

ЭиЭМО -106 КП 10

Задание для обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Дата .12.05

Группа Э-17

Междисциплинарный курс: МДК.01.03 Электрическое и электромеханическое оборудование

Тема занятия: Расчет мощности и выбор электродвигателей

Форма: курсовой проект

Задание 1 Используя МУ по выполнению КП и пример, приведенный в данном занятии, выполнить согласно задания пункт 2.1,

3 Форма отчета: выполненная часть КП (Расчет мощности и выбор электродвигателей) в электронном варианте

4 Срок выполнения задания 14.05

Получатель отчета: Google Класс Код курса rqr3je5

Выдержки из МУ по выполнению КП с.7

2.1 Расчет мощности и выбор электродвигателей

Для правильного выбора электродвигателей и всего электрооборудования следует учесть следующие условия:

1. Климатическое исполнение.
2. Место (категория) размещения.
3. Степень защиты от проникновения твердых тел и жидкости.
4. Специфические условия эксплуатации (взрывоопасность, химически агрессивная среда).

Климатическое исполнение определяется ГОСТ 15150-69. В соответствии с климатическими условиями обозначается следующими буквами:

У(Н) – умеренный климат,

ХЛ(НФ) – холодный климат,

ТВ(ТН) – тропический влажный климат,

ТС(ТА) – тропический сухой климат,

О(У) – все климатические районы, на суше, реках и озерах,

М – умеренный морской климат,

ОМ – все районы моря,

В – все макроклиматические районы на суше и на море.

Категории размещения:

1. На открытом воздухе,

2. Помещения, где колебания температуры и влажности не существенно отличаются от колебаний на открытом воздухе,

3. Закрытые помещения с естественной вентиляцией без искусственного регулирования климатических условий. Отсутствуют воздействия песка и пыли, солнца и воды (дождь),

4. Помещения с искусственным регулированием климатических условий. Отсутствуют воздействия песка и пыли, солнца и воды (дождь), наружного воздуха,

5. Помещения с повышенной влажностью (длительное наличие воды или конденсированной влаги)

Климатическое исполнение и категория размещения вводится в условное обозначение типа электротехнического изделия.

Например: 4А200М2 УЗ, где У – климатическое исполнение,

З – категория размещения.

Степень защиты от проникновения твердых тел и жидкости определяется ГОСТ 14254-80. В соответствии с ГОСТ устанавливается 7 степеней от 0 до 6 от попадания внутрь твердых тел и от 0 до 8 от проникновения жидкости.

Таблица 2.1 - Степень защиты от проникновения твердых тел и жидкости

Обозначение степеней защиты	Защита от проникновения твердых тел и соприкосновения персонала с токоведущими и вращающимися частями.	Защита от проникновения воды.
0	Специальная защита отсутствует.	
1	Большого участка человеческого тела, например, руки и твердых тел размером более 50 мм.	Капель, падающих вертикально.
2	Пальцев или предметов длиной не более 80 мм и твердых тел размером более 12 мм .	Капель при наклоне оболочки до 15° в любом направлении относительно нормального положения.
3	Инструмента, проволоки и твердых тел диаметром более 2,5 мм.	Дождь, падающий на оболочку под углом 60° от вертикали.
4	Проволоки, твердых тел размером более 1 мм.	Брызг, падающих на оболочку в любом направлении.
5	Пыли в количестве недостаточном для нарушения работы изделия.	Струй, выбрасываемых в любом направлении.
6	Защита от пыли полная (пыленепроницаемые).	Волн (вода при волнении не должна попасть внутрь).
7	-	При погружении в воду на короткое время .
8	-	При длительном погружении в воду.

Для обозначения степени защиты используется аббревиатура «IP». Например: IP54. Применительно к электродвигателям существуют следующие виды исполнения:

1. Защищенные IP21, IP22 (не ниже).
2. Брызгозащищенные, каплезащищенные IP23, IP24
3. Водозащищенные IP55, IP56
4. Пылезащищенные IP65, IP66
5. Закрытое IP44 – IP54, у этих двигателей внутреннее пространство изолировано от внешней среды
6. Герметичное IP67, IP68. Эти электродвигатели выполнены с особо плотной изоляцией от окружающей среды.

