

ОПД.Ф.02.04 ДЕТАЛИ МАШИН
КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИВОДА
Методические указания

**Методика кинематического расчета привода по дисциплинам
«Основы проектирования и конструирования машин»,
«Прикладная механика»**

Методическое пособие по кинематическому расчету привода

1. Исходные данные для расчета.

Исходными данными для выполнения кинематического расчета служат:

- структурная схема привода;
- тяговое усилие F_t , Н и скорость движения V , м/с тягового органа или вращающий момент T , Н*м на приводном валу рабочего органа машинного агрегата и угловая скорость ω , рад/с этого вала;
- диаметр барабана D , м;
- вид передачи (реверсивная и нереверсивная);
- срок службы передачи.

2. Описание структурных схем.

В качестве примеров на рис.1 и 2 приведены структурные схемы типовых приводов, имеющих электродвигатель 1, муфту 2, редукторы 3 (одноступенчатый червячный 3' и одноступенчатый цилиндрический 3''), внешние передачи 4 (цепную 4' и клиноременную 4''), приводной вал рабочего органа 5 машинного агрегата (приводную звездочку 5' цепного конвейера или приводной барабан 5'' ленточного транспортера).

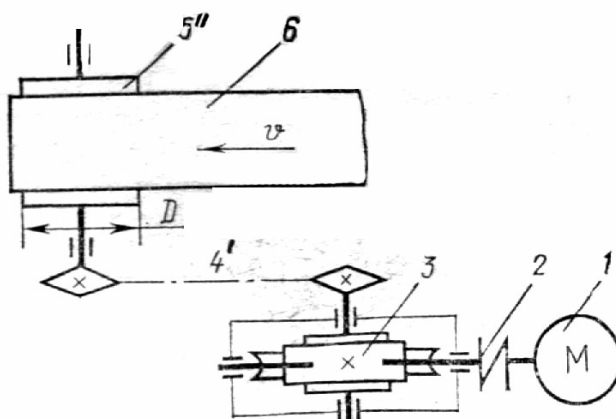


рис.1.

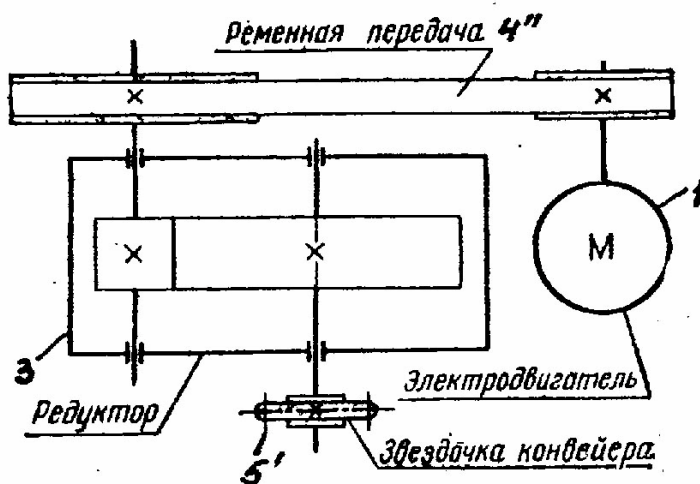


рис.2.

Двигатель является одним из основных элементов машинного агрегата. От типа двигателя, его мощности, частоты вращения зависят конструктивные и эксплуатационные характеристики рабочей машины и ее привода.

Для проектирования машинных агрегатов рекомендуются трехфазные асинхронные короткозамкнутые двигатели серии 4А. Эти двигатели наиболее универсальны. Закрытое и обдуваемое исполнение позволяет применять эти двигатели для работы в загрязненных условиях, в открытых помещениях и т.п. Они характеризуются номинальной мощностью P , кВт, синхронной и асинхронной частотами вращения ротора n_c , об/мин и $n_{дв}$, об/мин, краткостью максимального и номинального вращающих моментов T_{max}/T_H .

Синхронная частота вращения ротора (вала) электродвигателя:

$$n_c = 60 \cdot f / p,$$

где f – промышленная частота тока, Гц;

p – число пар полюсов электродвигателя.

