

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Гомельский государственный технический университет
им. П.О. Сухого

Заочный факультет

Кафедра «Электроснабжение»

Практическая работа по дисциплине "Электрические аппараты
до 1 кВ"

Вариант 9

Выполнил студент гр. 3Э-32

Бычков С.В.

Принял доцент

Веппер Л.В.

Гомель 2022г.

Содержание

Задание 1	3
Задание 2	6
Задание 3	8
Задание 4	12
Список использованной литературы	14

Задание 1

1. Пояснить конструкцию и принцип действия магнитного пускателя.
2. Выбрать магнитный пускатель и тепловое реле для управления и защиты электродвигателя.

Режим работы электродвигателей – продолжительный, условия пуска – нормальные.

Исходные данные: серия электродвигателя – 4А160М2У3; серия магнитного пускателя – ПМЛ; серия теплового реле – РТЛ.

Магнитный пускатель предназначен для дистанционного управления электродвигателями и другими электроустановками. Они обеспечивают нулевую защиту, т.е. при исчезновении напряжения или его снижении до 50–60 % от номинального катушка не удерживает магнитную систему пускателя, и силовые контакты размыкаются.

Основными элементами пускателя (рис. 1) являются электромагнитная система 5 и 6, главные контакты 2 и 3, блок-контакты и дугогасительная камера 8. Электромагнитная система представляет собой разъемный магнитопровод, на среднем керне которого размещена катушка. Для уменьшения нагрева, вызываемого вихревыми токами, магнитопровод набран из отдельных, изолированных друг от друга пластин электротехнической стали. Неподвижную часть магнитопровода 5 называют сердечником, подвижную часть 6 – якорем. Якорь механически соединен с контактами 2.

При включении электрический ток проходит по катушке, создает магнитное поле, которое притягивает якорь к сердечнику 5 и тем самым замыкает контакты 2 и 3 пускателя; при отключении якорь под действием возвратных пружин 7 отходит от сердечника и контакты размыкаются.

Катушка магнитного пускателя питается однофазным переменным током. Вследствие этого магнитный поток в течение периода дважды изменяет свое направление, достигая максимального значения и снижаясь до нуля. Это вызывает вибрацию и гудение магнитной системы. Для ослабления этих явлений на торцевой части сердечника магнитного пускателя закрадывается медный короткозамкнутый виток, который охватывает около 1/3 площади его сечения [2].

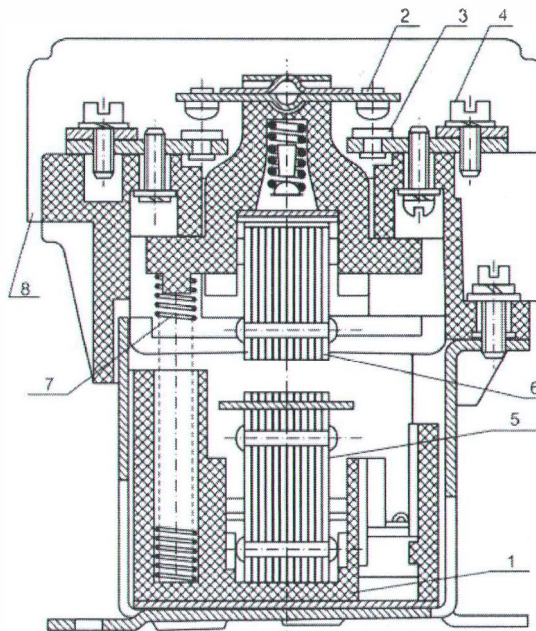


Рис. 1. Устройство магнитного пускателя

Выберем магнитный пускатель и тепловое реле для управления и защиты электродвигателя (рис. 2).

