

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Г.ШУХОВА» В Г.НОВОРОССИЙСКЕ
(НФ БГТУ им. В.Г.Шухова)

Методические указания и задания к выполнению курсовой работы по дисциплине
«Грузоподъёмные машины»

для направления подготовки: 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические
комплексы»

Разработал:
ст. преподаватель
Картыгин А.В.

Новороссийск 2020

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Г.ШУХОВА» В Г.НОВОРОССИЙСКЕ
(НФ БГТУ им. В.Г.Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала БГТУ им. В.Г.Шухова
в г.Новороссийске
_____ к.ф.н., доц. Чистяков И.В.
« ____ » _____ 2020

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу

по дисциплине «Грузоподъемные машины»

Студенту _____ группы _____ курса_

Факультета _____

направление подготовки: 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Тема работы: «Проектирование механизмов мостового крана»

Грузоподъемность Q , кН	
Пролет L , м	
Максимальная высота подъема, м	
Группа режима работы по ГОСТ 25546-82	
Скорость подъема $V_{\text{п}}$, м/с	
Скорость передвижения тележки $V_{\text{т}}$, м/с	
Скорость передвижения моста $V_{\text{м}}$, м/с	

Содержание курсовой работы:

Введение;

1 Расчет механизмов крана (подъема груза, передвижения тележки, передвижения моста);

2 Определение прогиба главной балки пролета и размеров её поперечного сечения;

3 Техника безопасности при эксплуатации мостовых кранов

Объем работы:

а) пояснительная записка к проекту 25 - 40 стр.;

б) графическая часть 3 листа формата А1 (Общий вид крана, тележка грузоподъемная, механизм передвижения крана или другой механизм, сборочные единицы или детали)

Рекомендуемая литература:

1. Александров М.П. Грузоподъемные машины: Учеб. Для ВУЗов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 250 с.

2. Краны грузоподъемные, консольные, поворотные: Методические указания к выполн. курсового проекта для студ. спец. 190205 / Сост. Покушалов М.П. – Белгород: БелГТАСМ, 2001

Руководитель работы

Задание принял студент

Подпись

дата

1 Цель курсовой работы

Цель работы - закрепление материалов лекционного курса по ГПМ и расширение кругозора в области указанных машин в процессе их расчета и проектирования или выполнения студентом научно-исследовательской или учебно-методической работы, проводимой на кафедре в области ГПМ.

Содержание курсового проекта

Курсовая работа включает графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Расчетно-пояснительная записка содержит следующие разделы:

Введение

1 Общие сведения

1.1 Устройство и конструкция мостовых кранов

1.2 Классификация мостовых кранов

1.3 Кинематическая схема основных механизмов

2 Расчет мостового крана

2.1 Расчет механизма подъема груза

2.2 Расчет механизма передвижения тележки

2.3 Расчет механизма передвижения моста

2.4 Определение прогиба главной балки пролета и размеров ее поперечного сечения

3 Техника безопасности при эксплуатации и работе с мостовым краном

Графическая часть курсовой работы состоит из следующих чертежей:

Лист 1. Общий вид крана.

Лист 2. Механизм подъема груза (тележка грузоподъемная) и т.п.

Лист 3. Механизм передвижения крана или другой узел по указанию руководителя проекта.

2 Расчет мостового крана

2.1 Расчет механизма подъема

Минимальная кратность полиспаста определяется из следующего выражения:

$$i_{\min} \geq Q/10^2 \quad (1)$$

где Q – заданная грузоподъемность, Н.

На основании ($i_{\min}$) кратности полиспаста выбираем схему полиспаста.

В кранах мостового типа применяются преимущественно сдвоенные полиспасты (рисунок 1)

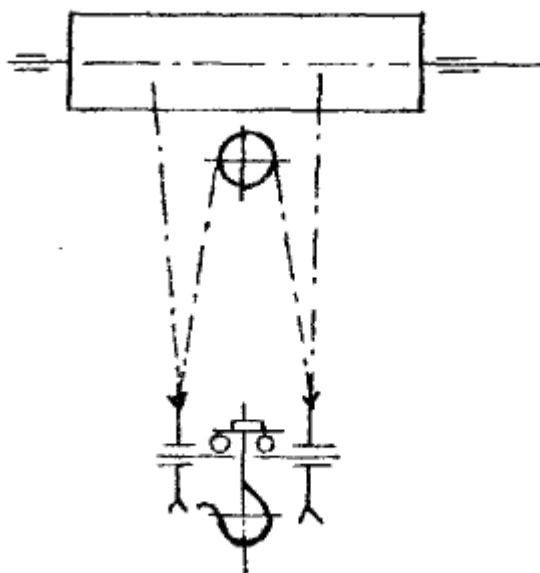


Рисунок 1- Схема сдвоенного полиспаста механизма подъема

В данном случае изображен (см. Рисунок 1), сдвоенный полиспаст с кратностью каждого полиспаста 2.

Натяжение каната при подъеме расчетного груза, Н

$$S_k = Q/(a \cdot i_{\min} \cdot \eta_n) \quad (2)$$

где a – количество полиспастов;

η_o – КПД блока ($\eta_o = 0,96...0,98$).

$$\eta_n = \eta_o^m \quad (3)$$

где m – число блоков в полиспасте.

2.2 Выбор и расчет каната

Конструкцию каната принимают из условий его эксплуатации. Диаметр каната определяют по его разрывному усилию по ГОСТ 2688-80.

$$S_p > S_K \cdot K_{зп} \quad (4)$$

где $K_{зп}$ – коэффициент запаса прочности каната, принимается по нормам ГГТИ (таблица 1) в зависимости от режима работы крана.

Согласно Таблица 2 подбираем режим работы

Таблица 1 – Коэффициенты запаса прочности канатов

Режим работа	Л	С	Т	ВТ
Кзп	5	5,5	6	6

В условиях абразивного износа предпочтительней канаты с линейным касанием (ЛК-Р), с меньшим числом проволок, с органическим сердечником, так как они более гибки, износостойки и лучше удерживают смазку, имеют долгий срок службы.

Таблица 2 - сопоставление режимов работы по нормам Госгортехнадзора с режимами работы по ГОСТ 25546-82

Краны	Режим работы согласно ГОСТ 25546-82 при режиме работы по нормам Госгортехнадзора			
	Легком(Л)	Среднем(С)	Тяжелом(Т)	Весьма тяжелом(ВТ)
ГОСТ 25546-82	1К, 2К, 3К	4К, 5К	6К, 7К	8К

С учетом данных выбираем по ГОСТ 2688-80 канат двойной свивки типа ЛК – Р конструкции (см. Рисунок 2)

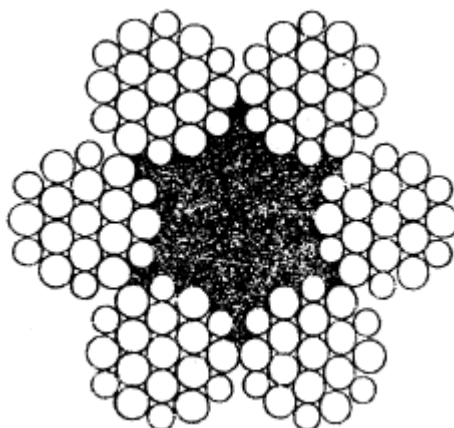


Рисунок 2 – Канат двойной свивки ЛК-Р конструкции 6Х19(1+6+6/6)+1о.с. ГОСТ 2688-80

2.3 Расчет и выбор барабана

Минимально допускаемый диаметр барабана, измеренный по дну канавки для каната, определяется по формуле

$$D_1 \geq (e - 1)d_k \quad (5)$$

где e – коэффициент, принимаемый по Правилам Госгортехнадзора в зависимости от режима работы грузоподъемной машины (см. Таблица 3).

d_k – диаметр каната

Таблица 3 – значение коэффициента e

Режим работы крана	Л	С	Т	ВТ
e	20	25	30	35

Примем диаметр барабана по центру наматываемого каната. Из приложения 2. Толщину обечайки принимаем предварительно, мм:

$$\delta = 0,02D_1 + (6...10) \quad (6)$$

тогда внутренний диаметр обечайки

$$D_2 = D_1 - 2\delta \quad (7)$$

Число витков нарезки на одной половине барабана

$$z = \frac{H \cdot i_{\min}}{\pi(D_1 + d_k)} + (1,5...2) \quad (8)$$

где H – высота подъема груза

$(1,5...2)$ – несматываемые с барабана витки безопасности

Длина нарезки на одной половине барабана

$$l_1 = z \cdot t_H \quad (9)$$

где t_H – шаг нарезки;

$$t_H = d_k + (1...3) \quad (10)$$

Оставляем на закрепление каната с каждой стороны барабана расстояние s .

$$S = 4 \cdot d_k \quad (11)$$

$$l_0 = (0,8...0,9)B_k \quad (12)$$

B_k – расстояние между средними блоками крюковой подвески.

Подбирается крюковая подвеска по грузоподъемности и режиму работы из приложения 7,

l_0 – расстояние между правым и левым нарезными полями в средней части барабана, мм.

Общая длина барабана

$$L_{\sigma} = 2(l_1 + s) + l_0 \quad (13)$$

2.4 Определение напряжения изгиба, кручения и суммарное напряжение в стенке обечайки

Напряжение сжатия:

$$\sigma = \frac{S_K}{t_H \delta} \quad (14)$$

Кроме того, тело барабана испытывает напряжение изгиба и кручения.

Напряжение изгиба имеют максимальное значение при положении каната около центра барабана.

Момент изгиба барабана, Нм;

$$M_H = 0,5 S_K \cdot L_B \quad (15)$$

Напряжение от изгиба моментом в стенке барабана

$$\sigma_H = \frac{M_H}{0,1(D_1^4 - D_2^4)/D_1} \quad (16)$$

Номинальное напряжение в обечайке, Па:

$$\sigma_H = \sigma_{CЖ} + \sigma_H \quad (17)$$

Момент кручения, Нм:

$$M_{KP} = S_K (D_1 + d_K) \quad (18)$$

Напряжение от момента кручения, Па:

$$\tau = \frac{M_{KP}}{0,2(D_1^4 - D_2^4)/D_1} \quad (19)$$

Результирующее напряжение для стальных барабанов:

$$\sigma_{сумм} = \sqrt{(\sigma_H + \sigma_{CЖ})^2 + 3\tau_{KP}^2} \quad (20)$$

Таким образом, напряжения в стенке барабана от изгиба и кручения весьма малы. Основным напряжением, определяющим прочность барабана, является напряжение сжатия.

Скорость каната, навиваемого на барабан

$$V_K = i_{\min} V_H \quad (21)$$

Число оборотов барабана в минуту

$$n_{\delta} = \frac{1000 V_K}{\pi D_1} \quad (22)$$

2.5 Выбор электродвигателя и редуктора

Определяем статическую мощность двигателя при подъеме номинального груза:

$$N = \frac{QV_{\Pi}}{1000 \cdot 60 \eta_p} \quad (23)$$

Принимаем общее значение к.п.д. при двухступенчатой зубчатой передаче, помещённой в закрытый корпус редуктора, $\eta_p = 0,8...0,9$.