С увеличением числа пар полюсов p уменьшается частота вращения электродвигателя.

Двигатели с большим числом пар полюсов имеют и большие габариты, поэтому тихоходные электродвигатели ($n_c \leq 750$ об/мин) в рассчитываемых приводах следует применять ограничено.

В расчетах следует использовать асинхронную (фактическую) частоту вращения электродвигателя:

$$n_{дв} = n_c (1 - S / 100),$$

где $S\%$ - скольжение электродвигателя.

Техническая характеристика трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором приведены в табл.П1. (приложение).

Двигатели имеют определенное условное обозначение:

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩,

где ① - порядковый номер серии (для двигателей общего назначения – единой серии – порядковый номер 4);

② - вид двигателя (А - асинхронный);

③ ④ ⑤ - высота оси вращения (три или две цифры);

⑥ - установочный размер по длине станины (S, M или L);

⑦ - длина сердечника статора (А или В);

⑧ - число полюсов статора: 2, 4, 6, 8, 10, 12;

⑨ ⑩ - климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Кроме того, форма исполнения и способ установки электродвигателя единой серии (общего назначения) обозначаются следующим образом:

IM1081 – электродвигатели со станиной на лапах;

IM2081 – горизонтальные на лапах и с фланцем на щите;

IM3081 – со станиной без лап и с фланцем на щите.

Пример условного обозначения трехфазного асинхронного

короткозамкнутого закрытого обдуваемого двигателя единой серии горизонтального с чугунной станиной на лапах, с высотой оси вращения 90мм, с установочным размером по длине станины L, четырех полюсного, климатического исполнения Y, категории размещения 3 по ГОСТ 15150-69.

Двигатель исполнения IM10814AF90L4Y3 ГОСТ 19523-81.

В качестве муфт, служащих для соединения валов, в приводах использовать следующие:

- а) упругие: втулочно-пальцевые, с торообразной оболочкой;
- б) компенсирующие: зубчатая, кулочкиво - дисковая.

Одним из основных узлов привода является редуктор, состоящий из одной или нескольких передач, заключенных в закрытый корпус.

Редуктор служит для понижения угловой скорости и увеличения вращающего момента на выходном валу.

3. Задачи кинематического расчета привода.

- 3.1. Подобрать электродвигатель.
- 3.2. Определить общее передаточное число.
- 3.3. Разбить передаточное число привода между ступенями.
- 3.4. Определить мощность, частоту вращения и вращающий момент на каждом валу.

4. Последовательность выполнения кинематического расчета.

4.1. Выбор и проверка электродвигателя.

Электродвигатель следует выбирать по требуемой мощности $P_{дв.тр.}$, кВт и требуемой частоте вращения его вала $n_{дв.тр.}$, об/мин.

Требуемая мощность:

$$P_{дв.тр.} = P_{р.в.} / \eta,$$

где $P_{р.в.}$ – мощность на валу рабочего органа машины, кВт;

η – общий коэффициент полезного действия привода.

Мощность $P_{р.в.}$ можно определить по следующим формулам:

$$P_{р.в.} = F_t * V \text{ или } P_{р.в.} = T_{р.в.} * \omega_{р.в.},$$

здесь $T_{р.в.}$ – вращающий момент на валу рабочего органа машины, Н*м;

F_t – окружное усилие, Н;

V – окружная скорость, м/с;

$\omega_{р.в.}$ – угловая скорость этого вала, рад/с.

Общий к.п.д. привода равен произведению частных к.п.д.:

$$\eta = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \dots * \eta_i.$$

Ориентировочное значение к.п.д. передач различных типов, муфт и пары подшипников приведены в табл. 1.

Примечание: к.п.д. передач указаны с учетом потерь в опорах.

Требуемая частота вращения вала электродвигателя должна находиться в диапазоне возможных частот вращения n вала электродвигателя. Этот диапазон следует определять по формуле:

$$D * n_{дв.тр.} = n_{р.в.} * D * u_{\Sigma},$$

где $n_{р.в.}$ – частота вращения вала рабочего органа машины, об/мин.

