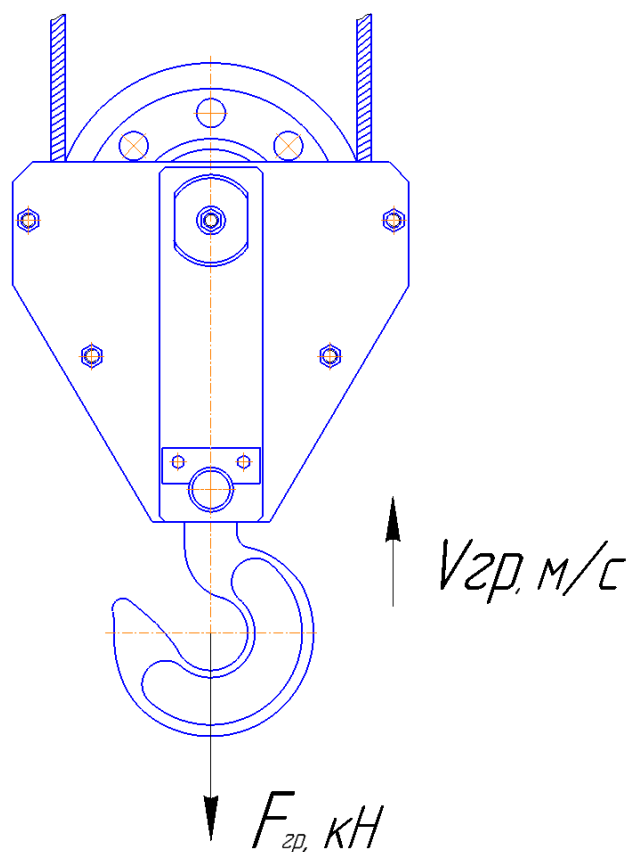


**РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ
МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА
ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА С
ВЫБОРОМ
НЕОБХОДИМОГО ТОРМОЗНОГО
УСТРОЙСТВА**



1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ РАСЧЕТА МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА С ВЫБОРОМ ТОРМОЗНОГО УСТРОЙСТВА

Грузоподъемные краны являются машинами периодического действия с выполнением повторных циклов работ: подъем груза, поворот крана, может быть небольшое перемещение груза, опускание груза, возврат в исходное положение и снова захват и подъем груза и т.д. Основным механизмом грузоподъема крана является механизм подъема, который выполняется чаще с машинным приводом по однотипной схеме: электродвигатель – тормозное устройство – редуктор – муфта зубчатая – барабан – полиспаст (рис.1).

Главным параметром грузоподъемного механизма является грузоподъемность G в тоннах (Т).

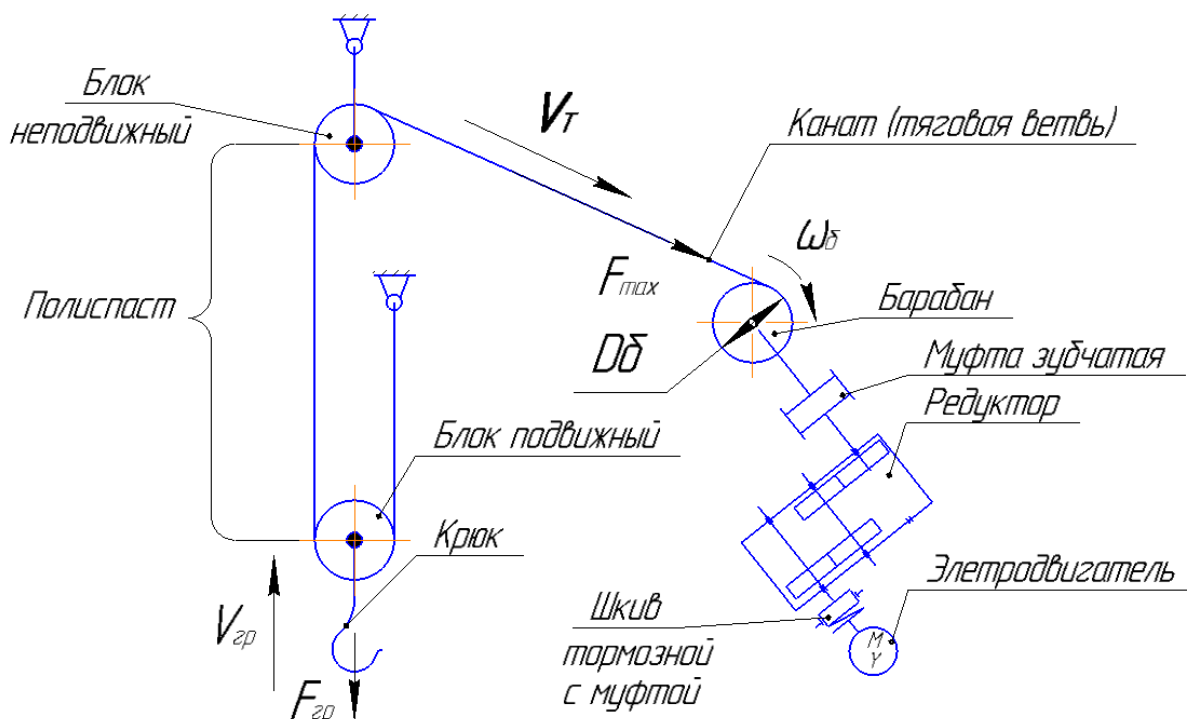


Рисунок 1. Схема механизма подъема грузоподъемного крана с простым двукратным полиспастом

$F_{гр}$ – сила тяжести груза, кН;

$V_{гр}$ – скорость подъема груза, м/с;

V_T – линейная скорость набегающего на барабан каната, м/с;

$D_б$ – диаметр барабана, м или мм;

$W_б$ – угловая скорость вращения барабана, рад/с.

