**Практическая работа № 12**

**Выбор грузоподъемного оборудования и расчет такелажной оснастки**

**Цель работы:** формирование умений производить выбор грузоподъемного оборудования и такелажной оснастки для заданных условий

**Наглядные и учебные пособия:** чертежи узлов и деталей оборудования, справочная литература

**Задачи работы:**

1 Составить схему строповки заданного элемента оборудования

2 Произвести выбор грузоподъемных механизмов и такелажной оснастки для перемещения и подъема груза

3 Выполнить расчет и выбор каната

**Заданные условия работы при ремонте:** груз перемещается в зону ремонта на стальном листе (санях) по горизонтальному бетонному полу с помощью лебедки и полиспаста, затем производится его строповка и подъем крановым механизмом

**Краткие теоретические сведения**

При монтаже и ремонте технологического оборудования и металлоконструкций наравне с кранами различных типов применяется всевозможное такелажное оборудование и оснастка: монтажные мачты, порталы, шевры и стрелы, опоры, стойки, распорки, монтажные балки, монорельсы, траверсы, полиспасты, блоки, якоря, лебёдки, домкраты, канатные элементы различных назначений (стропы, ванты, стяжки, оттяжки, тяговые и тормозные канаты и т.п.). Технически грамотное использование при условии обеспечения безопасности ведения монтажных работ без излишних запасов прочности связано с расчётом этого оборудования и оснастки.

Расчёт такелажных средств и оснастки сводится к решению следующих двух задач.

1 Определение максимальных расчётных усилий, возникающих в различных элементах такелажных средств в процессе подъёма и перемещения оборудования и конструкций.

2 Определение конструктивных размеров этих элементов с учётом максимальных нагрузок, действующих на них, или подбор стандартного технологического оборудования по расчётным нагрузкам.

Так, для изготовления траверсы вначале определяются расчётные усилия, действующие на неё, а затем по ним - её сечение; при использовании тягового механизма вначале рассчитывают усилие, действующее на тяговый канат, после этого по таблицам подбирается лебедка или трактор с соответствующей этим усилиям технической характеристикой. Решение первой задачи, состоящей в определении расчётных усилий, действующих на элементы такелажа, может быть выполнено аналитическим или графическим методами. Эти методы рассматриваются и используются в данном пособии.

Все расчёты такелажной оснастки выполнены с учётом требований «Инструкции по проектированию, изготовлению и эксплуатации монтажных приспособлений».

Все грузоподъёмные устройства рассчитываются с учётом следующих нагрузок и воздействий:

- масс поднимаемого груза и самого грузоподъёмного устройства вместе со всеми монтажными приспособлениями;

- усилий в оттяжках, расчалках и сбегающих ветвях полиспастов;

- нагрузок, вызываемых отклонением грузоподъёмного устройства от вертикали;

- динамических воздействий, учитываемых коэффициентом, равным 1,1;

- ветровых нагрузок;

- масс поднимаемых грузов и захватных приспособлений;

- усилий оттяжек.

При переводе единиц системы МКГСС в систему СИ необходимо учитывать, что килограмм-сила **Р** равна весу тела, имеющего массу кг при нормальном ускорении свободного падения **g** = 9,8665 м/с2, т.е. в системе СИ **P** *=* **Gg.** Округляя величину ускорения **g** до 10 м/с2, получаем **P** = 10G (точность, достаточная для методического пособия). В системе СИ единицей напряжения и давления является паскаль, или 1 Н, делённый на 1 м2. Для расчётов используют единицу килопаскаль (кПа) и мегапаскаль (МПа) (1 кгс/см2 и 0,1 МПа = 10 кН/см2).

**Содержание отчета**

1 Исходные данные: наименование, тип элемента машины, его масса (таблица 1)

2 Выбор грузоподъемного механизма и такелажной оснастки для транспортирования груза в зону ремонта

3 Выбор грузоподъемного механизма и такелажной оснастки для подъема груза

**Заданные условия работы при ремонте:** груз перемещается в зону ремонта на стальном листе (санях) по горизонтальному бетонному полу с помощью лебедки и полиспаста, затем производится его строповка и подъем крановым механизмом

Пример выполнения задания

**Исходные данные**

Наименование узла: промежуточное соединение,

вес G = mˑg = 12410 ˑ10 = 124100 Н ≅ 124 кН

**Решение:**

**1 Выбор грузоподъемного механизма для транспортирования груза в зону ремонта**

Тяговое усилие, необходимое для перемещения груза по горизонтальной поверхности

Р, кН определяется по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

где G = 124 кН – вес поднимаемого груза (промежуточного соединения)

 f = 0,45 – коэффициент трения скольжения стали по бетону (таблица А6 приложения)

Расчетное усилие при сдвиге груза с места Рс, кН рассчитывается по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

где Р = 554,8 кН – тяговое усилие, необходимое для перемещения груза горизонтальной

 поверхности

Усилие, действующее на крюк подвижного блока при работе полиспаста в горизонтальном положении Рп, кН принимается равным расчетному усилию, действующему на полиспаст при натяжении грузового каната Р, кН : Рп = Рс = 83,7 кН. Схема перемещения груза дана на рисунке 1.

