			36 прово- лок	36 прово- лок			суммарное всех прово- лок в канате	каната в целом
	0,26	0,24	0,20	0,26	4,98	48,8	-	-
3,8	0,28	0,26	0,20	0,28	5,63	55,1	-	-
4,1	0,30	0,28	0,22	0,30	6,55	64,1	-	-
4,5	0,32	0,30	0,24	0,32	7,55	73,9	-	-
4,8	0,34	0,32	0,26	0,34	8,62	84,4	-	-
5,1	0,36	0,34	0,28	0,36	9,76	95,5	-	-
5,6	0,40	0,38	0,30	0,40	11,90	116,5	-	-
6,2	0,45	0,40	0,34	0,45	14,47	141,6	-	-
6,9	0,50	0,45	0,38	0,50	18,05	176,6	-	-
7,6	0,55	0,50	0,40	0,55	21,57	211,0	-	-
8,3	0,60	0,55	0,45	0,60	26,15	256,0	-	-
9,1	0,65	0,60	0,50	0,65	31,18	305,0	-	-
9,6	0,70	0,65	0,55	0,70	36,66	358,6	-	-
11,0	0,80	0,75	0,60	0,80	47,19	461,6	-	-
12,0	0,85	0,80	0,65	0,85	53,87	527,0	-	-
13,0	0,90	0,85	0,70	0,90	61,00	596,6	83650	71050
14,0	1,00	0,95	0,75	1,00	74,40	728,0	102000	86700
15,0	1,10	1,00	0,80	1,10	86,28	844,0	118000	1000000
16,5	1,20	1,10	0,90	1,20	104,61	1025,0	143500	121500
18,0	1,30	1,20	1,00	1,30	124,73	1220,0	171000	145000
19,5	1,40	1,30	1,05	1,40	143,61	1405,0	197000	167000
21,0	1,50	1,40	1,15	1,50	167,03	1635,0	229000	194500
22,5	1,60	1,50	1,20	1,60	188,78	1850,1	259000	220000
24,0	1,70	1,60	1,30	1,70	215,49	2110,0	295500	250500
25,5	1,80	1,70	1,40	1,80	244,00	2390,0	334500	284000
27,0	1,90	1,80	1,50	1,90	274,31	2685,0	376000	319000
28,0	2,00	1,90	1,50	2,00	297,63	2910,0	408000	346500
30,5	2,20	2,10	1,60	2,20	356,72	3490,0	489000	415500
32,0	2,30	2,20	1,70	2,30	393,06	3845,0	539000	458000
33,5	2,40	2,30	1,80	2,40	431,18	4220,0	591500	502500
37,0	2,60	2,50	2,00	2,60	512,79	5015,0	703500	597500
39,5	2,80	2,60	2,20	2,80	586,59	5740,0	804500	684000
42,0	3,00	2,80	2,30	3,00	668,12	6535,0	916500	779000
44,5	3,20	3,00	2,40	3,20	755,11	7385,0	1035000	880500
47,5	3,40	3,20	2,60	3,40	861,98	8430,0	1180000	1000000
51,0	3,60	3,40	2,80	3,60	976,03	9545,0	1335000	1135000
56,0	4,00	3,80	3,00	4,00	1190,53	11650,0	1630000	1385000

Продолжение

Диаметр, мм					Расчетная площадь сечения всех проволок, мм <sup>2</sup>	Ориен- тиро- вочная масса 1000 м смазан- ного каната, кг	Маркировочная группа, Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )					
ка- ната	проволоки						1470 (150)		1570 (160)		1670 (170)	
	цент- раль- ной	первого слоя (внут- рен- него)	второго слоя (наружного)				Разрывное усилие, Н, не менее					
			6 прово- лок	36 прово- лок			36 прово- лок	36 прово- лок	суммар- ное всех прово- лок в канате	каната в целом	суммар- ное всех прово- лок в канате	каната в целом
3,6	0,26	0,24	0,20	0,26	4,98	48,8	-	-	-	-	-	-
3,8	0,28	0,26	0,20	0,28	5,63	55,1	-	-	-	-	-	-
4,1	0,30	0,28	0,22	0,30	6,55	64,1	-	-	-	-	-	-
4,5	0,32	0,30	0,24	0,32	7,55	73,9	-	-	-	-	-	-
4,8	0,34	0,32	0,26	0,34	8,62	84,4	-	-	-	-	-	-
5,1	0,36	0,34	0,28	0,36	9,76	95,5	-	-	-	-	-	-
5,6	0,40	0,38	0,30	0,40	11,90	116,5	-	-	18650	15800	19800	16800
6,2	0,45	0,40	0,34	0,45	14,47	141,6	-	-	22650	19250	24100	20100
6,9	0,50	0,45	0,38	0,50	18,05	176,6	-	-	28300	24000	30050	25500
7,6	0,55	0,50	0,40	0,55	21,57	211,0	-	-	33860	28700	35900	30500
8,3	0,60	0,55	0,45	0,60	26,15	256,0	-	-	41000	34800	43550	36950
9,1	0,65	0,60	0,50	0,65	31,18	305,0	-	-	48850	41500	51900	44100
9,6	0,70	0,65	0,55	0,70	36,66	358,6	-	-	57450	48850	61050	51850
11,0	0,80	0,75	0,60	0,80	47,19	461,6	-	-	73950	62850	78600	66750
12,0	0,85	0,80	0,65	0,85	53,87	527,0	-	-	84450	71750	89700	76200
13,0	0,90	0,85	0,70	0,90	61,00	596,6	89650	76190	95600	81250	101500	86800
14,0	1,00	0,95	0,75	1,00	74,40	728,0	109000	92850	116500	98950	123500	105000
15,0	1,10	1,00	0,80	1,10	86,28	844,0	126500	107000	135000	114500	143500	122000
16,5	1,20	1,10	0,90	1,20	104,61	1025,0	153500	130000	164000	139000	174000	147500
18,0	1,30	1,20	1,00	1,30	124,73	1220,0	183000	155000	195500	166000	207500	176000
19,5	1,40	1,30	1,05	1,40	143,61	1405,0	211000	178500	225000	191000	239000	203000
21,0	1,50	1,40	1,15	1,50	167,03	1635,0	245500	208000	261500	222000	278000	236000
22,5	1,60	1,50	1,20	1,60	188,78	1850,0	277500	235500	296000	251000	314500	267000
24,0	1,70	1,60	1,30	1,70	215,49	2110,0	316500	269000	337500	287000	359000	304500
25,5	1,80	1,70	1,40	1,80	244,00	2390,0	358500	304500	382500	324500	406500	345000
27,0	1,90	1,80	1,50	1,90	274,31	2685,0	403000	342000	430000	365000	457000	388000
28,0	2,00	1,90	1,50	2,00	297,63	2910,0	437500	371000	466500	396000	495500	421000
30,5	2,20	2,10	1,60	2,20	256,72	3490,0	524000	445500	559000	475000	594000	504500
32,0	2,30	2,20	1,70	2,30	393,06	3845,0	577500	490500	616000	523500	654500	556000
33,5	2,40	2,30	1,80	2,40	431,18	4220,0	633500	538500	676000	574000	718000	610500
37,0	2,60	2,50	2,00	2,60	512,79	5015,0	753500	640000	804000	683000	854000	725000
39,5	2,80	2,60	2,20	2,80	586,59	5740,0	862000	732500	919500	781500	977000	828000
42,0	3,00	2,80	2,30	3,00	668,12	6535,0	982000	833000	1045000	890000	1110000	945000
44,5	3,20	3,00	2,40	3,20	755,11	7385,0	1110000	941000	1180000	1000000	1255000	1035000
47,5	3,40	3,20	2,60	3,40	861,98	8430,0	1265000	1070000	1350000	1145000	1435000	1185000
51,0	3,60	3,40	2,80	3,60	976,03	9545,0	1430000	1215000	1530000	1295000	1625000	1340000
56,0	4,00	3,80	3,00	4,00	1190,53	11650,0	1750000	1480000	1865000	1580000	1980000	1635000

