



Е. Г. Кучумов
Л. И. Данина

КОМПОНОВКА ПРИВОДОВ МАШИН ХИМИКО-ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Кафедра технологических машин и технологии машиностроения

Е. Г. Кучумов
Л. И. Данина

КОМПОНОВКА ПРИВОДОВ МАШИН ХИМИКО-ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Методические указания
к курсовому проекту по дисциплине
«Прикладная механика»

Екатеринбург
УГЛТУ
2025

Печатается по рекомендации методической комиссии Инженерно-технического института УГЛТУ.

Протокол № 3 от 7 ноября 2024 г.

Рецензент – профессор кафедры ТОЛП, д-р техн. наук *В. П. Сиваков*

Предназначены для всех обучающихся, осваивающих образовательные программы немашиностроительных специальностей высшего образования, реализуемых в УГЛТУ.

Редактор Р. В. Сайгина

Оператор компьютерной верстки Е. Н. Дунаева

Подписано в печать

Плоская печать

Формат 60×84 /16

Поз. 10

Заказ №

Печ. л. 2,09

Тираж 10 экз.

Редакционно-издательский сектор РИО УГЛТУ

Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	4
1	Выбор стандартных узлов привода.....	5
1.1	Выбор редуктора.....	5
1.1.1	Цилиндрический редуктор.....	6
1.1.2	Червячный редуктор.....	8
1.1.3	Конический редуктор.....	16
1.1.4	Электродвигатели для приводов.....	19
1.2	Выходные концы валов.....	20
1.2.1	Выбор муфт.....	21
1.2.2	Компенсирующая муфта.....	22
2	Компоновка привода.....	25
2.1	Первый этап компоновки.....	25
2.2.	Особенности компоновки клиноременной передачи.....	29
2.3	Особенности компоновки цепной передачи.....	29
3	Конструирование рамы.....	30
	Библиографический список.....	34
	Приложение.....	35

ВВЕДЕНИЕ

В настоящих методических указаниях рассмотрены этапы компоновки приводов машин химико-лесного комплекса, выполняемые при курсовом проектировании по «Прикладной механике».

Цель компоновки – получить представление о конструкции привода, определить относительное расположение узлов и передач в пространстве.

При компоновке решаются следующие конструктивные задачи:

- а) рациональное размещение изображений на чертеже;
- б) рациональное заполнение производственной площади;
- в) пропорциональность основных размеров узлов и деталей;
- г) определение установочных, присоединительных и габаритных размеров;
- д) удобство сборки и разборки;
- е) соблюдение условий смазки и регулирования передач;
- ж) конструирование рамы;
- з) разработка задания на фундамент;
- и) соблюдение требований техники безопасности и экологической чистоты;
- к) экономичность производства.

1. ВЫБОР СТАНДАРТНЫХ УЗЛОВ ПРИВОДА

Перед компоновкой привода производится кинематический расчет привода, расчеты передач гибкой связью [1, 5], выбор стандартных узлов и элементов.

1.1. Выбор редуктора

Исходными данными для выбора редуктора являются крутящий момент на его тихоходном валу $T_{2 \text{ ред}}$ и передаточное число $u_{\text{ред}}$, определенные в кинематическом расчете, вариант сборки по схеме в задании на курсовой проект и другие данные.

При выборе редуктора определяется его основной геометрический параметр: для цилиндрического и червячного редуктора это межосевое расстояние a_w (табл. 1 и 3 соответственно), для конического редуктора - внешнее конусное расстояние R_e (табл. 5). По таблице выбирается редуктор с таким основным геометрическим параметром, для которого при заданном $u_{\text{ред}}$ табличное значение номинального крутящего момента T_2 не меньше расчетного $T_{2 \text{ ред}}$.

Если это условие не выполняется, следует задать для редуктора другое передаточное число, скорректировать кинематический расчет и повторить выбор редуктора.

В обозначении редуктора указываются:

Редуктор (ТР) – (ГП) – u – (ВС) – (ДД) – (КК),

где ТР – тип редуктора;

ГП – основной геометрический параметр, мм;

u – передаточное число редуктора;

ВС – вариант сборки (рис. 1);

ДД – дополнительные данные (для червячного редуктора);

КК – климатическое исполнение и категория размещения.

В зависимости от взаимного расположения выходных концов валов редукторы изготавливаются по вариантам сборки, представленным на рис. 1.

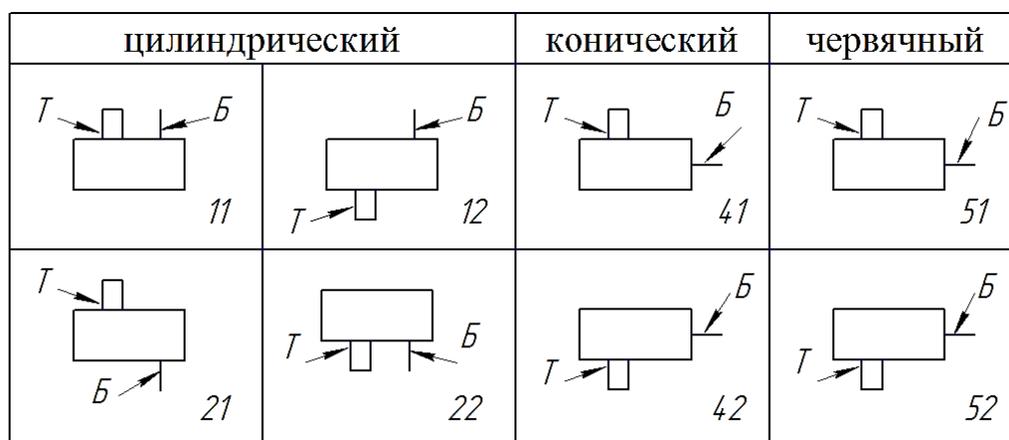


Рис. 1. Варианты сборки редуктора (вид сверху):

Б – быстроходный вал; Т – тихоходный вал

1.1.1 Цилиндрический редуктор

В табл. 1 приведены основные параметры цилиндрических одноступенчатых горизонтальных редукторов типа ЦУ [1].

Таблица 1

Основные параметры цилиндрических редукторов

Типоразмер редуктора	$u_{\text{цил}}$	T_2 , Н·м	Консольная нагрузка на валу, не более, Н		Масса, кг	Объем заливаемого масла, л
			быстроходном	тихоходном		
ЦУ-100	2; 2,5	250	500	2000	27	1,0
ЦУ-160	3,15; 4	1000	1000	4000	75	2
ЦУ-200	4; 5	2000	2000	5600	135	4
ЦУ-250	6,3	4000	3000	8000	250	7,5

Корпус и крышка редуктора – литые чугунные, соединены в горизонтальной плоскости двумя коническими штифтами и болтами. Валы вращаются на конических роликоподшипниках. Зубчатое зацепление – эвольвентное косозубое.

Материал и термообработка зубчатых пар:

для передаточных чисел $u = 2...5$ – сталь 20ХН2МА, термообработка – цементация до твердости 57...64 HRC₃ с последующей шлифовкой;

для передаточного числа $u = 6,3$ – сталь 25 ХГМ, термообработка – нитроцементация до твердости 51...64 HRC₃.

Габаритные и присоединительные размеры редукторов показаны на рис. 2 и в табл. 2.

Пример обозначения редуктора и его расшифровка:

Редуктор ЦУ-200-5-12-1-У2 ГОСТ25301-82

ЦУ – цилиндрический одноступенчатый узкого типа;

200 – межосевое расстояние в мм;

5 – номинальное передаточное число;

12 – вариант сборки;

1 – категория точности;

У – климатическое исполнение;

2 – категория размещения.

