

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»  
Высшая школа технологии и энергетики  
Кафедра основ конструирования машин**

# **РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА**

Методические указания для студентов всех форм обучения  
по направлению подготовки:

15.03.02 — Технологические машины и оборудование

Составитель:  
А.Б. Коновалов

Санкт-Петербург  
2021

Утверждено  
на заседании кафедры ОКМ  
15.04.2021 г., протокол № 8

Рецензент В.И. Сидельников

Методические указания соответствуют программе и учебному плану дисциплины «Основы проектирования» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование». В указаниях представлен порядок расчетов механизма подъема грузоподъемных кранов, содержатся сведения, необходимые для расчета и проектирования механизмов подъема грузоподъемных кранов при выполнении курсового проекта по дисциплине.

Методические указания предназначены для бакалавров очной и заочной форм обучения.

Утверждено Редакционно-издательским советом ВШТЭ СПбГУПТД в качестве методических указаний.

Редактор и корректор Н.П. Новикова  
Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2021 г., поз.30

---

Подписано к печати 11.06.21.	Формат 60x84/16.	Бумага тип № 1.
Печать офсетная.	Печ.л.4,0.	Уч.-изд. л. 4,0.
Тираж 30 экз.	Изд. № 30.	Цена «С».
		Заказ №

---

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД,  
198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
1. Расчет механизма подъема груза.....	5
2. Компоновка механизма подъема.....	19
Библиографический список.....	26
Приложение А. Размеры и параметры канатов типа ЛК-Р.....	27
Приложение Б. Размеры и параметры канатов типа ЛК-РО.....	28
Приложение В. Размеры профиля канавок барабана.....	29
Приложение Г. Основные размеры прижимных накладок для крепления каната на барабанах.....	30
Приложение Д. Основные технические характеристики крановых электродвигателей с фазным и короткозамкнутым ротором.....	31
Приложение Е. Основные технические характеристики редукторов Ц2.....	36
Приложение Ж. Горизонтальные двухступенчатые редукторы 1Ц2У.....	41
Приложение И. Редукторы цилиндрические двухступенчатые 1Ц2У, 1Ц2Н....	46
Приложение К. Колодочные тормоза.....	50
Приложение Л. Муфты зубчатые.....	56
Приложение М. Муфты зубчатые с тормозными шкивами.....	60
Приложение Н. Муфты втулочно-пальцевые с тормозными шкивами.....	61

## Предисловие

Грузоподъемный кран общепромышленного назначения мостового типа содержит обычно три механизма: механизм подъема, механизм передвижения крана и механизм передвижения грузовой тележки. Кран стрелового типа может содержать еще и механизм поворота. В отдельных случаях некоторые из механизмов могут отсутствовать, но механизм подъема имеется на любом кране. Механизм подъема может устанавливаться на грузовой тележке и перемещаться вместе с ней или на металлоконструкции крана и быть стационарным.

Механизм подъема состоит из электродвигателя, редуктора, канатного барабана, полиспаста, грузозахватного устройства (в большинстве случаев это крюковая подвеска), тормоза и соединительных муфт.

Приведенная в работе методика расчета механизма подъема адаптирована для учебных целей, а приведенный пример расчета окажет студентам помощь при оформлении расчетно-пояснительной записки.

Большой объем приложений содержит необходимый при выполнении курсового проекта справочный материал.

## 1. Расчет механизма подъема груза

Исходными данными при проектировании являются: грузоподъемность крана  $Q$ , т; максимальная высота подъема  $H$ , м; скорость подъема  $v$ , м/мин; группа режима работы согласно ГОСТ 25835-83 или ИСО 4300/1; размещение крана (на открытой площадке или в помещении); тип крана.

Расчет механизма подъема производится в следующей последовательности.

1. Выбирается схема полиспаста, определяется его кратность и вычерчивается общая схема подвески груза.

В тех случаях, когда сбегаящая с блока крюковой подвески ветвь каната поступает на барабан после направляющего блока, например, в стреловых кранах применяются одинарные полиспасты (рис. 1).

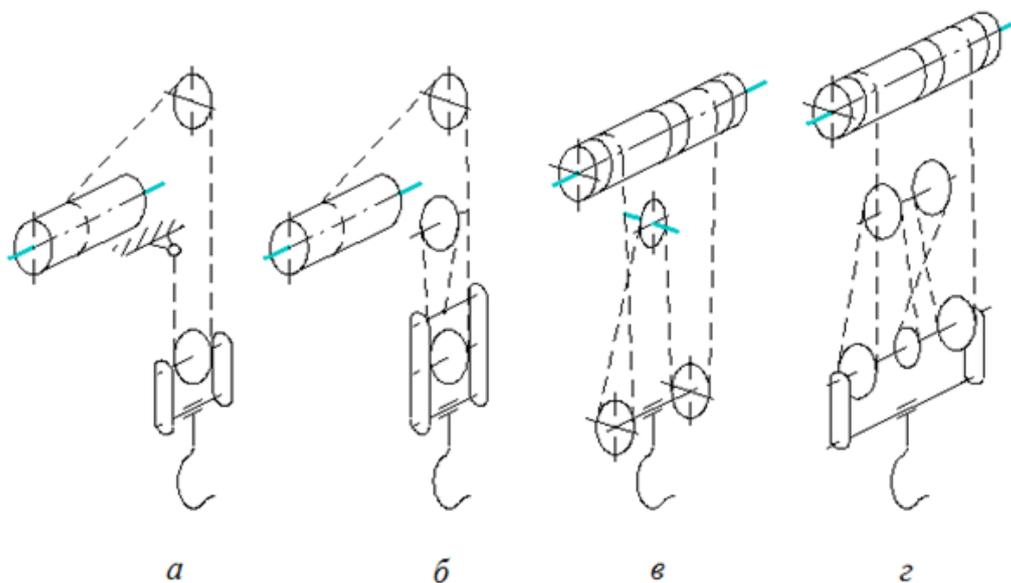


Рис. 1. Схемы полиспастов: *a* – одинарного кратностью 2; *б* – одинарного кратностью 3; *в* – сдвоенного кратностью 2; *г* – сдвоенного кратностью 3

Если же сбегаящая с блока крюковой подвески ветвь каната поступает на барабан непосредственно, как это имеет место в кранах мостового типа, то при применении одиночных полиспастов канат при навивке на барабан будет перемещаться вдоль оси барабана, а с ним перемещаются и нижние блоки крюковой подвески с подвешенным к ней грузом.

В сдвоенных полиспастах это не происходит, так как канаты всегда расположены на барабане симметрично. При сдвоенных полиспастах необходимо применять уравнильный блок или балансир. При четной кратности полиспас-

та уравнительный блок располагается на грузовой тележке, при нечетной кратности – на оси блоков крюковой подвески.

Кратность полиспаста выбирают в зависимости от грузоподъемности механизма (табл. 1).

Таблица 1 – Рекомендуемая кратность полиспастов

Сдвоенный полиспаст		Простой полиспаст	
Грузоподъемность, т	Кратность полиспаста $i_{\text{п}}$	Грузоподъемность, т	Кратность полиспаста $i_{\text{п}}$
до 8	2	до 1	1...2
10...16	2...3	1,25...6,3	2...3
20...32	3...4	8...16	3...4
40...50	4...5	20...32	5...6

2. Вычисляется КПД полиспаста  $\eta_{\text{п}}$  по формуле

$$\eta_{\text{п}} = \frac{(1 - \eta_{\text{бл}}^{i_{\text{п}}})}{i_{\text{п}}(1 - \eta_{\text{бл}})}, \quad (1)$$

где  $\eta_{\text{бл}}$  – КПД блока;

$i_{\text{п}}$  – кратность полиспаста.

3. Определяется расчетное усилие  $S$ , кН в канате, набегающем на барабан:

$$S = \frac{gQ}{k_{\text{в}} i_{\text{п}} \eta_{\text{п}} \eta_{\text{бл}}^a}, \quad (2)$$

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

$Q$  – грузоподъемность, т ;

$k_{\text{в}}$  – число ветвей каната, набегающих на барабан (при одинарном полиспасте  $k_{\text{в}} = 1$ , при сдвоенном полиспасте  $k_{\text{в}} = 2$ );

$i_{\text{п}}$  – кратность полиспаста;

$a$  – число отклоняющих блоков между полиспастом и барабаном.

Минимальное разрывное усилие  $F_{\text{мин}}$  в канате в соответствии с [1] рассчитывается по формуле

$$F_{\text{мин}} = SZ_{\text{р}},$$

где  $Z_{\text{р}}$  - коэффициент запаса прочности каната (табл. 2).

В грузоподъемных машинах в качестве тяговых канатов при однослойной навивке на барабан и нарезных канавках на нем широко применяются канаты типа ЛК - Р (6×19, ГОСТ 2688 - 80 проволок двух разных диаметров в верхнем слое пряди) и ЛК - РО (6×36, ГОСТ 7668 - 80, проволок одинакового и разного диаметров по отдельным слоям). Характеристики этих канатов выборочно приведены в приложениях А и Б.

Таблица 2 – Минимальные коэффициенты использования канатов  $Z_p$   
для грузоподъемных механизмов

Группа классификации механизма по ИСО 4301/2	Группа режима работы механизма по ГОСТ 34017-2016	Подвижные канаты	Неподвижные канаты
		$Z_p$	
M1	1М (при общем времени работы до 200 ч)	3,15	2,50
M2	1М (при общем времени работы от 200 до 400 ч)	3,35	
M3	1М (при общем времени работы от 400 до 800 ч)	3,55	3,00
M4	2М	4,00	3,50
M5	3М	4,50	4,00
M6	4М	5,60	4,50
M7	5М	7,10	5,00
M8	6М	9,00	

4. Определяются диаметры блоков и барабанов.

Минимальный диаметр барабана по центру навиваемого каната рассчитываем по формуле

$$D_1 = h_1 d_k,$$

где  $h_1$  – минимальный коэффициент выбора диаметров барабана (табл. 3).

Определив  $D_1$ , следует найти диаметр барабана по дну канавок

$$D_{10} = D_1 - d_k.$$

Полученное значение  $D_{10}$  следует округлить в большую сторону до стандартного значения из нормального ряда диаметров: 160; 200; 250; 320; 400; 450; 500; 630; 710; 800; 900 и 1000 мм. Затем следует уточнить значение  $D_1$ .

Диаметр рабочего блока по центру каната

$$D_2 \geq h_2 d_k,$$

где  $h_2$  – минимальный коэффициент выбора диаметров блоков (см. таблицу 3).

Диаметр блока по дну ручья  $D_{20} = D_2 - d_k$ . Диаметр уравнительного блока по центру каната

$$D_3 \geq h_3 d_k,$$

где  $h_3$  – минимальный коэффициент выбора диаметров уравнительных блоков (см. табл. 3).

Диаметр уравнильного блока по дну ручья  $D_{30} = D_3 - d_k$ . Диаметры блоков по дну ручья также необходимо округлить в большую сторону до стандартного значения.

Таблица 3 – Коэффициенты выбора диаметров барабана ( $h_1$ ), блока ( $h_2$ ) и уравнильного блока ( $h_3$ ) [1]

Группа классификации механизма по ИСО 4301/2	Группа режима работы механизма по ГОСТ 34017-2016	Коэффициенты выбора диаметров		
		$h_1$	$h_2$	$h_3^*$
M1	1М (при общем времени работы до 200 ч)	11,2	12,5	11,2/12,5
M2	1М (при общем времени работы от 200 до 400 ч)	12,5	14,0	12,5/14,0
M3	1М (при общем времени работы от 400 до 800 ч)	14,0	16,0	14,0/16,0
M4	2М	16,0	18,0	16,0/18,0
M5	3М	18,0	20,0	18,0/20,0
M6	4М	20,0	22,4	20,0/22,4
M7	5М	22,4	25,0	22,4/25,0
M8	6М	25,0	28,0	25,0/28,0

\* В числителе приведены минимальные значения коэффициента  $h_3$ , в знаменателе предпочтительные, рекомендуемые для уменьшения радиального давления на канат в зонах схода с блока при однослойной навивке на барабан в случаях, когда износ каната от изгиба является основным.

Допускается изменение коэффициента  $h_1$ , но не более чем на два шага по группе классификации в большую или меньшую сторону (см. табл. 3) с соответствующей компенсацией путем изменения величины  $Z_p$  (см. табл. 2) на то же число шагов в меньшую или большую сторону.

5. Выбирается типоразмер крюка [2] и производится расчет крюковой подвески [3]:

- выбирается тип подвески (нормальная или удлиненная), вычерчивается ее схема;
- выбирается упорный подшипник;
- выбираются подшипники блоков подвески;
- определяются размеры серьги расчетом на растяжение или смятие.

Крюковые подвески бывают двух типов: нормальные и укороченные. Укороченные подвески применяют для канатных одинарных и сдвоенных полиспастов с четной кратностью. В укороченной подвеске ось блоков и траверса крюка изготавливаются как одно целое, а крюк имеет удлиненный хвостовик (тип Б). С каждой стороны крюка располагается равное число блоков. Укороченные подвески имеют меньший размер по высоте по сравнению с нормальными подвесками. Это позволяет увеличить высоту подъема груза при прочих равных условиях.

При выборе нормальной подвески можно использовать ОСТ 24.191.08.81 «Подвески крюковые крановые. Конструкция и размеры». Срок действия этого ОСТа истек, однако при выполнении курсового проекта можно использовать приведенные в нем конструкции основных узлов подвески.

При выборе типоразмера крюковой подвески необходимо соблюдение двух условий:

- а) грузоподъемность крюковой подвески не должна быть меньше заданной грузоподъемности:  $Q_n \geq Q$ ;
- б) группа режима работы крюковой подвески должна соответствовать группе режима работы механизма.

После выбора крюковой подвески необходимо выписать ее условное обозначение и техническую характеристику. Эскиз подвески приводится в расчетно-пояснительной записке. На эскизе приводятся габаритные и присоединительные размеры.

#### б. Производятся геометрический и прочностной расчеты барабана.

Конструкция барабана грузоподъемного крана определяется типом полиспаста. На рис. 2а показана расчетная схема барабана для сдвоенного полиспаста.

Барабан состоит из двух нарезных участков 1 и 3, а также двух крайних участков 4. В средней части барабана располагается гладкий участок 2 без нарезки.

На рис. 2б показана схема барабана для одинарного полиспаста, который состоит из нарезного участка 1, гладкого участка 4, расположенного на той стороне барабана, на которой к нему крепится канат, и реборды 5, расположенной на противоположной стороне барабана.

Значения шага нарезки и остальные ее параметры определяются в зависимости от диаметра каната и приведены в приложении В.

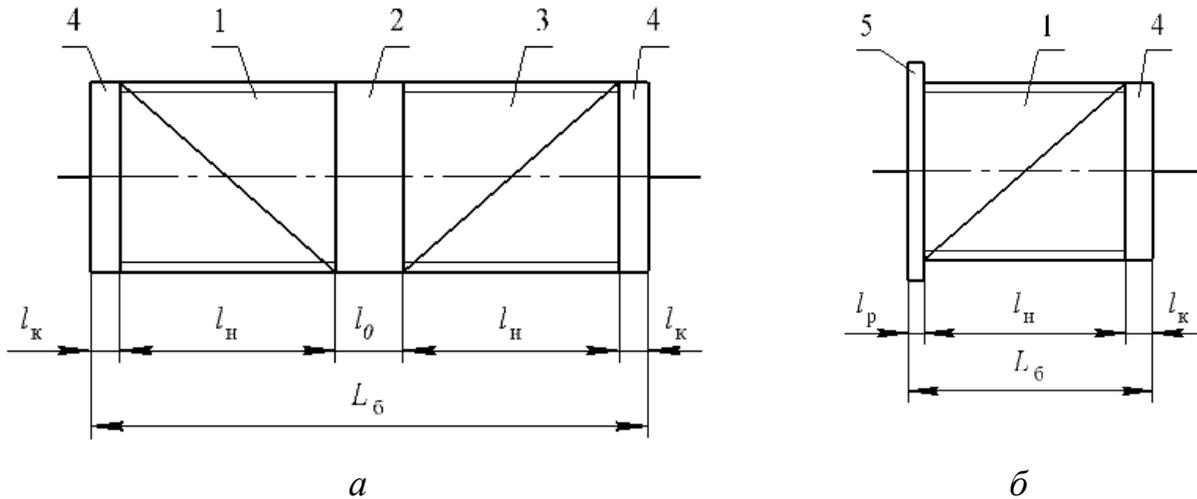


Рис. 2. Расчетная схема барабана: *a* – для двойного полиспаста; *б* – для одинарного полиспаста

Рабочая длина каната  $L_{\text{раб}}$ , соответствующая одному нарезному участку,

$$L_{\text{раб}} = H i_{\text{п.}}$$

Число рабочих витков каната определяется по формуле

$$z_{\text{р}} = \frac{L_{\text{раб}}}{\pi D_1}$$

Длина одного нарезного участка

$$l_{\text{н}} = t(z_{\text{р}} + z_{\text{непр}} + z_{\text{кр}}),$$

где  $z_{\text{непр}} = 2$  – число неприкосновенных витков, требуемых [4] для разгрузки деталей крепления каната на барабане;

$z_{\text{кр}} = 3 \dots 4$  – число витков для крепления конца каната.

Нарезка барабана механизма подъема должна быть выполнена так, чтобы при наиминимум положении грузозахватного органа на барабане оставалось не менее двух витков каната со стороны закрепления каната, не считая витков каната под зажимным устройством, а при полностью намотанном канате – не менее одного пустого витка нарезки.

Длина гладкого среднего участка может быть определена по формуле

$$B - 0,2h_{\text{min}} \leq l_0 \leq B + 0,2h_{\text{min}},$$

где  $B$  – расстояние между осями блоков крюковой подвески;

$h_{\text{min}}$  – минимальное расстояние между осью блоков крюковой подвески и осью барабана (предварительно можно принимать  $h_{\text{min б}} \approx 3D_2$ ).

Длина гладкого концевой участка, необходимого для закрепления заготовки барабана в станке при нарезании канавок, может быть определена по соотношению  $l_{\text{к}} = (4 \dots 5)d_{\text{к}}$ .

Толщина стенки барабана  $\delta$  определяется из условия прочности на сжатие и из технологических условий изготовления.

Из условия прочности толщину цилиндрической стенки барабана можно предварительно определить из условия прочности на сжатие по формуле

$$\delta_{\text{п}} = 0,95 \frac{S}{t[\sigma_{\text{сж}}]}, \text{ мм}, \quad (3)$$

где  $S$  – максимальное статическое натяжение каната, Н;

$t$  – шаг нарезки барабана, мм;

$[\sigma_{\text{сж}}]$  – допускаемое напряжение, МПа.

Из технологических соображений толщину стенки литого чугунного барабана приближенно определяют по эмпирической формуле

$$\delta = 0,02D_{10} + (6 \dots 10) \text{ мм},$$

а стенки стального барабана – по формуле

$$\delta = 0,01D_{10} + 3 \text{ мм}.$$

Из полученных значений  $\delta$  из условий прочности и технологии изготовления принимается большее значение с округлением в большую сторону до целого числа.

