

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ЭкоПромКонтроль»

394030, Российская Федерация, город Воронеж, улица Сакко и Ванцетти, дом 69, офис 15.
т. (473) 292-08-16, т.ф. (473) 200-81-70
8-952-102-22-02
eps.vrn36@mail.ru

ИНН 3666157225 КПП 366601001
р/сч 40702810202000330801
к/сч 30101810300000000760
БИК 047888760

В Ярославском филиале ОАО «Промсвязьбанк» г. Ярославль

Выбор мотор-редуктора

При выборе конкретной модели мотор-редуктора учитываются следующие технические характеристики:

- тип редуктора;
- мощность;
- обороты на выходе;
- передаточное число редуктора;
- конструкция входного и выходного валов;
- тип монтажа;
- дополнительные функции.

Тип редуктора

Наличие кинематической схемы привода упростит выбор типа редуктора. Конструктивно редукторы подразделяются на следующие виды:

- Червячный одноступенчатый со скрещенным расположением входного/выходного вала (угол 90 градусов).
- Червячный двухступенчатый с перпендикулярным или параллельным расположением осей входного/выходного вала. Соответственно, оси могут располагаться в разных горизонтальных и вертикальных плоскостях.
- Цилиндрический горизонтальный с параллельным расположением входного/выходного валов. Оси находятся в одной горизонтальной плоскости.
- Цилиндрический соосный под любым углом. Оси валов располагаются в одной плоскости.
- В коническо-цилиндрическом редукторе оси входного/выходного валов пересекаются под углом 90 градусов.

ВАЖНО!

Расположение выходного вала в пространстве имеет определяющее значение для ряда промышленных применений.

Конструкция червячных редукторов позволяет использовать их при любом положении выходного вала.

Применение цилиндрических и конических моделей чаще возможно в горизонтальной плоскости. При одинаковых с червячными редукторами массо-габаритных характеристиках эксплуатация цилиндрических агрегатов экономически целесообразней за счет увеличения передаваемой нагрузки в 1,5-2 раза и высокого КПД.

Таблица 1. Классификация редукторов по числу ступеней и типу передачи

Тип редуктора	Число ступеней	Тип передачи	Расположение осей
Цилиндрический	1	Одна или несколько цилиндрических	Параллельное
	2		Параллельное/соосное
	3		Параллельное
	4		
Конический	1	Коническая	Пересекающиеся
Коническо-цилиндрический	2	Коническая Цилиндрическая (одна или несколько)	Пересекающиеся/скрещивающиеся
	3		
	4		
Червячный	1	Червячная (одна или две)	Скрещивающиеся
	1		Параллельное
Цилиндрическо-червячный или червячно-цилиндрический	2	Цилиндрическая (одна или две) Червячная (одна)	Скрещивающиеся
	3		
Планетарный	1	Два центральных зубчатых колеса и сателлиты (для каждой ступени)	Соосное
	2		
	3		
Цилиндрическо-планетарный	2	Цилиндрическая (одна или несколько) Планетарная (одна или несколько)	Параллельное/соосное
	3		
	4		
Коническо-планетарный	2	Коническая (одна) Планетарная (одна или несколько)	Пересекающиеся
	3		
	4		
Червячно-планетарный	2	Червячная (одна) Планетарная (одна или несколько)	Скрещивающиеся
	3		
	4		
Волновой	1	Волновая (одна)	Соосное

Передаточное число [I]

Передаточное число редуктора рассчитывается по формуле:

$$I = N1/N2$$

где

N1 – скорость вращения вала (количество об/мин) на входе;

N2 – скорость вращения вала (количество об/мин) на выходе.

Полученное при расчетах значение округляется до значения, указанного в технических характеристиках конкретного типа редукторов.