$D \cdot u_{\Sigma}$ - диапазон возможных общих передаточных чисел.

$$D \cdot u_{\Sigma} = \prod_{i=1}^n u_{i \min} \dots \prod_{i=1}^n u_{i \max}$$

$$D \cdot u_{\Sigma} = \prod_{i=1}^n u_{i \min} \dots \prod_{i=1}^n u_{i \max},$$

здесь $\prod_{i=1}^n u_{i \min}$, $\prod_{i=1}^n u_{i \max}$ – произведения минимальных и максимальных значений передаточных чисел отдельных ступеней привода. Эти значения приведены в табл.2.

К.п.д. механических передач, муфт и подшипников

Таблица 1

Тип передачи	Закрытая	Открытая
Зубчатая цилиндрическая	0,96...0,98	0,93...0,95
Зубчатая коническая	0,95..0,97	0,92...0,94
Червячная передача при числе заходов червяка:		
z ₁ =1	0,65...0,70	0,50...0,60
z ₁ =2	0,70...0,75	0,60...0,70
z ₁ =4	0,85...0,90	-
Цепная передача	0,95...0,97	0,90...0,93
Ременная передача	-	0,94...0,97
Муфта		0,98...1,00
Одна пара подшипников качения		0,990...0,995
Одна пара подшипников скольжения		0,98...0,99

Рекомендуемые передаточные числа передач

Таблица 2

Виды передач	Min значения	Max значения	Предельные значения
Закрытая цилиндрическая	2	6,3	12,5
Закрытая коническая	2	4	6,3
Червячная	8	40	80
Открытая цилиндрическая	3	7	15..20
Цепная	2	6	8
ременная	2	5	6

По найденным значениям $P_{дв.тр.}$ и $n_{дв.тр.}$ выбирать по таблице П1, П2 (приложение) типоразмер электродвигателя. Его характеристики вписать в таблицу вида табл.3.

Таблица 3

Тип двигателя	Исполнение	Мощность P, кВт	Число пар полюсов	Синхронная частота вращения, n _с , об/мин	Асинхронная частота вращения, n _{дв} , об/мин	T _{max} /T _n	d ₁ , мм	l ₁ , мм

При выборе электродвигателя должно обеспечиваться условие:
 $P \geq P_{дв.тр.}$

Допускается перегрузка двигателя до 5... 10%.

4.2. Общее передаточное число привода:

$$u = n_{дв} / n_{р.в.}$$

4.3. Разбивка общего передаточного числа между отдельными ступенями.

$$u = u_p \cdot u_{o.п.},$$

где u_p – передаточное число редуктора;

$u_{o.п.}$ – передаточное число открытой передачи.

Рекомендуется принимать для ременных и цепных передач: $u_{o.п.} = 2 \dots 4$, а для зубчатой передачи: $u_{o.п.} = 4 \dots 6,3$ (и более), тогда:

$$u_p = u / u_{o.п.},$$

при отсутствии открытой передачи:

$$u_p = u.$$

Разбивку u_p между отдельными ступенями следует производить в соответствии с данными табл.4.

Таблица 4

Разбивка передаточных чисел редукторов по ступеням

№ п/п	Тип редуктора		Рекомендуемый диапазон передаточных чисел редукторов	Передаточные числа ступеней		
				Быстроходной u_B	Промежуточной $u_{п.}$	Тихоходной u_T
1		По развернутой схеме	12,5...25	$u_p^{0,54}$	-	$u_p^{0,46}$
2	Цилиндрический двухступенчатый	По соосной схеме с передачами внешнего зацепления	12,5...22,4	$\frac{\sqrt{u_p}}{0,8}$	-	$0,9 \cdot \sqrt{u_p}$
3		По соосной схеме с внутренним зацеплением в тихоходной ступени	12,5...20	$2 \cdot \sqrt[3]{u_p}$	-	$0,5 \cdot u_p^{0,67}$
4	Цилиндрический трехступенчатый		31,5	$u_p^{0,4}$	$u_p^{0,33}$	$u_p^{0,27}$
5	Коническо – цилиндрический	Двухступенчатый	12,5...20	$\frac{\sqrt[3]{u_p}}{0,63} \leq 4,5$	-	$0,63 \cdot u_p^{0,63}$
6		Трехступенчатый	31,5...125	$u_p^{0,4}/1,75$	$1,4 \cdot u_p^{0,3}$	$1,25 \cdot u_p^{0,3}$
7	Цилиндро – червячный		31,5...125	1,6...2,5	-	u_p / u_B
8	Червячно - цилиндрический		50...150	$u_p/4$	-	4
			150...400	$u_p/6,3$	-	6,3

От правильности разбивки передаточного числа редуктора u_p между ступенями в значительной степени зависят конструкция и габариты редуктора, удобство компоновки деталей в корпусе, удобство смазки и т.п.

