

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»  
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к выполнению индивидуального задания**

**по дисциплине вариативной части**

**по выбору вуза профессионального цикла**

## **ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ**

**для студентов всех форм обучения**

**направления подготовки 15.03.02**

**«Технологические машины и оборудование»**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»  
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к выполнению индивидуального задания**

**по дисциплине вариативной части**

**по выбору вуза профессионального цикла**

## **ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ**

**для студентов всех форм обучения**

**направления подготовки 15.03.02**

**«Технологические машины и оборудование»**

Рассмотрены на заседании  
кафедры «Механическое оборудование  
заводов черной металлургии»  
им. проф. Седуша В.Я.  
Протокол № 11 от 03.04.2017 г.

Утверждены на заседании  
учебно-издательского совета ДОННТУ  
Протокол № \_\_ от \_\_.\_\_. 20\_\_ г.

Донецк  
ДОННТУ  
2017

УДК 669. (075.8)

Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине вариативной части по выбору вуза профессионального цикла «Подъемно-транспортные машины» для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / сост.: Е. В. Ошовская. – Донецк : ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2017. – 50 с.

Отображены порядок и правила выполнения, а также форма представления студентами индивидуального задания по курсу «Подъемно-транспортные машины».

*Составители:* Ошовская Е.В., к.т.н., доцент, доцент кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я.; Бедарев С.А., к.т.н., доцент, доцент кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я.

*Рецензенты:* д.т.н., профессор А.П. Кононенко  
д.т.н., профессор С.П. Еронько

Ответственный за выпуск:  
асс. М. Ю. Ткачев

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАСЧЕТНЫХ РАБОТ	4
2. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА №1	4
2.1 Выбор кратности полиспаста	4
2.2 Выбор крюка и крюковой подвески	4
2.3 Кинематическая схема механизма подъема	9
2.4 Выбор каната	9
2.5 Проверка диаметра блоков	10
2.6 Определение геометрических размеров барабана	15
2.7 Определение мощности и выбор двигателя	18
2.8 Определение передаточного числа и выбор редуктора	24
2.9 Проверка двигателя при пуске	28
2.10 Проверка двигателя на нагрев	29
2.11 Выбор тормоза.	32
3. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА №2	35
3.1 Физико-механические характеристики груза	35
3.2 Проверка возможности транспортирования груза	37
3.3 Определение ширины ленты, количества тканевых прокладок. Выбор ленты	37
3.4 Выбор диаметров приводного и натяжного барабанов. Выбор массы и шага роликоопор конвейера	42
3.5 Тяговый расчет конвейера методом обхода по контуру	43
3.6 Проверка непровисания ленты на роликоопорах	47
3.7 Проверка приводного барабана на прочность	47
3.8 Определение мощности и выбор двигателя	48
3.9 Определение передаточного числа и выбор редуктора	50
3.10 Проверка двигателя при пуске и на перегрузку	52
3.11 Выбор тормоза	54
4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	56

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАСЧЕТНЫХ РАБОТ

Выполнение расчетных работ по курсу «Металлургические подъемно – транспортные машины» способствует: углублению знаний по данному курсу, развитию технической мысли студентов, приобретению навыков самостоятельного решения конкретных технических задач при расчете механизмов, развитию у студентов критическое отношение к выбираемым узлам рассчитываемых механизмов. В данных указаниях изложены методики расчета механизма подъема груза тележки мостового крана и ленточного конвейера с учетом условий эксплуатации в металлургических цехах.

## 2. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА №1

**Тема: «Расчет механизма подъема тележки мостового крана металлургического цеха»**

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Каждый студент в соответствии со своим номером в списке группы выбирает в листе задания исходные данные, представленные в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Форма представления исходных данных к выполнению расчета

Номер варианта	Грузоподъемность, $Q$ , т	Высота подъема груза, $H$ , м	Скорость подъема груза, $v_1$ , м/с	Режим работы

### ХОД РАБОТЫ

#### 2.1 Выбор кратности полиспаста

В соответствии с заданной грузоподъемностью  $Q$  крана из таблицы 2.2 назначается кратность полиспаста  $a$  в механизме подъема.

Таблица 2.2 – Кратность полиспаста в зависимости от грузоподъемности

$Q$ , т	<5	10 – 15	20 – 30	40 – 50	75 – 125
$a$	2	2 – 3	3 – 4	4 – 5	5 – 6

#### 2.2 Выбор крюка и крюковой подвески

В качестве грузозахватного приспособления в механизме подъема используют однорогий крюк, изготавливаемый по ГОСТ 6627-74 (рисунок 2.1). **Номер заготовки крюка выбирается по грузоподъемности  $Q$  и режиму работы механизма из таблицы 2.3.**

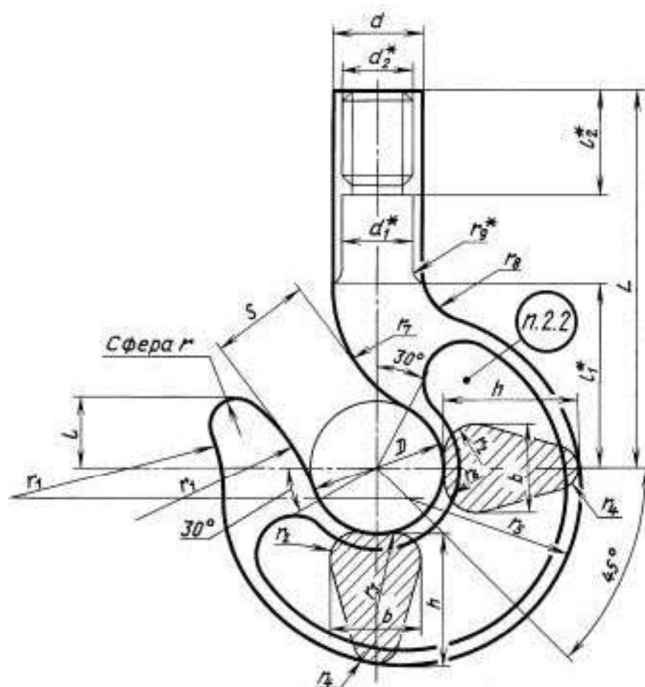


Рисунок 2.1 – Крюк однорогий по ГОСТ 6627-74

Таблицы 2.3 – Номер заготовки крюка

Номер заготовки крюка	Грузоподъемность $Q$ , т, при режиме работы		Номер заготовки крюка	Грузоподъемность $Q$ , т, при режиме работы	
	3М, 4М	5М, 6М		3М, 4М	5М, 6М
1	0,32	0,25	14	6,3	5,0
2	0,40	0,32	15	8,0	6,3
3	0,50	0,40	16	10,0	8,0
4	0,63	0,50	17	12,5	10,0
5	0,80	0,63	18	16,0	12,5
6	1,00	0,80	19	20,0	16,0
7	1,25	1,00	20	25,0	20,0
8	1,60	1,25	21	32,0	25,0
9	2,00	1,60	22	40,0	32,0
10	2,50	2,00	23	50,0	40,0
11	3,20	2,50	24	63,0	50,0
12	4,00	3,20	25	80,0	63,0
13	5,00	4,00	26	100,0	80,0

Крюк закрепляется в крюковой подвеске. В механизме подъема используют крюковые подвески укороченного типа (при четной кратности полиспаста) и нормального типа (при любой кратности полиспаста). **Крюковая подвеска выбирается** в зависимости от **грузоподъемности  $Q$**  и **режима работы механизма**.

Характеристики и геометрические размеры подвесок укороченного типа конструкции ВНИИПТМаш (рисунок 2.2) приведены в таблице 2.4.

Характеристики и геометрические размеры крюковых подвесок нормаль-

ного типа по ОСТ 24.19.108-81 (рисунок 2.3) приведены в таблице 2.5.

Для выбранной подвески следует указать ее обозначение, массу  $Q_n$  (т), диаметр блоков по дну желоба  $D_{бл.0}$  (мм) и расстояние между крайними блоками  $B$  (мм).

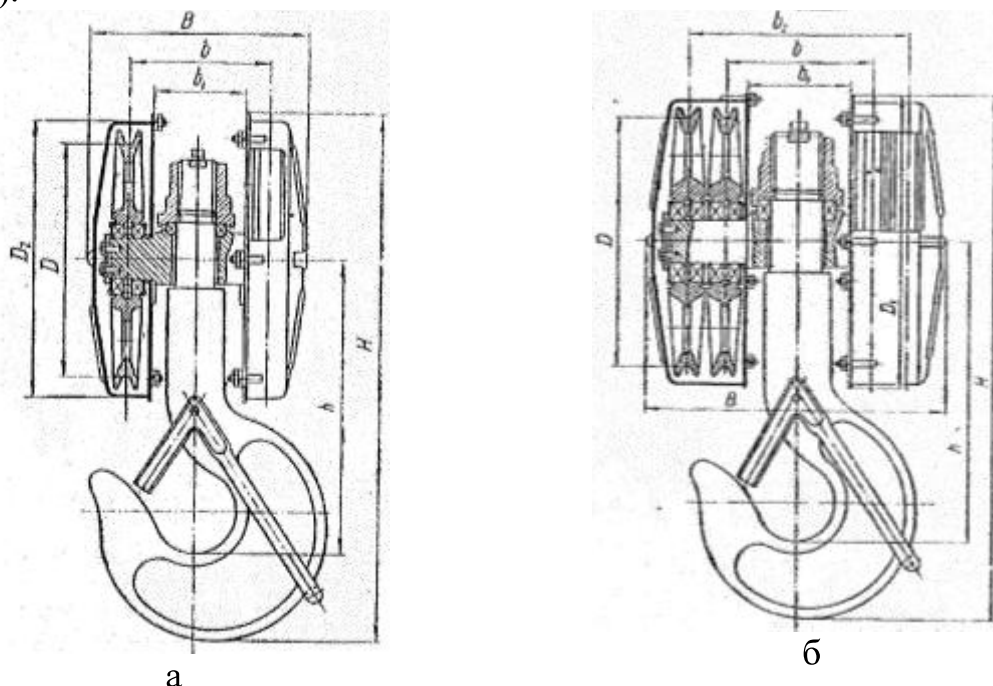


Рисунок 2.2 – Крюковая подвеска укороченного типа для кратности полиспаста:  
а)  $a=2$ ; б)  $a=4$

Таблица 2.4 – Характеристики и геометрические размеры подвесок укороченного типа конструкции ВНИИПТМаш

Обозначение по стандарту	Грузоподъемность $Q$ , т	Режим работы	Номер крюка	Диаметр каната, мм	Количество блоков	Диаметр блока по дну желоба $D_{бл.0}$ , мм	Расстояние между блоками $B$ , мм	Масса $Q_n$ , т
2-3,2-320	3,2	5М	12	9,2	2	320	200	0,068
2-5-320	5	3М, 4М	13	11,0	2	320	200	0,072
2-5-400		5М	14	12,0		400	225	0,100
2-8-320	8	3М	15	13,0	2	320	200	0,096
2-8-400		4М		14,0		400	250	0,106
2-8-450		5М		15,0		450	266	0,190
2-12,5-400	12,5	3М	17	17,0	2	400	225	0,128
2-12,5-450		4М		17,5		450	266	0,198
4-12,5-450		5М	18	15,0	4	450	342	0,306
2-20-450	20	3М	19	20,0	2	450	266	0,233
4-20-450		4М		17,5	4	450	342	0,325
4-32-450	32	3М	21	20,0	4	450	434	0,426
4-32-560		4М				560	462	0,586
4-50-670	50	4М	23	25	4	670	522	0,980

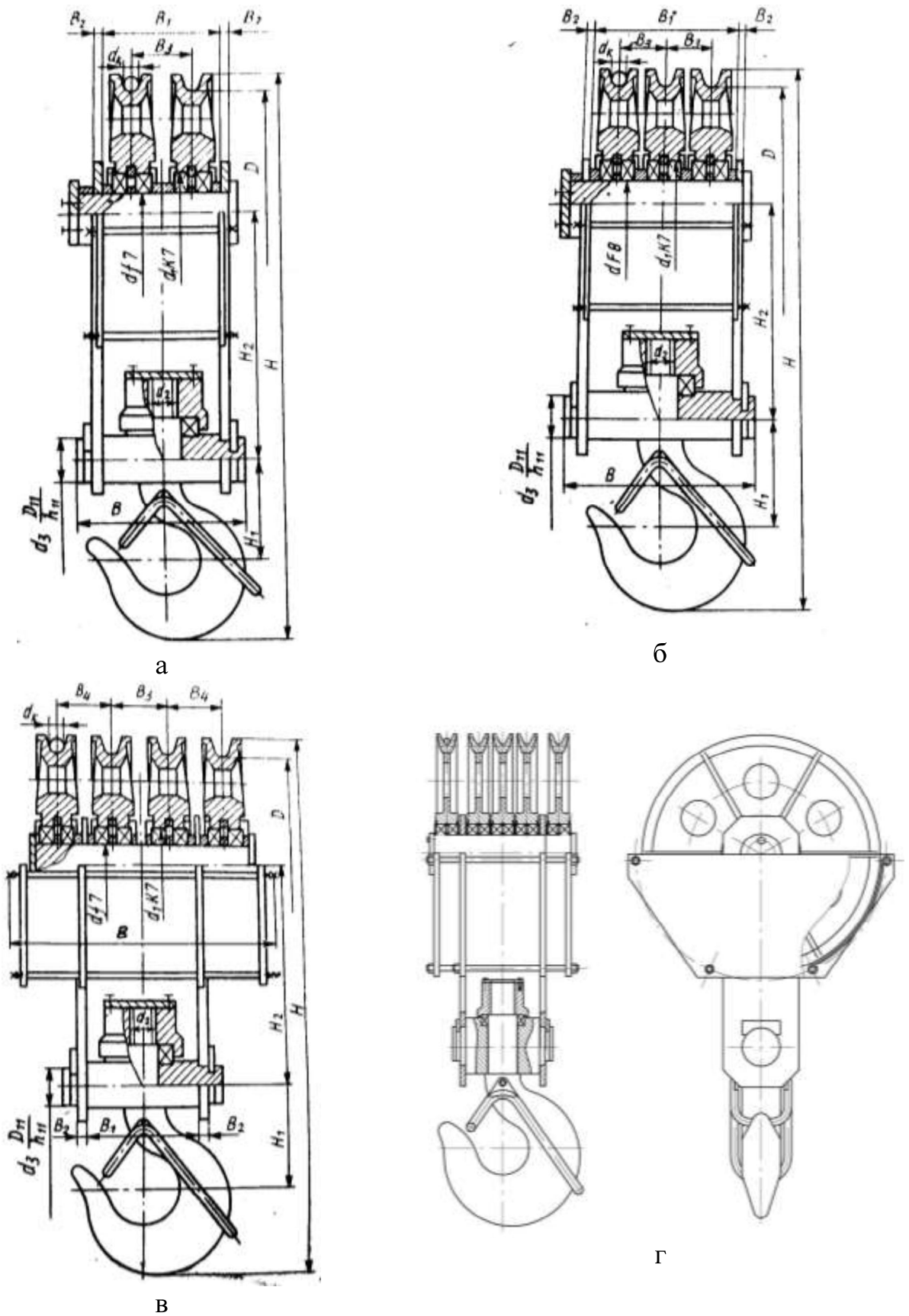


Рисунок 2.3 – Крюковая подвеска нормального типа для кратности полиспаста:  
 а)  $a=2$ ; б)  $a=3$ ; в)  $a=4$ ; г)  $a=5$