Так как кран работает не только с номинальными грузами, но и грузами меньше номинальных, то берем ближайший двигатель меньшей мощности (см. Приложение 3) с последующей проверкой двигателя по нагреву по среднеквадратичной мощности.

Общее передаточное число редуктора

$$i_p^{\sigma} = \frac{n_{\partial\partial}}{n_{\sigma}} \quad (24)$$

Выбираем редуктор (см. Приложение 4).

Для механизма подъема расчетный момент, передаваемый редуктором, принимается равным наибольшему статическому моменту при установившемся движении при подъеме, т. е.

Средний пусковой момент электродвигателя в процессе пуска берем из приложения 4.

Пример: $M_{\text{пуск}} = 1,2 M_{\text{ном}}$ (25)

Номинальный момент электродвигателя

$$M_{\text{ном}} = \frac{975 N_{\partial\partial}}{n_{\partial\partial}} \quad (26)$$

где $N_{\partial\partial}$ - мощность выбранного двигателя

$n_{\partial\partial}$ - частота вращения выбранного двигателя

Статический момент при подъеме груза, приведенный к валу двигателя.

$$M_c = (S_K \cdot a \cdot D_1) / (2 \cdot i_p^{\sigma} \cdot \eta_0) \quad (27)$$

$$\eta_0 = \eta_p \cdot \eta_{\Pi} \quad (28)$$

Таким образом, средний пусковой момент оказывается меньше максимально допустимого момента $M_{\text{наиб}}$, который может передать редуктор. Следовательно, выбранный редуктор подходит и по этому параметру. При этой величине пускового момента при подъеме номинального груза время пуска, определенное по уравнению

$$t_n = \frac{1}{M_{\text{пуск}} - M_c} \left[\frac{1,2 G D_1^2 n_{\partial\partial}}{375} + \frac{Q D_{\sigma}^2 n_{\partial\partial}}{375 (i_p^{\sigma})^2 i_n^2 \eta_p} \right] \quad (29)$$

Тогда фактическое ускорение при спуске

$$a = \frac{V_{\Pi}}{60 \cdot t_{\Pi}} \quad (30)$$

Пусковой момент, развиваемый двигателем, не зависит от веса груза и характера работы, выполняемой краном, и определяется только характеристиками двигателя. При изменении нагрузки при постоянном пусковом моменте будет изменяться соответственно время пуска.

Время движения с установившейся скоростью определяется по уравнению установившегося движения

$$t_y = \frac{H}{V_{\Pi}} \quad (31)$$

2.6 Определение тормозного момента и выбор тормоза

Необходимый тормозной момент

$$M_T = K_T M_C^T \quad (32)$$

где K_T – коэффициент запаса торможения по нормам ГГТИ (Таблица 4);

M_C^T – статический момент при торможении, Н·м, равный

$$M_C^T = (Q \cdot D_1 \cdot \eta_0) / (2 \cdot i_{\min} \cdot i_p^{\delta}) \quad (33)$$

Таблица 4 – коэффициент запаса торможения

Режим работы крана	Л	С	Т	ВТ
K_T	1,5	1,75	2,0	2,5

Принимаем по каталогу тормоз (см. Приложение 5).

2.7 Выбор крюка и крюковой подвески

Крюк подбирают по номинальной грузоподъемности по ГОСТу 6627—83 на крюки однорогие для механизмов с машинным приводом (см. Приложение 7).

2.8 Крепление каната на барабане

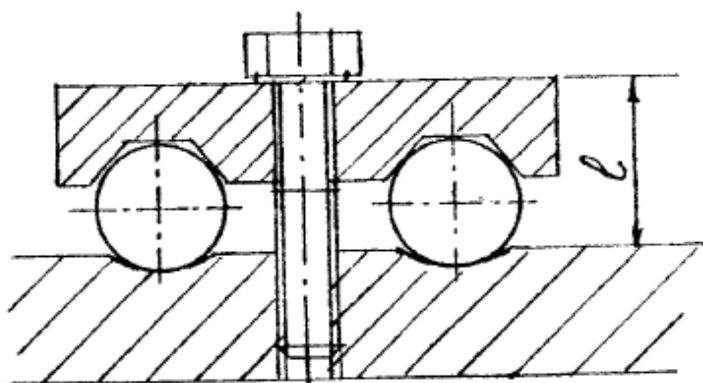


Рисунок 3 – схема крепления каната на барабане

Канат крепится к барабану прижимной планкой с трапецеидальными канавками, где канат удерживается силой трения, создаваемой затяжкой двух болтов.

Усилие натяжения каната в месте крепления

$$S_{\text{крепл}} = \frac{S_K}{e^{f\alpha}} \quad (34)$$

где f – коэффициент трения между канатом и барабаном, принятый равным 0,16;

α – угол обхвата барабана дополнительными витками; принят согласно Правилам Госгортехнадзора равным 3π .

Усилие, растягивающее каждый болт крепления,

$$N = \frac{S_{\text{крепл}}}{(f + f_1)(e^{f\alpha_1} + 1)} \quad (35)$$

f_1 – приведенный коэффициент трения между канатом и планкой, имеющий трапецеидальную канавку с углом $\beta = 40^\circ$

$$f_1 = \frac{f}{\sin \beta} \quad (36)$$

α_1 – угол обхвата барабана витками каната при переходе каната от одной канавки планки в другую; $\alpha_1 = 2\pi$.

Суммарное напряжение в болте с учетом изгиба болта и с учетом касательных напряжений, возникающих при затяжке крепления,

$$\sigma_{\text{сумм}} = \frac{1,3kN}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}} + \frac{k \cdot T \cdot l}{z \cdot 0,1 \cdot d_1^3} \leq [\sigma_p] \quad (37)$$

z – число болтов,

k – запас надежности крепления каната к барабану, принятый равным 1,5;

d_1 – внутренний диаметр резьбы болта М22, равный 18,75 мм,

T – сила трения приложенная к планке, Н

$$T = f_1 N \quad (38)$$

l – расстояние от поверхности барабана до верха планки (Рисунок 3), мм

$$l = (1,7 \dots 2,2) d_k \quad (39)$$

Допускаемое напряжение растяжения при болте, изготовленном из стали Ст. 3, $\sigma_B = (350 \dots 400)$ МПа.

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_B}{2,5} \quad (40)$$

3 Механизм передвижения тележки

3.1 Схема механизма передвижения

Выбранная принципиальная кинематическая схема механизма передвижения тележки показана на рисунке 4.

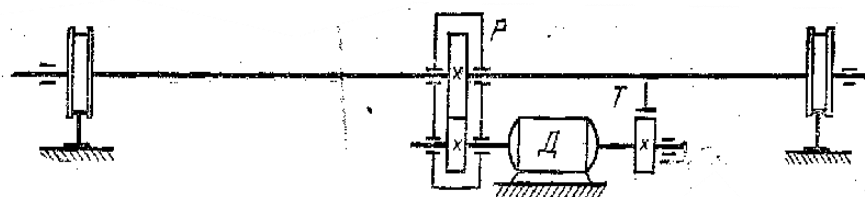


Рисунок 4 – кинематическая схема механизма передвижения тележки

Минимальное число колес определяется из следующего условия:

$$Q < 500 \text{ кН}, n_k = 4 \quad (41)$$

$$Q > 500 \text{ кН}, n_k = 8 \quad (42)$$

3.2 Расчет ходовых колес

Нагрузка на ходовое колесо, кН

$$P_1 = (Q + G_T) / n_k \quad (43)$$

где G_T – вес тележки,

$$G_T = (0,2...0,3)Q \quad (44)$$

Расчетная нагрузка на колесо:

$$P = P_1 \cdot K_d \cdot K_H \quad (45)$$

где K_d – коэффициент динамичности, принимаемый по таблице 5; K_H – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по линии контакта колеса с рельсом, зависящий от соотношения радиусов кривизны головки рельса и обода колеса.

Таблица 5 – коэффициент динамичности K_d

Режим работы крана	Л	С	Т	ВТ
K_d	1,0	1,2	1,4	1,4

Предварительно по расчетной нагрузке P принимаем диаметр колеса D (см. Таблица 6).

Таблица 6 – диаметры ходовых колес в зависимости от нагрузки

P, кН	30-100	100-200	200-250	250-320	320-500	500-800	800-1000
D _{х.к} , мм	200-400	400-500	500-630	630-710	710-800	800-1000	900-1000

Согласно приложения 9 уточняется принятый диаметр колеса.

Напряжение смятия в зоне контакта колеса с рельсом, Па

$$\sigma_k = 0,3 \sqrt{\frac{PE}{B_K R_K}} \leq [\sigma_C] = (8...12) \cdot 10^8 \quad (46)$$

где E – приведенный модуль упругости колеса-рельса, равный

$$E = \frac{2E_K E_P}{E_K + E_P} \quad (47)$$

При равнозначных материалах $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па.

3.3 Сопротивление передвижению

Сопротивление передвижению тележки с номинальным грузом, приведенное к ободу ходового колеса, определяется по формуле:

$$W_{mp} = \frac{Q + G_T}{D_{x.k}} (2\mu + fd) k_p \quad (48)$$

где Q – вес номинального груза;

$D_{x.k}$ – диаметр поверхности катания ходового колеса тележки;

d – диаметр цапфы вала ходового колеса;

$$d = (0,2...0,3) D_{xk} \quad (49)$$

μ – коэффициент трения качения;

f – коэффициент трения в опоре вала колеса 0,012... 0,015;

k_p – коэффициент, учитывающий сопротивление трения реборд ходовых колес и торцов ступиц колеса; $k_p = 1,5...2,5$.

При плоском рельсе $\mu = 0,0002... 0,0003$ м.

При установке ходовых колес на шариковых подшипниках $f = 0,015$.

Сопротивление передвижению тележки:

при работе с номинальным грузом

3.4 Выбор электродвигателя и редуктора

Выбор электродвигателя для механизма передвижения крановых тележек и кранов производят по максимально допустимому пусковому моменту двигателя, при котором обеспечивается надлежащий запас сцепления ходового колеса с рельсом, исключающий возможность буксования при передвижении тележки без груза в процессе пуска.

При пуске максимально допустимое значение ускорения тележки, при котором обеспечивается заданный запас сцепления 1,2, определяется по уравнению

$$a_{\max} = \left[\frac{n_{np}}{n_{\kappa}} \left(\frac{\varphi}{1,2} + f \frac{d}{D_{x.\kappa}} \right) - (2\mu + fd) \frac{k_p}{D_{x.\kappa}} \right] g \quad (50)$$

где n_{np} – число приводных ходовых колес;

n_{κ} – общее число ходовых колес; в нашем случае тележка имеет четыре ходовых колеса, из них два приводных;

φ – коэффициент сцепления ходового колеса с рельсом, принимаемый для кранов, работающих в закрытом помещении, равным 0,2;

Определим мощность двигателя по статическому сопротивлению при перемещении тележки с номинальным грузом:

$$N_{cm} = \frac{W_{mp} V_m}{\eta_0} \quad (51)$$

к.п.д. передачи при установке ходовых колес на подшипниках качения можно принять равным $\eta_0 = 0,9$.