Теоретические вопросы параметров механизма подъема грузоподъемного крана сводятся к следующим расчетам.

1.1. Режим работы механизма подъема

Одним из показателей режима работы является относительная продолжительность включения (ПВ) механизма в течении часа, вычисляется в процентах:

$$ПВ\% = \frac{t_p}{t_u} \cdot 100,$$

где t_p – время работы механизма в течение одного часа;

t_u – продолжительность цикла, принимаемая при расчете механизма не более одного часа.

ПВ%=15% - легкий режим работы – «Л»

ПВ%=25% - средний режим работы – «С»

ПВ%=40% - тяжелый режим работы – «Т»

В зависимости от режима работы при расчете параметров механизма подъема принимаются различные коэффициенты.

1.2. Определение силы тяжести груза F_{zp} , кН

$$F_{zp} = G \cdot g,$$

где G – грузоподъемность, т;

g – ускорение свободного падения груза, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

1.3. Определение максимального натяжения

F_{max} каната, кН

$$F_{max} = \frac{F_{zp}}{K_n \cdot \eta_n},$$

где K_n – кратность полиспаста (отношение числа ветвей, на которых висит груз, к числу тяговых ветвей), « K_n » принимается в зависимости от грузоподъемности « G » (табл.2);

η_n – КПД полиспаста, принимается как КПД входящих в полиспаст блоков (табл.2).

$$\eta_n = \eta_{\delta}^Z,$$

здесь Z число блоков (для простых одинарных полиспастов $Z=K_n$)

η_{δ} – КПД блока ($\eta_{\delta}=0,98$ – опоры качения, $\eta_{\delta}=0,96$ – опоры скольжения).

1.4. По максимальному натяжению каната « F_{max} » с учетом коэффициента запаса принимаем диаметр каната « d_k » по расчетному разрывному усилию « F_p »

$$F_p = F_{max} \cdot K,$$

где K – коэффициент запаса прочности, $K = 5 \dots 6$.

1.5. Вычисление необходимого диаметра « D_{δ} » барабана

$$D_{\delta} \geq d_k \cdot e,$$

где e – коэффициент, принимаемый в зависимости от режима работы, $e \approx 20 \dots 30$.

1.6. Определение вращающего момента « T_{δ} » на барабане

$$T_{\delta} = F_{max} \cdot \frac{D_{\delta}}{2},$$

1.7. Вычисление необходимой мощности электродвигателя

$$P_{эл} = \frac{F_{zp} \cdot V_{zp}}{\eta_m}$$

где V_{zp} – скорость подъема груза, $V_{zp} \leq 0,2 \dots 0,6$ м/с;

η_m – КПД механизма подъема груза.

$$\eta_m = \eta_n \cdot \eta_{\delta} \cdot \eta_p,$$

здесь η_n – КПД полиспаста, η_{δ} – КПД барабана, η_p – КПД редуктора.

С учетом режима работы принимается стандартный электродвигатель с параметрами: $P_{эл}$ мощность кВт, $n_{эл}$ – частота вращения вала электродвигателя.

1.8. Определение линейной скорости набегания тягового каната на барабан (V_T)

$$V_T = V_{zp} \cdot K_n,$$

где K_n – кратность полиспаста.

1.9. Вычисление угловой скорости вращения « ω_{δ} » барабана и частоты вращения « n_{δ} » барабана

$$\omega_{\delta} = \frac{2 \cdot v_T}{D_{\delta}}; n_{\delta} = \frac{30 \cdot \omega_{\delta}}{\pi}$$

1.10. Определение передаточного числа « u_p » редуктора

$$U_p = \frac{n_{эл}}{n_{б}},$$

где $n_{эл}$ – частота вращения вала выбранного электродвигателя.

Принимается стандартный редуктор и вычисляются действительные скорости вращения « $n_{б}$ » барабана, скорости V_T и $V_{гр}$.

1.11. Определение вращающего момента на быстроходном валу приводной станции (вал электродвигателя), где рекомендуется устанавливать тормозное устройство.

$$T_1 = \frac{T_{б}}{u_p \eta_m},$$

где $T_{б}$ – вращающий момент на барабане (см. 1.6);

u_p – передаточное число выбранного редуктора;

η_m – КПД механизма подъема (см. 1.7).

Полученное значение вращающего момента « T_1 » на быстроходном валу должно быть меньше номинального вращающего момента « $T_{эл}$ » выбранного электродвигателя.

$$T_1 \leq T_{эл} = \frac{P_{эл}}{\omega_{эл}},$$

где $P_{эл}$ – мощность принятого электродвигателя, Вт;

$\omega_{эл}$ – угловая скорость вращения вала электродвигателя, рад/с.

1.12. Определение необходимого тормозного момента « T_m » на быстроходном валу привода механизма подъема.

