

Выбор асинхронных двигателей общего назначения

(Методические рекомендации)

к.т.н. Е.Г. Акимов



Электрический двигатель работает непосредственно с приводным механизмом. Поэтому выбор двигателя (в дальнейшем речь идет об асинхронных двигателя – АД) состоит в сопоставлении его свойств со свойствами приводного механизма и с параметрами окружающей среды.

Основная задача: найти наиболее экономичный вариант функционирования системы «двигатель - приводной механизм» [1].

В табл.1 указаны условия эксплуатации, параметры двигателя и приводного механизма, которые необходимо сопоставить при выборе двигателя.

Таблица 1

Условия эксплуатации	Параметры, характеризующие механизм и условия эксплуатации	Параметры двигателя	Комментарии по выбору двигателя
Вид выполняемой работы	Нагрузочная диаграмма, режим работы, момент инерции механизма, механическая характеристика механизма	Номинальная мощность, механическая характеристика, частота вращения	Выбор типоразмера двигателя
Атмосферные воздействия	Температура окружающей среды, влажность, атмосферное давление, загазованность, запыленность	Номинальная мощность, степень защиты, покрытие, смазка	Уточнение номинальной мощности, выбор климатической модификации, степени защиты, смазки
Механические воздействия	Способ сочленения двигателя с механизмом, механические воздействия со стороны фундамента и со стороны механизма	Допустимые нагрузки на подшипники, допустимые нагрузки на вал, вибростойкость	Проверка механической прочности двигателя
Установка	Требуемая точность установки, исполнение механизма по способу монтажа	Точность выполнения установочных размеров, исполнение по способу монтажа	Выбор исполнения по способу монтажа и точности установочных размеров
Подключение к сети	Напряжение и частота сети	Напряжение и частота сети	Выбор двигателя по напряжению и частоте сети
Влияние на механизм и окружающую среду	Допустимые уровни шума и вибрации механизма, эстетические требования	Уровни шума и вибрации двигателя, эстетический уровень	Выбор двигателя по уровням шума и вибрации
Экономические показатели	Стоимость отказа, длительность нагружения в год, коэффициент загрузки, стоимость электроэнергии, стоимость компенсации реактивной мощности	Надежность и долговечность, наличие встроенной защиты, КПД, коэффициент мощности	Сравнение вариантов по приведенным затратам

Двигатель выбирают:

- по номинальной мощности;
- по частоте вращения;
- по модификации;
- по условиям окружающей среды;
- по точности установочных и присоединительных размеров;
- по способу монтажа;
- по допустимой частоте пуска;
- по способу защиты;
- по уровню шума;
- по допустимым нагрузкам на подшипник;
- по основным техническим параметрам.

Выбор двигателя по номинальной мощности

Для расчета мощности, кВт, и вращающего момента, Н·м, на валу двигателя следует пользоваться формулами:

вращательное движение

$$P = \frac{Mn}{9,55} 10^{-3};$$

$$M = \frac{9,55}{n} P \cdot 10^3;$$

подъем груза

$$P = \frac{kmgv}{\eta} 10^{-3};$$

привод вентилятора

$$P = \frac{Qp}{\eta} 10^{-3},$$

где k — коэффициент, учитывающий действие противовеса; v — скорость подъема груза, м/с; Q — расход воздуха, м³/с; p — давление на выходе вентилятора, Па; g — ускорение свободного падения, м/с²; η — КПД вентилятора, подъемника; m — масса, кг.

Полученные значения мощности увеличивают до ближайшего каталожного значения номинальной мощности АД (см. [БД iElectro](#)).

При этом, необходимо учитывать в каком *режиме* будет работать двигатель. На практике редко полностью совпадают режимы работы двигателя и приводного механизма. В зависимости от режима работы двигателя ([S1-S8](#)) его температурное состояние будет различным, а, следовательно, двигатель может допускать большую мощность на валу, например, в режиме **S2**, чем в режиме **S1**.

Пример 1. Выбрать двигатель для вентилятора, работающего в режиме S1 и имеющего следующие выходные параметры:

Расход воздуха Q , м ³ /с	5
Давление на выходе P , Па	1050
КПД	0,78
Частота вращения n , об/мин	1000

Необходимая мощность двигателя

$$P = \frac{QP}{1000\eta} = \frac{5 \cdot 1050}{1000 \cdot 0,78} = 6,73 \text{ кВт.}$$

Ближайший по мощности двигатель 4A132M6, $P=7,5$ кВт, $n=970$ об/мин.

Пример 2. Выбрать двигатель для кратковременного режима работы S2 при подъеме груза:

Масса груза m , кг	8000
Коэффициент, учитывающий противовес, k	0,5
Скорость подъема v , м/с	0,1
Высота подъема h , м	6,0
КПД подъемника	0,8
Частота вращения двигателя n , об/мин	1500
Время подъема $t=h/v=60/0,1$, с	600
Коэффициент увеличения мощности K_p	1,5

Мощность двигателя

$$P = \frac{mkgv \cdot 10^{-3}}{K_p \eta} = \frac{8000 \cdot 0,5 \cdot 9,8 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 0,8} = 3,27 \text{ кВт.}$$

Ближайший по мощности двигатель 4A100L4 ($P=4,0$ кВт, $n=1430$ об/мин).

Выбор двигателя по частоте вращения

Частота вращения асинхронного двигателя в номинальном режиме, об/мин, определяется по формуле

$$n_{\text{ном}} = \frac{60f}{p} (1 - s_{\text{ном}}),$$

где f — частота сети, Гц; p — число пар полюсов; $s_{\text{ном}}$ — номинальное скольжение.

Номинальное скольжение электродвигателей с повышенным скольжением составляет 5—14 %, номинальное скольжение остальных двигателей составляет 1—10 % в зависимости от мощности. Большие скольжения соответствуют меньшим мощностям. Номинальные скольжения указываются в каталогах и справочниках.

Выбор двигателя по модификации

Согласно ГОСТ Р 51689-2000 **модификация**: *«разновидность двигателя, создаваемая на основе двигателя, принятого за базовое исполнение, с целью расширения или специализации сферы его использования».*

Двигатель, изготовленный на основе узлов основных (базовых) двигателей имеет необходимые конструктивные отличия по способу монтажа, степени защиты, климатическому исполнению и другими параметрам.

Создание двигателей с различной модификацией позволяем наиболее эффективное его использование в каждом конкретном случае применения.

Примеры таких модификаций приведены в [БД iElectro](#).

В табл.2 даны различные варианты приводных механизмов с целью подбора требуемой модификации двигателя.

Таблица 2

Наименование механизмов	Кратность момента по отношению к статическому моменту механизма		Характерные режимы работы	Характерная частота вращения, ч ⁻¹
	пускового	максимального		
Насосы: центробежные, осевые вакуум-насосы поршневые	0,3 0,3 1—1,5	1,5 1,4 2,0	S1—S3	1—30
Вентиляторы: центробежные, осевые дымососы	0,3 0,5	1,1—1,3 1,75	S1	1—6
Шнеки	1—1,5; 2—3	2—2,5; 2,5—3	S1	1—6
Манипуляторы, толкатели, кантователи	2,5—3	2,5—3	S1—S5	1—6
Задвижки	3—3,5	3—3,5	S1—S3	6—30
Центрифуги, сепараторы	2,25	2,25	S1	1—6
Машины барабанного типа	1,25	2,5	S1—S4	1—6
Компрессоры: лопаточные объемные	0,3 2—2,5	1,5 2—2,5	S1	1—6
Подъемники	1,4	1,4	S2, S3, S6	30—200
Дробилки	1—1,5	2,5	S1, S2	1—6
Буровые станки	1—1,5	2,5	S1	1—6
Пилы	1,0	1,5	S1, S3	6—120
Вибраторы	2—2,5	2—2,5	S1—S3	1—30
Кузнечно-прессовые машины (прессы, молоты)	2,75—3	2,75—3	S3—S6	1—6
Преобразователи энергии	0,5	1,5	S1	1—6
Зачистные, шлифовальные, щеточно-мощные машины	0,5	1,5	S1, S2	1—6
Металлорежущие станки (главный привод)	1,2; 2,0	1,5; 2,5	S1, S3 S6	1—6
Прядильные машины	2,2—2,5	2,5—2,7	S1	1—30
Ткацкие станки	2,2—2,5	2,5—2,7	S1	1—100
Питатели, дозаторы	3—3,5	3—3,5	S1—S3	1—30
Укладчики, штабелеры	1,5	2,5	S1—S4	1—100