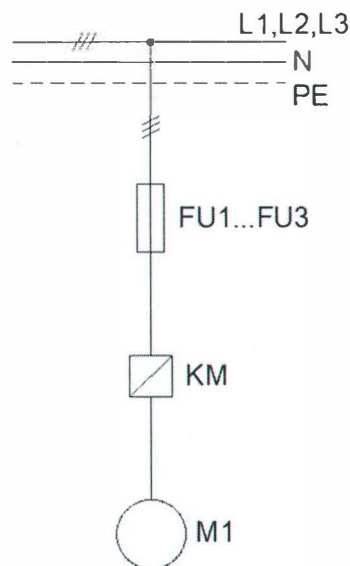


Рис. 2. Схема включения ответвления к одиночному электродвигателю

Технические данные электродвигателя: $P_{\text{ном}} = 18,5 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 34,5 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 2940 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 7$.

Тепловые реле для защиты электродвигателей от длительной перегрузки выбираются по номинальному току электродвигателя по условию:

$$I_{\text{ном.т.р}} \geq I_{\text{ном}} \quad (1)$$

Ток номинальный электродвигателя равен 34,5 А, следовательно согласно условию тепловое реле серии РТЛ-2055 на ток номинальный уставки 35 А,

$$35 \text{ А} > 34,5 \text{ А}$$

При выборе пускателей, если не учитывается количество контактов, следует руководствоваться условием:

$$I_{\text{ном.к}} \geq I_{\text{ном}} \quad (2)$$

где $I_{\text{ном.к}}$ – номинальный ток главных контактов, А.

Согласно условию, выбирает магнитных пускатель ПМЛ-3000 на номинальный ток 40 А [1].

$$40 \text{ А} > 34,5 \text{ А}$$

Задание 2

1. Пояснить конструкцию и способ гашения электрической дуги плавких предохранителей.

2. Выбрать плавкие предохранители для защиты асинхронного электродвигателя серии 4А.

Исходные данные: серия электродвигателя – 4А90Л4У3; серия предохранителя – ПР2.

Предохранители с закрытыми разборными патронами без наполнителя серии ПР-2 изготавливаются на напряжение 220 (габарит I) и напряжение 500 В (габариты II), на номинальные токи патронов 15–1000 А и плавких вставок 6–1000 А.

Патрон предохранителя (рис. 3) представляет собой фибровую трубку 1, на которую с двух сторон накручены латунные втулки 3, имеющие прорезь для плавкой вставки 2. На втулки накручены латунные колпачки 4, являющиеся у предохранителей до 60 А контактными частями патрона. У предохранителей на 100–1000 А контактными частями являются медные ножи 6. Для предотвращения поворота ножей предусмотрена подкладная шайба 5, имеющая паз для ножа.

Возникшая при перегорании вставки дуга вызывает сильную газогенерацию из стенок трубки 1, давление в трубке резко возрастает, что приводит к интенсивному гашению дуги [2].

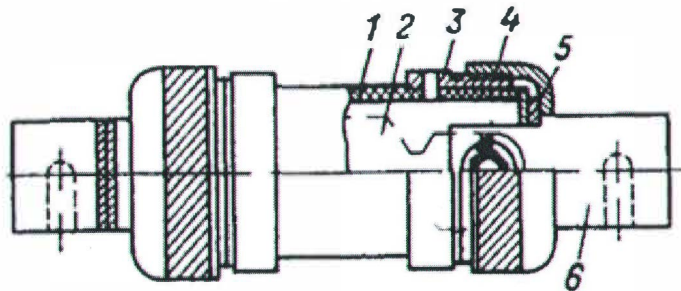


Рис. 3. Предохранитель серии ПР-2

Выберем плавкие предохранители для защиты асинхронного электродвигателя серии 4А (рис. 2).

Технические данные электродвигателя: $P_{\text{ном}} = 2,2$ кВт; $I_{\text{ном}} = 6,02$ А; $n_{\text{ном}} = 1425$ об/мин; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 6$.