От действия поднимаемого груза тормозной момент тем меньше, чем КПД « η_m » механизма подъема

$$T_T = \frac{F_{гр} \cdot \eta_m \cdot D_{б}}{u_p \cdot K_{II} \cdot 2} \cdot K_3,$$

где K_3 – коэффициент запаса торможения, принимаемая в зависимости от режима работы: $K_3 = 1,5 \dots 2$.

По полученному тормозному моменту принимается тормозное устройства типа «ТКТ» и производятся необходимые расчеты выбранного тормоза. Далее рассматривается конкретный пример расчета основных параметров механизма подъема грузоподъемного крана с установлением тормоза на быстроходном валу привода механизма подъема.

2. ПРИМЕР РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА С ВЫБОРОМ ТОРМОЗНОГО УСТРОЙСТВА

Исходные данные: грузоподъемность крана $G=3\text{т}$, груз – штучный, скорость подъема груза $V_{zp}=0,11\text{м/с}$, режим работы средний (С), $ПВ=25\%$.

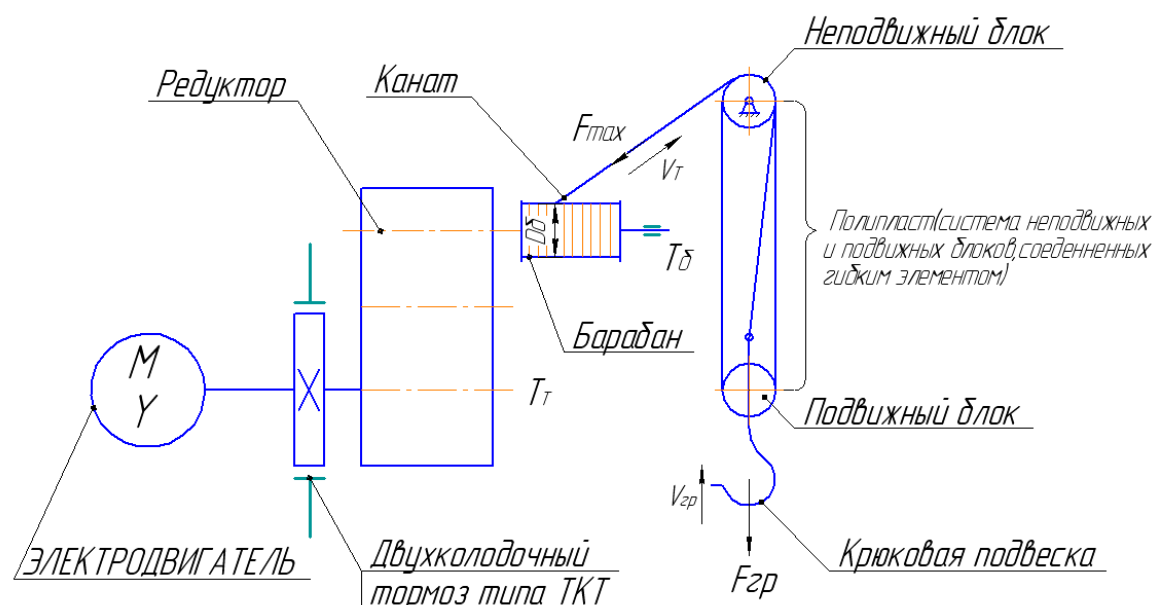


Рисунок 2 Схема механизма подъема грузоподъемного крана с простым трехкратным полиспастом

2.1. Определение силы тяжести поднимаемого груза « $F_{гр}$ »

$$F_{zp} = G \cdot g,$$

где G – грузоподъемность крана, $G=3\text{т}$;

g – ускорение свободного падения, $g=9,8\text{м/с}^2$.

$$F_{zp} = 3 \cdot 9,8 = 29,40 \text{ кН}.$$

2.2. Установим тип грузозахватного устройства

Для подъема и перемещения штучных грузов рекомендуется крюки, которые принимаются по ГОСТ в зависимости от силы тяжести груза $F_{zp}=29,40 \text{ кН}$.

2.3. Принимаем тип полиспаста и его кратность

Полиспаст принимаем простой, одинарный, для грузоподъемности 3т рекомендуется кратность полиспаста $K_n=2$ или $K_n=3$. Принимаем $K_n=3$ (табл.1).

2.4. Определяем необходимую мощность электродвигателя

$$P_{эл} = \frac{F_{гр} \cdot v_{гр}}{\eta_m},$$

где η_m – КПД механизма подъема груза.

$$\eta_m = \eta_n \cdot \eta_{\delta} \cdot \eta_p,$$

здесь η_n – КПД полиспаста, для полиспаста с кратностью $K_n=3$ число блоков $Z_{\delta}=3$, а КПД полиспаста ориентировочно составляет произведение КПД входящих в полиспаст блоков, КПД блока с опорой качения $\eta_{\delta}=0,98$, с опорами скольжения – 0,96 принимаем опоры блоков подшипники качения, тогда КПД полиспаста составит:

$$\eta_n = \eta_{\delta}^{Z_{\delta}} = 0,98^3 = 0,94 \text{ (таб.2)}$$

где η_{δ} – КПД барабана, с опорами качения рекомендуется с учетом жесткости каната $\eta_{\delta}=0,97$;

η_p – КПД редуктора (чаще всего две ступени цилиндрических зубчатых передач) $\eta_p=0,97^2=0,94$.

$$\eta_m = 0,94 \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 0,86$$

$$P_{эл} = \frac{29,40 \cdot 0,11}{0,86} = 3,76 \text{ кВт}$$

Для механизмов подъема грузоподъемных кранов рекомендуется принимать электродвигатели переменного тока с фазовым ротором типа МТФ (табл.3).

