

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Детали машин»

Э. Я. Коновалов, В. Н. Полейчук, В. М. Ткачев

ВЫБОР ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к курсовому проекту по дисциплинам «Механика»
и «Прикладная механика» для студентов
немашиностроительных специальностей
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2010

УДК 621.83(075.8)
ББК 34.446я73
К64

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 1 от 28.09.2009 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Технология машиностроения» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *М. П. Кульгейко*

Коновалов, Э. Я.
К64 Выбор червячного редуктора : метод. указания к курсовому проекту по дисциплинам «Механика» и «Прикладная механика» для студентов немашиностр. специальностей днев. и заоч. форм обучения / Э. Я. Коновалов, В. Н. Полейчук, В. М. Ткачев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 26 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц; 32 Mb RAM; свободное место на HDD 16 Mb; Windows 98 и выше; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Приведена информация о редукторах, изготовленных с использованием современного технологического оборудования; технические данные по червячным и червячно-цилиндрическим редукторам.

Для студентов немашиностроительных специальностей дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.83(075.8)
ББК 34.446я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении курсового проекта (работы) по дисциплинам «Прикладная механика» и «Механика» студенты испытывают трудности по выбору редуктора для разрабатываемого механического привода, так как в настоящее время нет единой методики выбора редуктора и необходимых справочных технических данных по новым стандартным редукторам.

В настоящем практическом руководстве приведена методика выбора червячного редуктора и мотор-редуктора и содержатся технические характеристики редукторов и мотор-редукторов, выпускаемых ведущими предприятиями редукторостроения СНГ НТЦ «Редуктор» (г. Санкт-Петербург), ОАО «Майкопский редукторный завод» и ОАО «Редуктор» (г. Ижевск). Приведенные технические характеристики новых редукторов значительно отличаются от ранее выпускавшихся редукторов и мотор-редукторов и рекомендуются для применения в современных механических приводах.

МЕТОДИКА ВЫБОРА ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА

1. Общие пояснения

Выбор редуктора состоит в определении его типоразмера по таблицам технических характеристик.

Редукторы эксплуатируются в различных условиях и режимах эксплуатации, что необходимо учитывать при выборе, поэтому исходными данными для выбора редуктора являются:

- крутящий момент $T_{РАСЧ}$, воспринимаемый выходным валом редуктора и соответствующий нормально протекающему (установившемуся) процессу работы механизма, $H \cdot M$;
- расчетная частота вращения выходного вала, n_{2P} , $МИН^{-1}$;
- расчетная частота вращения входного вала, n_{1P} , $МИН^{-1}$ (или требуемое передаточное число $u_{ред}$);
- расчетные радиальные консольные нагрузки на входном $F_{ВХР}$ и выходном $F_{ВЫХР}$ валах редуктора, H ;
- требуемая долговечность червячного зацепления, $Ч$;
- характер внешней нагрузки;
- продолжительность работы в сутки, $Ч$;
- частота пусков;
- продолжительность включения в течение одного часа (ПВ), %;
- наличие реверсивного режима работы;
- режим ввода редуктора в эксплуатацию;
- расположение червячной пары в пространстве;
- тип применяемого смазочного материала;
- температура окружающей среды;
- наличие упругих элементов (муфты, ремни и др.) на входном и выходном валах редуктора.

Также следует учесть требуемые конструктивные особенности редуктора:

- вариант сборки;
- вариант расположения редуктора в пространстве:
 - червячный вал под колесом;
 - червячный вал над колесом;
 - вал колеса вертикальный;
 - червячный вал вертикальный;
- конструктивное исполнение по способу монтажа:
 - на лапах;
 - на фланце;
- с реактивной штангой;
- особенности исполнений входного и выходного валов:
 - вал односторонний или двухсторонний,
 - выходной вал полый с шлицевым или шпоночным отверстием,
 - выходной вал с концом для присоединения приборов управления,
 - конец вала конический или цилиндрический;

- взаимное расположение осей входного и выходного валов:
 - оси валов скрещиваются под прямым углом,
 - оси валов параллельны;
- габаритные и присоединительные размеры.

2. Выбор типа редуктора

2.1. Рассчитывают требуемое передаточное число редуктора:

$$u_{\text{ред}} = \frac{n_{1P}}{n_{2P}}, \quad (1)$$

где n_{1P} - частота вращения входного вала расчетная,

n_{2P} - частота вращения выходного вала расчетная.

2.2. Учитывая требуемое передаточное число $u_{\text{ред}}$ или требуемую частоту вращения выходного вала n_{2P} , по таблице 1 выбирают тип редуктора:

Таблица 1 – Рекомендуемые типы редуктора и мотор-редуктора

Передаточное число, $u_{\text{ред}}$	Частота вращения выходного вала, n_{2P} , МИН ⁻¹	Тип редуктора, мотор-редуктора
4...80	9,37...37,5	Червячный одноступенчатый – Ч, 2Ч, МЧ
16...250	3,0...93,75	Цилиндро-червячный двухступенчатый – ЦЧ, МЦЧ
63...800	0,94...23,8	Цилиндро-червячный трехступенчатый – Ц2Ч, МЦ2Ч
25...4000	0,187...60	Червячный двухступенчатый – Ч2, МЧ2
125...12500	0,06...12	Цилиндро-червячный трехступенчатый – ЦЧ2, МЦЧ2
40...5000	0,15...37,5	Планетарно-червячный – ПЧМ, МПЧ-М

2.3. Часть диапазона передаточных чисел и частот вращения выходного вала редуктора имеет альтернативные решения. В этом случае выбирают все возможные типы редукторов и после дополнительного сравнения их табличных характеристик:

- крутящего момента T_2 (или мощности P_1);
- КПД;
- габаритов

выбирают лучший вариант, соответствующий тем или иным существенным требованиям эксплуатации: с максимальным крутящим моментом или КПД, с минимальными габаритами и массой.

3. Выбор габарита редуктора

3.1. По таблице технических характеристик, соответствующей выбранному типу редуктора определяют предварительный габарит редуктора, у которого $u \approx u_{\text{ред}}$ и

$$T_2 \geq T_{\text{расч}}$$

3.2. Определяют расчётно-эксплуатационное значение крутящего момента $T_{2PЭ}$ на выходном валу:

$$T_{2PЭ} = T_{расч} \cdot K_{Э}, \quad (2)$$

где $T_{расч}$ - расчетный крутящий момент на выходном валу редуктора, соответствующий нормально протекающему (установившемуся) процессу работы механизма, Н·м ;

$K_{Э}$ - эксплуатационный коэффициент, учитывающий фактические условия эксплуатации и режима работы редуктора:

$$K_{Э} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8, \quad (3)$$

Значения коэффициентов $K_1 - K_8$ выбирают по таблицам 2 – 9, исходя из фактических условий и режимов эксплуатации редуктора. Если полученное значение $K_{Э}$ превысило 3,0, то для дальнейших расчетов принимают $K_{Э} = 3,0$.

