

ЭиЭМО -122 КП 18

Задание для обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Дата .20.05

Группа Э-17

Междисциплинарный курс: МДК.01.03 Электрическое и электромеханическое оборудование

Тема занятия: Расчет и выбор электрических аппаратов и элементов электрической схемы

Форма: курсовой проект

Задание: Используя МУ по выполнению КП и примеры, приведенные в данном занятии, выполнить согласно задания пункт 2.2

3 Форма отчета: выполненная часть КП (Расчет и выбор трансформаторов, элементов преобразователей, конденсаторов при наличии этих элементов) в электронном варианте

4 Срок выполнения задания 20.05

Получатель отчета: Google Класс Код курса rqr3je5

Краткие теоретические сведения

2.2 Выбор аппаратов управления и защиты

В данном пункте производится выбор всех электрических аппаратов силовой цепи и схемы управления. При выборе аппаратов предпочтение необходимо отдавать наиболее современным и совершенным типам аппаратов.

Выбор электрических аппаратов необходимо производить после определения тока, протекающего в отдельных цепях схемы установки. Ток, протекающий в силовой цепи, определяется электродвигателями, нагревательными элементами, исполнительными устройствами, электромагнитами, лампами освещения и сигнализации и т. д. Ниже приведены формулы определения тока типовых элементов.

Номинальный ток электродвигателя:

$$I = \frac{P_{ном}}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}, A$$

где $P_{ном}$ - номинальная мощность электродвигателя, Вт;

U - напряжение, кВ;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности;

η – КПД двигателя.

Номинальный ток трехфазных нагревательных элементов:

$$I = \frac{P_{ном}}{U \cdot \sqrt{3}}, A$$

Номинальный ток электромагнитов:

$$I = \frac{S_{ном}}{U}, A$$

где S - полная мощность электромагнита, ВА

2.2.6 Выбор трансформатора

Для питания цепей управления и сигнализации сложных схем с целью повышения надежности работы электрических аппаратов и обеспечения более безопасного обслуживания электрооборудования применяют понижающий трансформаторы.

Правильный выбор трансформатора имеет большое значение. Сечение провода с одной стороны должно быть такое, чтобы провод не нагревался под действием прохождения по нему тока, с другой стороны при большом сечении увеличивается затрата на изготовления проводов с алюминия и меди, то есть с цветных металлов, которые дорого стоят. При выборе номинальной мощности трансформатора управления следует исходить из следующих условия, что номинальная мощность $P_{ном}$ трансформатора должна быть равна или больше максимальной мощности, потребляемой включенными аппаратами одновременно.

Мощность трансформатора для цепей управления определяется по следующей формуле:

$$P_{ном} \geq 0,35 \cdot m \cdot P_y + 0,4 \cdot n \cdot P_{\phi}, Вт$$

где m – наибольшее число одновременно включенных аппаратов;

P_y – мощность, потребляемая каждым отдельным аппаратом во включенном состоянии (берется из каталога);

n – число одновременно включаемых аппаратов при наибольшем числе включенных;

P_{ϕ} – мощность, потребляемая каждым аппаратом при включении –пусковая мощность (берется из каталога – не учитываются лампочки и аппараты постоянного тока, так как они не имеют пускового тока).

Мощность трёхфазного трансформатора определяется по формуле:

$$P = 3P_{\phi}$$

Пример:

Применяя исходные данные можно произвести расчет трансформатора.

Напряжение первичной обмотки U_1 , В 220

Напряжение вторичной обмотки U_2 , В 127; U'_2 , В 6,3

Токи вторичных обмоток I_2 , А 0,6; I'_2 , А 2

Тип стержня магнитопровода Стержневой

Частота питания цепи F, Гц 50

Расчет трансформаторов начинают с определения его вторичной мощности S_2 , ВА:

$$S_2 = U_2 \cdot I_2, (36)$$

где U_2 - вторичное напряжение, В;

I_2 - вторичный ток, А.

$$S_2 = 127 \cdot 0,6 = 76,2 \text{ (ВА)},$$

$$S'_2 = 6,3 \cdot 2 = 12,6 \text{ (ВА)}.$$

Найдем общую вторичную мощность:

$$S_2 = S'_2 + S_2 = 76,2 + 12,6 = 88,8 \text{ (ВА)}.$$

Найдем его первичную мощность S_1 , ВА:

$$S_1 = \frac{S_2}{\eta}, (37)$$

где S_2 - вторичная мощность, ВА;

η - КПД трансформатора взятое из табл. 7 [5]: $\eta=0,9$.

$$S_1 = \frac{88,8}{0,9} = 98,67 \text{ (ВА)}.$$

Пример:

В схеме станка используется однофазный трансформатор с напряжением первичной обмотки 380 В и вторичными обмотками с напряжениями:

110 В – питание цепей управления;

24 В – питание лампы местного освещения;

65 В – питание двуполупериодного выпрямителя.