Конструктивное исполнение электродвигателей по способу монтажа (IM).

Условные обозначения установлены ГОСТ2479-79.

1-ая цифра обозначает группу по способу монтажа от IM1 до IM9, наиболее распространена IM1- на лапах и с подшипниковыми щитами.

IM2 – на лапах с двумя подшипниковыми щитами и фланцами

IM3 – без лап с фланцами на щитах

2-ая цифра обозначает более детально

0 – обычные или приподнятые лапы

3-ая цифра обозначает характер направления конца вала

4-ая цифра обозначает исполнение конца вала (цилиндрический или конический)

Способ охлаждения электродвигателей (IC).

Система охлаждения может включать в себя одну или две цепи циркулярного хладореагента. Она регламентируется ГОСТ 20459-75.

Для каждой цепи циркуляций вводится группа знаков. Буква обозначает вид охлаждения: А – воздух,

W – вода.

1-ая цифра от 0 до 9 обозначает устройство цепи циркуляции.

0 – свободная циркуляция.

2-ая цифра от 0 до 9 обозначает способ перемещения хладореагента

0 – свободная циркуляция.

Большинство взрывозащищенных двигателей имеют две цепи охлаждения.

Электропривод установки должен полностью удовлетворять требованиям технологического процесса и соответствовать условиям окружающей среды в процессе эксплуатации. В то же время для электропривода следует выбирать наиболее простой двигатель по устройству и управлению, надежный в эксплуатации, имеющий наименьшие массу, габариты и стоимость.

Выбор электрических двигателей

Выбор электрических двигателей производится с учетом следующих параметров и показателей:

- рода тока и номинального напряжения;
- номинальной мощности и скорости;
- вида естественной механической характеристики;
- способа пуска и торможения;
- особенностей регулирования скорости;
- конструктивного исполнения двигателя.

Наиболее простыми в отношении устройства и управления, надежными в эксплуатации, имеющими наименьшие массу, габариты при заданной мощности являются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором.

Выбор двигателя по защите от действия окружающей среды должен производиться в соответствии с условиями, в которых он будет работать (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Выбор двигателя по способу защиты от воздействия окружающей среды

Место установки двигателя	Рекомендуемый тип двигателя
Сухие помещения без пыли, грязи и едких газов	Открытый или защищенный, IP23
Пыльные или влажные помещения	Закрытый, IP44
Помещения с высокой температурой	Закрытый с независимой вентиляцией, IP44
Помещения с высокой влажностью или содержащие едкие газы	Закрытый или герметичный, IP44 или IP66
Взрывоопасные помещения	Взрывозащищенный, Ex
Открытый воздух	Закрытый (двигатель установлен под навесом) или защищенный, IP23, IP44

При выборе двигателя по мощности следует исходить из необходимости его полной загрузки в процессе работы. Кроме этого, необходимо выбирать двигатель таким образом, чтобы максимальная температура изоляции обмоток, не превышала допустимой величины. Это условие является одним из основных для обеспечения надежной работы электропривода в течение всего срока его эксплуатации.

В общем случае выбор мощности двигателя включает в себя:

1) Предварительный выбор мощности двигателя исходя из технологического режима работы по расчетным формулам, либо на основе нагрузочных диаграмм рабочей машины, либо по удельному расходу электрической энергии на выпуск единицы продукции и др.

2) Расчет переходных процессов и построение нагрузочных диаграмм электропривода в соответствии с технологическим процессом рабочей машины.

3) Проверка предварительно выбранного двигателя по нагреву и перегрузочной способности, оценка соответствия параметров нагрузочных диаграмм электропривода допустимым параметрам двигателя и технологического процесса.

В учебном проектировании достаточно процесс выбора мощности электродвигателя ограничить первым пунктом, так как расчет переходных процессов и построение нагрузочных диаграмм является довольно трудоемкой задачей, выходящей за рамки требований к объему знаний специалистов со средним специальным образованием.