Принимаем электродвигатель МТФИИ - 6 мощностью для среднего режима работы $ПВ=25\%$

$P_{эл} = 4,1$ кВт, частота вращения вала электродвигателя $n_{\delta\delta} = 870 \text{ мин}^{-1}$.

2.5. Определяем максимальное натяжение каната F_{max}

$$F_{max} = \frac{F_{гр}}{K_n \cdot \eta_n}$$

где $F_{гр}$, K_n , η_n (см. выше) $F_{гр}=31,36 \text{ кН}$; $K_n=3$; $\eta_n=0,94$.

$$F_{max} = \frac{29,40}{3 \cdot 0,94} = 10,42 \text{ кН}$$

По значению максимального натяжения каната с учетом коэффициента запаса вычислить разрывную нагрузку каната.

$$F_{раз} = F_{max} \cdot K_3,$$

где K_3 – коэффициент запаса, для среднего режима «С» работы рекомендуется $K_3=5,5$;

для легкого режима работы «Л» $K_3=5,0$;

для тяжелого режима работы «Т» $K_3=6,0$.

$$F_{раз} = 10,42 \cdot 5,5 = 57,30 \text{ кН}$$

Принимаем канат типа ЛК-Р с диаметром $d_k=11$ мм,

$F_{раз}=70$ кН (табл.4).

Фактический коэффициент запаса прочности каната составит:

$$K_3 = \frac{70}{10,42} = 6,7$$

Работоспособность каната вполне обеспечивается.

2.6. Определяем диаметр барабана.

Диаметр барабана и диаметр блоков по дну канавки рекомендуется определять в зависимости от диаметра каната d_k .

$$D_{\delta} \geq d_k \cdot e$$

где e – коэффициент, зависящий от типа грузоподъемной машины и режима работы;

$e = 20 \dots 22$ – легкий режим работы «Л»;

$e = 23 \dots 24$ – средний режим работы «С»;

$e = 29 \dots 30$ – тяжелый режим работы «Т».

$$D_{\delta} = 11 \cdot (23 \dots 24) = 253 \dots 264 \text{ мм},$$

принимаем $D_{\delta} = 260$ мм.

2.7. Определяем вращающий момент на барабане

$$T_{\delta} = F_{max} \cdot \frac{D_{\delta}}{2},$$

где F_{max} (см. ранее), $F_{max}=10,40$ кН, $D_{\delta}=260$ мм = 0,26 м.

$$T_{\delta} = 10,42 \cdot \frac{0,26}{2} = 1,352 \text{ кН} \cdot \text{м} = 1352 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

2.8. Определяем линейную скорость V_T набегającego на барабан тягового каната.

$$V_T = V_{зр} \cdot K_n,$$

где $V_{зр}$ и K_n , (см. выше) соответственно скорость подъема груза $V_{зр} = 0,11$ м/с и кратность полиспасты $K_n=3$.

$$V_T = 0,11 \cdot 3 = 0,33 \text{ м/с}$$

2.9. Определяем угловую скорость вращения барабана ω_{δ} .

$$V_T = \omega_{\delta} \cdot \frac{D_{\delta}}{2}, \text{ отсюда}$$
$$\omega_{\delta} = \frac{2 \cdot V_T}{D_{\delta}} = \frac{2 \cdot 0,33}{0,26} = 2,54 \text{ рад/с}$$

Частота вращения барабана n_{δ} составит

$$n_{\delta} = \frac{30 \cdot \omega_{\delta}}{\pi} = \frac{30 \cdot 2,54}{3,14} = 24,27 \text{ мин}^{-1}$$

2.10. Выбор редуктора, устанавливаемого между электродвигателем и барабаном

2.10.1. Определяем необходимое передаточное число редуктора U_p .

$$U_p = \frac{n_{\text{эл}}}{n_{\delta}} = \frac{870}{24,27} = 35,8$$

2.10.2. Принимаем стандартный редуктор двухступенчатый Ц 2-250 с передаточным числом

$$U_p = 32,4 \text{ (табл.6).}$$

Допускаемая подводимая мощность к быстроходному валу до 9,3 кВт, при среднем режиме работы «С».

2.11. Определяем действительную частоту времени барабана.

$$n_{\delta} = \frac{n_{\text{дв}}}{U_p} = \frac{870}{32,4} = 26,9 \text{ мин}^{-1};$$
$$\omega_{\delta} = \frac{\pi \cdot n_{\delta}}{30} = \frac{\pi \cdot 26,9}{30} = 2,82 \text{ рад/с}$$

2.12. Определяем действительную линейную скорость каната, наматываемого на барабан

$$V_T = \omega_{\delta} \cdot \frac{D_{\delta}}{2} = 2,82 \cdot \frac{0,26}{2} = 0,37 \text{ м/с}$$

2.13. Вычисляем действительную скорость подъема груза.

$$V_{\text{гр}} = \frac{V_T}{K_n} = \frac{0,37}{3} = 0,12 \text{ м/с}$$

Скорость для грузоподъемных кранов рекомендуется

$$V_{\text{гр}} \leq 0,3..0,6 \text{ м/с.}$$

2.14. Определяем крутящий (вращающий) момент на быстроходном валу приводной станции механизма подъема, где рекомендуется установить тормозное устройство

$$T_1 = \frac{T_6}{U_p \cdot \eta_p},$$

где T_6 - вращающий момент на барабане $T_6 = 1352 \text{ Нм}$;
 U_p - передаточное число редуктора, $U_p = 32,4$;
 η_p - КПД редуктора, $\eta_p \approx 0,96$ (см. выше).