В каталоге на крановые двигатели выбираем мощность (см. Приложение 3).

Число оборотов ходовых колес

$$n'_{x.\kappa} = \frac{V_m}{\pi D_{x.\kappa}} \quad (52)$$

Передаточное число редуктора

$$i_p^T = \frac{n_{\partial\partial}}{n'_{x.\kappa}} \quad (53)$$

По каталогу (см. Приложение 4) выбираем редуктор.

Тогда фактическое число оборотов в минуту ходовых колес

$$n_{x.\kappa} = \frac{n_{\partial\partial}}{i_p^T} \quad (54)$$

Фактическая скорость передвижения тележки

$$V_m^{\phi} = \frac{\pi D_{x.\kappa} n_{x.\kappa}}{60} \quad (55)$$

Фактическая скорость не должна отличаться от заданной более чем на 15.

Время пуска при максимально допустимом ускорении:

$$t_n = \frac{V_m^\phi}{a_{\max}} \quad (56)$$

Момент сопротивления при передвижении тележки без груза:

$$M'_C = W_{mp.0} \frac{D_{x.к}}{i_p^T \eta_0} \quad (57)$$

Сопротивление передвижению тележки при работе без груза:

$$W_{mp.0} = \frac{G_m}{D_{x.к}} (2\mu + fd) k_p \quad (58)$$

Необходимый средний пусковой момент:

$$M_{\text{пуск}} = M'_C + 1,2 \frac{GD_{\delta\phi}^2 \cdot n_{\delta\phi}}{375 t_n} + \frac{G_m \cdot D_{x.к}^2 \cdot n_{\delta\phi}}{375 \cdot t_n \cdot (i_p^T)^2 \cdot \eta_0} \quad (59)$$

$$M_{\text{ном}} = \frac{M_{\text{пуск}}}{1,7} \quad (\text{см. Приложение 3}) \quad (60)$$

Тогда двигатель должен иметь номинальный момент: значение пускового момента подставляем в формулу (59)

Двигатель имеет в действительности номинальный момент

$$M_{\text{ном}} = 975 \frac{N_{\delta\phi}}{n_{\delta\phi}} \quad (61)$$

Фактическое время пуска

$$t_n = \frac{1}{M_{\text{пуск}} - M'_C} \left(1,2 \frac{GD_{\delta\phi}^2 n_{\delta\phi}}{375} + \frac{G_m D_{x.к}^2 n_{\delta\phi}}{375 (i_p^T)^2 \eta_0} \right) \quad (62)$$

Фактический запас сцепления при пуске

$$k_{cy} = \frac{\varphi}{\left[\frac{V_m^\phi}{t_n \cdot g} + \frac{P_\phi}{G} + (2\mu + fd) \frac{k_p}{D_{x.к}} \right] \frac{n_\kappa}{n_{np}} - f \frac{d}{D_{x.к}}} \quad (63)$$

3.5 Определение тормозного момента

Максимально допустимое замедление, при котором обеспечивается запас сцепления колес с рельсом не менее 1,2, определяют по уравнению,

$$a_{\max}^T = \left[\frac{n_n}{n_\kappa} \left(\frac{\varphi}{1,2} + f \frac{d}{D_{x.к}} \right) + (2\mu + fd) \frac{1}{D_{x.к}} \right] g \quad (64)$$

Время торможения

$$t_T = V_m^\phi / a_{\max}^T \quad (65)$$

Уравнение моментов при торможении

$$M_T = M'_H - M'_{C.T} \quad (66)$$

где $M'_{C.T}$ – момент сопротивления передвижению тележки без груза при торможении равный, Н·м

$$M'_{C.T} = M'_C \cdot \eta_0^2 \quad (67)$$

$$M'_H = \frac{1,2 \cdot G D_{\partial\theta}^2 \cdot n_{\partial\theta}}{375 \cdot t_T} + \frac{G_m \cdot D_{x.k}^2 \cdot n_{\partial\theta} \cdot \eta_0}{375 \cdot t_T \cdot (i_P^T)^2} \quad (68)$$

Принимаем по каталогу тормоз (см. Приложение 5)

4 Механизм передвижения крана

4.1 Выбор схемы механизма передвижения

Применяют две схемы:

а) схему с центральным приводом и трансмиссионными валами к ходовым колесам на концевых балках при:

$$L/B > 6 \quad (68)$$

где L – пролет

B – база крана

б) схему с раздельным приводом ходовых колес концевых балок при

$$L/B < 6 \quad (69)$$

Привод содержит крановый двигатель, двухступенчатый редуктор, тормоз на валу двигателя.

4.1.1 Выбор ходовых колес моста

Как для крановой тележки, так и для моста крана выбор электродвигателя производят по максимально допустимому пусковому моменту, при котором обеспечивается надлежащий (равный 1,2) запас сцепления ходового колеса с рельсом, исключающий возможность буксования в процессе разгона моста крана без груза. Максимально допустимое ускорение моста при пуске определяют по формуле:

$$a_{\max} = \left[\frac{n_{np}}{n_k} \left(\frac{\varphi}{1,2} + f \frac{d}{D_{x.k.m}} \right) - (2\mu + fd) \frac{k_p}{D_{x.k.m}} \right] g \quad (70)$$

При работе крана тележка с грузом может приближаться к одной из опор крана на минимальное расстояние l (Рисунок 5).

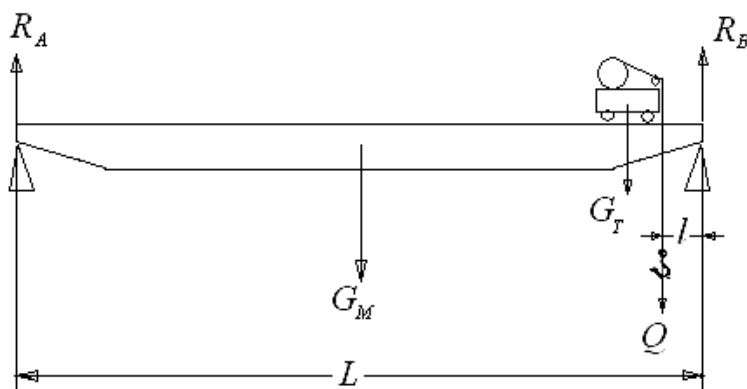


Рисунок 5 – схема к определению нагрузок на концевые балки моста крана

В этом случае максимальная нагрузка будет на опоре B и при $n_k = 4$ давление на одно колесо опоры B

$$R_B = \frac{G_M}{n_K} + \frac{(Q + G_T)(L - 1)}{2L} \quad (71)$$

где G_M - вес моста

$$G_M = Q \cdot K_M \quad (72)$$

K_M – коэффициент, зависящий от грузоподъемности крана, (1,2...2,0)

По нагрузке R_B (см. Таблица 6) принимаем диаметр ходовых колес крана. Согласно приложения 9 уточняется принятый диаметр колеса.

4.1.2 Сопротивление передвижению моста

Сопротивление передвижению моста крана с номинальным грузом, приведенное к ободу ходового колеса,

$$W_{nep} = \frac{Q + G_m + G_M}{D_{x.k.m}} (2\mu + fd) k_p \quad (73)$$

Сопротивление передвижению при работе без груза

$$W_{nep0} = \frac{G_m + G_M}{D_{x.k.m}} (2\mu + fd) k_p \quad (74)$$

4.1.3 Выбор электродвигателя и редуктора

Суммарная мощность двигателей механизма передвижения, кВт

$$N_{сум} = \frac{W_{nep} \cdot V_M}{1000 \cdot \eta_0} \quad (75)$$

Статическая мощность двигателя

$$N_{CT} = (0,6...0,65) N_{сум} \quad (76)$$

По каталогу (см. Приложение 3) принимаем двигатель.

Передаточное число редуктора

$$i_P^M = n / (V_M / \pi D_{x.k.m}) \quad (77)$$

Расчетная мощность для выбора редуктора

$$N_p = k N_{\partial s} \quad (78)$$

где k – коэффициент, зависящий от режима работы (см. таблица 7)

Таблица 7 – Коэффициент, зависящий от режима работы

Режим работы	Л	С	Т	ВТ
k	1,5	2	3	4

По мощности и передаточному числу двигателя принимаем редуктор (см. Приложение 8).

При выбранном редукторе:

фактическое число оборотов ходового колеса

$$n'_K = n / i_P^M \quad (79)$$

фактическая скорость крана

$$V'_M = \pi D_{x.k.m} n'_K \quad (80)$$

Отклонение от заданного значения скорости

$$V = \frac{V_M - V'_M}{V_M} 100\% \quad (81)$$

Время пуска при максимальном ускорении, с

$$t_n = \frac{V'_M}{a_{max}} \quad (82)$$

4.2 Расчет ходовых колес

Максимальная статическая нагрузка на колеса

$$P_1 = R_B \quad (83)$$

Расчет продолжается в соответствии с пунктом 3.2

Расчетная нагрузка на колесо, Н

$P =$

Напряжение смятия в зоне контакта колеса с рельсом, Па

$\sigma_k =$

4.3 Определение тормозного момента и выбор тормоза

Определение тормозного момента механизма передвижения крана аналогично определению тормозного момента для механизма передвижения тележки.

Максимально допустимое замедление

$a_{max}^T =$

Время торможения

$t_m =$

Сопротивление передвижению при торможении на опоре A

$$W_{пер.A}^m = \frac{R_A}{D_{xkm}} (2\mu + fd) \quad (84)$$

$$R_A = \frac{G_m \frac{L}{2} + G_m \cdot \left(l + \frac{D_{\delta}}{2} \right) + G_{Гу} \cdot l}{L} \quad (85)$$

$G_{ГУ}$ – вес грузозахватного устройства, примем $G_{ГУ} = 3 \text{ кН}$

$l = 1 \text{ м}$

Момент сопротивления при торможении

$$M_C^m = \frac{W_{пер.А}^m \cdot D_{ХКМ}}{2i_p^M \eta_0} \quad (86)$$

Уравнение моментов при торможении

$$M_m = M_{ин}^m - M_C^m \quad (87)$$

$$M_{ин}^m = 1,2 \frac{GD_{\partial\partial}^2 \cdot n_{\partial\partial}}{375t_m} + \frac{R_A \cdot D_{ХКМ}^2 \cdot n_{\partial\partial} \cdot \eta_0}{375 \cdot t_m (i_p^M)^2} \quad (88)$$

По данному тормозному моменту (см. Приложение 5) принимаем тормоз. (см. Рисунок 6).