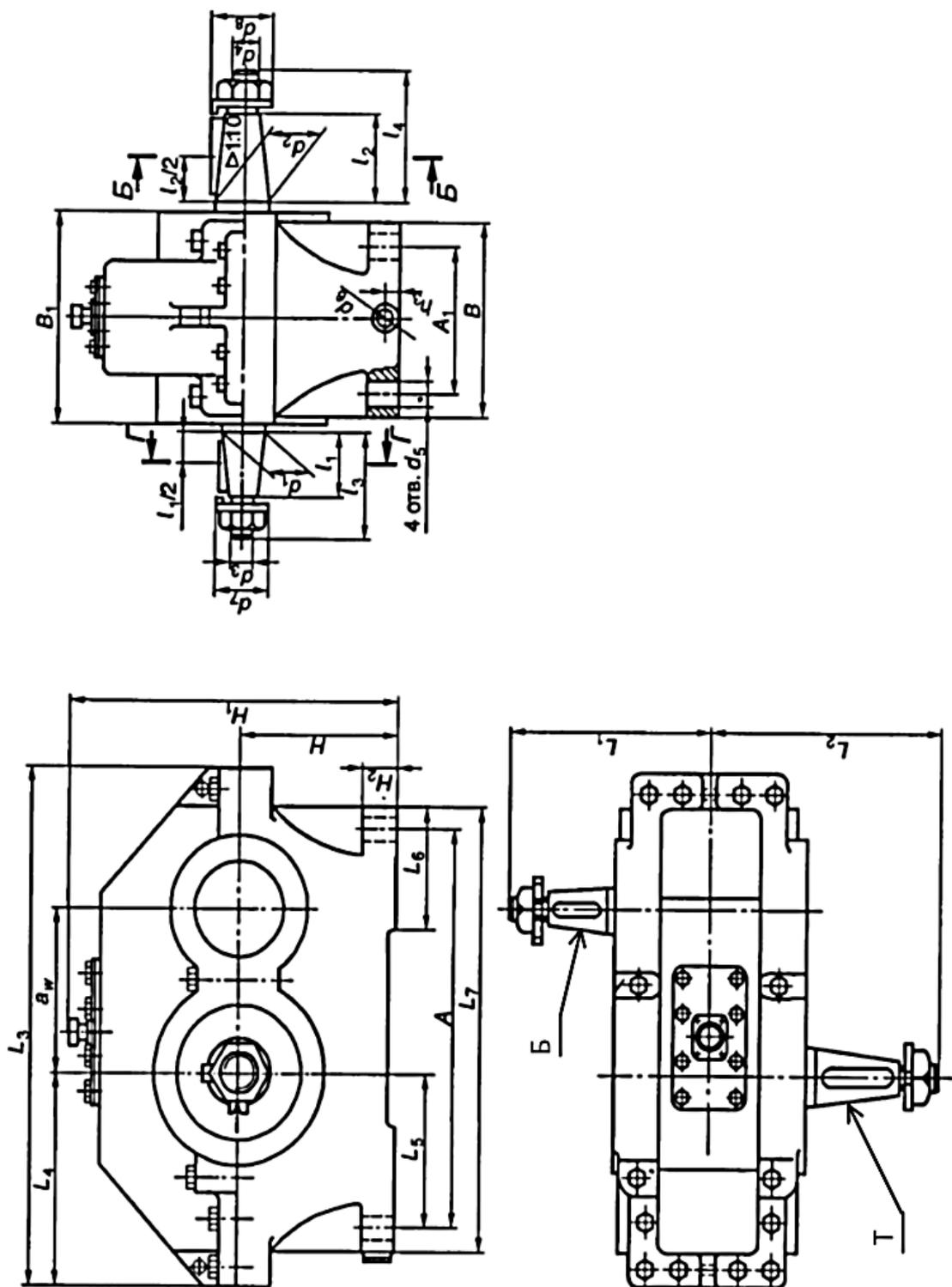


Рис. 2. Габаритные и присоединительные размеры цилиндрических редукторов типа ЦУ:
 Б – быстроходный вал; Т – тихоходный вал

1.1.2. Червячный редуктор

Таблица 2

Габаритные и присоединительные размеры цилиндрических одноступенчатых горизонтальных редукторов, мм

Типоразмер редуктора	a_w	A	A_1	B	B_1	H	H_1	H_2	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	b_1	b_2
ЦУ-100	100	224	95	132	140	112	224	22	136	155	315	132	85	90	265	8	10
ЦУ-160	160	355	125	175	185	170	335	28	218	218	475	195	136	125	412	14	16
ЦУ-200	200	437	136	200	212	212	425	36	230	265	580	236	165	160	500	16	20
ЦУ-250	250	545	185	250	265	265	530	40	280	315	710	290	212	190	615	20	25
Типоразмер редуктора	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	d_8	h_1	h_2	h_3	l_1	l_2	l_3	l_4	t_1	t_2
ЦУ-100	25	35	M16x1,5	M20x1,5	15	M24x1,5	40	45	7	8	32	42	58	60	80	4,0	5,0
ЦУ-160	45	55	M30x2	M36x3	24	M24x1,5	63	75	9	10	32	82	82	110	110	5,5	6,0
ЦУ-200	55	70	M36x3	M48x3	24	M24x1,5	75	100	10	12	32	82	105	110	140	6,0	7,5
ЦУ-250	70	90	M48x3	M64x4	28	M24x1,5	100	130	12	14	32	105	130	140	170	7,5	9,0

В табл. 3 приведены основные кинематические параметры червячных одноступенчатых универсальных обдуваемых редукторов типа Ч [1].

Таблица 3

Номинальный вращающий момент T_2 (Н·м) на тихоходном валу червячного редуктора

Тип редуктора	При передаточном числе $u_{\text{чер}}$						Масса, кг	Объем масла, л (для варианта по рис. 3)	
	16	20	25	31,5	40	50		1	2
Ч-80	250	224	224	280	218	230	19,1	1,2	1,2
Ч-100	450	437	437	475	437	437	57	3,2	3,2
Ч-125	750	750	700	900	775	725	88	4,5	5,8
Ч-160	1600	1320	1320	1800	1450	1320	170	6,4	10,0

Редукторы могут иметь варианты расположения червячной пары, представленные на рис. 3.

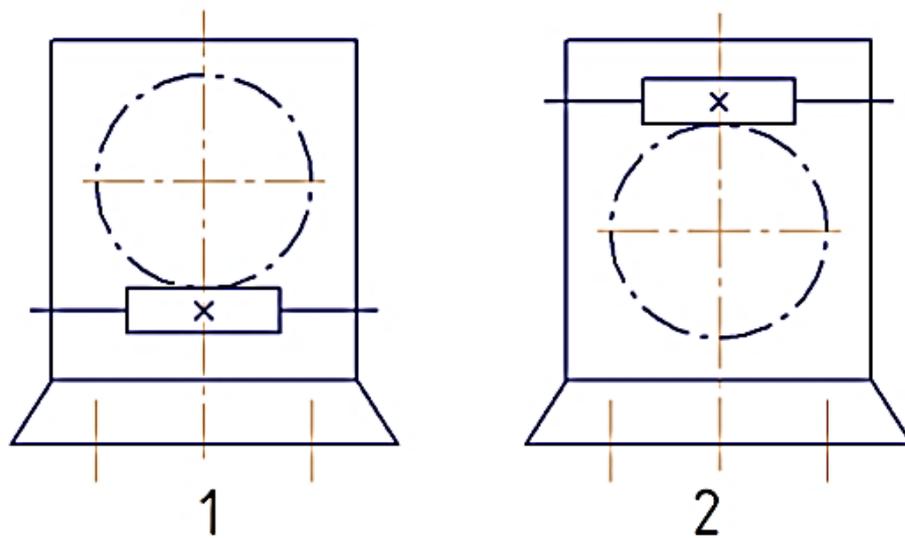


Рис. 3. Варианты расположения червячной пары:
1 – червяк под колесом; 2 – червяк над колесом

Для редуктора Ч-80 лапы изготавливаются съёмными, что позволяет с помощью одних и тех же лап менять пространственное положение редуктора в соответствии с вариантом расположения червячной пары. Лапы редукторов остальных типов размеров отлиты вместе с корпусом.

Корпус редуктора Ч-80 – неразъемный, отлит из алюминиевого сплава и закрыт оребренной крышкой. Корпус редукторов остальных типоразмеров отлит из серого чугуна.

Для охлаждения редукторов на червячном валу установлен центробежный вентилятор, состоящий из крыльчатки и кожуха (рис. 4, 5).

Червячные валы изготавливаются из легированной стали 18ХГТ; витки червяков подвергаются цементации и закалке до твердости HRC_э56...63 с последующей шлифовкой и полированием. Венцы червячных колес изготавливаются из оловянно-фосфористой бронзы Бр010Ф1 и заливаются или напрессовываются на ступицы.

Геометрические параметры зацепления цилиндрической червячной пары с эвольвентным червяком приняты по ГОСТ 27701-88.

Пример обозначения червячного редуктора и его расшифровка:

Редуктор Ч-80-40-51-1-У3 ГОСТ 27701-88,

где Ч – редуктор червячный с однозаходным червяком;