$$T_1 = \frac{1352}{32,4 \cdot 0,96} = 43,47 \text{ Нм}$$

2.15. Определяем номинальный вращающий момент T_n , на валу электродвигателя

$$T_n = \frac{P_{эл}}{\omega_{эл}},$$

где $P_{эл}$ - мощность принятого электродвигателя, $P_{эл} = 4,1 \text{ кВт}$;
 $\omega_{эл}$ - угловая скорость вращения вала электродвигателя.

$$\omega_{эл} = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30} = \frac{3,14 \cdot 870}{30} = 91 \text{ рад/с}$$

$$T_n = \frac{4,1 \cdot 10^3}{91} = 45,05 \text{ Нм} > T_1 = 43,47 \text{ Нм}$$

Таким образом, работоспособность электродвигателя обеспечивается.

2.16. Определяем крутящий момент, развиваемый силой тяжести груза F_{zp} на быстроходном валу привода, это и будет являться тормозным моментом

$$T_m = \frac{F_{zp} \cdot D_6 \cdot \eta_m}{2 \cdot U_p \cdot K_n} \cdot K_3,$$

где $F_{zp} = 29,4 \text{ кН}$;
 $D_6 = 0,26 \text{ м}$;
 $\eta_m = 0,86$;
 $U_p = 32,4$;
 $K_n = 3$;
 K_3 - коэффициент запаса, рекомендует $K_3 = 1,75$ (режим работы "С").

$$T_m = \frac{29,4 \cdot 10^3 \cdot 0,26 \cdot 0,86}{2 \cdot 32,4 \cdot 3} \cdot 1,75 = 59,18 \text{ Нм}$$

Для легкого режима "Л": $K_3 = 1,5$;

Для тяжелого режима "Т": $K_3 = 2$.

Таким образом требуемый тормозной момент на быстроходном валу привода механизма подъема грузоподъемного крана составляет $T_T = 59,18 \text{ Нм}$.

По полученному тормозному моменту выбираем тормоз двух колодочный типа ТКТ-200 с номинальным тормозным моментом $T_T = 60 \text{ Нм}$, тип электромагнита МО-200Б (см.рисунок 2; табл.7).

2.17. Определяем силу давления каждой колодки на тормозной шкив.

$$F_k = \frac{T_m}{f \cdot D_m \cdot \eta_p}$$

где $T_m = 59,18 \text{ Нм}$;

f - коэффициент трения тормозной ленты о шкив $f \approx 0,45$;

D_m - диаметр шкива, $D_m = 200 \text{ мм} = 0,2 \text{ м}$;

η_p - КПД рычажной системы, $\eta_p \approx 0,9$.

$$F_k = \frac{59,18}{0,45 \cdot 0,2 \cdot 0,9} = 731 \text{ Н}.$$

2.18. Определяем силу давления пружины F_{np} на конец тормозного рычага (рис.2)

$$F_{np} = F_k \cdot \frac{b_1}{a_1}$$

где b_1 - длина от оси шарнира рычага до шарнира колодки, рекомендуется $b_1 = 0,8 \cdot D_T = 0,8 \cdot 200 = 160 \text{ мм}$;

a_1 - длина от оси шарнира рычага до оси рабочей пружины,

$a_1 = 1,6 \cdot D_T = 1,6 \cdot 200 = 320 \text{ мм}$.

$$F_{np} = 731 \cdot \frac{160}{320} = 366 \text{ Н}$$

2.19. Определяем усилие рабочей пружины при замкнутом тормозе

$$F'_{np} = F_{np} + F_{\phi} + \frac{M_z}{a},$$

где $F_{np} = 366 \text{ Н}$;

F_{ϕ} - усилие вспомогательной пружины для отвода колодок, рекомендуется $F_{\phi} = 30 \dots 80 \text{ Н}$, принимаем $F_{\phi} = 50 \text{ Н}$;

M_z - момент силы тяжести якоря электромагнита, относительно оси качания, для электромагнита МО-200Б $M_z = 3,6 \text{ Нм}$;

a - плечо якоря до оси качания, по конструкции типа электромагнита, $a = 50 \text{ мм}$.

$$F'_{np} = 366 + 50 + \frac{3600}{50} = 488 \text{ Н}$$

По полученному значению $F_{np}=488H$ производят установку главной пружины 6.