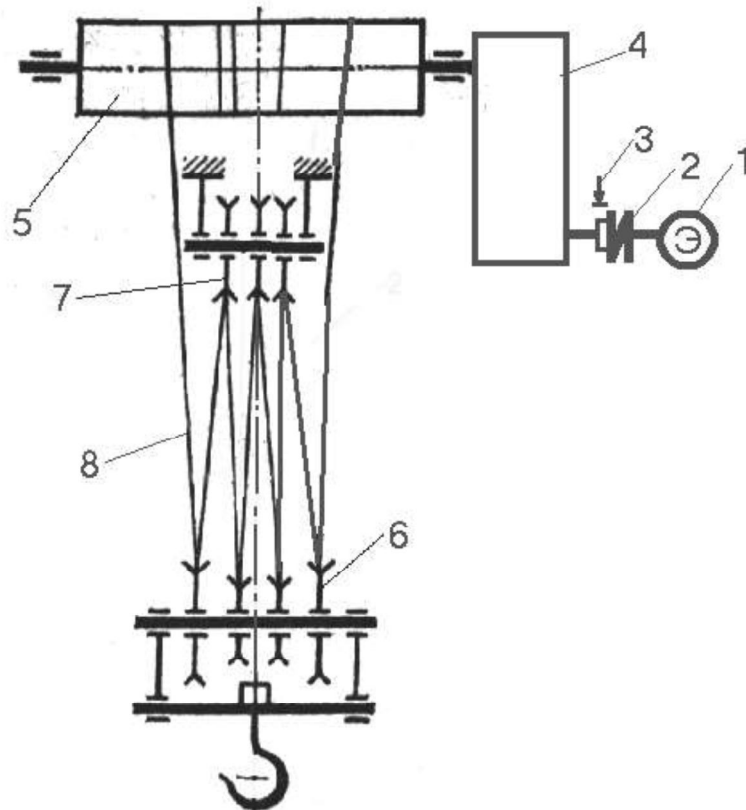


Таблица 2.5 – Характеристики и геометрические размеры крюковых подвесок нормального типа по ОСТ 24.19.105-82

Обозначение по стандарту	Грузоподъемность $Q$ , т	Режим работы	Номер заготовки крюка	Диаметр каната, мм	Количество блоков	Диаметр блока по дну желоба $D_{бл.0}$ , мм	Расстояние между блоками $B$ , мм	Масса $Q_n$ , т
2-5-336	5,0	3М, 4М	13	11,0 ... 14,0	2	336	56	0,062
2-5-406		5М	14			406		0,085
2-5-500		6М				500		0,107
2-8-406	8,0	3М, 4М	15	14,0 ...	2	406	62	0,116
2-8-500		5М	16	17,0		500		0,157
2-8-610		6М		14,0 ... 18,0		610		0,213
2-10-406	10,0	3М, 4М	16	14,0 ...	2	406	62	0,129
2-10-500		5М	17	17,0		500		0,180
2-10-610		6М		14,0 ... 18,0		610		0,285
3-10-336		3М, 4М	16	11,0 ... 14,0	3	336	124	0,145
3-10-406		5М	17	14,0 ...		406		0,161
3-10-500		6М		17,0		500		0,193
3-12,5-406	12,5	3М, 4М	17	14,0 ...	3	406	124	205,0
3-12,5-500		5М	18	17,0		500		250,0
3-12,5-610		6М		14,0 ... 18,0		610		340,0
3-16-406	16	3М, 4М	18	14,0 ...	3	406	140	0,223
3-16-500		5М	19	17,0		500		0,308
3-16-610		6М		14,0 ... 18,0		610		0,394
4-16-406		3М, 4М	18	14,0 ...	4	406	260	0,314
4-16-500		5М	19	17,0		500		0,368
4-16-610		6М		14,0 ... 18,0		610		0,488
4-20-406	20	3М, 4М	19	14,0 ...	4	406	260	0,318
4-20-500		5М	20	17,0		500	322	0,514
4-20-610		6М		14,0 ... 18,0		610		0,627
4-32-610	32	3М, 4М	20	18,0 ... 23,0	4	610	322	0,687
4-32-710		5М	21			710	364	1,016
4-32-810		6М				810		1,185
5-50-710	50	3М, 4М	23	23,0 ... 28,0	5	710	384	1,361
5-50-810		5М	24			810	426	1,963
5-50-960		6М				960		2,153

### 2.3 Кинематическая схема механизма подъема

С учетом принятых кратности полиспаста и типа крюковой подвески изображается кинематическая схема механизма подъема груза мостового крана. Пример кинематической схемы приведен на рисунке 2.4.



1 – двигатель; 2 – муфта; 3 – тормоз; 4 – редуктор; 5 – барабан;  
6 – крюковая подвеска; 7 – верхние блоки; 8 – канат

Рисунок 2.4 – Кинематическая схема механизма подъема груза

### 2.4 Выбор каната

Для нахождения максимального усилия в канате определяется КПД полиспаста:

$$\eta_n = \frac{1 - \eta_{\text{бл}}^a}{a(1 - \eta_{\text{бл}})},$$

где  $\eta_{\text{бл}}=0,97..0,98$  – КПД блока на подшипниках качения;

$\eta_{\text{бл}}=0,95..0,96$  – КПД блока на подшипниках скольжения.

Максимальное усилие в канате (кН):

$$S_{max} = \frac{Qg}{2a\eta_n},$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Расчетное усилие растяжения в канате (кН):

$$S_p \approx k_3 S_{max},$$

где  $S_p$  – расчетное усилие в канате, кН;

$k_3$  – коэффициент запаса прочности каната, зависит от режима работы (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Коэффициент запаса прочности каната

Режим работы	1М, 2М, 3М	4М	5М, 6М
$k_3$	5,0	5,5	6,0

**Канат выбирается по условию:**

$$S_p \leq S_{разр},$$

где  $S_{разр}$  – разрывное усилие каната (табличное значение).

В мостовых кранах металлургических цехов чаще всего применяются 6-типрядные стальные проволочные канаты двойной свивки. Прочность отдельной проволоки каната характеризуется маркировочной группой или пределом прочности материала проволок  $\sigma_{пр}$  (МПа).

Для **выбора каната** следует назначить маркировочную группу из диапазона 1570 ... 1960 МПа и из таблиц 2.7 – 2.10 выбрать канат, для которого **разрывное усилие  $S_{разр}$  больше расчетного усилия растяжения  $S_p$ .**

Для выбранного каната следует выписать его тип, конструкцию. ГОСТ и параметры: диаметр каната  $d_k$  (мм), разрывное усилие  $S_{разр}$  (кН), маркировочная группа  $\sigma_{пр}$  (МПа), площадь поперечного сечения  $F$  (мм<sup>2</sup>).

### 2.5 Проверка диаметра блоков

Основными геометрическими размерами блоков крюковой подвески и верхних неподвижных блоков механизма подъема являются диаметр блока по центру каната  $D_{бл}$  и диаметр блока по дну желоба  $D_{бл.0}$  (рисунок 2.9).

После выбора крюковой подвески (таблицы 2.4, 2.5) диаметр блока по дну желоба  $D_{бл.0}$  становится известным.

Таблица 2.7 – Канат двойной свивки типа ЛК–Р конструкции  
6 x 19(1+6+6/6) + 1 о.с. ГОСТ 2688–80 (рисунок 2.5)

Диаметр каната $d_k$ , мм	Расчетная площадь сечения проволок $F$ , мм <sup>2</sup>	Маркировочная группа $\sigma_{пр}$ , МПа				
		1570	1670	1770	1860	1960
		Разрывное усилие каната $S_{разр}$ , кН, не менее				
9,6	36,66	48,85	51,85	53,45	55,95	58,35
11,0	47,19	62,85	66,75	68,8	72,0	75,1
12,0	53,87	71,75	76,2	78,55	81,9	85,75
13,0	61,00	81,25	86,3	89,0	92,8	97,0
14,0	74,40	98,95	105,0	108,0	112,5	118,0
15,0	86,28	114,5	122,0	125,5	131,0	137,0
16,5	104,61	139,0	147,5	152,0	159,0	166,0
18,0	124,73	166,0	176,0	181,5	189,5	198,0
19,5	143,61	191,0	203,0	209,0	218,5	228,0
21,0	167,03	222,0	236,0	243,5	254,0	265,5
22,5	188,78	251,0	267,0	275,0	287,5	303,5
24,0	215,49	287,0	304,5	314,0	328,0	343,0
25,5	244,0	324,0	345,0	356,0	372,0	388,5
27,0	274,31	365,0	388,0	399,5	418,0	436,5
28,0	297,63	396,0	421,0	434,0	453,5	473,5
30,5	356,72	475,0	504,5	520,0	544,0	567,5
32,0	393,06	523,0	556,0	573,0	599,5	625,5
33,5	431,18	574,0	610,5	629,0	658,0	686,0
37,0	512,79	683,0	725,0	748,0	782,5	816,0
39,5	586,59	781,5	828,0	856,0	891,5	938,5
42,0	668,12	890,0	945,0	975,0	1010,0	1060,0
44,5	755,11	1000,0	1035,0	1075,0	–	–
47,5	861,98	1145,0	1185,0	1230,0	–	–
51,0	976,03	1295,0	1134,0	1395,0	–	–
56,0	1190,53	1580,0	1635,0	1705,0	–	–

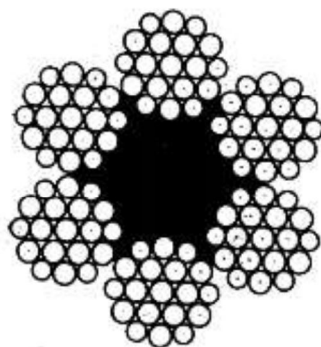


Рисунок 2.5 – Канат двойной свивки типа ЛК–Р  
конструкции 6 x 19(1+6+6/6) + 1 о.с. ГОСТ 2688–80

Таблица 2.8 – Канат двойной свивки типа ЛК–РО конструкции  
6 x 36(1+7+7/7+14) + 1 о.с. ГОСТ 7668–80 (рисунок 2.6)

Диаметр каната $d_k$ , мм	Расчетная площадь сечения проволок $F$ , мм <sup>2</sup>	Маркировочная группа $\sigma_{пр}$ , МПа				
		1570	1670	1770	1860	1960
		Разрывное усилие каната $S_{разр}$ , кН, не менее				
9,0	31,45	40,4	42,95	45,45	47,4	48,65
9,7	38,82	49,85	53,0	56,1	58,5	60,3
11,5	51,96	66,75	70,95	75,1	78,3	80,7
13,5	70,55	90,65	96,3	101,5	106,0	109,0
15,0	82,16	104,5	111,5	116,5	122,5	128,0
16,5	105,73	135,5	144,0	150,0	157,5	165,0
18,0	125,78	161,5	171,5	175,5	186,5	190,5
20,0	153,99	197,5	210,0	215,0	229,0	233,5
22,0	185,10	237,5	252,5	258,5	275,0	280,5
23,5	215,94	277,0	294,0	304,0	321,0	338,0
25,5	252,46	324,0	344,0	352,5	375,5	383,0
27,0	283,79	364,5	387,5	396,5	422,0	430,5
29,0	325,42	417,5	444,0	454,5	484,0	493,5
31,0	369,97	475,0	505,0	517,0	550,5	561,5
33,0	420,96	540,5	574,5	588,0	626,5	638,5
34,5	461,07	592,0	629,5	644,5	686,0	700,0
36,5	503,09	646,0	686,5	703,5	748,5	764,0
38,0	558,07	717,5	762,0	777,5	831,0	842,0
39,5	615,95	791,5	841,0	861,0	917,0	935,0
42,0	683,68	878,5	933,5	955,5	1010,0	1030,0
43,0	717,18	919,5	976,0	1005,0	1060,0	1080,0

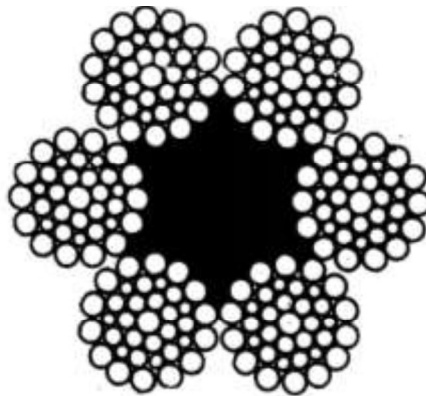


Рисунок 2.6 – Канат двойной свивки типа ЛК–РО  
конструкции 6 x 36(1+7+7/7+14) + 1 о.с. ГОСТ 7668–80

Таблица 2.9 – Канат двойной свивки типа ЛК–РО конструкции  
6 x 36(1+7+7/7+14) + 7 x 7(1+6) ГОСТ 7669–80 (рисунок 2.7)

Диаметр каната $d_k$ , мм	Расчетная площадь сечения проволок $F$ , мм <sup>2</sup>	Маркировочная группа $\sigma_{пр}$ , МПа				
		1570	1670	1770	1860	1960
		Разрывное усилие каната $S_{разр}$ , кН, не менее				
10,5	52,9	66,15	70,45	71,8	75,8	77,4
13,0	80,46	100,0	106,5	108,5	115,5	118,5
14,5	96,36	120,5	128,0	130,0	138,5	141,5
16,0	121,87	152,0	162,0	165,0	175,0	178,5
17,5	145,03	181,5	193,0	196,0	209,0	213,0
19,5	179,07	224,0	238,5	242,5	258,0	263,0
21,0	213,39	267,5	284,0	289,5	307,0	313,5
23,0	251,21	315,0	334,5	341,0	362,0	368,5
25,0	292,10	366,0	389,0	396,0	417,5	429,0
26,5	327,43	410,0	436,0	444,0	472,0	480,5
28,0	373,25	467,0	497,0	506,5	538,0	547,5
30,0	426,76	535,0	568,0	579,0	615,0	627,0
32,5	487,48	611,0	649,0	661,5	703,0	716,0
35,5	580,11	727,5	772,5	787,5	835,0	852,5
36,5	646,37	810,0	861,0	877,5	930,0	950,0
39,0	716,29	898,0	954,5	972,5	1025,0	1045,0
41,0	796,83	994,5	1055,0	1075,0	1145,0	1170,0
42,0	843,90	1050,0	1115,0	1140,0	1215,0	1235,0

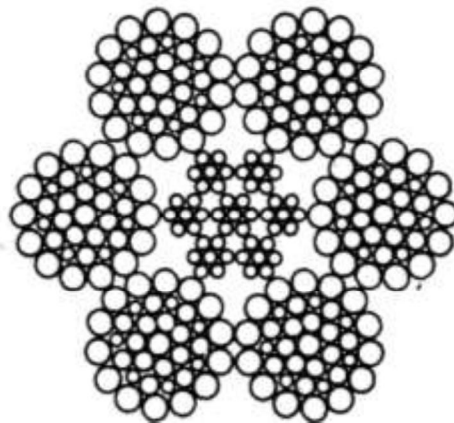


Рисунок 2.7 – Канат двойной свивки типа ЛК–РО  
конструкции 6 x 36(1+7+7/7+14) + 7 x 7(1+6) ГОСТ 7669–80

Таблица 2.10 – Канат двойной свивки типа ЛК–3 конструкции  
6 x 25(1+6; 6+12) + 1 о.с ГОСТ 7665–80 (рисунок 2.8)

Диаметр каната $d_k$ , мм	Расчетная площадь сечения проволок $F$ , мм <sup>2</sup>	Маркировочная группа $\sigma_{пр}$ , МПа				
		1570	1670	1770	1860	1960
		Разрывное усилие каната $S_{разр}$ , кН, не менее				
8,1	24,00	31,9	33,95	35,1	36,5	38,05
9,7	34,75	46,3	49,15	50,85	53,0	55,1
11,5	47,12	62,7	66,65	68,9	71,85	74,75
13,0	61,38	81,75	86,6	89,45	93,55	97,2
14,5	77,50	102,5	109,0	113,0	118,05	122,5
16,0	95,58	126,5	134,5	139,5	145,5	151,0
17,5	115,72	153,5	163,5	169,0	175,5	183,0
19,5	137,81	183,0	194,5	201,0	209,5	218,5
21,0	161,81	215,0	228,5	236,5	246,0	256,5
22,5	188,50	250,5	266,5	275,0	287,5	298,5
24,0	216,42	288,0	305,5	316,5	330,0	343,0
25,5	246,27	327,5	348,0	360,0	375,0	390,5
27,5	278,10	369,5	393,0	406,5	423,5	441,0
29,0	311,77	415,0	441,0	456,0	475,0	494,5
32,0	382,52	509,5	541,0	559,5	583,5	607,0
35,5	463,20	616,5	655,0	677,5	707,0	735,0
38,5	548,71	730,5	776,5	795,0	835,0	868,5
42,0	644,55	857,5	911,5	943,0	980,0	1015,0

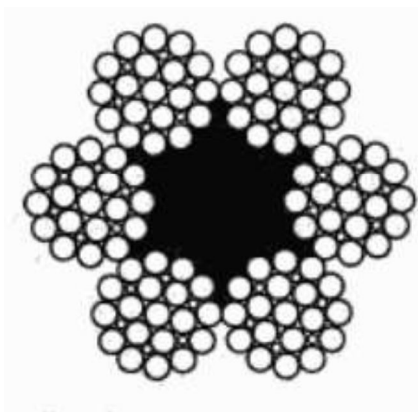


Рисунок 2.8 – Канат двойной свивки типа ЛК–3  
конструкции 6 x 25(1+6; 6+12) + 1 о.с ГОСТ 7665–80

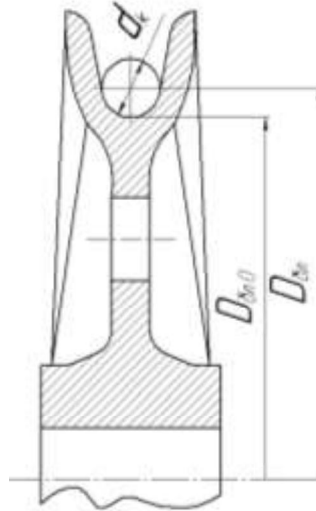


Рисунок 2.9 – Схема блока с основными размерами

Для нормальной работы блока должно выполняться **условие**:

$$D_{bl.0} \geq (e - 1) \cdot d_k.$$

где  $e$  – коэффициент, зависящий от режима работы механизма (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Коэффициент  $e$

Режим работы	1М – 3М	4М	5М	6М
$e$	20	25	30	35

Если условие не выполняется, то следует выбрать канат меньшего диаметра при более высоком значении маркировочной группы.