Продолжение

Диаметр, мм					Расчетная площадь сечения всех проволок, мм <sup>2</sup>	Ориенти- ровочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )			
кана- та	проволоки						1770 (180)		1860 (190)	
	цент- раль- ной	первого слоя (внут- рен- него)	второго слоя (наружного)				Разрывное усиление, Н, не менее			
			6 про- волок	36 про- волок			36 про- волок	36 про- волок	суммар- ное всех проволок в канате	каната в целом
3,6	0,26	0,24	0,20	0,26	4,98	48,8	8780	7465	9270	7880
3,8	0,28	0,26	0,20	0,28	5,63	55,1	9930	8400	10450	8750
4,1	0,30	0,28	0,22	0,30	6,55	64,1	11550	9750	12150	10150
4,5	0,32	0,30	0,24	0,32	7,55	73,9	13300	11250	14050	11750
4,8	0,34	0,32	0,26	0,34	8,62	84,4	15200	12850	16050	13400
5,1	0,36	0,34	0,28	0,36	9,76	95,5	17200	14600	18150	15150
5,6	0,40	0,38	0,30	0,40	11,90	116,5	20950	17800	22150	18550
6,2	0,45	0,40	0,34	0,45	14,47	141,6	25500	21100	26900	22250
6,9	0,50	0,45	0,38	0,50	18,05	176,6	31800	26300	33600	27450
7,6	0,55	0,50	0,40	0,55	21,57	211,0	38000	32300	40150	32900
8,3	0,60	0,55	0,45	0,60	26,15	256,0	46100	38150	48650	39850
9,1	0,65	0,60	0,50	0,65	31,18	305,0	55000	45450	58050	47500
9,6	0,70	0,65	0,55	0,70	36,66	358,6	64650	53450	68250	55950
11,0	0,80	0,75	0,60	0,80	47,19	461,6	83200	68800	87850	72000
12,0	0,85	0,80	0,65	0,85	53,87	527,0	95000	78550	100000	81900
13,0	0,90	0,85	0,70	0,90	61,00	596,6	107500	89000	113500	92800
14,0	1,00	0,95	0,75	1,00	74,40	728,0	131000	108000	138500	112500
15,0	1,10	1,00	0,80	1,10	86,28	844,0	152000	125500	160500	131000
16,5	1,20	1,10	0,90	1,20	104,61	1025,0	184500	152000	194500	159000
18,0	1,30	1,20	1,00	1,30	124,73	1220,0	220000	181500	232000	189500
19,5	1,40	1,30	1,05	1,40	143,61	1405,0	253000	209000	267000	218500
21,0	1,50	1,40	1,15	1,50	167,03	1635,0	294500	243500	311000	254000
22,5	1,60	1,50	1,20	1,60	188,78	1850,0	333000	275000	351500	287500
24,0	1,70	1,60	1,30	1,70	215,49	2110,0	380000	314000	401000	328000
25,5	1,80	1,70	1,40	1,80	244,00	2390,0	430000	356000	454000	372000
27,0	1,90	1,80	1,50	1,90	274,31	2685,0	483500	399500	510500	418000
28,0	2,00	1,90	1,50	2,00	297,63	2910,0	525000	434000	554000	453500
30,5	2,20	2,10	1,60	2,20	356,72	3490,0	629000	520000	661000	544000
32,0	2,30	2,20	1,70	2,30	393,06	3815,0	693000	573000	731500	599500
33,5	2,40	2,30	1,80	2,40	431,18	4220,0	760500	629000	802500	658000
37,0	2,60	2,50	2,00	2,60	512,79	5015,0	904500	748000	954500	782500
39,5	2,80	2,60	2,20	2,80	586,59	5740,0	1030000	856000	1090000	891500
42,0	3,00	2,80	2,30	3,00	668,12	6535,0	1175000	975000	1240000	101000
44,5	3,20	3,00	2,40	3,20	755,11	7385,0	1330000	1075000	-	-
47,5	3,40	3,20	2,60	3,40	861,98	8430,0	1520000	1230000	-	-
51,0	3,60	3,40	2,80	3,60	976,03	9545,0	1920000	1395000	-	-
56,0	4,00	3,80	3,00	4,00	1190,53	11650,0	2100000	1705000	-	-