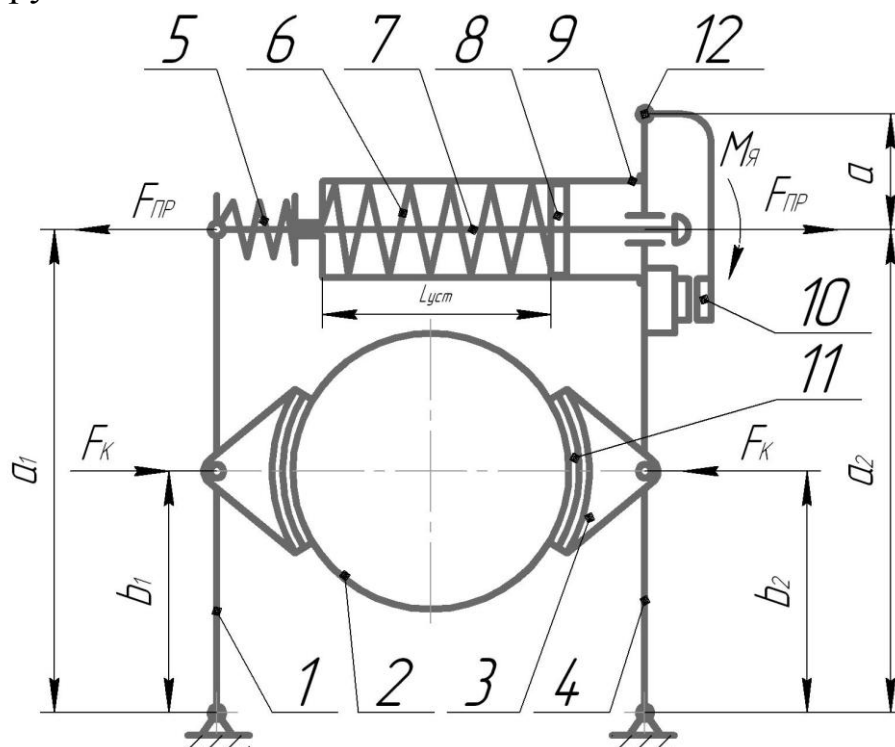


Рисунок 2. Схема двухкулачкового тормоза типа ТКТ

1-Рычаг левый; 2-Шкив тормозной; 3-Колодка; 4-Рычаг правый;
5-Пружина вспомогательная; 6-Пружина главная; 7-Шток;
8-Гайка регулировочная; 9-Обойма рабочей пружины;
10-Электромагнит; 11-Накладка тормозная из асбестовой ленты;
12-Ось качения якоря электромагнита.

В том случае когда в литературных источниках для магнитов МО-100Б и МО-300Б не имеются параметры электромагнитов $M_я$ и «а», усилие главной пружины F_{np} можно принимать по таблице 7.

2.20. Определяем установочную длину « $L_{уст}$ » главной пружины

$$L_{уст} = L_{св} - \frac{F_{пр}}{C}$$

где $L_{св}$ - свободная длина главной пружины, принятая по конкретно выбранному тормозу,

$L_{св}=130...140$ мм (табл.8), принимаем $L_{св}=135$ мм,

C - Жесткость пружины, $C=24,2$ Н/мм (табл.8).

$$L_{уст} = 135 - \frac{488}{24,2} = 115 \text{ мм.}$$

**3. Таблица вариантов для выполнения
расчетно-графической работы**
(для всех вариантов принять груз - штучный)

№	G, Т	Вариант														
		1			2			3			4			5		
		$V_{зр}$	$K_{п}$	$P_{еж}$	$V_{зр}$	$K_{п}$	$P_{еж}$	$V_{зр}$	$K_{п}$	$P_{еж}$	$V_{зр}$	$K_{п}$	$P_{еж}$	$V_{зр}$	$K_{п}$	$P_{еж}$
1	1,00	0,50	2	С	0,40	2	С	0,30	2	С	0,38	2	С	0,45	2	С
2	1,50	0,45	2	Т	0,30	2	Т	0,42	2	Т	0,45	2	Т	0,33	2	Т
3	2,00	0,60	2	Л	0,50	2	Л	0,52	2	Л	0,40	2	Л	0,42	2	Л
4	3,00	0,50	3	С	0,48	3	С	0,40	3	С	0,33	3	С	0,35	3	С
5	1,60	0,30	2	Т	0,33	2	Л	0,38	2	Л	0,40	2	Л	0,41	2	Л
6	2,00	0,38	2	С	0,35	2	С	0,32	2	С	0,30	2	С	0,25	2	С
7	2,50	0,40	2	Т	0,35	2	Т	0,30	3	С	0,28	3	Л	0,3	3	Т
8	3,20	0,25	3	С	0,22	2	Л	0,24	3	Л	0,25	2	Л	0,26	2	С
9	4,00	0,20	3	Т	0,18	3	С	0,16	2	Т	0,15	3	С	0,19	2	Л
10	4,50	0,22	3	С	0,20	2	Т	0,25	3	С	0,22	2	Т	0,2	3	Т
11	5,00	0,18	3	Т	0,20	2	С	0,22	3	Л	0,24	2	Т	0,28	3	С
12	6,00	0,20	3	С	0,25	3	Л	0,20	2	С	0,18	3	Л	0,22	3	Л
13	6,30	0,22	3	Л	0,20	3	С	0,18	3	Л	0,15	3	С	0,16	2	Л
14	8,00	0,15	4	Л	0,14	4	С	0,12	4	Т	0,10	4	Т	0,1	4	С
15	10,00	0,10	5	С	0,12	5	Т	0,10	5	Т	0,20	5	Т	0,1	5	Л
16	1,00	0,45	2	Т	0,35	2	Т	0,38	2	Т	0,40	2	Т	0,5	2	Т
17	1,50	0,50	2	С	0,40	2	С	0,35	2	С	0,33	2	С	0,35	2	С
18	2,00	0,50	2	С	0,40	2	С	0,42	2	Т	0,35	2	Т	0,35	2	С
19	3,00	0,40	2	Л	0,40	2	Л	0,35	2	Л	0,42	2	Л	0,3	2	Л
20	1,60	0,25	2	С	0,25	2	С	0,30	2	С	0,25	2	С	0,3	2	Т
21	2,00	0,40	3	Т	0,25	2	Т	0,25	2	Л	0,27	2	Т	0,3	2	Т
22	2,50	0,20	3	Л	0,20	2	С	0,28	2	С	0,30	2	С	0,33	2	С
23	3,20	0,30	2	Т	0,15	3	Т	0,20	2	С	0,30	3	С	0,2	2	Т
24	4,00	0,15	2	С	0,16	2	Т	0,20	3	С	0,20	2	Т	0,15	3	С
25	4,50	0,20	2	Л	0,15	3	Л	0,22	3	Т	0,15	2	С	0,14	3	С
26	5,00	0,16	2	Т	0,18	2	Т	0,16	3	С	0,20	3	С	0,3	2	Т
27	6,00	0,15	3	Т	0,20	3	С	0,12	3	Л	0,17	3	Т	0,18	3	С
28	6,30	0,16	3	Т	0,18	3	Т	0,20	3	Т	0,20	3	С	0,19	3	С
29	8,00	0,12	4	Т	0,12	4	Л	0,15	4	Т	0,15	4	Л	0,12	4	Т
30	10,00	0,13	5	Т	0,10	5	С	0,15	5	С	0,18	5	Л	0,11	5	Т