 Sп

 Рп Рн

 2 1 3 4

1 стальной лист; 2 промежуточное соединение; 3 полиспаст; 4 лебедка

Рисунок 1 – Схема строповки груза при горизонтальном перемещении

Усилие, действующее на неподвижный блок полиспаста при направлении сбегающей ветви с подвижного блока (рисунок 1) Рн, кН рассчитывается по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где Рп = 83,7 кН - усилие, действующее на крюк подвижного блока при сдвиге груза в горизонтальном положении

 Sп – усилие в сбегающей ветви полиспаста

Усилие в сбегающей ветви полиспаста Sп, кН можно назначать ориентировочно в зависимости от грузоподъемности полиспаста:

до 500 кН ………………. Sп = 0,15 Рп

от 500 до 1500 кН ………Sп = 0,1 Рп

боее 1500 кН ……………Sп = 0,08 Рп

По наибольшему из усилий Рп = 83,7 кН > Рн = 75,3 кН подбираем подвижный и неподвижный блоки полиспаста с одинаковыми характеристиками: (таблица А4 приложения)

Тип БМ - 100

Грузоподъемность, кН 1000

Количество роликов , шт 3

Диаметр роликов, мм 474

Масса блока, кг 1740

Выбираем блоки полиспаста с роликами на подшипниках качения и принимаем два отводных блока, установленных на сбегающей ветви до лебедки. Таким образом, в полиспасте, состоящем из двух блоков, общее количество роликов – 6 шт. Коэффициент полезного действия полиспаста из двух блоков на подшипниках качения ηп = 0,884 (таблица А8 приложения А)

Усилие в сбегающей ветви полиспаста Sп, кН рассчитывается по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где Рп = 83,7 кН – усилие, действующее на крюк подвижного блока полиспаста при его работе в горизонтальном направлении;

 mп = 6 – общее количество роликов в полиспасте;

 η = 0,884 – коэффициент полезного действия полиспаста

Разрывное усилие каната в сбегающей ветви каната Rк , кН определяем по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

где kз = 4 – коэффициент запаса прочности для полиспаста при соотношении D/d более 16 (таблица А1 приложения А)

 Sп = 15,8 кН - натяжение одной ветви полиспаста;

Выбираем канат ЛК – Р конструкции 6х19 для оснастки полиспаста с характеристиками (таблица А2 приложения А)

Диаметр каната d, мм 11

Разрывное усилие R, кН 68,8

Временное сопротивление на разрыв, МПа 1764

По усилию в набегающей ветви полиспаста Рн = 75,3 кН выбираем тяговый механизм – лебедку электрическую ЛМ-8 (таблица А5 приложения А) с характеристиками:

Тяговое усилие Рл, кН 80

Канатоемкость, м 350

Диаметр каната, мм 29

**2 Расчет кранового механизма и такелажной оснастки для подъема груза**

Требуемая грузоподъемность крана Qтр, кН рассчитывается по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

где Gг ≅ 124 кН – вес поднимаемого груза (промежуточного соединения)

 kД = 1,1 коэффициент динамичности [1].

По требуемой грузоподъёмности Qтр= 136,4 кН из каталога [2] выбираем кран мостовой общего назначения грузоподъемностью 200 кН (20т)

Схема строповки груза (промежуточного соединения) дана на рисунке 2.

 S

 G

Рисунок 2 - Схема строповки промежуточного соединения

Натяжение одной ветви стропа S, кН [1] определяется по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (6) |

где P=Gг = 124кН - расчётное усилие приложенное к стропу;

 m = 4 - общее количество ветвей стропа, определяется по схеме строповки;

 α = 45° - угол между направлением действия расчётного усилия и ветвей стропа;

 cos 45° = 0,707.

Разрывное усилие стропа Rк , кН определяем по формуле

|  |  |
| --- | --- |
|  | (7) |

где kз = 6 – коэффициент запаса прочности для стропа; (таблица А1 приложения А)

 S = 44 кН - натяжение одной ветви стропа;

R = 44 · 6 = 264 кН

По найденному разрывному усилию из таблицы ГОСТа выбираем канат типа ТЛК-0 конструкции 6х37 с характеристиками: (таблица А2 приложения А)

Диаметр каната d = 23 мм;

Разрывное усилие R = 283 кН;

Временное сопротивление на разрыв – 1764 МПа.