Диаметр, мм					Расчетная площадь сечения всех проволок, мм <sup>2</sup>	Ориенти- ровочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )			
каната	проволоки						1960 (200)		2060 (210)	
	цент- раль- ной	первого слоя (внут- рен- него)	второго слоя (наружного)				Разрывное усиление, Н, не менее			
			6 про- волок	36 про- волок			36 про- волок	36 про- волок	суммар- ное всех проволок в канате	каната в целом
3,6	0,26	0,24	0,20	0,26	4,98	48,8	9760	8295	10200	8600
3,8	0,28	0,26	0,20	0,28	5,63	55,1	11000	9350	11550	9700
4,1	0,30	0,28	0,22	0,30	6,55	64,1	12800	10850	13450	11250
4,5	0,32	0,30	0,24	0,32	7,55	73,9	14750	12500	15500	12800
4,8	0,34	0,32	0,26	0,34	8,62	84,4	16850	13900	17700	14450
5,1	0,36	0,34	0,28	0,36	9,76	95,5	19100	15800	20050	16450
5,6	0,40	0,38	0,30	0,40	11,90	116,5	23300	19350	24450	20000
6,2	0,45	0,40	0,34	0,45	14,47	141,6	28350	23450	29750	24350
6,9	0,50	0,45	0,38	0,50	18,05	176,6	35350	28700	37150	29850
7,6	0,55	0,50	0,40	0,55	21,57	211,0	42250	34200	44350	35500
8,3	0,60	0,55	0,45	0,60	26,15	256,0	51250	41600	53800	43200
9,1	0,65	0,60	0,50	0,65	31,18	305,0	61100	49600	64150	51700
9,6	0,70	0,65	0,55	0,70	36,66	358,6	71850	58350	-	-
11,0	0,80	0,75	0,60	0,80	47,19	461,0	92450	75100	-	-
12,0	0,85	0,80	0,65	0,85	53,87	527,6	105500	85750	-	-
13,0	0,90	0,85	0,70	0,90	61,00	596,6	119500	97000	-	-
14,0	1,00	0,95	0,75	1,00	74,40	728,0	145500	118000	-	-
15,0	1,10	1,00	0,80	1,10	86,28	844,0	169000	137000	-	-
16,5	1,20	1,10	0,90	1,20	104,61	1025,0	205000	166000	-	-
18,0	1,30	1,20	1,00	1,30	124,73	1220,0	244000	198000	-	-
19,5	1,40	1,30	1,05	1,40	143,61	1405,0	281000	228000	-	-
21,0	1,50	1,40	1,15	1,50	167,03	1635,0	327000	265500	-	-
22,5	1,60	1,50	1,20	1,60	188,78	1850,0	370000	303500	-	-
24,0	1,70	1,60	1,30	1,70	215,49	2110,0	422000	343000	-	-
25,5	1,80	1,70	1,40	1,80	244,00	2390,0	478000	388500	-	-
27,0	1,90	1,80	1,50	1,90	274,31	2685,0	537500	436500	-	-
28,0	2,00	1,90	1,50	2,00	297,63	2910,0	583000	473500	-	-
30,5	2,20	2,10	1,60	2,20	356,72	3490,0	699000	567500	-	-
32,0	2,30	2,20	1,70	2,30	393,06	3845,0	770000	625500	-	-
33,5	2,40	2,30	1,80	2,40	431,18	4220,0	845000	686000	-	-
37,0	2,60	2,50	2,00	2,60	512,79	5015,0	1005000	816000	-	-
39,5	2,80	2,60	2,20	2,80	586,59	5740,0	1145000	938500	-	-
42,0	3,00	2,80	2,30	3,00	668,12	6535,0	1305000	1060000	-	-
44,5	3,20	3,00	2,40	3,20	755,11	7385,0	-	-	-	-
47,5	3,40	3,20	2,60	3,40	861,98	8430,0	-	-	-	-
51,0	3,60	3,40	2,80	3,60	976,03	9545,0	-	-	-	-
56,0	4,00	3,80	3,00	4,00	1190,53	11650,0	-	-	-	-

Продолжение

Диаметр, мм					Расчетная площадь сечения всех проволок, мм <sup>2</sup>	Ориенти- ровочная масса 1000 м смазанного каната, кг	Маркировочная группа, Н/мм <sup>2</sup> (кгс/мм <sup>2</sup> )	
каната	проволоки						2160 (220)	
	цент- ральной	первого слоя (внутрен- него)	второго слоя (наружного)				Разрывное усиление, Н, не менее	
			6 проволок	36 проволок			36 проволок	36 проволок
3,6	0,26	0,24	0,20	0,26	4,98	48,8	10700	8910
3,8	0,28	0,26	0,20	0,28	5,63	55,1	12100	10000
4,1	0,30	0,28	0,22	0,30	6,55	64,1	14100	11650
4,5	0,32	0,30	0,24	0,32	7,55	73,9	16250	13100
4,8	0,34	0,32	0,26	0,34	8,62	84,4	18550	14950
5,1	0,36	0,34	0,28	0,36	9,76	95,5	21000	17050
5,6	0,40	0,38	0,30	0,40	11,90	116,5	25650	20700
6,2	0,45	0,40	0,34	0,45	14,47	141,6	31150	25200
6,9	0,50	0,45	0,38	0,50	18,05	176,6	-	-
7,6	0,55	0,50	0,40	0,55	21,57	211,0	-	-
8,3	0,60	0,55	0,45	0,60	26,15	256,0	-	-
9,1	0,65	0,60	0,50	0,65	31,18	305,0	-	-
9,6	0,70	0,65	0,55	0,70	36,66	353,6	-	-
11,0	0,80	0,75	0,60	0,80	47,19	461,6	-	-
12,0	0,85	0,80	0,65	0,85	53,87	527,0	-	-
13,0	0,90	0,85	0,70	0,90	61,00	596,0	-	-
14,0	1,00	0,95	0,75	1,00	74,40	728,0	-	-
15,0	1,10	1,00	0,80	1,10	86,28	844,0	-	-
16,5	1,20	1,10	0,90	1,20	104,61	1025,0	-	-
18,0	1,30	1,20	1,00	1,30	124,73	1220,0	-	-
19,5	1,40	1,30	1,05	1,40	143,61	1405,0	-	-
21,0	1,50	1,40	1,15	1,50	167,03	1635,0	-	-
22,5	1,60	1,50	1,20	1,60	188,78	1850,0	-	-
24,0	1,70	1,60	1,30	1,70	215,49	2110,0	-	-
25,5	1,80	1,70	1,40	1,80	244,00	2390,0	-	-
27,0	1,90	1,80	1,50	1,90	274,31	2685,0	-	-
28,5	2,00	1,90	1,50	2,00	297,63	2910,0	-	-
30,5	2,20	2,10	1,60	2,20	356,72	3490,0	-	-
32,0	2,30	2,20	1,70	2,30	393,06	3845,0	-	-
33,5	2,40	2,30	1,80	2,40	431,18	4220,0	-	-
37,0	2,60	2,50	2,00	2,60	512,79	5015,0	-	-
39,5	2,80	2,60	2,20	2,80	586,59	5740,0	-	-
42,0	3,00	2,80	2,30	3,00	668,12	6535,0	-	-
44,5	3,20	3,00	2,40	3,20	755,11	7385,0	-	-
47,5	3,40	3,20	2,60	3,40	861,98	8430,0	-	-
51,0	3,60	3,40	2,80	3,60	976,03	9545,0	-	-
56,0	4,00	3,80	3,00	4,00	1190,53	11650,0	-	-