G - грузоподъемность крана, Т; $V_{зр}$ - скорость подъема груза, м/с;

K_n - кратность полиспаста; $P_{еж}$ - режим работы механизма подъемного крана:

$Л$ - легкий режим работы (ПВ%=15%); $С$ - средний режим работы(ПВ%=25%) $Т$ - тяжелый режим работы (ПВ%=40%)

$ПВ\%$ - продолжительность включения электродвигателя в течение цикла работы (подъем груза, опускания, возврат в исходное положение).

4. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1. Ориентированная кратность полиспаста в зависимости от грузоподъемности крана

Тип полиспаста	Грузоподъемность G в тоннах (T)					Тип крана
	≤ 1	1 - 6	6 - 10	10 - 20	20 - 40	
Простой	1 или 2	2 или 3	3 или 4	4;5 или 6	-	Поворотные, Стреловые
Сдвоенный	-	2	2	2 или 3	3 или 4	Мостовые

Таблица 2. К.п.д. Простых полиспастов в зависимости от кратности « K_n » (тяговый канат сходит с неподвижного блока)

Кратность полиспаста « K_n »	Число блоков в полиспасте	К.п.д. полиспаста « η_n »	
		Опоры скольжения	Опоры качения
2	2	0,92	0,96
3	3	0,88	0,94
4	4	0,85	0,92
5	5	0,82	0,9
6	6	0,79	0,86

Таблица 3. Крановые электродвигатели серии МТФ с фазовым ротором ($P_{эл}$ - мощность в кВт; $n_{дв}$ - частота вращения вала в об/мин)

Тип электродвигателя	Режим работы (L - легкий, C - средний, T - тяжелый)					
	L -ПВ = 15%		C -ПВ = 25%		T -ПВ = 40%	
	$P_{эл}$	$n_{дв}$	$P_{эл}$	$n_{дв}$	$P_{эл}$	$n_{дв}$
МТФ011-6	2	800	1,7	850	1,4	885
МТФ012-6	3,1	785	2,7	840	2,2	890
МТФ111-6	4,5	850	4,1	870	3,5	895
МТФ112-6	6,5	695	5,8	950	5	930
МТФ211-6	10,5	845	7,5	930	7,5	930
МТФ311-6	14	925	11	945	11	945
МТФ312-6	19,5	945	15	955	15	955
МТФ311-8	10,5	665	7,5	695	7,5	695
МТФ312-8	15	680	11	705	11	705
МТФ411-8	22	685	15	710	15	710

Таблица 4. Канаты стальные двойной свивки типа ЛК-Р (ГОСТ 2688-80)

Диаметр каната мм d _m	Расчетное разрывное усилие каната в целом, кН			
	Максимальный предел прочности проволок, Н/мм ²			
	1400	1600	1800	2000
4,1	-	-	10	14
4,8	-	-	13	14,8
5,6	-	-	18	19
6,9	-	-	26,8	29
8,3	-	-	38,9	42
9,1	-	-	46,4	50
9,9	-	-	54,5	59
11	-	-	70	76
12	-	-	80	87
13	72,6	82	90	99
14	88,5	100	110	120
15	102	117	128	140
16,5	130	139	152	166

В народном хозяйстве канаты применяются двух видов: из растительного волокна (пеньки) и стальные канаты.

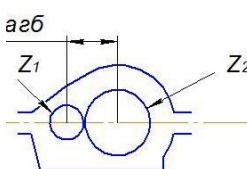
Пеньковые канаты очень гибкие с малой массой, но имеют незначительную прочность, быстро изнашиваются, приходят в негодность из-за воздействия атмосферных осадков. Поэтому по техническим требованиям пеньковые канаты допускаются к применению в качестве тягового органа только при ручном приводе и главным образом как чалочные элементы для обвязывания тарных или штучных грузов.

В грузоподъемных машинах применяются стальные канаты, работающие относительно с высокими скоростями и с различной по величине и характеру приложения нагрузкой. В связи с этим стальные канаты должны обладать высокой гибкостью, достаточной прочностью, надежностью и долговечностью.