Наименование механизмов	Средняя продолжительность работы в год, ч	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Коэффициент загрузки по мощности	Рекомендуемая модификация
Насосы:	1000—4000	0,1—360	3000, 1500	0,5—0,9	
центробежные, осевые					А
вакуум-насосы					А
поршневые					Р, С
Вентиляторы:	3000	0,1—100	3000, 1500, 1000, 750, МС	0,7—0,9	А
центробежные, осевые дымососы					
Шнеки	1000—1500	0,1—300	1500, 1000	0,7—0,8	А, Р
Манипуляторы, толкатели, кантователи	500—1500	0,1—30	1500, 1000, МС	0,4—0,8	А, С
Задвижки	500—1000	0,1—10	1500, 1000, МС	0,7—0,8	А, С
Центрифуги, сепараторы	500—1000	0,1—300	1500, 1000	0,8—0,9	Р
Машины барабанного типа	3000	0,1—100	1500, 1000	0,7—0,9	А, С
Компрессоры:	1500—3000	0,1—300			
лопаточные			3000, 1500	0,7—0,9	А, С
объемные					
Подъемники	500—1500	0,1—50	1500, 1000, 750, МС	0,7—0,8	А, С
Дробилки	1500	1—100	1500, 1000, 750	0,4—0,9	А, Р
Буровые станки	3500	0,1—30	1500, 1000, 750	0,4—0,8	А, С
Пилы	3000	1—20	3000, 1500, 1000, МС	0,7—0,9	А

Наименование механизмов	Средняя продолжительность работы в год, ч	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	Коэффициент загрузки по мощности	Рекомендуемая модификация
Вибраторы	3000	0,1—50	3000, 1500, 1000	0,3—0,9	Р
Кузнечно-прессовые машины (прессы, молоты)	500—3000	0,1—100	1500, 1000	0,25—0,9	С
Преобразователи энергии	3000—8000	2—100	3000, 1500	0,8	А, В
Зачистные, шлифовальные, щеточно-моющие машины	1500—5000	0,1—100	3000, 1500, 1000	0,7—0,9	А, В
Металлорежущие станки (главный привод)	1500	0,1—50	3000, 1500, 1000, МС	0,3—0,7	А, В, С
Прядильные машины	3000—5000	0,1—30	3000, 1500	0,6—0,9	Р
Ткацкие станки	3000—5000	0,2—30	1500, 1000	0,6—0,9	Р
Питатели, дозаторы	3000—8000	0,1—50	1500, 1000	0,7—0,9	С, Р
Укладчики, штабелеры	500—8000	0,1—5	1500, 1000, 750	0,7—0,9	А, С

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения двигателей: А — базового ряда, В — встроенные, Р — с повышенным пусковым моментом, С — с повышенным скольжением, МС — многоскоростные.

Выбор двигателя по условиям окружающей среды

Окружающая среда существенно влияет на функционирование двигателя, что в значительной степени определяет его конструктивное исполнение.

В зависимости от места предполагаемой эксплуатации двигателя изготавливаются различных *климатических исполнениях и категориях размещения*. В свою очередь, климатические исполнения определяются температурой окружающей среды и ее влажностью.

Например, двигатель **АИРМ112М2У2**: *может эксплуатироваться в районах с умеренным климатом при работе под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, а также в оболочке комплектного изделия категории 1 (отсутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков).*

Для предотвращения попадания внутрь двигателя инородных тел и воды и исключений соприкосновения обслуживающего персонала с токоведущими и подвижными частями

устанавливается защитная оболочка (ГОСТ 14254). *Степень защиты* обозначается буквами **IP** и двумя цифрами.

Первая цифра характеризует защиту аппарата от проникновения внутрь инородных тел и от соприкосновения персонала с деталями аппарата. *Вторая цифра* обозначает степень защиты от проникновения воды внутрь двигателя.

Степень защиты предварительно определяется при выборе модификации по условиям окружающей среды. Например, химостойкая модификация **X2** и морская модификация **OM2** предусматривают степень защиты **IP54**: *проникновение внутрь оболочки пыли не предотвращено полностью, однако проникающая пыль не может нарушать нормальную работу двигателя; вода, разбрызгиваемая на оболочку в любом направлении, не должна оказывать вредного действия на двигатель.*

Двигатель со степенью защиты **IP23** имеет большую мощность в тех же габаритах по сравнению со степенями защиты **IP44** и **IP54**, но худший КПД.

Степени защиты, используемые в конструкции асинхронных двигателей общего назначения, представлены в табл.3.

Таблица 3

Степени защиты персонала от соприкосновения и попадания посторонних тел	Степень защиты от проникновения воды						
	0	1	2	3	4	5	6
0	IP00	IP01	—	—	—	—	—
1	IP10	IP11	IP12	IP13	—	—	—
2	IP20	IP21	IP22	IP23	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	IP43	IP44	—	—
5	—	—	—	—	IP54	IP55	IP56

Выбор двигателя по точности установочных и присоединительных размеров

ГОСТ 8592 предусматривает три модификации в зависимости от точности установочных и присоединительных размеров: *нормальной, повышенной и высокой точности.*

Двигатели повышенной точности изготавливают по технологии двигателей нормальной точности, повышая требования к отбору двигателей.

Двигатели высокой точности изготавливают по специальной технологии.

Выбор двигателя по точности установочных и присоединительных размеров производится в соответствии с требованиями, предъявляемыми разработчиками механизмов к допустимым предельным отклонениям размеров.

Выбор двигателя по способу монтажа

Согласно [ГОСТ 2479](#) конструктивное исполнение и способ монтажа двигателя определяются латинскими буквами **IM** и четырьмя цифрами:

Первая цифра обозначает конструктивное исполнение двигателя:

1	двигатели на лапах, с подшипниковыми щитами;
2	двигатели на лапах, с подшипниковыми щитами, с фланцем на подшипниковом щите (или щитах);
3	двигатели без лап, с подшипниковыми щитами и с фланцем на одном подшипниковом щите
4	двигатели без лап, с подшипниковыми щитами, с фланцем на станине;
5	двигатели без лап подшипниковых щитов;
6	двигатели на лапах, с подшипниковыми щитами и со стоячковыми подшипниками;
7	двигатели на лапах со стоячковыми подшипниками (без подшипниковых щитов);
8	двигатели с вертикальным валом, кроме двигателей групп от IM1 до IM4;
9	двигатели специального исполнения по способу монтажа.

Цифры 6-9 в асинхронных двигателях общего назначения не применяются.

Вторая и третья цифры обозначают способ монтажа (см. табл.4).