Диаметр блока по центру каната равен:

$$D_{bl} = D_{bl.0} + d_k.$$

## 2.6 Определение геометрических размеров барабана

В механизмах подъема тележек мостовых кранов используют цилиндрические барабаны с двумя нарезными частями (рисунок 2.10). Нарезные участки отделяются друг от друга гладким участком, на краях барабана также выполняются гладкие участки. На каждом нарезном участке для навивки каната по винтовой линии выполнены канавки, профиль которых приведен рисунке 2.11.



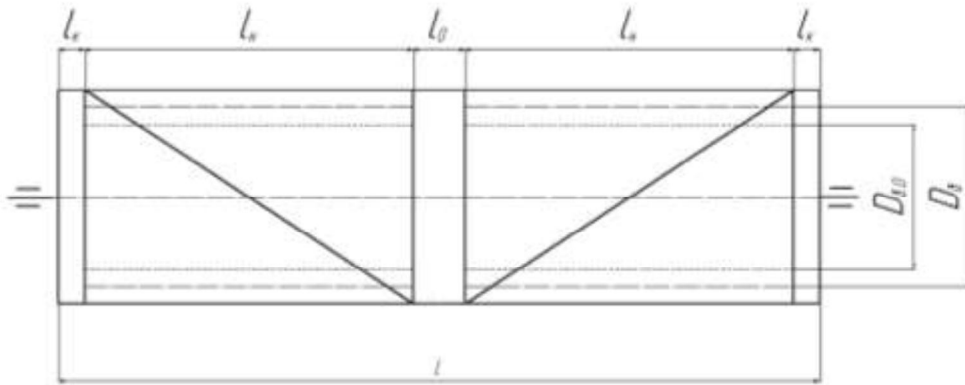


Рисунок 2.10 – Схема барабана

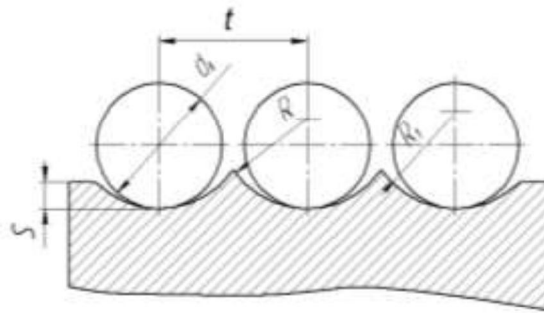


Рисунок 2.11 – Схема профиля канавок барабана

Геометрическими размерами барабана выступают: диаметр барабана по центру каната  $D_{\sigma}$ , диаметр барабана по дну канавок  $D_{\sigma,0}$ , а также длины основных участков барабана и общая длина  $L$ .

Диаметр барабана по центру каната (мм) (принимается на 15% меньше  $D_{\sigma,0}$ ):

$$D_{\sigma} = 0,85D_{\sigma,0}$$

Диаметр барабана по дну канавок (мм):

$$D_{\sigma,0} = D_{\sigma} - d_{\kappa}$$

Полученное значение  $D_{\sigma,0}$  округляется до ближайшего большего из стандартного ряда:

**160, 200, 250, 320, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000** мм.

Уточняется диаметр барабана по центру каната:

$$D_{\sigma} = D_{\sigma,0} + d_{\kappa}$$

Количество рабочих канавок для навивки полной рабочей длины каната

(рабочие витки каната) (шт):

$$z_p = \frac{H \cdot a}{\pi D_6},$$

где  $H$  – высота подъема груза, м;

$D_6$  – диаметр барабана по центру каната, м (!!!).

Количество рабочих канавок **округляется до целого числа.**

Принимается количество неприкосновенных витков (для уменьшения усилия в канате в месте его крепления)  $z_{непр.} = 1,5 \dots 2$  шт.

Назначается количество канавок для крепления каната  $z_{кр} = 3 \dots 4$  шт.

Шаг нарезки канавок  $t$  (рисунок 2.11) назначается в зависимости от диаметра каната  $d_k$  из таблицы 2.11.

Таблица 2.11 – Шаг нарезки канавок  $t$

Диаметра каната $d_k$ , мм	Шаг нарезки канавок $t$ , мм	Диаметра каната $d_k$ , мм	Шаг нарезки канавок $t$ , мм	Диаметра каната $d_k$ , мм	Шаг нарезки канавок $t$ , мм
9 ... 10	11	17 ... 18	20	27,5 ... 29	34
10 ... 11	12,5	18 ... 19	22	29 ... 31	36
11 ... 12	13,5	19 ... 20	23	31 ... 33	38
12 ... 13	15	20 ... 21,5	24	33 ... 35	40
13 ... 14	16	21,5 ... 23	26	35 ... 37,5	42
14 ... 15	17	23 ... 24,5	28	37,5 ... 40	44
15 ... 16	18	24,5 ... 26	29	40 ... 42,5	48
16 ... 17	19	26 ... 27,5	32	42,5 ... 45,5	50

Длина нарезного участка барабана (мм):

$$l_n = t \cdot (z_p + z_{непр} + z_{кр}) .$$

Длина гладкого концевого участка:

$$l_k = (4 \dots 5)d_k.$$

Значение длины  $l_k$  **принимают конструктивно** из полученного диапазона с учетом стандартного ряда:

**30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 125, 130,**

**140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 240, 250 мм.**

Минимальное расстояние между осью блоков крюковой подвески и осью барабана (мм):

$$h_{min} = 3D_{\delta} .$$

Минимально и максимально возможная длина центрального гладкого участка:

$$b_{min} = B - 2h_{min}tg\gamma ; b_{max} = B + 2h_{min}tg\gamma ,$$

где  $B$  – расстояние между крайними блоками крюковой подвески (мм), выбирается из таблиц 2.4 – 2.5;

$\gamma$  – угол отклонения каната при набегании на барабан,  $\gamma = 6^{\circ}$ .

Длина центрального гладкого участка барабана  $l_0$  **выбирается из диапазона:**

$$b_{min} \leq l_0 \leq b_{max} ,$$

при этом следует **назначить значение длины  $l_0$** , так чтобы значение полной длины барабана (мм)

$$L = 2l_n + l_0 + 2l_k$$

соответствовало стандартному ряду

**300, 400, 450, 480, 500, 530, 560, 600, 630, 710, 750, 800, 850, 900, 950, 1000,  
1050, 1100, 1150, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000, 2100,  
2200, 2400, 2500, 2600, 2800, 3000, 3200, 3500, 3800, 4000 мм.**

## 2.7 Определение мощности и выбор двигателя

С учетом составленной кинематической схемы механизма (рисунок 2.1) определяется его КПД :

$$\eta_{мех} = \eta_n \cdot \eta_{\delta} \cdot \eta_{муфт} \cdot \eta_{ред},$$

где  $\eta_n$  – КПД полиспаста;

$\eta_{\delta}$  – КПД барабана; на подшипниках качения,  $\eta_{\delta} = 0,98$ ;

$\eta_m$  – КПД муфт; зубчатые муфты, МУВП,  $\eta_m = 0,98$ ;

$\eta_p$  – КПД редуктора; двухступенчатый редуктор  $\eta_p = 0,93 \dots 0,94$ .

Необходимая мощность двигателя (кВт):

$$P = \frac{G \cdot v_l}{\eta_{мех}},$$

где  $G$  – сила тяжести поднимаемого груза и крюковой подвески, кН:

$$G = (Q + Q_n)g;$$

$v_l$  – скорость подъема груза, м/с.

В приводе механизма подъема используют крановые асинхронные двигатели с фазным и короткозамкнутым ротором серий МТН, МТФ, МТКН, МТКФ, характеристики которых приведены в таблицах 2.13 – 2.16.

По рассчитанной мощности  $P$  необходимо выбрать двигатель ближайшей меньшей мощности при относительной продолжительности включения ПВ%, соответствующей режиму работы (таблица 2.12).

Таблица 2.12 – Соотношение режима работы и ПВ%

Режим работы	3М	4М	5М	6М
ПВ%	15	25	40	60

Для выбранного двигателя следует указать тип и параметры:

- номинальная мощность  $P_{ном}$  (кВт) (ПВ%);
- номинальная частота вращения  $n_{ном}$  (об/мин);
- максимальный момент  $M_{max}$  (Н·м);
- момент инерции ротора  $J_p$  (кг·м<sup>2</sup>).

Минимальная кратность пускового момента указанных двигателей  $\psi_{min} = 1,2$ .

Для выбранного двигателя определяют номинальный момент двигателя (Н·м):

$$M_n = 9550 \frac{P_{ном}}{n_{ном}}.$$

Максимальная кратность пускового момента двигателя:

$$\psi_{max} = \frac{M_{max}}{M_n}.$$

Таблица 2.13 – Технические данные металлургических электродвигателей серии МТН с фазовым ротором

Тип электродвигателя	Мощность на валу $P_{ном}$ , кВт, при			Частота вращения $n_{ном}$ , об/мин.	Максимальный момент $M_{max}$ , Н·м	Момент инерции ротора $J_p$ , кг·м <sup>2</sup>	Масса $m$ , кг
	ПВ=25%	ПВ=40%	ПВ=60%				
МТН 111-6	3,5			870	85	0,0496	76
		3,0		895			
			2,5	920			
МТН 112-6	5,3			885	120	0,0687	88
		4,5		910			
			3,6	930			
МТН 211-6	8,2			900	200	0,117	120
		7,0		920			
			5,6	940			
МТН 311-6	13,0			925	320	0,229	170
		11,0		940			
			9,0	955			
МТН 312-6	17,5			945	480	0,318	210
		15,0		950			
			12,0	960			
МТН 411-6	27,0			950	650	0,509	280
		22,0		960			
			18,0	965			
МТН 412-6	36,0			955	950	0,687	345
		30,0		965			
			25,0	970			
МТН 311-8	9,0			675	270	0,280	170
		7,5		690			
			6,0	705			
МТН 312-8	13,0			690	430	0,318	210
		11,0		700			
			8,2	715			
МТН 411-8	18,0			695	580	0,509	280
		15,0		705			
			13,0	710			
МТН 412-8	26,0			710	900	0,764	345
		22,0		715			
			18,0	725			
МТН 511-8	34,0			695	1020	1,095	470
		28,0		705			
			23,0	715			
МТН 512-8	45,0			695	1400	1,450	570
		37,0		705			
			31,0	715			
МТН 611-10	53,0			560	2360	4,325	900
		45,0		570			
			36,0	575			
МТН 612-10	70,0			560	3200	5,340	1070
		60,0		565			
			48,0	575			
МТН 613-10	90,0			570	4200	6,360	1240
		75,0		575			
			60,0	580			

Таблица 2.14 – Технические данные крановых электродвигателей серии МТФ с фазовым ротором

Тип электродвигателя	Мощность на валу $P_{ном}$ , кВт, при				Частота вращения $n_{ном}$ , об/мин.	Максимальный момент $M_{max}$ , Н·м	Момент инерции ротора $J_p$ , кг·м <sup>2</sup>	Масса $m$ , кг
	ПВ=15%	ПВ=25%	ПВ=40%	ПВ=60%				
МТФ 011-6	2,0				800	40	0,0216	51
		1,7			850			
			1,4		885			
				1,2	910			
МТФ 012-6	3,1				785	57	0,0293	58
		2,7			840			
			2,2		890			
				1,7	920			
МТФ 111-6	4,5				850	87	0,0496	76
		4,1			870			
			3,5		895			
				2,8	920			
МТФ 112-6	6,5				895	140	0,069	88
		5,8			915			
			5,0		930			
				4,0	950			
МТФ 211-6	10,5				895	195	0,117	120
		9,0			915			
			7,5		930			
				6,0	945			
МТФ 311-6	14,0				925	320	0,229	170
		13,0			935			
			11,0		945			
				9,0	960			
МТФ 312-6	19,5				945	480	0,318	210
		17,5			950			
			15,0		955			
				12,0	965			
МТФ 411-6	30,0				945	650	0,510	280
		27,0			955			
			22,0		965			
				18,0	970			
МТФ 412-6	40,0				960	950	0,688	345
		36,0			965			
			30,0		970			
				25,0	975			
МТФ 311-8	10,5				665	270	0,28	170
		9,0			680			
			7,5		695			
				6,0	710			
МТФ 312-8	15,0				680	430	0,394	210
		13,0			695			
			11,0		705			
				8,2	720			
МТФ 411-8	22,0				685	580	0,547	280
		18,0			700			
			15,0		710			
				13,0	715			
МТФ 412-8	30,0				705	900	0,763	345
		26,0			715			
			22,0		720			
				18,0	730			

Таблица 2.15 – Технические данные металлургических электродвигателей серии МТКН с короткозамкнутым ротором

Тип электродвигателя	Мощность на валу $P_{ном}$ , кВт, при			Частота вращения $n_{ном}$ , об/мин.	Максимальный момент $M_{max}$ , Н·м	Момент инерции ротора $J_p$ , кг·м <sup>2</sup>	Масса $m$ , кг
	ПВ=25%	ПВ=40%	ПВ=60%				
МТКН 111-6	3,5			890	99	0,045	70
		3,0		910			
			2,5	930			
МТКН 112-6	5,3			875	158	0,065	80
		4,5		900			
			3,6	950			
МТКН 211-6	8,2			875	230	0,11	110
		7,0		895			
			5,6	920			
МТКН 311-6	13,0			895	390	0,2125	155
		11,0		910			
			9,0	930			
МТКН 312-6	17,5			915	600	0,3	195
		15,0		930			
			12,0	945			
МТКН 411-6	27,0			915	780	0,475	255
		22,0		935			
			18,0	950			
МТКН 412-6	36,0			920	1000	0,6375	315
		30,0		935			
			25,0	950			
МТКН 311-8	9,0			670	330	0,275	155
		7,5		690			
			6,0	705			
МТКН 312-8	13,0			690	510	0,3875	195
		11,0		700			
			8,2	710			
МТКН 411-8	18,0			680	670	0,5375	255
		15,0		695			
			13,0	705			
МТКН 412-8	26,0			690	1000	0,75	315
		22,0		700			
			18,0	710			
МТКН 511-8	34,0			680	1150	1,075	440
		28,0		695			
			23,0	705			
МТКН 512-8	45,0			680	1500	1,425	540
		37,0		695			
			31,0	705			