При длинных барабанах находят эквивалентные напряжения в оболочке барабана по четвертой теории прочности:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{(\sigma_{\text{и}} + \sigma_{\text{сж}})^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma],$$

где  $\sigma_{\text{и}}$  – напряжения изгиба в расчетном сечении;

$\sigma_{\text{сж}}$  – напряжение сжатия, определяемое по формуле (3);

$\tau$  – касательные напряжения, возникающие при кручении.

Из курса сопротивления материалов известно, что:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{и}}}{W} = \frac{M_{\text{и}} D_{\text{бар}}}{0,1(D_{10}^4 - D_{\text{вн}}^4)};$$
$$\tau = \frac{T}{W_{\rho}} = \frac{T D_{\text{бар}}}{0,2(D_{10}^4 - D_{\text{вн}}^4)},$$

где  $M_{\text{и}}$  – изгибающий момент в опасном сечении барабана (обычно в середине);

$T$  – крутящий момент на барабане, создаваемый грузом и грузозахватным приспособлением;

$W$  и  $W_{\rho}$  – осевой и полярный момент сопротивления расчетного сечения;

$D_{\text{вн}}$  – внутренний диаметр оболочки барабана ( $D_{\text{вн}} = D_{10} - 2\delta$ ).

Барабаны выполняют литыми из чугуна или из стали и сварными из стали. В механизмах подъема с группой режима работы 5М и 6М, а также в механизмах подъема кранов, транспортирующих расплавленный и раскаленный ме-

талл, жидкий шлак и другие вещества повышенной опасности, барабаны выполняют только из стали.

Рекомендуемые значения допускаемых напряжений для различных материалов, из которых изготавливают барабаны, даны в табл. 4.

Таблица 4 – Допускаемые напряжения при расчете стенок барабана

Материал	Предел текучести $\sigma_t$ , МПа	Предел прочности на изгиб $\sigma_{ви}$ , МПа	Допускаемые напряжения $[\sigma]$ , МПа для группы режима работы				
			1М	2М	3М	4М; 5М	6М
Сталь:							
ВСТЗсп	240	–	200	170	150	130	110
20	250	–	210	180	150	140	120
09Г2С	310	–	260	225	195	165	140
15ХСНД	350	–	280	240	210	175	150
35Л	280	–	230	210	170	140	120
55Л	350	–	260	230	200	165	140
Чугун:							
СЧ15	–	320	110	100	90	–	–
СЧ18	–	360	130	115	100	90	–
СЧ24	–	440	170	150	130	115	100

7. Выбирается способ крепления каната к барабану и производится расчет крепления.

Расчет крепления каната при помощи прижимной планки производится в следующей последовательности [5]:

- а) по диаметру каната выбирается прижимная планка (приложение Г);
- б) по диаметру отверстия в планке выбирается болт, винт или шпилька;
- в) определяется расчетное натяжение каната в месте его крепления

$$S_{расч} = S_{max}^{-f\alpha},$$

где  $S_{max}$  – максимальное натяжение каната;

$f = 0,1$  – коэффициент трения между канатом и барабаном;

$\alpha = 3\pi$  – регламентированный угол обхвата барабана неприкосновенными витками;

г) рассчитывают необходимое усилие прижатия каната планками

$$F = \frac{0,85kS_{расч}}{w},$$

где  $k = 1,25$  – коэффициент запаса;

0,85 – коэффициент, учитывающий уменьшение натяжения каната вследствие обхвата барабана крепёжными витками;

$w = 0,35$  – коэффициент сопротивления выдергиванию каната из-под планки;

д) определяют допустимое усилие растяжения болта (шпильки), создающее усилия прижима планки

$$F_0 = [\sigma] \frac{\pi d_1^2}{4},$$

где  $[\sigma]$  – допустимое напряжение растяжения, для стали Ст3  $[\sigma] = 80$  МПа;

$d_1$  – внутренний диаметр резьбы;

е) определяют необходимое число прижимных планок

$$z = \frac{F}{F_0}.$$

Согласно [4] в случае применения прижимных планок для крепления каната их число должно быть не менее двух.

8. Определяется статическая мощность на подъём груза заданной массы с учётом предварительно принятого КПД всего механизма и подбирается крановой электродвигатель.

Мощность на валу двигателя механизма подъема крюкового крана при подъеме номинального груза с номинальной скоростью  $v$ , м/с, определяется по формуле

$$P_{ст} = \frac{(Q + m_{под})gv}{1000\eta}, \quad \text{кВт},$$

где  $Q$  – масса груза, кг;

$m_{под}$  – масса крюковой подвески, кг;

$\eta$  – КПД привода механизма подъема.

Статический момент на валу двигателя при подъеме номинального груза

$$T_{ст} = \frac{9550P_{ст}}{n}, \text{ Н} \cdot \text{ м}.$$

Первым этапом выбора электродвигателя кранового механизма является установление номинальной частоты вращения. Для механизмов подъема режимных групп 3М...4М с использованием электродвигателя переменного тока с фазным ротором синхронная частота вращения электродвигателя выбирается  $1000 \text{ мин}^{-1}$ . Эти же электродвигатели используются для механизмов режимных групп 5М...6М мощностью до 40 кВт. Для механизмов подъема режимных групп 5М...6М мощностью свыше 40 кВт следует применять электродвигатель постоянного и переменного тока с частотой вращения  $500\text{-}750 \text{ мин}^{-1}$ . Для меха-

низма подъема груза при мощности до 5 кВт можно применять асинхронные короткозамкнутые двигатели. При больших потребных мощностях предпочтение отдается двигателям с фазным ротором. Двигатели серий МТФ, МТН, 4МТН выполнены с фазным ротором, серии МТКФ, МТКН – с короткозамкнутым ротором. Нужный двигатель выбирают по его мощности при соответствующей продолжительности включения ПВ.

Современные методики выбора кранового электродвигателя требуют определенных знаний в области электропривода. На этапе выполнения курсового проекта такие знания у студентов отсутствуют. Поэтому будем руководствоваться следующими рекомендациями.

Учитывая то обстоятельство, что кран может работать и с меньшими грузами, при выборе двигателя расчетное значение мощности целесообразно уменьшить на 40 % для режимов 2М и 3М, на 35 % для режима 4М и на 25 % для режима 5М.

Основные технические характеристики крановых двигателей с фазным и короткозамкнутым ротором приведены в приложении Д.

После выбора двигателя выписываются основные данные: мощность на валу ротора, частота вращения, продолжительность включения, максимальный момент, момент инерции ротора, масса и габаритные размеры электродвигателя с указанием размеров конца вала ротора.

9. Определяют передаточное число редуктора по формуле

$$u_p = \frac{\pi D_1 n_{дв}}{60 v i_{п}},$$

где  $D_1$  – диаметр барабана по средней линии каната;

$n_{дв}$  – частота вращения вала двигателя;

$i_{п}$  – кратность полиспаста.

По величине  $u_p$  из стандартного ряда рекомендуется выбрать ближайшее большее передаточное отношение. Необходимо, однако, чтобы отклонение фактической скорости  $v_{ф}$  от заданной  $v$

$$\Delta v = \frac{v_{ф} - v}{v} \cdot 100 \%$$

не превышало значений, регламентированных техническими условиями на краны (обычно не более  $\pm 15 \%$ ).

По передаточному числу, группе режима работы механизма подъема и передаваемой мощности (или по вращающему моменту на тихоходном валу) выбирают редуктор с тихоходным валом в виде зубчатой полумуфты с внешними зубьями (рис. 3). Вторая полумуфта с внутренними зубьями выполнена

заодно целое со ступицей барабана и соединяется с обечайкой барабана при помощи болтов повышенной точности.

В качестве редукторов в механизмах подъема используют редукторы Ц2, Ц2У, 1Ц2У, Ц2Н или других типов. Параметры и размеры крановых редукторов приведены в приложениях Е, Ж и И.

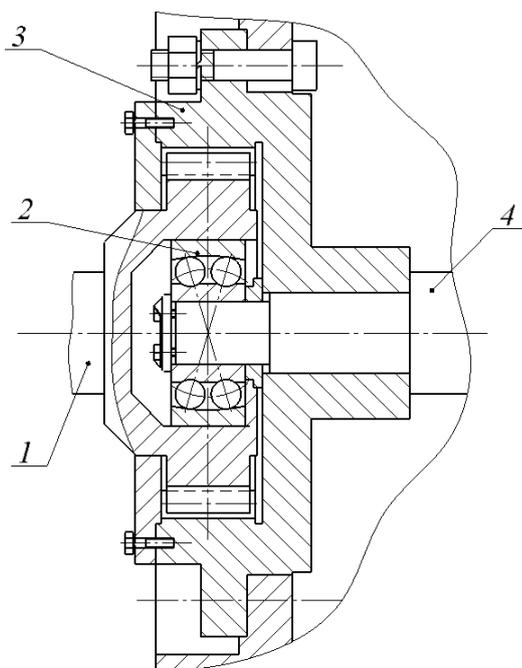


Рис. 3. Схема соединения барабана с редуктором: 1 – тихоходный вал редуктора с концом, выполненным в виде зубчатой полумуфты; 2 – внутренний подшипник; 3 – зубчатая полумуфта; 4 – ось барабана

10. Определяется тормозной момент с учетом коэффициента запаса торможения, который должен быть не менее 1,5 [4].

Статический вращающий момент при торможении

$$T'_{ст} = \frac{(Q + m_{под})gD_1\eta}{2i_{пу}}$$

Расчетный момент тормоза

$$T_T = k_T T'_{ст},$$

где  $k_T$  - коэффициент запаса торможения.

Рекомендуемые значения коэффициента запаса торможения приведены в табл. 5.

По величине тормозного момента выбирается нормально закрытый, автоматический тормоз (двухколодочный пружинный короткоходовой тормоз с

электромагнитным или гидравлическим толкателем). В записке помещают эскиз тормоза с основными размерами и указывают его характеристику.

Таблица 5 – Коэффициенты запаса торможения  $k_T$

Группа режима работы механизма	1М	2М	3М	4М	5М	6М
Коэффициент запаса торможения $k_T$	1,4	1,6	1,8	2,0	2,24	2,5

При группах режима работы 1М, 2М, 3М рекомендуется выбирать тормоза типа ТКТ, ТКП, ТКГ; при группах режима работы 4М, 5М, 6М – ТКП, ТКГ.

Основные параметры и размеры колодочных тормозов ТКГ, ТКТ и ТКП приведены в приложении К.

11. Выбираются муфты для соединения валов механизма.

Для соединения быстроходного вала редуктора с двигателем применяются компенсирующие втулочно-пальцевые муфты с тормозным шкивом на валу редуктора, а также зубчатые муфты с тормозным шкивом.

Муфты также должны компенсировать возможные смещения и перекосы осей соединяемых элементов передачи, возникающие вследствие неточности монтажа и деформации рамы.

Муфты подбирают в зависимости от передаваемого вращающего момента и условий работы

$$[T_M] \geq T_p = K_1 K_2 K_3 T_H,$$

где  $[T_M]$  – допустимый вращающий момент, который способна передать муфта;

$T_p$  – расчетный вращающий момент;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий степень ответственности соединения: для механизма подъема – 1,3; передвижения – 1,2; изменения вылета стрелы и поворота – 1,4;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий режим работы механизма: легкий (1М..3М) – 1,1; средний (4М) – 1,2; тяжелый (5М) – 1,3; весьма тяжелый (6М) – 1,5;

$K_3$  – коэффициент условного смещения;

$T_H$  – действующий номинальный момент.

Согласно [2] для зубчатых муфт принимают следующие значения коэффициента  $K_3$ :

Угол перекося вала	0,25	0,5	1	1,5
$K_3$	1	1,25	1,5	1,75

Для всех остальных муфт  $K_3 = 1$ .

Необходимо также согласовать диаметр тормозного шкива муфты с типоразмером тормоза. Предпочтение следует отдавать зубчатым муфтам. На эскизе указывают основные размеры муфты.

Параметры и размеры муфт используемых в механизмах подъема груза приведены в приложения Л, М и Н.

12. Определяется время пуска и торможения, ускорения при пуске и торможении и сравнение их с допускаемыми ускорениями для кранов данного типа.

Время пуска при подъеме груза

$$t_{\text{п}} = \frac{n_{\text{дв}}}{T_{\text{пуск}} - T_{\text{ст}}} \left[ \frac{(Q + m_{\text{под}})D_1^2}{38,2u^2i_{\text{п}}^2\eta} + (1,1 \dots 1,2) \frac{I_{\text{пр}}}{9,55} \right],$$

где  $I_{\text{пр}}$  – приведенный к валу двигателя момент инерции механизма;  $I_{\text{пр}} = I_{\text{м}} + I_{\text{р}}$ ;

$I_{\text{м}}$  – момент инерции муфты, соединяющей валы двигателя и редуктора;

$I_{\text{р}}$  – момент инерции ротора двигателя;

$T_{\text{пуск}}$  – средний пусковой момент двигателя; для кранового электродвигателя с фазным ротором  $T_{\text{п}} \approx 1,5T_{\text{ном}}$ .

Определяется время торможения механизма подъема при опускании груза

$$t_{\text{п}} = \frac{n_{\text{дв}}}{T_{\text{т}} - T'_{\text{ст}}} \left[ \frac{(Q + m_{\text{под}})D_1^2\eta}{38,2u^2i_{\text{п}}^2} + (1,1 \dots 1,2) \frac{I_{\text{пр}}}{9,55} \right].$$

13. Производится проверка двигателя на нагрев.

Для проверки используем метод номинального режима работы [6], т. е. метод отнесения крановых механизмов к группам режима работы.

Коэффициент перегрузки двигателя при номинальной нагрузке

$$\alpha = T_{\text{ст}}/T_{\text{ном}}. \quad (4)$$

Перегрузочная способность двигателя

$$\lambda = T_{\text{max}}/T_{\text{ном}}. \quad (5)$$

Значения  $\lambda$  приводятся в каталогах электродвигателей.

Отношение времени пуска к среднему времени рабочей операции

$$\beta = t_{\text{п}}/t_{\text{р}}. \quad (6)$$

Так как среднее время рабочей операции неизвестно, для предварительных расчетов используем табл. 6.

Требуемая эквивалентная мощность двигателя для рабочей части цикла

$$P_{\text{э}} = \gamma P_{\text{ст}}, \quad (7)$$

где  $\gamma$  — вспомогательный коэффициент, определяется по графику влияния пусковых режимов на эквивалентную мощность (рис. 4).

Таблица 6 – Ориентировочное значение коэффициента  $\beta$

Наименование механизмов	$\beta$
Механизмы подъема крюковых и грейферных кранов, работающих в цехах и на складах	0,1
Механизмы передвижения кранов, работающих в цехах	0,2
Механизмы передвижения кранов, работающих на складах	0,1
Механизмы поворота стреловых кранов, работающих на складах и на строительстве	0,3...0,4
Механизмы передвижения тележек рудных и угольных перегружателей	0,3...0,4
Механизмы, подъема, передвижения и поворота монтажных кранов	0,2...0,3

Требуемая мощность двигателя по условиям нагрева с учетом пауз в течение цикла

$$P_{ПВ} = kP_э, \quad (8)$$

где  $k$  — коэффициент, учитывающий номинальную относительную продолжительность включения (ПВ), характерную для данного номинального режима работы (табл. 7).

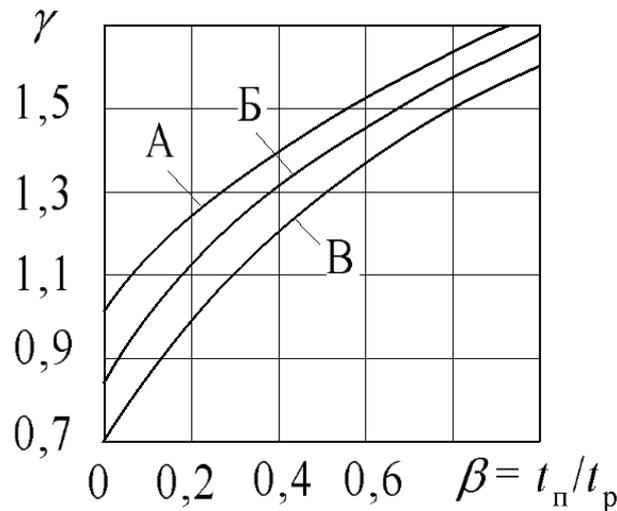


Рис. 4. График зависимости эквивалентной мощности от отношения времени пуска к среднему времени рабочей операции для механизмов: А – передвижения мостов кранов, передвижения магнитных и грейферных кранов, поворота стреловых кранов; Б – передвижения тележек крюковых кранов, подъема магнитных и грейферных кранов; В – подъема крюковых кранов

Таблица 7 – Значения коэффициента  $k$

Режим работы	Значение коэффициента $k$ при ПВ	
	25 %	40 %
1М...3М	0,5	0,35
4М	0,75	0,5
5М	1,0	0,75
6М	1,5	1,0

Необходимо обеспечить условие  $P_{ПВ} \leq P_{ном}$ .

## 2. Компоновка механизма подъема

После проведения расчетов, определения размеров барабана, выбора подвески, двигателя, редуктора и тормоза приступают к конструированию механизма подъема. На первом этапе проектирования разрабатывают эскизный проект, который представляет собой предварительную разработку общего вида механизма подъема. Чертеж, разрабатываемый на этой стадии проектирования, называется компоновкой. Он обычно выполняется в два этапа.

На первом этапе определяется относительное положение узлов механизма подъема. Возможные варианты компоновки механизма подъема показаны на рис. 5.

Схема на рис. 5а наиболее компактна; схема на рисунке 5б наиболее сложна, но позволяет разместить между промежуточным валом и барабаном уравнительный блок полиспаста (при сдвоенном полиспасте).

Схема с расположением электродвигателя и барабана по разные стороны редуктора (рис. 5в) имеет большие габариты и может использоваться в том случае, если нет ограничений размеров в месте установки механизма.

Схема с открытой тихоходной зубчатой передачей (рис. 5г) применяется в механизмах подъема большой грузоподъемности и при небольших скоростях подъема, чтобы избежать применения дорогого и громоздкого трехступенчатого редуктора.

Если конструктивно невозможно установить тормоз на валу редуктора, соединяемого с валом двигателя, применяют редуктор с двумя входными концами быстроходного вала. Тормоз в этом случае устанавливают на втором конце быстроходного вала редуктора (на рис. 5а, 5б это показано штриховыми линиями).

В соответствии с [4] у механизмов подъема, имеющих неразмыкаемую кинематическую связь барабана с двигателем (например, при помощи зубчатой

муфты), в качестве тормозного шкива можно использовать одну из полумуфт соединения двигателя с редуктором.