Таблица 4

Вторая цифра	Третья цифра								Установка или монтаж	
	0	1	2	3	4	5	6	7		8*3
0	IM1001	IM1011	IM1021*1	IM1031	IM1041*2	IM1051	IM1061	IM1071	IM1081	Крепление к основанию, стене или потолку
0	IM2001	IM2011	IM2021*1	IM2031	IM2041*2	IM2051	IM2061	IM2071	IM2081	
1	IM2101	IM2111	IM2131	-	IM2151	IM2161	IM2171	-	IM2181	Крепление с помощью фланца
0	IM3001	IM3011	IM3021*1	IM3031	IM3041*2	-	-	-	IM3081	
6	IM3601	IM3611	IM3621*1	IM3631	IM3641*2	-	-	-	IM3681	Встраиваемое исполнение
0	-	IM5010	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	IM5210	-	-	-	-	-	-	-	

*1-Способ монтажа соответствует цифрам 0 и 1.

*2-Способ монтажа соответствует цифрам 0, 1 и 3.

*3-Цифра 8 означает, что машина может работать при любом направлении конца вала.

Четвертая цифра обозначает исполнение выходного конца вала:

0	двигатели не имеют выходного конца вала;
1	двигатели имеют один цилиндрический конец вала;
2	двигатели имеют два цилиндрических конца вала;
3	двигатели имеют один конический конец вала;
4	двигатели имеют два конических конца вала;
5	двигатели имеют один фланцевый конец вала;
6	двигатели имеют два фланцевых конца вала;
7	двигатели имеют с одной стороны фланцевый конец вала, а с другой – цилиндрический;
9	Прочие исполнения концов вала.

Цифры 5-9 в асинхронных двигателях общего назначения не применяются.

Если к двигателю нельзя применить ни одну их групп исполнений IM1-IM9, то дается подробное описание исполнения данного двигателя.

Выбор исполнения по способу монтажа производится разработчиком механизма в зависимости от компоновки, способа сопряжения двигателя с механизмом и других факторов.

Так при исполнении IM2 несущим является двигатель, а механизм присоединяется к двигателю. При исполнении IM3 двигатель присоединяется фланцевым щитом к механизму и несущим уже является механизм. При исполнении IM2 крепление двигателя и приводного механизма к фундаменту осуществляется с помощью лап двигателя. Надо учитывать также, чтобы масса навешиваемого изделия не превышала допустимую нагрузку на фланец двигателя с учетом координаты его центра масс. Если нагрузка на фланец двигателя превышает допустимое значение, необходимо предусмотреть дополнительную опору.

При сопряжении двигателя с механизмом с помощью ременной передачи должно применяться монтажное исполнение IM1. Двигатели монтажного исполнения IM2 и IM3 могут применяться при сопряжении с механизмом муфтой и зубчатой цилиндрической передачей.

Выбор двигателя по допустимой частоте пуска

Для того, чтобы рассчитать время разгона двигателя и допустимую частоту пуска, необходимо знать момент инерции нагрузки.

При вращательном движении приведенный момент инерции механизма и соединительного звена рассчитывается по формуле

$$J'_m = J_m (n_m/n_{дв})^2,$$

где J_m — момент инерции механизма и соединительного звена, кг·м²; n_m , $n_{дв}$ — частоты вращения механизма и двигателя, об/мин.

При поступательном движении приводимых масс момент инерции рассчитывается по формуле

$$J'_m = 91m_m (v_m^2/n_{дв}^2),$$

где m_m — приводимая масса, кг; v_m — скорость движения приводимой массы, м/с.

В расчетах обычно используется коэффициент инерции F_i , который представляет собой отношение суммы момента инерции ротора двигателя, приведенного момента инерции механизма и соединительного звена к моменту инерции ротора двигателя:

$$F_i = (J_{дв} + J'_m)/J_{дв}.$$

В общем случае двигатель несет статическую нагрузку (полезную нагрузку на валу) и динамическую нагрузку, связанную с разгоном маховых масс механизма. При этом длительность пуска определяется по формуле

$$t_{п} = t_{п0} (F_i/k_m),$$

где $t_{п0}$ — длительность разгона двигателя без статической и динамической нагрузок; k_m — коэффициент, зависящий от вида механической характеристики механизма.

Значения $t_{п0}$ для двигателей серии 4А (4АН) базового ряда, а также модификаций с повышенным пусковым моментом и повышенным скольжением приведены в табл. 5.

Допустимая частота пусков находится из решения уравнения

$$h = \frac{h_0 k_m}{F_i} \frac{(1 - ПВ) \beta_j - ПВ \left(\frac{1}{k_p} - 1 \right)}{1 - e^{-b/(F_i h)^{1/2}}},$$

Таблица 5

Высота оси вращения, мм	Длительность пуска на холостом ходу, с														
	2р=2			2р=4				2р=6				2р=8			
	4А	4АН	4АС	4А	4АН	4АР	4АС	4А	4АН	4АР	4АС	4А	4АН	4АР	4АС
50	0,1	—	—	0,10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	0,09	—	—	0,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	0,07	—	—	0,07	—	—	—	0,05	—	—	—	—	—	—	—
71	0,06	—	0,07	0,04	—	—	0,04	0,03	—	—	0,02	0,05	—	—	0,03
80	0,07	—	0,07	0,04	—	—	0,04	0,04	—	—	0,04	0,04	—	—	0,04
90	0,08	—	0,07	0,04	—	—	0,04	0,04	—	—	0,04	0,03	—	—	0,04
100	0,09	—	0,03	0,04	—	—	0,04	0,04	—	—	0,04	0,04	—	—	0,04
112	0,09	—	0,08	0,04	—	—	0,05	0,04	—	—	0,04	0,04	—	—	0,04
132	0,10	—	0,12	0,07	—	—	0,05	0,06	—	—	0,05	0,04	—	—	0,04
160	0,22	0,15	—	0,13	0,10	0,10	0,09	0,11	—	0,08	0,08	0,08	—	0,08	0,07
180	0,25	0,16	—	0,15	0,11	0,12	0,13	0,11	0,09	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08	0,07
200	0,30	0,22	—	0,19	0,14	0,14	0,18	0,13	0,12	0,11	0,15	0,11	0,11	0,08	0,09
225	0,30	0,25	—	0,22	0,15	0,16	0,2	0,15	0,14	0,12	0,20	0,11	0,11	0,09	0,13
250	0,55	0,31	—	0,30	0,20	0,19	0,32	0,2	0,17	0,16	0,20	0,16	0,13	0,12	0,14
280	0,80	0,40	—	0,45	0,28	—	—	0,28	0,25	—	—	0,27	0,20	—	—
315	0,90	0,58	—	0,49	0,35	—	—	0,36	0,30	—	—	0,29	0,28	—	—
355	1,00	0,65	—	0,55	0,42	—	—	0,44	0,35	—	—	0,36	0,31	—	—

где h_0 — допустимая частота пусков без статической и динамической нагрузок (табл. 6); k_p — отношение потерь двигателя при номинальной нагрузке к потерям двигателя при нагрузке P_2 ; ПВ — продолжительность включения двигателя при повторно-кратковременном режиме, %; β_0 — коэффициент, характеризующий ухудшение охлаждения двигателя при стоянке во время паузы (табл. 7); $b=30$ — для двигателей с высотой оси вращения $H=71 \div 132$ мм; $b=20$ — для двигателей с $H=160 \div 250$ мм.