Для электродвигателей, работающих в продолжительном режиме, величина тока плавкой вставки $I_{\text{ном.пл.вст}}$ предохранителя должна удовлетворять условию:

$$I_{\text{ном.пл.вст}} \geq \frac{I_{\text{кр}}}{\alpha} \quad (3)$$

где $I_{\text{кр}}$ – кратковременный ток группы электродвигателей (для одиночного электродвигателя $I_{\text{кр}} = I_{\text{пр}}$), А

α - коэффициент, учитывающий условия пуска и длительность пускового периода. Условия пуска нормальные - $\alpha = 2,5$.
Для выбора тока плавкой вставки предохранителя необходимо определить пусковой ток:

$$I_{\text{пуск}} = \frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}} \cdot I_{\text{ном,дв}} \quad (4)$$

где $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}}$ - кратность пускового тока электродвигателя.

$$I_{\text{пуск}} = 6 \cdot 6,02 = 36,12 \text{ А}$$

$$I_{\text{ном.пл.вст}} > \frac{36,12}{2,5} = 12,9 \text{ А}$$

Данному условию удовлетворяет плавкая вставка на номинальный ток $I_{\text{ном}} = 15 \text{ А}$. Выбираем плавкий предохранитель ПР2-15А [1].

Задание 3

1. Пояснить конструкцию и принцип действия расцепителей автоматических выключателей.

2. Выбрать автоматические выключатели для защиты каждого электродвигателя и вводной выключатель.

Исходные данные: серии двигателей – 4A200M6Y3; 4A200M4Y3; 4A100S2Y3.

Автоматический выключатель предназначен для коммутации цепей при аварийных режимах, а также нечастых оперативных включений и отключений электрических цепей.

Независимо от назначения и быстродействия выключатели состоят из следующих основных элементов: главной контактной системы (главных контактов), дугогасительной системы, привода, расцепляющего устройства, расцепителей и вспомогательных контактов.

Главная контактная система – определяющий элемент выключателя. Она должна удовлетворять двум основным требованиям: обеспечивать, не перегреваясь и не окисляясь, продолжительный режим работы при номинальном токе; быть способной, не повреждаясь, включать и отключать большие токи короткого замыкания.

Дугогасительная система должна обеспечивать отключение больших токов короткого замыкания в ограниченном объеме. Под воздействием возникающих электродинамических сил дуга быстро растягивается и гаснет, но ее пламя занимает очень большое пространство. Задача дугогасительного устройства заключается в том, чтобы ограничить размеры дуги и обеспечить ее гашение в малом объеме.

Привод служит для включения выключателя по чьей-либо команде. Выполняются выключатели с ручным или двигательным приводом либо с тем и другим [2].

Для выполнения защитных функций выключатели снабжают тепловыми или электромагнитными, либо комбинированными расцепителями. Тепловые расцепители предназначены для защиты цепей от токов длительной перегрузки, а электромагнитные от токов короткого замыкания.

Действие тепловых расцепителей, встраиваемых в выключатель, основано на использовании нагрева биметаллической пластинки, изготовленной из спая двух металлов с различными коэффициентами теплового линейного расширения. В расцепителе при токе, превышающем ток, на который они рассчитаны, одна из пластин при нагреве удлиняется

больше, в результате чего воздействует на отключающий пружинный механизм и коммутирующие контакты размыкаются.

Тепловой расцепитель не защищает электрическую сеть от короткого замыкания. Это объясняется тем, что они, обладая большой тепловой инерцией, не успевают нагреваться за столь малое время от тока короткого замыкания или пускового тока электродвигателя.

Электромагнитный расцепитель представляет собой электромагнит, воздействующий на отключающий пружинный механизм. Если ток в катушке электромагнита превышает определенное, заранее установленное значение, то электромагнитный расцепитель отключает коммутирующее устройство и в результате отключает линию мгновенно [1].

Выберем автоматические выключатели для защиты каждого электродвигателя и вводной выключатель (рис. 4).