Таблица 2.16 – Технические данные крановых электродвигателей серии МТКФ с короткозамкнутым ротором

Тип электродвигателя	Мощность на валу $P_{ном}$ , кВт, при				Частота вращения $n_{полз}$ , об/мин.	Максимальный момент $M_{max}$ , Н·м	Момент инерции ротора $J_p$ , кг·м <sup>2</sup>	Масса $m$ , кг
	ПВ=15%	ПВ=25%	ПВ=40%	ПВ=60%				
МТКФ 011–6	2,0				780	42	0,02	47
		1,7			835			
			1,4		875			
				1,2	900			
МТКФ 012–6	3,1				785	67	0,0275	53
		2,7			835			
			2,2		880			
				1,7	915			
МТКФ 111–6	4,5				825	105	0,045	70
		4,1			850			
			3,5		885			
				2,8	915			
МТКФ 112–6	6,5				845	175	0,065	80
		5,8			870			
			5,0		895			
				4,0	920			
МТКФ 211–6	10,5				800	220	0,11	110
		9,0			840			
			7,5		880			
				6,0	910			
МТКФ 311–6	14,0				880	390	0,2125	155
		13,0			895			
			11,0		910			
				9,0	930			
МТКФ 312–6	19,5				900	600	0,3	195
		17,5			915			
			15,0		930			
				12,0	945			
МТКФ 411–6	30,0				905	780	0,475	255
		27,0			915			
			22,0		935			
				18,0	950			
МТКФ 412–6	40,0				910	1000	0,6375	315
		36,0			920			
			30,0		935			
				25,0	950			
МТКФ 311–8	10,5				660	330	0,275	155
		9,0			670			
			7,5		690			
				6,0	705			
МТКФ 312–8	15,0				675	510	0,3875	195
		13,0			690			
			11,0		700			
				8,2	710			
МТКФ 411–8	22,0				660	670	0,5375	255
		18,0			680			
			15,0		695			
				13,0	705			
МТКФ 412–8	30,0				675	1000	0,75	315
		26,0			690			
			22,0		700			
				18,0	710			



Средняя кратность пускового момента двигателя:

$$\Psi_{cp.n} = \frac{\Psi_{min} + \Psi_{max}}{2} .$$

Средний пусковой момент двигателя (Н·м):

$$M_{cp.n} = \Psi_{cp.n} \cdot M_n .$$

Угловая скорость вращения двигателя (рад/с):

$$\omega_{дв} = \frac{\pi n_{ном}}{30} .$$

Угловая скорость вращения барабана (рад/с):

$$\omega_{б} = \frac{2a \cdot v_1}{D_{б}} .$$

## 2.8 Определение передаточного числа и выбор редуктора

Необходимое передаточное число редуктора:

$$u_p = \frac{\omega_{дв}}{\omega_{б}} .$$

На основании полученного значения **передаточного числа  $u_p$ , мощности  $P_{ном}$  и частоты вращения  $n_{ном}$  двигателя, режима работы механизма** выбирают редуктор с фактическим передаточным числом  $u_{p.ф}$  так, чтобы расхождение между необходимым и фактическим передаточным числом редуктора было менее 15%:

$$\Delta u = \left| \frac{u_p - u_{p.ф}}{u_p} \right| \cdot 100\% < 15\% .$$

(т.е. **фактическое передаточное число может быть как больше, так и меньше необходимого значения, но их относительное отклонение не должно быть более 15%**).

В приводе механизма подъема груза чаще всего используют горизонтальные цилиндрические двухступенчатые и трехступенчатые редукторы, у которых выходной участок тихоходного вала выполнен в виде зубчатого венца. Характеристики двухступенчатых редукторов типа Ц2 приведены в таблице 2.17.

Среди приведенных типоразмеров редукторов выбирается тот, для которого при принятом значении фактического передаточного числа  $u_{p.ф}$ , частоте

вращения быстроходного вала близкой к номинальной частоте вращения двигателя  $n_{ном}$  и заданном режиме работы механизма **мощность на быстроходном валу редуктора превышает номинальную мощность выбранного двигателя  $P_{ном}$ .**

После выбора редуктора уточняют фактическую угловую скорость вращения барабана (рад/с):

$$\omega_{б.ф} = \frac{\omega_{дв}}{u_{ф.р}}$$

и фактическую скорость подъема груза (м/с):

$$v_{1.ф} = \frac{\omega_{б.ф} D_{б}}{2a}.$$

Таблица 2.17 – Мощность, кВт, на быстроходном валу редукторов Ц2

Типоразмер	Частота вращения быстроходного вала, об/мин	Режим работы	Общее передаточное число редуктора $u_{р.ф}$								
			8,32	9,80	12,41	16,30	19,88	24,90	32,42	41,34	50,94
Ц2-250	600	3М	29,0	25,0	20,5	13,0	11,0	9,5	7,0	6,2	5,2
		4М	19,3	17,1	15,2	11,3	9,4	7,0	5,2	4,2	3,9
		5М	14,2	12,5	9,9	7,2	6,4	5,5	3,6	3,0	2,6
		6М	9,6	8,2	6,7	4,6	4,2	3,6	3,0	2,0	1,7
	750	3М	33,0	30,5	25,5	18,5	15,0	12,5	10,5	7,5	6,5
		4М	23,0	19,7	16,6	13,5	11,1	9,4	7,6	5,6	4,2
		5М	16,6	14,5	12,3	8,3	7,3	6,9	4,5	3,5	3,0
		6М	12,0	10,1	8,1	5,5	4,9	4,1	3,6	2,4	2,0
	1000	3М	37,0	30,5	25,0	20,0	17,0	14,0	11,5	9,8	8,2
		4М	27,1	23,8	20,5	17,3	14,1	11,7	9,2	7,3	6,0
		5М	17,8	15,6	14,1	10,2	8,9	7,6	5,0	4,2	3,5
		6М	14,5	12,1	10,7	7,2	5,9	5,0	4,3	2,9	2,7
	1500	3М	56,5	49,5	40,5	32,5	27,5	22,5	17,0	13,0	11,5
		4М	34,0	30,2	25,4	23,8	19,0	16,5	11,9	9,8	8,5
		5М	25,1	21,3	18,3	13,7	12,0	10,1	7,1	5,5	4,7
		6М	22,1	18,6	14,7	9,9	9,0	7,1	5,5	3,8	3,2
Ц2-300	600	3М	38,5	33,0	26,5	23,0	19,0	15,0	11,5	9,5	7,5
		4М	33,6	29,4	24,7	18,0	15,8	12,6	8,3	6,8	5,6
		5М	21,7	19,4	16,4	11,6	10,2	8,8	6,7	4,8	4,2
		6М	15,3	13,1	10,8	7,2	6,8	5,8	4,8	3,3	2,8

Типоразмер	Частота вращения быстроходного вала, об/мин	Режим работы	Общее передаточное число редуктора $u_{p.ф}$								
			8,32	9,80	12,41	16,30	19,88	24,90	32,42	41,34	50,94
	750	3М	46,0	40,0	33,5	29,0	24,0	19,0	14,5	11,5	10,0
		4М	40,3	35,7	29,5	21,6	17,8	16,1	10,4	8,3	7,4
		5М	26,4	23,3	19,6	13,3	11,6	11,1	7,9	5,5	4,8
		6М	17,4	14,7	12,8	8,7	7,7	6,6	5,8	3,9	3,2
	1000	3М	49,0	43,0	35,5	31,5	29,0	20,0	18,0	14,0	12,5
		4М	44,2	39,7	31,2	25,0	20,6	18,3	14,6	11,6	9,7
		5М	30,6	28,2	24,4	16,2	13,9	11,5	9,7	7,3	6,9
		6М	22,9	19,4	15,3	10,3	9,9	7,8	7,0	4,7	4,4
	1500	3М	68,5	62,5	53,0	43,0	40,0	33,0	27,5	21,0	18,5
		4М	55,6	48,2	39,8	31,6	26,5	21,2	19,3	14,0	12,4
		5М	39,6	33,6	28,9	20,6	20,0	16,2	13,5	8,9	7,6
		6М	34,7	29,5	23,3	15,7	12,9	11,3	8,5	5,8	5,2
Ц2-350	600	3М	62,0	54,5	49,5	35,6	30,5	25,7	19,5	15,2	12,5
		4М	45,7	39,6	34,0	26,8	22,3	16,6	12,0	10,2	9,4
		5М	30,4	29,4	25,7	17,2	15,2	13,0	11,0	7,2	6,3
		6М	20,6	17,7	16,1	10,9	10,0	8,6	7,3	5,0	4,2
	750	3М	76,0	65,0	55,0	44,0	36,0	30,0	20,0	18,5	15,0
		4М	61,0	57,0	43,5	32,0	26,5	22,4	16,6	13,4	11,1
		5М	35,8	31,6	29,2	19,5	17,7	16,6	12,9	8,4	7,3
		6М	26,0	21,8	17,6	13,2	11,5	9,9	8,7	5,9	4,9
	1000	3М	80,0	78,0	62,0	47,0	43,5	36,0	27,5	22,0	20,0
		4М	71,9	61,2	50,7	37,1	33,5	27,1	21,8	17,3	14,5
		5М	42,8	39,0	33,0	24,1	21,1	18,1	15,6	10,2	9,0
		6М	34,5	28,6	23,0	15,6	14,0	11,9	10,3	7,1	6,5
	1500	3М	134,0	117,5	96,5	71,0	59,5	54,0	40,0	31,5	27,5
		4М	97,5	84,7	70,0	51,4	43,7	39,5	30,2	24,4	20,4
		5М	56,0	50,0	43,3	28,6	25,6	24,1	21,5	13,3	11,4
		6М	52,0	43,7	34,6	23,4	19,1	15,2	11,8	8,9	7,7
Ц2-400	600	3М	98,0	97,0	80,5	70,0	60,0	49,5	39,0	29,5	24,5
		4М	63,0	55,0	48,4	48,4	43,6	36,6	24,6	20,1	16,3
		5М	47,6	42,4	33,6	33,6	26,1	18,8	12,0	12,0	9,4
		6М	40,5	34,9	29,4	21,3	19,7	16,4	10,0	9,7	8,1

Типоразмер	Частота вращения быстроходного вала, об/мин	Режим работы	Общее передаточное число редуктора $u_{p.ф}$								
			8,32	9,80	12,41	16,30	19,88	24,90	32,42	41,34	50,94
	750	3М	102,5	102,0	91,0	86,5	71,5	60,0	48,5	36,5	30,5
		4М	63,5	58,8	53,6	53,6	46,5	38,6	28,9	26,3	19,9
		5М	53,0	45,2	39,2	38,9	30,0	21,6	13,1	13,8	9,8
		6М	48,6	42,7	34,2	25,6	22,6	19,3	12,9	11,5	9,6
	1000	3М	138,0	137,0	111,0	92,0	77,0	70,5	54,0	43,5	39,7
		4М	72,8	68,5	54,5	54,5	49,4	44,5	34,3	30,1	24,0
		5М	65,0	57,4	43,6	42,8	33,6	26,8	16,8	16,8	11,9
		6М	61,2	52,7	42,2	30,3	24,9	23,2	15,0	13,8	10,0
	1500	3М	179,0	178,0	158,0	138,0	116,0	96,0	80,0	62,0	54,5
		4М	102,0	91,3	81,0	81,0	64,0	49,5	36,8	36,8	31,0
		5М	82,3	70,0	60,8	57,3	47,5	34,3	21,8	21,8	16,9
		6М	81,8	68,3	57,2	45,3	37,3	29,7	20,0	17,4	15,0
Ц2-500	600	3М	210,0	188,0	152,0	117,0	103,5	86,5	66,5	51,0	42,0
		4М	137,0	120,0	113,0	82,5	75,2	63,3	42,7	34,5	31,8
		5М	102,0	90,6	77,0	53,3	51,0	44,1	28,7	24,1	20,4
		6М	64,0	54,5	45,0	32,5	31,0	26,6	21,6	13,5	12,0
	750	3М	245,0	221,0	187,0	136,0	123,0	103,0	83,0	64,0	52,5
		4М	163,0	140,0	112,0	103,0	89,2	75,6	52,7	42,2	37,0
		5М	121,0	106,0	84,7	61,0	58,7	51,5	32,8	28,4	23,3
		6М	87,5	74,0	59,0	40,0	39,0	33,0	29,3	20,2	16,8
	1000	3М	301,0	257,0	218,0	159,0	134,5	122,0	100,0	75,0	67,5
		4М	197,0	178,0	143,0	122,0	104,0	91,7	68,6	58,5	49,0
		5М	145,0	132,0	103,2	74,2	65,4	52,8	40,2	37,0	28,5
		6М	115,0	37,0	77,0	52,5	42,5	40,0	35,0	24,0	22,0
	1500	3М	415,0	396,0	324,0	239,0	201,0	166,0	139,0	107,0	94,0
		4М	248,0	217,0	189,0	174,0	147,0	116,0	83,0	82,2	68,5
		5М	194,0	169,0	145,0	98,7	87,7	74,0	53,5	44,5	38,3
		6М	160,0	149,0	117,0	80,0	65,4	52,0	43,4	29,2	26,5
Ц2-650	600	3М	368,0	326,0	261,0	217,0	188,0	156,0	124,5	94,5	79,0
		4М	266,0	240,0	199,0	159,0	137,0	113,0	89,5	64,4	58,2
		5М	204,0	177,0	148,0	118,0	102,0	83,6	57,3	56,0	41,7
		6М	169,0	149,0	123,0	87,1	80,0	68,5	51,7	39,2	33,4
	750	3М	432,0	374,0	321,0	258,0	222,0	187,0	150,5	125,0	95,5

Типоразмер	Частота вращения быстроходного вала, об/мин	Режим работы	Общее передаточное число редуктора $u_{p.ф}$								
			8,32	9,80	12,41	16,30	19,88	24,90	32,42	41,34	50,94
	4М	4М	315,0	264,0	234,0	189,0	162,0	137,0	110,0	84,5	69,8
		5М	220,0	191,0	164,0	148,0	116,0	99,5	63,5	63,5	47,1
		6М	206,0	174,0	146,0	101,	88,5	77,6	67,6	46,5	38,9
	1000	3М	525,0	470,0	390,0	305,0	274,0	233,0	74,5	146,0	122,0
		4М	360,0	315,0	263,0	223,0	198,0	171,0	128,0	107,0	89,1
		5М	270,0	238,0	195,0	167,0	149,0	111,0	75,7	75,7	55,0
		6М	253,0	226,0	188,0	177,0	106,0	91,0	74,3	54,4	48,1
	1500	3М	—	610,0	830,0	430,0	360,0	310,0	260,0	200,0	170,0
		4М	—	396,0	331,0	314,0	268,0	221,0	162,0	152,0	125,0
		5М	—	308,0	252,0	230,0	197,0	151,0	99,6	89,5	73,7
		6М	—	294,0	230,0	186,0	152,0	125,0	99,0	69,6	60,8
	Ц2-750	600	3М	510,0	455,0	380,0	305,0	265,0	223,0	177,0	135,0
4М			376,0	336,0	280,0	222,0	194,0	162,0	130,0	98,0	82,6
5М			278,0	249,0	207,0	166,0	146,0	119,0	96,0	80,0	65,3
6М			236,0	208,0	180,0	123,0	114,0	97,5	79,0	56,0	47,5
750		3М	610,0	530,0	450,0	360,0	310,0	260,0	210,0	160,0	135,0
		4М	460,0	389,0	312,0	265,0	228,0	197,0	158,0	120,0	99,0
		5М	313,0	273,0	232,0	198,0	168,0	143,0	110,0	94,0	79,2
		6М	293,0	248,0	208,0	142,0	127,0	110,0	96,4	66,1	55,2
1000		3М	740,0	655,0	560,0	445,0	385,0	325,0	270,0	205,0	170,0
		4М	537,0	480,0	405,0	320,0	278,0	241,0	199,0	153,0	127,0
		5М	377,0	333,0	284,0	235,0	210,0	178,0	127,0	115,0	93,0
		6М	372,0	322,0	262,0	183,0	153,0	130,0	115,0	77,5	68,1
1500		3М	—	—	740,0	580,0	515,0	435,0	370,0	285,0	240,0
		4М	—	—	511,0	443,0	381,0	332,0	266,0	207,0	177,0
		5М	—	—	402,0	324,0	280,0	239,0	165,0	146,0	123,0
		6М	—	—	373,0	262,0	216,0	177,0	141,0	96,6	86,0

## 2.9 Проверка двигателя при пуске

Проверка двигателя при пуске заключается в том, чтобы ускорение груза при пуске двигателя не превышало допустимого значения. Для этого в начале определяется приведенный к валу двигателя момент инерции механизма (кг·м<sup>2</sup>):

$$J_{np} = \delta J_p + (Q + Q_n) \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{v_{l.ф}}{\omega_{дв}} \right)^2,$$

где  $\delta$  – коэффициент, учитывающий вращающиеся массы привода (шестерни и колеса редуктора, муфты, барабан);  $\delta = 1,25$ .