Таблица 2 – Коэффициент режима эксплуатации K_1

Характер нагрузки	Межосевое расстояние выходной ступени a_w , мм	Время работы в сутки, часы											
		до 4			с 4 до 8			с 8 до 16			с 16 до 24		
		Частота пусков в час											
		∇_{10}	$10 - 100$	\wedge_{100}	∇_{10}	$10 - 100$	\wedge_{100}	∇_{10}	$10 - 100$	\wedge_{100}	∇_{10}	$10 - 100$	\wedge_{100}
равномерная	40...50	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1
	63...125	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,2
	160...500	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Средние толчки	40...50	1,0	1,1	1,3	1,0	1,1	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3
	63...125	1,0	1,1	1,3	1,0	1,1	1,3	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
	160...500	1,0	1,1	1,3	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,5
Сильные толчки	40...50	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,5	1,3	1,4	1,5
	63...125	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4	1,6	1,6
	160...500	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4	1,6	1,6	1,5	1,6	1,7

Таблица 3 – Температурный коэффициент K_2

Температура окружающей среды, °С	Значение K_7 при продолжительности включения (ПВ), %							
	100	80	60	40	20	15	10	5
10	1,0		0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45
20	1,0			0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
30	1,2	1,15	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,55
40	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,65
50	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8

Примечание: $ПВ = \frac{t_H}{60} \cdot 100\%$, где t_H - среднее время работы редуктора под нагрузкой в течение часа, мин.

Если время работы редуктора под нагрузкой больше одного часа, то $ПВ=100\%$.

Таблица 4 – Коэффициент смазки K_3

Тип смазки зарубежного производства	K_3	Тип смазки российского производства	K_3
Синтетическая	1,0	Полужидкие смазки	1,1
Минеральная	1,2	Минеральная	1,3

Таблица 5 – Коэффициент наличия упругих элементов K_4

Наличие упругих элементов		Частота пусков в час		
На входном валу	На выходном валу	до 10	св.10 до 50	св.50
Да	Да	1,0	1,05	1,1
Нет	Да	1,1	1,15	1,2
Да	Нет	1,15	1,2	1,3
Нет	Нет	1,2	1,3	1,4

Таблиц 6 – Коэффициент реверсивных пусков K_5

Наличие реверсивного движения	Межосевое расстояние выходной ступени a_w , мм				
	40	50...80	100...160	200...320	400...500
Реверсивные пуски отсутствуют	1,0				
Реверсивные пуски после остановки более 10 секунд	1,0				
Реверсивные пуски после остановки 2 - 10 сек*	1,0	1,2 – 1,0		1,5 – 1,0	
Реверсивные пуски после остановки менее 2-х секунд	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6

Примечание: *значения коэффициентов в промежутках времени определяются интерполяцией.

Таблица 7 – Коэффициент режима ввода редуктора в эксплуатацию K_6

Режим ввода в эксплуатацию	K_6
При ступенчатом повышении нагрузки от 0,7 до 1,0 T_2 в течение 16–24 часов	1,0
Сразу на требуемую номинальную нагрузку T_2	1,1

Таблица 8 – Коэффициент расположения червячной пары в пространстве K_7 при расположении червячной пары выходной ступени

Червяк под колесом	Вал колеса вертикальный	Червячный вал вертикальный	Червяк над колесом
1,0	1,0	1,0	1,1

Таблица 9. Коэффициент долговечности K_8

Требуемая долговечность червячного зацепления, тыс. час.	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Коэффициент долговечности K_8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0

Примечание: рекомендуемая экономически выгодная долговечность не более 20000

3.3. В таблицах технических характеристик червячных редукторов найдем минимальный типоразмер редуктора, для которого табличные значения $u_{\text{ТАБЛ}}$ и $T_{2\text{ТАБЛ}}$

удовлетворяют условиям: $u_{\text{ТАБЛ}} \approx u$, $T_{2\text{ТАБЛ}} \geq T_{2\text{РЭ}}$. При этом выбираем лучший вариант, соответствующий тому или иному существенному требованию эксплуатации, – передаточному числу или крутящему моменту.

3.4. Сравниваем расчетные величины радиальных консольных нагрузок на входном и выходном валах $F_{\text{ВХР}}$ и $F_{\text{ВЫХР}}$ с допускаемыми $F_{\text{ВХТАБЛ}}$ и $F_{\text{ВЫХТАБЛ}}$, приведенными в таблице . Должны соблюдаться неравенства:

$$F_{\text{ВХР}} \leq F_{\text{ВХТАБЛ}}, \quad (4)$$

$$F_{\text{ВЫХР}} \leq F_{\text{ВЫХТАБЛ}}. \quad (5)$$

Если неравенства не выполняются (расчетные нагрузки превышают допускаемые для выбранного редуктора), то необходимо применить редуктор большего типоразмера или, если это возможно, изменить геометрические параметры передач (ременных, цепных, зубчатых и т.п.) с целью снижения нагрузок на валы редуктора.

3.5. Определим расчетно-эксплуатационную мощность $P_{1\text{РЭ}}$ на входном валу редуктора, соответствующую расчетному крутящему моменту $T_{2\text{Р}}$ на выходном валу с учетом эксплуатационных коэффициентов, влияющих на значение этой мощности:

$$P_{1\text{РЭ}} = \frac{T_{2\text{Р}} \cdot K_3 \cdot K_6}{T_{2\text{ТАБЛ}}} \cdot P_1. \quad (6)$$

Приводной двигатель выбираем исходя из условия:

$$P_H \geq P_{1\text{РЭ}}, \quad (7)$$

где P_H - номинальная мощность приводного двигателя.

3.6. Проверка условий отсутствия перегрева редуктора.

Проверка производится определением выполнения условия:

$$P_{\text{ВХ.РАСЧ.}} \leq P_{\text{ТЕРМ.}} \cdot K_T, \quad (8)$$

где K_T – температурный коэффициент, значения которого приведены в таблице 10.

$P_{\text{ТЕРМ.}}$ – термическая мощность (кВт), значение которой приводятся в паспортах, технических условиях на редукторы, каталогах (термическая мощность соответствует мощности на входном валу редуктора, то есть P_1).

Таблица 10. Температурный коэффициент K_T

Способ охлаждения	Температура окружающей среды, С°	Продолжительность включения, ПВ %.				
		100	80	60	40	25
Редуктор без постороннего охлаждения.	10	1,12	1,34	1,57	1,79	2,05
	20	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
	30	0,88	1,06	1,23	1,41	1,58
	40	0,75	0,9	1,05	1,21	1,35
	50	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13
Редукторе со спиралью водяного охлаждения.	10	1,1	1,32	1,54	1,76	1,98
	20	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
	30	0,9	1,08	1,26	1,44	1,62
	40	0,85	1,02	1,19	1,36	1,53
	50	0,8	0,96	1,12	1,29	1,44

Продолжение таблицы 10

Способ охлаждения	Температура окружающей среды, С°	Продолжительность включения, ПВ %.				
		100	80	60	40	25
Редуктор охлаждается обдуванием.	10	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07
	20	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
	30	0,9	1,08	1,26	1,44	1,82
	40	0,8	0,96	1,12	1,29	1,44
	50	0,7	0,84	0,98	1,12	1,26
Редуктор с обдуванием и водяным охлаждением.	10	1,12	1,34	1,57	1,79	2,05
	20	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
	30	0,92	1,1	1,29	1,47	1,66
	40	0,83	1,0	1,16	1,33	1,5
	50	0,78	0,94	1,09	1,25	1,4

В случае невыполнения условия (8) при выбранном первоначально способе охлаждения определяются другие технологические приемы охлаждения, или переходят к большему типоразмеру редуктора.