В случае если нагрузочная диаграмма работы электродвигателя известна из паспортных данных станка, то выбор электродвигателя можно провести по этой диаграмме с проверкой двигателя на нагрев по методу эквивалентной мощности или методу средних потерь.

Рассмотрим методику расчёта мощности электродвигателей типового технологического оборудования.

Для металлорежущих станков

Расчет мощности электродвигателей металлорежущих станков производится с учетом режимом резания. В электроприводах главного движения металлорежущих станков мощность электродвигателя определяется требуемой мощностью резания.

Мощность двигателей для металлорежущих станков рассчитывается по следующей формуле:

$$P = F_c \cdot q_c \cdot v_p / (1000 \cdot \eta)$$

где P – мощность двигателя, кВт ;

F_c – удельное сопротивление резанию, Н/м ;

q_c – сечение стружки, м² ;

v_p – скорость резания , м/с .

$$\text{Обычно } F_c = (2 \div 5,5) F_{\text{разр}},$$

где $F_{\text{разр}}$ – удельное сопротивление разрыву, Н/м,

Удельное сопротивление резанию принимают для стали:

$$F_c = (2,5 - 3,5) F_{\text{разр}},$$

$$F_{\text{разр}} = (294 - 1180) \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2, \text{ для чугуна: } F_c = (4 - 5,5) F_{\text{разр}},$$

$$F_{\text{разр}} = (147 - 197) \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

В случае наличия в паспорте станка номинальной мощности резанья $P_{\text{зном}}$ мощность на валу двигателя:

$$P_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{зном}}}{h_{\text{ст.ном}}}$$

где $P_{\text{зном}}$ и $h_{\text{ст.ном}}$ соответственно номинальная мощность резания и номинальный КПД станка (обычно составляет 0,6 – 0,75).

Мощность резания при точении (по данной мощности выбирается электродвигатель) рассчитывают по формуле:

$$P_p = \frac{F_z \cdot V_p}{60} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}$$

где F_z – сила резания, кН;

V_p – скорость резания, м/мин

Мощность подачи значительно меньше мощности резания. Можно приблизительно принять $F_{\text{п}} = (0,001 \div 0,01) \cdot F_z$

Мощность на валу главного двигателя в установившемся режиме определяется по формуле:

$$P_d = \frac{P_p}{\eta_{\text{ст}}}, \text{ кВт}$$

где $\eta_{\text{ст}}$ – коэффициент полезного действия станка при полной нагрузке (для станков токарной группы в среднем составляет $0,7 \div 0,8$, в цепи подачи обычно равен $0,1 \div 0,2$).

В случае если вращение шпинделя и движение подачи осуществляется в станке от одного электродвигателя, то полученные мощности на валу P_d и мощность подачи $P_{\text{п}}$ необходимо сложить.

Для фрезерных станков

Основными элементами режима резания при фрезеровании являются глубина резания, подача, скорость резания и ширина фрезерования.

Скоростью резания v является окружная скорость режущих лезвий фрезы

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{ф}}}{1000}, \text{об/мин}$$

где D – диаметр фрезы, мм;

$n_{\text{ф}}$ – частота вращения фрезы, об/мин.

Потребляемая на резание мощность P_p :

$$P_p = \frac{F_z \cdot V}{60} \cdot 10^{-3}, \text{кВт}$$

Мощность на валу главного электродвигателя, соответствующая мощности резания, определяется с учетом механических передач станка по формуле:

$$P_d = \frac{P_p}{\eta_{\text{ст}}}, \text{кВт}$$

где $\eta_{\text{ст}}$ – КПД станка при номинальной нагрузке (обычно составляет $0,75 \div 0,8$).

Для шлифовальных станков

Мощность резания зависит от вида шлифования.