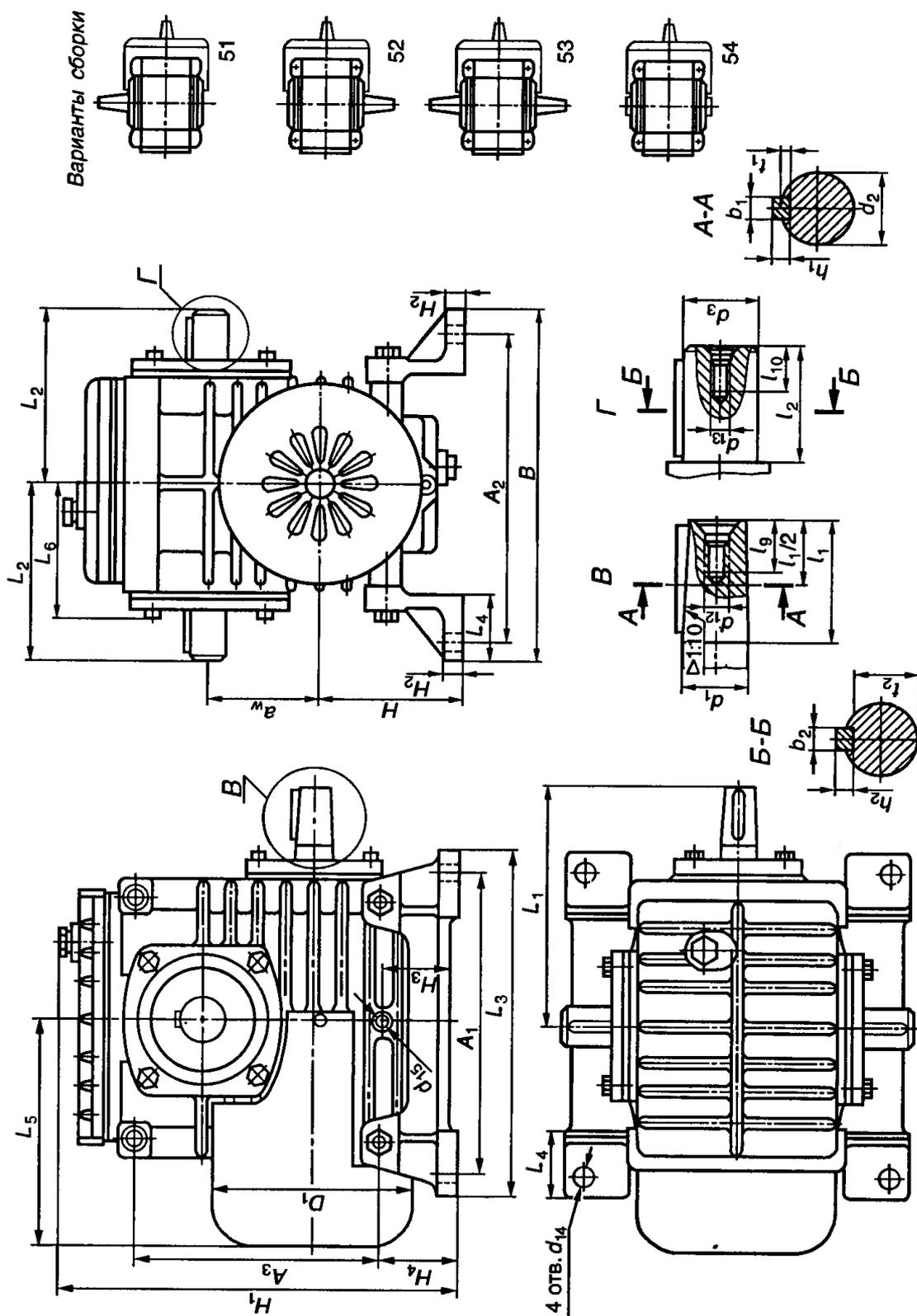
80 – межосевое расстояние в мм;

1 – категория точности;

У – климатическое исполнение;

3 – категория исполнения.

Габаритные и присоединительные размеры червячных редукторов приведены на рис. 4, 5 и в табл. 4.



Расположение червяка как на рис. 5
 Рис. 4. Габаритные и присоединительные размеры червячного редуктора Ч-80

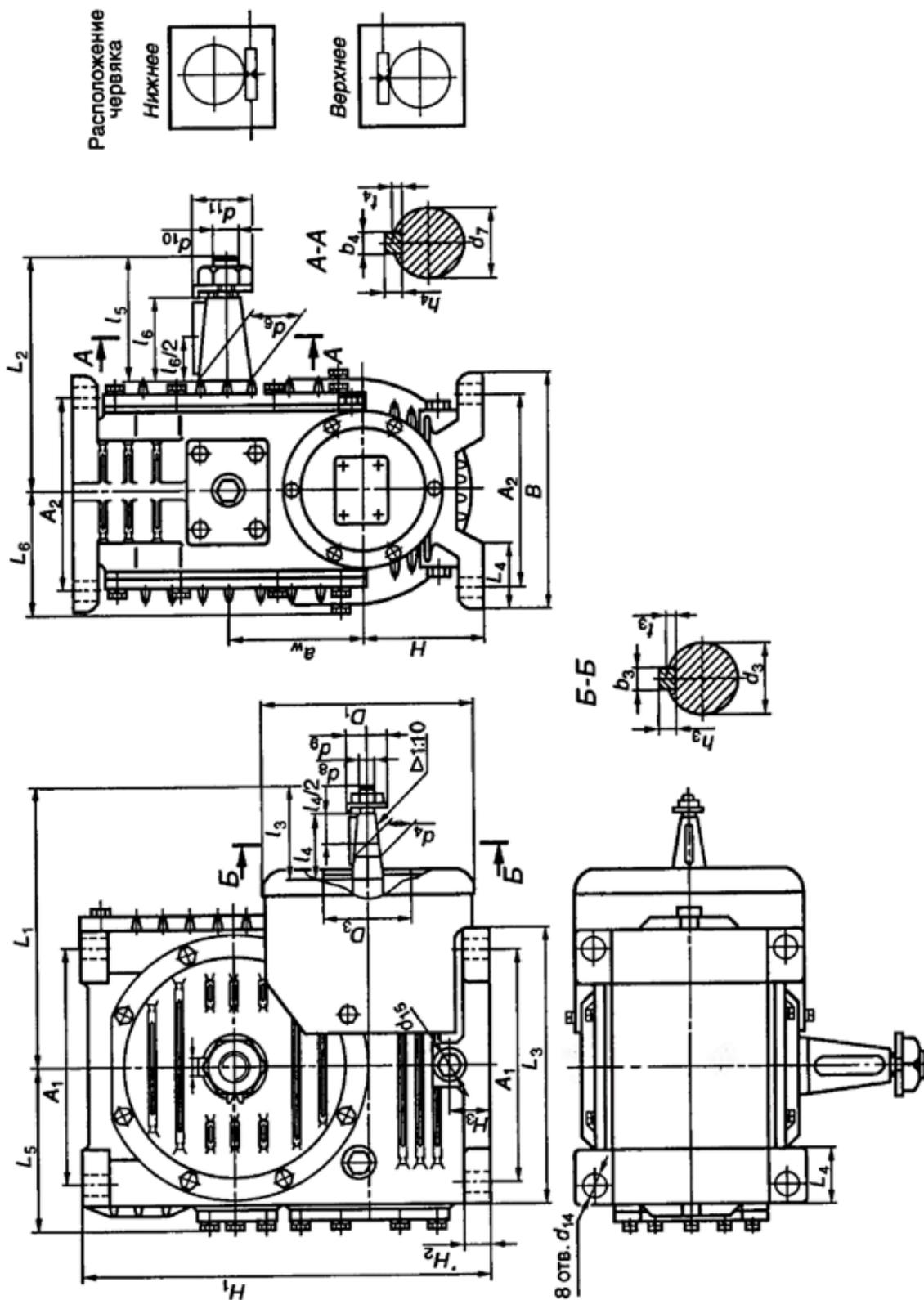


Рис. 5. Габаритные и присоединительные размеры червячных редукторов Ч-100, Ч-125, Ч-160

Таблица 4

Габаритные и присоединительные размеры червячных одноступенчатых редукторов типа Ч (рис. 4 и 5), мм

Параметр	Типоразмер редуктора			
	Ч-80	Ч-100	Ч-125	Ч-160
a_w	80	100	125	160
A_1	225	200	230	300
A_2	220	140	190	230
A_3	180	–	–	–
B	250	175	230	280
D_1	155	179	217	270
D_2	39	46	60	72
D_3	–	69	71	80
H	112	100	111	140
H_1	295	312	396	500
H_2	15	20	23	31,5
H_3	40	50	50	60
H_4	62	–	–	–
L_1	167	225	261	345
L_2	147	225	230	280
L_3	265	243	280	355
L_4	48,0	45,0	60,0	70,0
L_5	173	150	176	206
L_6	92,5	120,0	135	157
b_1	5	–	–	–
b_2	10	–	–	–
b_3	–	6	6	10
b_4	–	12	14	18
d_1	25	–	–	–
d_2	23,80	–	–	–
d_3	35	–	–	–
d_4	–	32	32	40
d_5	–	29,10	29,10	35,90
d_6	–	45	50	70

Окончание табл. 4

Параметр	Типоразмер редуктора			
	Ч-80	Ч-100	Ч-125	Ч-160
d_7	–	40,90	50,90	64,75
d_8	–	M20x1,5	M20x1,5	M24x2
d_9	–	45	45	50
d_{10}	–	M30x2	M36x3	M48x3
d_{11}	–	100	110	140
$d_{12} = d_{13}$	M8	–	–	–
d_{14}	16	19	19	22
d_{15}	M12x1,25	M12x1,25	M16x1,5	M16x1,5
l_1	42	–	–	–
l_2	42	–	–	–
l_3	–	80	80	110
l_4	–	58	58	82
l_5	–	110	110	140
l_6	–	82	82	105
l_7	122	205	230	275
l_8	66	90	110	130
l_9	30	–	–	–
l_{10}	25	–	–	–
h_1	5	–	–	–
h_2	8	–	–	–
h_3	–	6	6	8
h_4	–	8	9	11
t_1	3,0	–	–	–
t_2	27,0	–	–	–
t_3	–	3,5	3,5	5,0
t_4	–	5,0	5,5	7,0

1.1.3. Конический редуктор

В табл.5 приведены основные параметры одноступенчатых конических редукторов узкого типа КУ [1].