3.7. Зная типоразмер редуктора, передаточное число, вариант сборки (см. табл. П.1.10), вариант расположения червячных передач в пространстве (см. табл. П.1.9), конструктивное исполнение по способу монтажа (см. табл. П.1.11), исполнение входного и выходного валов (см. табл. П.1.6 – П.1.8), а также климатическое исполнение и категорию размещения, определим условное обозначение редуктора.

4. Примеры выбора редукторов

4.1 Требуется подобрать червячный редуктор со следующими исходными данными:

- расчетный крутящий момент на выходном валу редуктора $T_{расч} = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
- частота вращения выходного вала $n_{2P} = 47 \text{ мин}^{-1}$;
- частота вращения входного вала $n_{1P} = 1500 \text{ мин}^{-1}$;
- работа 14 часов в сутки, 12 пиков в час, нагрузка – равномерная;
- соединение редуктора с электродвигателем и механизмом - через упругие муфты;
- выходной вал – вертикальный, полый, вращение – в одну сторону;
- смазка – синтетическая с присадками;
- место работы – помещение с температурой воздуха 30°C ;
- срок службы редуктора 10000 часов.

4.2. По формуле (1) рассчитываем требуемое передаточное число редуктора:

$$u_{ред} = \frac{n_{1P}}{n_{2P}} ;$$

где n_{1P} - частота вращения входного вала расчетная;

n_{2P} - частота вращения выходного вала расчетная;

$$u_{ред} = \frac{1500}{47} = 31,9.$$

Полученное значение передаточного числа сравниваем с табличным, указанным в таблицах технических характеристик червячных Ч и цилиндрико-червячных ЦЧ редукторов, и находим ближайшее значение $u_{ред} = 31,5$.

Учитывая условие $T_2 \geq T_{РАСЧ}$, по таблицам технических характеристик редукторов типа Ч определяем предварительный габарит редуктора: $a_w = 100$ мм.

4.3. Для дальнейшего выбора типоразмера редуктора по формуле (2) определяем расчетно-эксплуатационное значение крутящего момента на выходном валу редуктора:

$$T_{2PЭ} = T_{расч} \cdot K_{Э};$$

где $T_{расч}$ - расчетный крутящий момент на выходном валу редуктора, соответствующий нормально протекающему (установившемуся) процессу работы механизма, Н·м;

$K_{Э}$ - эксплуатационный коэффициент, учитывающий фактические условия эксплуатации и режима работы редуктора:

$$K_{Э} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot K_8;$$

где K_1 - коэффициент режима эксплуатации. По таблице 2 принимаем $K_1 = 1,0$ (работа 14 часов в сутки, нагрузка - равномерная);

K_2 - температурный коэффициент. По таблице 3 принимаем $K_2 = 1,2$ (температура $30^\circ C$, ПВ=100 %);

K_3 - коэффициент смазки. По таблице 4 принимаем $K_3 = 0,8$ (синтетическая смазка с присадкой);

K_4 - коэффициент наличия упругих элементов. По таблице 5 принимаем $K_4 = 1,05$ (12 пусков в час, соединение валов упругими муфтами);

K_5 - коэффициент реверсивных пусков. По таблице 6 принимаем $K_5 = 1,0$ (реверса нет);

K_6 - коэффициент режима ввода редуктора в эксплуатацию. По таблице 7 принимаем $K_6 = 1,2$ (ввод в эксплуатацию на требуемую номинальную нагрузку);

K_7 - коэффициент расположения червячной пары в пространстве. По таблице 8 принимаем $K_7 = 1,0$ (выходной вал - вертикальный);

K_8 - коэффициент долговечности. По таблице 9 принимаем $K_8 = 1,0$;

$$K_{Э} = 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,21$$

$$T_{2PЭ} = 400 \cdot 1,21 = 484 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Пользуясь таблицами технических характеристик и учитывая условие $T_2 \geq T_{2PЭ}$, выбираем:

- для червячных редукторов: $u = 31,5$, $T_2 = 800 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $\eta = 0,8$, что соответствует габариту Ч - 125;

4.4. Проверяем отсутствие перегрева редуктора. Из таблицы 10 находим значение коэффициента K_T ($t = 30^\circ C$, без постороннего охлаждения, продолжительность включения ПВ 100 %): $K_T = 0,88$

Согласно технической документации термическая мощность редуктора Ч-125-31,5-56-4-2-K2-Ц-U2 составляет: $P_{\text{ТЕРМ.}} = 5,0 \text{ кВт}$

Расчетная мощность на входном валу редуктора:

$$P_{\text{ВХ.РАСЧ.}} = \frac{T_{\text{ВЫХ.РАСЧ.}} \times n_{\text{ВЫХ.}}}{9550 \times \eta},$$

$$P_{\text{ВХ.РАСЧ.}} = \frac{484 \cdot 47}{9550 \cdot 0,8} = 2,977 \text{ кВт}$$

Условие (8):

$$P_{\text{ВХ.РАСЧ.}} \leq 5 \cdot 0,88 = 4,4 \text{ кВт} \quad P_{\text{ВХ.РАСЧ.}} \leq 5 \times 0,88 = 4,4 \text{ кВт},$$

То есть условие (8) выполнено.

Анализируя полученные характеристики редукторов (габарит, η , T_2) и заданные конструктивные особенности (вариант сборки, расположение червячной пары в пространстве, исполнение конца выходного вала), окончательно принимаем редуктор Ч-125М:

$$\text{Ч-125-31,5-56-4-2-K2-Ц-U2.}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Каталог продукции НТЦ «Редуктор». – Санкт-Петербуррг, 2008.
2. Каталог продукции ОАО «Майкопский редукторный завод», - Майкоп, 2000
3. Каталог редукторов, мотор-редукторов и механизмов ОАО «Редуктор». – Ижевск, 2001.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя /В.И. Андреев. Том 3. – Москва: Машиностроение, 1978.
5. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие /П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – Москва: Высш. Шк., 2001.
6. Курмаз Л.В., Скойбеда А.Т. Детали машин. Проектирование: Учеб. пособие. Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 290 с.
7. Каталог продукции РУП «Могилевский завод «Электродвигатель», 2009.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

РЕДУКТОР ЧЕРВЯЧНЫЙ



Рис. П.1.1 – Общий вид редуктора.

Таблица П.1.1 – Допускаемые радиальные консольные нагрузки на валы редуктора.

Показатель	Ч-40М	Ч-50М	2Ч-63М	Ч-80М	Ч-100М	Ч-125М
F_1 , Н	300	400	500	800	1000	1400
F_2 , Н	1500	1900	2850	4000	5000	7000

Показатель	Ч-160М	Ч-200М	Ч-250М	Ч-320М	Ч-400М	Ч-500М
F_1 , Н	1900	2300	3200	4000	5000	5500
F_2 , Н	10000	13500	16000	22000	27000	36000

Примечания:

1. F_1 – допускаемая радиальная консольная нагрузка, приложенная в середине посадочной части входного вала;
 F_2 – допускаемая радиальная консольная нагрузка, приложенная в середине посадочной части выходного вала.
2. Для двухконцевых входных и выходных валов табличные значения консольных нагрузок следует уменьшить в 2 раза.