Таблица 2. Диапазон передаточных чисел для разных типов редукторов

Тип редуктора	Передаточные числа
Червячный одноступенчатый	8-80
Червячный двухступенчатый	25-10000
Цилиндрический одноступенчатый	2-6,3
Цилиндрический двухступенчатый	8-50
Цилиндрический трехступенчатый	31,5-200
Коническо-цилиндрический одноступенчатый	6,3-28
Коническо-цилиндрический двухступенчатый	28-180

ВАЖНО!

Скорость вращения вала электродвигателя и, соответственно, входного вала редуктора не может превышать 1500 об/мин. Правило действует для любых типов редукторов, кроме цилиндрических соосных со скоростью вращения до 3000 об/мин. Этот технический параметр производители указывают в сводных характеристиках электрических двигателей.

Крутящий момент редуктора

Крутящий момент на выходном валу [M2] – вращающий момент на выходном валу. Учитывается номинальная мощность [Pn], коэффициент безопасности [S], расчетная продолжительность эксплуатации (10 тысяч часов), КПД редуктора.

Номинальный крутящий момент [Mn2] – максимальный крутящий момент, обеспечивающий безопасную передачу. Его значение рассчитывается с учетом коэффициента безопасности – 1 и продолжительность эксплуатации – 10 тысяч часов.

Максимальный вращающий момент {M2max} – предельный крутящий момент, выдерживаемый редуктором при постоянной или изменяющейся нагрузках, эксплуатации с частыми пусками/остановками. Данное значение можно трактовать как моментальную пиковую нагрузку в режиме работы оборудования.

Необходимый крутящий момент [Mr2] – крутящий момент, удовлетворяющим критериям заказчика. Его значение меньше или равно номинальному крутящему моменту.

Расчетный крутящий момент [Mc2] – значение, необходимое для выбора редуктора.

Расчетное значение вычисляется по следующей формуле:

$$Mc2 = Mr2 \times Sf \leq Mn2$$

где

Mr2 – необходимый крутящий момент;

Sf – сервис-фактор (эксплуатационный коэффициент);

Mn2 – номинальный крутящий момент.

Эксплуатационный коэффициент (сервис-фактор)

Сервис-фактор (Sf) рассчитывается экспериментальным методом. В расчет принимаются тип нагрузки, суточная продолжительность работы, количество пусков/остановок за час эксплуатации мотор-редуктора. Определить эксплуатационный коэффициент можно, используя данные таблицы 3.

Таблица 3. Параметры для расчета эксплуатационного коэффициента

Тип нагрузки	К-во пусков/остановок, час	Средняя продолжительность эксплуатации, сутки			
		<2	2-8	9-16h	17-24
Плавный запуск, статичный режим эксплуатации, ускорение массы средней величины	<10	0,75	1	1,25	1,5
	10-50	1	1,25	1,5	1,75
	80-100	1,25	1,5	1,75	2
	100-200	1,5	1,75	2	2,2
Умеренная нагрузка при запуске, переменный режим, ускорение массы средней величины	<10	1	1,25	1,5	1,75
	10-50	1,25	1,5	1,75	2
	80-100	1,5	1,75	2	2,2
	100-200	1,75	2	2,2	2,5
Эксплуатация при тяжелых нагрузках, переменный режим, ускорение массы большой величины	<10	1,25	1,5	1,75	2
	10-50	1,5	1,75	2	2,2
	80-100	1,75	2	2,2	2,5
	100-200	2	2,2	2,5	3

Мощность привода

Правильно рассчитанная мощность привода помогает преодолевать механическое сопротивление трения, возникающее при прямолинейных и вращательных движениях. Элементарная формула расчета мощности [P] – вычисление соотношения силы к скорости.

При вращательных движениях мощность вычисляется как соотношение крутящего момента к числу оборотов в минуту:

$$P = (M \times N) / 9550$$

где

M – крутящий момент;

N – количество оборотов/мин.

Выходная мощность [P2] вычисляется по формуле:

$$P2 = P \times Sf$$

где

P – мощность;

Sf – сервис-фактор (эксплуатационный коэффициент).

ВАЖНО!