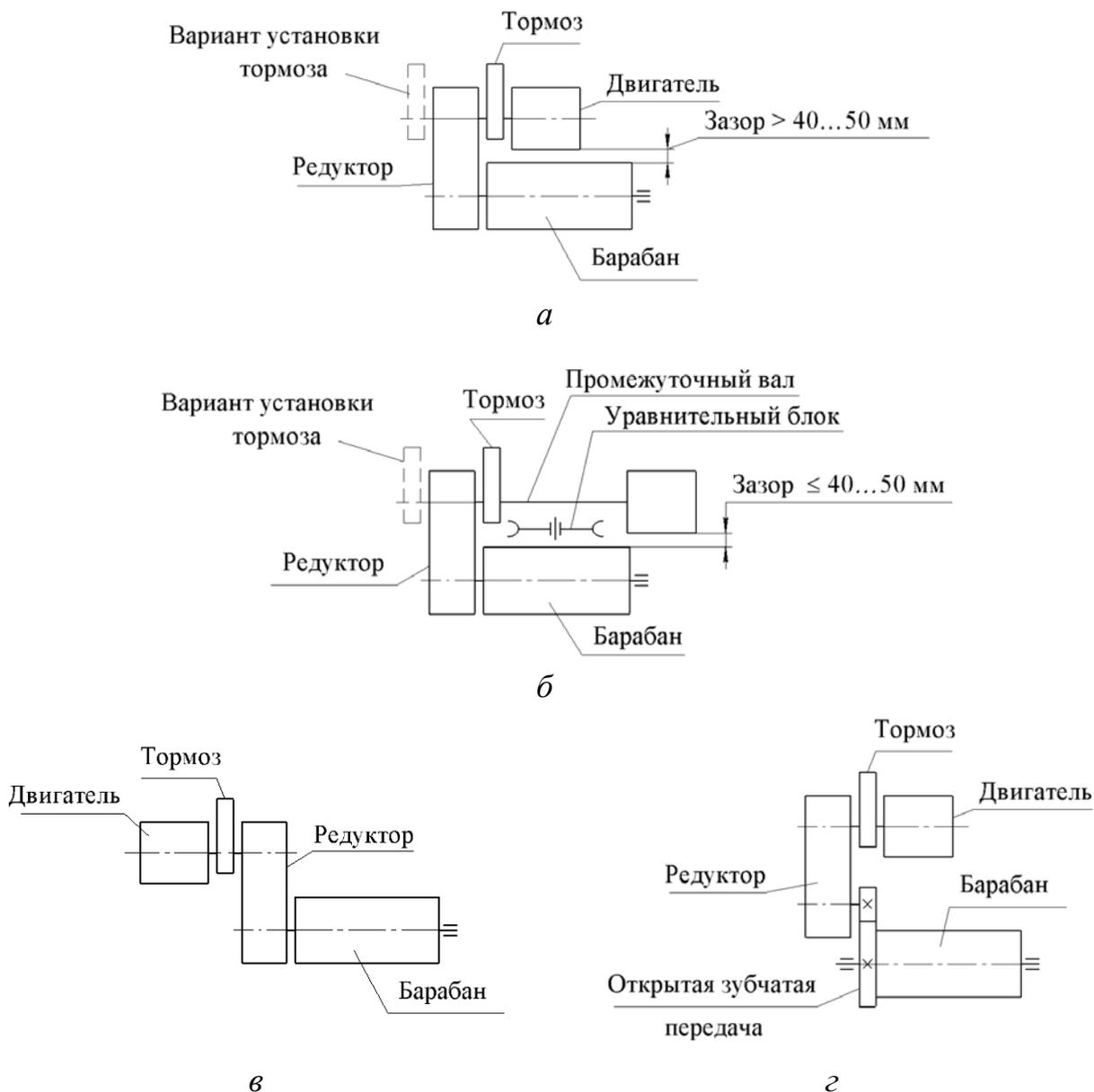


Рис. 5. Схемы компоновок механизмов подъема

Если эта муфта является упругой (втулочно-пальцевая, пружинная и т.п.), то в качестве тормозного шкива можно использовать только полумуфту, находящуюся на валу редуктора. При этом упругие элементы муфты при торможении не нагружены и срок их службы увеличивается.

Для получения блочной и компактной конструкции наиболее рациональна установка одной из опор оси барабана внутри консоли выходного вала редуктора (рис. б). Конец выходного вала редуктора в этом случае выполняют в

виде половины зубчатой муфты; вторая половина муфты укреплена на барабане.

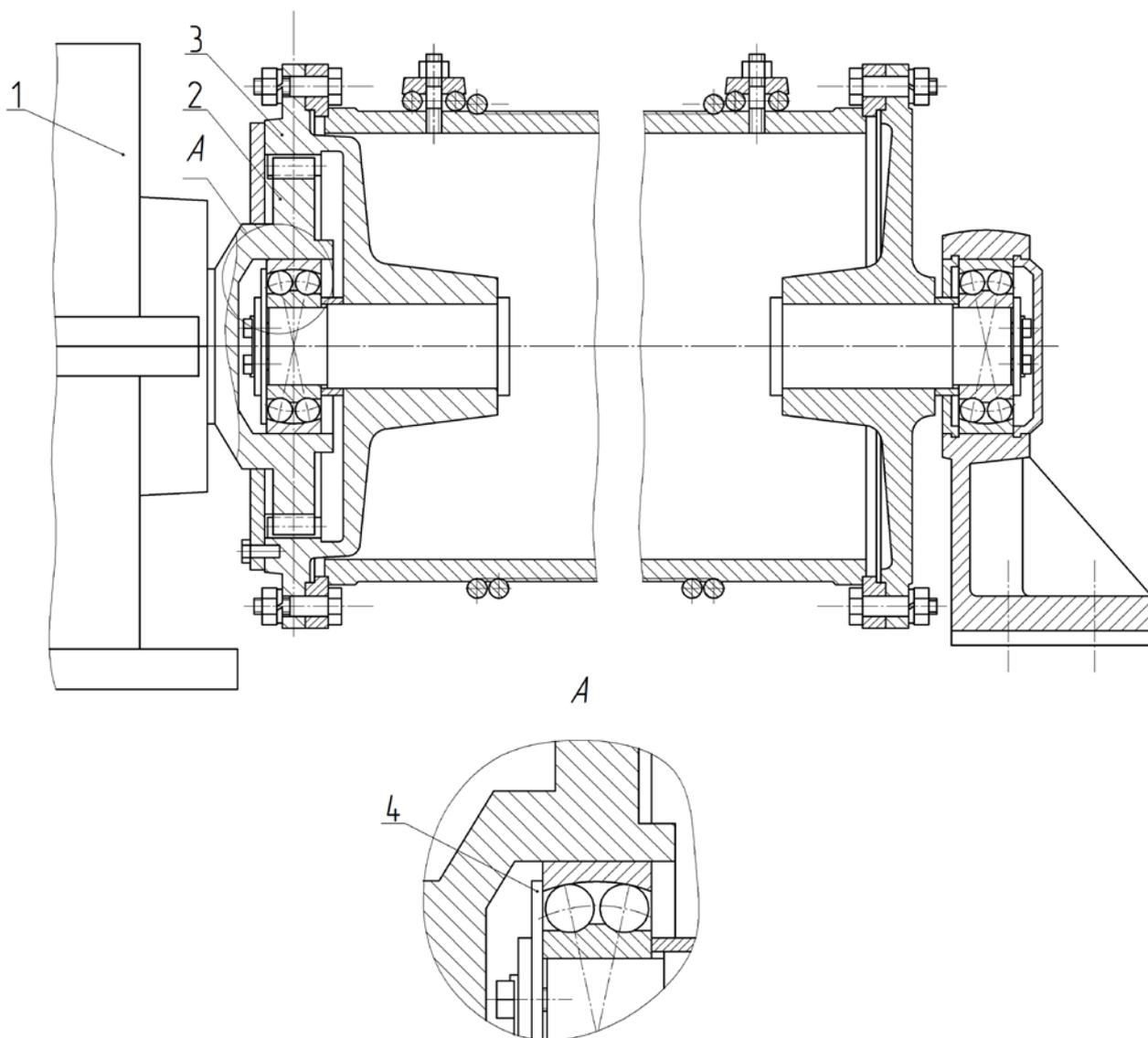


Рис. 6. Соединение редуктора с барабаном при помощи зубчатой муфты: 1 – редуктор; 2 – зубчатый венец на конце тихоходного вала редуктора; 3 – полумуфта на канатном барабане с внутренними зубьями; 4 – шайба

Тихоходный вал редуктора 1 соединен с канатным барабаном зубчатой муфтой. Выходной конец тихоходного вала редуктора выполнен в виде зубчатой полумуфты 2 с внешними зубьями, а полумуфта 3 на канатном барабане – с внутренними зубьями. Такая конструкция компактна. Шайба 4 предотвращает перекос наружного кольца при монтаже подшипника в отверстие вала редуктора.

Если механизм подъема располагается на грузовой тележке (например, у мостовых и козловых кранов), то компоновочный чертеж начинают с проведения двух взаимно перпендикулярных осей, соответствующих продольной и по-

перечной осей тележки. С продольной осью совмещают среднюю плоскость барабана, наносят контур барабана. Затем наносят контуры редуктора и внешней опоры барабана.

Из рис. 7а видно, что в этом случае внешняя опора барабана и редуктор оказываются примерно симметричными относительно средней плоскости барабана. Это позволяет расположить их на противоположных продольных балках тележки, что удобно с точки зрения крепления этих узлов к раме и с точки зрения равномерности нагружения правых и левых колес тележки, а, следовательно, и главных балок моста.

Оси средних плоскостей редуктора и внешней опоры барабана определяют размер колеи тележки и будут осями продольных балок тележки.

У большинства мостовых и козловых кранов с грузоподъемностью до 50 т тележки имеют колею 1400, 2000 и 2500 мм. При коротком барабане его опора может быть смещена с оси продольной балки тележки к ее главной продольной оси.

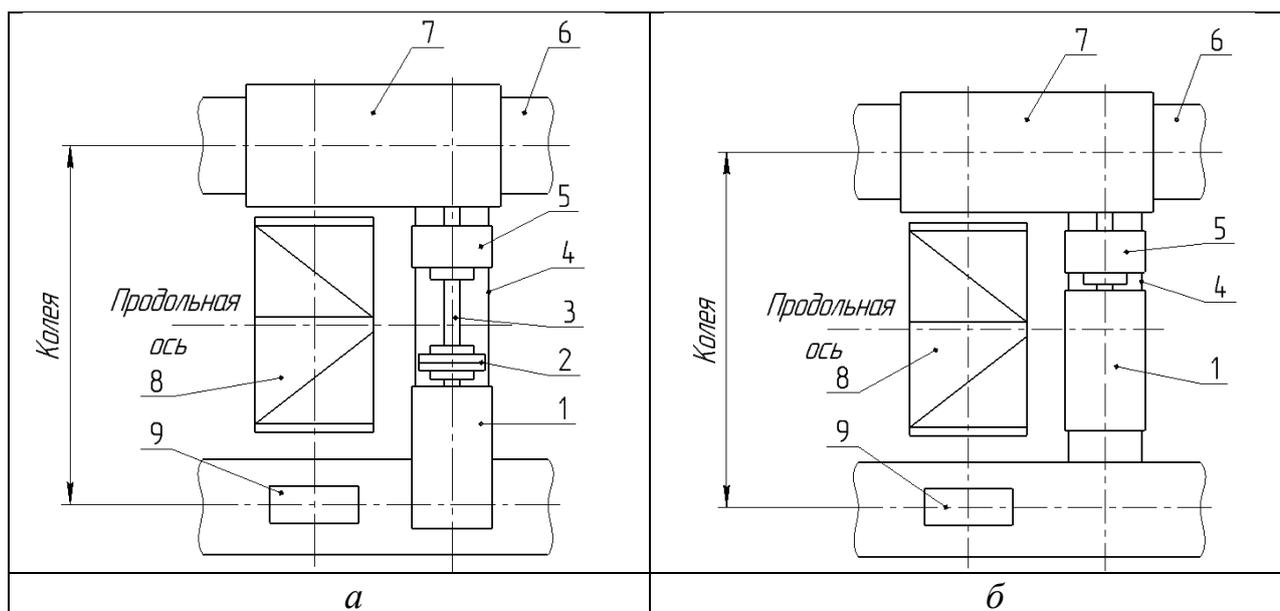


Рис. 7. Компонка механизма подъема груза: 1 – двигатель; 2 – упругая муфта; 3 – плавающий вал; 4 – поперечная балка; 5 – тормозная муфта; 6 – продольная балка тележки; 7 – редуктор; 8 – барабан; 9 – внешняя опора барабана

Расположив барабан и редуктор, переходят к установке электродвигателя. При мощности электродвигателя 20...30 кВт и более желательно его разместить полностью или частично на продольной балке (см. рис. 7а).

Электродвигатель малого веса можно разместить целиком на поперечной балке (рис. 7б). В первом случае соединение валов электродвигателя и редуктора придется осуществить за счет дополнительного плавающего вала (безпор-

ный вал, не работающий на изгиб) и считается с необходимостью иметь две муфты. Во втором случае плавающий вал и дополнительная муфта отпадают.

Компонуя механизм подъема на виде сбоку, устанавливают все предварительно выбранное оборудование – двигатель, редуктор, тормоз, барабан так, чтобы их оси вращения лежали в одной горизонтальной плоскости (рис. 8). При этом всегда оказывается, что расстояние по высоте от оси до опорных площадок сборочных единиц разное. На рис. 8 для наглядности размещения узлов механизма подъема приведена схема, соответствующая рис. 5в, но все приводимые рекомендации относятся и к другим схемам компоновки механизма подъема.

При назначении высоты расположения осей вращения над настилом тележки  $H$  руководствуются стремлением расположить лебедку как можно ниже. Обычно определяющим положение лебедки размером (самым большим) является высота вала редуктора  $h$ .

Так как оборудование нельзя ставить непосредственно на верхний лист рамы из-за его неровности, то под сборочные единицы устанавливают рамы в виде приваренных и обработанных платиков, прокатных профилей или сварных подставок.

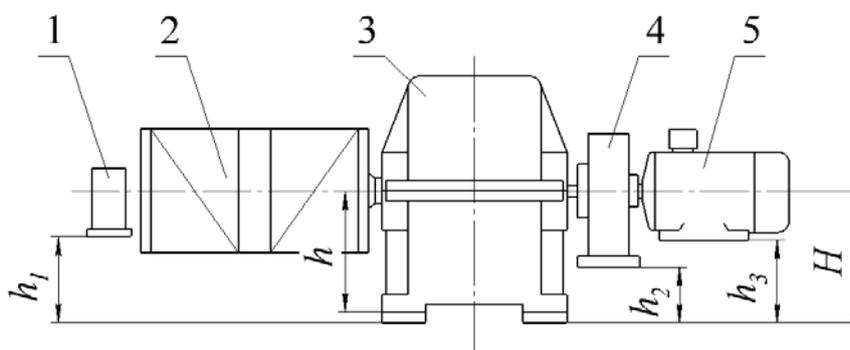


Рис. 8. Схема компоновки лебедки при расположении осей их вращения в одной горизонтальной плоскости: 1 – внешняя опора барабана; 2 – барабан; 3 – редуктор; 4 – тормоз; 5 – электродвигатель

Таким образом, устанавливая редуктор на платики минимальной высоты 20...40 мм, получают высоту всех остальных рам  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$ . Если редуктор имеет поддон, выступающий за опорные площадки, то в верхнем листе рамы под него делают вырез. Устанавливая оборудование на платики, обеспечивают возможность установки крепежных болтов с верхнего листа рамы тележки при сборке и ремонте оборудования.

Установка барабана (рис. 9) в этом случае представляет собою сборочную единицу: барабан с внешней опорой. В качестве внутренней опоры оси бараба-

на используют конец тихоходного вала редуктора, имеющий расточку для размещения подшипника.

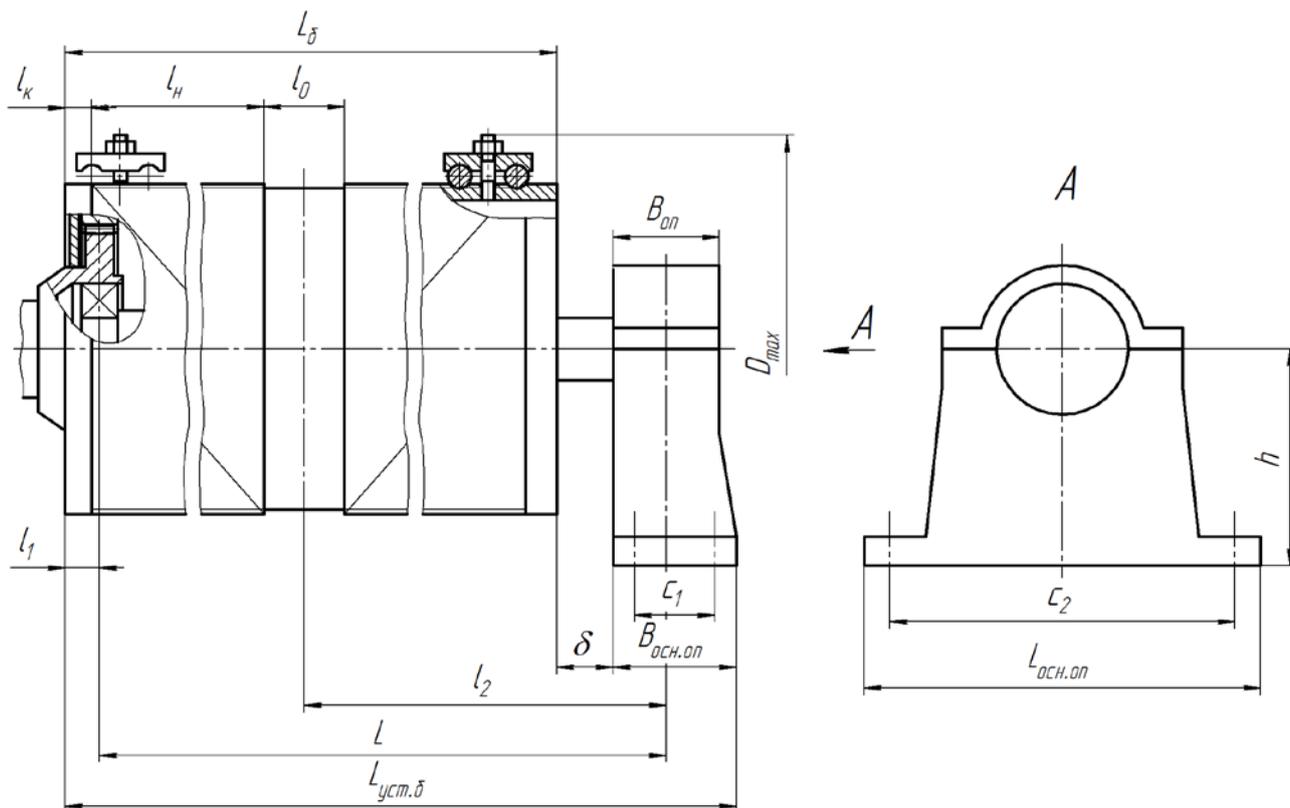


Рис. 9. Установка барабана

Диаметр  $D_{max}$  максимальной окружности, описываемой крайней точкой установки барабана, предварительно можно принять по следующим приближенным соотношениям, полученным на основе анализа существующих конструкций:  $D_{max} \approx (1,1 \dots 1,3)D_1$ . Значение  $D_{max}$  необходимо для компонования механизма. В дальнейшем (при расчете и конструировании сборочной единицы «Установка барабана») значение  $D_{max}$  нужно уточнить.