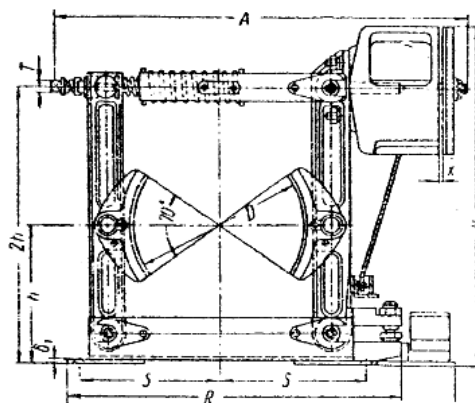


Рисунок 6 – колодочный тормоз типа ТКП

5 Metallokonstrukция моста

Мост крана состоит из двух пространственно жестких балок, соединенных по концам пролета с концевыми балками, в которых установлены ходовые колеса. Крановая тележка перемещается по рельсам, уложенным по верхним поясам коробчатых балок.

Высоту балок назначают в зависимости от размера пролета:

высота

$$h_{\delta} = \left(\frac{1}{10} \dots \frac{1}{20} \right) L \quad (89)$$

ширина

$$B_{\delta} = (0,4 \dots 0,6) h_{\delta} \quad (90)$$

Высота опорного сечения балки

$$H_{on} = (0,6 \dots 0,7) h_{\delta} \quad (91)$$

Длину скоса берут в пределах

$$C = (0,1 \dots 0,2) L \quad (92)$$

Ширина площадок с обеих сторон моста $B_{пл} = 1,6 \text{ м}$

Толщина стенок балки

$$\delta = (0,006 \dots 0,012) h_{\delta} \quad (93)$$

Список литературы

1. Анурьев В.И. – Справочник конструктора – машиностроителя 8-е изд., под ред. И.Н. Шестоковой. М.: Машиностроение 2001
2. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1989
3. Зюзин А.Ф., Поконов Н.З., Вишток А.М.. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. 2-е изд., доп. и переработанное – М.: Высшая школа, 1980
4. Казак С.К. Курсовое проектирование грузоподъемных машин. – М. Высшая школа, 1989
5. Руденко Н.Ф., Александров М.П., Лысяков А.Г. Курсовое проектирование грузоподъемных машин. – М.: Машиностроение
6. Ушаков Н.С. Мостовые электрические краны.- 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980.

Канат двойной свивки

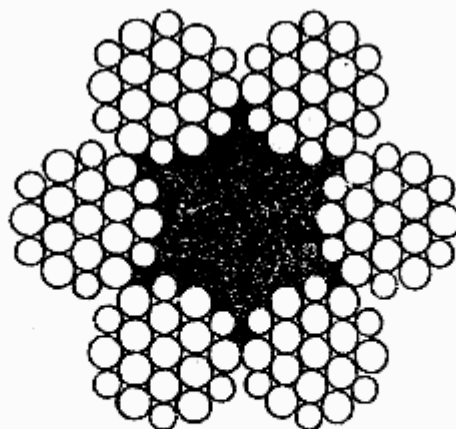


Рис. 1

Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции
 $6 \times 19 (1 + 6 + 6/6) + 1$ по ГОСТ 2688-80 (рис. 1)

Таблица I

Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения проволоки, мм ²	Ориентировочная масса 1000 м стального каната, кг	Маркировочная группа, МПа						
			1372	1470	1578	1666	1764	1862	1960
			Разрывное усилие*, кН, не менее						
9,9	36,66	358,0			48,85	51,85	53,45	55,95	58,85
11,0	47,19	461,6			62,85	66,75	68,80	72,00	75,15
12,0	53,87	527,0			71,75	76,20	78,55	81,90	85,75
13,0	61,00	596,6	71,05	76,19	81,25	86,30	89,00	92,80	97,00
14,0	74,40	728,0	86,70	92,85	98,95	105,00	108,00	112,50	118,00
15,0	86,28	844,0	100,00	107,00	114,50	122,00	125,50	131,00	137,00
16,5	104,61	1025,0	121,50	130,00	139,00	147,50	152,00	159,00	166,00
18,0	124,73	1220,0	145,00	155,00	166,00	176,00	181,50	189,50	198,00
19,5	143,61	1405,0	167,00	179,50	191,00	203,00	209,00	218,50	228,00
21,0	167,03	1635,0	194,50	208,00	222,00	236,00	243,50	254,00	265,50
22,5	188,78	1850,1	220,00	235,50	251,00	267,00	275,00	287,50	303,50
24,0	215,49	2110,0	250,50	269,00	287,00	304,50	314,00	328,00	343,00
25,5	244,00	2390,0	284,00	304,50	324,50	345,00	355,50	372,00	388,50
27,0	274,31	2685,0	319,00	342,00	365,00	388,00	399,50	418,00	436,50
28,0	297,63	2910,0	346,50	371,00	396,00	421,00	434,00	453,50	473,50
30,5	356,72	3490,0	415,50	445,50	475,00	504,50	520,00	544,00	567,50
32,0	393,06	3845,0	458,00	490,50	523,50	556,00	573,00	599,50	625,50
33,5	431,18	4220,0	502,50	538,50	574,00	610,50	748,00	782,50	816,00
37,0	512,79	5015,0	597,50	640,50	683,00	725,00	629,00	658,00	816,00

* Разрывное усилие каната в целом.

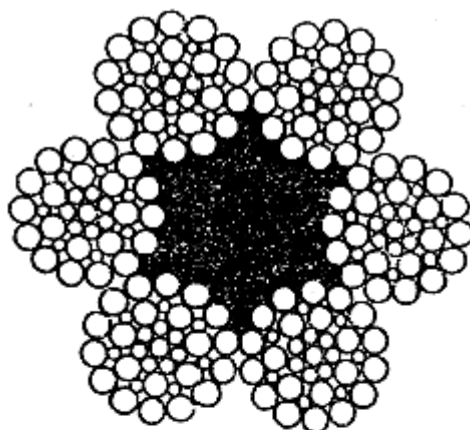


Рис. 2

Канат двойной спайки типа ЛК-РО конструкции
6 x 36 (1 + 7 + 7/7 + 14) + 1 о.с. ГОСТ 7668-80 (рис. 2)

Таблица 2

Диаметр каната, мм	Расчетная площадь сечения проволок, мм ²	Ориенти- ровочная масса 1000 м связанно- го каната, кг	Маркировочная группа, МПа						
			1372	1470	1578	1666	1764	1862	1960
			Разрывное усилие*, кН, не менее						
11,5	51,96	513,0	—	—	66,75	70,95	75,100	78,30	80,70
13,5	70,55	696,5	—	—	90,65	96,30	101,50	106,00	109,0
15,0	82,16	812,0	—	—	104,50	111,50	116,50	122,50	128,0
16,5	105,73	1045,0	—	—	135,50	144,00	150,00	157,50	165,0
18,0	125,78	1245,0	—	—	161,50	171,50	175,50	186,50	190,50
20,0	153,99	1520,0	—	—	197,50	210,00	215,00	229,00	233,50
22,0	185,10	1830,0	207,50	222,50	237,50	252,50	258,50	275,00	280,60
23,5	215,94	2130,0	242,50	259,50	277,00	294,00	304,00	321,00	338,00
25,5	252,46	2495,0	283,50	303,50	324,00	344,00	352,50	375,50	383,00
27,0	283,79	2800,0	318,50	341,50	364,50	387,50	396,50	422,00	430,50
29,0	325,42	3215,0	366,00	392,00	417,50	444,00	454,50	484,00	493,50
31,0	369,97	3655,0	416,00	445,00	475,00	505,00	517,00	550,50	561,50
33,0	420,96	4155,0	473,00	507,00	540,50	574,00	588,00	626,50	638,50
34,5	461,07	4550,0	518,00	555,50	592,00	629,50	644,50	686,00	700,00
36,5	503,09	4965,0	565,50	606,00	646,00	686,50	703,50	748,50	764,00

* Разрывное усилие каната в целом.

Электродвигатели

Двигатели трехфазные асинхронные короткозамкнутые серии 4А исполнений 1М 1081 (на лапах с возможностью работать при любом направлении конца вала) и 1М 1001 (на лапах с возможностью работать при горизонтальном направлении вала) и двигатели этой серии с повышенным пусковым моментом.

Двигатели серии 4А. Основные параметры по ГОСТ 19523-81 (график 3 и 7 по каталогу 01.01.63-77 «Информэлектрон»)

Типоразмер двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, мин ⁻¹	$T_{пуск}$	T_{min}	T_{max}	Момент инерции ротора, кг·м ²
			$T_{ном}$	$T_{ном}$	$T_{ном}$	
1	2	3	4	5	6	7

Двигатели закрытые обдуваемые

Синхронная частота вращения 3000 мин⁻¹

4AA50A2Y3	0,09	2740	2,0	1,2	2,2	2,45·10 ⁻⁶
4AA50B2Y3	0,12	2710	2,0	1,2	2,2	2,67·10 ⁻⁶
4AA562Y3	0,18	2800	2,0	1,2	2,2	4,15·10 ⁻⁴
4AA56B2Y3	0,25	2770	2,0	1,2	2,2	4,65·10 ⁻⁴
4A63A2Y3	0,37	2750	2,0	1,2	2,2	7,62·10 ⁻⁴
4A63B2Y3	0,55	2740	2,0	1,2	2,2	9·10 ⁻⁴
4A71A2Y3	0,75	2840	2,0	1,2	2,2	9,75·10 ⁻⁴
4A71B2Y3	1,1	2810	2,0	1,2	2,2	1,05·10 ⁻³
4A80A2Y3	1,5	2850	2,1	1,2	2,2	1,82·10 ⁻³
4A80B2Y3	2,2	2850	2,1	1,2	2,2	2,12·10 ⁻³
4A90L2Y3	3,0	2840	2,1	1,2	2,2	3,52·10 ⁻³
4A100S2Y3	4,0	2880	2,0	1,2	2,2	5,92·10 ⁻³
4A100L2Y3	5,5	2880	2,0	1,2	2,2	7,5·10 ⁻³
4A112M2Y3	7,5	2900	2,0	1,0	2,2	1,0·10 ⁻²
4A132M2Y3	11	2900	1,6	1,0	2,2	2,25·10 ⁻²
4A160S2Y3	15	2940	1,4	1,0	2,2	4,75·10 ⁻²
4A160M2Y3	18,5	2940	1,4	1,0	2,2	5,25·10 ⁻²
4A180S2Y3	22	2945	1,4	1,0	2,2	7,0·10 ⁻²
4A180M2Y3	30	2945	1,4	1,0	2,2	8,5·10 ⁻²
4A200M2Y3	37	2945	1,4	1,0	2,2	0,145
4A200L2Y3	45	2945	1,4	1,0	2,2	0,167
4A225M2Y3	55	2945	1,2	1,0	2,2	0,25
4A250S2Y3	75	2960	1,2	1,0	2,2	0,465
4A250M2Y3	90	2960	1,2	1,0	2,2	0,52
4A280S2Y3	110	2970	1,2	1,0	2,2	1,08
4A280M2Y3	132	2970	1,2	1,0	2,2	1,18
4A315S2Y3	160	2970	1,0	0,9	1,9	1,40
4A315M2Y3	200	2970	1,0	0,9	1,9	1,63
4A355S2Y3	250	2970	1,0	0,9	1,9	2,84
4A355M2Y3	315	2970	1,0	0,9	1,9	3,23