**Заключение:**

Для перемещения промежуточное соединение в зону ремонта на стальном листе (санях) по горизонтальному бетонному полу выбираем лебедку лебедку электрическую ЛМ-8 с характеристиками: тяговое усилие Рл 80 кН, канатоемкость 350м, диаметр каната 29мм и полиспаст с подвижным и неподвижным блоки БМ-100 с одинаковыми характеристиками: на подшипниках качения. Канат ЛК – Р конструкции 6х19 для оснастки полиспаста с характеристиками: диаметр каната d 11мм, разрывное усилие R = 68,8 кН, временное сопротивление на разрыв 1764 МПа.

Для подъема промсоединения весом 124 кН выбираем кран мостовой двухбалочный общего назначения грузоподъемностью 200 кН. Для строповки соединения выбираем канат типа ТЛК-0 конструкции 6х37 с характеристиками6 диаметр каната d = 23 мм; разрывное усилие R = 283 кН, временное сопротивление на разрыв – 1764 МПа.

Литература

1 Яцков, А.Д. Методика расчёта монтажной и ремонтной оснастки : учеб. пособие / А.Д. Яцков, Н.Ю. Холодилин, О.А. Холодилина. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 116 с. ISBN 978-5-8265-0763-6.

2 Каталог – перечень. Краны мостовые [Электронный справочник], режим доступа https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853088.pdf.

**Методические указания**

Работа выполняется в тетрадях для практических работ или на двойных листах в клеточку в тетрадном варианте. Отчет по работе должен содержать:

- тему и цель работы;

- наглядные пособия;

- задачи работы;

- схемы строповки груза;

- расчет параметров и выбор механизмов;

- вывод по работе

Варианты задания определяются по таблице 1

Таблица 1 – Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Типоразмер редуктора** | **Габаритные размеры** | **Масса, кг** |
| **1** | Редуктор цилиндрический Ц3У250 | 950х(236+335)х530 | 335 |
| **2** | Редуктор цилиндрический Ц2У-355 | 1160х760х740 | 700 |
| **3** | Редуктор цилиндрический горизонтальный двухступенчатый ЦДН-630 | 1935х1370х1225 | 3330 |
| **4** | Редуктор крановый ВК-550 | 790х250х458 | 279 |
| **5** | Редуктор специальный Р-500 | 986х395х550 | 410 |
| **6** | Редуктор конически-цилиндрический двухступенчатый горизонтальный КЦ1-500 | 2085х630х1030 | 1740 |
| **7** | Редуктор цилиндрический двухступенчатый горизонтальный РМ-500 | 986х(480+110)х692 | 390 |
| **8** | Редуктор червячный тип Ч-160 | 551х560х500 | 166 |
| **9** | Редуктор крановый 1Ц3Увк | 1047х472х457 | 288 |
| **10** | Редуктор цилиндрический двухступенчатый горизонтальный РЦД-400 | 800х(540+190)х510 | 287 |

**Приложение А**

Таблица А1-Наименьший допускаемый коэффициент запаса прочности такелажных средств кз

|  |  |
| --- | --- |
| **Назначение каната** | **Коэффициент запаса прочности кз** |
| 1 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 |
| 2 Канаты для полиспастов с изменяющейся длиной под нагрузкой: а) грузоподъёмностью от 5 до 50 т при соотношении D/dс: |  |
| от 13 до 16 | 5,0 |
| от 16 и более | 4,0 |
| б) грузоподъёмностью от 50 до 100 т при соотношении Dз/dс: |  |
| от 13 до 16 | 4,0 |
| от 16 и более | 3,5 |
| в) грузоподъёмностью 100 т и более при соотношении Dз/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 Dз/dc от 2 и более | 5,0 |
| в) полотенчатые стропы при соотношении Dз/dс: |  |
| от 3,5 до 6 | 5,5 |
| от 6 и более | 5,0 |
| Расчалки, оттяжки, тяги при соотношении Dз/dс;. |  |
| от 4 до 5 | 5,0 |
| более 5 до 7 | 4,0 |
| более 7 до 9 | 3,5 |
| 10 и более | 3,0 |

**Примечания**: 1. Значение буквенных обозначений: D - диаметр ролика; d- диаметр каната; D3 - диаметр захватного устройства (элемента, огибаемого стропом, расчалкой, тягой, крепящим канатом; dc -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.