Передаточные числа передач редуктора должны иметь стандартные значения: 1,00; 1,12; 1,25; 1,40; 1,60; 1,80; 2,00; 2,24; 2,50; 2,80; 3,15; 3,55; 4,00; 4,50; 5,00; 5,60; 6,30; 7,10; 8,00; 9,00; 10,00; 11,20; 12,50; 14,00; 16,00; 18,00; 20,00; 22,40; 26,00; 28,00; 31,50; 35,50; 40,00; 45,00; 50,00.

4.4. Мощность, частота вращения и вращающие моменты на всех валах привода.

Расчет следует вести по требуемой мощности $P_{дв.тр.}$.

4.4.1. Мощность на каждом последующем валу:

$$P_{i+1} = P_i \cdot \eta_i,$$

где P_{i+1} – мощность на i -ом валу;

η_i – частный к.п.д.

4.4.2. Частота вращения:

$$n_1 = n_{дв}$$

$$n_2 = n_1 / u_1 \text{ и т.д.,}$$

т.е. $n_1 > n_2 > n_3 > \dots$

$$w_1 = \pi \cdot n_1 / 30;$$

$$w_2 = w_1 / u_1 \text{ и т.д.,}$$

т.е. $w_1 > w_2 > w_3 > \dots$

4.4.3. Вращающий момент на i -ом валу:

$$T_i = P_i \cdot 10^3 / w_i.$$

Результаты кинематического расчета свести в табл.5.

Таблица 5

Результаты кинематического расчета привода

Валы привода	Величина			
	Р, кВт	п, об/мин	w, рад/с	T, Н*м
1	P_1	n_1	w_1	T_1
2	P_2	n_2	w_2	T_2
3	P_3	n_3	w_3	T_3
5 (рабочий вал)	P_4	n_4	w_4	T_4

5. Пример кинематического расчета привода.

Привод (рис.3) состоит из электродвигателя 1, муфты 2, червячного редуктора 3 и цепной передачи 4. Входной вал редуктора соединяется с валом электродвигателя при помощи упругой втулочно-пальцевой муфты 2. Движение от ведомого вала редуктора к рабочему валу ленточного конвейера осуществляется через цепную передачу 4.

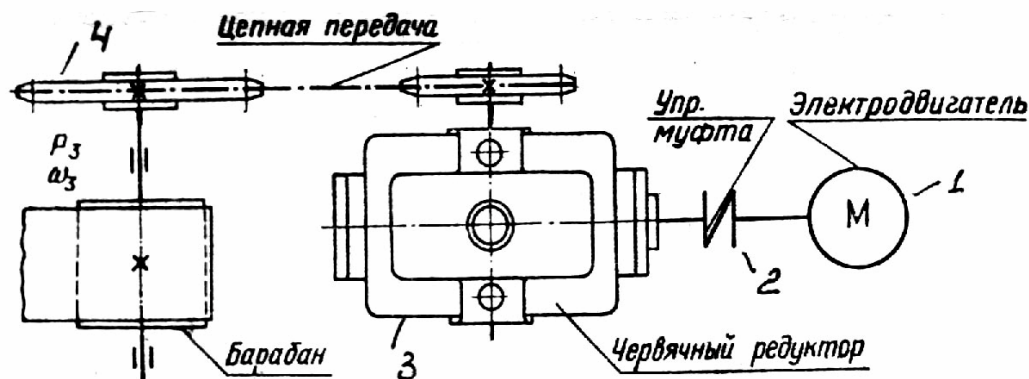


рис.3.

Редуктор одноступенчатый червячный.