Определяют статический момент сопротивления на валу двигателя при подъеме груза номинальной массы (Н·м):

$$M_{ст.н} = \frac{G \cdot D_{бр}}{2a \cdot u_{р.ф} \cdot \eta_{мех}}.$$

Находят время пуска двигателя при подъеме груза номинальной массы (с):

$$\tau_{н.н} = \frac{J_{нр} \omega_{дв}}{M_{ср.н} - M_{ст.н}}.$$

Определяют ускорение груза при подъеме груза номинальной массы (м/с<sup>2</sup>):

$$j_n = \frac{v_{л.ф}}{\tau_{н.н}} \leq [j_n],$$

где  $[j_n]$  – допускаемое ускорение, принимаемое в зависимости от типа крана:

$[j_n] = 0,1 \dots 0,2$  м/с<sup>2</sup> – монтажные краны и краны для подъема жидкого и раскаленного металла;

$[j_n] = 0,2 \dots 0,4$  м/с<sup>2</sup> – краны машиностроительных заводов;

$[j_n] = 0,6 \dots 0,8$  м/с<sup>2</sup> – краны перегрузочные.

По результатам расчета должно выполняться условие проверки двигателя при пуске, т.е. **ускорение груза при пуске двигателя не должно превышать допустимого значения**. Если условие не выполняется, то следует выбрать двигатель с меньшим пусковым моментом.

## 2.10 Проверка двигателя на нагрев

Проверка двигателя на нагрев производится с учетом режима работы механизма и повторно-кратковременного характера его работы, который характеризуется типовой диаграммой нагружения механизма подъема при заданном режиме работы (см рис.2.12).

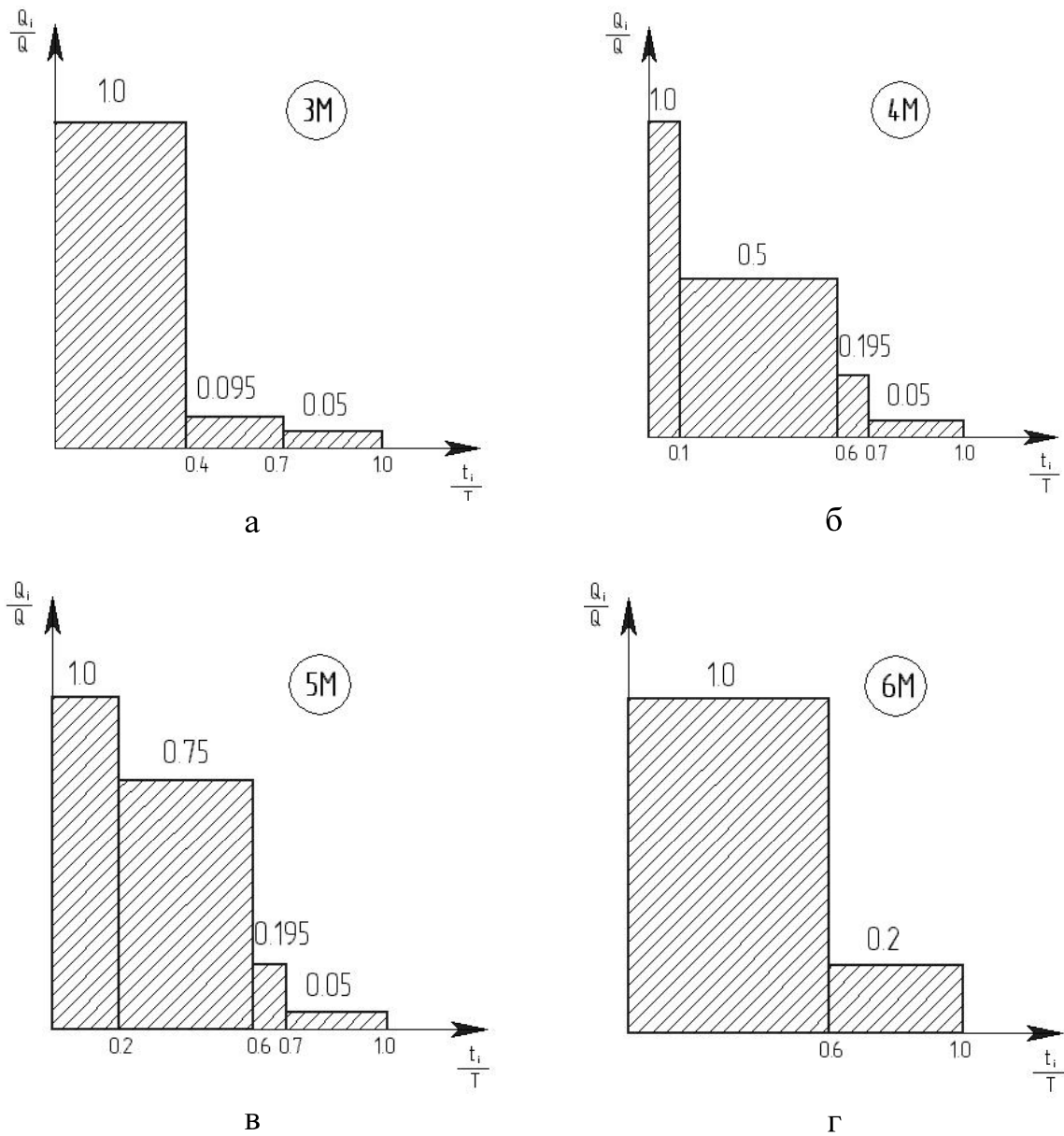


Рисунок 2.12 – Типовые графики нагружения крановых механизмов для режимов работы: а) 3М; б) 4М; в) 5М; г) 6М

На основании типовой диаграммы нагружения, соответствующей режиму работы механизма, определяют статические моменты сопротивления на валу двигателя при подъеме груза разной массы (Н·м):

$$M_{cm.n1} = \frac{G_i \cdot D_{бр}}{2a \cdot u_{p.ф} \cdot \eta_{мех}},$$

$$M_{cm.ni} = \frac{Q_i}{Q} \cdot M_{cm.n1},$$

где  $i$  – ступень на диаграмме нагружения механизма подъема;

$\frac{Q_i}{Q}$  – значение  $i$  – той ступени на диаграмме нагружения механизма подъема.

Определяют время пуска двигателя (с) при подъеме груза разной массы:

$$\tau_{n.n_i} = \frac{J_{np} \omega_{\partial \partial \partial}}{M_{cp.n} - M_{cm.n_i}}.$$

Аналогично на основании диаграммы вычисляют статические моменты сопротивления на валу двигателя при опускании груза разной массы (Н·м):

$$M_{cm.o_i} = \frac{G_i \cdot D_{\partial p} \cdot \eta_{Mex}}{2a \cdot u_{p.\phi}},$$

$$M_{cm.o_i} = \frac{Q_i}{Q} \cdot M_{cm.o_1}$$

и время пуска двигателя (с) при опускании груза разной массы:

$$\tau_{n.o_i} = \frac{J_{np} \omega_{\partial \partial \partial}}{M_{cp.n} + M_{cm.o_i}}.$$

Результаты расчета заносятся в таблицу 2.19 (**количество строк в таблице соответствует количеству ступеней нагружения на типовой диаграмме**).  $Q_i$  – масса груза, поднимаемая на  $i$  – той ступени диаграммы нагружения.

Таблица 2.19 – Результаты расчета статических моментов сопротивления

$Q_i, \text{ Т}$	$M_{cm.n_i}, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$\tau_{n.n_i}, \text{ с}$	$M_{cm.o_i}, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$\tau_{n.o_i}, \text{ с}$
.....	.....	.....	.....	.....

Время работы двигателя (с) в установившемся режиме:

$$\tau_y = \alpha H / v_{l.\phi}, \alpha = 1/4; 1/3 \text{ (принять любое значение).}$$

Определяют сумму времен пуска двигателя (с) на подъем и опускание груза за цикл работы двигателя:

$$\sum \tau_{n_i} = \sum_{i=1}^{n_{ct}} \tau_{n.n_i} + \sum_{i=1}^{n_{ct}} \tau_{n.o_i}.$$



Определяют сумму времен работы двигателя ( $\tau_y$ ) в установившемся режиме:

$$\sum \tau_y = 2 \cdot n_{ст} \cdot \tau_y,$$

где  $n_{ст}$  – количество ступеней на диаграмме нагружения.

Определяют сумму квадратов статических моментов ( $H^2 \cdot m^2$ ) при подъеме и опускании грузов разной массы:

$$\sum M_{cm_i}^2 = \sum_{i=1}^{n_{ст}} M_{cm.n_i}^2 + \sum_{i=1}^{n_{ст}} M_{cm.o_i}^2.$$

Вычисляют эквивалентный момент на валу двигателя при подъеме грузов различной массы

$$M_{э} = \sqrt{\frac{M_{cp.n}^2 \sum \tau_{n_i} + \tau_y \sum M_{cm_i}^2}{\beta \sum \tau_{n_i} + \sum \tau_y}},$$

где  $\sum \tau_{n_i}$  – сумма времен пуска двигателя на подъем и опускание груза за цикл работы двигателя;

$\sum \tau_y$  – сумма времен работы двигателя в установившемся режиме;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий ухудшение условий охлаждения двигателя во время пуска и торможения ( $\beta = 0,25 \dots 0,35$  – для открытых и защищенных двигателей с вентилятором на валу,  $\beta = 0,3 \dots 0,55$  – для закрытых двигателей с ребрами и внешним обдувом,  $\beta = 0,7 \dots 0,98$  – для закрытых двигателей без вентиляции).

Далее проверяют условие отсутствия нагрева двигателя:

$$M_n \geq M_{э},$$

т.е. эквивалентный момент должен быть меньше номинального момента.

Если условие не выполняется, то следует выбрать двигатель большей мощности.

### 2.11 Выбор тормоза.

Определяют расчетный тормозной момент (Н·м) на валу тормозного шкива (вал двигателя) для механизма подъема груза:

$$M_m = k_m M_{cm.o} \leq M_{m.ф},$$

где  $k_m$  – коэффициент запаса торможения; назначает в зависимости от ре-

жима работы механизма:

$$k_m = 1,5 \text{ (1М – 3М)}; k_m = 1,75 \text{ (4М)}; k_m = 2 \text{ (5М)}; k_m = 2,5 \text{ (6М)};$$

$M_{см.о}$  – статический момент сопротивления при опускании груза номинальной массы;

$M_{т.ф}$  – табличный тормозной момент.

По рассчитанному тормозному моменту выбирается колодочный тормоз с **табличным тормозным моментом большим, чем рассчитанный.**

В современных механизмах подъема крановых тележек применяют колодочные нормально-замкнутые тормозы с размыканием от гидравлического толкателя. Характеристики некоторых тормозов приведены в таблицах 2.20 – 2.21.

Таблица 2.20 – Колодочные тормоза общего назначения типа ТКГ с электрогидравлическим толкателем (рисунок 2.13)

Типоразмер тормоза	Тормозной момент $M_{т.ф}$ , Н·м	Диаметр тормозного шкива $D$ , мм	Время наложения колодок, с	Масса, кг	Толкатель	
					Тип	Усилие, Н
ТКГ-160	100,0	160	0,2	21,5	ТЭ-30	300
ТКГ-200	300,0	200		30,0		
ТКГ-300	800,0	300	0,5	55,0	ТЭ-50	500
ТКГ-400	1500,0	400	0,4	95,0	ТЭ-80	800
ТКГ-500	2500,0	500		150,		

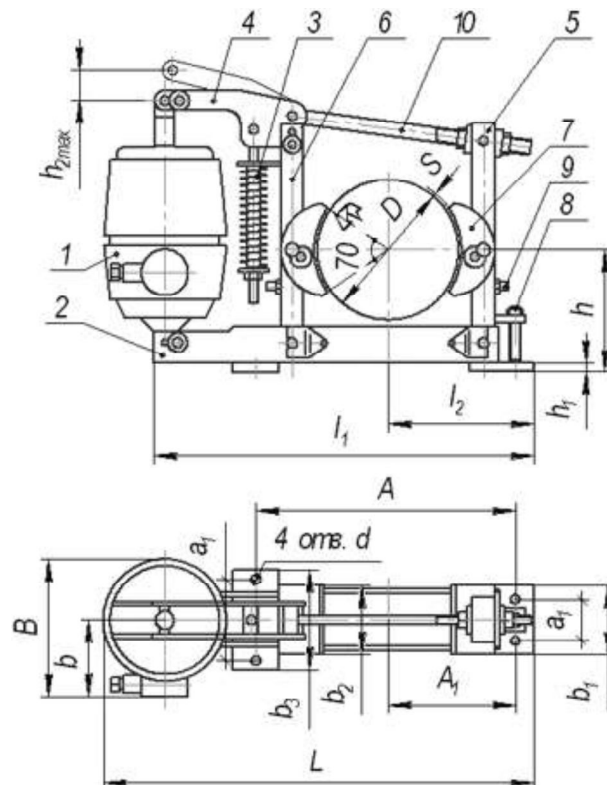


Рисунок 2.13 – Колодочный тормоз типа ТКГ

Таблица 2.21 – Колодочные тормоза общего назначения типа ТКТГ с электрогидравлическим толкателем (рисунок 2.14)

Типоразмер тормоза	Тормозной момент $M_{м.ф}$ , Н·м	Диаметр тормозного шкива $D$ , мм	Отход колодки, мм	Масса, кг	Толкатель	
					Тип	Усилие, Н
ТКТГ-200м	300,0	200	1,0	34,2	ТЭГ-25	250
ТКГ-200	250,0	200		37,6	ТГМ-25	250
ТКТГ-300м	800,0	300	1,2	92	ТГМ-50	500
ТКТГ-400м	1500,0	400	1,4	145	ТГМ-80	800
ТКТГ-500м	2500,0	500	1,6	210	ТГМ-80	
ТКТГ-600	5000,0	600	1,75	434	Т-160Б	1600
ТКТГ-700	8000,0	700	1,8	605		
ТКТГ-800	12500,0	800	2,1	840		

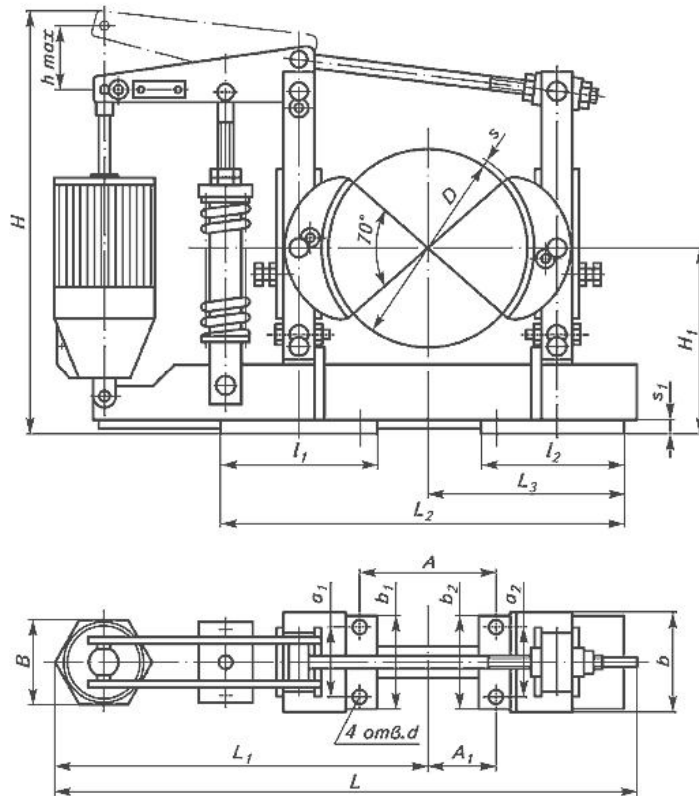


Рисунок 2.14 – Колодочный тормоз типа ТКТГ

Для выбранного тормоза указываются его тип и параметры: тормозной момент  $M_{м.ф}$  (Н·м) и диаметр тормозного шкива  $D$  (мм).