## Канаты стальные (выдержки из ГОСТ)

Диаметр каната, мм	Масса 1000 м каната, кг	Маркировочная группа, МПС				
		1372	1568	1666	1764	1960
		Разрывное усилие, кН				
Канат типа ЛК-РО конструкции 6 × 36(1 + 7 + 7/7 + 14) + 1 о.с.						
13,5	697	—	90,6	96,3	101,5	109,0
15,0	812	—	104,5	111,5	116,5	128,0
16,5	1045	—	135,5	144,	150,0	165,0
18,0	1245	—	161,5	171,5	175,5	190,5
20,0	1520	—	197,5	210,0	215,0	233,5
22,0	1830	207,5	237,5	252,5	258,5	280,5
23,5	2130	242,5	277,0	294,0	304,0	338,0
25,5	2495	283,5	324,0	344,0	352,5	383,0
27,0	2800	318,5	364,5	387,5	396,5	430,5
29,0	3215	366,0	417,5	444,0	454,5	493,5
31,0	3655	416,0	475,0	505,0	517,0	561,5
33,0	4155	473,0	540,5	574,5	588,0	638,5
34,5	4550	518,0	592,0	629,5	644,5	700,0
36,5	4965	565,5	646,0	686,5	703,5	764,0
39,5	6080	692,5	791,5	841,0	861,0	935,0
42,0	6750	768,5	878,5	933,5	955,5	1030,0
43,0	7120	806,5	919,5	976,0	1005,0	1080,0
44,5	7770	885,0	1005,0	1065,0	1095,0	1185,0
50,5	9440	1130,0	1290,0	1370,0	1400,0	1510,0
53,5	11150	1265,0	1455,0	1540,0	1570,0	1705,0
56,0	12050	1365,0	1560,0	1640,0	1715,0	—
58,5	13000	1470,0	1685,0	1730,0	1790,0	—
60,5	14250	1625,0	1855,0	1915,0	1970,0	—
63,0	15200	1725,0	1970,0	2020,0	2085,0	—

**Наименьший допускаемый коэффициент запаса прочности  
такелажных средств  $k_t$**

Назначение каната	Коэффициент запаса прочности $k_t$
Грузовые канаты:	
а) с ручным приводом	4,0
б) с машинным приводом:	
для лёгкого режима работы	5,0
для среднего режима работы	5,5
для тяжёлого режима работы	6,0
Канаты для полиспастов с изменяющейся длиной под нагрузкой:	
а) грузоподъёмностью от 5 до 50 т при соотношении $D/d$ :	
от 13 до 16	5,0
от 16 и более	4,0
б) грузоподъёмностью от 50 до 100 т при соотношении $D/d$ :	
от 13 до 16	4,0
от 16 и более	3,5
в) грузоподъёмностью 100 т и более при соотношении $D/d$ :	
от 13 до 16	3,5
от 16 и более	3,0
Стропы:	
а) с обвязкой или зацепкой крюками или серьгами	6,0
б) витые стропы при соотношении $D_1/d_c$ от 2 и более	5,0
в) полотенчатые стропы при соотношении $D_1/d_c$ :	
от 3,5 до 6	5,5
от 6 и более	5,0
Расчалки, оттяжки, тяги при соотношении $D_1/d_c$ :	
от 4 до 5	5,0
более 5 до 7	4,0
более 7 до 9	3,5
10 и более	3,0

Пр и м е ч а н и я : 1. Значение буквенных обозначений:  $D$  – диаметр ролика;  $d$  – диаметр каната;  $D_1$  – диаметр захватного устройства (элемента, огибаемого стропом, расчалкой, тягой, крепящим канатом;  $d_c$  – диаметр витого стропа.

2. Лёгкий режим характеризуется работой каната на малых скоростях без рывков с числом изгибов на роликах не более четырёх, а тяжёлый – работой каната на больших скоростях, с рывками и числом изгибов на роликах более четырёх.



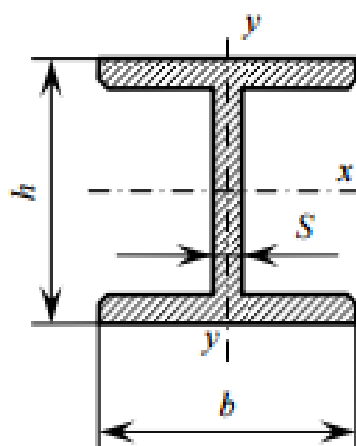
**Технические характеристики электрических монтажных лебёдок**