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Синхронная частота вращения 1500 мин⁻¹

4AA50A4Y3	0,06	1380	2,0	1,2	2,2	2,87·10 ⁻⁵
4AA50B4Y3	0,09	1370	2,0	1,2	2,2	3,24·10 ⁻⁵
4AA56A4Y3	0,12	1375	2,0	1,2	2,2	6,99·10 ⁻⁴
4AA56B4Y3	0,18	1365	2,0	1,2	2,2	7,87·10 ⁻⁴
4AA63A4Y3	0,25	1380	2,0	1,2	2,2	1,23·10 ⁻³
4AA63B4Y3	0,37	1365	2,0	1,2	2,2	1,37·10 ⁻³
4A71A4Y3	0,55	1390	2,0	1,6	2,2	1,3·10 ⁻³
4A71B4Y3	0,75	1390	2,0	1,6	2,2	1,42·10 ⁻³
4A80A4Y3	1,1	1420	2,0	1,6	2,2	3,23·10 ⁻³
4A80B4Y3	1,5	1415	2,0	1,6	2,2	3,27·10 ⁻³
4A90L4Y3	2,2	1425	2,0	1,6	2,2	5,59·10 ⁻³
4A100S4Y3	3,0	1435	2,0	1,6	2,2	8,67·10 ⁻³
4A100L4Y3	4,0	1430	2,0	1,6	2,2	1,12·10 ⁻²
4A112M4Y3	5,5	1445	2,0	1,6	2,2	1,7·10 ⁻²
4A132S4Y3	7,5	1455	2,0	1,6	2,2	2,75·10 ⁻²
4A132M4Y3	11	1460	2,0	1,6	2,2	4,0·10 ⁻²
4A160S4Y3	15	1465	1,4	1,0	2,2	0,102
4A160M4Y3	18,5	1465	1,4	1,0	2,2	0,127
4A180S4Y3	22	1470	1,4	1,0	2,2	0,19
4A180M4Y3	30	1470	1,4	1,0	2,2	0,232
4A200M4Y3	37	1475	1,4	1,0	2,2	0,363
4A200L4Y3	45	1475	1,4	1,0	2,2	0,44
4A225M4Y3	55	1480	1,2	1,0	2,2	0,637
4A250S4Y3	75	1480	1,2	1,0	2,2	1,02
4A250M4Y3	90	1480	1,2	1,0	2,2	1,16
4A280S4Y3	110	1470	1,2	1,0	2	2,295
4A280M4Y3	132	1480	1,2	1,0	2	2,47
4A315S4Y3	160	1480	1,0	0,9	1,9	3,07
4A315M4Y3	200	1480	1,0	0,9	1,9	3,62
4A355S4Y3	250	1485	1,0	0,9	1,9	6,0
4A355M4Y3	315	1485	1,0	0,9	1,9	7,04

Синхронная частота вращения 1000 мин⁻¹

4AA63A6Y3	0,18	885	2,0	1,2	2,2	1,73·10 ⁻³
4AA63B6Y3	0,25	890	2,0	1,2	2,2	2,15·10 ⁻³
4A71A6Y3	0,37	910	2,0	1,6	2,2	1,67·10 ⁻³
4A71B6Y3	0,55	900	2,0	1,6	2,2	2,02·10 ⁻³
4A80A6Y3	0,75	915	2,0	1,6	2,2	4,62·10 ⁻³
4A80B6Y3	1,1	920	2,0	1,6	2,2	4,59·10 ⁻³
4A90L6Y3	1,5	935	2,0	1,6	2,2	7,35·10 ⁻³
4A100L6Y3	2,2	950	2,0	1,6	2,2	1,31·10 ⁻²
4A112MA6Y3	3,0	955	2,0	1,6	2,2	1,75·10 ⁻²
4A112MB6Y3	4,0	950	2,0	1,6	2,2	2,0·10 ⁻²
4A132S6Y3	5,5	965	2,0	1,6	2,2	4,0·10 ⁻²
4A132M6Y3	7,5	870	2,0	1,6	2,2	5,75·10 ⁻²
4A160S6Y3	11	975	1,2	1,0	2,0	0,137
4A160M6Y3	15	975	1,2	1,0	2,0	0,182
4A180M6Y3	18,5	975	1,2	1,0	2,0	0,22
4A200M6Y3	22	975	1,2	1,0	2,0	0,40
4A200L6Y3	30	980	1,2	1,0	2,0	0,45

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
4A225M6Y3	37	980	1,2	1,0	2,0	0,735
4A250S6Y3	45	985	1,2	1,0	2,0	1,16
4A250M6Y3	55	985	1,2	1,0	2,0	1,25
4A280S6Y3	75	985	1,2	1,0	1,9	2,92
4A280M6Y3	90	985	1,2	1,0	1,9	3,33
4A315S6Y3	110	985	1,0	0,9	1,9	4,0
4A315M6Y3	132	985	1,0	0,9	1,9	4,5
4A355S6Y3	160	985	1,0	0,9	1,9	7,33
4A355M6Y3	200	985	1,0	0,9	1,9	8,77

Синхронная частота вращения 750 мин⁻¹

4A71B8Y3	0,25	680	1,6	1,2	1,7	1,85·10 ⁻³
4A80A8Y3	0,37	675	1,6	1,2	1,7	3,37·10 ⁻³
4A80B8Y3	0,55	700	1,6	1,2	1,7	4,05·10 ⁻³
4A90LA8Y3	0,75	700	1,6	1,2	1,7	6,75·10 ⁻³
4A90LB8Y3	1,1	700	1,6	1,2	1,7	8,62·10 ⁻³
4A100L8Y3	1,5	700	1,6	1,2	1,7	1,3·10 ⁻²
4A112MA8Y3	2,2	700	1,8	1,4	2,2	1,75·10 ⁻²
4A112MB8Y3	3,0	700	1,8	1,4	2,2	2,5·10 ⁻²
4A132S8Y3	4,0	720	1,8	1,4	2,2	4,25·10 ⁻²
4A132M8Y3	5,5	720	1,8	1,4	2,2	5,75·10 ⁻²
4A160S8Y3	7,5	730	1,4	1,0	2,2	0,137
4A160M8Y3	11	730	1,4	1,0	2,2	0,18
4A180M8Y3	15	730	1,2	1,0	2,0	0,25
4A200M8Y3	18,5	735	1,2	1,0	2,0	0,40
4A200L8Y3	22	730	1,2	1,0	2,0	0,452
4A225M8Y3	30	735	1,2	1,0	2,0	7,37
4A250S8Y3	37	735	1,2	1,0	2,0	1,15
4A250M8Y3	45	740	1,2	1,0	2,0	1,36
4A280S8Y3	55	735	1,2	1,0	1,9	1,178
4A280M8Y3	75	735	1,2	1,0	1,9	4,12
4A315S8Y3	90	740	1,0	0,9	1,9	4,92
4A35M8Y3	110	740	1,0	0,9	1,9	5,85
4A355S8Y3	132	740	1,0	0,9	1,9	9,04
4A355M8Y3	160	740	1,0	0,9	1,9	10,20

Синхронная частота вращения 600 мин⁻¹

4A250S10Y3	30	590	1,2	1,0	1,9	1,36
4A250M10Y3	37	590	1,2	1,0	1,9	1,60
4A280S10Y3	37	590	1,0	1,0	1,8	3,60
4A280M10Y3	45	590	1,0	1,0	1,8	3,78
4A315S10Y3	55	590	1,0	0,9	1,8	5,25
4A315M10Y3	75	590	1,0	0,9	1,8	6,17
4A355S10Y3	90	590	1,0	0,9	1,8	9,32
4A355M10Y3	110	590	1,0	0,9	1,8	10,86

Синхронная частота вращения 500 мин⁻¹

4A315S12Y3	45	490	1,0	0,9	1,8	5,25
4A315M12Y3	55	490	1,0	0,9	1,8	6,17
4A355S12Y3	75	490	1,0	0,9	1,8	9,32
4A355M12Y3	90	495	1,0	0,9	1,8	10,86

1	2	3	4	5	6	7
Двигатели защищенные						
Синхронная частота вращения 3000 мин ⁻¹						
АН160S2Y3	22	2915	1,3	1,0	2,2	$4,25 \cdot 10^{-2}$
АН160M2Y3	30	2915	1,3	1,0	2,2	$5,49 \cdot 10^{-2}$
АН180S2Y3	37	2945	1,2	1,0	2,2	$8,0 \cdot 10^{-2}$
АН180M2Y3	45	2945	1,3	1,0	2,2	$9,25 \cdot 10^{-2}$
АН200M2Y3	55	2940	1,3	1,0	2,2	0,16
АН200L2Y3	75	2940	1,3	1,0	2,2	0,19
АН225M2Y3	80	2945	1,2	1,0	2,2	0,237
АН250S2Y3	110	2950	1,2	1,0	2,2	0,442
АН250M2Y3	132	2945	1,2	1,0	2,2	0,495
АН280S2Y3	160	2960	1,2	1,0	2,2	0,775
АН280M2Y3	200	2960	1,2	1,0	2,2	1,02
АН315M2Y3	250	2970	1,0	0,9	1,9	0,17
АН355S2Y3	315	2970	1,0	0,9	1,9	0,24
АН355M2Y3	400	2970	1,0	0,9	1,9	0,285

Синхронная частота вращения 1500 мин⁻¹

АН160S4Y3	18,5	1450	1,3	1,0	2,1	$9,24 \cdot 10^{-2}$
АН160M4Y3	22	1458	1,3	1,0	2,1	0,118
АН180S4Y3	30	1465	1,2	1,0	2,2	0,177
АН180M4Y3	37	1470	1,2	1,0	2,2	0,217
АН200M4Y3	45	1475	1,2	1,0	2,2	0,345
АН200L4Y3	55	1475	1,2	1,0	2,2	0,422
АН225M4Y3	75	1475	1,2	1,0	2,2	0,602
АН250S4Y3	90	14,8	1,2	1,0	2,2	0,882
АН250M4Y3	110	1475	1,2	1,0	2,2	0,957
АН280S4Y3	132	1470	1,2	1,0	2,0	1,82
АН280M4Y3	160	1470	1,2	1,0	2,0	2,13
АН315S4Y3	200	1475	1,2	0,9	2,0	3,25
АН315M4Y3	250	1475	1,2	0,9	2,0	3,7
АН355S4Y3	315	1485	1,2	0,9	2,0	5,75
АН355M4Y3	400	1485	1,2	0,9	2,0	6,99