При шлифовании периферией круга мощность определяется по формуле:

$$P_z = C_p \cdot v_u \cdot t \cdot s_0 \cdot d, \text{кВт}$$

при шлифовании торцом круга:

$$P_z = C_p \cdot v_u \cdot t \cdot B, \text{кВт}$$

где C_p – коэффициент, характеризующий материал изделия и твердость круга;

v_u – окружная скорость детали или скорость движения стола, м/мин;

t – глубина шлифования, мм;

s_0 – подача в направлении оси шлифовального круга (поперечная) в миллиметрах на один оборот детали или стола станка или на один ход стола;

d – диаметр шлифования, мм

B – ширина шлифования, мм.

При плоском шлифовании глубина шлифования назначается в пределах $0,005 \div 0,015$ мм при чистовых проходах и $0,015 \div 0,15$ мм при черновых проходах. Поперечная подача зависит от ширины круга и назначается на чистовых проходах $0,2 \div 0,3$, а на черновых $0,4 \div 0,7$ его ширины. Скорость продольной подачи заготовки назначается в пределах от 3 до 30 м/мин.

Для сверлильных станков

Эффективная мощность резания, определяется по формуле:

$$P_z = \frac{M_{кр} \cdot n_n}{9550}, \text{ кВт}$$

где $M_{кр}$ -- крутящийся момент, Н·м

n_n – частота вращения шпинделя – об/мин

Для насосов

Полезная мощность насоса:

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000}, \text{ кВт}$$

где ρ - плотность жидкости, кг/м³;

g - ускорение свободного падения (9,8 м/с²);

H – напор, м;

Q - подача насоса - объем(масса) рабочей среды, подаваемой машиной в единицу времени, м³/с.

Мощность на валу электродвигателя насоса определяется с учетом к.п.д. по формуле:

$$P_d = \frac{P_p}{\eta_n}, \text{ кВт}$$

где η_n – КПД насоса (обычно составляет $0,4 \div 0,9$).

Пример: 2.1 Расчет мощности и выбор электродвигателей

Надёжность работы и длительность эксплуатации электродвигателей во многом зависит от того, в какой мере тип и исполнение его соответствует условиям среды помещения.

В зависимости от категории помещения по условиям окружающей среды в данном курсовом проекте будем использовать электродвигатели со степенью защиты IP44.

Выбираем двухскоростной двигатель главного привода М1.

Мощность электродвигателя рассчитываем по формуле:

$$P_p = \frac{F_z \cdot V_p}{60} \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (2.1)$$

где F_z -.....описать величины, входящие в формулу и указать их численное значение
 $F_z=5000$ кН, и т.д.

$$P_p = \frac{5000 \cdot 20}{60} \cdot 10^{-3} = 1,67 \text{ кВт}$$

Мощность на валу электродвигателя определяется по формуле:

$$P_d = \frac{P_p}{\eta_{ст}} \quad (2.2)$$

где F_z -.....описать величины, входящие в формулу и указать их численное значение

$$P_d = \frac{1,67}{0,7} = 2,39 \text{ кВт}$$

Выбираем двигатель зажима и подачи прутка М2.

Мощность электродвигателя рассчитываем по формуле:

$$P = \frac{M_{кр} \cdot n_n}{9550}, \text{ кВт}$$

где $M_{кр}$ -.....описать величины, входящие в формулу и указать их численное значение

$$P_z = \frac{7 \cdot 1500}{9550} = 1,1 \text{ кВт}$$

Выбираем двигатель электронасоса М3.

Мощность электродвигателя рассчитываем по формуле:

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000}$$

где ρ -.....описать величины, входящие в формулу и указать их численное значение

$$P = \frac{1150 \cdot 9,81 \cdot 1,3 \cdot 0,2}{1000} = 2,93 \text{ кВт}$$

Данные двигателей заносим в таблицу 2.1

Таблица 2.1- Технические характеристики электродвигателей

Обозначение	Тип двигателя	Рном. кВт	з%.	Cos ц	п,об/мин	Sном, %	Мп.	Мк.	Ип.
М1	4А100S4У3	3	82	0,83	1500	4,4	2	2,4	6
М2	4А132S4У3	7,5	87,5	0,86	1500	2,9	2,2	3	7,5
М3	4А80В4У3	1,5	77	0.83	1500	5,8	2	2,2	5