Продолжение таблицы П.1.2

u	n ₁	n ₂	Ч-200М			Ч-250М			Ч-320М			Ч-400М			Ч-500М		
			P ₁	T ₂	η	P ₁	T ₂	η	P ₁	T ₂	η	P ₁	T ₂	η	P ₁	T ₂	η
	мин ⁻¹	кВт	Н·м	кВт		Н·м	кВт		Н·м	кВт		Н·м	кВт		Н·м	кВт	
4	1500	375	56,8	1382	0,96	86,1	2128	0,97	125,6	3085	0,97	175,8	4319	0,97	236,5	5813	0,97
	1000	250	43,9	1603	0,96	66,6	2468	0,97	97,1	3579	0,97	137,4	5011	0,96	183,5	6764	0,97
	750	187,5	36,7	1768	0,95	55,7	2723	0,96	81,2	3949	0,96	113,7	5529	0,96	153,5	7464	0,96
5	1500	300	50,5	1535	0,96	76,6	2364	0,97	111,6	3428	0,97	156,2	4799	0,97	210,3	6458	0,97
	1000	200	39,5	1781	0,95	59,8	2742	0,96	87,2	3976	0,96	122,1	5567	0,96	163,1	7516	0,97
	750	150	32,7	1965	0,95	49,5	3026	0,96	72,2	4388	0,96	101,0	6143	0,96	136,4	8293	0,96
6,3	1500	238	45,0	1706	0,95	67,5	2627	0,97	98,4	3809	0,97	137,8	5332	0,97	185,4	7176	0,97
	1000	158,5	34,8	1978	0,95	52,8	3047	0,96	76,9	4418	0,96	106,6	6186	0,97	145,3	8351	0,97
	750	119	28,8	2183	0,95	43,7	3362	0,96	63,6	4876	0,96	89,1	6826	0,96	120,3	9214	0,96
8,0	1500	187,5	43,3	2063	0,94	65,6	3176	0,95	95,7	4606	0,95	132,6	6448	0,96	179,0	8705	0,96
	1000	125	33,9	2393	0,93	51,3	3684	0,94	74,8	5342	0,94	103,6	7479	0,95	138,4	10097	0,96
	750	93,75	28,3	2640	0,92	42,5	4066	0,94	61,9	5895	0,94	86,6	8253	0,94	115,7	11142	0,95
10,0	1500	150	32,2	1898	0,93	48,8	2922	0,94	71,2	4237	0,94	98,6	5932	0,95	133,1	8008	0,95
	1000	100	24,9	2178	0,92	37,8	3354	0,93	55,1	4863	0,93	76,3	6809	0,94	102,9	9192	0,94
	750	75	21,5	2475	0,91	32,5	3812	0,92	47,4	5527	0,92	65,7	7737	0,93	88,7	10445	0,93
12,5	1500	120	26,1	1850	0,92	39,5	2912	0,93	57,6	4147	0,93	79,7	5882	0,94	106,5	7918	0,95
	1000	80	20,2	2150	0,91	30,5	3256	0,92	44,5	4765	0,92	61,7	6759	0,93	83,2	9090	0,93
	750	60	17,4	2470	0,90	26,3	3750	0,91	38,4	5487	0,91	53,1	7687	0,92	71,7	10140	0,92
16,0	1500	93,75	25,1	2310	0,91	38,0	3557	0,92	55,3	5158	0,92	76,6	7222	0,93	102,4	9749	0,94
	1000	62,5	19,3	2640	0,90	29,2	4066	0,91	42,6	5895	0,91	59,0	8253	0,92	78,8	11142	0,93
	750	46,88	16,5	2970	0,89	24,9	4574	0,90	36,4	6632	0,90	50,3	9285	0,91	67,2	12534	0,92
20,0	1500	75	16,5	1910	0,91	25,2	2920	0,91	36,8	4290	0,91	50,9	5952	0,92	68,0	8100	0,93
	1000	50	12,9	2190	0,89	19,5	3385	0,90	28,1	4885	0,91	39,4	6859	0,91	52,6	9202	0,92
	750	37,5	11,0	2480	0,88	16,8	3862	0,89	24,2	5587	0,90	33,9	7789	0,90	45,3	10645	0,91
25,0	1500	60	13,0	1848	0,90	20,1	2846	0,89	28,6	4127	0,91	40,1	5777	0,91	53,5	7799	0,92
	1000	40	10,4	2178	0,88	15,8	3354	0,89	23,0	4863	0,89	31,9	6809	0,90	42,5	9192	0,91
	750	30	8,5	2310	0,86	12,8	3557	0,87	18,5	5158	0,88	25,6	7222	0,89	34,2	9749	0,90
31,5	1500	47,6	15,2	2640	0,87	22,8	4066	0,89	32,8	5895	0,90	45,5	8253	0,91	61,4	11142	0,91
	1000	31,7	11,7	2970	0,85	17,5	4574	0,87	25,2	6632	0,88	34,5	9285	0,90	46,5	12534	0,90
	750	23,8	10,0	3300	0,83	14,9	5082	0,85	21,5	7369	0,86	29,7	10316	0,87	39,7	13927	0,88
40,0	1500	37,5	9,6	2063	0,85	14,3	3176	0,87	20,7	4606	0,88	28,6	6448	0,89	38,2	8705	0,90
	1000	25	7,6	2393	0,83	11,4	3684	0,85	16,4	5342	0,86	22,6	7479	0,87	29,9	10097	0,89
	750	18,75	6,4	2640	0,81	9,6	4066	0,83	13,9	5895	0,84	19,2	8253	0,85	25,0	11142	0,88
50,0	1500	30	7,4	1947	0,83	11,1	2998	0,85	16,0	4348	0,86	22,1	6087	0,87	29,5	8217	0,88
	1000	20	5,7	2178	0,81	8,6	3354	0,82	12,3	4863	0,83	16,9	6809	0,85	22,5	9192	0,86
	750	15	4,7	2393	0,80	7,1	3684	0,81	10,3	5342	0,82	14,2	7479	0,83	18,8	10097	0,85
63,0	1500	23,8	5,5	1799	0,82	8,3	2770	0,83	11,8	4016	0,85	16,4	5622	0,86	21,9	7590	0,87
	1000	15,87	4,4	2063	0,79	6,6	3176	0,80	9,4	4606	0,82	13,0	6448	0,83	17,3	8705	0,84
	750	11,9	3,7	2178	0,73	5,4	3354	0,78	7,6	4863	0,80	10,5	6809	0,81	14,1	9192	0,82
80,0	1500	18,75	4,8	1799	0,74	6,9	2770	0,79	9,6	4016	0,83	13,2	5622	0,84	17,4	7590	0,86
	1000	12,5	3,8	2063	0,72	5,5	3176	0,75	7,8	4606	0,78	10,6	6448	0,80	13,8	8705	0,83
	750	9,37	3,1	2178	0,70	4,5	3354	0,73	6,3	4863	0,76	8,6	6809	0,78	11,2	9192	0,81