Корпус и крышка редуктора – цельнолитые чугунные или стальные. Опоры валов – конические роликоподшипники, воспринимающие радиальные и осевые нагрузки, возникающие при работе конического зацепления.

Зацепление рассчитано по поверхностной прочности рабочих поверхностей зубьев и по напряжениям изгиба зубьев шестерни при передаче равномерной реверсивно действующей нагрузки. Зубчатые колеса выполнены с тангенциальными зубьями с углом спирали зубьев около 15° . Материал шестерен – ковкая сталь 40 с пределом прочности $\sigma_B = 700$ МПа и пределом текучести $\sigma_T = 400$ МПа. Материал колеса – ковкая сталь 30 с $\sigma_B = 600$ МПа и $\sigma_T = 350$ МПа.

Таблица 5

Номинальный крутящий момент T_2 (Н · м) на тихоходном валу конического редуктора

Типоразмер редуктора	R_e , мм	При передаточном числе $u_{кон}$			Масса, кг	Объем масла, л
		3,15	4	5		
КУ - 160	160	220	130	70	170	22
КУ - 200	200	400	260	180	410	38
КУ - 250	250	850	600	470	820	50
КУ - 300	300	1620	1180	880	1180	64

Габаритные и присоединительные размеры приведены на рис. 6 и в табл. 6.

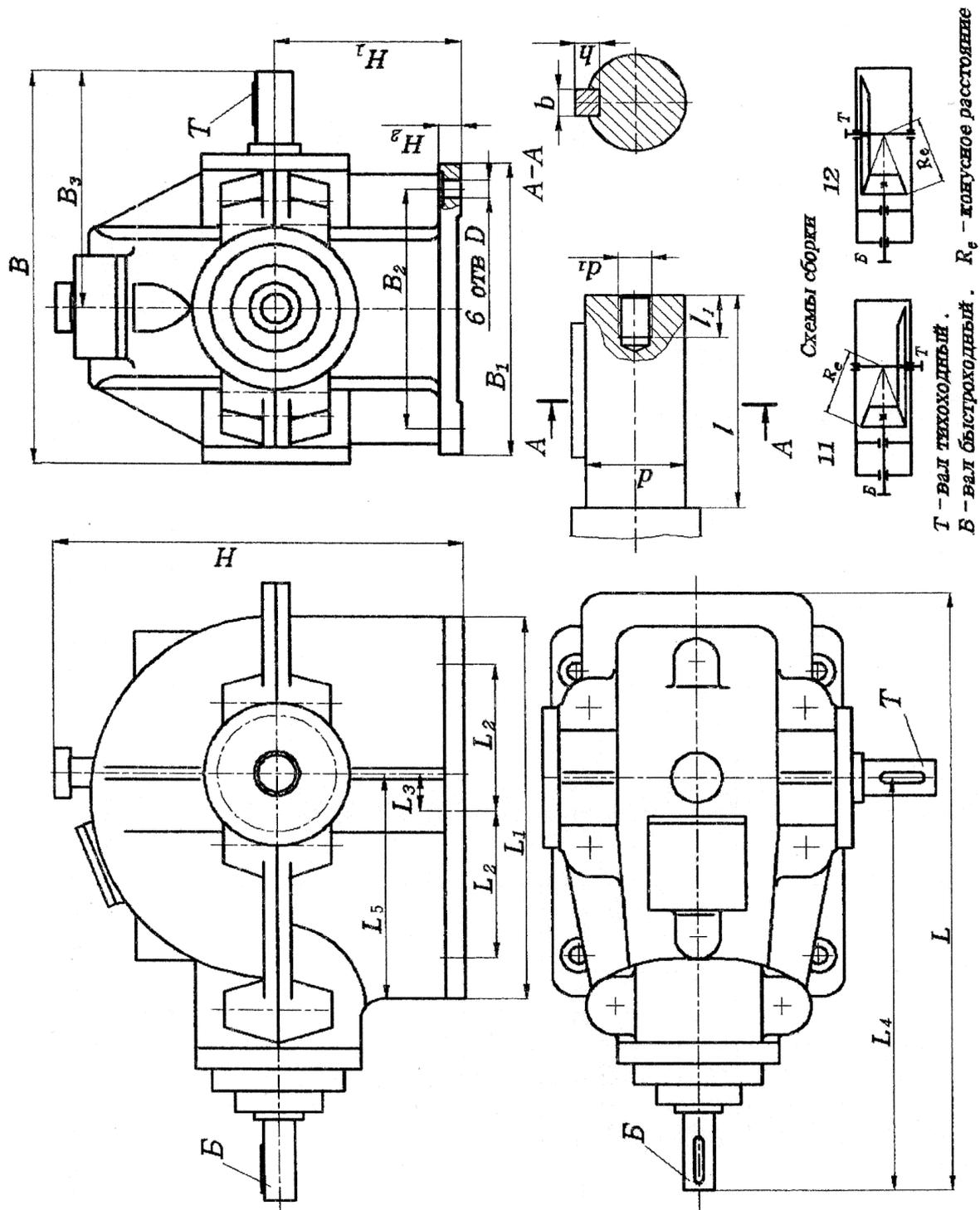


Рис.6. Редукторы конические одноступенчатые типа КУ

Таблица 6

Габаритные, установочные и присоединительные размеры редукторов КУ, мм

Типоразмер редуктора	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	B	B ₁	B ₂	B ₃	H	H ₁	H ₂	D
КУ - 160	650	420	160	40	450	260	470	360	300	290	450	200	20	17
КУ - 200	840	520	200	50	580	305	530	400	330	320	545	250	25	23
КУ - 250	1010	620	250	50	680	350	610	440	370	370	648	300	25	23
КУ - 300	1200	780	320	60	810	450	690	500	420	430	758	350	30	27

Типоразмер редуктора	Быстроходный вал						Тихоходный вал					
	d	l	d ₁	l ₁	b	h	d	l	d ₁	l ₁	b	h
КУ - 160	28	60	М6	18	8	1	40	110	М6	18	12	8
КУ - 200	40	110	М6	18	12	8	50	110	М8	22	14	9
КУ - 250	50	110	М8	22	14	9	160	140	М8	22	18	11
КУ - 300	60	140	М8	22	18	11	80	170	М8	22	22	14

Пример условного обозначения конического редуктора с конусным расстоянием $R_e = 200$ мм, передаточным числом $u_{\text{кон}} = 4$, схемы сборки 12: «Редуктор КУ- 200 - 4 - 12»

1.1.4 Электродвигатели для приводов

Габаритные, установочные и присоединительные размеры электродвигателей серии АИР исполнением IM1081 приведены в табл. 7 и на рис. 7.

Таблица 7

Габаритные, установочные и присоединительные размеры электродвигателей серии АИР

Тип двигателя	Число полюсов	d_1	l_1	l_{30}	b_1	h_1	d_{30}	l_{10}	l_{31}	d_{10}	b_{10}	h	h_{10}	h_{31}		
71A,B	2,4,6	19	40	273	6	6	170	90	46	7	112	71	9	188		
80A		22	50	297			8	7	190	100	50	10	125	80	10	205
80B		24		321					210	125	56		140	90	11	225
90L		28	60	360	8	7	240	112	63	12	160	100	12	247		
100S		32	80	435			10	8	246		140	70		190	112	112
100L		38		460	288	89			216	132	13	325				
112M	2,4,6,8	42		110	630	12			334	178	108	15	254	160	18	385
132S	4,6,8	48	14		9	210										
132M	2,4,6,8	48	14		9	203	121	279								
160S	2	42	660		12	8	375	241	121	279	180	20	448			
160M	4,6,8	48	14		9											
180S	2	48	630		16	10	375	241	121	279	180	20	448			
180M	4,6,8	55	680	14	9											
					16	10										

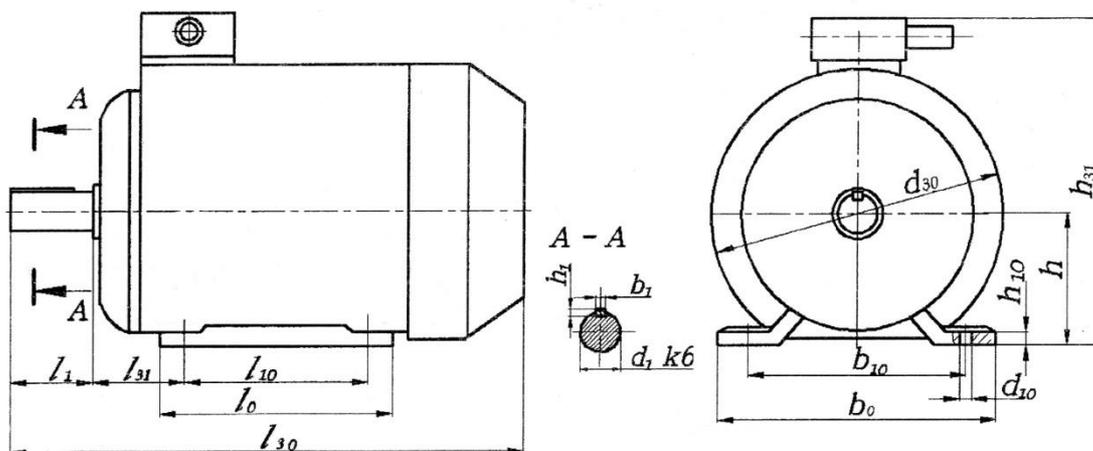


Рис. 7. Электродвигатель серии АИР исполнением IM1081

1.2. Выбор муфт

Выбор муфт производится по передаваемому крутящему моменту в зависимости от диаметров и исполнений соединяемых валов.