Таблица 6

Высота оси вращения, мм	Допустимая частота пусков на колостом ходу $h_{0,ч}^{-1}$										
	$2p=2$		$2p=4$			$2p=6$			$2p=8$		
	4А (АН)	4АС	4А (АН)	4АР	4АС	4А (АН)	4АР	4АС	4А (АН)	4АР	4АС
50	4000	—	10 000	—	—	—	—	—	—	—	—
56	4000	—	8500	—	—	—	—	—	—	—	—
63	3900	—	8500	—	—	10 500	—	—	—	—	—
71	3800	5800	8500	—	8300	10 000	—	14 000	15 000	—	16 200
80	3600	5600	7800	—	7800	8600	—	10 000	14 000	—	15 000
90	3200	4100	7500	—	7800	8200	—	9300	10 000	—	10 500
100	2600	3400	6500	—	7800	6900	—	7800	9000	—	10 000
112	2400	3200	5000	—	7300	6500	—	7500	8500	—	8800
132	1600	3000	4000	—	6500	4300	—	7100	6000	—	8200
160	940	—	1700	2000	3000	2100	2600	4500	2100	2600	6500
180	830	—	1100	1400	2000	2000	2500	4300	2000	2500	6000
200	700	—	950	1100	1700	1200	1300	3000	1600	2300	4600
225	590	—	750	1000	1600	1100	1200	2900	1500	1900	4200
250	330	—	600	800	1200	780	900	1500	1100	1400	2400
280	180	—	450	—	—	680	—	—	800	—	—
315	150	—	330	—	—	470	—	—	730	—	—
355	130	—	260	—	—	340	—	—	450	—	—

Таблица 7

Высота оси вращения, мм	Коэффициент β_0			
	$2p=2$	$2p=4$	$2p=6$	$2p=8$
71	0,65	0,7	0,6	0,6
80	0,55	0,6	0,55	0,6
90	0,45	0,5	0,5	0,5
100	0,40	0,45	0,5	0,5
112	0,35	0,4	0,5	0,5
132	0,35	0,35	0,4	0,4
160, 180	0,3	0,35	0,35	0,35
200—250	0,3	0,3	0,3	0,3

Возможные механические характеристики механизмов представлены на рис. 1.

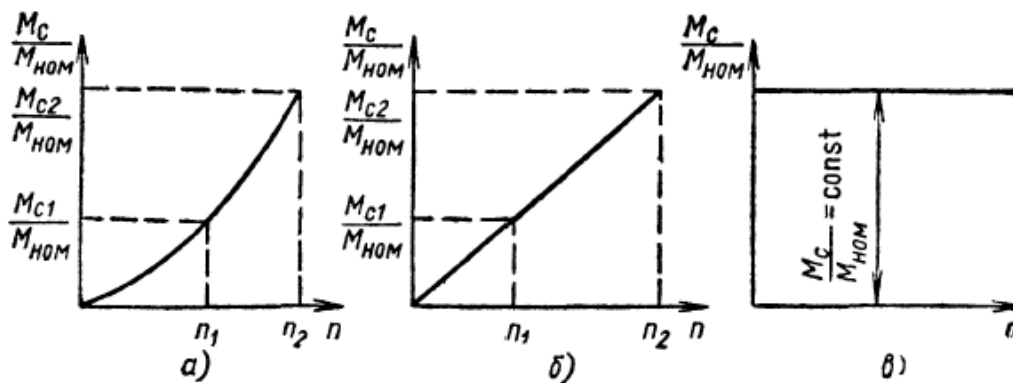


Рис. 1. Механические характеристики механизмов:
 а) – вентиляторов, осевых и центробежных насосов;
 б) – силы и моменты трения;
 в) – грузоподъемные механизмы, поршневые насосы и компрессоры, конвейеры, транспортеры, металлорежущие и деревообрабатывающие станки.

Значения коэффициента k_M для двигателей серии 4А при различных видах механической характеристики механизмов приведены в табл. 8.

Допустимая частота реверсов при работе двигателя в режиме S8 в 4 раза меньше допустимого числа пусков.

Таблица 8

Тип двигателя	Диапазон высот оси вращения, мм	Значения k_M при					k	ν
		$\frac{M_c}{M_{ном}} \sim n^2$	$\frac{M_c}{M_{ном}} \sim n$	$\frac{M_c}{M_{ном}} = 1$	$\frac{M_c}{M_{ном}} = 0,9$	$\frac{M_c}{M_{ном}} = 0,8$		
4А (4АН)	50—132	0,9	0,8	0,40	—	—	0,04	0,9
	160—250	0,85	0,7	0,20	—	—		
	280			—	0,15	—		
	315—355	0,8	0,65	—	—	0,15		
4АР	160—250	0,85	0,75	0,35	—	—	0,06	1,0
4АС	71—250	0,9	0,8	0,5	—	—	0,05	1,1

Предельный момент инерции, $kg \cdot m^2$, на валу двигателя при наличии статической нагрузки на валу определяется из условия нагрева обмотки статора до предельно допустимой температуры по формуле

$$J_{max} = k k_M P_2^{\nu} \rho^{2,5}.$$

Значения коэффициентов k и k_M и показателя степени ν для двигателей серии 4А приведены в табл. 8.

Допускается один пуск с предельным моментом инерции для двигателя, предварительно нагретого до рабочей температуры в одном из номинальных режи-

мов. Двигатель, находящийся в холодном состоянии, допускает два последовательных пуска с предельным моментом инерции на валу.

Выбор защиты двигателя

Двигатель, как любое электротехническое устройство, подвержен аварийным режимам и, в то же время, сам может вызвать аварийный режим в сети.

Основными видами аварий в асинхронных двигателях являются [1,2,5]:

- обрыв фазы **ОФ** статорной обмотки двигателя (вероятность возникновения 40-50%);
- заторможение ротора **ЗР** (20-25%);
- технологические перегрузки **ТП** (8-10%);
- понижение сопротивления изоляции обмотки **ПС** (10-15%);
- нарушение охлаждения двигателя **НО** (8-10%).

Любая из этих аварий в том или ином типе двигателя может вызвать выход его из строя.

Кроме того, короткое замыкание **КЗ** в двигателе, например, на зажимах статорной обмотки или как следствие снижения сопротивления изоляции, опасно для электрической сети и пускорегулирующих устройств.

Такие аварийные режимы в двигателе, как ОФ, ЗР, ТП и НО, могут вызвать *перегрузку по току* в статорной обмотке, особенностью которой является рост тока до $7 I_{ном}$ и более в течение относительно большого промежутка времени.

В то время, как КЗ может вызвать рост тока более чем в $12 I_{ном}$ в течение очень короткого промежутка времени (около 10 мс).

Учитывая это, и подбирают требуемую защиту.

Различают пять основных типов *защиты от перегрузки* в двигателе [2-3]:

- тепловая защита;
- температурная защита;
- максимально токовая защита;
- минимально токовая защита;
- фазочувствительная защита.

Тепловая защита – защита косвенного действия, осуществляется путем нагрева током статорной обмотки нагревательного элемента и воздействия его на биметаллическую пластину, которая в свою очередь действует на контакт в цепи управления контактора или пускателя. Защита инерционная, имеет гальваническую развязку. Осуществляется с помощью тепловых реле.

Температурная защита - защита прямого действия, непосредственно реагирует на изменение температуры наиболее нагретых частей двигателя с помощью встроенных температурных датчиков (например, позисторов). Через устройства температурной защиты (УВТЗ) воздействует на цепь управления контактора или пускателя.

Максимально токовая защита – реагирует на рост тока в статорной обмотке и при его достижении тока уставки отключат цепь управления контактора или пускателя. Осуществляется с помощью максимально токовых реле.

Минимально токовая защита - реагирует на исчезновение тока в статорной обмотке двигателя, например, при обрыве цепи. После чего, подается сигнал на отключение цепи управления контактора или пускателя. Осуществляется с помощью минимально токовых реле.

Фазочувствительная защита – реагирует на изменение угла сдвига фаз между токами в трехфазной цепи статорной обмотки двигателя. При изменении угла сдвига фаз в пределах уставки (например, при обрыве фаз угол увеличивается до 180°) подается сигнал на

отключение цепи управления контактора или пускателя. Осуществляется с помощью фазочувствительных реле типа ФУЗ.