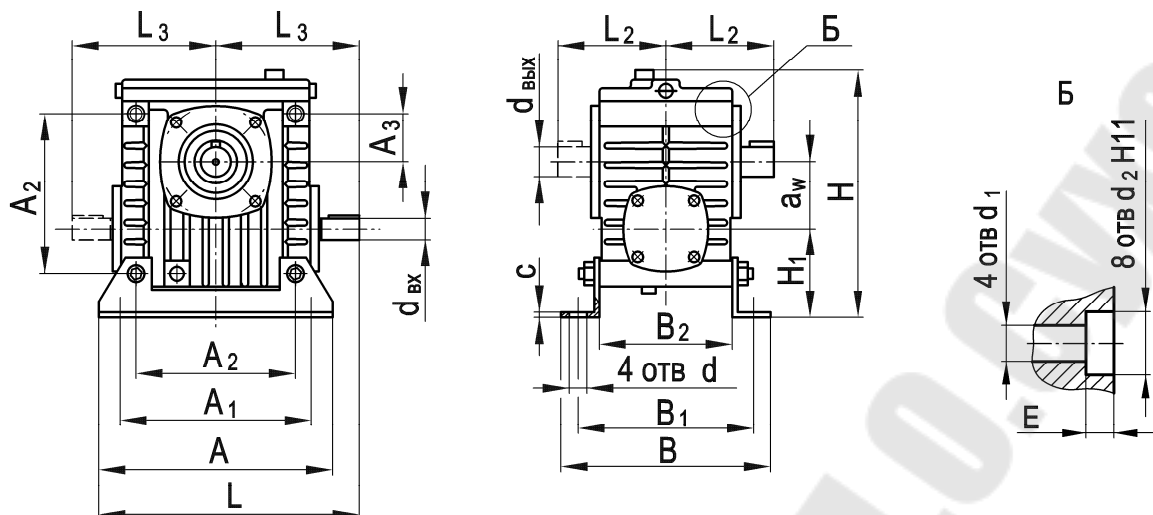


Рис. П.1.2 – Редукторы Ч – 40М, – 63М, – 80М (на лапах)

Таблица П.1.3 - Габаритные и присоединительные размеры редукторов Ч – 40М, – 63М, – 80М

Типоразмер	a_w	A	A_1	A_2	A_3	B	B_1	B_2	L	L_{1max}	L_2	L_3	L_4	H	H_1	c	d	d_1	d_2	E	$d_{вх}$	$d_{вых}$
Ч-40М	40	18	15	10	30	16	14	10	19	561	90	10	14	18	72	4	13	10	16	8	16	18
Ч-63М	63	22	18	15	45	19	16	12	24	624	10	13	19	23	82	5	13	10	16	8	22	28
Ч-80М	80	26	22	18	50	21	18	14	29	688	12	16	23	26	92	5	15	12	18	8	25	35

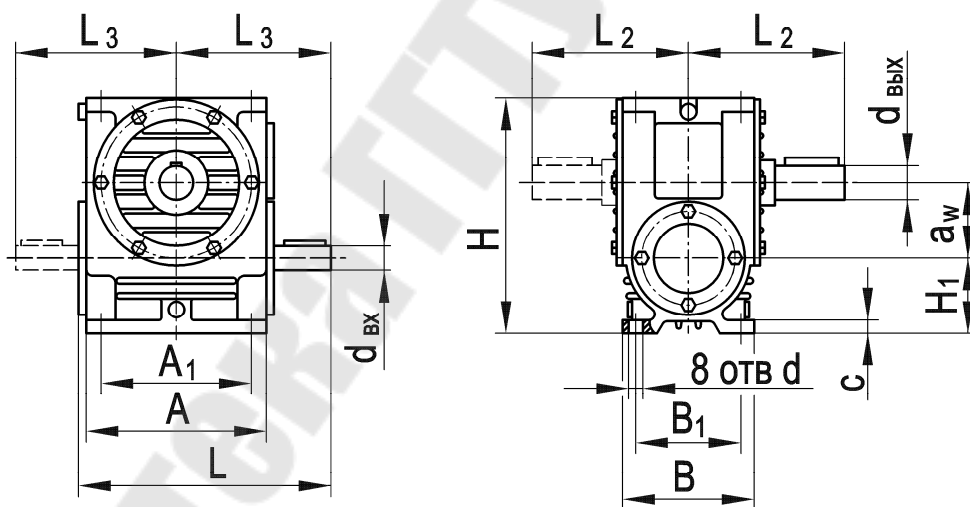


Рис. П.1.3 – Редукторы Ч – 50М, – 100М, – 125М, – 160М (на лапах)

Таблица П.1.4 – Габаритные и присоединительные размеры редукторов Ч – 50М, – 100М, – 125М, – 160М

Типоразмер	a_w	A	A_1	B	B_1	L	L_{1max}	L_2	L_3	L_4	H	H_1	c	d	$d_{вх}$	$d_{вых}$
Ч-50М	50	135	110	135	110	205	540	110	115	165	174	40	12	10	16	25
Ч-100М	100	240	200	175	140	373	758	225	225	285	312	100	18	19	32	45
Ч-125М	125	275	230	230	190	437	1034	230	261	346	396	111	22	19	32	55
Ч-160М	160	350	300	280	230	550	1130	280	345	460	500	140	30	22	40	70

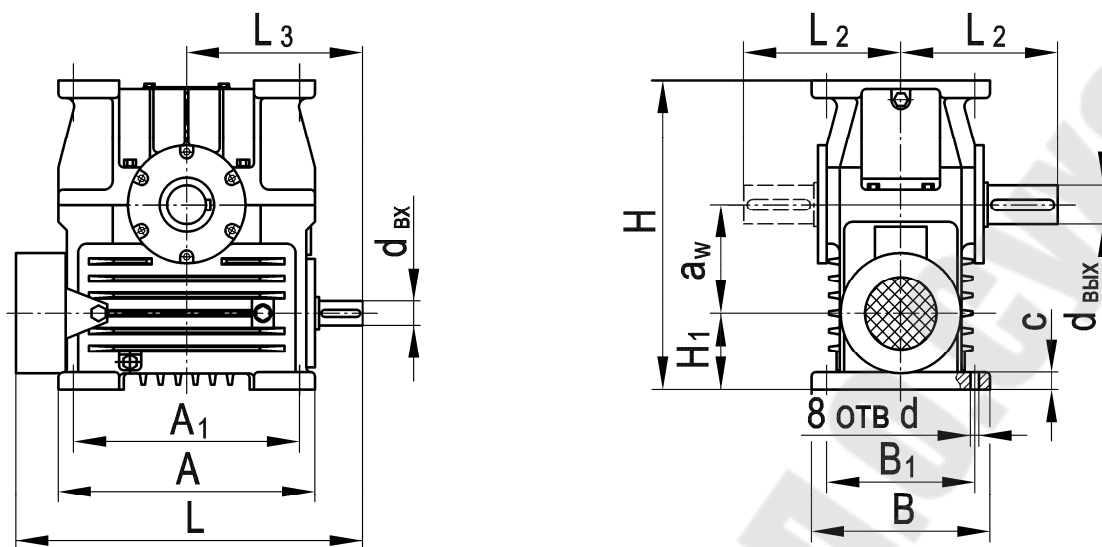


Рис. П.1.4 – Редукторы на лапах Ч – 200М, – 250М, – 320М, – 400М, – 500М

Таблица П.1.5 – Габаритные и присоединительные размеры редукторов Ч – 200М, – 250М, – 320М, – 400М, – 500М