Тип лебёдки	Тяговое усилие, кН	Канат оёмкость, м	Диаметр каната, мм	Скорость навивки каната, м/мин	Число слоёв каната	Диаметр барабана, мм	Длина барабана, мм	Мощность электродвигателя, кВт	Масса с канатом, т
Л-1001	10,0	75	11	23,0	3	168	475	4,5	0,3
ТЛ-9А-1	12,5	80	11	30,0	3	219	462	8,5	0,5
МЭЛ-1,5	15,0	250	13	24,0	5	250	615	5,0	0,7
Л-3003	20,0	600	15	17,5	—	299	—	7,2	1,0
ЛТ-2500	25,0	40	18	21,6	1	400	875	7,5	1,2
ЛМ-2,5	25,0	140	18	11,5	4	—	—	7,0	0,8
Л-3-50	30,0	260	18	42,0	5	300	800	16,0	1,4
ЛМЦ-3	30,0	250	18	11,9	5	—	—	7,5	1,0
ЛМ-5М	50,0	250	22	18,0	5	377	785	14,5	1,2
ПЛ-5-69	50,0	450	22	42,0	5	426	1160	22	2,8
СЛ5-78	50,0	1200	22	42,0	6	750	1670	28	7,0
114-ТЯ	75,0	185	29	27,0	3	—	—	30	3,2
ЛМ-8	80,0	350	29	10,8	5	500	1100	11	3,1
ЛМС-8/800	80,0	800	22	13,8	7	500	1365	22	5,1
ЛМЭ-10-510	100,0	510	31	10,1	5	—	—	22	3,8
ЛМЭ-10/800	100,0	800	33	12,0	7	—	—	20	7,8
ЛМ-12,5	125,0	800	33	7,8	7	750	1350	22	8,5
ЛМС-12,5	125,0	1200	27	12,6	7	800	1575	30	9,0
Л-15А	150,0	600	33	10,0	4	620	2400	30	8,0
ЛМ-16/1250	160,0	1250	36,5	7,0	4	800	2000	32	10,4
ЛМС-32/2000	320,0	2000	42	9,0	11	920	2020	40	48,5

**Значение коэффициентов трения скольжения  $f$**

Материал соприкасающихся поверхностей	Состояние поверхностей	Значение $f$	Материал соприкасающихся поверхностей	Состояние поверхностей	Значение $f$
Сталь по стали	Сухие	0,15	Сталь по снегу	–	0,02
	Смазанные	0,10	Сталь по песчанику	Сухие	0,42
Сталь по дереву	Сухие	0,40	Дерево по дереву	Сухие	0,50
	Смазанные	0,11		Смазанные	0,15
Сталь по бетону	Сухие	0,45	Дерево по бетону	Сухие	0,50
Сталь по гравию	Сухие	0,45	Дерево по снегу	–	0,035

Балки двутавровые



Номер балки	Размеры, мм			Площадь сечения $F^A$ , см <sup>2</sup>	Масса 1 м $g^A$ , кг	Справочные величины для осей					
	$h$	$b$	$S$			$x - x$			$y - y$		
						$I_x^A$ , см <sup>4</sup>	$W_x^A$ , см <sup>3</sup>	$r_x^A$ , см	$I_y^A$ , см <sup>4</sup>	$W_y^A$ , см <sup>3</sup>	$r_y^A$ , см
10	100	55	4,5	12,0	9,46	198	39,7	4,06	17,9	6,49	1,22
12	120	64	4,8	14,7	11,50	350	58,4	4,88	27,9	8,72	1,38
14	140	73	4,9	17,4	13,70	572	81,7	5,73	41,9	11,50	1,55
16	160	81	5,0	20,2	15,90	873	109,0	6,57	58,6	14,50	1,70
18	180	90	5,1	23,4	18,40	1290	143,0	7,42	82,6	18,40	1,88
18a	180	100	5,1	25,4	19,90	1430	159,0	7,51	114,0	22,80	2,12
20	200	100	5,2	26,8	21,00	1840	184,0	8,28	115,0	23,10	2,07
20a	200	110	5,2	28,9	22,70	2030	203,0	8,37	155,0	28,20	2,32
22	220	110	5,4	30,6	24,00	2550	232,0	9,13	157,0	28,60	2,27
22a	220	120	5,4	32,8	25,80	2790	254,0	9,22	206,0	34,30	2,50
24	240	120	5,6	34,8	27,30	3460	289,0	9,97	198,0	34,50	2,37
24a	240	125	5,6	37,5	29,40	3800	317,0	10,10	260,0	41,60	2,63
27	270	125	6,0	40,2	31,5	5010	371,0	11,20	260,0	41,60	2,54
27a	270	135	6,0	43,2	33,90	5500	407,0	11,30	337,0	50,00	2,80
30	300	135	6,5	46,5	36,50	7080	472,0	12,30	337,0	49,90	2,69
30a	300	145	6,5	49,9	39,20	7780	518,0	12,50	436,0	60,10	2,95
33	330	140	7,0	53,8	42,20	9840	597,0	13,50	419,0	59,90	2,79
36	360	145	7,5	61,9	48,60	13380	743,0	14,70	516,0	71,10	2,89
40	400	155	8,3	72,6	57,00	19062	953,0	16,20	667,0	86,10	3,03
45	450	160	9,0	84,7	66,50	27696	1231,0	18,10	808,0	101,0	3,09
50	500	170	10,0	100,0	78,50	39727	1589,0	19,90	1043,0	123,00	3,23
55	550	180	11,0	118,0	92,60	55962	2035,0	21,80	1356,0	151,00	3,39
60	600	190	12,0	138,0	108,00	76806	2560,0	23,60	1725,0	182,0	3,54

Размеры железобетонных массивов

Марка	Масса, т	Размеры, мм							Объем бетона, м <sup>3</sup>	Расход арма- турной стали, т	Расход про- ката, т	Допус- тимая нагрузка на глав- ный рым, тс	Рекомен- дуемый калибр цепи, мм
		B	b	H	d	k	c	h					
ЯП-3	3	1800	1500	450	150	150	250	150	1,2	0,07	0,010	10	12,5-32
ЯП-5	5	2200	1840	550	200	180	250	200	2,1	0,12	0,020	14	25-34
ЯП-10	10	2700	2100	700	100	300	300	100	4,0	0,270	0,054	57	26-64
ЯП-20	20	3400	2700	900	200	350	300	200	8,2	0,44	0,24	77	30-64
ЯП-30	30	3800	3100	1000	200	350	300	200	11,8	0,484	0,234	101	36-64
ЯП-40	40	4200	3500	1100	200	350	300	200	16,2	0,653	0,398	131	36-64
ЯП-50	50	4400	3600	1200	200	400	300	200	19,3	0,555	0,616	174	40-78
ЯП-60	60	4800	4000	1300	300	400	300	300	24,15	1,12	0,660	204	44-78
ЯП-70	70	5000	4200	1350	250	400	300	250	28,0	1,10	1,00	204	44-78
ЯП-75	75	5300	4500	1300	250	400	300	250	30,2	1,35	0,94	216	52-78
ЯП-100	100	5700	4200	1550	300	750	350	400	38,2	1,60	1,70	354	64-81
ЯП-125	125	6000	4500	1750	400	750	350	300	50	2,6	2,10	354	64-81
ЯП-150	150	6000	4500	2000	400	750	350	300	59	2,7	2,40	354	64-81
ЯП-175	175	7100	5600	1750	400	750	350	300	70	3,3	2,30	590	73-81
ЯП-200	200	7400	5900	1800	400	750	350	300	79	4,3	2,30	590	73-81
ЯП-220	220	8000	6500	1750	400	750	350	300	89	4,0	2,40	590	73-81
ЯП-400.2	400	10310	8400	2600	1000	-	970	700	158	14,4	5,80	820	84-102