Исходные данные

Окружное усилие на барабане	$F_t=2,8$ кН
Окружная скорость барабана	$V=0,37$ м/с
Диаметр барабана	$D=350$ мм
Срок службы	$L=5$ лет

Производство индивидуальное

5.1. Выбор электродвигателя и кинематический расчет привода.

5.1.1. Общий к.п.д. привода:

$$\eta = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4^3,$$

где $\eta_1=0,98$ – к.п.д., учитывающий потери в муфте;

$\eta_2=0,80$ – к.п.д., учитывающий потери червячной передачи;

$\eta_3=0,92$ – к.п.д., учитывающий потери цепной передачи;

$\eta_4=0,99$ – к.п.д., учитывающий потери в одной паре подшипников качения.

$$\eta = 0,98 * 0,80 * 0,92 * 0,99^3 = 0,7.$$

5.1.2. Требуемая мощность электродвигателя:

$$P_{дв.тр.} = P_3 / \eta,$$

где $P_3 = F_t * V = 2,8 * 0,37 = 1,036$ кВт – мощность на валу барабана;

$$P_{дв.тр.} = 1,036 / 0,7 = 1,48$$
 кВт.

5.1.3. Требуемая частота вращения электродвигателя:

$$D * n_{дв.тр.} = n_3 * D * u,$$

где $n_3 = 60 * V / \pi * D = 60 * 0,37 / 3,14 * 0,35 = 20$ об/мин – частота вращения вала барабана конвейера;

$D * u$ - диапазон возможных общих передаточных чисел.

$$D * u = \prod_{i=1}^n u_{i \min} \dots \prod_{i=1}^n u_{i \max},$$

$$\prod_{i=1}^n u_i = u_1 * u_2,$$

здесь $u_1 = 8 \dots 40$ – минимальное и максимальное значение передаточного числа червячной передачи;

$u_2 = 2 \dots 6$ – минимальное и максимальное значение передаточного числа цепной передачи;

$u_1 * u_2$ – передаточное число привода.

$$D * u = 8 * 2 \dots 40 * 6 = 16 \dots 240.$$

Тогда $D * n_{дв.тр.} = 20 * (16 \dots 240) = 320 \dots 4800$ об/мин.

5.1.4. Выбор электродвигателя.

По таблице П1 и П2 выбираем электродвигатель 4А90L6, исполнения ИМ1081.

Таблица 5.1.

Тип двигателя	Исполнение	Мощность Р, кВт	Число пар полюсов	Асинхронная частота вращения $n_{дв.}$ об/мин	T_{max}/T_n	d_1 , мм	l_1 , мм
4А90L6	ИМ1081	1,5	2	935	2,2	24	50

5.1.5. Передаточное число привода:

$$u = n_{дв.} / n_3 = 935 / 20 = 46,8$$

5.1.6. Разбивка передаточного числа между ступенями:

$$u = u_1 \cdot u_2.$$

Принимаем $u_1 = 16$,
тогда $u_2 = u/u_1 = 46,8/16 = 2,92$

$$u_{\phi} = 16 \cdot 2,92 = 46,7.$$

5.1.7. Мощность, частота вращения и вращающие моменты на валах.

5.1.7.1. Ведущий вал редуктора:

$$P_1 = P_{\text{дв.тр.}} \cdot \eta_1 \cdot \eta_4 = 1,48 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 1,436 \text{ кВт}$$

$$n_1 = n_{\text{дв}} = 935 \text{ об/мин}$$

$$\omega_1 = \pi \cdot n_1 / 30 = 3,14 \cdot 935 / 30 = 97,86 \text{ рад/с}$$

$$T_1 = P_1 \cdot 10^3 / \omega_1 = 1,436 \cdot 10^3 / 97,86 = 14,7 \text{ Н*м}$$

5.1.7.2. Ведомый вал редуктора:

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_4 = 1,436 \cdot 0,80 \cdot 0,99 = 1,137 \text{ кВт}$$

$$n_2 = n_1 / u_1 = 935 / 16 = 58,4 \text{ об/мин}$$

$$\omega_2 = \omega_1 / u_1 = 97,86 / 16 = 6,12 \text{ рад/с}$$

$$T_2 = P_2 \cdot 10^3 / \omega_2 = 1,137 \cdot 10^3 / 6,12 = 185,8 \text{ Н*м}$$