Передаваемый крутящий момент рассчитывается по формуле

$$T_m = k \cdot T,$$

где k – коэффициент режима работы (табл.8);

T – номинальный крутящий момент на валах, соединяемых муфтой (определен в кинематическом расчете), Н·м.

Таблица 9

Коэффициент режима работы

Технологическая установка	Значение коэффициента
Сушильные, отливные, бумагоделательные машины, фильтрующее оборудование	1,2...1,4
Ленточные, шнековые, винтовые транспортеры	1,3...1,5
Цепные, скребковые конвейеры, дозаторы, питатели, загрузочные и разгрузочные устройства	1,5...2,0
Сортирующее и перемешивающее оборудование, деревообрабатывающие станки	1,8...2,2
Машины барабанного типа	2,2...2,5

В случае соединения разных валов, на каждый из выходных концов по таблице подбирается такая полумуфта, для которой $T_{\text{табл}} \geq T_m$, а диаметр и исполнение отверстия соответствуют выходному концу вала.

Общая длина муфты рассчитывается по формуле

$$L = l' + c + l''$$

где l', l'' – длины полумуфт;

c – зазор между полумуфтами.

Если полумуфты имеют разные наружные диаметры D , проектируют специальную муфту [3].

Если муфта состоит из одинаковых полумуфт, габаритные размеры муфты берут из таблицы.

В обозначении муфты, состоящей из разных полумуфт, указываются:

Муфта (Н) – ($T_{\text{табл}}$) – (d') – (u') – (d'') – (u'') – УЗ – (СТ),

где Н – наименование муфты;

$T_{\text{табл}}$ – табличное значение крутящего момента, Н·м;

d' , d'' – диаметры соединяемых валов, мм;
 u' , u'' – исполнения соединяемых валов;
 УЗ – климатическое исполнение и категория размещения;
 СТ – обозначение стандарта.

1.2.1. Упругая муфта

Для соединения вала электродвигателя (см. рис. 8 и табл. 9) и быстроходного вала редуктора выбираем упругую втулочно-пальцевую муфту по рис. 8 и табл. 9 [1, 3].

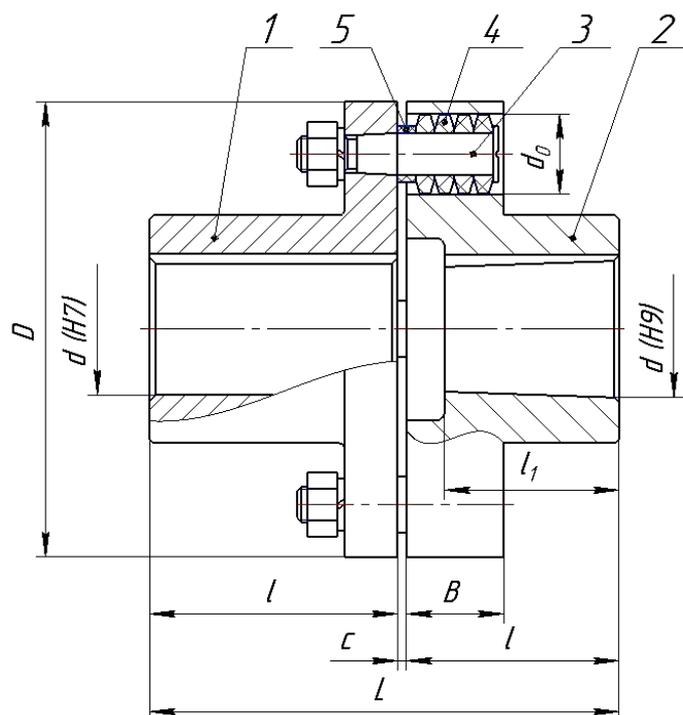


Рис. 8. Упругая втулочно-пальцевая муфта:
 1, 2 – полумуфты; 3 – палец; 4 – втулка; 5 – дистанционное кольцо

Муфта состоит из двух полумуфт 1 и 2. В конических отверстиях полумуфты 1 закреплены пальцы 3 с надетыми на них упругими втулками 4 и дистанционными кольцами 5. Полумуфты изготовляют из чугуна СЧ-20, пальцы – из стали 45, втулки – из специальной резины.

Муфты изготовляют в следующих исполнениях для длинных концов валов: 1 – с цилиндрическим отверстием, 3 – с коническим отверстием для вала.

Пример обозначения муфты в заказе:

Муфта МУВП 250-32-1-40-3-УЗ ГОСТ 21424-75.

В обозначении муфты после значения номинального крутящего момента указывают обозначение полумуфты с отверстиями для крепления пальцев.

Таблица 9

Характеристики муфт МУВП по ГОСТ 21424-75

Момент T_M Н·м	d , мм	l , мм	l_1 , мм	c , мм	B , мм	d_0 , мм	D , мм	Масса, кг	Смещение осей валов, не более		
									рад. Δr , мм	осев. Δl , мм	угл. $\Delta \alpha$
31,5	19	40	30	4	20	20	90	2,5	0,2	5	1°30'
	22	50	38								
63	22, 24								100	3,6	
125	25, 28	60	44	5	32	28	120	4,2	0,3	7	1°
250	32, 38	80	60				140	5,5			
		40, 42, 45	110	85	6	46	36	170	8,1	0,4	10
500	40, 42, 45	190						9,4			
710	45, 48, 50, 55						220	11,0			
1000	50, 55	140	107	8	48	48	250	17,0			
	60, 70										
2000	70										

1.2.2. Компенсирующая муфта

Считаем, что приводной вал технологической установки проектируется, поэтому можем принять его выходной конец таким же, как выходной конец тихоходного вала редуктора. Тогда муфта будет состоять из одинаковых полумуфт.

Для соединения тихоходного вала редуктора и приводного вала технологической установки выбираем цепную муфту по рис. 9 и табл. 10 [1,3].

В цепных муфтах полумуфтами служат звездочки 1 и 2, а соединительным элементом – однорядная роликовая цепь 3. Полумуфты изготовлены из стали 45, зубья звездочек подвергаются поверхностной закалке до твердости HRC_3 40...45.

Для удержания смазки муфта закрыта кожухом, разъемным в осевой плоскости. Кожух состоит из двух половин 4 и 5, соединенных винтами 6; плоскость

разъема уплотняется прокладкой 7. Смазка подается через отверстие, закрываемое пробкой 8; утечка смазки предотвращается уплотнениями 9.

Штифт 10 предотвращает смещение кожуха относительно муфты.

Пример обозначения муфты, состоящей из одинаковых полумуфт:

Муфта цепная 1000-55-1-УЗ ГОСТ 20742-81.