Синхронная частота вращения 1000 мин⁻¹

АН180S6Y3	18,3	975	1,2	1,0	2,0	0,187
АН180M6Y3	22	975	1,2	1,0	2,0	0,235
АН200M6Y3	30	975	1,2	1,0	2,0	0,377
АН200L6Y3	37	280	1,2	1,0	2,0	0,43
АН225M6Y3	45	680	1,2	1,0	2,0	0,702
АН250S6Y3	55	985	1,2	1,0	2,0	1,09
АН250M6Y3	75	985	1,2	1,0	2,0	1,32
АН280S6Y3	90	980	1,2	1,0	2,0	2,50
АН280M6Y3	110	980	1,2	1,0	2,0	2,87
АН315S6Y3	132	985	1,2	0,9	1,9	4,44
АН315M6Y3	160	985	1,2	0,9	1,9	5,12
АН355S6Y3	200	985	1,2	0,9	1,9	7,80
АН355M6Y3	250	985	1,2	0,9	2,0	9,50

1	2	3	4	5	6	7	8
Синхронная частота вращения 750 мин ⁻¹							
4AH180S8Y3	15	730	1,2	1,0	1,9	0,235	
4AH180M8Y3	18,5	730	1,2	1,0	1,9	0,297	
4AH200M8Y3	22	430	1,2	1,0	1,9	0,489	
4AH200L8Y3	30	730	1,2	1,0	1,9	0,582	
4AH225M8Y3	37	735	1,2	1,0	1,9	0,825	
4AH250S8Y3	45	770	1,2	1,0	1,9	1,19	
4AH250M8Y3	55	735	1,2	1,0	1,9	1,40	
4AH280S8Y3	75	735	1,2	1,0	1,9	3,0	
4AH280M8Y3	90	735	1,2	1,0	1,9	3,37	
4AH315S8Y3	110	735	1,2	0,9	1,9	6,07	
4AH315M8Y3	132	735	1,2	0,9	1,9	6,99	
4AH355S8Y3	160	740	1,1	0,9	1,9	9,75	
4AH355M8Y3	200	740	1,1	0,9	1,9	11,87	

Синхронная частота вращения 600 мин⁻¹

4AH280S10Y3	45	585	1,0	1,0	1,8	3,23	
4AH280M10Y3	55,0	585	1,0	1,0	1,8	3,75	
4AH315S10Y3	75,0	590	1,0	0,9	1,8	5,62	
4AH315M10Y3	90,0	590	1,0	0,9	1,8	6,62	
4AH355S10Y3	110	590	1,0	0,9	1,8	9,67	
4AH355M10Y3	132	590	1,0	0,9	1,8	10,99	

Синхронная частота вращения 500 мин⁻¹

4AH315S12Y3	55,0	490	1,0	0,9	1,8	5,62	
4AH315M12Y3	75,0	490	1,0	0,9	1,8	6,62	
4AH355S12Y3	90,0	490	1,0	0,9	1,8	9,67	
4AH355M12Y3	110	490	1,0	0,9	1,8	10,99	

Примечания: 1. Двигатели предназначены для переменного тока частоты 50 Гц.

2. Номинальные напряжения двигателей мощностью: а) 0,06...0,37 кВт — 220 и 380 В; б) 0,055...11 кВт — 220, 380 и 600 В; в) 15...110 кВт — 220/380 и 380/660 В; г) 132...400 кВт — 380/660 В.

3. Обозначение двигателей — см. 1.7.

Редукторы цилиндрические горизонтальные двухступенчатые типа Ц2.
Техническая характеристика

Типоразмер редуктора				Ц2-250	Ц2-300	Ц2-350	Ц2-400	Ц2-500
номинальное число звездочек	фактическое	частота вращения быстроходного вала, мин ⁻¹	режим работы	мощность на быстроходном валу, кВт				
				5	6	7	8	9
50	50,94	750	Л	6,3	9,9	15	29,2	50
			С	4,2	7,4	11,1	19,4	37
			Т	2,42	3,9	5,9	7,9	18,75
			ВТ	1,67	2,63	3,96	7,7	13,5
		1000	Л	8,2	12,5	20	39	67,2
			С	5,66	9,5	14,2	19,3	45,5
			Т	2,87	4,75	7,25	9,6	22,9
			ВТ	2,2	3,52	4,86	10,3	13,9
		1500	Л	11,5	18,5	27,5	54,5	94
			С	7,66	11,2	18,4	25,7	59,6
			Т	3,8	7,6	9,2	13,6	32,2
			С	8,1	14,6	21,8	28,1	64
		1500	Т	4	7,8	12,4	14,2	32,3
			ВТ	3,54	5,67	8,31	14,55	28
		1500	Л	17	27,5	40	61,6	139
			С	10,3	19,3	30,2	31,4	77
			Т	5,7	13,5	16,7	16,8	43
			ВТ	4,45	6,88	9,5	18,6	34,8
25	24,9	750	Л	12,5	19	30	60	
			С	9,25	16,1	22,4	35	
			Т	5,6	9,7	13,5	17,5	
			ВТ	3,36	5,3	7,95	15,6	
		1000	Л	14	20	36	70,5	
			С	11,7	18,3	27,1	42,2	
			Т	6,15	9,3	14,5	21,1	
			ВТ	4,05	6,36	9,53	18,75	
		1500	Л	11,5	33	54	96	
			С	16,3	21,2	39,5	45	
			Т	8,2	16,2	19,4	27,8	
			ВТ	2,6	4,22	6,17	12,1	21,2
40	41,34	750	Л	7,5	11,5	18,4	36,2	62
			С	5,6	8,3	13,4	23,2	42,2
			Т	2,85	4,5	6,8	11,1	22,4
			ВТ	2	3,19	4,77	9,25	16,1
		1000	Л	9,8	14	22	43,5	75
			С	6,95	11,2	16,3	28,1	55
			Т	3,43	5,9	8,2	14,2	27,5
			ВТ	2,39	3,81	5,56	11,1	19,4
		1500	Л	13	21	31,5	62	107
			С	8,85	12,3	22,5	31,4	70,2
			Т	4,5	8,9	10,7	16,8	35,8
			ВТ	3,02	4,72	7,15	14	23,6
31,5	32,42	750	Л	10,5	14,5	20	48,5	83
			С	6,62	10,4	16,6	23,2	52,7
			Т	3,6	6,4	10,3	11,1	26,3
			ВТ					

1	2	3	4	5	6	7	8	9
			BT	2,94	4,46	6,95	11	23,4
		1000	Л	11,5	18	27,5	54	100
			BT	5,72	9,12	12,5	23,9	
20	19,8	750	Л	15	24	36	71,5	
			С	11,1	17,8	26,9	46,5	
			Т	5,9	9,3	14	24,1	
			BT	3,94	5,2	9,25	18,1	
		1000	Л	17	29	43,5	77	
			С	14	20,6	33,5	49,4	
			Т	7,8	11,2	16,9	25	
			BT	4,08	7,57	11,3	20	
		1500	Л	27,5	40	59,5	116	
			С	16,6	26,5	43,7	58,2	
			Т	9,7	20	20,4	38,7	
			BT	7,18	10,4	15,4	29,9	
16	16,3	750	Л	18,5	29	44	86,5	
			С	13,5	21,6	32	53,6	
			Т	6,7	10,7	15,9	31,3	
			BT	4,46	7,04	10,5	20,3	
		1000	Л	20	31,5	47	92	
			С	18,3	25	37,1	54,3	
			Т	8,2	11,8	19,7	32,2	
			BT	5,83	8,25	12,7	24,4	
		1500	Л	32,5	43	71	138	
			С	21,4	31,6	50,5	73,6	
			Т	9,95	20,6	23	45,2	
			BT	7,9	12,6	18,8	36,6	
12,5	12,41	750	Л	25,5	33,5	55	91	
			С	15,9	25	43,5	53,6	
			Т	9,9	15,9	23,4	31,3	
			BT	6,53	10,5	14,1	27,7	
		1000	Л	25	35,5	62	107,5	
			С	19,6	31,2	50,7	54,5	
			Т	11,2	16,3	26,3	32,2	
			BT	8,25	12,25	18,6	31,2	
		1500	Л	40,5	53	96,5	152,3	
			С	22,1	39,8	70	81	
			Т	13,3	28,9	34,7	65,2	
			BT	11,75	18,65	27,7	49,7	
10	9,8	750	Л	30,5	40	65	94	
			С	18,9	35,7	52	58,8	
			Т	11,7	18,7	25,4	35,2	
			BT	8,2	11,8	17,8	36,6	
		1000	Л	30,5	43	78	127	
			С	20,2	39,7	61,2	68,5	
			Т	12,5	19,4	31,4	48,2	
			BT	9,72	15,5	22,9	44,2	
		1500	Л	49,5	62,5	11,75	178	
			С	27	48,2	84,7	91,3	
			Т	16,9	33,6	40	61	
			BT	14,8	23,6	35,2	58,4	
8	8,32	750	Л	33	46	76		
			С	23	40,3	61		
			Т	13,4	21,1	28,8		
			BT	8,8	13,9	24,5		

Редукторы цилиндрические вертикальные трехступенчатые крановые типа ВК. Техническая характеристика

Исполнение	n _б	Типоразмер редуктора									
		ВК-475					ВК-550				
		"	N _б			T _{т. наиб}	"	режим работы			T _{т. наиб}
			режим работы					режим работы			
			Л	С	Т			Л	С	Т	
I	600	109,61	1,4	1,2	1,0	7880	126,79	1,7	1,5	1,3	11 340
	750		1,8	1,5	1,3	7800		2,1	1,9	1,6	11 280
	1000		2,3	2	1,7	7580		2,8	2,5	2,1	11 220
II	600	59,92	2,8	2,4	2	7520	68,28	3,2	2,8	2,3	11 200
	750		3,4	3	2,5	7380		4	3,4	2,9	11 100
	1000		4,4	3,8	3,2	7120		5,2	4,5	3,9	11 000
III	600	29,06	6	5,2	4,4	6480	32,9	6,4	5,6	4,7	10 900
	750		7,4	6,5	5,5	6280		7,6	6,6	5,6	10 750
	1000		9,2	8,1	6,9	5940		9,4	8,2	6,9	10 500
IV	600	19,68	7	6,1	5,2	5460	17,72	11,5	10	8,5	9200
	750		8,2	7,1	6	5150		14,2	12,3	10,5	8600
	1000		9,6	8,3	7,1	4700		18,4	16	13,6	7760

Примечание. N_б — мощность на быстроходном валу, кВт; T_{т. наиб} — наибольший кратковременно допустимый момент на тихоходном валу, Н·м; n_б — частота вращения быстроходного вала, мин⁻¹; и — передаточное число редуктора.

Расчетный КПД редуктора $\eta = 0,91$. Редукторы изготавливаются 115, 116, 119 вариантов сборки по ГОСТ 20373—80 (см. табл. III.4.1). Обозначение редукторов — см. параграф 1.8.