Таблица А2- Канаты стальные

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Диаметр каната** | **Масса 1000 м каната, кг** | **Маркировочная группа, МПС** |
| **1372** | **1568** | **1666** | **1764** | **1960** |
| **Разрывное усилие, кН** |
| Канат **ЛК-РО конструкции 6 х 36(1 + 7 + 7/7 + 14) + 1 о.с.** |
| 11 | 462 | - | 62,85 | - | 68,8 | 75,15 |
| 12 | 527 | - | 71,75 | - | 78,55 | 86,75 |
| 13 | 597 | - | 81,25 | - | 89 | 97 |
| 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 | - |
| Канат двойной свивки типа ТЛК-О конструкции 6х37(1+6+15+15)+1 о.с. |
| 5,8 | 124,0 | - | - | - | 18,15 | 18,9 |
| 6,5 | 157,0 | - | - | - | 22,95 | 24 |
| 8,5 | 269,0 | - | 35,95 | 38,2 | 39,45 | 41,15 |
| 11,5 | 468,0 | - | 62,6 | 66,5 | 68,75 | 71,7 |
| 13,5 | 662,5 | - | 88,65 | 94,2 | 97,1 | 100,5 |
| 15,5 | 851,5 | - | 113,5 | 121 | 124 | 130 |
| 17,0 | 1065,0 | - | 142 | 151 | 155,5 | 162,5 |
| 19,5 | 1350,0 | 157,5 | 180 | 191,5 | 197 | 206,5 |
| 21,5 | 1670,0 | 195 | 222,5 | 237 | 244,5 | 255,5 |
| 23,0 | 1930,0 | 225 | 258 | 274 | 283 | 295 |
| 25,0 | 2245,0 | 262,5 | 300 | 318,5 | 328,5 | 343 |
| 27,0 | 2650,0 | 310 | 354,5 | 376,5 | 388,5 | 406 |
| 29,0 | 3015,0 | 353 | 403,5 | 428,5 | 441,5 | 462 |
| 30,5 | 3405,0 | 398,5 | 455,5 | 484 | 499 | 522 |
| 33,0 | 3905,0 | 457 | 522 | 555 | 571,5 | 597,5 |
| 36,0 | 4435,0 | 519,1 | 590 | 630,5 | 650 | 679,5 |
| 39,0 | 5395,0 | 632 | 722, | 767 | 791 | 827,5 |
| 43,0 | 6675,0 | 781,5 | 893 | 949 | 980 | 1015 |
| 47,0 | 7845,0 | 918,5 | 1045, | 1110 | 1145 | 1200 |
| 50,0 | 9110,0 | 1060 | 1215 | 1290 | 1330 | 1390 |
| 52,0 | 9910,0 | 1155 | 1320 | 1405 | 1455 | 1510 |
| 54,0 | 10600,0 | 1235 | 1415 | 1500 | 1550 | 1620 |
| 56,0 | 11450,0 | 1335 | 1525 | 1620 | 1675 | 1750 |
| 58,0 | 12050,0 | 1410 | 1610 | 1715 | 1765 | 1845 |
| 62,0 | 13950,0 | 1630 | 1860 | 1930 | 2000 | - |
| 66,5 | 16450,0 | 1925 | 2195 | 2275 | 2360 | - |
| 71,0 | 19200,0 | 2245 | 2665 | 2665 | 2750 | - |
| 75,0 | 21150,0 | 2470 | - | 2940 | 3030 | - |

Таблица А3 - 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, прикреплённых 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, прикреплённые одной полкой, за исключением элементов, указанных в п. 5. | 0,75 |

Таблица А4 - Техническая характеристика монтажных блоков

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип или условное обозначени е | Грузоподъёмность,т | Количествороликов | Диаметрроликов | 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) |

Таблица А5 - Технические характеристики электрических монтажных лебёдок

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип лебёдки | Тяговоеусилие,кН | Канатёмко сть, м | Диаметрканата,мм | Скоростьнавивкиканата,м/мин | Числослоёвканата | Диаметрбарабанамм | Длинабарабанамм | Мощность электро двигател я, кВт | Массасканатомт |
| 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 |

Таблица А6 - Значение коэффициентов трения скольжения

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Материалсоприкасающихсяповерхностей | Состояниеповерхностей | Значение f | Материалсоприкасающихсяповерхностей | Состояниеповерхностей | Значениеf |
| Сталь по стали | Сухие | 0,15 | Сталь по снегу | - | 0,02 |
|  | Смазанные | 0,10 | Сталь по песчанику | Сухие | 0,42 |
| Сталь по дереву | СухиеСмазанные | 0,400,11 | Дерево по дереву | СухиеСмазанные | 0,500,15 |
| Сталь по бетону | Сухие | 0,45 | Дерево по бетону | Сухие | 0,50 |
| Сталь по гравию | Сухие | 0,45 | Дерево по снегу | - | 0,035 |

Таблица А7 - 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 | 0,83 | 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' |  |  |  |  |  |

Таблица А8 – Значения коэффициента полезного действия полиспастов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Общееколичествороликовполиспастов | Тип подшипников | Общееколичествороликовполиспастов | Тип подшипников |
| 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 |

**Приложение В**

**Схемы строповки**



Рисунок В1 – Примеры схем строповки грузов