Типоразмер	a_w	A	A_1	B	B_1	L	L_{1max}	L_2	L_3	H	H_1	c	d	$d_{ВХ}$	$d_{ВЫХ}$
Ч-200М	200	475	420	330	275	674	1110	340	355	595	160	32	24	45	80
Ч-250М	250	590	520	410	340	825	1300	365	415	710	175	40	28	55	90
Ч-320М	320	695	560	485	405	1045	1665	460	520	890	215	65	34	70	120
Ч-400М	400	940	840	600	500	1270	1785	580	575	1100	260	70	39	90	160
Ч-500М	500	1160	1020	700	600	1394	1945	635	795	1288	265	90	45	100	180

Размеры концов валов редукторов Ч-40М... Ч-500М

Таблица П.1.6 – Размеры цилиндрических концов валов с внутренней резьбой (исполнение – «Ц»), мм

Диаметр конца вала $d_{ВХ}/d_{ВЫХ}$, мм	d	l	d_1	l_1	b_1	t_1
16	16k6	28	M5	15	5	18
18	18k6	28	M5	15	6	20,5
22	22k6	36	M8	20	6	24,5
25	25k6	42	M8	20	8	28
28	28k6	42	M8	20	8	31
32	32k6	80	M10	25	10	35
35	35k6	58	M8	20	10	38
40	40k6	110	M12	30	12	43
45	45k6	110	M16	35	14	48,5
55	55m6	110	M20	45	16	59
70	70m6	140	M24	50	20	74,5
80	80m6	170	M24	60	22	85
90	90m6	170	M24	60	25	95
100	100m6	210	M30	75	28	106
120	120m6	210	M30	75	32	127
160	160m6	300	M36	85	40	169
180	180m6	300	M36	85	45	190







Таблица П.1.7 – Размеры конических концов валов с внутренней резьбой (исполнение – «К 1»), мм

Диаметр конца вала $d_{вх}/d_{вых}$, мм	d_2	l_2	d_3	l_3	b_2	t_2
16	16	28	M5	15	3	8,5
18	18	28	M5	15	4	9,8
22	22	36	M8	20	4	11,6
25	25	42	M8	20	5	13,45
28	28	42	M8	20	5	14,95
32	32	58	M10	25	6	17,05
35	35	58	M10	25	6	18,55
40	40	82	M12	30	10	20,95
45	45	82	M16	30	12	23,45
55	55	82	M20	45	14	28,95
70	70	105	M24	45	18	36,375
80	80	130	M30	50	20	41,25
90	90	130	M30	50	22	46,75
100	100	165	M36	55	25	50,875
120	120	165	M42	60	28	61,875
160	160	240	M48	70	36	82
180	180	240	M48	70	40	93

Таблица П.1.8 – Размеры конических концов валов с наружной резьбой (исполнение – «К 2»), мм

Диаметр конца вала $d_{вх}/d_{вых}$, мм	d_4	l_4	d_5	l_5	b_3	t_3
16	16	40	M10 1,25	28	3	8,5
18	18	40	M10 1,25	28	4	9,8
22	22	50	M12 1,25	36	4	11,6
25	25	60	M16 1,5	42	5	13,45
28	28	60	M16 1,5	42	5	14,95
32	32	80	M20 1,5	58	6	17,05
35	35	80	M20 1,5	58	6	18,55
40	40	110	M24 2	82	10	20,95
45	45	110	M30 2	82	12	23,45
55	55	110	M36 3	82	14	28,95
70	70	140	M48 3	105	18	36,375
80	80	170	M56 4	130	20	41,25
90	90	170	M64 4	130	22	46,75
100	100	210	M72 4	165	25	50,875
120	120	210	M90 4	165	28	61,875
160	160	300	M125 4	240	36	82
180	180	300	M140 6	240	40	93

Таблица П.1.9 – Варианты расположения червячных передач редукторов типа Ч и 2Ч

					
1	2	3	4	5	6

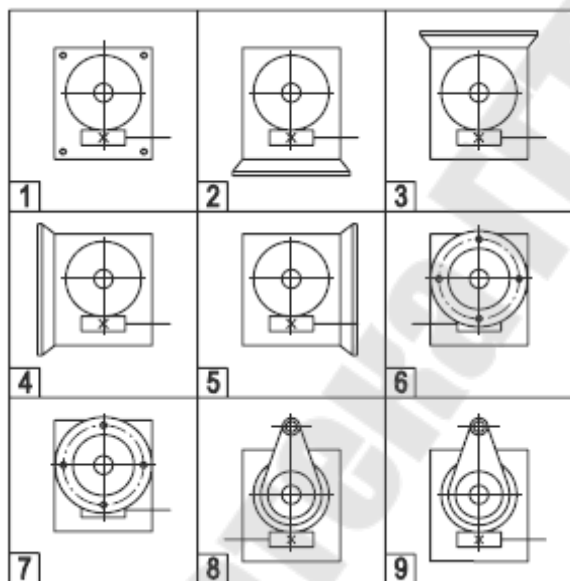
Примечание:

1. Червячный вал под колесом.
2. Червячный вал над колесом.
- 3,4. Вал червячного колеса вертикальный.
- 5,6. Червячный вал вертикальный.

Таблица П.1.10 – Схемы сборки редукторов типа Ч, 2Ч

Сборки с концами валов под элементы привода			Сборки с полым выходным валом		
					
51	52	53	56	57	58
					
61	62	63	66	67	68

Таблица П.1.11 – Варианты конструктивного исполнения по способу монтажа



1. Без лап с привалочной плоскостью
2. На лапах со стороны червяка
3. На лапах со стороны колеса
4. На лапах со стороны, противоположной входному концу червяка
5. На лапах со стороны входного конца червяка
6. На фланце справа
7. На фланце слева
8. С реактивной штангой справа
9. С реактивной штангой слева

Примечания:

1. В вариантах исполнения по способу монтажа редукторы рассматриваются в положении, при котором червячный вал располагается под червячным колесом независимо от их фактического расположения в пространстве при эксплуатации.
2. Варианты конструктивного исполнения по способу монтажа мотор-редукторов аналогичны вариантам конструктивного исполнения по способу монтажа для редукторов.

Таблица П.1.12 – Применяемость конструктивных исполнений по способу монтажа

Межосевое расстояние выходной ступени (габарит) a_w , мм	Конструктивные исполнения по способу монтажа								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
40									
50									
63									
80									
100									
125									
160									
200									
250									
320									
400									
500									

– «Да» – «Нет»

Пример условного обозначения червячных редукторов.