Таблица 3

Редукторы коническо-цилиндрические горизонтальные трехступенчатые типа КЦ2. Техническая характеристика

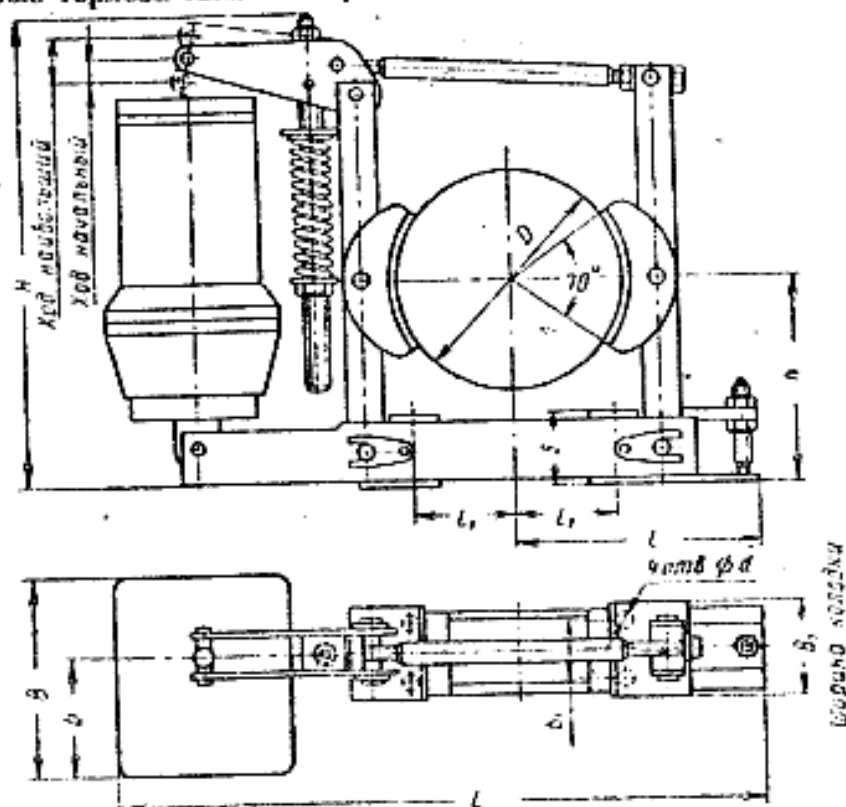
Исполнение	Передаточное число	n _б	Типоразмер редуктора							
			КЦ2-500		КЦ2-500		КЦ2-500		КЦ2-500	
			N _б	T _{т. наиб}	N _б	T _{т. наиб}	N _б	T _{т. наиб}	N _б	T _{т. наиб}
I	182	600	0,7	8900	2,5	30 000	5,9	71 500	14	170 000
		1000	1,2		4,2		9,8		23	
		1500	1,7		6,2		14,7		35	
II	118	600	1,1	8900	3,8	30 000	9,1	71 500	22	170 000
		1000	1,6		6,4		15		36	
		1500	2,7		9,6		23		54	
III	73	600	1,8	9350	6,5	31 600	15,6	75 500	37	170 000
		1000	3		10,8		26		61	
		1500	4,6		16,4		39		86	
IV	43,4	600	3,6	11 100	13	36 900	31	88 500	65	210 000
		1000	6		21		50		103	
		1500	9		29		71		146	
V	28,3	600	5	11 100	13,5	36 600	39	88 500	65	209 000
		1000	7,9		21		60		103	
		1500	10,8		29		86		146	

Примечание. N_б — мощность на быстроходном валу, кВт; T_{т. наиб} — наибольший кратковременно допустимый момент на тихоходном валу, Н·м; n_б — частота вращения быстроходного вала, мин⁻¹.

Расчетный КПД редуктора $\eta = 0,91$. Редуктор изготавливается 211, 212, 215 вариантов сборки по ГОСТ 20373—80 (см. табл. III.4.1). Обозначение редукторов — см. параграф 1.8.

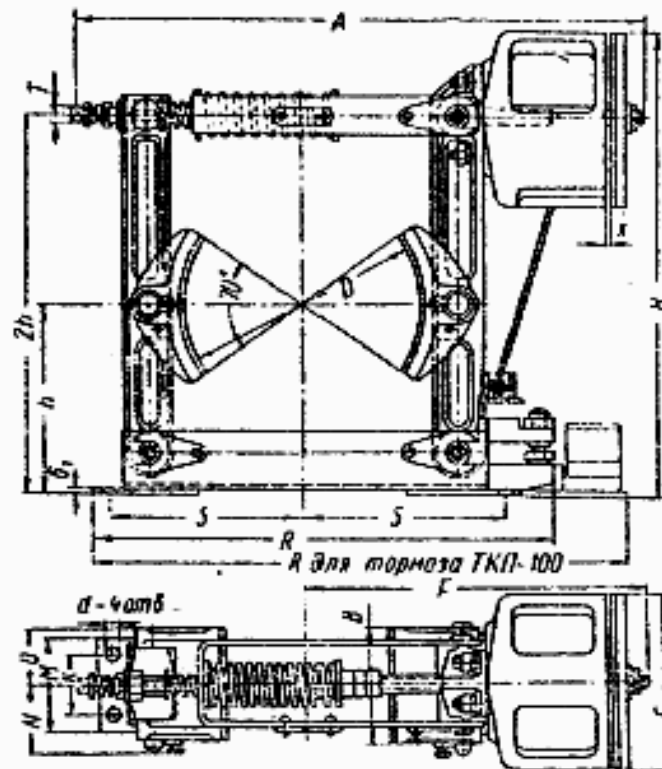
Колодочные тормоза

Колодочные тормоза типа ТТ переменного тока. Характеристика и размеры



Типоразмер тормоза	Тормозной момент номинальный в Н·м	Тормозной шкив		Относ. износ шин наибольший, %	Время, с				Допустимые		Масса, кг		
		Диаметр, мм	Ширина, мм		акторизация, плавное	пасторизация, плавное	пасторизация, плавное	пасторизация, плавное	число включений	процент выключения			
ТТ-160	1000	160	75	1,0	0,2	0,2	1	1	720	100%	18,8		
ТТ-200	2000	200	95	1,3	0,3	0,3	8	8			35,5		
ТТ-250	5000	250	105	1,2	0,25	0,3	4	4			39,2		
ТТ-320	8000	320	135	1,85	0,3	0,25	3	3			89,0		
Гидродвигатель													
Типоразмер тормоза	Тип	Тяговое усилие, наибольшее Н · 10 ⁻³	Ход поршня, мм	Электродвигатель				Род тока и напряжение					
				Тип	Мощность, Вт	Число оборотов в минуту							
ТТ-160	ТЭГ 16	16	25	ДГТ 200	200	2850	Трехфазный, 220/380 В						
ТТ-200	ТЭГ 25	25	32	ДГТ 200	200	2850							
ТТ-250	ТЭГ 35	35	50	ДГТ 200	200	2850							
ТТ-320	ТЭГ 50	50	50	ДГТ 200	200	2850							
Размеры, мм													
Типоразмер тормоза	D	L	l	l ₁	B	B ₁	b	b ₁	H	h	d	Ход	
												нормальный	наибольший
ТТ-160	160	445	150	70	108	70	102	26	335	125	12	11	22
ТТ-200	200	551	195	90	106	90	130	38	390	170	13	14	28
ТТ-250	250	610	230	110	196	150	120	60	418	200	18	30	55
ТТ-320	320	735	265	160	212	150	120	80	500	270	18	30	65

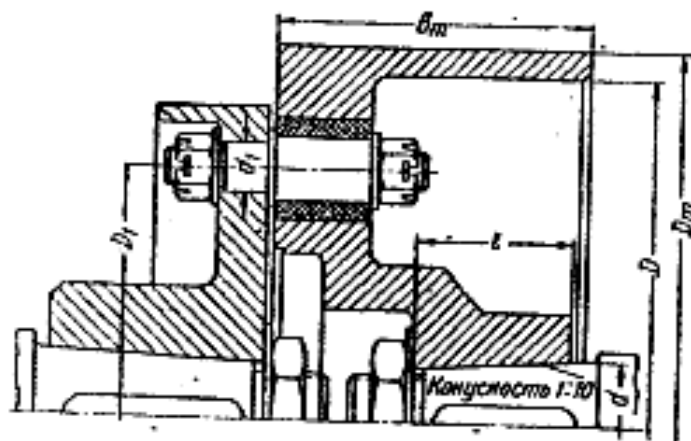
Колодочные тормоза типа ТКП постоянного тока.
Характеристика и размеры



Типоразмер тормоза	Ширина тормозной колодки B , мм	Диаметр тормозного шпиня D_1 , мм	Тормоз- ной момент, $H \cdot m \cdot 10^{-1}$		Давление, $кг/см^2$	Отход колодки, мм		Момент магнита, $H \cdot m \cdot 10^{-1}$		Тип элек- тромаг- нита	Масса тормоза, кг	Ход штока, мм			
			11В 25%	11В 40%		нормальный	максималь- ный	11В 25%	11В 40%			нормальный	максималь- ный		
ТКП-100	70	100	200	160	1,4	0,4	0,6	25	20	МП-100	12,5	1,2	2,0		
ТКП-200/100	90	200	400	320	1,5	0,4	0,6	25	20	МП-100	25	1,2	2		
ТКП-200	90	200	1600	1300	2,0	0,5	0,8	100	80	МП-200	34	2	3		
ТКП-300/100	140	300	2400	2000	0,9	0,5	0,8	100	80	МП-200	65	2	3		
ТКП-300	140	300	5000	4400	1,9	0,7	1,0	215	180	МП-300	84	2,5	4		
Типоразмер тормоза	Размеры, мм														
	A	E	F	H	K	M	N	O	P	S	T	δ	h	δ ₁	d
ТКП-100	356	118	213	259	40	65	46	37	325	110	8×8	4	100	6	15
ТКП-200/100	504	118	280	400	60	90	55	47	430	175	11×11	6	170	8	20
ТКП-200	534	168	310	424	60	90	55	47	430	175	11×11	6	170	8	20
ТКП-300/100	661	168	371	564	80	120	81	72	540	250	14×14	8	240	12	20
ТКП-300	711	220	421	590	80	120	81	72	540	250	14×14	8	240	12	20