### 3. РАСЧЕТНАЯ РАБОТА №2

Тема: «Расчет ленточного конвейера для транспортирования насыпного груза в условиях металлургического цеха»

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Каждый студент в соответствии со своим номером в списке группы выбирает исходные данные в листе задания у преподавателя. Данные представлены в виде таблицы 3.1.

В таблице 3.1 задаются:

- часовая массовая производительность  $Q$ ;
- скорость транспортирования груза  $v$ ;
- высота подъема груза  $H$ ;
- длина горизонтальной проекции конвейера  $L_{\Gamma}$ ;
- наименование транспортируемого материала.

Таблица 3.1 – Исходные данные к выполнению расчета

Номер варианта	$Q$ , т/ч	$v$ , м/с	$H$ , м	$L_{\Gamma}$ , м	Материал

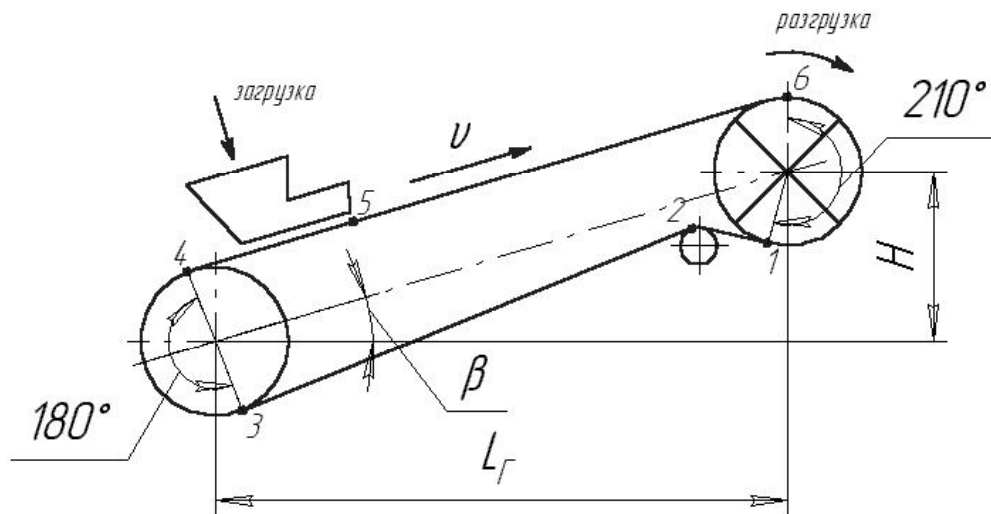


Рисунок 3.1 – Схема трассы конвейера

#### ХОД РАБОТЫ

##### 3.1 Физико-механические характеристики груза

Для заданного транспортируемого материала из таблицы 3.2 выписывают основные физико-механические характеристики:

- насыпная плотность  $\rho$  (т/м<sup>3</sup>);
- угол естественного откоса в покое  $\varphi_0$  (°);
- коэффициент трения по резине  $f_p$ .

Таблица 3.1 – Физико-механические свойства насыпных грузов

Наименование материала	Насыпная плотность $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса в покое $\varphi_0$ , град.	Коэффициент трения по резине $f_p$	Класс абразивности груза
Агломерат железной руды	1,6 ... 2,0	45	0,8 ... 1	Д
Антрацит сухой	0,8 ... 1,0	45	0,4 ... 0,5	С
Глина кусковая, сухая	1,0 ... 1,8	40 ... 50	0,57 ... 0,6	В
Глина кусковая, влажная	1,9 ... 2,1	50	0,6 ... 0,7	В
Глинозем	0,9 ... 1,8	30 ... 35	0,46 ... 0,48	С
Известняк	1,2 ... 2	36 ... 45	0,7 ... 0,8	В
Кокс	0,4 ... 0,5	30 ... 50	0,6 ... 0,8	Д
Песок сухой	1,1 ... 1,65	30 ... 35	0,46 ... 0,56	С
Песок влажный	1,15 ... 1,7	30 ... 45	0,46 ... 0,48	С
Руда железная	2,1 ... 3,5	30 ... 50	0,6 ... 0,8	С
Уголь каменный	0,6 ... 0,8	30 ... 45	0,57 ... 0,6	В
Шлак	0,6 ... 1,0	35 ... 40	0,46 ... 0,6	Д
Щебень сухой	1,5 ... 1,8	35 ... 45	0,6	Д

Угол естественного откоса в движении  $\varphi_d$  (град.) определяют по соотношению:

$$\varphi_d \approx 0,7\varphi_0.$$

Максимальный размер куска  $a_{max}$  (мм) назначается в зависимости от категории крупности материала (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Крупность типичных кусков насыпных грузов

Категория крупности груза	Размер типичных кусков, мм	
	минимальный $a_{min}$	максимальный $a_{max}$
особо крупные	320	–
крупнокусковые	160	320
среднекусковые	60	160
мелкокусковые	10	60
крупнозернистые	2	10
мелкозернистые	0,5	2
порошкообразные	0,05	0,5
пылевидные	–	0,05

### 3.2 Проверка возможности транспортирования груза.

Транспортирование груза будет происходить надежно, если выполняется условие:

$$\beta \leq \varphi_d ,$$

где  $\beta$  – угол наклона конвейера, определяемый в соответствии со схемой трассы конвейера (рисунок 3.1):

$$\beta = \arctg \frac{H}{L_r} ;$$

$\varphi_d$  – угол естественного откоса груза в движении.

### 3.3 Определение ширины ленты, количества тканевых прокладок. Выбор ленты

В качестве грузонесущего и тягового элемента конвейера используют резинотканевые ленты.

Предварительно ширина ленты  $B$  (мм) определяется по гранулометрическому составу (крупности) груза. Для рядовых грузов:

$$B \approx (2,7 \dots 3,2)a_{max} .$$

Далее ширина ленты  $B$  (мм) определяется из условия обеспечения заданной производительности:

$$B = 1,1 \left( \sqrt{\frac{Q}{k_\beta C \rho}} + 0,05 \right) \cdot 1000 ,$$

где  $k_\beta$  – коэффициент, учитывающий снижение производительности конвейера в зависимости от его угла наклона (таблица 3.4);

$C$  – коэффициент производительности, зависящий от формы ролик-опоры и угла естественного откоса груза (таблица 3.5);

$\rho$  – насыпная плотность груза.

Таблица 3.4 – Значения коэффициента  $k_\beta$

$\beta$ , град.	$\leq 10$	10 ... 15	15 ... 20	$> 20$
$k_\beta$	1,0	0,95	0,9	0,85

Для поддержания ленты на рабочей ветви конвейера чаще всего применяют **трехроликовые (желобчатые) ролик-опоры**, а на холостой ветви –

прямые однороликовые роlikоопоры (рисунок 3.2).

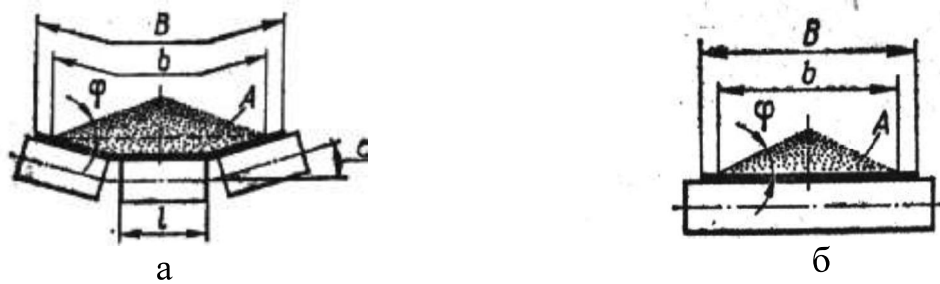


Рисунок 3.2 – Схемы роlikоопор:  
а) трехроликовая желобчатая; б) однороликовая прямая

Таблица 3.5 - Коэффициент производительности С

Тип роlikо- опоры*	Коэффициент производительности С при угле откоса насыпного груза на ленте $\varphi_d$ , град.			
	10	15	20	25
Однороликовая	160	250	330	420
Двухроликовая $\alpha=15^\circ$	375	450 .. 500	530 ... 580	660
$\alpha=20^\circ$		570	615	660
Трехроликовая $\alpha=20^\circ$	390	470	550	640
$\alpha=30^\circ$	480	550	625	700
$\alpha=36^\circ$	520	585 ... 590	655 ... 660	730
$\alpha=45^\circ$		635	690	750
Пятироликовая $\alpha_1=15^\circ$ $\alpha_2=30^\circ$	440	515	590	—
$\alpha_1=22,5^\circ$ $\alpha_2=45^\circ$	535	600	670	—
$\alpha_1=30^\circ$ $\alpha_2=60^\circ$	595	650	710	—

\* угол  $\alpha$  – угол наклона боковых роlikов роlikоопоры

Полученная по заданной производительности конвейера и крупности кусков груза ширина ленты  $B$  округляется до ближайшего большего размера, предусмотренного ГОСТ 20-76:

**300, 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000, 2500 мм.**

В соответствии с рекомендациями таблицы 3.6 выбирают тип резиноканевой ленты.

Кроме ширины ленты  $B$  расчетными параметрами являются: количество  $i$  и толщина  $\delta$  тканевых прокладок, толщина рабочей  $\delta_1$  и нерабочей  $\delta_2$  обкладок.

Таблица 3.6 – Типы резинотканевых лент (ГОСТ 20-76)

Тип ленты	Вид транспортируемого материала, груза	Тип тканей тяговой прокладки каркаса	Предел прочности ткани $K_{np}$ , Н/мм
1	Руды черных и цветных металлов, известняк, уголь, антрацит, крупнокусковые грузы	Синтетические	400
2	Руды черных и цветных металлов, известняк, доломит, кокс, агломерат, шихта, абразивные материалы, среднекусковые грузы	Синтетические	100-300
	Уголь рядовой, глина, цемент, мягкие породы и другие малоабразивные материалы	Синтетические	100-300
3	Малоабразивные и неабразивные материалы	Комбинированные (полиэфир/хлопок)	55
		Синтетические	100
		Комбинированные (полиэфир/хлопок)	55

Для определения количества прокладок  $i$ , составляющих тканевый каркас ленты, вначале рассчитывают предварительную мощность привода конвейера (кВт):

$$P_n = \frac{g \cdot Q(L_2 \omega_0 \pm H)}{3600},$$

где  $\omega_0$  – обобщенный коэффициент сопротивления движению, зависит от типа конвейера, свойств груза и условий работы (таблица 3.7).

Знак «+» – при перемещении груза вверх, «-» – вниз.

Таблица 3.7 – Обобщенный коэффициент сопротивления движению

Условия работы	Характеристика условий работы	$\omega_0$
Хорошие	Чистое, сухое, отапливаемое, беспыльное, хорошо освещенное помещение; удобный доступ для обслуживания	0,02
Средние	Отапливаемое помещение, но пыльное или сырое; средняя освещенность и удобный доступ для обслуживания	0,022 – 0,025
Тяжелые	Работа в неотапливаемом помещении и на открытом воздухе; плохая освещенность и удобный доступ для обслуживания	0,03 – 0,04
Очень тяжелые	Наличие всех указанных выше факторов, вредно влияющих на работу конвейера	0,04 – 0,06



Назначают исполнение поверхности приводного барабана и выбирают из таблицы 3.8 коэффициент трения  $\mu$  между лентой и барабаном.

По предварительной мощности определяют максимальное усилие в ленте, соответствующее усилию в набегающей ветви приводного барабана:

$$S_{нб} = S_{max} = \frac{1000P_n}{v} \cdot \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1},$$

где  $\mu$  – коэффициент трения между лентой и барабаном (таблица 3.8);

$\alpha$  – угол обхвата лентой приводного барабана, рад.

Для перевода угла обхвата приводного барабана в радианы можно воспользоваться следующим выражением:

$$\alpha = \alpha^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ}.$$

Таблица 3.8 – Коэффициент трения между резинотканевой лентой и приводным барабаном

Поверхность приводного барабана	Состояние соприкасающихся поверхностей	Коэффициент трения $\mu$
Стальная или чугунная, без футеровки	Чистые	0,35
	Пыльные	0,3
	Загрязненные: углем или песком	0,2
	глиной	0,1
Футерованная резиной	Чистые	0,5
	Пыльные	0,4
	Загрязненные: углем или песком	0,25
	глиной	0,15

С учетом рекомендаций таблицы 3.6 выбирают ткань для прокладок ленты и в соответствии с таблицей 3.9 назначают предел прочности ткани  $K_{пр}$ .

Рассчитывают допускаемую нагрузку на 1 мм ширины одной прокладки  $K_l$ , исходя из прочности ткани  $K_{пр}$ :

$$K_l = K_{пр} / n,$$

где  $n$  – коэффициент запаса прочности  $n = 7 \dots 10$ .

По максимальному усилию в ленте определяется число прокладок:

$$i = S_{max} / (B \cdot K_l),$$

где  $B$  – ширина ленты, мм;

$K_n$  – допускаемая нагрузка на 1 мм ширины одной прокладки ленты, Н/мм.

Полученное число тканевых прокладок согласовывают с данными таблицы 3.9. Из таблицы 3.10 выбирают толщины верхней  $\delta_1$  и нижней  $\delta_2$  резиновой обкладок (мм).

Таблица 3.9 – Характеристики тканевых прокладок резинотканевых лент

Ткани прокладок резинотканевых лент			Предел прочности ткани $K_{np}$ , Н/мм	Толщина прокладки $\delta$ , мм			Число прокладок
С основой и утком из комбинированных нитей (полиэфирных и хлопковых)	С основой и утком из полиамидных нитей	С основой на полиэфирных, а утком из полиамидных нитей		с резиновой прослойкой	без резиновой прослойки		
					из синтетических волокон	из комбинированных нитей	
БКНЛ–65; БКНЛ–65–2	–	–	65		1,4	1,15	3 – 8
БКНЛ–100	ТА–100 ТК–100	–	100	1,2	1,6	1,3	3 – 8
БКНЛ–150	ТА–150 ТК–150	–	150	1,3	1,9	1,6	3 – 8
–	ТК–200–2	ТЛК–200	200	1,4	–	–	3 – 8
–	ТА–300 ТК–300	ТЛК–300 МЛК–300/100	300	1,9	–	–	3 – 8
–	ТА–400 ТК–400	МЛК–400/120	400	2,0	–	–	3 – 10

Таблица 3.10 – Типы лент

Тип ленты	Толщина рабочей резиновой обкладки $\delta_1$ , мм	Толщина нерабочей резиновой обкладки $\delta_2$ , мм
1	6,0	2,0
2	3,0	1,0
3	2,0	–

Для выбранной резинотканевой ленты указывают ее параметры: тип, ширина, количество и материал прокладок, толщина прокладок  $\delta$  (мм), толщина верхней резиновой обкладки  $\delta_1$  (мм), нижней резиновой обкладки  $\delta_2$  (мм).