В табл.9 указана эффективность применения защит от перегрузки.

Таблица 9

№	Тип защиты от перегрузки	Надежность защиты		
		надежно	менее надежно	не надежно
1	Тепловая защита	ТП	ОФ; ЗР	НО; ПС
2	Температурная защита	ТП; НО	ОФ; ЗР	ПС
3	Максимально токовая защита	ЗР	ТП	ОФ; НО; ПС
4	Минимально токовая защита	ОФ	-	НО; ПС; ТП; ЗР
5	Фазочувствительная защита	ТП; ОФ; ЗР	-	НО; ПС

Эффективным средством защиты двигателя является *автоматический выключатель* [3].

Автоматический выключатель, обладая максимально токовой защитой, защит двигатель от чрезмерного роста тока в цепи статорной обмотки, например при обрыве фазы, или повреждении изоляции. При этом он предохранит питающую цепь от короткого замыкания в двигателе.

Автоматический выключатель, снабженный тепловым расцепителем, минимальным расцепителем напряжения или нулевым расцепителем, способен защитить двигатель и от других возможных аварийных режимов.

В настоящее время, это одно из эффективных защитных устройств асинхронных двигателей и цепей, в которых они работают.

При больших перегрузках по току можно использовать *плавкие предохранители*. Однако надо учитывать, что это аппарат разового действия, требующий замены при выходе из строя. Кроме того, выход из строя одного из предохранителей в цепи обмотки статора может спровоцировать неполнофазный режим работы двигателя и его повреждение.

Предохранители выбирают по току плавкой вставки из условия:

$$I_{\text{пред}} = I_{\text{ном}} K_I / \alpha,$$

где k_I – кратность пускового тока двигателя;

α – коэффициент, зависящий от частоты пуска двигателя:

$\alpha = 3$ – при редких пусках с $t_{\text{п}}$ до 2,5 с;

$\alpha = 2,5$ – при нечастых пусках с $t_{\text{п}} = (2,5 - 10)$ с;

$\alpha = 1,6-2$ – при частых пусках с $t_{\text{п}}$ более 10 с.

Номинальный ток плавкой вставки предохранителя не должен превышать номинальный расчетный ток сети.

Ниже приводятся общие правила выбора защиты асинхронных двигателей и примеры выбора.

Все электродвигатели должны иметь защиты от короткого замыкания, а двигатели, работающие в режиме S1, должны иметь защиту от перегрузки по току.

Двигатели, обмотки которых при пуске переключаются с «треугольника» на «звезду», рекомендуется защищать трехполюсными тепловыми реле с ускоренным срабатыванием в неполнофазных режимах. Для двигателей, работающих в повторно-кратковременных режимах, рекомендуется встроенная температурная защита. Двигатели, работающие в кратковременном режиме S2 с возможным заторможением ротора без технологического

ущерба, должны иметь тепловую защиту. Если заторможение ротора влечет за собой технологический ущерб, следует применять температурную защиту.

Тепловые реле предназначены в основном для защиты двигателей в режиме S1. допустимо применение их для режима S2, если исключено увеличение длительности рабочего периода. Для режима S3 применение тепловых реле допускается в исключительных случаях при коэффициенте загрузки двигателя не более 0,7.

Для защиты обмоток двигателя, соединенных в «звезду», могут применяться однополюсные реле (два реле), двухполюсные и трехполюсные реле. Защита обмоток, соединенных в «треугольник», должна осуществляться трехполюсными реле с ускоренным срабатыванием в неполнофазных режимах.

Многоскоростные двигатели должны иметь отдельные реле на каждой ступени скорости при необходимости полного использования мощности на каждой ступени или одно реле с уставкой, выбранной по току ступени наибольшей скорости для двигателей с вентиляторной нагрузкой.

Номинальный ток тепловых элементов реле выбирается по номинальному току двигателя так, чтобы номинальный ток двигателя находился между минимальной и максимальной уставками реле по току.

Пример 3. Выбор контактора (магнитного пускателя) для управления и защиты асинхронного двигателя серии 4А

Для управления и защиты от продолжительных токов перегрузки асинхронного двигателя часто используются контакторы в сочетании с тепловыми реле или магнитные пускатели, в которых контактор и реле вместе с кнопками управления помещены в защитный кожух и являются автономными аппаратами.

Пусть необходимо выбрать контактор (магнитный пускатель) для управления и защиты асинхронного двигателя **4AP132S4**, работающего в продолжительном режиме S1.

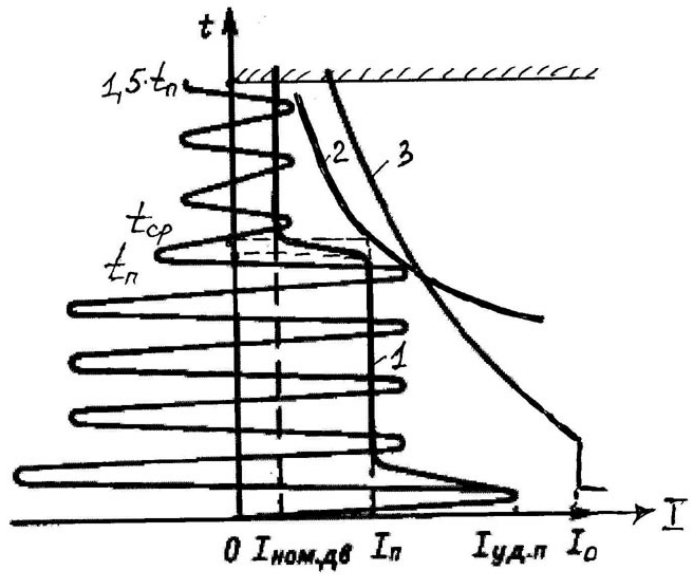
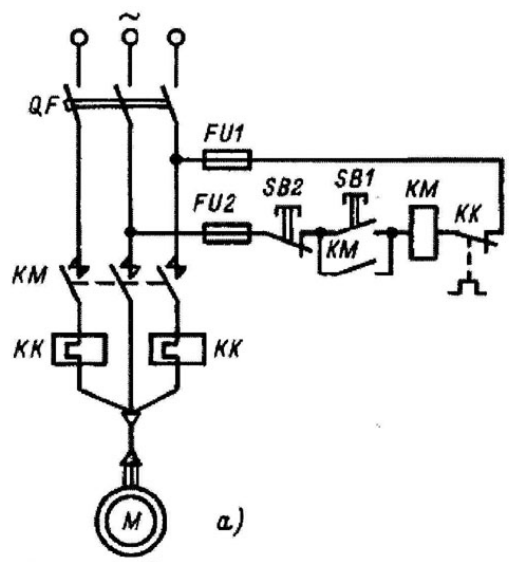
По типу двигателя согласно [1] определим его параметры:

Номинальная мощность двигателя, $P_{\text{ном}}$, кВт	7,5
Коэффициент полезного действия, $\eta_{\text{ном}}$, %	87,5
Коэффициент мощности, $\cos\varphi$	0,86
Номинальное линейное напряжение на обмотке статора, $U_{\text{ном.л}}$, В	380
Коэффициент кратности пускового тока, k_I	6,5
Время пуска двигателя, $t_{\text{п}}$, с	5

Основные технические параметры, по которым производится выбор, следующие:

назначение и области применения. Из известных основных типов контакторов и магнитных пускателей в данном случае могут применяться: контакторы МК1,2; КМ2000; КТ6600; КМ13; КТ12Р; МК3 с тепловыми реле РТТ, РТЛ, ТРН или магнитные пускатели ПМЕ, ПМА, ПМЛ;

род тока, количество и исполнение главных и вспомогательных контактов. Род тока - переменный, частота - 50 Гц; согласно схеме включения двигателя (рис. 2а) аппарат должен иметь не менее трех замыкающихся силовых контактов и одного замыкающегося вспомогательного контакта;



б)

Рис. 2. Схема прямого пуска и защиты асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (а), (б) – пусковая характеристика двигателя (1) и защитные характеристики теплового реле (2) и автоматического выключателя (3). Здесь: *M* – асинхронный двигатель; *KM* – пускатель; *QF* – автоматический выключатель; *FU1* – предохранители; *KK* – тепловое реле; *SB1* и *SB2* – кнопки управления. $I_{ном.дв}$ – номинальный ток двигателя; I_p – пусковой ток двигателя; I_0 – ток отсечки выключателя; $I_{уд.п}$ – ударный пусковой ток двигателя; t_p – время пуска двигателя; $t_{ср}$ – время срабатывания теплового реле.