**Расчётные сопротивления круглой прокатной стали  
для осей и шарниров**

Напряжённое состояние	Условные обозначения	Расчётные сопротивления, МПа, для стали марок			
		Ст3	Ст5	45	40Х
Растяжение, сжатие, изгиб	$R$	210	230	300	400
Срез	$R_{ср}$	130	140	180	240
Диаметральное смятие в неподвижных шарнирных соединениях	$R_{см,шн}$	260	270	340	500
Диаметральное смятие в малоподвижных шарнирных соединениях	$R_{см,шм}$	160	170	220	30

**Значение коэффициентов условий работы  $m$**

Наименование конструкции, элемента	Коэффициент $m$
1. Мачты, шевры, порталы, стрелы и т.п.	0,90
2. Грузозахватные приспособления	0,85
3. Эстакады, опоры, распорки, подкрановые пути, монтажные балки	0,85
4. Стойки, подпорки	0,90
5. Сжатые раскосы решётчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепленных к поясам одной полкой сварной или болтами:	
а) при перекрёстной решётке, с совмещёнными в смежных гранях узлами	0,90
б) при треугольной и перекрёстной решётках с несовмещёнными в смежных гранях узлами	0,80
6. Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепленные одной полкой, за исключением элементов, указанных в п. 5.	0,75