### 3.4 Выбор диаметров приводного и натяжного барабанов. Выбор массы и шага роlikоопор конвейера

По таблице 3.11 выбирают диаметры приводного, натяжного и отклоняющего барабанов.

Таблица 3.11 – Выбор диаметра барабанов

Ширина ленты $B$ , мм	Диаметр приводного барабана, $D_{бар}$ , мм	Диаметр неприводных барабанов, мм			Ширина ленты $B$ , мм	Диаметр приводного барабана $D_{бар}$ , мм	Диаметр неприводных барабанов, мм		
		натяжного	концевого	отклоняющего			натяжного	концевого	отклоняющего
400	250	200	–	ролик	1000	500	400	–	Ролик
	400	320	–	250		630	500	–	320
500	250	200	–	ролик		800	630	630	400
	400	320	–	250		1000	800	800	500
	500	400	400	250		1250	1000	1000	630
650	250	200	–	ролик		1200	630	500	–
	400	320	–	250	800		630	630	400
	500	400	400	250	1000		800	800	500
	630	500	500	320	1250		1000	1000	630
800	400	320	–	Ролик	1400		1600	1250	1250
	500	400	–	320		800	630	630	400
	630	500	500	320		1000	800	800	500
	800	630	630	400		1250	1000	1000	630
	1000	800	800	500		1600	125	1250	800

По таблице 3.12 назначаются диаметры роликов роlikоопор для рабочей и холостой ветви конвейера, с учетом которых принимают массу роlikоопор.

Вдоль трассы конвейера роlikоопоры устанавливаются на определенном расстоянии друг от друга.

На рабочей ветви конвейеров расстояние между рядовыми роlikоопорами  $l'_p$  выбирают по таблице 3.13.

На холостой (незагруженной) ветви рядовые роlikоопоры устанавливаются на расстоянии:

$$l''_p \approx (2 \dots 3) l'_p,$$

но не более 2,5 ... 3,5 м.

Таблица 3.12 – Масса вращающихся частей роlikоопор

Ширина ленты В, мм	Роlikоопора					
	желобчатая				прямая	
	Нормальное исполнение		Тяжелое исполнение		D <sub>p</sub> , мм	Масса m'' <sub>p</sub> , кг
	D <sub>p</sub> , мм	Масса m' <sub>p</sub> , кг	D <sub>p</sub> , мм	Масса m' <sub>p</sub> , кг		
500	102	10,0	–	–	102	6,0
650	102	12,5	–	–	102	10,5
800	89	8,5	–	–	89	7,7
800	127	22,0	159	31,8	127	19,0
1000	127	25,0	159	39,3	127	21,5
1200	127	29,0	159	57,0	127	26,5
1400	159	49,8	194	78,3	159	41,9
1600	159	54,9	194	84,9	159	46,7
1800	159	62,0	194	–	159	50,0
2000	194	98,1	194	106,8	159	50,0

Таблица 3.13 – Расстояние между рядовыми роlikоопорами рабочей ветви l'<sub>p</sub>, м

Ширина ленты В, мм	Насыпная плотность транспортируемого груза ρ, т/м <sup>3</sup>						
	0,5	0,51 – 0,8	0,81 – 1,2	1,21 – 1,6	1,61 – 2,0	2,01 – 2,5	Более 2,5
400	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2
500	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2
650	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
800	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1
1000	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1
1200	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
1400	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
1600	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
2000	1,3	1,3	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0

### 3.5 Тяговый расчет конвейера методом обхода по контуру.

Целью тягового расчета является определение натяжений в ленте. Для расчета натяжений в конвейерах с гибким тяговым органом применяют универсальный метод обхода по контуру.

Вначале определяют погонные массы (кг/м):

– груза

$$q = Q / (3,6 * v);$$

– ленты

$$q_l = l \cdot B \cdot (i \cdot \delta + \delta_1 + \delta_2);$$

– роlikоопор

– для рабочей ветви –  $q'_p = m'_p / l'_p$ ;

– для холостой ветви –  $q''_p = m''_p / l''_p$  ,

где  $m'_p, m''_p$  – масса роlikоопоры (кг);

$l'_p, l''_p$  – расстояние между роlikоопорами (м).

Для тягового расчета необходимо определить силы сопротивления движению на отдельных участках трассы конвейера. Для этого заданную схему трассы конвейера разбивают на участки: прямолинейные горизонтальные и наклонные, криволинейные, загрузки, разгрузки и т.п.

Точки сопряжения отдельных участков трассы нумеруются последовательно, в направлении движения ленты, начиная с точки сбегания ленты с приводного барабана до точки набегания ее на приводной барабан. Точке сбегания ленты с приводного барабана присваивается номер 1 (рисунок 3.1).

Определяют силы сопротивления (Н) движению ленты на участках:

– холостой ветви

$$W_x = g(q_l + q_p'')L_c\omega'' \pm gq_lH,$$

где  $\omega''$  – коэффициент сопротивления движению ленты на холостой ветви (таблица 3.14).

Знак «+» – при перемещении ленты вверх, «-» – вниз.

Холостой участок находится между точками 2 и 3 (см. рис. 3.1), т.е.:

$$W_{2,3} = W_x;$$

– рабочей ветви

$$W_p = g(q + q_l + q_p')L_c\omega' \pm g(q + q_l)H,$$

где  $\omega'$  – коэффициент сопротивления движению ленты на рабочей ветви (таблица 3.14).

Знак «+» – при перемещении груза вверх, «-» – вниз.

Рабочий участок находится между точками 5 и 6 (см. рис. 3.1), т.е.:

$$W_{5,6} = W_p;$$

– загрузки материала

$$W_{заг} = \frac{(1,3...1,5)Q}{3,6} (v - v_0 + f_l \sqrt{2gh}),$$

где  $v$  – скорость ленты;

$v_0$  – составляющая скорости груза вдоль ленты,  $v_0 = 0,7v$ ;

$f_p$  – коэффициент трения между грузом по резине (таблица 3.1);

$h$  – высота падения груза на ленту,  $h = 1..2$  м.

Участок загрузки находится между точками 4 и 5 (см. рис. 3.1), т.е.:

$$W_{4,5} = W_{заг}.$$

Таблица 3.14 – Коэффициенты сопротивления движению ленты

Условия работы	Рабочая ветвь	Холостая ветвь
	$\omega'$	$\omega''$
Работа без загрязнений	0,021 – 0,025	0,025 – 0,035
Небольшие загрязнения или абразивная пыль	0,025 – 0,030	0,030 – 0,040
Сильное загрязнение ленты	0,030 – 0,035	0,035 – 0,045
Сильное загрязнение ленты и запыление атмосферы	0,035 – 0,045	0,040 – 0,050

Для нахождения сил натяжения в двух соседних характерных точках тра-сы конвейера (точки  $i$  и  $i+1$ ) используют следующие соотношения:

1) сила натяжения в точке выхода ленты с криволинейного участка (с натяжного или отклоняющего барабана, роликовой батарей и т.д.):

$$S_{i+1} = kS_i, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент увеличения натяжения в ленте при огибании барабана (таблица 3.15);

$i, i+1$  – номер характерной точки на трассе конвейера.

2) сила натяжения в конечной точке на прямолинейном участке ленты:

$$S_{i+1} = S_i + W_{i, i+1}, \quad (2)$$

где  $W_{i, i+1}$  – сила сопротивления движению ленты на участке между точками  $i$  и  $i+1$ .

Таблица 3.15 – Значения коэффициента  $k$

Угол обхвата лентой барабана, град.	$k$
< 90	1,03
90	1,04
180	1,05

Расчет натяжений в ленте начинают с точки минимального натяжения сбегающей ненагруженной ветви – т.1. Натяжение в этой точке обозначают  $S_1$ .

Далее, используя соотношения (1) и (2), записывают формулы для расчета натяжений во всех последующих точках, выражая их через силу  $S_1$ .

Уравнение для последней точки – точки, в которой лента набегаёт на приводной барабан – дополняют формулой Эйлера

$$S_{нб.н} = S_{сб.н} \cdot e^{\mu\alpha},$$

где  $S_{нб.н}$  – натяжение в набегающей ветви (Н),  
 $S_{сб.н}$  – натяжение в сбегаяющей ветви (Н),  $S_{сб.н} = S_1$ .

Решая систему из двух уравнений определяют силу натяжения  $S_1$ , зная которую вычисляют значения натяжений во всех характерных точках трассы конвейера.

Для заданной трассы конвейера следует записать:

$$т.1 - S_1;$$

$$т.2 - S_2 = kS_1 = 1,03 S_1;$$

$$т.3 - S_3 = S_2 + W_{2,3} = 1,03 S_1 + W_{2,3};$$

$$т.4 - S_4 = kS_3 = 1,05(1,03 S_1 + W_{2,3});$$

$$т.5 - S_5 = S_4 + W_{4,5} = 1,05(1,03 S_1 + W_{2,3}) + W_{4,5};$$

$$т.6 - S_6 = S_5 + W_{5,6} = 1,05(1,03 S_1 + W_{2,3}) + W_{4,5} + W_{5,6}.$$

Формула Эйлера для заданной трассы принимает вид:

$$S_6 = S_1 \cdot e^{\mu\alpha}.$$

Тогда, система уравнений для нахождения силы натяжения  $S_1$ :

$$\begin{aligned} S_6 &= 1,05(1,03 S_1 + W_{2,3}) + W_{4,5} + W_{5,6}, \\ S_6 &= S_1 \cdot e^{\mu\alpha}, \end{aligned}$$

из которой можно записать:

$$1,05(1,03 S_1 + W_{2,3}) + W_{4,5} + W_{5,6} = S_1 \cdot e^{\mu\alpha},$$

$$1,08 S_1 + 1,05 W_{2,3} + W_{4,5} + W_{5,6} = S_1 \cdot e^{\mu\alpha},$$

откуда

$$S_1 = (1,05 W_{2,3} + W_{4,5} + W_{5,6}) / (e^{\mu\alpha} - 1,08).$$

С учетом найденной силы  $S_1$  определяют значения натяжений во всех характерных точках трассы конвейера, т.е.  $S_2 \dots S_6$ .

После нахождения усилий на приводном барабане уточняют тяговое усилие (Н):

$$T = (1,1 \dots 1,2)(S_{нб.н} - S_{сб.н}) .$$

### 3.6 Проверка непровисания ленты на роlikоопорах.

После тягового расчета среди натяжений в характерных точках на рабочей и холостой ветви трассы находят минимальные значения и проверяют **условие отсутствия провисания ленты на роlikоопорах:**

$$y_{max} = \frac{gq_c l_p^2}{8S_{min}} \leq [y] ,$$

где  $y_{max}$  – расчетное провисание (прогиб) ленты между роlikоопорами (м);

$q_c$  – суммарная погонная масса, действующая на ленту (кг/м);

$S_{min}$  – минимальное натяжение в ленте (Н);

$[y] = (1/30 \dots 1/50) \cdot l_p$  – допускаемое провисание ленты (м).

Условие проверяется для **рабочей и холостой ветви**. При этом принимают:

– для роlikоопор рабочей ветви:

$$q_c = q + q_l; \quad l_p = l'_p ;$$

$$[y] = (1/30 \dots 1/50) \cdot l'_p,$$

– для роlikоопор холостой ветви:

$$q_c = q_l; \quad l_p = l''_p ;$$

$$[y] = (1/30 \dots 1/50) \cdot l''_p .$$

### 3.7 Проверка приводного барабана на прочность.

Проверяют прочность барабана по давлению на поверхности барабана от натяжения ленты:

$$p = \frac{360T}{\alpha \pi D_{бар} B} \leq [p] ,$$

где  $\alpha$  – угол обхвата лентой барабана в град.;

$[p]$  – допускаемое давление на приводной барабан, для резинотканевых лент  $[p]=0,2 \dots 0,3$  МПа.

В результате проверки барабан должен соответствовать условию прочности.



### 3.8 Определение мощности и выбор двигателя.

В приводе ленточных конвейеров чаще всего используют цилиндрические редукторы и асинхронные двигатели, валы которых соединяются с помощью зубчатых или втулочно-пальцевых муфт.

КПД механизма определяют по формуле:

$$\eta_{мех} = \eta_{б} \cdot \eta_{муфт}^2 \cdot \eta_p,$$

где  $\eta_{б}$  – КПД барабана; на подшипниках качения –  $\eta_{б} = 0,98$ ;

$\eta_{муфт}$  – КПД муфт; зубчатые муфты, МУВП –  $\eta_{м} = 0,95 \dots 0,98$ ;

$\eta_p$  – КПД редуктора; для двухступенчатых редукторов –  $\eta_p = 0,93 \dots 0,94$ ; для трехступенчатых редукторов –  $\eta_p = 0,91$ .

Необходимая мощность двигателя (кВт):

$$P = \frac{T\omega}{1000\eta_{мех}} k_3,$$

где  $k_3$  – коэффициент запаса и неучтенных потерь,  $k_3 = 1,1 \dots 1,2$ ;

$\eta_{мех}$  – КПД механизма.

В приводе механизма подъема используют трехфазные асинхронные двигатели единой серий 4А, характеристики которых приведены в таблице 3.16.

По найденному значению мощности  $P$  выбирают двигатель **ближайшей большей номинальной мощности**:

$$P_{ном} \geq P.$$

Для выбранного двигателя следует указать тип и параметры:

- номинальная мощность  $P_{ном}$  (кВт);
- номинальная частота вращения  $n_{ном}$  (об/мин.);
- момент инерции ротора  $J_p$  (кг·м<sup>2</sup>);
- минимальная кратность пускового момента  $\psi_{min}$ ;
- максимальная кратность пускового момента  $\psi_{max}$ .

Для выбранного двигателя определяют номинальный момент двигателя (Н·м):

$$M_H = 9550 \frac{P_{ном}}{n_{ном}}.$$

Таблица 3.16 – Технические данные трехфазные асинхронные двигатели единой серии 4А

Тип электродвигателя	Номинальная мощность $P_{ном}$ , кВт	Частота вращения $n_{ном}$ , об/мин.	Минимальная кратность пускового момента $\Psi_{min}$	Максимальная кратность пускового момента $\Psi_{max}$	Момент инерции ротора $J_p$ , кг·м <sup>2</sup>	Масса, кг
Синхронная частота вращения 1000 об/мин						
4A80B6Y3	1,1	920	1,6	2,2	0,0046	17,5
4A90L6Y3	1,5	935	1,6	2,2	0,00735	28,7
4A100L6Y3	2,2	950	1,6	2,2	0,0131	42
4A112MA6Y3	3	955	1,6	2,2	0,0175	56
4A112MB6Y3	4	950	1,6	2,2	0,02	56
4A132S6Y3	5,5	965	1,6	2,2	0,04	77
4A132M6Y3	7,5	970	1,6	2,2	0,0575	93
4A160S6Y3	11	975	1	2	0,1375	135
4A160M6Y3	15	975	1	2	0,1825	160
4A180M6Y3	18,5	975	1	2	0,22	255
4A200M6Y3	22	975	1	2	0,4	270
4A200L6Y3	30	980	1	2	0,4525	310
4A225M6Y3	37	980	1	2	0,7375	355
4A250S6Y3	45	985	1	2	1,155	490
4A250M6Y3	55	985	1	2	1,26	535
4A280S6Y3	75	985	1	1,9	2,925	785
4A280M6Y3	90	985	1	1,9	3,375	835
Синхронная частота вращения 750 об/мин						
4A90LB8Y3	1,1	700	1,2	1,7	0,0086	28,7
4A100L8Y3	1,5	700	1,2	1,7	0,013	42
4A112MA8Y3	2,2	700	1,4	2,2	0,0175	56
4A112MB8Y3	3	700	1,4	2,2	0,025	56
4A132S8Y3	4	720	1,4	2,2	0,0425	77
4A132M8Y3	5,5	720	1,4	2,2	0,0575	93
4A160S8Y3	7,5	730	1	2,2	0,1375	135
4A160M8Y3	11	730	1	2,2	0,18	160
4A180M8Y3	15	730	1	2	0,25	255
4A200M8Y3	18,5	735	1	2,2	0,4	270
4A200L8Y3	22	730	1	2	0,4525	310
4A225M8Y3	30	735	1	2	0,7375	355
4A250S8Y3	37	735	1	2	1,155	490
4A250M8Y3	45	740	1	2	1,3625	535
4A280S8Y3	55	735	1	1,9	3,175	785
4A280M8Y3	75	735	1	1,9	4,125	835

Определяют среднюю кратность пускового момента двигателя:

$$\Psi_{cp.n} = \frac{\Psi_{min} + \Psi_{max}}{2} .$$

Определяют средний пусковой момент двигателя (Н·м):

$$M_{ср.п} = \psi_{ср.п} \cdot M_n.$$

Определяют угловую скорость вращения двигателя (об/мин):

$$\omega_{дв} = \frac{\pi n_{ном}}{30}.$$

Определяют угловую скорость вращения приводного барабана (рад/с):

$$\omega_{б} = \frac{2v}{D_{бар}}.$$

### 3.9 Определение передаточного числа и выбор редуктора

Необходимое передаточное число редуктора:

$$u_p = \frac{\omega_{дв}}{\omega_{б}}.$$

На основании полученного значения **передаточного числа  $u_p$ , мощности  $P_{ном}$  и частоты вращения  $n_{ном}$  двигателя** выбирают редуктор с фактическим передаточным числом  $u_{р.ф}$  так, чтобы расхождение между необходимым и фактическим передаточным числом редуктора было менее 15%:

$$\Delta u = \left| \frac{u_p - u_{р.ф}}{u_p} \right| \cdot 100\% < 15\% .$$

**(т.е. фактическое передаточное число может быть как больше, так и меньше необходимого значения, но их относительное отклонение не должно быть более 15%).**

Характеристики двухступенчатых редукторов типа Ц2 приведены в таблице 3.17.