При компоновании механизма, которое производится на следующем этапе проектирования, требуется знание длины барабана  $L_{уст. \delta}$  и длины основания опоры  $L_{осн. оп}$ , а для расчета оси барабана на прочность знание расстояния между опорами  $L$ .

На эти величины влияют: зазор между барабаном и опорой  $\delta$ , ширина опоры  $B_{оп}$ , ширина основания опоры  $B_{осн.оп}$  (см. рис. 9), а также значения  $l_1$  и  $l_2$ . Точных формул для определения этих величин не существует. Для принятия приближенных значений можно использовать соотношения подобия, получаемые путем анализа существующих конструкций. Размер  $l_1$  предварительно можно принять равным ширине зубчатого венца тихоходного конца ведомого вала редуктора.

Высота оси барабана относительно основания внешней опоры может быть принята:  $h = (0,3 \dots 0,6)D_1$ . Расстояния между присоединительными отверстиями опор могут быть приняты:  $c_1 = (0,2 \dots 0,3)B_{\text{осн. оп}}$ ;  $c_2 = (0,5 \dots 0,8)L_{\text{осн. оп}}$ . После определения основных размеров установки барабана рекомендуется начертить ее «габаритку» [7].

Если механизм подъема располагается не на грузовой тележке, а на металлоконструкции карана, то в большинстве случаев при компоновке механизма руководствуются требованием получения наиболее компактной и удобной для сборки и обслуживания конструкции.

## Библиографический список

1. ГОСТ 33710-2015 «Краны грузоподъемные. Выбор канатов, барабанов и блоков» [Текст]. Межгосударственный стандарт – Дата введения 2017–04–01 – Изд. официальное – М.: Стандартинформ, 2016. – 19 с.
2. Справочник по кранам [Текст] / под ред. М.М. Гохберга.– Л.: Машиностроение, 1988. Т.2. – 569 с.
3. Жегульский, В. П. Проектирование, конструирование и расчет механизмов мостовых кранов [Текст]: учебное пособие / В. П. Жегульский, О. А. Лукашук; под ред. Г. Г. Кожушко. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 184 с.
4. ГОСТ 33166.1-2014 «Краны грузоподъемные. Требования к механизмам. Часть 1. Общие положения» [Текст]. Межгосударственный стандарт – Дата введения 2016–01–01 – Изд. официальное – М.: Стандартинформ, 2015. – 31 с.
5. Лалаянц, Р.А. Расчёты крановых механизмов и их деталей: В 2 т. Т.2. – Изд. 4-е, переработанное и дополненное (ротапринтное) [Текст] / Р.А. Лалаянц. – М.: ВНИИПТМаш, 1993. 163 с.
6. Рапутов, Б.М. Электрооборудование кранов металлургических предприятий. [Текст]. 3-е изд., перераб. и доп./ Б.М. Рапутов. – М.: Металлургия. 1990. – 272 с.
7. Казак, С.А. Курсовое проектирование грузоподъемных машин [Текст]: учеб. пособие для студентов машиностроит. спец. вузов / С. А. Казак [и др.]; под ред. С. А. Казака. – М.: Высшая школа, 1989. – 319 с.

## Приложение А

### Размеры и параметры канатов двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6 ×19 (1 + 6 + 6/6) + 1 о.с. (по ГОСТ 2688 – 80\*)

Диаметр каната $d_k$ , мм	Расчетная площадь сечения всех проволок, мм <sup>2</sup>	Масса 1000 м смазанного каната, кг	Расчетное разрывное усилие каната $S_{разр}$ , кН, (не менее), при $\sigma_b$ проволок в МПа			
			1372(140)	1568(160)	1666(170)	1764(180)
3,8	5,63	55,1	-	-	-	8,4
4,1	6,55	64,1	-	-	-	9,75
4,5	7,55	73,9	-	-	-	11,25
4,8	8,62	84,4	-	-	-	12,85
5,1	9,76	95,5	-	-	-	14,9
5,6	11,9	116,5	-	-	-	18,2
6,9	18,05	176,6	-	24,5	26,85	26,85
8,3	26,15	256	-	35,55	37,75	38,95
9,1	31,18	305	-	42,35	45,05	46,4
9,9	36,66	358,6	-	49,85	52,85	54,44
11	47,19	461,6	-	64,15	68,15	70,25
12	53,87	527	-	73,25	77,8	80,2
13	61	596,6	72,55	82,95	88,1	90,85
14	74,4	728	88,5	101	107,5	110,5
15	86,28	844	102,5	117	124,5	128,5
16,5	104,61	1025	124	142	151	155,5
18	124,73	1220	148	169,5	180	185,5
19,5	143,61	1405	170,5	195	207,5	213,5
21	167,03	1535	198,5	227	241	248,5
22,5	188,78	1850	224,5	256,5	272,5	281
24	215,49	2110	256	293	311	320,5
25	244	2390	290	331,5	352,5	363
28	297,63	2911	354	404,5	430	443
30,5	356,72	3490	424	485	515	531

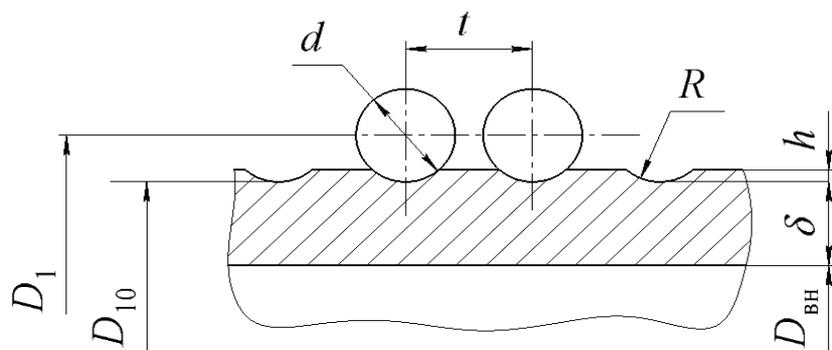
## Приложение Б

### Размеры и параметры канатов двойной свивки типа ЛК-РО конструкции 6×36 (1 + 7 + 7/7 + 14) +1 о.с. (по ГОСТ 7668 – 80\*)

Диаметр каната $d_k$ , мм	Расчетная площадь сечения всех проволок, мм <sup>2</sup>	Масса 1000 м смазанного каната, кг	Расчетное разрывное усилие каната $S_{\text{разр}}$ , кН (не менее), при $\sigma_b$ проволок в МПа			
			1372 (140)	1568 (160)	1666 (170)	1764 (180)
8,1	25,67	253,5	-	-	-	37,85
9,7	38,82	383,5	-	50,9	54,1	57,25
11,5	51,95	513	-	68,15	72,4	76,65
13,5	70,55	696,5	-	92,55	98,3	104
15,0	87,60	865	-	114,5	122	129
16,5	105,24	1040	-	138	146,5	155
18	125,77	1245	-	165	175	179
20	153,98	1520	-	202	214,5	219,5
22	185,10	1830	212	242,5	258	264
23	214,57	2120	246	281,5	299	306
25,5	252,45	2495	289,5	331	351	360
27	283,78	2800	325,5	372	395,5	405
29	325,42	3215	373,5	426,5	453,5	464
31	369,97	3655	424,5	485	515,5	528
33	420,96	4155	483	552	586,5	600,5
36,5	503,08	4965	577,5	660	701	718
39,5	615,95	6080	707	808	858,5	879
42	683,67	6750	784,5	896,5	953	975,5

## Приложение В

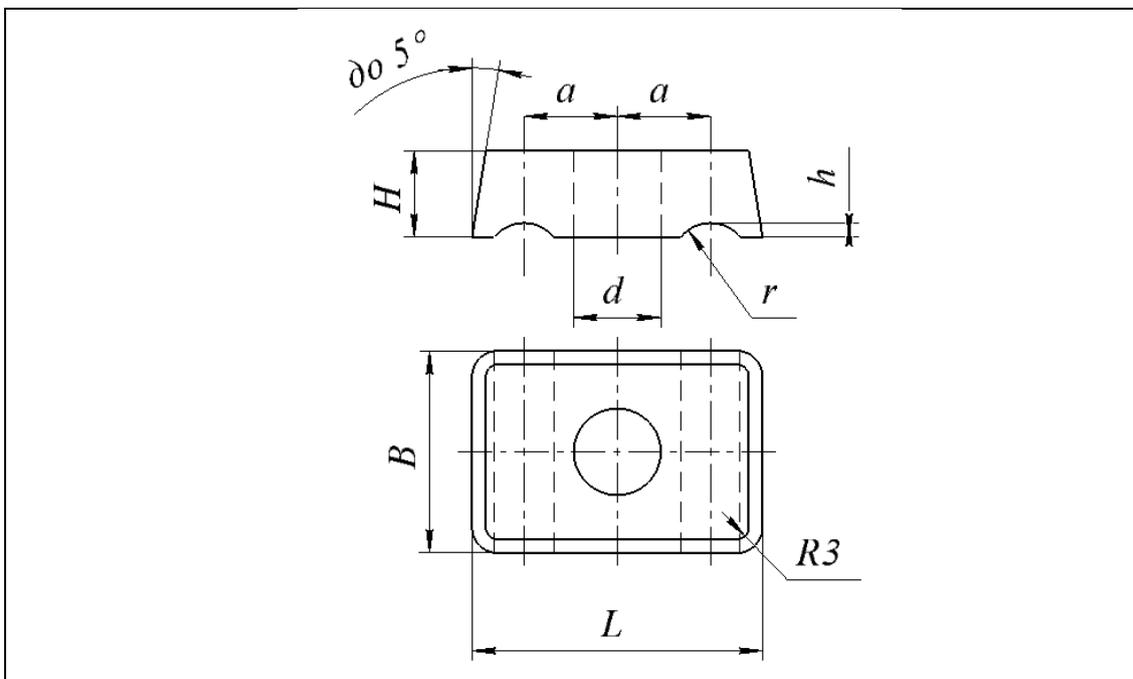
### Размеры профиля канавок барабана, мм



Диаметр каната, $d_k$	Радиус, $R$	Глубина, $h$	Шаг, $p_t$	Диаметр каната, $d_k$	Радиус, $R$	Глубина, $h$	Шаг, $p_t$
7,4...8	4,5	2,5	9	20,1...21,5	12	6,5	24
8,1...9	5	2,5	10	21,6...23,0	12,5	7	26
9,1...10	5,5	3	11	23,1...24,5	13,5	7,5	28
10,1...11	6	3,5	12,5	24,6...26,0	14	8	29
11,1...12	6,5	3,5	13,5	26,1...27,5	15	8,5	32
12,1...13	7	4	15	27,6...29,0	16	9	34
13,1...14	7,5	4,5	16	29,1...31,0	17	9,5	36
14,1...15	8,5	4,5	17	31,1...33,0	18	10	38
15,1...16	9	5	18	33,1...35,0	19	10,5	40
16,1...17	9,5	5,5	19	35,1...37,5	21	11,5	42
17,1...18	10	5,5	20	37,6...40,0	22	12	44
18,1...19	10,5	6	22	40,1...42,5	23	13	48
19,1...20	11	6	23	42,6...45,5	25	14	50

## Приложение Г

### Основные размеры прижимных накладок для крепления каната на барабанах, мм



Диаметр каната $d_k$	$a$	$B$	$d$	$H$	$h$	$L$	$r$
От 10 до 12	13	40	13	12	1,5	40	10
Св. 12 до 14	15	45		14	2,0	45	11
Св. 14 до 17	18	50	17	16	2,5	55	12
Св. 17 до 20	22	55	22	18	3,0	65	14
Св. 20 до 23	25	60	26	22	3,5	75	16
Св. 23 до 26	28	65		26	4,0	85	18

## Приложение Д

### Основные технические характеристики крановых электродвигателей с фазовым и короткозамкнутым ротором

Таблица Д1 – Технические данные крановых электродвигателей с фазовым ротором в режиме S3 при напряжении 380 В и частоте 50 Гц (синхронная частота вращения 1000 мин<sup>-1</sup>) (по данным ООО «НПО Сибэлектромотор»)

Типоразмер двигателя	Мощность, кВт, при ПВ			Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Максимальный момент, Н·м	Момент инерции ротора, кг·м <sup>2</sup>
	15 %	25 %	40 %			
МТН011-6	2,0	1,7	1,2	815	39	0,021
				855		
				890		
МТН012-6	3,1	2,7	2,2	830	63,5	0,026
				860		
				895		
МТН111-6	4,5	4,1	3,5	855	102	0,042
				875		
				905		
МТН112-6	7,0	6,0	5,0	905	161	0,056
				920		
				935		
4МТН132LA6 МТН211A6	7,7	6,6	5,5	880	171	0,068
				905		
				925		
4МТН132LB6 МТН211B6	10,5	9,0	7,5	910	236	0,082
				925		
				940		
МТН311-6	14	13	11	930	310	0,304
				940		
				950		
МТН312-6	19,5	17,5	15	930	468	0,374
				940		
				950		
4МТН200LA6 МТН411-6	31	27	22	940	614	0,52
				950		
				960		
4МТН200LB6 МТН412-6	42	36	30	945	837	0,63
				955		
				960		
4МТМ225M6 МТН511-6	52	43	37	940	1112	0,75
				945		
				955		

Габаритные, установочные и присоединительные размеры двигателей с фазовым ротором и с короткозамкнутым ротором

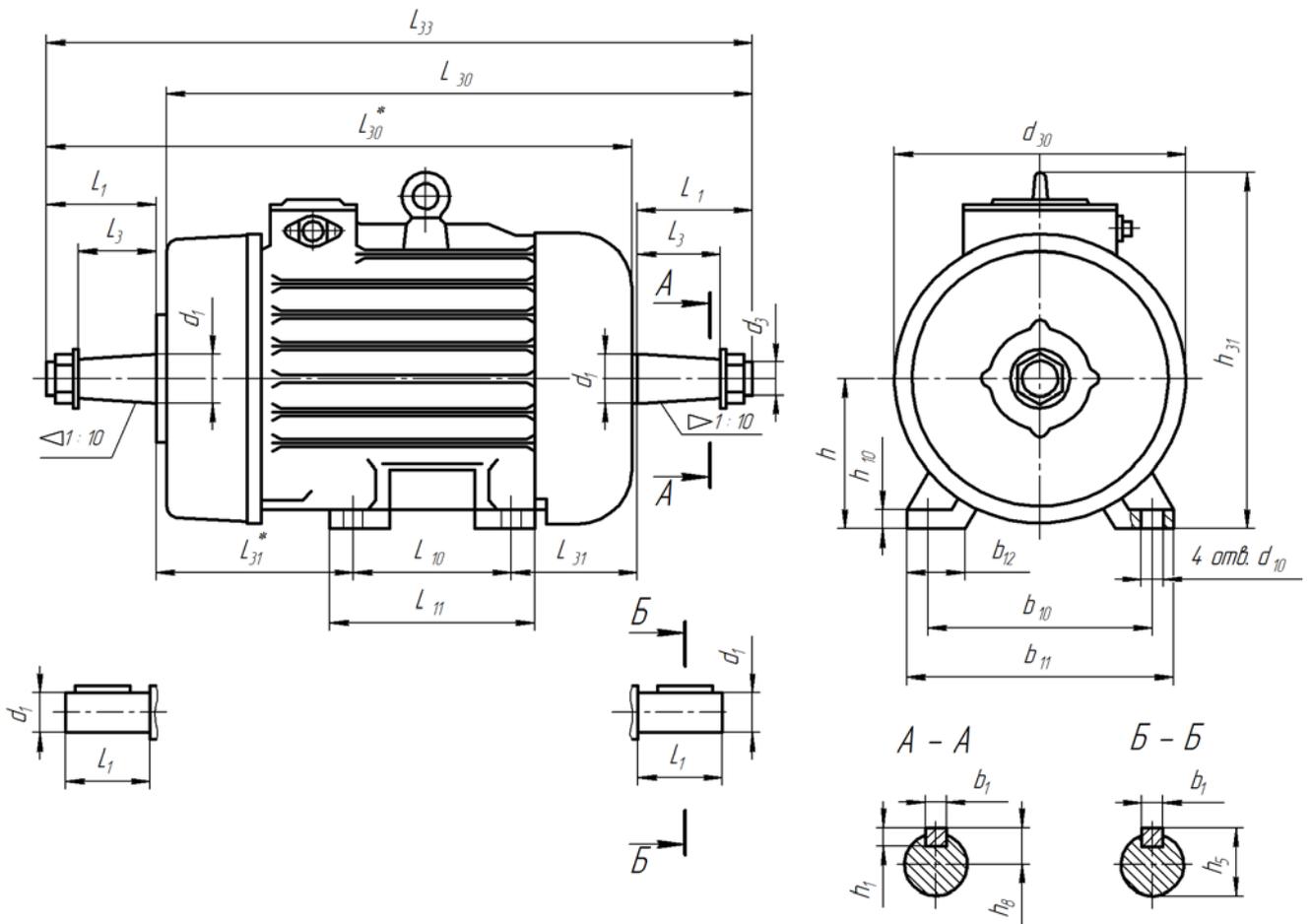


Рис. Д1. Конструктивное исполнение IM1001, IM1002, IM1003, IM1004

Таблица Д2 – Габаритные и присоединительные размеры двигателей с фазовым ротором

Тип двигателя	Габаритные размеры, мм				Установочные и присоединительные размеры, мм					
	$d_{30}$	$L_{30}$	$L_{33}$	$h_{31}$	$b_1$	$b_{10}$	$d_1$	$d_3$	$d_{10}$	$L_1$
МТН 011-6	246	559	618,5	275	8	180	28	-	12	60
МТН 012-6	246	559	618,5	275	8	180	28	-	12	60
МТН 111-6	288	632	714	318	10	220	35	-	15	80
МТН 112-6	288	632	714	318	10	220	35	-	15	80
4МТН132LA6	288	715	829	318	12	216	42	-	12	110
4МТН132LB6	288	715	829	318	12	216	42	-	12	110
МТН211A6**	288	715	829	346	12	245	40	-	15	110
МТН211B6**	288	715	829	346	12	245	40	-	15	110
МТН311	422	765	885	480	14	280	50	-	24	110