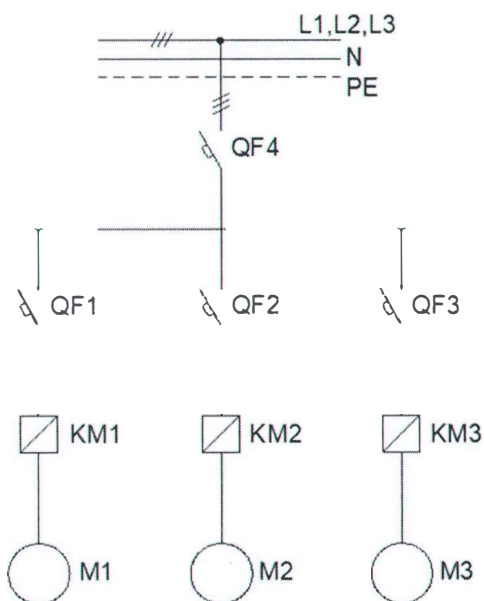


Рис. 4. Схема защиты группы электродвигателей

Технические данные электродвигателя 4А200М6У3: $P_{\text{ном}} = 22$ кВт; $I_{\text{ном}} = 41,3$ А; $n_{\text{ном}} = 975$ об/мин; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 6,5$.

Технические данные электродвигателя 4А200М4У3: $P_{\text{ном}} = 37$ кВт; $I_{\text{ном}} = 63,8$ А; $n_{\text{ном}} = 1475$ об/мин; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 7$.

Технические данные электродвигателя 4А100М2У3: $P_{\text{ном}} = 4$ кВт; $I_{\text{ном}} = 7,8$ А; $n_{\text{ном}} = 2880$ об/мин; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 7,5$.

Автоматические выключатели выбираются по двум условиям:

$$I_{\text{ном.т.р}} > 1,15 I_{\text{ном}} \quad (5)$$

$$I_{\text{ср.э.м.р}} > 1,25 I_{\text{пуск}} \quad (6)$$

где $I_{\text{ном.т.р}}$ – номинальный ток уставки теплового расцепителя,

$I_{\text{ср.э.м.р}}$ – ток срабатывания, А; электромагнитного расцепителя, А.

Определим пусковые токи электродвигателей (4):

$$I_{\text{пуск.М1}} = 41,3 \cdot 6,5 = 268,45 \text{ А}$$

$$I_{\text{пуск.М2}} = 63,8 \cdot 7 = 446,6 \text{ А}$$

$$I_{\text{пуск.М3}} = 7,8 \cdot 7,5 = 58,5 \text{ А}$$

Номинальный ток электродвигателя М1 равен 41,3 А следовательно согласно условию, удовлетворяет автоматический выключатель серии АЕ2050 на ток номинальный расцепителя 50А (5):

$$I_{\text{ном.т.р}} = 1,15 \cdot 41,3 = 47,495 \text{ А}$$
$$47,495 \text{ А} < 50 \text{ А}$$

После выбора автоматического выключателя следует проверить, не сработает ли расцепитель от пускового тока при пуске двигателя (6):

$$50 \cdot 12 = 600 \text{ А} > 1,25 \cdot 268,45 = 335,56 \text{ А}$$

Так как электромагнитный расцепитель, настроенный на ток 600 А, больше пускового тока 335,56 А, то выбранный автоматический выключатель удовлетворяет условиям выбор.

Номинальный ток электродвигателя М2 равен 63,8 А, следовательно, выбираем автоматический выключатель на 100А (5), (6).

$$I_{\text{ном.т.р}} = 1,15 \cdot 63,8 = 73,37 \text{ А}$$

$$I_{\text{ср.э.м.р}} = 75 \cdot 12 = 900 \text{ А} > 1,25 \cdot 446,6 = 558,58 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель серии АЕ2050 на номинальный ток 100А, с уставкой теплового расцепителя на ток 75А [1].

Номинальный ток электродвигателя М3 равен 7,8 А, следовательно, выбираем автоматический выключатель на 25 А (5), (6).

$$I_{\text{ном.т.р}} = 1,15 \cdot 7,8 = 8,97 \text{ А}$$

$$I_{\text{ср.э.м.р}} = 12 \cdot 10 = 120 \text{ А} > 1,25 \cdot 58,5 = 73,125 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель серии АЕ2030 на номинальный ток 25 А, с уставкой теплового расцепителя на ток 10 А [5].