Ч - 125М - 10 - 52 - 1 - 2 - К2 - Ц - У3

↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑

- 1) Тип редуктора – червячный одноступенчатый;
- 2) Межосевое расстояние (габарит редуктора), мм;
- 3) Модернизированный;
- 4) Номинальное передаточное число;
- 5) Вариант сборки (по табл. П.1.10);
- 6) Вариант расположения червячной пары в пространстве (по табл. П.1.9);
- 7) Конструктивное исполнение по способу монтажа – на лапах со стороны червяка (по табл. П.1.11);
- 8) Исполнение конца входного вала – конический с наружной резьбой (по табл. П.1.8);
- 9) Исполнение конца выходного вала – цилиндрический с внутренней резьбой (по табл. П.1.6);
- 10) Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150 – 69.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ СЕРИИ АИР ОСНОВНОГО

ИСПОЛНЕНИЯ



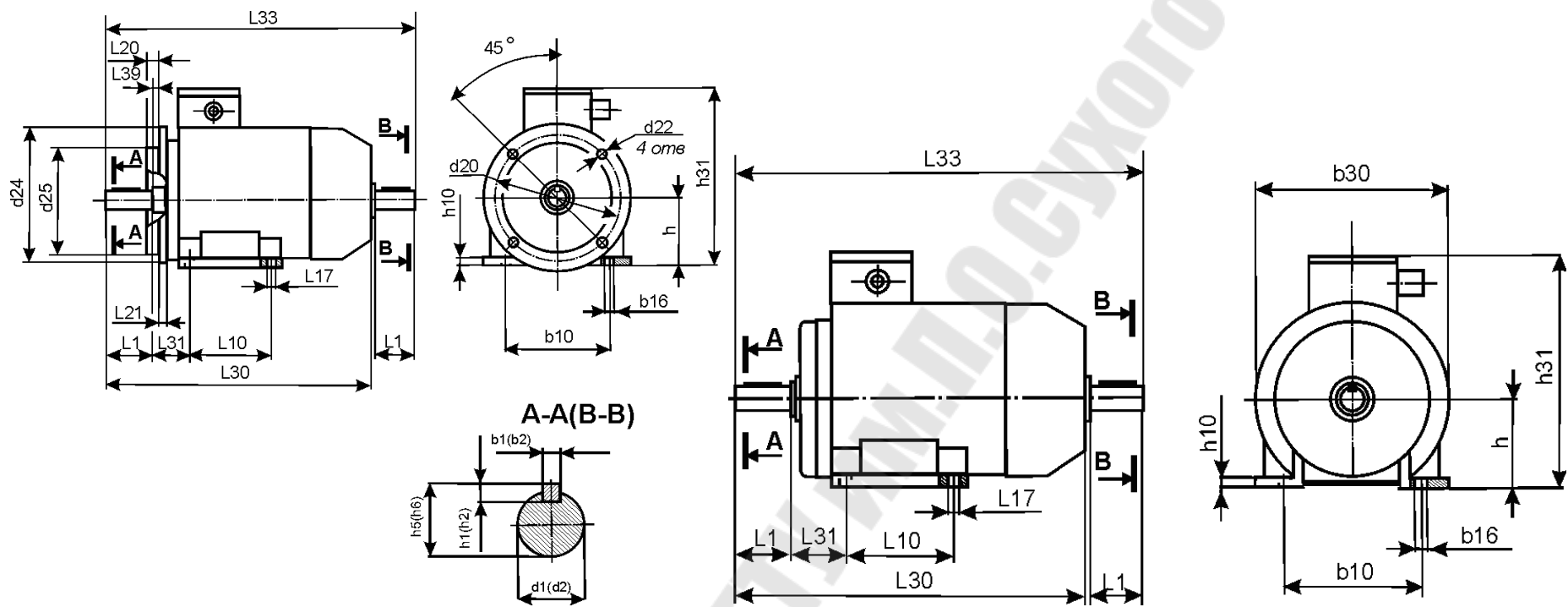
Электродвигатели серии АИР производства Могилевского завода «Электродвигатель» изготавливаются по ТУ РБ-05755950-420-93.

Для электродвигателей устанавливаются средняя наработка на отказ не менее 20 000 ч

Таблица П2.1 – Технические характеристики электродвигателей

Тип	P , кВт	Номинальная частота вращения, об/мин	$\frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}}$	$\frac{T_{\text{max}}}{T_{\text{ном}}}$	Масса, кг
АИР56А2	0,18	2730	2,2	2,2	3,5
АИР56В2	0,25	2700	2,2	2,2	3,8
АИР63А2	0,37	2730	2,2	2,2	5,2
АИР63В2	0,55	2730	2,2	2,2	6,1
АИР71А2	0,75	2820	2,6	2,7	8,7
АИР71В2	1,10	2800	2,2	2,4	9,5
АИР80А2	1,50	2880	2,2	2,6	12,4
АИР80В2	2,20	2860	2,1	2,6	15,0
АИР90L2	3,00	2860	2,3	2,6	19,0
АИР100S2	4,00	2850	2,0	2,4	26,0
АИР100L2	5,50	2850	2,1	2,4	31,5
АИР112M2	7,50	2900	2,0	2,2	40,0
АИР132M2	11,00	2910	1,6	2,2	60,4
АИР160S2	15,00	2920	2,1	3,0	95,7
АИР160M2	18,50	2920	2,2	3,0	96,9
АИР180S2	22,00	2930	2,2	2,9	118,9
АИР180M2	30,00	2930	2,4	2,9	137,9
АИР56А4	0,12	1350	2,2	2,2	3,6
АИР56В4	0,18	1350	2,2	2,2	4,2
АИР63А4	0,25	1320	2,2	2,2	5,1
АИР63В4	0,37	1320	2,2	2,2	6,0
АИР71А4	0,55	1360	2,3	2,4	8,1
АИР71В4	0,75	1350	2,5	2,6	9,4
АИР80А4	1,10	1420	2,2	2,4	11,9

АИР80В4	1,50	1410	2,2	2,4	13,8
АИР90Л4	2,20	1430	2,0	2,4	18,1
АИР100S4	3,00	1410	2,0	2,2	23,0
АИР100Л4	4,00	1410	2,1	2,4	29,2
АИР112М4	5,50	1430	2,0	2,5	38,5
АИР132S4	7,50	1440	2,0	2,5	53,5
АИР132М4	11,00	1450	2,4	2,9	66,3
АИР160S4	15,00	1460	2,3	2,7	97,1
АИР160М4	18,50	1460	2,3	2,7	103,9
АИР180S4	22,00	1460	2,4	2,5	129,9
АИР180М4	30,00	1460	2,4	2,5	150,9
АИР63А6	0,18	860	2,2	2,2	4,8
АИР63В6	0,25	860	2,2	2,2	5,6
АИР71А6	0,37	900	2,1	2,2	8,6
АИР71В6	0,55	920	1,9	2,2	9,9
АИР80А6	0,75	920	2,1	2,2	11,6
АИР80В6	1,10	920	2,2	2,3	15,3
АИР90Л6	1,50	940	2,0	2,3	19,0
АИР100Л6	2,20	940	1,9	2,2	27,0
АИР112МА6	3,00	950	2,0	2,2	33,4
АИР112МВ6	4,00	950	2,0	2,2	38,8
АИР132S6	5,50	960	2,0	2,2	52,3
АИР132М6	7,50	950	2,0	2,2	64,5
АИР160S6	11,00	970	1,9	2,6	98,3
АИР160М6	15,00	970	2,0	2,6	113,9
АИР180М6	18,50	980	2,0	2,7	138,9
АИР71В8	0,25	680	1,6	1,9	9,9
АИР80А8	0,37	680	2,0	2,3	12,8
АИР80В8	0,55	680	2,0	2,1	14,8
АИР90ЛА8	0,75	700	1,5	2,0	17,7
АИР90ЛВ8	1,10	710	1,5	2,2	20,5
АИР100Л8	1,50	710	1,6	2,0	24,0
АИР112МА8	2,20	700	1,8	2,2	33,4
АИР112МВ8	3,00	700	1,8	2,2	39,0
АИР132S8	4,00	700	1,8	2,2	52,2
АИР132М8	5,50	700	1,8	2,2	62,2
АИР160S8	7,50	720	1,7	2,3	86,9
АИР160М8	11,00	720	1,7	2,3	108,9
АИР180М8	15,00	730	1,8	2,4	138,9