Определим мощность трансформатора. Рассчитаем мощность, потребляемую обмоткой цепи управления. Одновременно в схеме управления включено пять магнитных пускателя мощностью 8 ВА, одновременно включаемых – три пускателя с пусковой мощностью 68 ВА. Определим мощность по формуле 24:

$$S_{упр} = 0,35 \cdot m \cdot P_y + 0,4 \cdot n \cdot P_g = 0,35 \cdot 5 \cdot 8 + 0,4 \cdot 3 \cdot 68 = 96 \text{ ВА}$$

Мощность лампы в цепи управления составляет 40 Вт.

Двуполупериодный выпрямитель питает электромагнит постоянного тока мощностью 30 Вт и цепь динамического торможения.

Определим потребляемую мощность:

$$P_{выпр} = P_{эм} + U_{выпр} \cdot I_{дт} = 30 + 65 \cdot 5 = 355 \text{ ВА}$$

Соответственно общая мощность трансформатора

$$S_{тр} = S_{упр} + P_{осв} + P_{выпр} = 96 + 40 + 355 = 491 \text{ ВА}$$

В качестве питающего трансформатора выбираем трансформатор типа ТБСЗ-0,63-УЗ – однофазный мощностью 630 ВА, напряжением первичной обмотки 380 В, предназначенный для питания цепей управления электропривода, ламп местного освещения и выпрямителей.

2.2.7 Выбор элементов преобразователей

Преобразователи используются для преобразования рода тока (переменный – постоянный) и частоты питающей сети в иное значение. Основу преобразователей составляют силовые полупроводниковые приборы – диоды, тиристоры, транзисторы.

В силовой полупроводниковой технике в настоящее время применяется система предельных параметров, характеризующая предельные возможности использования силовых полупроводниковых приборов и предельные условия их эксплуатации. При любых режимах работы значения воздействующих на прибор величин не должны быть выше предельных параметров. В противном случае силовой полупроводниковый прибор может выйти из строя.

Основными параметрами диодов являются:

1) предельный прямой ток I_n ($I_{пр.мах}$) — максимально допустимое среднее за период значение тока, длительно протекающего через диод.

На практике силовые диоды используются совместно с определенными типами охладителей, поэтому в информационных материалах приводятся значения I_n с учетом влияния охладителя и условий охлаждения (указывается скорость охлаждающего воздуха или расход охлаждающей жидкости)

2) максимальное обратное напряжение $U_{обр.мах}$

3) прямое падение напряжения $U_{пр}$

4) обратный ток $I_{обр}$

Первые два параметра являются предельными.

Часть параметров, которыми характеризуются мощные тиристоры, аналогична параметрам, указанным выше для силовых диодов. Кроме того, в технических условиях обычно указываются:

1) динамические параметры, характеризующие условия эксплуатации тиристоров в схемах преобразователей: время включения $t_{вкл}$, мкс – это время от момента подачи управляющего импульса до момента снижения прямого напряжения на тиристоре до 10% начального значения при работе на активную нагрузку; время выключения (восстановления запирающей способности) $t_{выкл}$, мкс; ток удержания $I_{удерж}$, А — минимальный прямой ток, протекающий через тиристор при разомкнутой цепи управляющего электрода, при котором прибор еще находится в открытом состоянии; ток утечки $I_{ут}$, А — ток, протекающий через тиристор с разомкнутой цепью управляющего электрода при приложении к нему напряжения в прямом направлении;

2) параметры цепи управления (катод — управляющий электрод), характеризующие переход тиристора из закрытого состояния в открытое: отпирающий ток

управления I_y , мА — наименьшее значение тока управления, необходимое для переключения прибора.

Мощные транзисторы, используемые в схемах преобразовательных устройств, выбираются по следующим параметрам:

максимальный ток коллектора $I_{к.мах}$ ток, при котором мощность, рассеиваемая на коллекторе, не превышает максимально допустимое значение;

1. максимальное напряжение между коллектором и эмиттером $U_{кэ.мах}$;
2. максимальная мощность, рассеиваемая на коллекторе,
3. $P_{к.мах}$ — мощность, при которой температура коллекторного перехода (с учетом условий охлаждения прибора) не превышает максимально допустимую;

4) статический коэффициент усиления по току h_{21} — отношение тока коллектора к току базы.

Работа транзисторов в предельных режимах соответствует границе гарантированной надежности, поэтому использование предельных режимов в схемах, от которых требуется высокая надежность, не допускается.

Для выпрямления переменного тока в основном используются мостовые схемы.

При небольшой мощности нагрузки (до нескольких сотен ватт) преобразование переменного тока в постоянный осуществляют с помощью однофазного мостового выпрямителя. Такие выпрямители предназначены для питания постоянным током различных устройств промышленной электроники, обмоток возбуждения двигателей постоянного тока небольшой и средней мощности и т.д.

Приведём основные расчётные соотношения для однофазного мостового выпрямителя.