Тип двигателя	Габаритные размеры, мм				Установочные и присоединительные размеры, мм					
	<i>d</i> 30	<i>L</i> 30	<i>L</i> 33	<i>h</i> 31	<i>b</i> 1	<i>b</i> 10	<i>d</i> 1	<i>d</i> 3	<i>d</i> 10	<i>L</i> 1
МТН312	422	830	950	480	14	280	50	-	24	110
4МТ(М)200L	422	907	1050	500	16	318	65	М42×3	19	140
4МТМ225М	465	960	1107	545	18	356	70	М48×3	19	140
4МТМ225L	465	1070	1217	545	18	356	70	М48×3	19	140
4МТМ280S	605	1085	1262	740	22	457	90	М64×4	24	170
4МТМ280М	605	1165	1342	740	22	457	90	М64×4	24	170
4МТМ280L	605	1255	1432	740	22	457	90	М64×4	24	170
МТН411	422	899	1050	525	16	330	65	М42×3	28	140
МТН412	422	899	1102	525	16	330	65	М42×3	28	140
МТН511	465	958	1164	570	18	380	70	М48×3	35	140

Тип двигателя	Установочные и присоединительные размеры, мм							Справочные размеры, мм		
	<i>L</i> 3	<i>L</i> 10	<i>L</i> 31	<i>h</i>	<i>h</i> 1	<i>h</i> 5	<i>h</i> 8	<i>b</i> 11	<i>L</i> 11	<i>h</i> 10
МТН 011-6	-	150	132	112	7	31	-	230	240	14
МТН 012-6	-	190	127	112	7	31	-	230	240	14
МТН 111-6	-	190	140	132	8	38	-	290	280	16
МТН 112-6	-	235	135	132	8	38	-	290	280	16
4МТН132LА 6	-	203	89	132	8	45	-	270	250	16
4МТН132LВ 6	-	203	89	132	8	45	-	270	250	16
МТН211А6	-	243	150	160	8	43	-	320	355	28
МТН211В6	-	243	150	160	8	43	-	320	355	28
МТН311	-	260	155	180	9	53,5	-	350	320	21,5
МТН312	-	320	170	180	9	53,5	-	350	380	21,5
4МТ(М)200L	105	305	133	200	-	-	33,9	400	350	24
4МТМ225М	105	311	149	225	-	-	36,4	435	370	24
4МТМ225L	105	356	149	225	-	-	36,4	435	410	24
4МТМ280S	130	368	190	280	-	-	46,8	540	430	40
4МТМ280М	130	419	190	280	-	-	46,8	540	480	40
4МТМ280L	130	457	190	280	-	-	46,8	540	520	40
МНТ411	105	335	175	225	-	-	33,9	440	435	25/49*
МНТ412	105	420	165	225	-	-	33,9	440	510	25/49*
МНТ511	105	310	251	250	-	-	36,4	500	480	25

Двигатели МТН 411, 412 имеют высоту лап  $h_{10}=25$  мм со стороны коробки выводов и  $h_{10}=49$  мм со стороны вентилятора.

Таблица ДЗ – Технические данные крановых электродвигателей с короткозамкнутым ротором в режиме S3 при напряжении 380 В и частоте 50 Гц (синхронная частота вращения 1000 мин<sup>-1</sup>) (по данным ООО «НПО Сибэлектромотор»)

Типоразмер двигателя	Мощность, кВт, при ПВ			Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Максимальный момент, Н·м	Пусковой момент, Н·м	Момент инерции ротора, кг·м <sup>2</sup>
	15 %	25 %	40 %				
МТКН011-6	2,0	1,7	1,4	870	41	41	0,016
				900			
				920			
МТКН012-6	3,1	2,7	2,2	865	64	64	0,021
				890			
				915			
МТКН111-6	4,5	4,1	3,5	810	106	106	0,0375
				835			
				865			
МТКН112-6	7,0	6,0	5,0	825	180	180	0,051
				860			
				890			
4МТН132ЛА6 МТКН211А6	7,7	6,6	5,5	840	181	181	0,062
				870			
				900			
4МТКН132ЛВ6 МТКН211В6	10,5	9,0	7,5	810	270	270	0,076
				845			
				880			
МТКН311-6	14	13	11	850	385	385	0,281
				870			
				900			
МТКН312-6	19,5	17,5	15	885	564	564	0,371
				900			
				915			
4МТКН200ЛА6 МТКН411-6	31	27	22	920	735	735	0,52
				935			
				945			
4МТКН200ЛВ6 МТКН412-6	42	36	30	920	1000	1000	0,63
				935			
				945			
4МТКМ225М6 МТН511-6	52	43	37	900	1140	1140	0,75
				920			
				930			

Таблица Д4 – Габаритные и присоединительные размеры двигателей с короткозамкнутым ротором

Тип двигателя	Габаритные размеры, мм				Установочные и присоединительные размеры, мм					
	<i>d30</i>	<i>L30</i>	<i>L33</i>	<i>h31</i>	<i>b1</i>	<i>b10</i>	<i>d1</i>	<i>d3</i>	<i>d10</i>	<i>L1</i>
МТКН 011-6	246	440	504	275	8	180	28	-	12	60
МТКН 012-6	246	440	504	275	8	180	28	-	12	60
МТКН 111-6	288	512	592	318	10	220	35	-	15	80
МТКН 112-6	288	512	592	318	10	220	35	-	15	80
4МТКН132LA6	288	578	692	318	12	216	42	-	12	110
4МТКН132LB6	288	578	692	318	12	216	42	-	12	110
МТКН211A6	288	578	692	346	12	245	40	-	15	110
МТКН211B6	288	578	692	346	12	245	40	-	15	110
МТКН311	422	625	745	480	14	280	50	-	24	110
МТКН312	422	690	810	480	14	280	50	-	24	110
4МТК(М)200L	422	760	910	500	16	318	65	M42×3	19	140
4МТКМ225М	465	795	942	545	18	356	70	M48×3	19	140
4МТКМ225L	465	905	1052	545	18	356	70	M48×3	19	140
МТКН411	422	760	910	525	16	330	65	M42×3	28	140
МТКН412	422	760	974	525	16	330	65	M42×3	28	140
МТКН511	465	795	1015	570	18	380	70	M48×3	35	140

Тип двигателя	Установочные и присоединительные размеры, мм							Справочные размеры, мм		
	<i>L3</i>	<i>L10</i>	<i>L31</i>	<i>h</i>	<i>h1</i>	<i>h5</i>	<i>h8</i>	<i>b11</i>	<i>L11</i>	<i>h10</i>
МТКН 011-6	-	150	132	112	7	31	-	230	230	14
МТКН 012-6	-	190	127	112	7	31	-	230	230	14
МТКН 111-6	-	190	140	132	8	38	-	290	280	16
МТКН 112-6	-	235	135	132	8	38	-	290	280	16
4МТКН132LA6	-	203	89	132	8	45	-	270	250	16
4МТКН132LB6	-	203	89	132	8	45	-	270	250	16
МТКН211A6	-	243	150	160	8	43	-	320	355	28
МТКН211B6	-	243	150	160	8	43	-	320	355	28
МТКН311	-	260	155	180	9	53,5	-	350	320	21,5
МТКН312	-	320	170	180	9	53,5	-	350	380	21,5
4МТК(М)200L	105	305	133	200	-	-	33,9	400	350	24
4МТКМ225М	105	311	149	225	-	-	36,4	435	370	24
4МТКМ225L	105	356	149	225	-	-	36,4	435	410	24
МТКН411	105	335	175	225	-	-	33,9	440	435	25/49*
МТКН412	105	420	165	225	-	-	33,9	440	510	25/49*
МТКН511	105	310	251	250	-	-	36,4	500	480	25

Двигатели МТКН 411,412 имеют высоту лап  $h_{10}=25$  мм со стороны коробки выводов и  $h_{10}=49$  мм со стороны вентилятора.

## Приложение Е

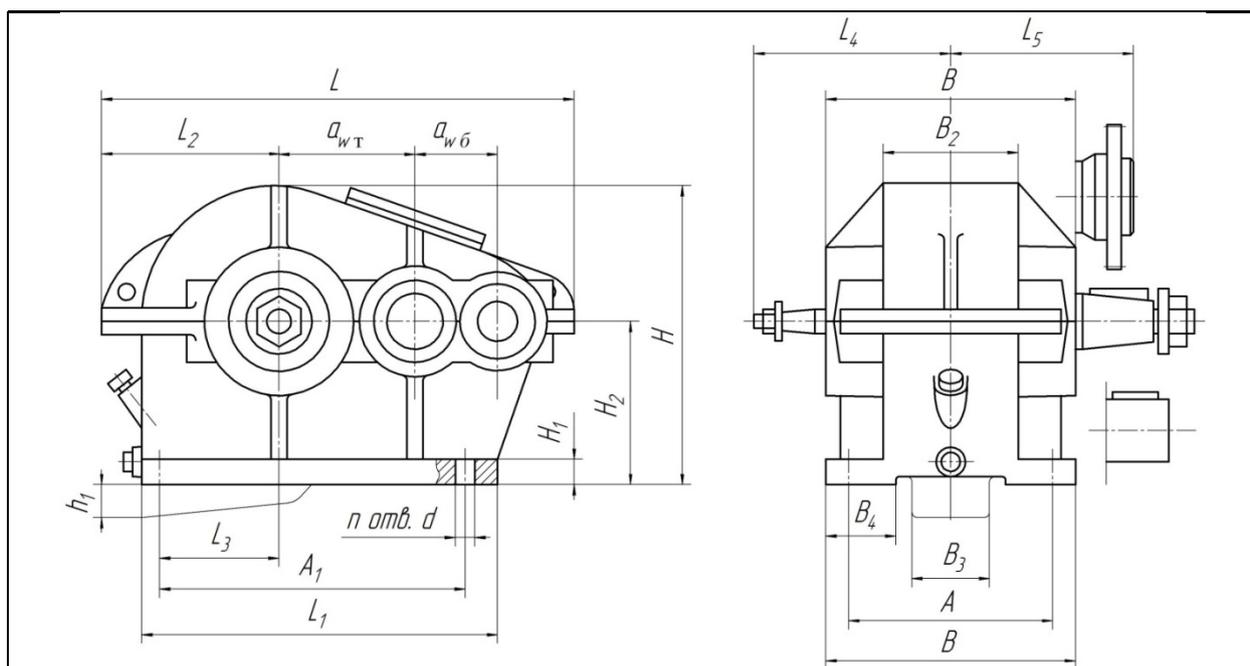
### Основные технические характеристики редукторов Ц2

Двухступенчатые цилиндрические редукторы типа Ц2 нашли применение в грузоподъемных машинах, однако с равным успехом их можно эксплуатировать и в приводах других машин. В быстроходной ступени редукторов Ц2 реализовано шевронное зацепление, в связи с чем они имеют высокий крутящий момент на фоне небольших габаритов в сравнении с другими подобными механизмами.

Таблица Е1– Допускаемый вращающий момент на тихоходном валу редукторов типа Ц2, кН·м

Типоразмер редуктора	Номинальные передаточные числа	Группа режима работы							
		1М...3М		4М		5М		6М	
		Частота вращения быстроходного вала, мин <sup>-1</sup>							
		1000	1500	1000	1500	1000	1500	1000	1500
Ц2-250	8; 10; 12,5	2,8	2,8	1,8	1,6	1,12	1,05	0,90	0,90
	16; 20	3,3	3,3	2,6	2,1	1,30	1,05	0,85	0,85
	25; 31,5	3,3	3,3	2,6	2,3	1,30	1,15	1,00	0,90
	40; 50	3,8	3,4	2,7	2,3	1,30	1,18	0,90	0,80
Ц2-300	8; 10; 12,5	4,0	3,80	3,5	3,0	2,05	2,05	1,45	1,45
	16; 20	5,0	4,40	3,8	3,2	2,10	2,10	1,25	1,25
	25; 31,5	5,0	5,15	4,3	3,4	2,50	2,50	1,50	1,40
	40; 50	5,45	5,45	4,3	3,2	2,30	2,30	1,50	1,20
Ц2-350	8; 10; 12,5	7,15	7,00	5,6	5,0	2,8	2,5	2,15	2,15
	16; 20	7,30	7,30	5,6	5,3	3,0	2,4	1,90	1,90
	25; 31,5	8,25	8,25	6,3	6,0	3,3	3,0	2,20	1,95
	40; 50	8,50	8,25	6,3	5,8	3,3	2,8	2,20	1,85
Ц2-400	8; 10; 12,5	11,2	10,0	6,30	5,6	3,8	3,8	4,1	3,6
	16; 20	14,0	14,0	8,25	7,3	4,8	4,6	3,7	3,7
	25; 31,5	16,5	14,0	9,00	6,5	4,3	4,3	4,4	3,8
	40; 50	17,0		9,00	8,0	4,6	4,3	4,4	3,8
Ц2-500	8; 10; 12,5	24,0	24,0	16,0	13,2	9,00	8,25	7,3	7,30
	16; 20	24,3	24,3	17,5	17,5	9,00	8,25	6,5	6,50
	25; 31,5	30,0	26,0	20,0	18,0	9,75	9,00	6,5	6,50
	40; 50	30,0	28,0	20,0	18,0	10,6	9,50	6,5	6,15
Ц2-650	8; 10; 12,5	40,8	37,2	26,15	24,2	17,2	15,70	18,60	17,2
	16; 20	45,3	47,3	33,9	31,9	23,8	20,1	19,4	17,1
	25; 31,5	51,0	48,2	36,7	30,0	18,5	16,15	20,0	18,6
	40; 50	56,4	51,4	41,4	35,0	21,0	18,75	21,0	17,9
Ц2-750	8; 10; 12,5	57,5	–	41,60	–	29,9	–	28,2	–
	16; 20	67,8	59,0	48,70	47,1	35,7	32,9	35,7	26,7
	25; 31,5	77,5	67,5	51,60	47,5	31,1	27,0	31,1	27,4
	40; 50	79,2	73,2	59,00	53,3	32,6	31,30	32,60	24,8

Таблица Е2 – Габаритные и присоединительные размеры редукторов Ц2, мм



Типоразмер редуктора	$a_{WT}$	$a_{W\bar{6}}$	$A$	$A_1$	$B$	$H$	$H_1$	$H_2$	$h_1$	$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$d$	$n$
Ц2-250	150	100	210	285	260	310	18	160	-	515	400	183	75	220	198	22	4
Ц2-300	175	125	250	350	300	362	22	190	-	620	475	215	90	255	227	26	4
Ц2-350	200	150	280	400	330	410	25	212	-	700	550	238	100	300	255	26	6
Ц2-400	250	150	320	500	380	505	27	265	-	805	640	286	150	325	280	33	6
Ц2-500	300	200	360	640	440	598	30	315	-	985	785	340	190	390	330	39	6
Ц2-650	400	250	470	780	560	695	36	315	95	1270	910	443	190	480	410	39	8
Ц2-750	450	300	560	900	650	783	40	355	100	1455	1040	494	225	570	480	46	8

Таблица ЕЗ – Параметры конического конца быстроходного вала, мм

Типоразмер редуктора	Вал	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$t_1$	$b_1$
Ц2-250	Входной вал	58	22	220	30	27,1	M20×1,5	42	29,1	5
Ц2-300		58	22	255	35	32,1	M20×1,5	42	34,6	6
Ц2-350		82	28	300	40	35,9	M24×2,0	50	38,9	10
Ц2-400		82	28	325	50	45,9	M36×3,0	70	48,9	12
Ц2-500		105	35	390	60	54,75	M42×3,0	80	58,78	16
Ц2-650		105	35	480	70	64,75	M48×3,0	90	68,76	18
Ц2-750		130	40	570	80	73,5	M56×4,0	105	78,0	20

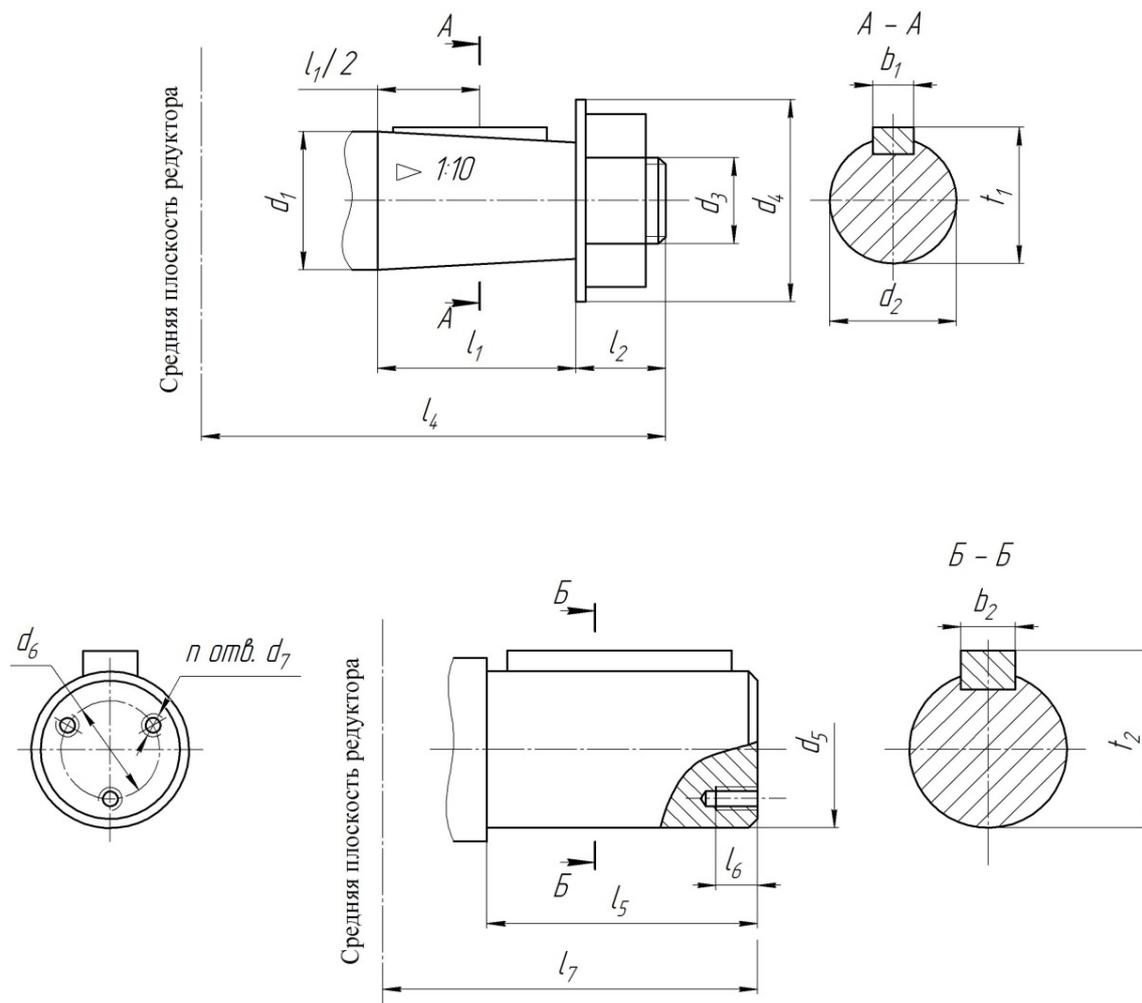


Рис. Е1. Конический и цилиндрический концы выходного вала редуктора

Таблица Е4 – Параметры конического и цилиндрического концов тихоходного вала, мм

Типоразмер редуктора	Тихоходной вал (конический конец)								
	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$t_1$	$b_1$
Ц2-250	105	35	220	65	59,75	M42×3,0	80	63,75	16
Ц2-300	105	35	255	75	69,75	M48×3,0	90	73,76	18
Ц2-350	130	40	300	85	78,5	M56×4,0	105	83,0	20
Ц2-400	130	40	325	95	88,5	M64×4,0	115	93,5	22
Ц2-500	165	45	390	110	101,75	M80×4,0	140	106,75	25
Ц2-650	200	50	480	140	130	M100×4,0	180	137	32
Ц2-750	240	60	570	170	158	M125×4,0	210	167	40