- номинальное напряжение и ток силовой цепи.** Номинальное напряжение — 380 В; номинальный ток не должен быть ниже номинального тока двигателя;
- категория применения.** Аппарат должен работать в одной из категорий применения: АС-3 или АС-4;
- режим работы.** Режим работы аппарата — продолжительный с частыми прямыми пусками двигателя;
- климатическое исполнение и категория размещения.** Аппарат предназначен для эксплуатации в среде с умеренным климатом (У) в категории размещения - 3.

Последовательность выбора аппаратов

1. Предварительный расчет

Прежде чем провести выбор аппарата по основным техническим параметрам, необходимо рассчитать номинальный и пусковой токи двигателя:

$$I_{\text{ном.дв}} = \frac{P_{\text{ном}} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.л}} \cdot \eta_{\text{ном}} \cdot \cos\varphi} = \frac{7,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,875 \cdot 0,86} = 15,1 \text{ А.}$$

Пусковой ток двигателя (его действующее значение)

$$I_{\text{п}} = k_I \cdot I_{\text{ном.дв}} = 6,5 \cdot 15,1 = 98,2 \text{ А.}$$

Ударный пусковой ток (амплитудное значение)

$$I_{\text{уд.п}} = (1,2 \div 1,4) \sqrt{2} I_{\text{п.}}$$

Принимаем

$$I_{\text{уд.п}} = 1,3 \sqrt{2} I_{\text{п.}} = 1,3 \sqrt{2} \cdot 98,2 = 180,5 \text{ А.}$$

2. Выбор аппаратов по основным техническим параметрам

Вначале выбираем магнитный пускатель со встроенным тепловым реле по основным техническим параметрам для заданного схемного решения (рис. 2а).

В табл. 10 приведены результаты выбора магнитных пускателей и некоторые их технические параметры.

Результаты выбора магнитных пускателей

Таблица 10

Тип пускателя	Номинальный ток, А	Номинальный рабочий ток, А	Категория применения	Степень защиты	Время срабатывания теплового реле при $I_{\text{ном}}$, с
ПМЛ 221002	25	22	АС-3	IP54	4,5–9
ПМЛ 222002	25	22	АС-3	IP54	4,5–9
ПМЛ 223002	25	22	АС-3	IP54	4,5–9
ПМЛ 272002	25	22	АС-3	IP54	4,5–8
ПМЛ 221002	25	10	АС-4	IP54	4,5–9
ПМЛ 222002	25	10	АС-4	IP54	4,5–9
ПМЛ 223002	25	10	АС-4	IP54	4,5–9
ПМЛ 272002	25	10	АС-4	IP54	4,5–9

Проверим возможность работы выбранных аппаратов в категориях применения АС-3 и АС-4.

В категории применения АС-3 магнитный пускатель должен включать в нормальном режиме коммутации ток (см. [2])

$$I_0 = 6I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{п}},$$

а в режиме редких коммутаций

$$I_0 = 10I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{уд.п.}}$$

Оба условия выбранными пускателями выполняются, так как

$$I_0 = 6 \cdot 22 = 132 \text{ А} > I_{\text{п}} = 98,2 \text{ А};$$

$$I_0 = 10 \cdot 22 = 220 \text{ А} > I_{\text{уд.п.}} = 180,5 \text{ А}.$$

В категории применения АС-4 магнитный пускатель должен отключать в нормальном режиме коммутации ток (см. [2,4])

$$I_0 = 6 \cdot 10 = 60 \text{ А},$$

который меньше пускового тока двигателя. В режиме редких коммутаций ток

$$I_0 = 8 \cdot 10 = 80 \text{ А},$$

также ниже возникающего в цепи ударного пускового тока двигателя.

Поэтому выбранные магнитные пускатели, предназначенные для работы в категории применения АС-4, в данных условиях не пригодны.

Тепловые реле серии РТЛ, встроенные в магнитные пускатели имеют регулируемое время срабатывания $t_{\text{ср}} = 4,5-9$ с, что приемлемо в заданных условиях пуска двигателя

$$(1,5t_{\text{п}} \geq t_{\text{ср}} > t_{\text{п}}).$$

На рис. 2б приведены пусковая характеристика двигателя и защитная характеристика теплового реле.

Для реализации схемы пуска двигателя можно использовать контактор и дополнительное тепловое реле.

Основные технические параметры контакторов, выбранных на тех же исходные данные, приведены в табл.11.

Результаты выбора контакторов

Таблица 11

Тип контактора	Номинальный ток, А	Категория применения	Степень защиты	Число вспомогательных контактов	Климатическое исполнение
МК1-30У3А	16	АС-4	IP00	2з-2р	УХЛ3
МК1-30У3Б	16	АС-4	IP00	2з-2р	УХЛ3
МК2-30У3А	25	АС-4	IP00	2з-2р	УХЛ3
МК2-30У3Б	25	АС-4	IP00	2з-2р	УХЛ3
КТ6000/01	16	АС-4	IP00	1з-2з; 3з-3р	УХЛ3
КМ 2311-7	25	АС-3	IP00	1з-0р	М; ОМ
КМ 2311-8	25	АС-3	IP00	2з-0р	М; ОМ
КМ 2311-9	25	АС-3	IP00	1з-1р	М; ОМ

Проверка контакторов на работоспособность в категориях применения АС-3 и АС-4 показала, что контакторы МК2-30 могут работать в категории применения АС-4, контакторы КМ2311 — в категории применения АС-3.

В данном случае для защиты двигателя от перегрузки пригодны тепловые реле серии ТРН, технические параметры которых приведены в табл. 12. Время срабатывания реле регулируется в диапазоне 3-25 с, что вполне приемлемо.

Результаты выбора тепловых реле

Таблица 12

Тип теплового реле	Исполнение реле	Номинальный ток теплового элемента, А	Тип нагревательного элемента	Способ возврата	Степень защиты	Пределы регулирования тока по отношению к номинальному, А
ТРН-25	2	16	СМЕН	РУЧ	IP00	12–20
ТРН-25	2	20	СМЕН	РУЧ	IP00	15–25
ТРН-25	2	25	СМЕН	РУЧ	IP00	18,7–25
ТРН-40	2	16	СМЕН	РУЧ	IP00	12–20
ТРН-40	2	20	СМЕН	РУЧ	IP00	15–25
ТРН-40	2	25	СМЕН	РУЧ	IP00	18,7–31,2

Пример 4. Выбор автоматического выключателя для защиты цепи от КЗ и перегрузки в асинхронном двигателе

Выбрать автоматический выключатель с максимальным расцепителем тока и тепловым расцепителем (терморасцепителем) в цепи питания асинхронного двигателя 4А. Параметры двигателя, электрической цепи, а также результаты их предварительного расчета приведены в примере 3. В результате предварительных расчетов ток короткого замыкания на зажимах двигателя составляет $I_{кз}^{(3)} = 0,7$ кА.