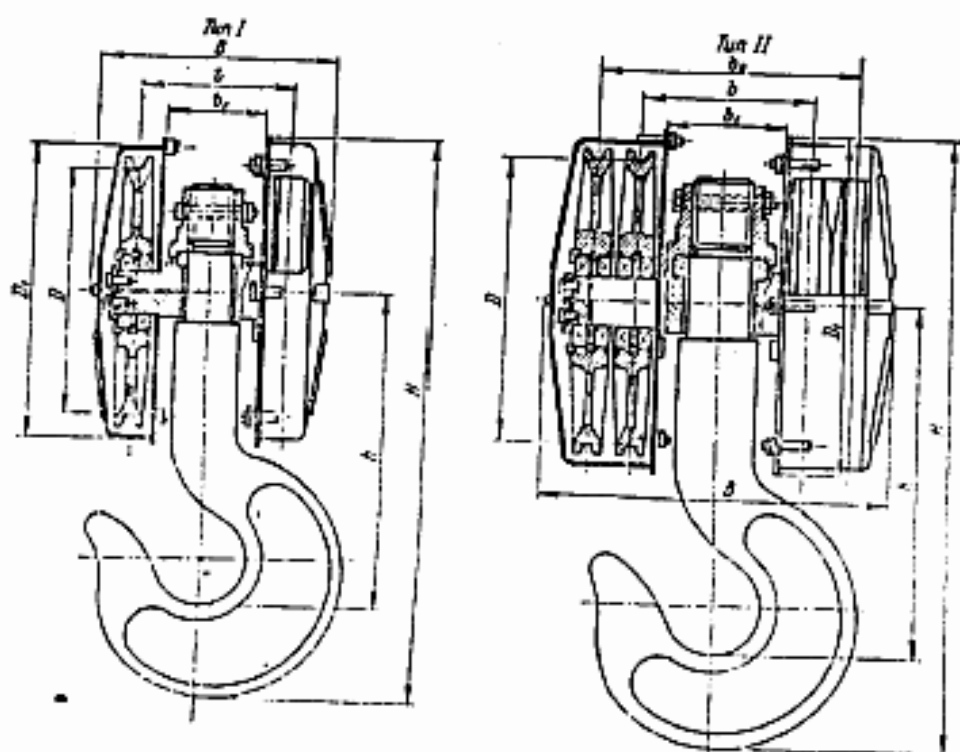
Тормозные шкивы полумуфты

Размеры в мм



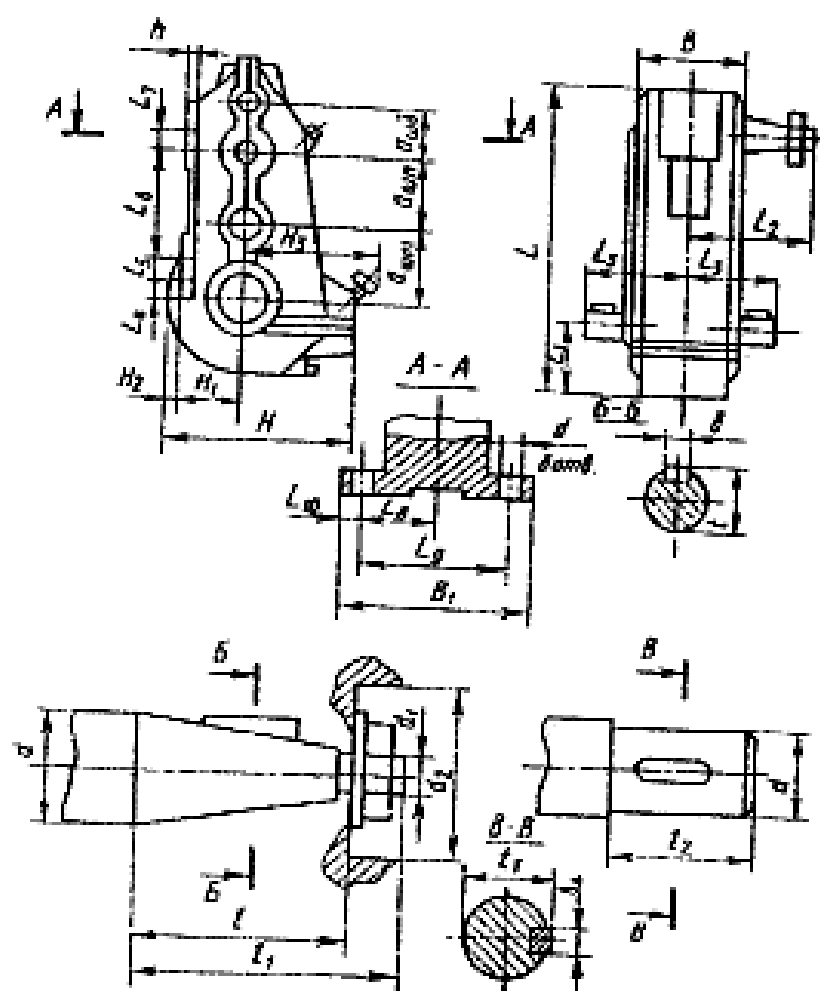
Поверхность трения шкива		D	D_1	Цилиндрическая расточка, не более		Коническая рас- точка, не более		d_1	Число паль- цев
Диаметр D_m	Ширина B_m			l	d	l	d		
200	95	185	140	110	50	80	49,5	20	4
300	145	280	190	110	60	105	69,5	20	6
400	185	370	250	150	70	130	89,5	35	6
500	210	470	290	—	—	130	89,5	35	8
600	265	570	400	—	—	135	89,5	40	8

Подвески крюковые (ВНИИПТМаш). Основные данные

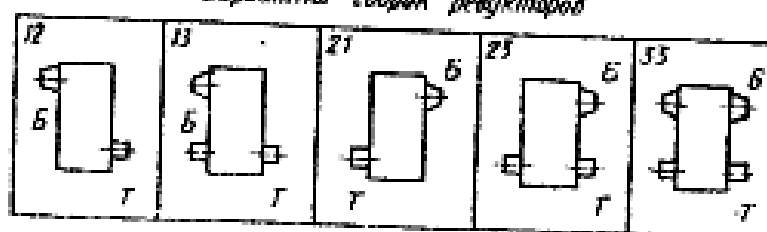


Грузоподъемность, т	Режим работы	Тип	Диаметр каната, мм	Размеры, мм					Масса, кг
				D	B	b	b ₁	H	
3,2	Т	I	9,2	320	305	200	—	570	68
5	Т	I	12	400	370	225	—	732	100
5	С	I	11	320	305	200	—	612	72
5	Л	I	11	320	305	200	—	612	72
8	Т	I	15	450	400	266	—	857	190
8	С	I	14	400	370	225	—	760	106
8	Л	I	13	320	305	200	—	668	96
12,5	Т	II	15	450	564	270	342	922	306
12,5	С	I	17,5	450	400	266	—	888	198
12,5	Л	I	17	400	370	225	—	825	128
20	С	II	17,5	450	564	270	342	978	325
20	Л	I	20	450	400	266	—	982	233
32	С	II	20	560	830	306	462	1187	586
32	Л	II	20	450	578	290	433	1082	426
50	С	II	25	670	710	346	522	1463	980

Редукторы крановые механизмов передвижения



Варианты сборки редукторов



Редукторы цилиндрические вертикального исполнения типа ВКУ-500М, 610М, 765М, 965М

Основные размеры редукторов типа ВКУ (см. рис.)

Таблица 1

Тип редуктора	Размеры, мм									
	B	b	d	H	H ₁	H ₂	H ₃	a	L	L ₁
ВКУ-500М	320	360	17	475	160	40	310	30	840	200
ВКУ-610М	365	390	17	585	250	—	380	35	1000	240
ВКУ-765М	435	445	26	675	290	—	470	40	1220	284
ВКУ-965М	560	630	33	920	320	75	610	45	1555	385

Продолжение табл. I

Типоразмер редукторов	Размеры, мм									Масса, кг
	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	
ВКУ-500М	305	310	85	70	240	70	160	320	20	330
ВКУ-610М	325	355	90	70	375	70	152,5	305	22,5	450
ВКУ-765М	370	440	45	110	440	110	192,5	385	30	800
ВКУ-965М	450	495	75	120	570	120	270	540	40	1500

Таблица 2

Размеры тихоходных концевых швов, мм (см. рис.)

Типоразмер редуктора	Параметры сборки по ГОСТ 20373-74	d	t_1	Δ_1	t_2
ВКУ-500М	12; 13;	65	105	18	71
ВКУ-610М	21; 23;	80	130	22	88
ВКУ-765М	33	125	165	32	136
ВКУ-965М	13; 23; 33	125	165	32	136
	12; 21	140	200	36	152

Таблица 3

Размеры быстроходных концевых швов, мм (см. рис.)

Типоразмер редуктора	d	d_1	d_2	r	t_1	Δ	r
ВКУ-500М	40	М 24 × 2	75	85	110	10	71
ВКУ-610М	40	М 24 × 2	75	85	110	10	21
ВКУ-765М	50	М 36 × 3	95	85	110	12	36
ВКУ-965М	65	М 42 × 3	100	108	130	16	55,9

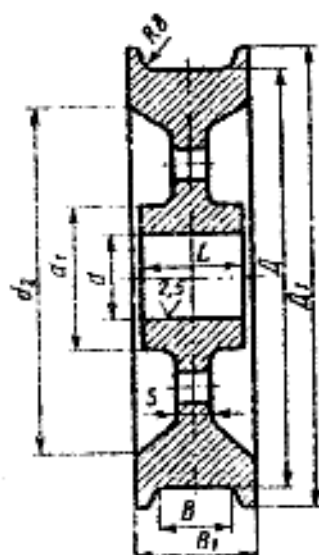
Таблица 4

Основные параметры редукторов типа ВКУ (см. рис.)

Типоразмер редуктора	Межосевое расстояние a , мм	Нормальное передаточное число	Подъемная мощность, кВт	Номинальный крутящий момент на выход. Н·м
ВКУ-500М	500	20; 28; 63	7,6 ... 18,6	3320 ... 4500
ВКУ-610М	610	14; 25; 40; 80; 112	8,4 ... 47,6	6000 ... 8500
ВКУ-765М	765	18; 20; 22; 4; 25; 31; 5; 35,5; 12 ... 75,5; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140		12200 ... 18000
ВКУ-965М	965	16; 18; 20; 22,4; 25; 28; 31,5; 21,5 ... 157; 33,5; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140		10750 ... 22200

Колеса крановые

Основные размеры крановых колес типа КЗР, мм



D	D_1	d	d_1	d_2	B	B_1	S	L	Масса, кг
200	230	50	80	175	50	80	18	80	20
250	290	55	85	220	70	110	18	110	30
320	360	70	120	275	80	120	20	120	50
400	450	95	150	350	80-110	130-150	25	120-130	90
500	550	110	170	440	90-100	150	35	135	140
		115	175					150	
560	600	100	230	500	90	130	35	180	200
		150	310						
630	680	135	200	530	90-130	140-180	35-40	150	250
710	770	135-180	200-290	640	100-150	150-200	35-60	150-200	410
800	880	155-165	240-360	720	100-170	150-250	35-70	150-170	640
		200-220						200-230	
900	980	175-190	280	820	120-150	190-210	45	170-190	490
1000	1080	220	340	880	170	250	70	230	890

Примечания. 1. Размеры шпоночного пазы - по ГОСТ 23360-78.

2. Для неприводных колес допускается бесшпоночное соединение.