Окончание табл. Е4

Типоразмер редуктора	Тихоходный вал (цилиндрический конец)								
	$d_5$	$d_6$	$d_7$	$l_5$	$l_6$	$l_7$	$b_2$	$t_2$	$n$
Ц2-250	65r6	32	M10	105	20	255	18	71	2
Ц2-300	75r6	50	M12	105	22	280	20	82	2
Ц2-350	85r6	50	M12	130	22	320	22	93	2
Ц2-400	95r6	50	M12	130	22	350	25	104	2
Ц2-500	110s6	80	M12	165	22	410	28	120	3
Ц2-650	140s6	80	M12	200	22	510	36	152	3
Ц2-750	170s6	105	M16	240	26	595	40	184	3

Таблица Е5 – Параметры конца тихоходного вала в виде части зубчатой муфты, мм

Типоразмер редуктора	Выходной вал в виде части зубчатой муфты											
	$m$	$z$	$l_7$	$l_8$	$l_9$	$l_{10}$	$l_{11}$	$d_8$	$d_9$	$d_{10}$	$b$	$D$
Ц2-250	3,5	40	198	38	43	40	8	72F8	95	62	20	147
Ц2-300	5	40	227	50	55	40	9,5	80F8	105	70	25	210
Ц2-350	6	40	255	60	65	40	10	110F8	140	100	30	252
Ц2-400	6	40	280	60	65	40	10	110F8	140	100	30	252
Ц2-500	8	40	330	65	85	20	15	150F8	215	60	40	336
Ц2-650	10	40	410	70	90	20	15	160F8	230	70	50	420
Ц2-750	12	40	477	80	105	45	20	200F8	290	140	60	504

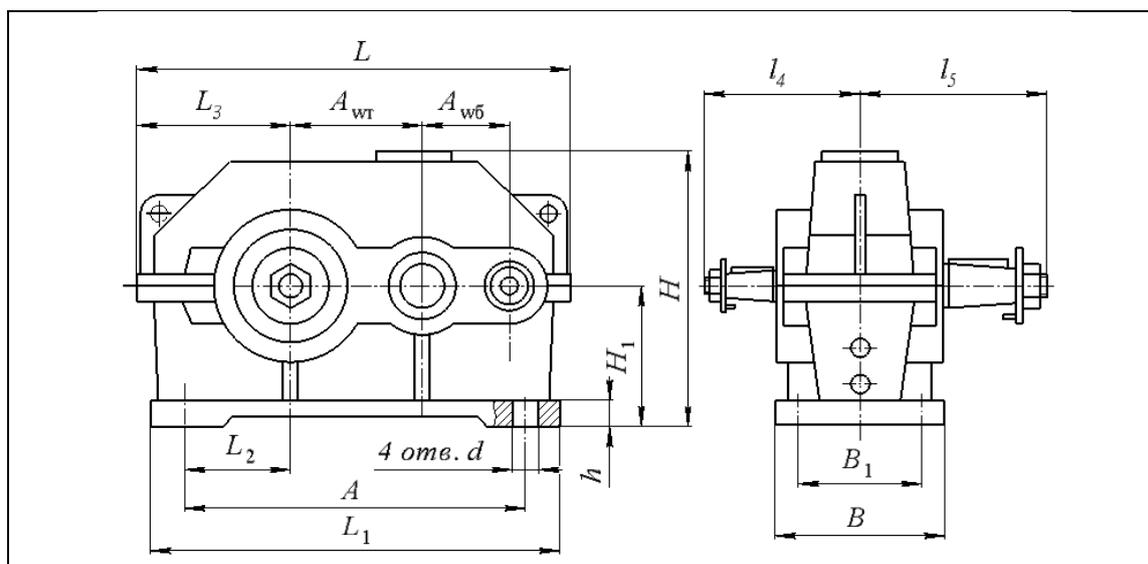
Приложение Ж

**Горизонтальные двухступенчатые редукторы 1Ц2У**

Таблица Ж1 – Технические характеристики редукторов цилиндрических 1Ц2У

Показатель редуктора		Типоразмер редуктора					
		1Ц2У-100	1Ц2У-125	1Ц2У-160	1Ц2У-200	1Ц2У-250	
Передаточные числа		8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40					
Номинальный крутящий момент на выходном валу при работе редуктора в повторно-кратковременных режимах, Н·м	5М (ПВ=40%)	315	630	1600	3150	6300	
	4М (ПВ=25%)			2000	4000	8000	
	1М...3М (ПВ=15%)			2500	5000	10000	
Допускаемая радиальная консольная нагрузка, приложенная в середине посадочной части, Н	входного вала, $F_{вх}$	5М (ПВ=40%)	500	750	1150	2500	3550
		4М (ПВ=25%)			1280	2800	4000
		1М...3М (ПВ=15%)			1450	3150	4500
	выходного вала $F_{вых}$	5М (ПВ=40%)	4500	6300	10000	14000	20000
		4М (ПВ=25%)			11200	16000	22400
		1М...3М ПВ=15%			12500	18000	25000
КПД, не менее		0,97					
Масса редуктора, кг, не более	с чугунным корпусом	37	55	95	170	310	
	с алюминиевым корпусом	21	31,5	57	-	-	

Таблица Ж2 – Габаритные и присоединительные размеры редукторов цилиндрических 1Ц2У

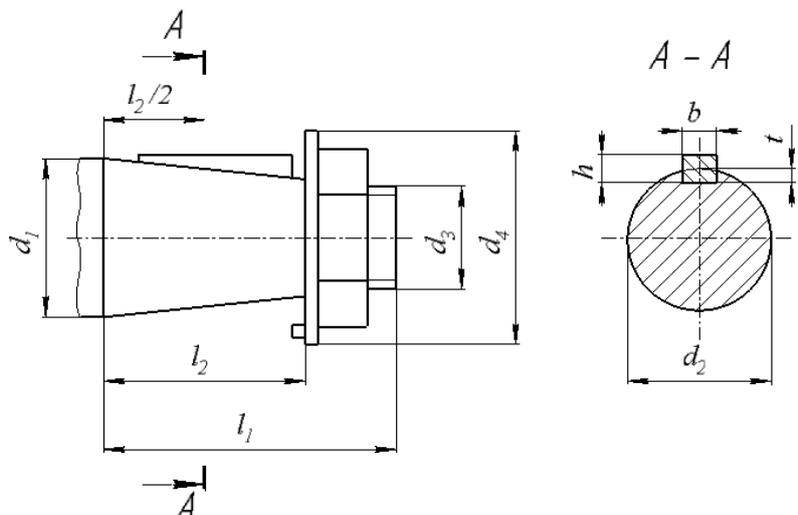


Типоразмер редуктора	Межосевые расстояния		$L$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$l_5$	$l_6$	$H$
	$A_{wt}$	$A_{wb}$									
1Ц2У-160	160	100	545	475	135	195	170	224	155	145	335
1Ц2У-200	200	125	670	580	165	236	212	280	190	185	420
1Ц2У-250	250	160	825	730	212	290	265	335	230	224	515

Типоразмер редуктора	$H_1$	$h$		$A$	$B$	$B_1$	$d$
		Ч*	Ал*				
1Ц2У-160	170	$24 \pm 4$	$28^{+4}_{-3}$	425	195	140	24
1Ц2У-200	212	$30 \pm 4$	-	515	230	165	24
1Ц2У-250	265	$32 \pm 4$	-	670	280	218	28

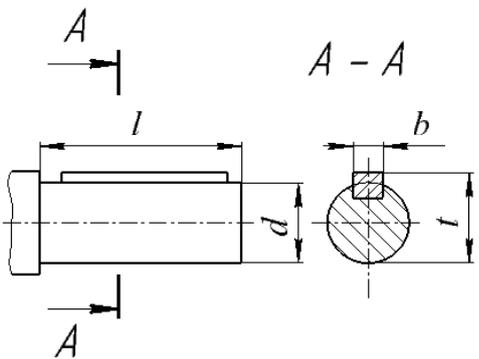
\* Ч – чугунный корпус; Ал – алюминиевый корпус

Таблица Ж3 – Размеры концов входных и выходных валов цилиндрических редукторов 1Ц2У, конические валы, мм



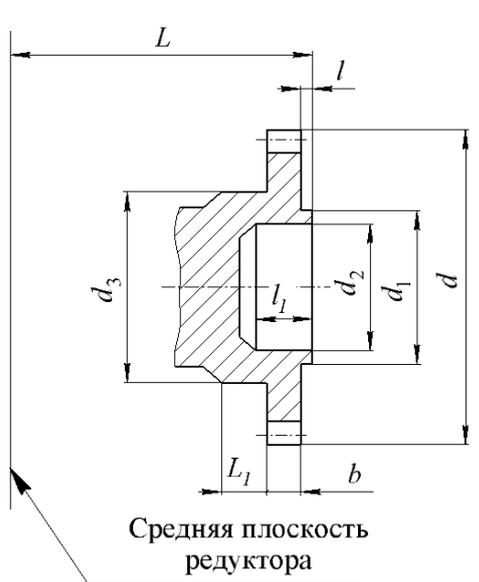
Типоразмер редуктора	Вал	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$ , не более	$l_1$	$l_2$	$b$	$h$	$t$
1Ц2У-160	входной	25	22,9	M16×1,5	45	60	42	6	5	3,0
1Ц2У-200		30	27,1	M20×1,5	50	80	58	8	5	3,0
1Ц2У-250		40	35,9	M24×2,0	63	110	82	10	8	5,0
1Ц2У-160	выходной	55	50,90	M36×3,0	88	110	82	14	9	5,5
1Ц2У-200		70	64,75	M48×3,0	100	140	105	18	11	7,0
1Ц2У-250		90	83,50	M64×4,0	130	170	130	22	14	9,0

Таблица Ж4 – Присоединительные размеры выходных цилиндрических валов



Типоразмер редуктора	быстроходный вал				тихоходный вал			
	$d$	$l$	$b$	$t$	$d$	$l$	$b$	$t$
1Ц2У-160	22k6	42	6	24,5	50m6	82	14	53,5
1Ц2У-200	25k6	58	8	28	65m6	105	18	71
1Ц2У-250	35k6	82	10	38	85m6	130	22	90

Таблица Ж5 – Размеры концов выходных валов в виде части зубчатой муфты

	Типоразмер редуктора	1Ц2У-160	1Ц2У-200	1Ц2У-250
	$m$	4	5	4
	$z$	40	40	56
	$b$	20	25	30
	$L$	165	192	231
	$L_1$ , не более	20	32	16
	$l$	9	10	10
	$l_1$	38	50	50
	$d$	168	210	232
	$d_1$	90	100	150
	$d_2$	72F8	80F8	120F8
	$d_3$	95	105	170

Пример записи условного обозначения при заказе цилиндрического редуктора типа 1Ц2У:

**1Ц2У – 200 – 10 – 12У1 ТУ2–056–243–86**

200 – межосевое расстояние второй ступени, мм;

10 – номинальное передаточное число;

12 – вариант сборки;

У1 – климатическое исполнение и категория размещения.

То же с концом выходного вала в виде части зубчатой муфты:

**1Ц2У – 200 – 10 – 12МУ1 ТУ2–056–243–86.**

То же с цилиндрическим концом выходного вала:

**1Ц2У – 200 – 10 – 12ЦУ1 ТУ2–056–243–86.**

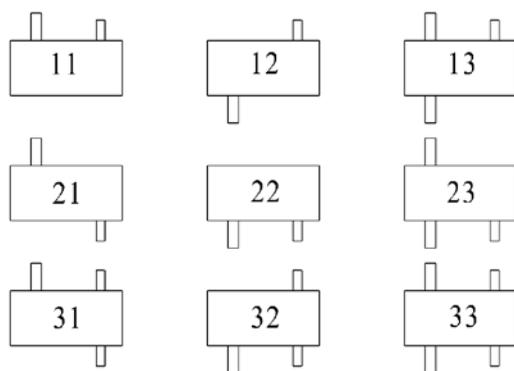


Рис. Ж1 – Варианты сборки цилиндрических редукторов 1Ц2У

## Приложение И

### Редукторы цилиндрические двухступенчатые 1Ц2У, 1Ц2Н

Таблица И1 – Основные технические характеристики редукторов 1Ц2У, 1Ц2Н

Наименование технических характеристик		Типоразмер редуктора			
		1Ц2У-315Н	1Ц2У-355Н	1Ц2У-400Н	1Ц2Н-450
Передаточные числа		8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50			
Допускаемая радиальная консольная нагрузка, Н	на быстроходном валу	4000	5000	7100	10000
	на тихоходном цилиндрическом валу	22400	28000	31500	60000
КПД		0,98		0,97	
Масса, кг		510	700	930	1530

Таблица И2 – Допускаемый вращающий момент на тихоходном валу редукторов типа 1Ц2У, 1Ц2Н, кН·м

Типоразмер редуктора	$n_1^*$ , об/мин	Группа режима работы	Передаточное число (номинальное)								
			8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50
1Ц2У-315Н	750	1М...3М	9,7	10,1	10,3	9,9	10,1	10,5	9,8	8,7	10,0
		4М	9,2	9,2	9,2	9,2	8,6	8,6	8,6	8,6	7,6
		5М	9,1	9,2	9,2	9,1	8,6	8,6	8,6	8,6	7,6
	1000	1М...3М	9,2	9,6	9,9	9,8	9,6	10,0	9,8	8,7	9,6
		4М	9,2	9,2	9,2	9,2	8,6	8,6	8,6	8,6	7,6
		5М	8,9	9,1	9,1	8,8	8,6	8,6	8,6	8,6	7,6
	1500	1М...3М	9,1	9,2	9,3	9,6	9,0	9,3	9,7	8,6	8,9
		4М	8,9	9,1	9,2	9,2	8,6	8,6	8,6	8,6	7,6
		5М	8,6	8,8	8,8	8,5	8,6	8,6	8,6	8,4	7,6
1Ц2У-355Н	750	1М...3М	13,2	13,7	14,0	13,4	12,5	14,3	13,5	12,0	13,7
		4М	12,6	12,6	12,6	12,6	12,3	11,7	11,7	11,7	10,4
		5М	12,5	12,6	12,6	12,5	11,7	11,7	11,7	11,7	10,4
	1000	1М...3М	12,5	13,1	13,6	13,3	12,3	13,6	13,5	12,0	13,1
		4М	12,5	12,6	12,6	12,6	11,9	11,7	11,7	11,7	10,4
		5М	12,2	12,6	12,6	12,6	11,5	11,7	11,7	11,7	10,4
	1500	1М...3М	12,3	12,4	12,6	12,9	12,1	12,7	13,2	11,8	12,2
		4М	12,3	12,4	12,5	12,6	11,3	11,7	11,7	11,7	10,4
		5М	11,9	12,1	12,1	11,7	11,1	11,7	11,7	11,7	10,4

Типоразмер редуктора	$n_1^*$ , мин <sup>-1</sup>	Группа режима работы	Передаточное число (номинальное)								
			8	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50
1Ц2У-400Н	750	1М...3М	18,5	19,3	19,1	18,2	19,3	20,0	18,3	16,2	19,1
		4М	17,7	17,7	17,7	17,7	16,4	16,4	16,4	15,1	14,6
		5М	17,4	17,7	17,7	17,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,2
	1000	1М...3М	17,5	18,3	18,7	18,0	18,4	19,1	18,2	16,2	18,2
		4М	17,5	17,7	17,7	17,7	16,4	16,4	16,4	16,2	14,6
		5М	17,0	17,5	17,4	16,8	16,4	16,4	16,4	16,4	16,2
	1500	1М...3М	–	–	17,7	17,5	17,2	17,8	17,9	15,9	17,0
		4М	–	–	17,5	17,5	16,4	16,4	16,4	15,9	14,6
		5М	–	–	16,8	16,3	16,4	16,4	16,4	15,9	14,6
1Ц2Н-450	750	1М...3М	28,5	29,3	29,1	28,2	29,3	20,0	28,3	26,2	29,1
		4М	27,7	27,7	27,7	27,7	26,4	26,4	26,4	25,1	24,6
		5М	27,4	27,7	27,7	27,4	26,4	26,4	26,4	26,4	26,2
	1000	1М...3М	27,5	28,3	28,7	28,0	28,4	29,1	28,2	26,2	28,2
		4М	27,5	27,7	27,7	27,7	26,4	26,4	26,4	26,2	24,6
		5М	27,0	27,5	27,4	26,8	26,4	26,4	26,4	26,2	24,6
	1500	1М...3М	–	–	27,7	27,5	27,2	27,8	27,9	25,9	27,0
		4М	–	–	27,5	27,5	26,4	26,4	26,4	25,9	24,6
		5М	–	–	26,8	26,3	26,4	26,4	26,4	25,9	24,6

\*  $n_1$  – частота вращения быстроходного вала редуктора.