Максимальный кратковременный ток $I_{\text{кр}}$ для группы электродвигателей можно определить по выражению:

$$I_{\text{кр}} = I_{\text{пуск.мах}} + \sum I_{\text{ном}} \quad (7)$$

где $I_{\text{пуск.мах}}$ – пусковой ток наибольшего по мощности электродвигателя в группе, А

$\Sigma I_{\text{ном}}$ – сумма номинальных токов группы электродвигателей, кроме тока номинального пускаемого электродвигателя в группе, А.

Расчетный ток группы электродвигателей:

$$I_p = \sum I_{\text{ном}} = 41,3 + 63,8 + 7,8 = 112,9 \text{ А}$$

$$I_{\text{кр}} = 446,6 + 112,9 = 559,5 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель на 160 А.

$$I_{\text{ном.т.р}} = 160 \text{ А} > 1,15 \cdot 112,9 = 129,835 \text{ А}$$

$$I_{\text{ср.э.м.р}} = 120 \cdot 10 = 1200 \text{ А} > 1,25 \cdot 559,5 = 714,7 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель серии АЕ2060 на номинальный ток 160 А, с уставкой теплового расцепителя на ток 120 А [5].

Задание 4

1. Проверить правильность выбора, установленных аппаратов для управления электродвигателем, в случае неправильного выбора предложить правильное решение.

Исходные данные: серия электродвигателя 4A180S2Y3; серия аппарата управления – ПМЛ-2000.

Технические данные электродвигателя: $P_{\text{ном}} = 22 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 41,6 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 2945 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 7,5$.

Согласно условию (2), магнитный пускатель ПМЛ-2000 на номинальный ток 25 А [1].

$$41,6 \text{ А} > 25 \text{ А}$$

Магнитный пускатель ПМЛ-2000 выбран не правильно, т.к. имеет слишком малую величину номинального тока. Правильным выбором будет магнитный пускатель ПМЛ-4000 на номинальный ток 63 А.

2. Проверить правильность выбора, установленных аппаратов для защиты электродвигателей, в случае неправильного выбора предложить правильное решение.

Исходные данные: серия электродвигателя – 4A180S2Y3; серия автоматического выключателя – АЗ713Б 160/100; серия теплового реле – РТЛ2061

Технические данные электродвигателя: $P_{\text{ном}} = 22 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 41,6 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 2945 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 7,5$.

Определим пусковые токи электродвигателей (4):

$$I_{\text{пуск.М1}} = 7,5 \cdot 41,6 = 312 \text{ А}$$

Для электродвигателя применяется автоматический выключатель АЗ713Б 160/100 с номинальным током 160 А. Тогда по условию (5):

$$I_{\text{ном.т.р}} = 1,15 \cdot 41,6 = 47,84 \text{ А}$$

$$47,84 \text{ А} < 160 \text{ А}$$

$$100 \cdot 5 = 500 \text{ А} > 1,25 \cdot 312 = 390 \text{ А}$$

Данный автоматический выключатель не подходит т.к. номинальный ток автомата в разы превышает номинальный ток двигателя. Выбираем автоматический выключатель АЕ2050 на номинальный ток 63 А

Для электродвигателя применяется тепловое реле РТЛ2061 диапазон уставки данного реле 54–74 А он нам не подходит так как по условию

$$I_{\text{ном.т.р}} \geq I_{\text{ном}}$$

$$54 > 47,84$$

Выберем РТЛ2059 с диапазоном регулирования уставки 47-64 А, на уставку
48А

Список использованной литературы

1. Елкин В.Д. Елкина Т.В. Электрические аппараты: учебное пособие для учащихся ССУЗов. – Мн.: Дизайн ПРО, 2003;
2. Родштейн Л.А. Электрические аппараты: учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, 1981;
3. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с;
4. Елкин В.Д. Электрические аппараты: практикум по одноим. Дисциплине для студентов / В.Д. Елкин. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2019.
5. Радкевич, В.Н. Проектирование систем электроснабжения: учеб. пособие. – Мн.: НПО «Пион», Минск, 2015 г.