Стальные канаты изготавливают из высокоуглеродистой холодноотянутой проволоки с пределом прочности 200 Н/мм² и даже более. Изготавливают канаты на канатобмоточных машинах. Из проволок свивают пряди (часто в одном пряде 19 проволок), а из прядей (часто 6 прядей) свивают канат.

Различают канаты одинарной, двойной и тройной свивки. Канат одинарной свивки получается сразу скручиванием отдельных проволок; канаты двойной свивки-проволоки скручивают в прядь, а пряди- в канат(канаты двойной свивки называют «ТРОС»). Канаты тройной свивки: из проволок - пряди, из прядей канат-трос, из нескольких канатов свивают канат-КАБЕЛЬ.

Таблица 5. Редукторы цилиндрические дноступенчатые горизонтального типа «ЦУ»

Типоразмер редуктора	Межосевое расстояние, мм	Крутящий момент на тихоходном валу, Нм	Допустимая нагрузка на выходном тихоходном валу, Н	КПД	Масса кг	Схема редуктора
ЦУ-100	100	250	2000	0,98	27	
ЦУ-160	160	1000	4000		75	
ЦУ-200	200	2000	5600		135	
ЦУ-250	250	4000	8000		250	
Передаточное число редуктора “U_p”: ЦУ-100: 2; 2,4; 2,5; 2,8 ЦУ-160: 3,15; 3,55; 4; 4,5 ЦУ-200: 5; 5,6 ЦУ-250: 6,3						$U_p = \frac{Z_2}{Z_1}$

Обозначение редуктора в заказе:

ЦУ-200-2,5-21 ГОСТ 21426-75

2,5 - передаточное число; 21 номер сборки.

Таблица 6. Редукторы цилиндрические двухступенчатые типа «Ц 2» (Мощность подводимая к быстроходному валу, кВт)

Типоразмер редуктора	Частота вращения двигателя об/мин	Режим работы	Передаточное число редуктора «U _p »					
			12,4	16,3	19,8	25	32,4	41,3
Ц2-200	1000	Л	14	12,5	10,5	8,5	7,5	6
		С	6,8	6,4	5,5	4,5	4	3,5
		Т	5	5	4	2,7	2	1,8
Ц2-250	1000	Л	25	20	17	14	11,5	9,8
		С	20	17	14	12	9,3	7,3
		Т	14	10	9	7,6	5	4,2
Ц2-300	1000	Л	35,5	31,5	29	20	18	14
		С	31,2	25	21	18	14,6	11,6
		Т	24,4	16	14	11,5	10	7,3
Ц2-350	1000	Л	62	47	43,5	36	27,5	22
		С	50	37	33,5	27	22	17,3
		Т	33	24	21	18	15,6	10,2

$$U_p = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_4}{Z_3}$$

Обозначение редуктора в заказе:

Ц2-200-25,0-21 ГОСТ 21426-75

200=a_б+ a_г (мм); 25,0 - передаточное число;

21 - номер сборки.

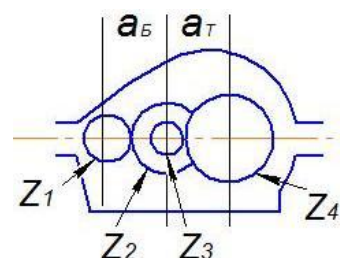
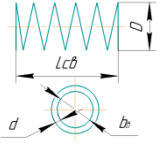


Таблица 7. Колодочные тормоза с короткоходовыми электромагнитами МО-100Б, МО-200Б, МО-300Б
(ТКТ - переменный ток, ТКП - постоянный ток; в обозначения ТКТ 200 число 200 обозначает диаметр тормозного шкива *Дт*).

Тип тормоза	Тормозной момент Т _т , Нм	Момент якоря магнита М _я , Нм	Тип магнита	Установочное усилие главной пружины, Н	
				Переменный ток	Постоянный ток
ТК100	10	5,5	МО-100Б	150	130
	15	5,5	МО-100Б	205	185
	20	5,5	МО-100Б	260	240
ТК200/100	25	5,5	МО-100Б	210	185
	30	5,5	МО-100Б	240	215
	35	5,5	МО-100Б	245	245
	40	5,5	МО-100Б	300	280
ТК200	60	40	МО-200Б	480	390
	80	40	МО-200Б	595	505
	100	40	МО-200Б	710	620
	120	40	МО-200Б	830	740
	140	40	МО-200Б	945	855
	160	40	МО-200Б	1060	970
ТК300/200	180	40	МО-200Б	855	765
	200	40	МО-200Б	930	840
	220	40	МО-200Б	1010	920
	240	40	МО-200Б	1080	990
ТК300	300	100	МО-300Б	1430	1230
	350	100	МО-300Б	1620	1420
	400	100	МО-300Б	1820	1620
	450	100	МО-300Б	2010	1810
	500	100	МО-300Б	2200	2000

Таблица 8. Главные пружины колодочных тормозов типа ТКТ
Материал Сталь 60С2 ГОСТ 14959-79

Тип тормоза	Диаметр проволоки d, мм	Внутренний диаметр d _в , мм	Длина свободная L _{св} , мм	Число рабочих витков	Жесткость расчетная С-Н/мм	Схема пружины
ТКТ 100	3,5	18,5	58,75	8,5	1,65	
ТКТ200	6	30	132	11,5	2,42	
ТКТ300	9	41	226,5	14,5	3,62	