Необходимо выбрать автоматический выключатель с электромагнитным и тепловым расцепителями (либо с комбинированным расцепителем), отвечающий основным техническим параметрам [3,5].

Последовательность выбора аппаратов

- 1.Выбираем нетокоограничивающий выключатель с ручным приводом, стационарного исполнения и передним присоединением проводов.
- 2.Номинальное напряжение выключателя 380 В, с тремя главными контактами.
- 3.Номинальный ток комбинированного расцепителя выбирается из условия

$$I_{\text{ном.расц}} \geq I_{\text{ном.дв}} = 15,1 \text{ А.}$$

Выбираем выключатель серии АЕ2026 с электромагнитным и тепловым расцепителями на $I_{\text{ном.расц}} = 16 \text{ А.}$

4.Кратность уставки тока отсечки к номинальному току расцепителя должна находиться в пределах

$$198,6/I_{\text{ном.расц}} = 12 \leq I_{\text{ном.о}} / I_{\text{ном.расц}} \leq 686/I_{\text{ном.расц}} = 43.$$

Выбранный выключатель имеет отсечку равную 12, что удовлетворяет заданным условиям.

5.Предельная отключающая способность выключателя должна превышать ток короткого замыкания на зажимах двигателя, $I_{\text{кз}}^{(3)} = 0,7$ кА. Предельная отключающая способность выбранного выключателя достигает 2 кА, что выше тока короткого замыкания.

6.Тепловой элемент комбинированного расцепителя проверяется по номинальной уставке на ток срабатывания теплового расцепителя.

Ток срабатывания терморасцепителя с обратнoзависимой выдержкой времени (с не зависимой или зависимой от предварительной нагрузки) отстраивается от максимального тока нагрузки допустимого в цепи потребителя (например, от действующего значения пускового тока двигателя $I_{\text{п}}$):

$$I_{\text{ст}} \geq 98,2 \text{ A}$$

и ищется ближайшее нормированное значение $I_{\text{нт}}$. Определяются пределы его регулирования (они составляют 0,9-1,15).

По защитной характеристике автоматического выключателя определяется время срабатывания $t_{\text{ср}}$ теплового расцепителя при перегрузке и проверяется условие согласования нагрузочной характеристики асинхронного двигателя и защитной характеристики выключателя:

$$1,5t_{\text{п}} \geq t_{\text{ср}} > t_{\text{п}}; \quad 7,5 \geq 6 > 5 .$$

В табл. 13 приведены результаты выбора выключателей по основным техническим параметрам.

Результаты выбора выключателей

Таблица 13

Тип выключателя	Номинальный ток расцепителя, А	Кратность уставки тока отсечки к номинальному	Предельная коммутационная способность, кА	Номинальный ток выключателя, А
AE2026	16	12	2	16
AE2046M	16	12	4,5	63
AE2046	16	12	3	63
AE2053M	16	12	3,5	100
AE2056M	16	12	3,5	100
AE2063	16	12	3,5	160
AE2066	16	12	3,5	160

Выбор двигателя по уровню шума

Звуковая мощность механизма с установленным двигателем равна сумме звуковых мощностей двигателя и механизма. Общий уровень шума механизма и двигателя зависит от разности их уровней шума и может быть определен с помощью номограммы, приведенной на рис. 3.

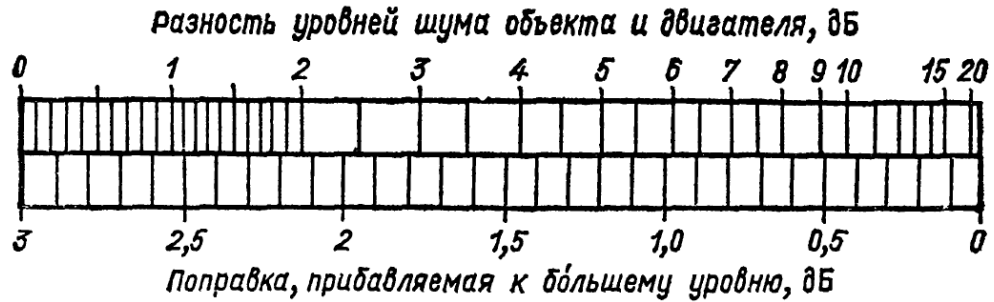


Рис.3. Определение общего уровня шума двух источников

Ниже приведены примеры определения уровня шума двигателя и механизма, работающих совместно.

Пример 5. Уровень шума механизма без двигателя 74 дБ (по шкале А). Уровень шума двигателя 75 дБ. Разность уровней 1 дБ. По номограмме определяем, что общий уровень шума механизма и двигателя приблизительно на 2,5 дБ больше, чем уровень шума двигателя, т. е. равен $75 + 2,5 = 77,5$ дБ.

Если имеется несколько двигателей, то общий уровень шума определяется последовательным применением приведенного правила.

Пример 6. Если на описанный в предыдущем примере механизм установлен еще один двигатель с уровнем шума 72 дБ, то разность уровней шума второго двигателя и общего уровня шума механизма с первым двигателем составит $77,5 - 72 = 5,5$ дБ.

Общий уровень шума после установки второго двигателя возрастает на 1,1 дБ, и составит $77,5 + 1,1 = 78,6$ дБ.

Выбор двигателя по допустимым нагрузкам на подшипник

Сила, действующая на свободный конец вала и подшипник, имеет две составляющие: радиальную и аксиальную. От них зависит долговечность подшипников.

Основная часть общей *радиальной силы* составляет натяжение ремня, которое пропорционально передаваемому моменту и обратно пропорционально диаметру меньшего шкива, а также зависит от типа ременной передачи. Точкой приложения радиальной силы следует считать середину шкива.

Аксиальная сила, действующая на подшипник, может быть вызвана: реакцией осевого вентилятора, расположенного на валу двигателя; весом ротора при вертикальном расположении двигателя; составляющей крутящего момента при косозубом и коническом зацеплениях. Наличие аксиальной составляющей уменьшает допустимую радиальную нагрузку.

В [1] приведены расчетные зависимости долговечности подшипников двигателей серии 4А от радиальной силы, приложенной к середине выступающего конца вала, и

допустимые радиальные нагрузки на выступающий конец вала в зависимости от аксиальной нагрузки.

Нагрузка, действующая на подшипник, может быть определена с использованием зависимостей, представленных в [1], как:

Пример 7. Определить допустимую радиальную нагрузку, приложенную к середине выступающего конца вала двигателя 4A160M4 при горизонтальной установке. Желаемая долговечность подшипника 20 000 ч. По кривой рис. 33, а [1] для частоты вращения 1500 об/мин находим допустимую радиальную нагрузку $F_r = 2,125$ кН. Если фактическая радиальная нагрузка больше, то следует выбрать двигатель с роликоподшипником со стороны привода. Допустимая нагрузка для этого случая равна по рис. 34, а [1] 4 кН.

Пример 8. К середине свободного конца вала двигателя 4A160M4, имеющего роликоподшипник со стороны привода, установленного горизонтально, приложена радиальная сила $F_r = 4$ кН. Определить допустимую аксиальную нагрузку. По кривой рис. 53, б [1] находим допустимую аксиальную нагрузку $F_a = 1,3$ кН.

Пример 9. Определить допустимую радиальную нагрузку на свободный конец вала двигателя 4A160M4, имеющего роликоподшипник со стороны привода, установленного горизонтально. Требуемая долговечность 20 000 ч. Радиальная сила приложена на расстоянии $x = l$. Из примера 7 следует, что при приложении нагрузки к середине свободного конца вала допустимая нагрузка $F_r = 2,125$ кН. Для $x = l$ находим по кривой 3 рис. 43 [1]:

$$F_r/F_{rx} = 1,108; \quad F_{rx} = F_r/1,108 = 2,125/1,108 = 1,9 \text{ кН.}$$

Выбор двигателя по основным техническим параметрам

Основные технические параметры электротехнического устройства позволяют не только выбрать то или иное устройство потенциально пригодное для использования в данном схмотехническом решении, но и сравнить его с подобными изделиями (с аналогами) с целью выбора лучшего из них по *техничко-экономическим критериям*.