5.1.7.3. Вал барабана:

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 = 1,137 \cdot 0,92 \cdot 0,99 = 1,036 \text{ кВт}$$

$$n_3 = n_2 / u_2 = 58,4 / 2,92 = 20 \text{ об/мин}$$

$$\omega_3 = \omega_2 / u_2 = 6,12 / 2,92 = 2,096 \text{ рад/с}$$

$$T_3 = P_3 \cdot 10^3 / \omega_3 = 1,036 \cdot 10^3 / 2,096 = 494,3 \text{ Н*м}$$

Таблица 5.2.

Результаты кинематического расчета привода

Валы привода	Величина			
	P, кВт	n, об/мин	W, рад/с	T, Н*м
Ведущий вал редуктора	1,436	935	97,86	14,7
Ведомый вал редуктора	1,137	58,4	6,120	185,8
Вал барабана конвейера	1,036	20	2,096	494,3

Рекомендуемая литература.

1. Дунаев П.Ф., Лемешев О.П. Конструирование узлов и деталей машин. – М.: Высшая школа, 1985.
2. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Высшая школа, 1991.
3. Чернавский С.А. Проектирование механических передач. – М.: Машиностроение 1985.
4. Иванов М.П. Детали машин. – М.: Высшая школа 1984.

Приложение.

Электродвигатели асинхронные трехфазные единой серии 4А закрытые
обдуваемые

Технические данные

Приложение 1

Мощность кВт	3000 об/мин			1500 об/мин		
	Тип двигателя	об/мин		Тип двигателя	об/мин	
0.25	4A56B	2770	2.2	4A63A4	1380	2.2
0.37	4A63A2	2750	2.2	4A62B4	1365	2.2
0.55	4A63B2	2740	2.2	4A71A4	1390	2.2
0.75	4A71A2	2840	2.2	4A71B4	1390	2.2
1.1	4A71B2	2810	2.2	4A80A4	1420	2.2
1.5	4A80A2	2850	2.6	4A80B4	1415	2.2
2.2	4A80B2	2850	2.6	4A90L4	1425	2.4
3.0	4A90L2	2840	2.5	4A100S4	1435	2.4
4.0	4A100S2	2880	2.5	4A100L4	1430	2.4
5.5	4A100L2	2880	2.5	4A112M4	1445	2.2
7.5	4A112M2	2900	2.8	4A132S4	1455	3.0
11.0	4A132M2	2900	2.8	4A132M4	1460	3.0
15.0	4A160S2	2940	2.2	4A160S4	1465	2.3
18.5	4A160M2	2940	2.2	4A160M4	1465	2.3
22.0	4A180S2	2945	2.5	4A180S4	1470	2.3
30.0	4A180M2	2945	2.5	4A180M4	1470	2.3
Мощность кВт	1000 об/мин			750 об/мин		
	Тип двигателя	об/мин		Тип двигателя	об/мин	
0.25	4A63B6	890	2.2	4A71B8	680	1.7
0.37	4A71A6	910	2.2	4A80A8	675	1.7
0.55	4A71B6	900	2.2	4A80B8	700	1.7
0.75	4A80A6	915	2.2	4A90LA8	700	1.7
1.1	4A80B6	920	2.2	4A90LB8	700	1.9
1.5	4A90L6	935	2.2	4A100L8	700	1.9
2.2	4A100L6	950	2.2	4A112MA8	700	2.2
3.0	4A112MA6	955	2.5	4A112MB8	700	2.2
4.0	4A112MB6	950	2.5	4A132S8	720	2.6
5.5	4A132S6	965	2.5	4A132M8	720	2.6
7.5	4A132M6	970	2.5	4A160S8	730	2.2
11.0	4A160S6	975	2.0	4A160M8	730	2.2
15.0	4A160M6	975	2.0	4A180M8	730	2.0
18.5	4A180M6	975	2.0	4A200M8	735	2.2
22.0	4A200M6	975	2.4	4A200L8	730	2.0
30.0	4A200L6	980	2.4	4A225M8	735	2.1