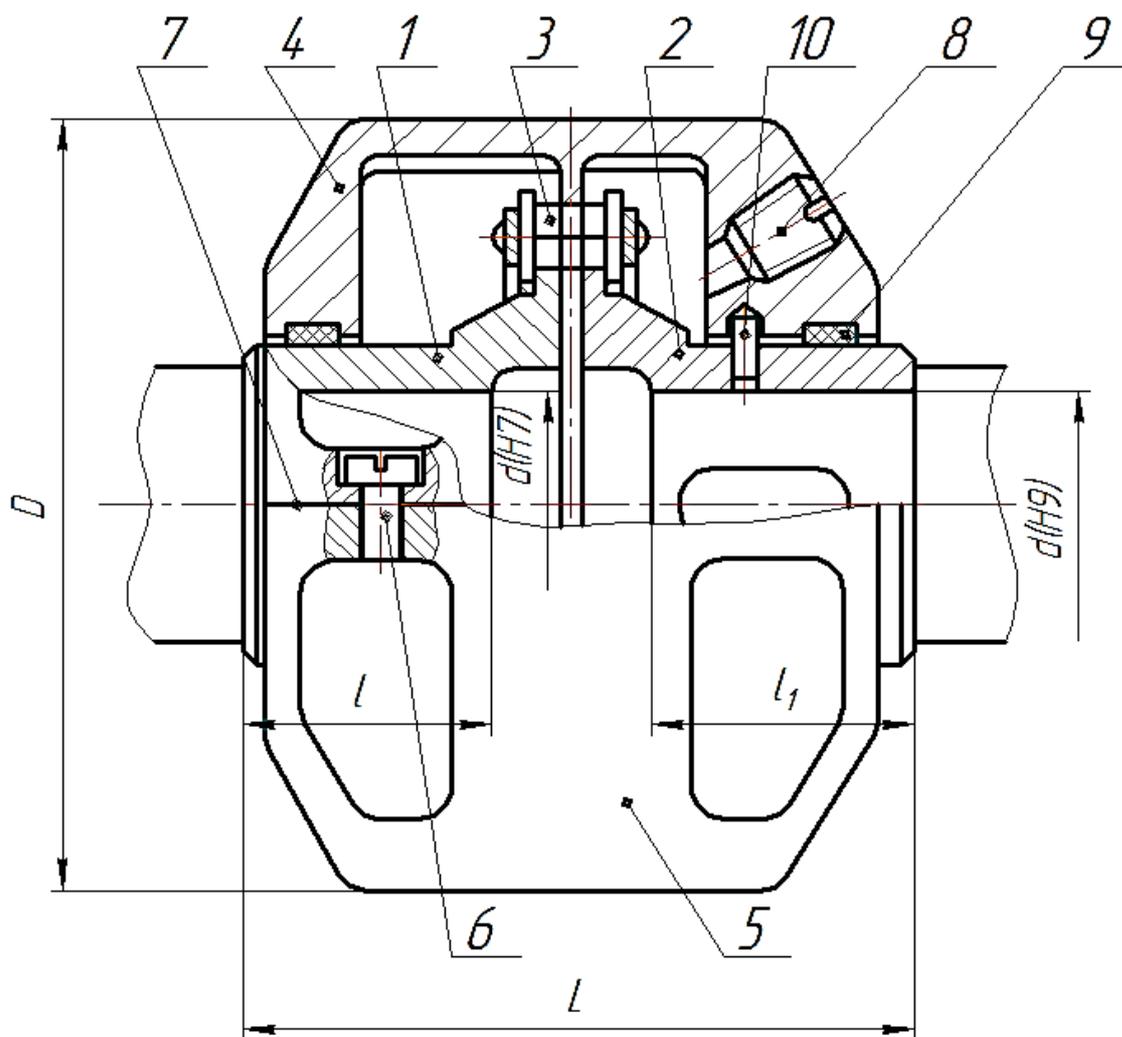


Рис. 9. Цепная муфта:

- 1, 2 – полумуфты со звездочками; 3 – цепь; 4, 5 – кожух; 6 – винт;
7 – прокладка; 8 – пробка; 9 – уплотнение; 10 – штифт

Таблица 10

Характеристики цепных муфт

Мо- мент T_M , Н·м	Отверстие, мм			Габариты, мм			Масса, кг	Смещение осей валов, не более						
	d	l	l_1	$L_{\text{цил}}$	$L_{\text{кон}}$	D		Рад. Δr , мм	Осев. Δl , мм	Угл. $\Delta \alpha$, °				
250	35	80	61	206	168	140	7,5	0,2	1,8	1°				
	40,45	110	85	278	228									
500	40,45					140	108	354	290		200	15,0	0,4	2,0
	50,55													
1000	50,55	170	134	424	352	210	35,0	3,5						
	60,70					280	37,0							
2000	60,70	170	134	424	352	280	37,0	0,6	5,0					
2000	80,90					310	68,0	0,6	5,0					
4000	80, 90													

2. КОМПОНОВКА ПРИВОДА

Ниже будут рассмотрены общие принципы компоновки приводов по двум схемам, представленным на рис.12, включающим разные редукторы и передачи.

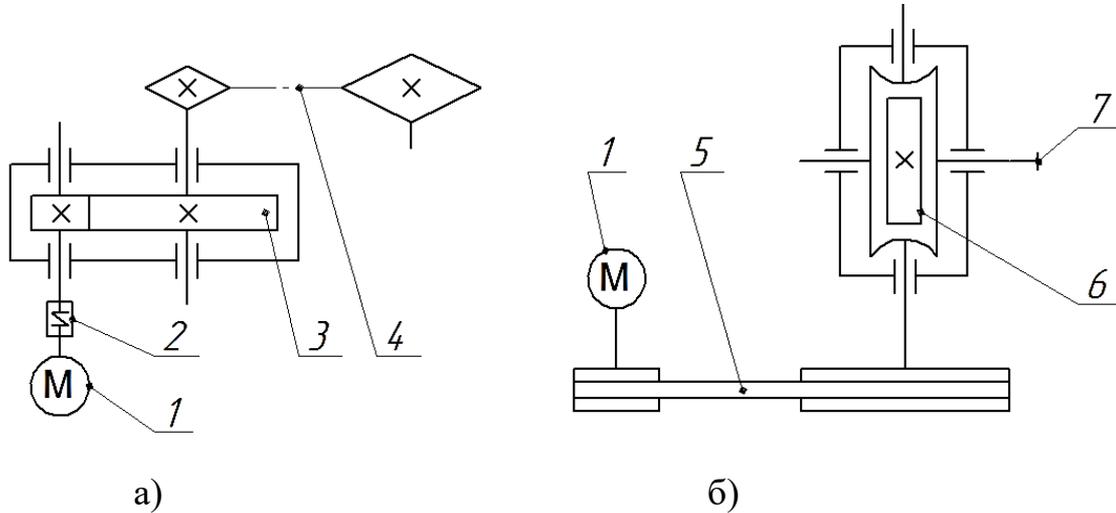


Рис. 10. Схемы приводов:

1 – электродвигатель; 2 – муфта упругая; 3 – редуктор цилиндрический;
4 – цепная передача; 5 – клиноременная передача; 6 – редуктор червячный;
7 – муфта компенсирующая

Перед началом компоновки следует выбрать масштаб: 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5, исходя из ориентировочных габаритов привода, оценив межосевое расстояние цепной или клиноременной передачи, габариты электродвигателя и редуктора и их относительное размещение по заданию на курсовой проект.

2.1. Первый этап компоновки

Размещение узлов привода удобнее начинать с вида сверху (как показано в задании).

Провести оси валов и показать межосевые расстояния в мм.

На рис.11, 12 и в тексте обозначены оси:

ЭД – вала электродвигателя;

БХ и ТХ – быстроходного и тихоходного валов редуктора;

ВЩ и ВМ – ведущего и ведомого валов цепной и клиноременной передач;

Ц – цепи.

Межосевые расстояния:

$a_{\text{цр}}$ – цилиндрического редуктора;

$a_{\text{чер}}$ – червячного редуктора;

$a_{\text{цеп}}$ – цепной передачи;

$a_{\text{крп}}$ – клиноременной передачи.

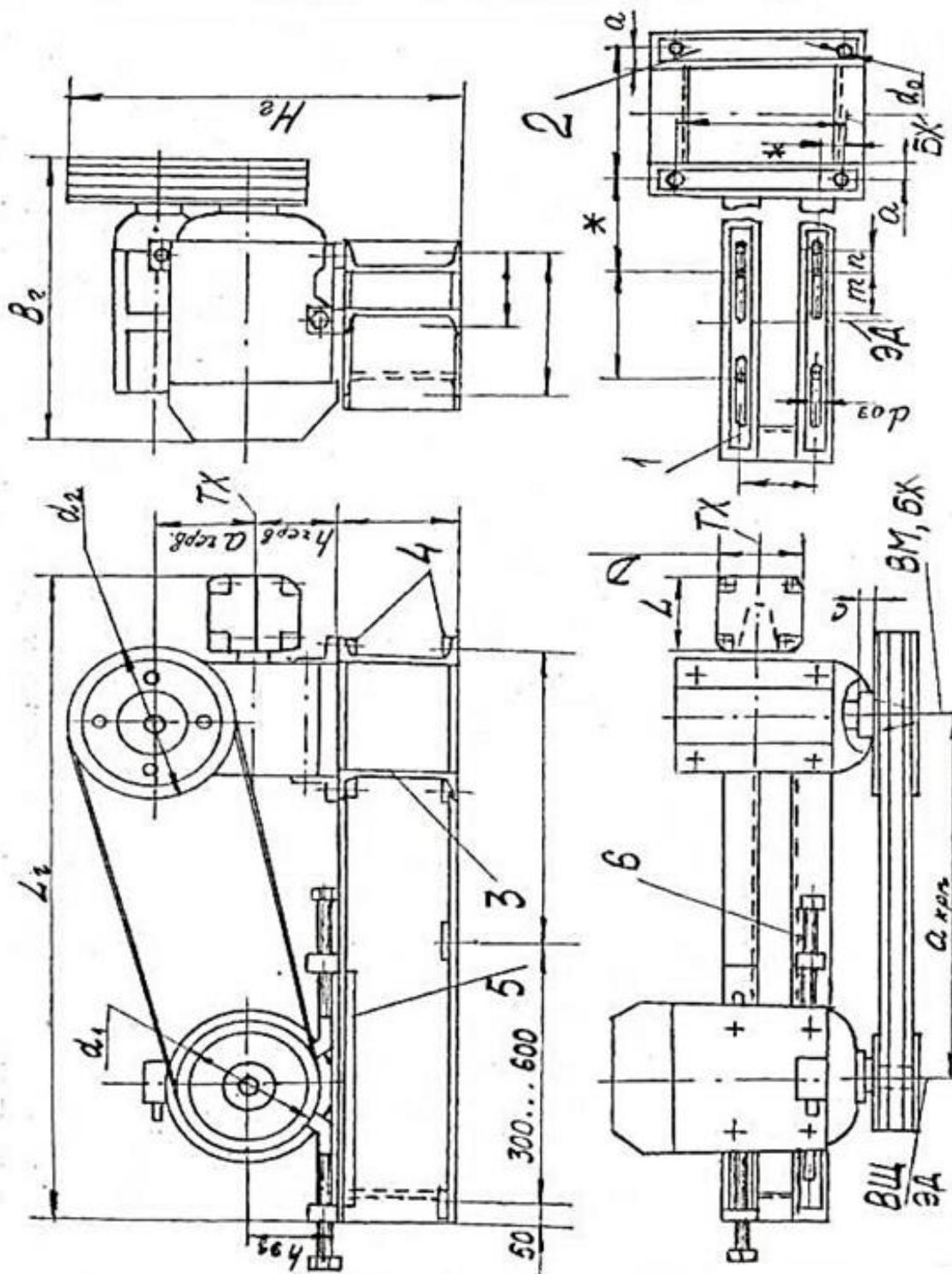


Рис. 12. Компонновка привода по схеме на рис. 10,6

На главном виде в проекционной связи с видом сверху провести оси валов и показать межосевое расстояние червячного редуктора в мм.