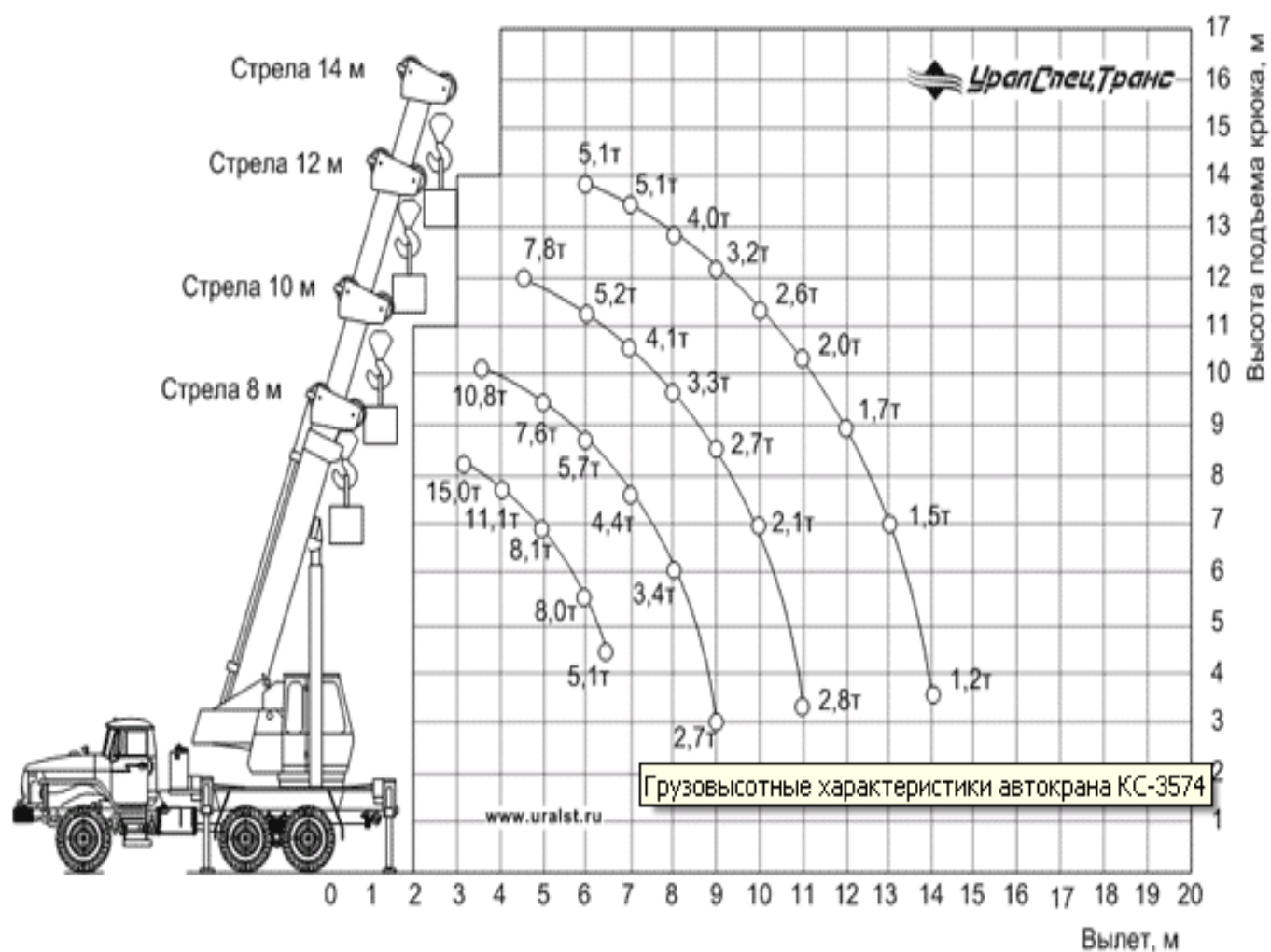
Значение тригонометрических функций

Угол	Синус	Косинус	Тангенс	Угол	Угол	Синус	Косинус	Тангенс	Угол
0°	0,000	1,000	0,000	90°	23°	0,391	0,921	0,424	67°
0°30'	0,009	1,000	0,009	89°30'	23°30'	0,399	0,917	0,435	66°30'
1°	0,017	1,000	0,017	89°	24°	0,407	0,914	0,445	66°
1°30'	0,026	1,000	0,026	88°30'	24°30'	0,415	0,910	0,456	65°30'
2°	0,035	0,999	0,035	88°	25°	0,423	0,906	0,466	65°
2°30'	0,044	0,999	0,044	87°30'	25°30'	0,431	0,903	0,477	64°30'
3°	0,052	0,999	0,052	87°	26°	0,438	0,899	0,488	64°
3°30'	0,061	0,998	0,061	86°30'	26°30'	0,446	0,895	0,499	63°30'
4°	0,070	0,998	0,070	86°	27°	0,454	0,891	0,510	63°
4°30'	0,078	0,997	0,079	85°30'	27°30'	0,462	0,887	0,521	62°30'
5°	0,087	0,996	0,087	85°	28°	0,469	0,883	0,532	62°
5°30'	0,096	0,995	0,096	84°30'	28°30'	0,477	0,879	0,543	61°30'
6°	0,105	0,995	0,105	84°	29°	0,485	0,875	0,554	61°
6°30'	0,113	0,994	0,114	83°30'	29°30'	0,492	0,870	0,566	60°30'
7°	0,122	0,993	0,123	83°	30°	0,500	0,866	0,577	60°
7°30'	0,131	0,991	0,132	82°30'	30°30'	0,508	0,862	0,589	59°30'
8°	0,139	0,990	0,141	82°	31°	0,515	0,857	0,601	59°
8°30'	0,148	0,989	0,149	81°30'	31°30'	0,522	0,853	0,613	58°30'
9°	0,156	0,988	0,158	81°	32°	0,530	0,848	0,625	58°
9°30'	0,165	0,986	0,167	80°30'	32°30'	0,537	0,843	0,637	57°30'
10°	0,174	0,985	0,176	80°	33°	0,545	0,839	0,649	57°
10°30'	0,182	0,983	0,185	79°30'	33°30'	0,552	0,834	0,662	56°30'
11°	0,191	0,982	0,194	79°	34°	0,559	0,829	0,675	56°
11°30'	0,199	0,980	0,203	78°30'	34°30'	0,566	0,824	0,687	55°30'
12°	0,208	0,978	0,213	78°	35°	0,574	0,819	0,700	55°
12°30'	0,216	0,976	0,222	77°30'	35°30'	0,581	0,814	0,713	54°30'
13°	0,225	0,974	0,231	77°	36°	0,588	0,809	0,727	54°
13°30'	0,233	0,972	0,240	76°30'	36°30'	0,595	0,804	0,740	53°30'
14°	0,242	0,970	0,249	76°	37°	0,602	0,799	0,754	53°
14°30'	0,250	0,968	0,259	75°30'	37°30'	0,609	0,793	0,767	52°30'
15°	0,259	0,966	0,268	75°	38°	0,616	0,788	0,781	52°
15°30'	0,267	0,964	0,277	74°30'	38°30'	0,623	0,783	0,795	51°30'
16°	0,276	0,961	0,287	74°	39°	0,629	0,777	0,810	51°
16°30'	0,284	0,959	0,296	73°30'	39°30'	0,636	0,772	0,824	50°30'
17°	0,292	0,956	0,306	73°	40°	0,643	0,766	0,839	50°
17°30'	0,301	0,954	0,315	72°30'	40°30'	0,649	0,760	0,854	49°30'
18°	0,309	0,951	0,325	72°	41°	0,656	0,755	0,869	49°
18°30'	0,317	0,948	0,335	71°30'	41°30'	0,663	0,749	0,885	48°30'
19°	0,326	0,946	0,344	71°	42°	0,669	0,743	0,900	48°
19°30'	0,334	0,943	0,354	70°30'	42°30'	0,676	0,737	0,916	47°30'
20°	342	0,940	0,364	70°	43°	0,682	0,731	0,933	47°
20°30'	0,350	0,937	0,374	69°30'	43°30'	0,688	0,725	0,949	46°30'
21°	0,358	0,934	0,384	69°	44°	0,695	0,719	0,966	46°
21°30'	0,367	0,930	0,394	68°30'	44°30'	0,701	0,713	0,981	45°30'
22°	0,375	0,927	0,404	68°	45°	0,707	0,707	0,1000	45°
22°30'	0,383	0,924	0,414	67°30'					



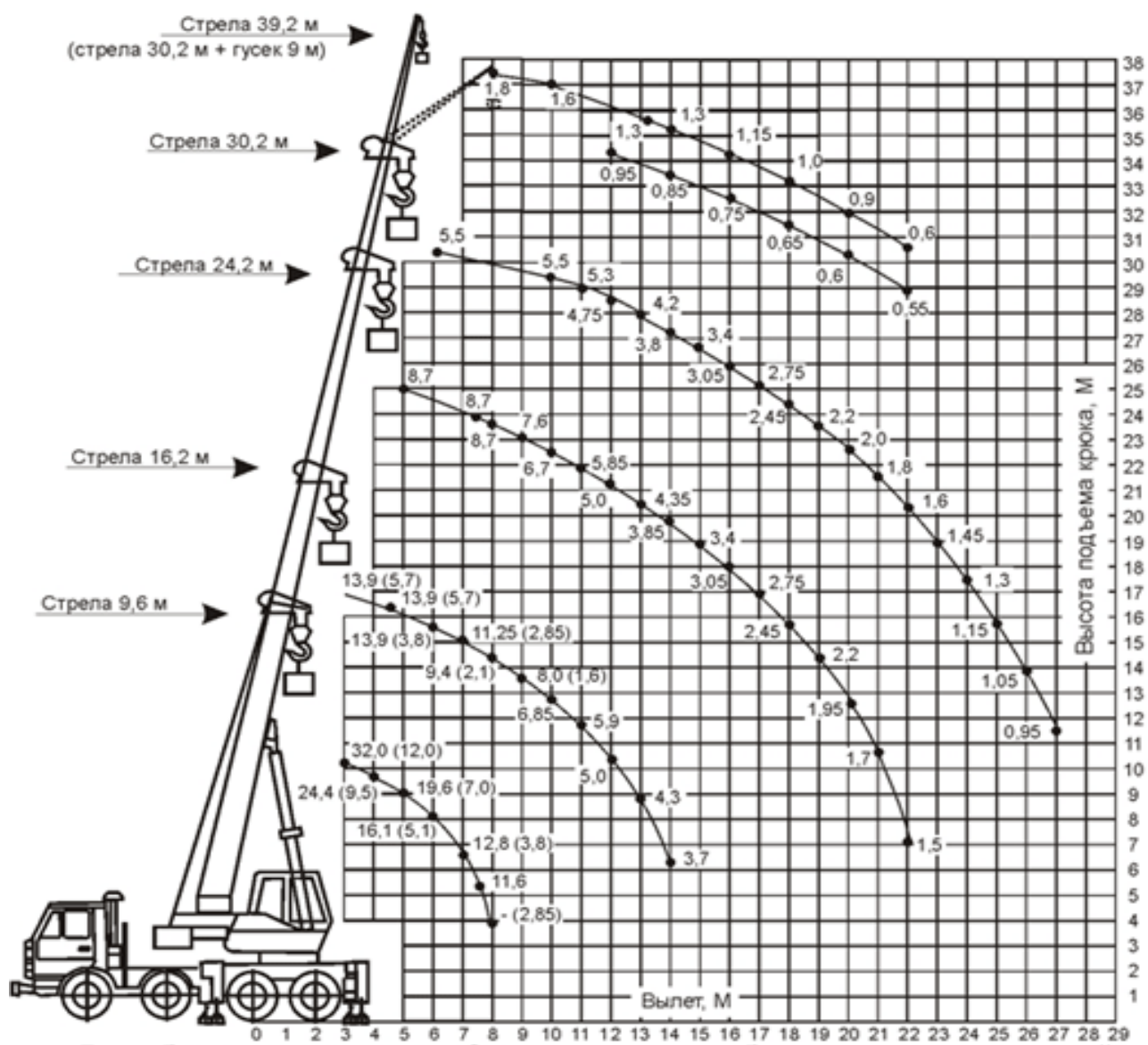
## Грузовысотные характеристики автокрана КС-3574