Таблица И3 – Габаритные и присоединительные размеры редукторов 1Ц2У, 1Ц2Н, мм

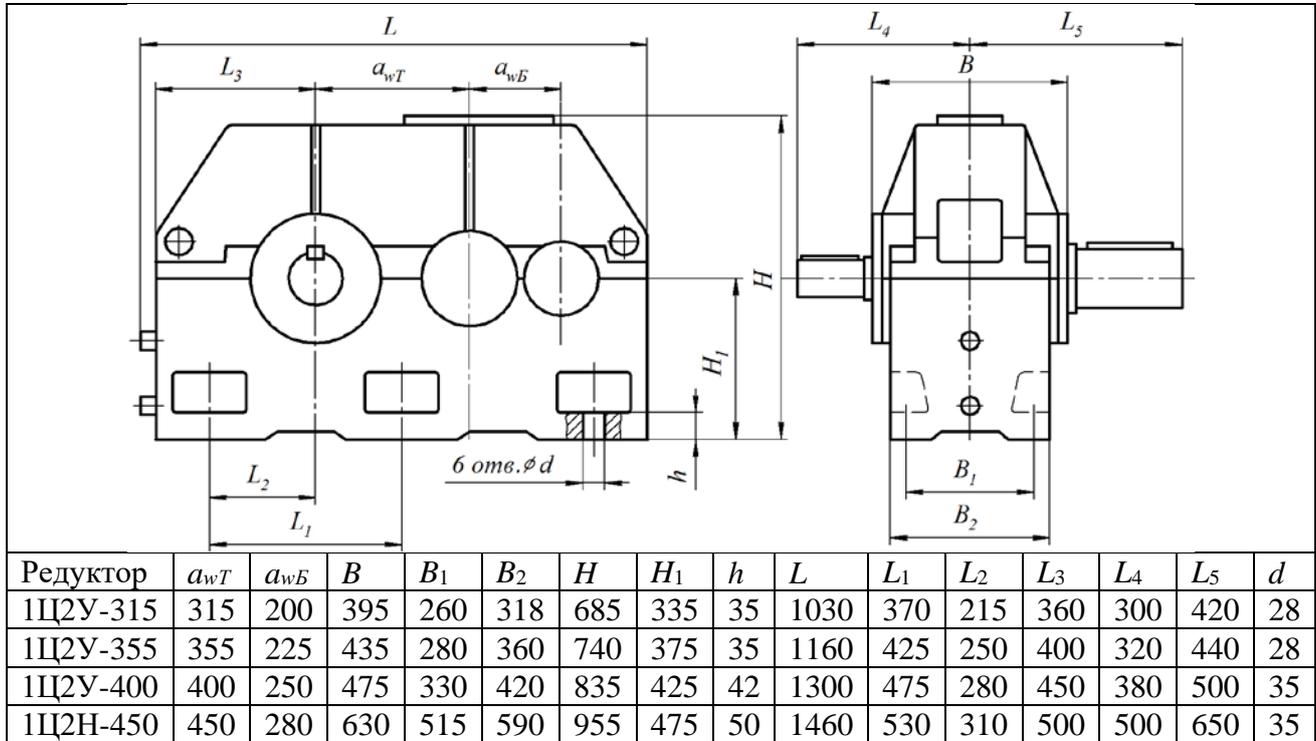


Таблица И4 – Присоединительные размеры цилиндрических валов редукторов 1Ц2У, 1Ц2Н, мм

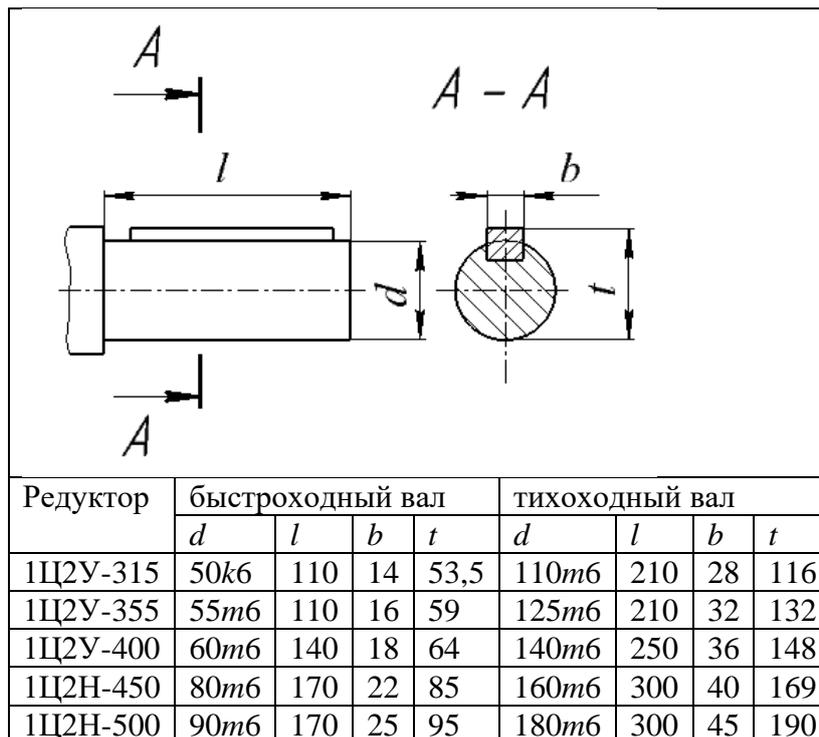
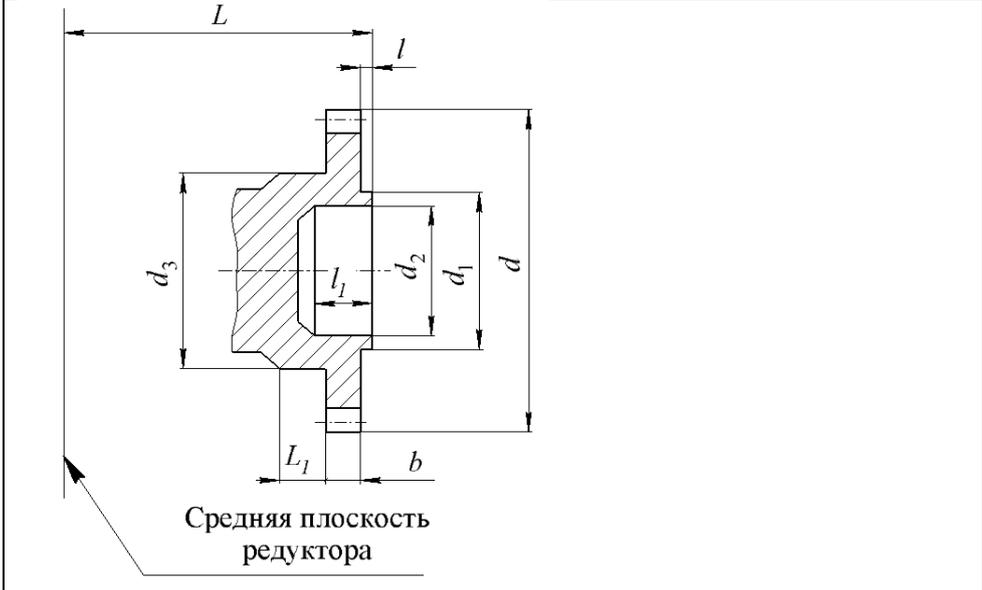


Таблица И5 – Присоединительные размеры тихоходного вала в виде зубчатой полумуфты



Средняя плоскость редуктора

Редуктор	$b$	$d$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$L$	$l$	$l_1$	Зацепление	
									$m$	$z$
1Ц2У-315	30	252	130	110F8	140	275	10	60	6	40
1Ц2У-355	35	294	130	110F8	140	310	12,5	65	7	40
1Ц2У-400	40	336	180	150F8	215	335	15	65	8	40
1Ц2Н-450	50	420	200	160F8	230	440	15	70	10	40

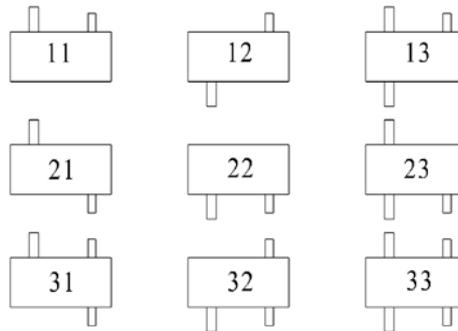


Рис. И1. Варианты сборки редукторов

Пример условного обозначения редуктора:

**1Ц2Н-450-31,5-12-У3, ТУ 29.1-24587406.003-2003**

где 1Ц2Н - тип редуктора;

450 - межосевое расстояние тихоходной ступени, мм;

31,5 - номинальное передаточное число;

12 - вариант сборки;

У3 - климатическое исполнение и категория размещения.

Приложение К

Колодочные тормоза

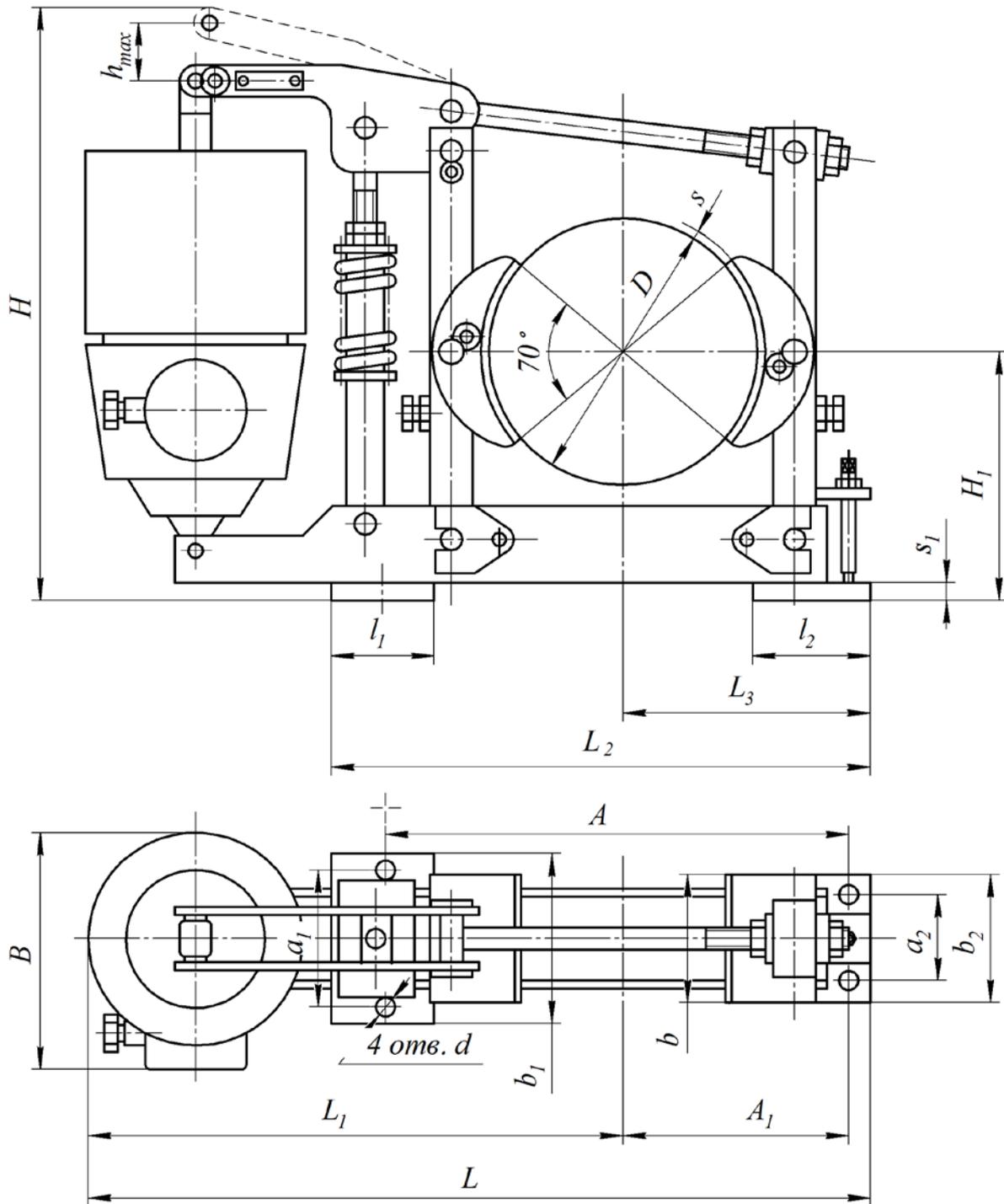


Рис. К1. Колодочный тормоз ТКГ

Таблица К1 – Габаритные и присоединительные размеры тормозов типа ТКГ, мм

Тип тормоза	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	H	H <sub>1</sub>	A	A <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	B	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	D	d	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	S	h <sub>max</sub>
ТКГ-160	495	355	263	140	415	144	200	72	90	202	70	120	160	13	30				6	32
ТКГ-200	603	419	415	213	425	170	350	175	120	60	90	150	90	200	18	50	80			
ТКГ-300	772	502	560	270	550	240	500	250	150	80	140	190	120	300	300	80	100		8	65
ТКГ-400	895	630	530	265	600	300	340	170	68	232	180	180	128	400	400	22	120			
ТКГ-500	1160	727	786	433	735	400	410	205	85		200	200	140	500	27	180				80

Таблица К2 – Технические характеристики тормозов типа ТКГ

Наименование параметра	ТКГ-160		ТКГ-200		ТКГ-300		ТКГ-400		ТКГ-500	
	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-80	ТЭ-80	ТЭ-80	ТЭ-80
Тормозной момент расчетный, Н·м, не менее	100	100	300	300	800	800	1500	1500	2500	2500
Диаметр тормозного шкива, мм	160	160	200	200	300	300	400	400	500	500
Потребляемая мощность, Вт	160	160	160	160	200	200	240	240	240	240
Тип толкателя	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-30	ТЭ-80	ТЭ-80	ТЭ-80	ТЭ-80
Номинальное усилие на штоке электрогидротолкателя, Н, не менее	300	300	300	300	500	500	800	800	800	800
Ход штока электрогидротолкателя, мм, не менее	32	32	32	32	65	65	80	80	80	80
Время наложения колодок, с, не более	0,2	0,2	0,2	0,2	0,35	0,35	0,4	0,4	0,4	0,4
Масса тормоза, кг, не более	21,5	21,5	30	30	55	55	95	95	150	150

Род тока: переменный, частотой 50 Гц ; напряжение 220/380 В

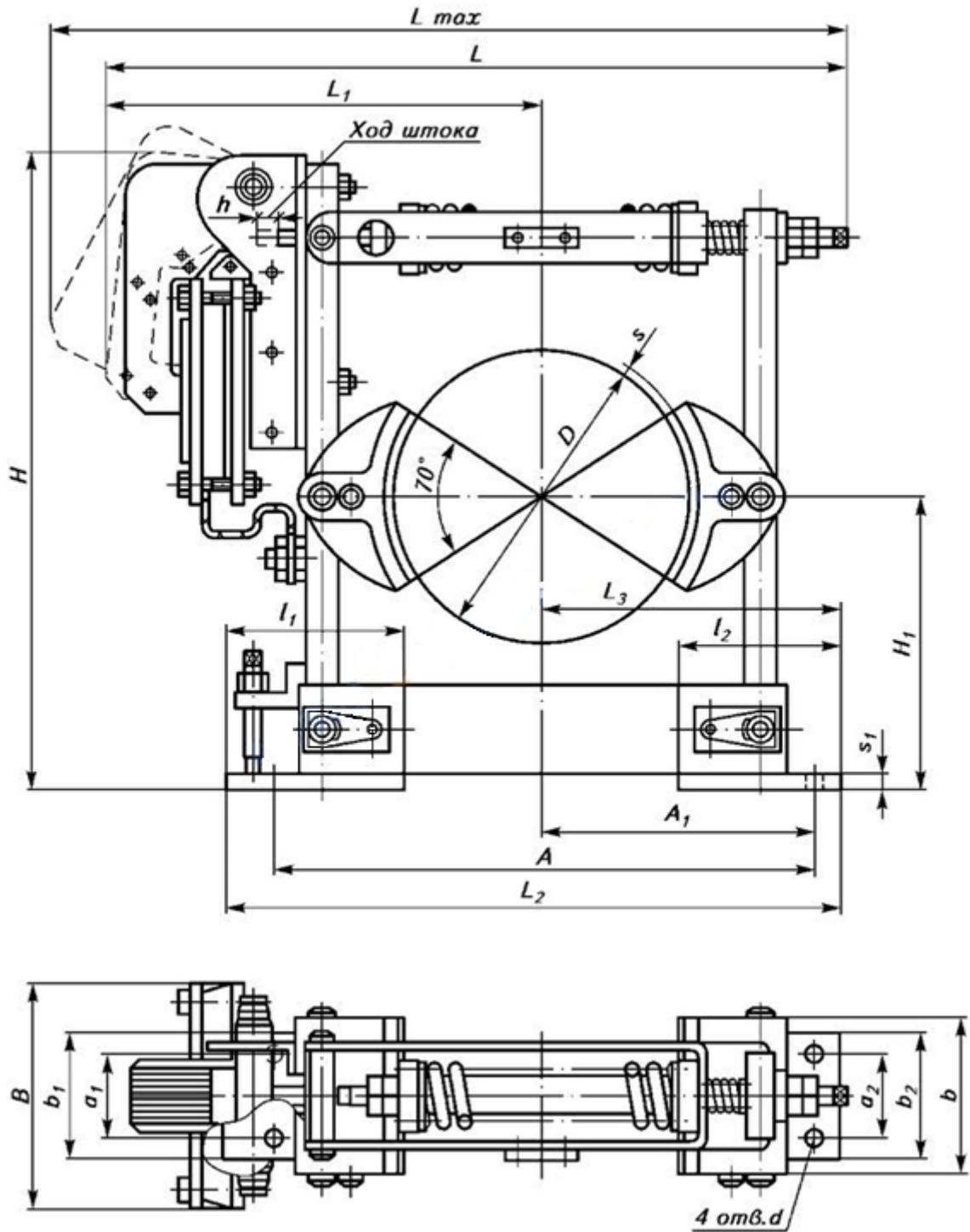


Рис. К2. Общий вид, габаритные и установочные размеры колодочного тормоза типа ТКТ с электромагнитами переменного тока серии МО:  
 $L_{max}$  - размер при возможном крайнем положении якоря

Таблица К3 – Технические характеристики тормозов ТКТ

Параметр	Тип тормоза			
	ТКТ-100	ТКТ-200/100	ТКТ-200	ТКТ-300/200
Тормозной момент, Н·м	110	220	800	1200
Электромагнит	МО-100Б	МО-100Б	МО-200Б	МО-200Б
Продолжительность включения	40,100	40,100	40,100	40,100
Масса, не более, кг	12	25	35	70
Рабочее напряжение 220/380 В				

Таблица К4 – Габаритные и присоединительные размеры тормозов ТКТ

Тип тормоза	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
	<i>A</i>	<i>A</i> <sub>1</sub>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>H</i>	<i>H</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>max</sub>	<i>L</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>2</sub>	<i>L</i> <sub>3</sub>
ТКТ-100	220	110	130	100	244	105	395	339	207	300	125
ТКТ-200/100	350	175		200	170	397	584	528	270	394	197
ТКТ-200			407			671	570	342			
ТКТ-300/200	500	250	177	300	552	240	850	749	409	550	275