Среди приведенных типоразмеров редукторов выбирается тот, для которого при принятом значении фактического передаточного числа  $u_{р.ф}$  и частоте вращения быстроходного вала близкой к номинальной частоте вращения двигателя  $n_{ном}$  **мощность на быстроходном валу редуктора превышает номинальную мощность выбранного двигателя  $P_{ном}$ .**

После выбора редуктора уточняют фактическую угловую скорость вращения приводного барабана конвейера (рад/с):

$$\omega_{б.ф} = \frac{\omega_{дв}}{u_{р.ф}}$$

и фактическую скорость транспортирования груза (м/с):

$$v_{\phi} = \frac{\omega_{б.ф} D_{бар}}{2}.$$

Таблица 3.17 – Мощность, кВт, на быстроходном валу редукторов Ц2

Типоразмер	Частота вращения быстроходного вала, об/мин	Общее передаточное число редуктора $u_{р.ф}$								
		8,32	9,80	12,41	16,30	19,88	24,90	32,42	41,34	50,94
Ц2-250	600	7,9	6,7	5,3	3,6	2,9	2,3	1,8	1,2	1,0
	750	9,1	8,3	6,6	4,5	3,7	2,9	2,2	1,5	1,2
	1000	12,0	10,0	8,0	6,0	4,9	3,9	3,0	2,0	1,6
	1500	18,1	15,3	12,1	8,1	7,4	5,8	4,5	3,0	2,3
Ц2-300	600	11,6	9,8	7,7	5,8	4,7	3,8	2,3	1,8	1,4
	750	14,5	12,2	9,7	7,3	6,0	4,8	3,6	2,2	1,2
	1000	16,1	13,6	10,8	8,6	7,0	6,3	4,5	2,8	2,3
	1500	24,4	20,1	15,8	14,4	11,7	9,4	6,0	4,2	3,6
Ц2-350	600	17,1	16,0	12,5	8,5	7,0	5,5	4,3	2,9	2,3
	750	21,4	18,0	14,3	10,7	8,7	6,9	5,4	3,6	2,9
	1000	28,7	23,9	19,2	12,9	11,7	9,2	7,1	4,9	3,9
	1500	43,0	36,2	28,7	19,4	15,9	12,6	10,7	7,3	5,9
Ц2-400	600	33,5	28,4	22,4	16,7	13,6	10,9	8,4	5,7	4,6
	750	55,6	46,3	37,3	25,2	20,6	18,2	13,6	9,5	7,7
	1000	55,6	46,3	37,3	25,2	20,6	18,2	13,6	9,5	7,7
	1500	77,4	65,2	56,0	37,7	30,9	24,7	19,0	14,3	11,6
Ц2-500	600	57,8	49,0	38,7	26,3	23,6	19,0	14,3	10,0	8,0
	750	72,5	61,2	48,4	32,9	29,6	23,6	18,2	12,4	10,0
	1000	97,0	82,0	64,0	44,0	36,0	31,4	24,0	16,5	13,5
	1500	132,0	123,0	97,0	66,0	54,0	43,0	36,4	25,0	20,2
Ц2-650	600	141,0	122,0	100,0	67,0	55,9	44,5	34,3	23,4	19,1
	750	172,0	145,0	120,0	88,6	68,4	55,6	42,6	29,5	23,8
	1000	222,0	191,0	157,0	107,0	89,4	72,2	56,9	39,0	31,7
	1500	—	267,0	221,0	157,0	127,0	105,0	83,1	57,6	47,5
Ц2-750	600	198,0	171,0	139,0	94,4	78,5	63,3	48,6	33,6	27,2
	750	245,0	207,0	171,0	116,0	97,7	78,4	60,6	41,6	33,7
	1000	310,0	268,0	268,0	153,0	128,0	103,0	80,5	55,4	44,9
	1500	—	—	311,0	218,0	180,0	147,0	116,0	80,0	66,9

### 3.10 Проверка двигателя при пуске и на перегрузку

Выбранный двигатель проверяется на перегрузку в режиме пуска грузевого конвейера. Условие проверки:

$$M_{max} \geq 1,5M_{ст},$$

где  $M_{max}$  – максимальный момент двигателя в период пуска;  
 $M_{ст}$  – статический момент сил сопротивления, приведенный к валу двигателя.

Максимальный момент двигателя (Н·м) определяется через максимальную кратность пускового момента  $\psi_{max}$  и номинальный момент двигателя  $M_n$ :

$$M_{max} = \psi_{max}M_n.$$

Статический момент сил сопротивления (Н·м):

$$M_{ст} = \frac{TD_{бар}}{2u_{p.ф}\eta_{мех}},$$

где  $u_{p.ф}$  – фактическое передаточное число редуктора.

Условие проверки двигателя на перегрузку должно выполняться, т.е. эквивалентный момент должен быть меньше номинального момента. Если проверка не выполняется, то следует выбрать двигатель с большим максимальным моментом или большей мощности.

Кроме того, при пуске грузевого конвейера не должно быть пробуксовки приводного барабана и просыпания груза, для этого проверяется условие:

$$j_n \leq [j_n],$$

где  $j_n$  – ускорение ленты при пуске конвейера, равное  
 $[j_n]$  – допустимое ускорение при пуске:

$$[j_n] = k_{\delta}g(f_p \cos\beta - \sin\beta),$$

где  $k_{\delta}$  – коэффициент безопасности,  $k_{\delta} = 0,6 \dots 0,8$ ;

$f_p$  – коэффициент трения между грузом и резинотканевой лентой.

Для нахождения ускорения  $j_n$  вначале определяют массу вращающихся частей конвейера, приведенную к валу двигателя:

$$m_{np} = k_{yn}g[(q + 2q_l) + k_c(q'_p + q''_p)]L,$$

где  $k_{yn}$  – коэффициент, учитывающий упругое удлинение ленты, в результате чего не все массы конвейера приходят в движение одновременно,  $k_{yn}=0,5 \dots 0,7$  (меньшие значения для длинных конвейеров, более 100 м);

$k_c$  – коэффициент, учитывающий, что окружная скорость части движущихся масс меньше, чем скорость транспортирования  $v$ ,  $k_c=0,7 \dots 0,9$ ;

$L$  – длина трассы конвейера:

$$L = \sqrt{L_2^2 + H^2} .$$

Момент инерции вращающихся масс конвейера, приведенный к валу двигателя:

$$J_{np} = \delta J_p + m_{np} \left( \frac{v_\phi}{\omega_{дв}} \right)^2 ,$$

где  $\delta$  – коэффициент, учитывающий вращающиеся массы привода конвейера,  $\delta = 1,25$ ;

$J_p$  – момент инерции ротора выбранного двигателя.

Среднепусковой момент двигателя:

$$M_{cp.n} = \psi_{cp.n} \cdot M_n ,$$

где  $\psi_{cp.n}$  – средняя кратность пускового момента двигателя;

$M_n$  – номинальный момент двигателя (Н·м).

Определяют время пуска двигателя:

$$\tau_n = \frac{J_{np} \omega_{дв}}{M_{cp.n} - M_{ст}} ,$$

где  $\omega_{дв}$  – угловая скорость двигателя.

Ускорение ленты при пуске конвейера  $j_n$  равно:

$$j_n = v_\phi / \tau_n ,$$

где  $v_\phi$  – фактическая скорость транспортировки груза;

$\tau_n$  – время пуска конвейера.

Проверяется условие:

$$j_n \leq [j_n] .$$

Если условие не выполняется, то следует выбрать двигатель с меньшим пусковым моментом.

### 3.11 Выбор тормоза.

В конвейерах, имеющих трассу с наклонными участками, в приводе необходимо установить тормоз с целью предотвращения самопроизвольного обратного движения ленты с грузом при выключенном электродвигателе.

Тормоз выбирается в зависимости от тормозного момента на валу двигателя.

Для наклонного конвейера тормозной момент определяют по формуле (Н·м):

$$M_m = [qgH - c_m(T - qgH)] \frac{D_{бар} \eta_{мех}}{2u_{р.ф}},$$

где  $c_m$  – коэффициент повышения трения,  $c_m = 1,5$ .

По рассчитанному тормозному моменту выбирается колодочный тормоз с **табличным тормозным моментом большим, чем рассчитанный.**

В современных ленточных конвейерах применяют колодочные нормально-замкнутые тормозы с размыканием от гидравлического толкателя. Характеристики некоторых тормозов приведены в таблицах 3.18 – 3.19.

Для выбранного тормоза указываются его тип и параметры: тормозной момент  $M_{m,ф}$  (Н·м) и диаметр тормозного шкива  $D$  (мм).

Таблица 3.18 – Колодочные тормоза общего назначения типа ТКГ с электрогидравлическим толкателем (рисунок 3.3)

Типоразмер тормоза	Тормозной момент $M_{m,ф}$ , Н·м	Диаметр тормозного шкива $D$ , мм	Время наложения колодок, с	Масса, кг	Толкатель	
					Тип	Усилие, Н
ТКГ-160	100,0	160	0,2	21,5	ТЭ-30	300
ТКГ-200	300,0	200		30,0		
ТКГ-300	800,0	300	0,5	55,0	ТЭ-50	500
ТКГ-400	1500,0	400	0,4	95,0	ТЭ-80	800
ТКГ-500	2500,0	500		150,0		

Таблица 3.19 – Колодочные тормоза общего назначения типа ТКТГ с электрогидравлическим толкателем (рисунок 3.3)

Типоразмер тормоза	Тормозной момент $M_{т.ф.}$ , Н·м	Диаметр тормозного шкива $D$ , мм	Отход колодки, мм	Масса, кг	Толкатель	
					Тип	Усилие, Н
ТКТГ-200м	300,0	200	1,0	34,2	ТЭГ-25	250
ТКГ-200	250,0	200		37,6	ТГМ-25	250
ТКТГ-300м	800,0	300	1,2	92	ТГМ-50	500
ТКТГ-400м	1500,0	400	1,4	145	ТГМ-80	800
ТКТГ-500м	2500,0	500	1,6	210	ТГМ-80	
ТКТГ-600	5000,0	600	1,75	434	Т-160Б	1600
ТКТГ-700	8000,0	700	1,8	605		
ТКТГ-800	12500,0	800	2,1	840		

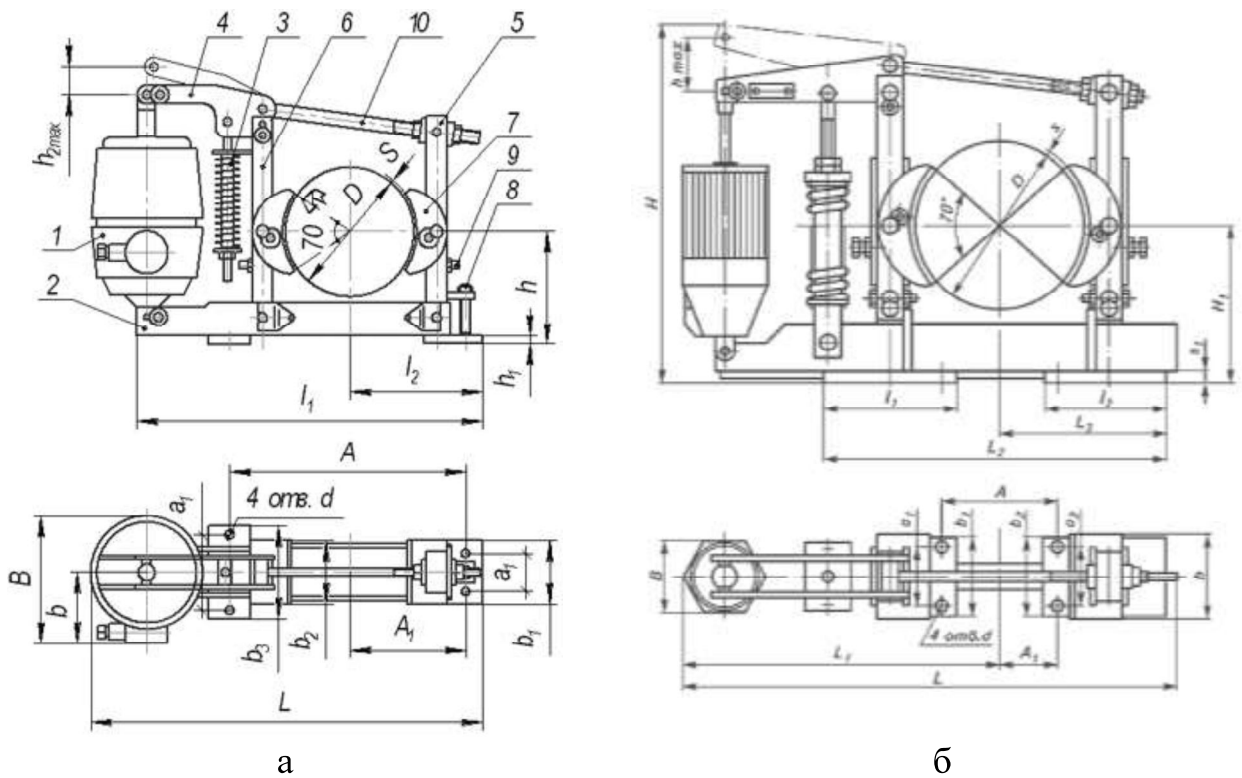


Рисунок 3.3 – Колодочный тормоз: а) типа ТКГ; б) типа ТКТГ



#### 4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин / Ф.К. Иванченко, В.С. Бондарев, Н.П. Колесник, В.Я. Барабанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – К., Вища шк., 1978. – 576 с.
2. Казак С.А. Курсовое проектирование грузоподъемных машин / С.А. Казак. – М.: Высш. шк., 1989. – 319 с.
3. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины /М.П. Александров. – М.: Высш.шк., 1985. – 520 с.
4. Иванченко, Ф.К. Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин / Ф.К. Иванченко. – К.: Вища шк., 1983. – 351 с.
5. Вайсон, А.А. Подъемно-транспортные машины / А.А. Вайсон. – М.: Высш. шк., 1989. – 536 с.