Код модели: 6953



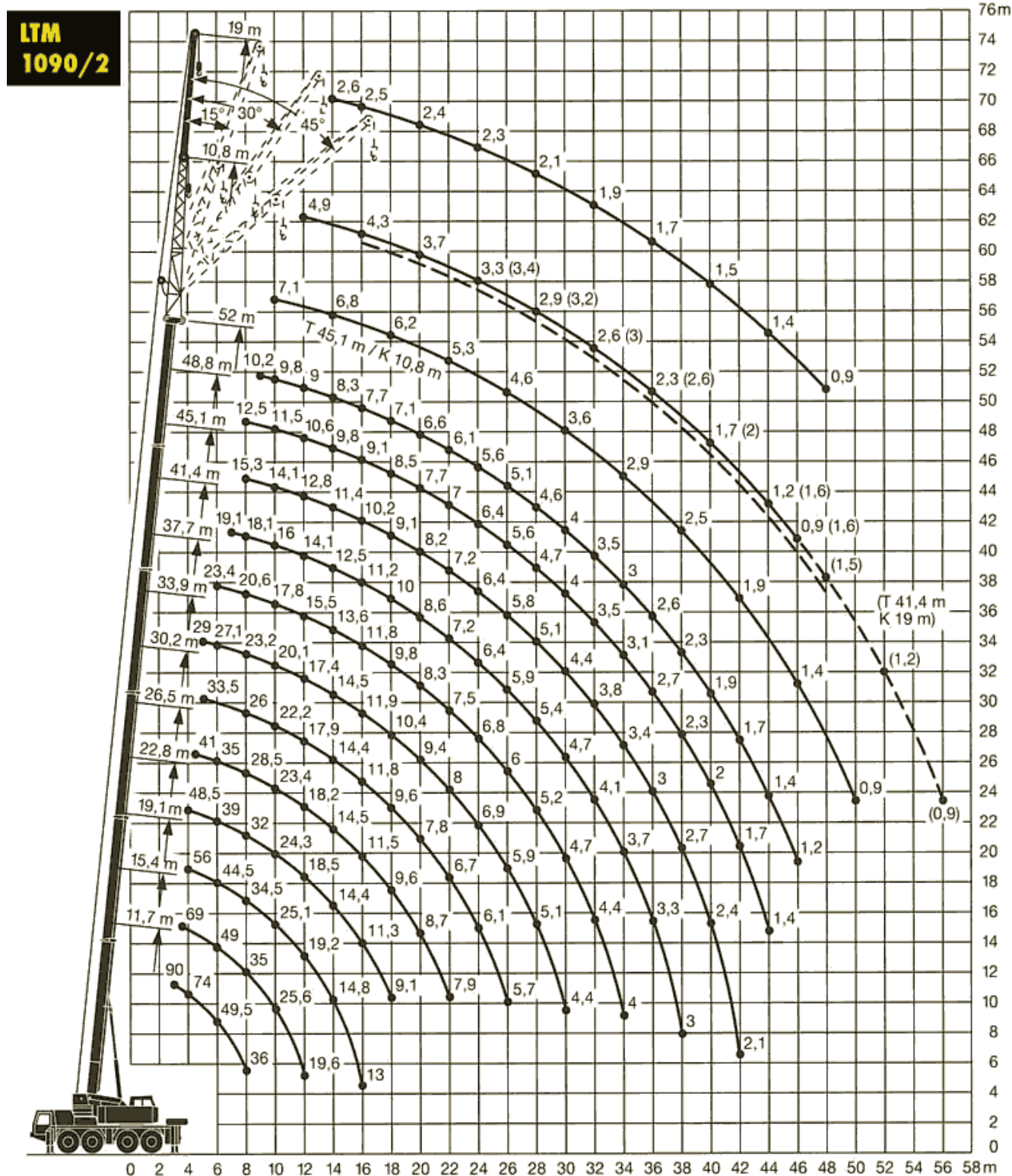
Продолжение

## Грузовысотные характеристики КС-55729-1В





# Грузовысотные характеристики крана Liebherr модели LTM-1090



Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

## **ОТЧЕТ**

по выполнению практической работы

*по МДК 01.01 «Осуществление монтажных работ промышленного  
оборудования »*

Выполнил: **Ф.И.О.**

Группа: **МР- ... / б**

Проверил: **Ф.И.О.**

Челябинск, 201\_\_