исполнение IM208X (IM308X;IM218X;IM368X)

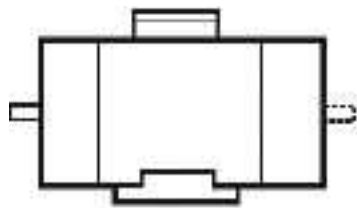
исполнение IM108X

Рис. П2.1 – Двигатели серии АИР основного исполнения и модификации.

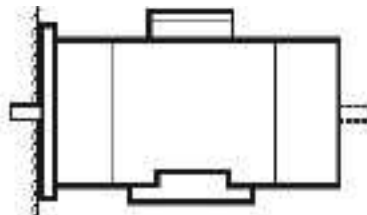
Таблица П2.2 – Габаритные и присоединительные размеры

Размеры, мм		Тип двигателя																																														
		АИР56		АИР63		АИР71		АИР80А		АИР80В, С		АИР90		АИР100S		АИР100L		АИР112		АИР132S		АИР132M		АИР160S		АИР160M		АИР180S		АИР180M																		
		2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8	2	4,6,8																	
L1		110																																														
L10		71		80		90		100		100		125		112		140		140		140		178		178		210		203		241																		
L17		5,8		7,0		7,0		10,0		10,0		10,0		12,0		12,0		12,0		12,0		12,0		15																								
L20	IM2081 IM3081	3,0		3,5		3,5		3,5		3,5		4,0		4,0		4,0		4,0		5,0		5,0		5																								
	IM2181 IM3681	2,5		2,5		3,0		2,5		3,0		3,0		3,5		3,0		3,5		3,0		3,5		3,5		4,0		3,5		4,0																		
L21		10		10		10		10		10		12		14		14		15		19		19		13				15																				
L30		218		237		272,5		296,5		320,5		337		360		391		433		463		501		680		720		700		740																		
L31		36		40		45		50		50		56		63		63		70		89		89		108				121																				
L33		234,0		263,0		316,5		350,0		374,0		390,0		424,0		455,0		516,0		546,0		584,0		785		815		804		844																		
L39		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0																								
b1		4		5		6		6		6		8		8		8		10		10		10		12		14		12		14		14		16		14		16										
b2																				12				14																								
b10		90		100		112		125		125		140		160		160		190		216		216		254				279																				
b16		8,8		10		10		12		12		12		16		16		16		16		16		20																								
b30		127		142		160		180		180		198		226		226		250		287		287		350				375																				
h		56		63		71		80		80		90		100		100		112		132		132		160				180																				
h1		4		5		6		6		6		7		7		7		8		8		8		8		9		8		9		9		10		9		10										
h2																				8				9																								
h5		12,5		16,0		21,5		24,5		24,5		27,0		31,0		31,0		35,0		41,0		41,0		45		51,5		45		51,5		51,5		59		51,5		59										
h6																				45				51,5																								
h10		7		8		8		9		9		10		12		12		14		16		16		20																								
h31		148		161		188		204,5		204,5		230,0		246,5		246,5		276		316		316		405				445																				
d1		11		14		19		22		22		24		28		28		32		38		38		42		48		42		48		48		55		48		55										
d2																				42				48																								
d20	IM2081 IM3081	115		130		165		165		165		215		215		215		265		300		300		300				350																				
	IM2081 IM3081	65		85		75		100		85		115		100		130		115		130		130		130		130		130		130		165		165		215		165		215		-				-		
d22	IM2081 IM3081	10		10		12		12		12		15		15		15		15		19		19		19																								
	IM2181 IM3681	M5		M6		M5		M6		M6		M8		M6		M8		M8		M8		M8		M8		M8		M10		M10		M12		M10		M12		-										
d24	IM2081 IM3081	140		160		200		200		200		250		250		250		300		350		350		350				400																				
	IM2181 IM3681	80		99		90		110		105		140		120		160		140		164		160		160		156		211		200		248		200		248		-				-						
d25	IM2081 IM3081	95		110		130		130		130		180		180		180		230		250		250		250				300																				
	IM2181	50		70		60		80		70		95		80		110		95		110		110		110		110		110		130		130		180		130		180		-				-				

IM1081(IM1082)



M2081(IM2082) большой фланец
IM2181(IM2182) малый фланец



IM3081(IM3082)) большой фланец
IM3681(IM3682) малый фланец

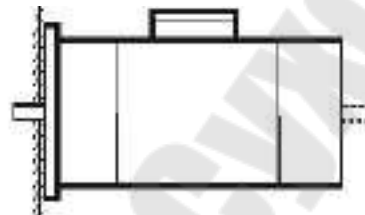


Рис. П.2.2 – Конструктивное исполнение по способу монтажа (крепление и сочленение) и условное обозначение для этих исполнений по ГОСТ 2479.

Условные обозначения

- **АИ** – обозначение серии;
- **Р, С** – вариант привязки мощности к установочным размерам (ГОСТ, DIN);
- **56, 63, 71, 80, 90, 100, 112, 132, 160, 180** – высота оси вращения (габарит);
- **А, В, С** – длина сердечника (первая длина, вторая длина, третья длина);
- **S, L, M** – установочные размеры по длине станины;
- **2, 4, 6, 8, 4/2, 6/4, 8/4, 8/6, 16/4, 6/4/2, 8/4/2, 8/6/4** – число полюсов;
- **T2, T3, У2, У3, У5, УХЛ2, УХЛ4** – климатическое исполнение и категория размещения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Методика выбора червячного редуктора.....	4
Литература.....	12
Приложения.....	13
Приложение 1.....	13
Приложение 2.....	21

**Коновалов Эдуард Яковлевич
Полейчук Виталий Николаевич
Ткачев Виктор Михайлович**

ВЫБОР ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА

**Методические указания
к курсовому проекту по дисциплинам «Механика»
и «Прикладная механика» для студентов
немашиностроительных специальностей
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П.О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 15.02.10.

Рег. № 125Е.
E-mail: ic@gstu.by
<http://www.gstu.by>