Приложение 2

Тип двигателя	Число полюсов	Габаритные размеры			Установочные и присоединительные размеры												
		l ₃₀	h ₃₁	d ₂₄	l ₁	l ₁₀	l ₃₁	d ₁	d ₁₀	b ₁	b ₁₀	h	h ₁	h ₅	h ₁₀		
4AA56	2, 4	194	152	128	23	71	36	11			90	56					
4AA63	2, 4, 6	216	164	138	30	80	40	14			100	53					
4A71	2, 4, 6, 8	285	201	170	40	90	45	19	7		112	71		21.5	9		
4A80A		300	218	186	50	100	50	22	10	6	125	80	6	24.5	10		
4A80B		320	218			125	56	24			140	90		27	11		
4A90L		350	243	208		112	63	28	12	8	160	100	8	31	12		
4A100S		362	263	235	60	140	70	32			190	112		35			
4A100L		329	253						10	10	216	132	8	41	13		
4A112M		452	310	260	80	89	38				216	132		41	13		
4A132S		480	350	302													
4A132M		530	380			178									45		
4A160S		2 4, 6, 8	624	430	358	110	108	108	42 48 42	12 14 12	254	160	160	9 8	51.5 45	18	
4A160M	2 4, 6, 8	667															210
4A180S	2 4, 6, 8	662	470	410	110	203	121	48 48	15	16 16	279	180	10 9	59 51.5	20		
4A180M	2 4, 6, 8															70 2	24 1

Тип двигателя	Число полюсов	Габаритные размеры			Установочные и присоединительные размеры																
		l ₃₀	h ₃₁	d ₂₄	l ₁	l ₁₀	l ₂₀	l ₂₁	l ₃₁	d ₁	d ₁₀	d ₂₀	d ₂₂	d ₂₅	b ₁	b ₁₀	h	h ₁	h ₅	h ₁₀	
4A71A,B	2, 4, 6, 8	285	201	200	40	90	100	3.5	10	45	19	7	165	12	130	6	112	71	21.5	9	
4A80A		300	218		50	100											50	22	10	125	80
4A80B		320																			
4A90L		350	243	250	60	125	12	56	24	4	14	63	28	215	15	180	8	140	90	27	11
4A100S		362	263			112	14	63	28									160	100	7	31
4A100L		392																			
4A112M		452	310	300		140	16	70	32	12	16	70	32	265	230	190	112	190	112	35	12
4A132S		480	350	80																	
4A132M		530				178															
4A160S		2 4, 6, 8	624	430	350	110	210	15	108	42 48 42	12 14 12	300	250	19	160	160	254	160	9 8	51.5 45	18
4A160M	2 4, 6, 8	667																			
4A180S	2 4, 6, 8	662	470	400	110	203	18	121	48 48	15	16 16	350	300	16 14	279	180	10 9	59 51.5	20		
4A180M	2 4, 6, 8																			702	241

Тип двигателя	Число полюсов	Габаритные размеры			Установочные и присоединительные размеры												
		l ₃₀	h ₃₁	d ₂₄	l ₁	l ₂₀	l ₂₁	d ₁	d ₂₀	d ₂₂	d ₂₅	b ₁	h ₁	h ₅			
4A71A,B	2, 4, 6, 8	285	130	200	40	3.5	10	19	165	12	130	6	6	21.5			
4A80A		300	138		50			22						24.5			
4A80B		320															
4A90L		350	153	250	60	4	12	24	215	15	180	8	7	27			
4A100S		362	163				14	28						31			
4A100L		392															
4A112M		452	198	300	80			16	32	265	230	10			35		
4A132S		480	218	18				38									
4A132M		530		350											45		
4A160M		2	667												270	15	42
		4, 6, 8													45		
4A160S		2	624		110										14	9	51.6
		4, 6, 8													42	12	8
4A180S		2	662	290	400										14	9	51.5
	4, 6, 8	48													14	9	51.5
4A180M	2	702					18		350				300	16	10	59	
	4, 6, 8													55	14	9	51.5
	4, 6, 8													48	16	10	59