Показать упрощенно корпус редуктора и выходные концы валов. Следует обратить внимание на правильное положение БХ и ТХ валов по варианту задания на курсовой проект.

В справочной литературе обычно дается вылет вала (рис. 13), поэтому для определения положения буртика цилиндрического конца вала или большого диаметра конического конца вала необходимо из вылета вычесть его длину l .

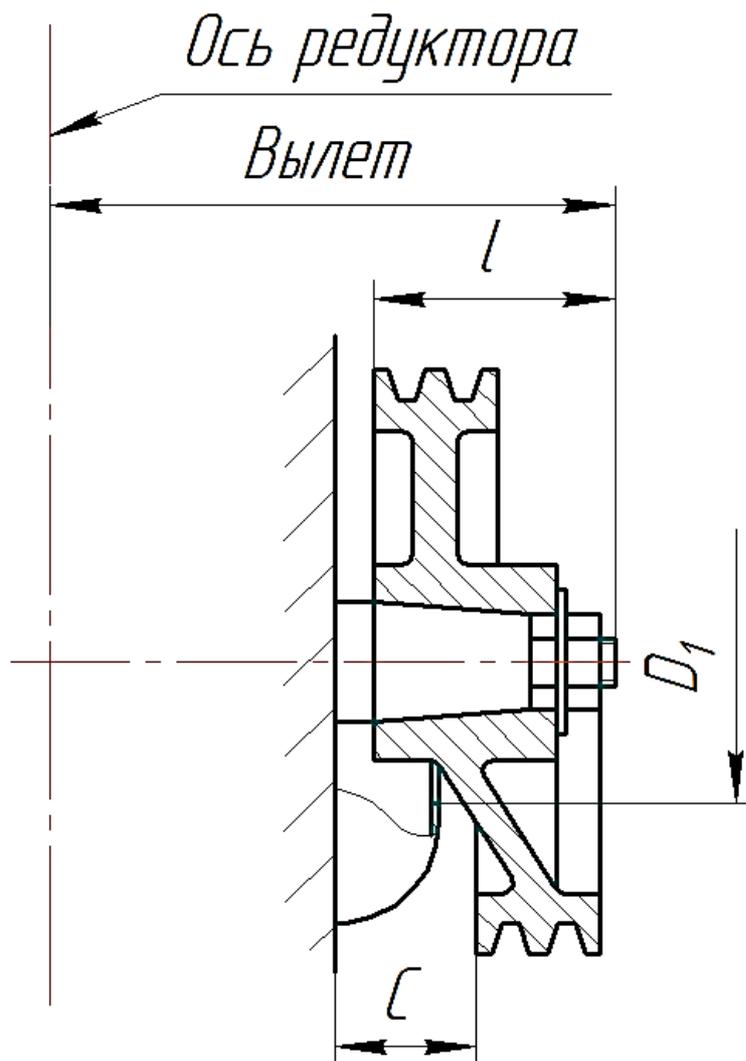


Рис. 13. Варианты размещения обода шкива

Показать в мм расстояние от опорной поверхности до оси вала $h_{эд}$ на рис.11 и $h_{чер}$ на рис.12).

Следует обратить внимание на правильное расположение червяка (верхнее или нижнее).

Муфта насаживается на цилиндрический конец вала до упора в буртик, на конический – до большого диаметра выходного конца вала.

Цепная муфта насаживается на ТХ вал редуктора в таком положении, чтобы плоскость разъёма кожуха муфты была видна на главном виде (рис. 12).

Упругая муфта соединяет БХ вал редуктора и вал электродвигателя (рис. 11). Размеры по длине электродвигателя откладываются от буртика вала, так как его выходной конец размещен в муфте (рис.11) или в ступице ВЩ шкива (рис. 12).

Показать в мм длину l и диаметр D муфты.

2.2. Особенности компоновки клиноременной передачи

В приводах с клиноременной передачей опорная поверхность электродвигателя располагается в одной плоскости с опорной поверхностью редуктора (рис. 12). Если при этом получается передача с большим углом наклона ремней, следует скорректировать горизонтальную составляющую межосевого расстояния.

Показать в мм расстояние от оси до опорной поверхности электродвигателя $h_{эд}$.

Конструирование шкивов составляет отдельную главу расчетно-пояснительной записки к курсовому проекту и подробно рассмотрено в [3, 4].

Для компоновки достаточно определить размеры обода и ступицы. Длина ступицы принимается на 2...5 мм больше длины выходного конца вала, диаметр – $d_{ст} \approx 1,6d + 10$ мм, где d – диаметр вала.

При конструировании шкива главное – определить взаимное расположение ступицы и обода. Обычно торцы ступицы и обода, обращенные к корпусу, располагают в одной плоскости, как показано на рис. 13, вверху. Однако в ряде случаев обод необходимо сместить дальше от корпуса. Так, при размещении ВМ шкива на БХ валу червячного редуктора его ступица заглубляется внутрь кожуха вентилятора (рис. 5), в отверстие D_1 . Поэтому обод следует сместить на расстояние C , получаемое конструктивно (рис. 13, внизу), а диск шкива делают наклонным (коническим).

Показать на компоновке шкивы и ремни передачи, указать в мм расчетные диаметры шкивов, $h_{эд}$. Если шкив не виден, пунктирной линией показать его наружный диаметр и ремни.

2.3. Особенности компоновки цепной передачи

Расчет размеров конструктивных элементов звездочек составляет отдельную главу расчетно-пояснительной записки к курсовому проекту и подробно рассмотрен в [2].

Для компоновки достаточно воспользоваться [2], учитывая, что передача производится однорядной цепью; длина ступицы принимается на 2...5 мм больше длины выходного конца вала.

Ось цепи (Ц на рис. 11) проводим так, чтобы она была перпендикулярна оси ГХ вала редуктора и проходила примерно посередине длины выходного конца вала. Упрощенно показать звездочки и их ступицы.

Размеры ступицы ВМ звездочки определяются размерами выходного конца приводного вала технологической установки, $d_{уст}$ (рис. 11).

Диаметр вала, мм

$$d_{уст} \geq \sqrt[3]{\frac{T_T \cdot 10^3}{0,2[\tau]_{кр}}}$$

где T_T – крутящий момент на ВМ звездочке (из кинематического расчета), Н·м;
 $[\tau]_{кр} = 20$ МПа – допускаемое напряжение на кручение.

Размеры ступицы: диаметр $d_{ст2} \approx 1,8 d_{уст}$ длина $l_{ст2} \approx 1,5 d_{уст}$.

При необходимости ось цепи можно сместить на край ступицы.

Ось ВМ звездочки располагается на одном уровне с осью ВЩ звездочки (рис. 14). Показать ступицу, делительные диаметры и диаметры выступов звездочек в мм. Если звездочка не видна, показать только делительный диаметр.

Условно показать цепь, проведя штрихпунктирную линию по касательной к делительным диаметрам звездочек.

3. КОНСТРУИРОВАНИЕ РАМЫ

Основные сведения о конструировании рамы изложены в [1].

Конструирование рамы рекомендуется начать с вычерчивания плана отверстий для крепежных болтов в лапах электродвигателя и редуктора. На свободном месте чертежа показать оси и отверстия d_0 , размеры между ними в мм (рис. 11, 12).

В результате компоновки должны быть получены размеры, связывающие группы отверстий под электродвигатель и редуктор по двум направлениям (*).

В приводах с клиноременной передачей электродвигатель необходимо передвигать для регулирования межосевого расстояния. Поэтому отверстия под болты электродвигателя должны быть продолговатыми (рис. 12). Их длина определяется из расчета клиноременной передачи как разность, между максимальным, номинальным и минимальным расстояниями:

$$m = a_{\max} - a_{\text{ном}},$$

$$n = a_{\text{ном}} - a_{\min}.$$

Продолговатые отверстия располагаются вдоль ремней передачи, причем размер m откладывается в сторону их натяжения.

Балки рамы изготавливаются из швеллера, который можно выбрать, пользуясь соотношением

$$N = d_0 - (2 \dots 4),$$

где N – номер швеллера;

d_0 – диаметр отверстия в опорных лапах редуктора, мм.

Выбрать стандартный номер швеллера по табл. 11 (рис. 14).