Выбор по этим параметрам значительно сужает область поиска, что позволяет более направлено выбирать конечный продукт.

Безусловно, есть другая группа параметров (*дополнительных параметров*), которая важна для изделия, но отсутствует в основных параметрах поиска. По ним можно выбирать, используя каталожно-справочную информацию.

Таким образом, если сформулировать задачу поиска и выбора изделий, то, условно, ее можно разбить на три этапа (уровня) [2-4]:

1-й этап: поиск изделия по основным техническим параметрам;

2-й этап: поиск изделия по дополнительным (информационным) техническим параметрам;

3-й этап: поиск изделия по технико-экономическим параметрам (по показателям качества).

Рассмотрим поиск изделия (асинхронного двигателя АД) по основным техническим параметрам, к которым относятся:

1	Серия АД
2	Назначение АД
3	Высота оси вращения (габарит) АД, мм
4	Номинальная мощность АД, кВт
5	Номинальное линейное напряжение на обмотке статора АД, В
6	Коэффициент полезного действия АД, %
7	Коэффициент мощности АД
8	Режим работы АД
9	Коэффициент кратности пускового тока АД, K_I
10	Модификация АД
11	Регион производства
12	Снято с производства

Среди перечисленных параметров первые десять относятся к основным, по ним и можно предварительно выбрать АД.

Пример 10. Выбрать асинхронный двигатель на следующие основные технические параметры:



Фильтр





Назначение асинхронного двигателя : Для привода рабочих механизмов во всех отраслях промышленности





Высота оси вращения (габарит) АД, мм : 100,




Номинальная мощность АД, кВт : 4



Найдено : 17

Название	Картинка	Марка	Производители	Серия АД	Режим работы АД	Модификация АД	Номинальное линейное напряжение на обмотке статора АД, В	Коэффициент полезного действия АД, %	Коэффициент мощности АД	Коэффициент кратности пускового тока АД, K_i
Двигатель 4АМА100L4			ОАО "Днепропетровский электромеханический завод"	4АМА	S1	Модернизированный, С алюминиевой станиной	220, 380, 660	84	0,84	
Двигатель 4АМА100S2			ОАО "Днепропетровский электромеханический завод"	4АМА	S1	Модернизированный, С алюминиевой станиной	220, 380, 660	87	0,88	

Двигатель 4АМХД100SA 2П			ОАО "Днепропетровский электромеханический завод"	4АМ	S1	Модернизированный	220, 380	83	0,89	
Двигатель М3АА 100 LB 3GAA 101 002-••Е		ABB		M3	S1-S8	В алюминиевом корпусе	400	85	0,86	7,5
Двигатель М3АА 100 LC 3GAA 102 003-••Е		ABB		M3	S1-S8	В алюминиевом корпусе	400	81	0,82	5,5
Двигатель АИР100L4			РУП "Могилевский завод 'Электродвигатель'"; ООО "Курс"; "Тулский насосный завод-компания 'КРОН'"; ОАО "Сибэлектромотор"; ОАО "Псковский завод машин постоянного тока"; ОАО "Группа предприятий 'Уралэлектро'"; ОАО "Владимирский электромоторн	АИР	S1-S6		220, 380, 660	85	0,84	7

			ый завод"; ЗАО "Завод крупных электрических машин"; ООО "НПП 'Гидроаппаратура"; РУП "Поле съэлектромаш"; ООО "НПО 'Электророект'							
Двигатель АИР100L4Е (Е2)			РУП "Могилевский завод 'Электродвигатель'"	АИР	S4 ПВ 40%	Со встроенным тормозом				
Двигатель АИР100L4Ж ОМ2			ОАО "Группа предприятий 'Уралэлектро'"	АИР	S1		220, 380, 660	85	0,84	6
Двигатель АИР100L4ЖХ 2			РУП "Могилевский завод 'Электродвигатель'"	АИР	S1	Химостойкое и исполнение				
Двигатель АИР100L4МБ О5			ОАО Группа предприятий 'Уралэлектро'	АИР	S1		220, 380, 660	82	0,82	6,5

Двигатель АИР100L4ПР			ОАО "Группа предприятий "Уралэлектро"	АИР	S1		220, 380, 660	85	0,84	6
Двигатель АИР100L4ЭБ			ОАО "Группа предприятий "Уралэлектро"	АИР	S1	Со встроенной температурной защитой	220, 380, 660	85	0,84	7
Двигатель АИР100S2			РУП "Могилевский завод 'Электродвигатель'; ООО "Курс"; "Тульский насосный завод-компания 'КРОН"; ОАО "Сибэлектромотор"; ОАО "Псковский завод машин постоянного тока"; ОАО "Группа предприятий "Уралэлектро"; ОАО "Владимирский электромоторный завод"; ОАО "Харьковский электротехнический завод 'Укрэлектромаш"; ЗАО "Завод крупных э	АИР	S1-S6		220, 380, 660	87	0,88	7,5

			лектрических машин"; ООО "НПП 'Гидроаппаратура"; РУП "Полесьеэлектромаш"; ООО "НПО 'Электропроект"							
Двигатель АИР100S2Ж ОМ2			ОАО "Группа предприятий 'Уралэлектро"	АИР	S1		220, 380, 660	87	0,88	7,5
Двигатель АИР100S2ЭБ			ООО "Завод имени Владимира Ильича (ЗВИ)"	АИР	S1	Со встроенной температурной защитой	220, 380, 660	87	0,88	7,5
Двигатель АИРУ100L4			ОАО "Южэлектромаш (Новокаховский электромашиностроительный завод)"	АИРУ	S1	С повышенным пусковым моментом	220, 380, 660	85	0,84	
Двигатель АИРУ100S2			ОАО "Южэлектромаш (Новокаховский электромашиностроительный завод)"	АИРУ	S1	С повышенным пусковым моментом	220, 380, 660	87	0,88	

По результатам предварительного выбора Вы можете, уточнив некоторые параметры выбора, например, режим работы АД, его модификацию, линейное напряжение, остановить свой выбор на конкретном изделии конкретного производителя. Здесь отсутствуют такие дополнительные параметры, как поставщик изделия и цена изделия, которые реально присутствуют в БД iElectro.

Источники информации:

- 1. Кравчик А.Э.** и др. Выбор и применение асинхронных двигателей/ А.Э. Кравчик, Э.К. Стрельбицкий, М.М. Шлаф. –М.: Энергоатомиздат, 1987.
- 2.** Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов/Под ред. Ю.К. Розанова. 2-е изд., испр. и доп.-М.: Информэлектро, 2001.
- 3. Акимов Е.Г., Коробков Ю.С., Савельев А.В., Соколов В.П., Чунихин А.А.** / Под ред. А.А. Чунихина и Ю.С. Коробкова. Выбор электрических аппаратов для электропривода, электрического транспорта и электроснабжения промышленных предприятий. М.: Издательство МЭИ, 1990.
- 4. Чунихин А.А., Акимов Е.Г., Коробков Ю.С., Соколов В.П., Савельев А.В.** / Под ред. А.А. Чунихина и Ю.С. Коробкова. Выбор электрических аппаратов для промышленных установок. М.: Издательство МЭИ, 1990.
- 5. Беляев А.В.** Выбор аппаратуры защит и кабелей в сетях 0,4 кВ. Л.: Энергоатомиздат, 1988.