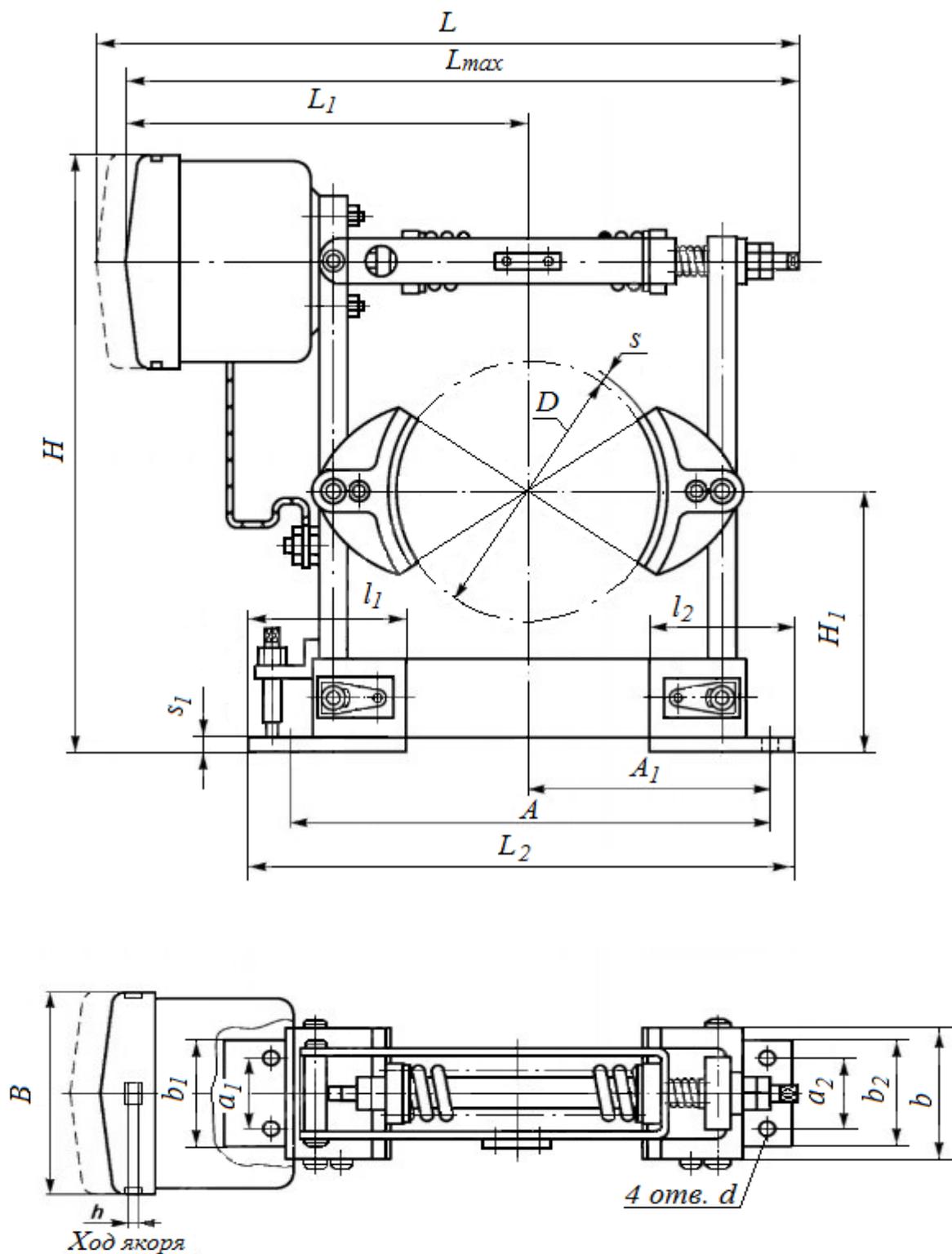


Рис. К3. Общий вид, габаритные и установочные размеры колодочного тормоза, типа ТКП с электромагнитами постоянного тока серии МП

Таблица К5 – Технические характеристики тормозов ТКП

Тип тормоза	Диаметр шкива, мм	Тип электромагнита	Максимальный тормозной момент, Н·м			Масса, кг
			ПВ = 25 %	ПВ=40 %	ПВ=100 %	
ТКП-100	100	МП-101	20	16	8	16
ТКП-200/100	200		39	31	16	30
ТКП-200		300	МП-201	157	123	53
ТКП-300/200	235			186	78	75
ТКП-300	МП-301		490	412	167	90
ТКП-400	400	Литой с рамой магнит постоянного тока	1400	1100	530	196
ТКП-500	500		2400	1700	820	305

Таблица К6 – Габаритные и присоединительные размеры тормозов ТКП

Тип тормоза	Электромагнит	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
		A	A <sub>1</sub>	B	D	H	H <sub>1</sub>	L <sub>max</sub>	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
ТКП-100	МП-101	220	110	132	100	278	105	391	353	220	300	125
	МПТ-106			68		238		354	347	314		
	МПТ-108			90		249		407	397	264		
ТКП-200/100	МП-101	350	175	132	200	414	170	549	511	283	394	197
	МПТ-106			68		386		511	504	276		
	МПТ-108			90		397		564	554	326		
ТКП-200	МП-201	350	175	178	200	437	170	571	528	328	394	197
	МПТ-212			120		405		547	543	347		
ТКП-300/200	МП-201	500	250	178	300	577	240	751	708	395	550	275
	МПТ-212			120		545		527	723	414		
ТКП-300	МП-301	500	250	225	300	600	240	786	738	435	550	275
	МПТ-317			165		563		785	773	435		
Тип тормоза	Электромагнит	Габаритные и присоединительные размеры, мм										
		a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	d	h	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	s	s <sub>1</sub>
ТКП-100	МП-101	40	70	65	13	13	13	3	83	35	6	4
	МПТ-106							3,5-7				
	МПТ-108							5-10				
ТКП-200/100	МП-101	60	90	90	18	18	18	3	80	80	8	7
	МПТ-106							3,5-7				
	МПТ-108							5-10				
ТКП-200	МП-201	60	90	90	18	18	18	4	80	80	8	7
	МПТ-212							5,5-9				
ТКП-300/200	МП-201	80	140	120	22	22	22	4	90	90	8	9
	МПТ-212							5,5-9				
ТКП-300	МП-301	80	140	120	22	22	22	4,5	90	90	8	9
	МПТ-317							6-12				

## Приложение Л

### Муфты зубчатые

Муфты могут изготавливаться следующих типов:

- 1) с разъемной обоймой;
- 2) с промежуточным валом;
- 3) с неразъемной обоймой.

Втулки муфт изготавливают следующих исполнений:

1 – с цилиндрическими отверстиями для коротких концов валов по ГОСТ 12080-66;

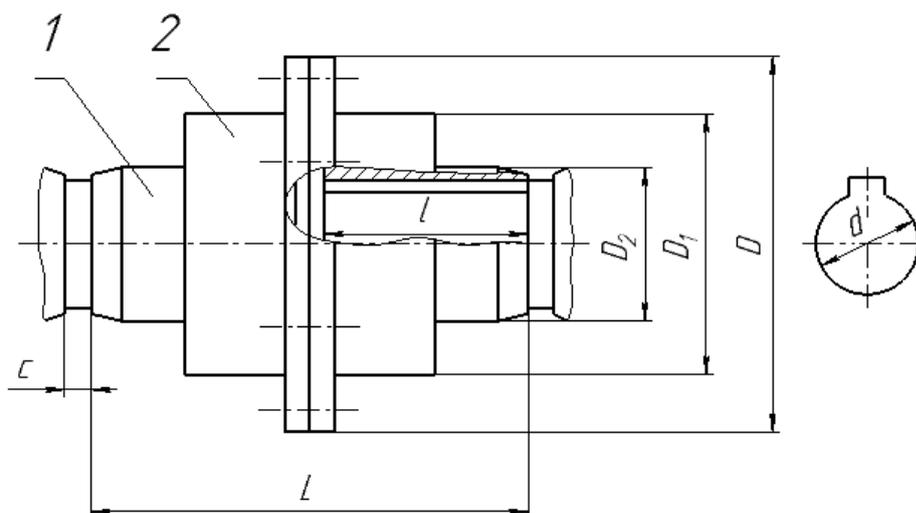
2 – с коническими отверстиями для коротких концов валов по ГОСТ 12081-72 для муфт типов 1 и 3.

Муфты, заказываемые для эксплуатации при частотах вращения, равных или превышающих 50 % от значения допускаемой частоты, указанной в табл. Л1, обозначают буквой С.

Основные параметры, размеры муфт должны соответствовать указанным на рис. Л1 и Л2 и в табл. Л1.

Тип 1

Исполнение 1



Исполнение 2

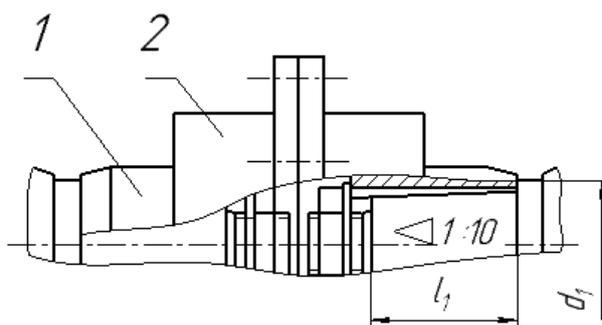


Рис. Л1: 1 – втулка; 2 – обойма

## Тип 2

Исполнение 1  
Варианты сборки

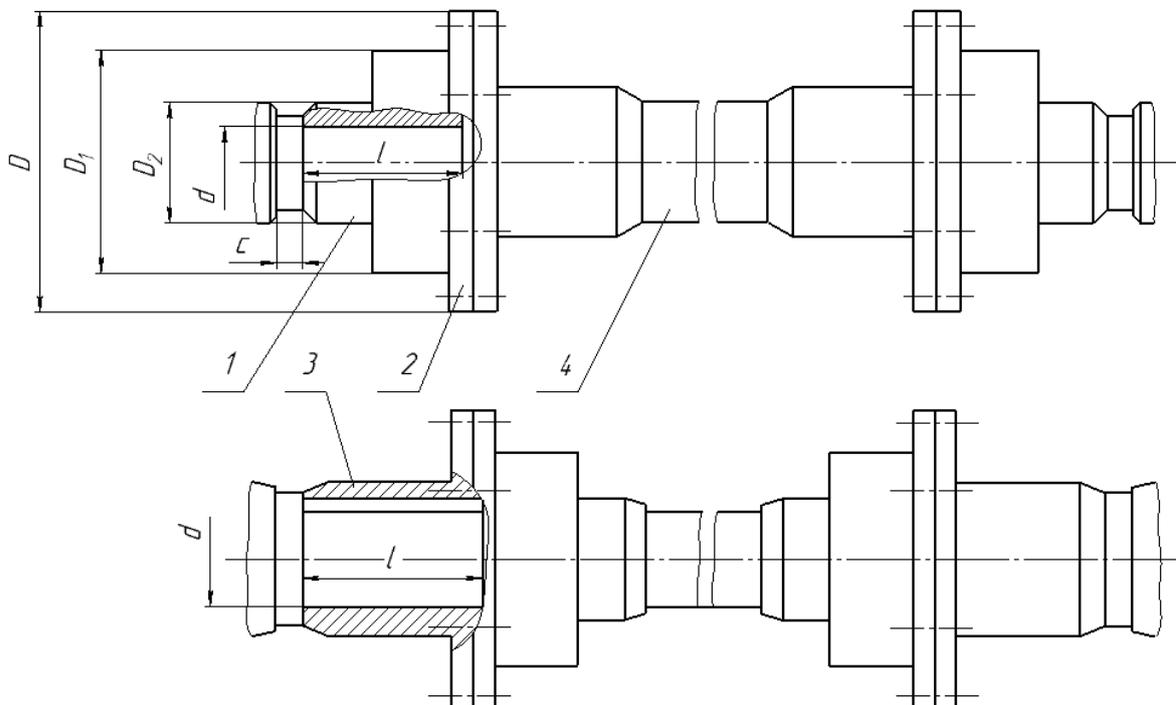


Рис. .2: 1 – втулка; 2 – обойма; 3 – фланцевая полумуфта; 4 – промежуточный вал

Таблица Л1 – Основные параметры и размеры зубчатых муфт

Номинальный крутящий момент $T_{кр}$ , Н·м	$d, d_1$	$D$	$D_1$	$D_2$	$l$	$L$	с, мм, не менее	Частота вращения для типа 1, с, не более*	Момент инерции для типа 1, кг·м <sup>2</sup>	Масса для типа 1, кг, не более
	мм, не более									
1000	40	145	100	60	82	174	12	90	0,05	6,7
1600	55	170	125	80				80	0,06	9,2
2500	60	185	135	85	105	220		75	0,08	11,2
4000	65	200	150	95			62	0,15	15,2	
6300	80	230	175	115	130	270	18	55	0,25	22,6
10000	100	270	200	145	165	340		47	0,50	40,5
16000	120	300	230	175		345	25	40	1,15	62,5
25000	140	330	260	200	200	415	30	35	2,25	100,0
40000	160	410	330	230				29	6,00	164,3
63000	200	470	390	290	240	500	35	20	10,50	228,0

\* Для муфт с индексом С, для остальных муфт частота вращения не более 50% от указанной в таблице.

## Приложение М

### Муфты зубчатые с тормозными шкивами

Зубчатые муфты с тормозными шкивами (рис.М1) выполняются в виде комплектов, соответствующих зубчатым муфтам с промежуточным валом типа МЗП, когда вместо одной из полу муфт установлен тормозной шкив и имеется вал-вставка.

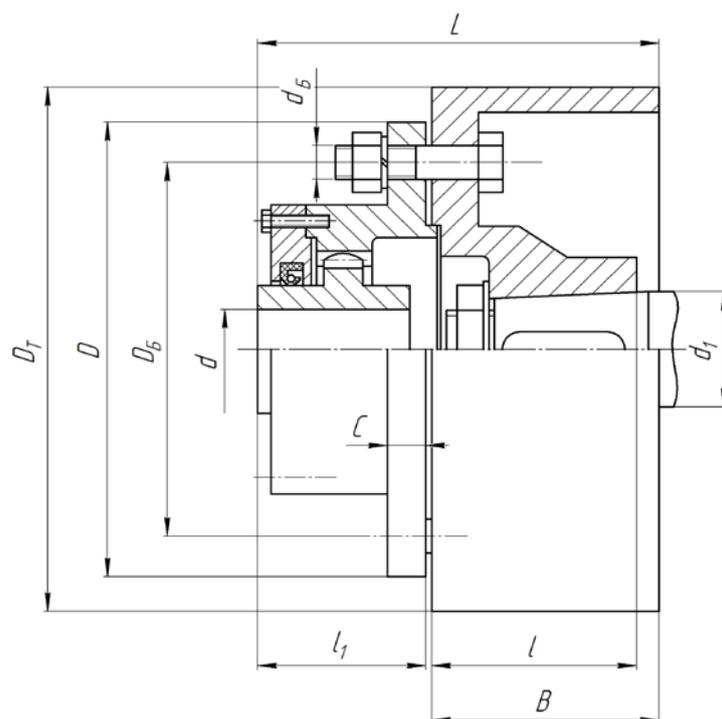


Рис. М1. Зубчатая муфта с тормозным шкивом

Таблица М1 – Основные параметры и размеры зубчатых муфт с тормозным шкивом (размеры в мм)

$D_1$	$m$	$z$	$B$	$d$	$d_1$	$l$	$L$	$d_б$	$n_б$	$T_{кр},$ Н·м	Мо- мент инер- ции, кг·м <sup>2</sup>	Мас са, кг
200	2,5	30	95	40...55	50...69,5	112	170	12	6	700	0,0763	15,8
300	3	40	145	40...55	50...69,5	123... 145	232,5	12	8	3200	0,471	41
400	3	48	186	55	60...89,5	158... 189,5	297	12	8	5750	1,375	86,5
500	3	56	205	65	90	185	325	16	8	8600	3,56	132, 2

Приложение Н

**Муфта втулочно-пальцевая с тормозным шкивом**

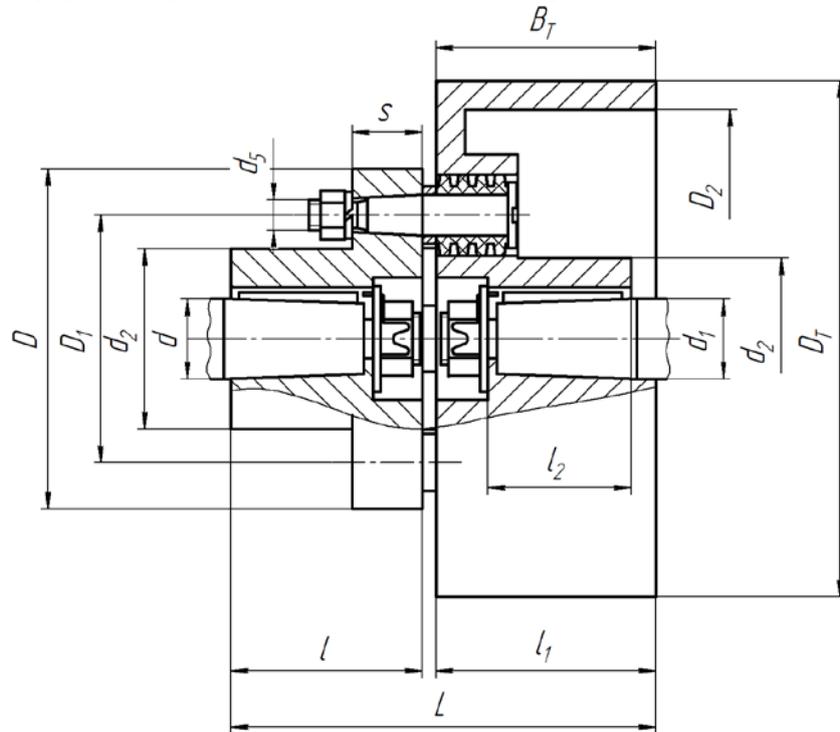


Рис. Н1. Муфта втулочно-пальцевая с тормозным шкивом

Таблица Н1 – Основные размеры и параметры втулочно-пальцевых муфт с тормозными шкивами, мм

$T_{\text{ном}},$ Н·М	$d(H7)$	$d_1(H7)$	$D$	$D_T$	$D_1$	$D_2$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$n^*$
250	32...45	32...38	140	200	100	180	70	14	28	M10	6
500	40...45	40...45	170		120		80				
1000	60...70	50...70	220	300	170	275	120	18	36	M12	10
2000	65...75	65...90	250	400	190	370	140	24	46	M16	
4000	80...95	80...95	320	500	242		175	30	58	M24	
8000	100...125	95...125	400	600	300	465	220	38	72	M30	
$T_{\text{ном}},$ Н·М	$l$	$l_1$	$l_2$	$S$	$B_T$	$b$	Допустимое смещение валов		Тормозной момент, Н·м	$J_M,$ кг·м <sup>2</sup>	Масса, кг
							радиальное	угловое			
250	80; 110	80	60	16	100	1...5	0,3	1°	160	0,24	13,5
500	110	110	85	22	150	1...6			420	0,32	18,5
1000	110...140	140	107	28	190	1...8	0,4		1500	1,5	43
2000	140...170	170	135	36		1...10			2500	4,8	92
4000	170	170	170	44	210	2...12	0,5	30'	5000	6,9	115
8000	210	210	170	44	250					28,6	211
										57,8	240

\*  $n$  – число болтов.