Среднее значение выпрямленного напряжения

$$U_H = 0,9U_2,$$

где U_2 — действующее значение напряжения на вторичной обмотке

Среднее значение выпрямленного тока в нагрузке

$$I_H = U_H/R_H$$

Среднее значение тока через каждый вентиль в 2 раза меньше тока I_H , проходящего через нагрузку, т.е.

$$I_{в.ср} = 0,5I_H$$

Обратное напряжение, приложенное к закрытым вентилям

$$U_{обр.мах} = \sqrt{2} \quad U_2 = 1,57 U_H$$

Токи во вторичной и первичной обмотках трансформатора определяются по формулам

$$I_2 = U_2/R_H \quad I_1 = I_2/\pi$$

Типовая мощность трансформатора

$$S_T = 1,23P_H$$

Оценка качества выпрямленного напряжения производится посредством коэффициента пульсации, который представляет собой отношение амплитуды первой (основной) гармонической U_{n1m} к среднему значению напряжения U_n и определяется по формуле

$$q = U_{n1m} / U_n = 2/(m^2 - 1)$$

где m – число выпрямленных полупериодов.

Для рассматриваемой схемы частота первой гармоники пульсации $f_{n1} = 2f_c$ при частоте питающей сети $f_c = 50$ Гц составляет 100 Гц. Подставляя $m = 2$, коэффициент пульсации: $q = 0,67$.

Питание постоянным током потребителей средней и большой мощности производится от трехфазных выпрямителей, применение которых снижает загрузку вентиля по току, уменьшает коэффициент пульсаций и повышает частоту пульсации выпрямленного напряжения, что облегчает задачу его сглаживания. Коэффициент пульсаций напряжения на выходе выпрямителя составляет 0,057.

Трехфазная мостовая схема выпрямления состоит из трансформатора, первичные и вторичные обмотки которого соединяются в звезду или треугольник, и шести диодов.

Обратное напряжение на закрытом вентиле определяется разностью потенциалов его катода и анода. Максимальное значение обратного напряжения на вентиле равно амплитуде линейного напряжения вторичной обмотки трансформатора:

$$U_{обр. max} = \sqrt{2} U_{2л} = 1,05 U_n$$

Напряжение на нагрузке по сравнению с трехфазной схемой с нулевым выводом получается вдвое

$$U_2 = \sqrt{2} \cdot U_n / \pi = 0,45 U_n$$

Среднее значение тока через каждый вентиль в 3 раза меньше тока I_n

$$I_{в. ср} = 0,33 I_n$$

Токи во вторичной и первичной обмотках трансформатора определяются по формулам

$$I_2 = I_{в. д} = 0,585 I_n \quad I_1 = I_2 / \pi$$

Типовая мощность трансформатора

$$S_T = \pi/3 P_n = 1,045 P_n$$

Пример:

В схеме используется однофазный мостовой выпрямитель VD1-VD4 для питания электромагнита постоянного тока YA1 и цепи динамического торможения. Определим предельные параметры диодов выпрямителя. Для этого рассчитаем ток нагрузки:

$$I_H = I_{эм} + I_{дт} = 0,46 + 5 = 5,46 \text{ А}$$

где $I_{эм}$ – ток электромагнита, рассчитанный по 2.9;

$I_{дт}$ - ток динамического торможения

Среднее значение тока через каждый диод определяем:

$$I_{в.ср} = 0,5I_H = 0,5 \cdot 5,46 = 2,73 \text{ А}$$

Максимальное обратное напряжение определяем:

$$U_{обр.маx} = \sqrt{2}U_2 = \sqrt{2} \cdot 65 = 92 \text{ В}$$

В соответствии с полученными значениями предельных параметров из справочника выбираем диоды марки Д215Б с эксплуатационными параметрами:

Обратное напряжение – 200 В;

Средний прямой ток – 5 А.

Предельные параметры выбранного диода превышают рассчитанные.

2.2.8 Выбор конденсаторов

Для асинхронных двигателей небольшой мощности используется конденсаторное торможение. Для такого торможения параллельно статору асинхронного двигателя подключают конденсаторы, обычно соединяемые треугольником. При отключении двигателя вместе с емкостью от сети конденсаторы обеспечивают питание обмотки статора реактивным током, частота которого обусловлена емкостью конденсаторов и индуктивностью обмоток статора.

Частота вращения магнитного поля определяется частотой тока. При угловой скорости ротора, превышающей угловую скорость поля, асинхронная машина начинает работать в генераторном режиме с самовозбуждением, развивая тормозной момент.

Когда частота вращения ротора уменьшится до частоты вращения магнитного поля, торможение прекращается. Таким образом, конденсаторное торможение представляет собой притормаживание до определенной скорости.

Пример:

Рассчитаем емкость и выберем конденсаторы для торможения электродвигателя 4А132S6, 5,5 кВт, 380 В, 965 об/мин.

Номинальная емкость

$$C_{ном} = 1840 \frac{I_0}{U_{ном}} = 1840 \frac{6,5}{380} = 31,5 \text{ мкФ}$$

где I_0 – ток холостого хода.

Примем пятикратное значение емкости $C_3 = 5C_{ном} = 5 \cdot 31,5 = 157 \text{ мкФ}$.

Т.о. требуются конденсаторы емкостью 3×157 мкФ. Выбираем трехфазный конденсатор типа КМ1-0,5-13-3, 500 В, 3×165 мкФ.

При однофазном включении емкости для получения равной эффективности торможения требуется емкость $C = 2,1 \cdot 157 = 314$ мкФ.