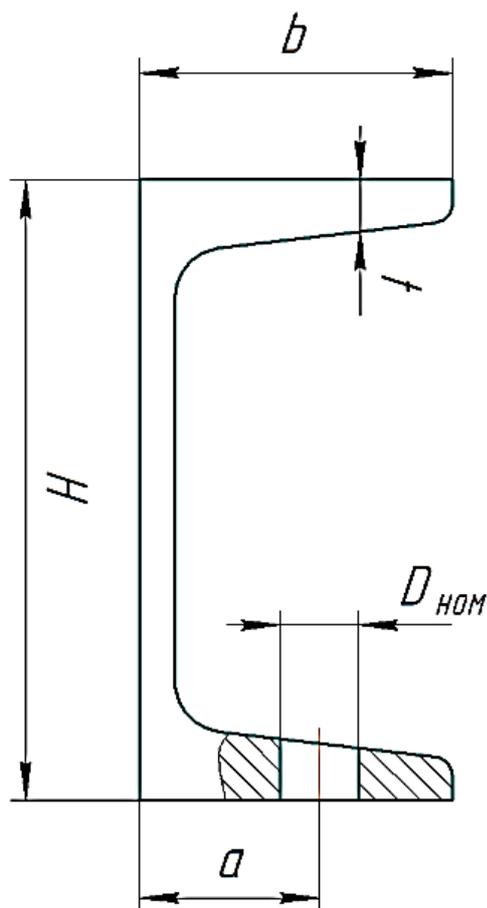


Рис. 14. Швеллер

Пример обозначения швеллера № 10 из стали марки Ст3:

Швеллер $\frac{10 \text{ ГОСТ } 8240 - 89}{\text{Ст3 ГОСТ } 535 - 88}$

Таблица 11

Размеры швеллеров

Размеры, мм	Номер швеллера								
	10	12	14	16	18	20	22	24	27
H	100	120	140	160	180	200	220	240	270
ь	46	52	58	64	70	76	82	90	95
a	30	30	35	35	40	45	50	50	60
d наиб.	11	17	17	20	20	23,5	26	26	26
t	7,6	7,8	8,1	8,4	8,7	9	9,5	10	10,5

Размещая балки рамы под узлами привода, следует соблюдать ряд правил и рекомендаций:

1. Размещать швеллеры следует полками наружу.
2. Швеллера располагают вдоль редуктора.
3. В приводах с клиноременной передачей швеллеры под электродвигатель следует размещать вдоль ремней.
4. Длина балок должна быть на 15...20 мм больше длины опорной поверхности узла.
5. Рама должна иметь жесткую замкнутую конструкцию. Для этого основные балки по периметру рамы соединяются вставками.
6. Под опорными поверхностями узлов размещаются пластики (1, 2 на рис. 11, 12), длина и ширина которых должна быть на 10...15 мм больше размеров опорных поверхностей, толщина 5...30 мм.
7. В местах Т-образного соединения швеллеров стенка примыкающего швеллера вваривается между полками поперечного швеллера (на рис. 14).
8. Показать пунктиром невидимые стенки швеллеров.
9. Провести оси фундаментных болтов с шагом 300...600 мм, в зависимости от размеров рамы; от края рамы отступить не менее 50 мм. Указать размеры в мм.
10. С внутренней стороны полок швеллеров (на их наклонной поверхности) в местах размещения болтов расположить косые шайбы и косые подкладки.
11. Шкивы, ремни, звездочки, цепь не должны задевать за балки рамы.
12. Если разность высот опорных поверхностей электродвигателя ($h_{эд}$) и редуктора ($h_{цил}$, $h_{чер}$) не удастся компенсировать за счет толщины пластиков, то возможна конструкция разновысотной рамы.
13. Показать на проекциях компоновки видимые части рамы. Рассчитать массу рамы, пользуясь табл. 12.

Таблица 12

Масса 1 погонного метра швеллеров

№ профиля	10	12	14	16	18	20	22	24	27
Масса 1 м, кг	8,6	10,4	12,3	14,2	16,3	18,4	21	24	27,7

Простейшее натяжное устройство клиноременной передачи показано на рис. 15 и представляет собой натяжной винт 1, который завинчивается по резьбе М10...М20 в отверстие бобышки 2, приваренной к раме 3, и упирается в лапу электродвигателя 4.

Обычно применяют 2 винта (6 на рис. 12), располагаемых напротив крепежных болтов электродвигателя.

Длина резьбовой части натяжного винта рассчитывается по формуле

$$l_n = m + n + 30\text{мм} = a_{\max} - a_{\min} + 30\text{мм}.$$

В случае, если расстояние между электродвигателем и редуктором недостаточно для размещения натяжных винтов (см. рис.12), следует пересчитать клиноременную передачу, увеличив длину ремней.

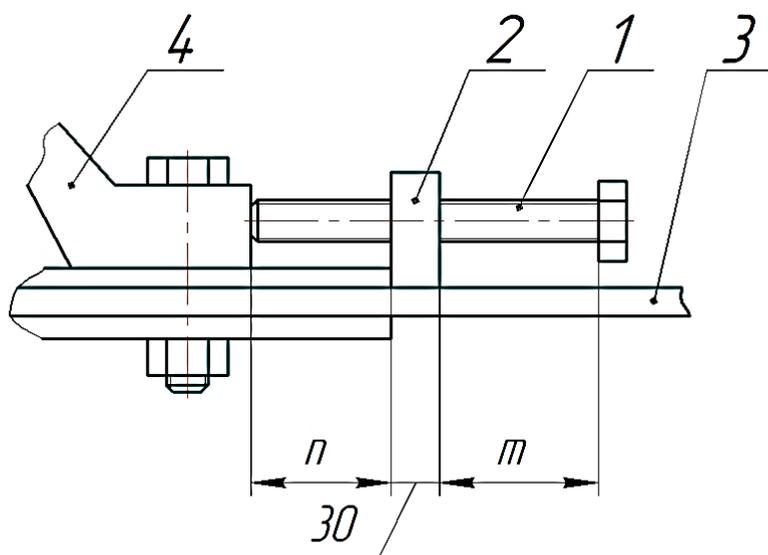


Рис. 15. Натяжное устройство:

1 – натяжной винт; 2 – бобышка; 3 – рама; 4 – лапа электродвигателя

Кроме размеров, показанных на рис. 11 и 12, следует нанести следующие размеры: перенести на виды установочные размеры, показанные на плане отверстий; указать габаритные размеры L_2, B_2, H_2 привода, а также выполнить разрезы по местам крепления двигателя, редуктора, шкивов или муфт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3-х т. 8-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 2001.
2. Приводы машин лесного комплекса. Атлас по деталям машин и основам конструирования : учебное пособие / Л. А. Шабалин, В. Ф. Виноградов, Е. Н. Корепанова ; под общ. ред. Л. А. Шабалина, В. Ф. Виноградова. Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун.-т, 2006. 111 с.
3. Дунаев П. Ф., Леликов О. П., Детали машин. Курсовое проектирование: учебное пособие. 4-е изд, доп. М. : Машиностроение, 2004. 560 с.
4. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин : учебное пособие. 9-е изд., перераб. и доп. М. : Издательский центр «Академия», 2006. 496 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Технические данные двигателей серии АИР (тип/асинхронная частота вращения, мин⁻¹)

Мощность, кВт	Синхронная частота, мин ⁻¹			
	3000	1500	1000	750
0,37	–	–	71A6 / 915	–
0,55	–	71A4 / 1357	71B6 / 915	–
0,75	71A2 / 2820	71B4 / 1350	80A6 / 920	90LA8 / 705
1,1	71B2 / 2805	80A4 / 1395	80B6 / 920	90LB8 / 715
1,5	80A2 / 2850	80B4 / 1395	90L6 / 925	100L8 / 702
2,2	80B2 / 2850	90L4 / 1395	100L6 / 945	112MA8 / 709
3	90L2 / 2850	100S4 / 1410	112MA6 / 950	112MB8 / 709
4	100S2 / 2850	100L4 / 1410	112MB6 / 950	132S8 / 716
5,5	100L2 / 2850	112M4 / 1432	132S6 / 960	132M8 / 712
7,5	112M2 / 2895	132S4 / 1440	132M6 / 960	160S8 / 727 ³
11	132M2 / 2910	132M4 / 1447	160S6 / 970 ⁴	160M8 / 727 ³
15	160S2 / 2910 ¹	160S4 / 1455 ²	160M6 / 970 ⁵	180M8 / 731
18,5	160M2 / 2910 ¹	160M4 / 1455 ²	180M6 / 980 ³	–
22	180S2 / 2919 ¹	180S4 / 1462 ³	–	–
30	180M2 / 2925 ¹	180M4 / 1470 ¹	–	–

Пример обозначения трехфазного асинхронного короткозамкнутого электродвигателя на лапах:

АИР160S2У3, где

А – асинхронный;

И – серия стран Интерэлектро;

Р – вариант привязки мощностей и установочных размеров;

160 – высота оси вращения;

S – установочный размер по длине станины;

2 – число полюсов;

У – вид климатического исполнения;

3 – категория размещения.

Средний срок службы не менее 15 лет при наработке 40000 часов.