Значение входной мощности всегда должно быть выше значения выходной мощности, что оправдано потерями при зацеплении:

$$P1 > P2$$

Нельзя делать расчеты, используя приблизительное значение входной мощности, так как КПД могут существенно отличаться.

Коэффициент полезного действия (КПД)

Расчет КПД рассмотрим на примере червячного редуктора. Он будет равен отношению механической выходной мощности и входной мощности:

$$\eta [\%] = (P2/P1) \times 100$$

где

P2 – выходная мощность;

P1 – входная мощность.

ВАЖНО!

В червячных редукторах $P2 < P1$ всегда, так как в результате трения между червячным колесом и червяком, в уплотнениях и подшипниках часть передаваемой мощности расходуется.

Чем выше передаточное отношение, тем ниже КПД.

На КПД влияет продолжительность эксплуатации и качество смазочных материалов, используемых для профилактического обслуживания мотор-редуктора.

Таблица 4. КПД червячного одноступенчатого редуктора

Передаточное число	КПД при a_w , мм								
	40	50	63	80	100	125	160	200	250
8,0	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96
10,0	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
12,5	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94
16,0	0,82	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93
20,0	0,78	0,81	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91
25,0	0,74	0,77	0,80	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89
31,5	0,70	0,73	0,76	0,78	0,81	0,82	0,83	0,84	0,86
40,0	0,65	0,69	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,81	0,83
50,0	0,60	0,65	0,69	0,72	0,74	0,75	0,76	0,78	0,80

Таблица 5. КПД волнового редуктора

Передачное число	63	80	100	125	160	200	250	315
КПД	0,83	0,82	0,80	0,78	0,75	0,72	0,70	0,65

Таблица 6. КПД зубчатых редукторов

Тип редуктора	КПД
Цилиндрический и конический одноступенчатый	0,98
Цилиндрический и коническо-цилиндрический двухступенчатый	0,97
Цилиндрический и коническо-цилиндрический трехступенчатый	0,96
Цилиндрический и коническо-цилиндрический четырехступенчатый	0,95
Планетарный одноступенчатый	0,97
Планетарный двухступенчатый	0,95

Взрывозащищенные исполнения мотор-редукторов

Мотор-редукторы данной группы классифицируются по типу взрывозащитного исполнения:

- «Е» – агрегаты с повышенной степенью защиты. Могут эксплуатироваться в любом режиме работы, включая внештатные ситуации. Усиленная защита предотвращает вероятность воспламенений промышленных смесей и газов.
- «D» – взрывонепроницаемая оболочка. Корпус агрегатов защищен от деформаций в случае взрыва самого мотор-редуктора. Это достигается за счет его конструктивных особенностей и повышенной герметичности. Оборудование с классом взрывозащиты «D» может применяться в режимах предельно высоких температур и с любыми группами взрывоопасных смесей.
- «I» – искробезопасная цепь. Данный тип взрывозащиты обеспечивает поддержку взрывобезопасного тока в электрической сети с учетом конкретных условий промышленного применения.

Показатели надежности

Показатели надежности мотор-редукторов приведены в таблице 7. Все значения приведены для длительного режима эксплуатации при постоянной номинальной нагрузке. Мотор-редуктор должен обеспечить 90% указанного в таблице ресурса и в режиме кратковременных перегрузок. Они возникают при пуске оборудования и превышении номинального момента в два раза, как минимум.

Таблица 7. Ресурс валов, подшипников и передач редукторов

Показатель	Тип редуктора	Значение, ч
90% ресурса валов и передач	Цилиндрический, планетарный, конический, коническо-цилиндрический	25000
90% ресурса подшипников	Червячный, волновой, глобоидный	10000
	Цилиндрический, планетарный, конический, коническо-цилиндрический	12500
	Червячный	5000
	Глобоидный, волновой	10000

По вопросам расчета и приобретения мотор редукторов различных типов обращайтесь к нашим специалистам.