

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

Заочный факультет

Кафедра «Электроснабжение»

Контрольная работа по дисциплине Электрические аппараты до
1кВ

Вариант 17

Выполнил студент гр. 3Э-31

Ярошевич А.С.

Принял доцент

Веппер Л.В.

Гомель 2022г.

Содержание

Задание 1.....	4
Задание 2.....	7
Задание 3.....	9
Задание 4.....	13
Список использованной литературы.....	15

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 – 4А132М8У3; 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 закрашивается медный короткозамкнутый виток, который охватывает около 1/3 площади его сечения [2].

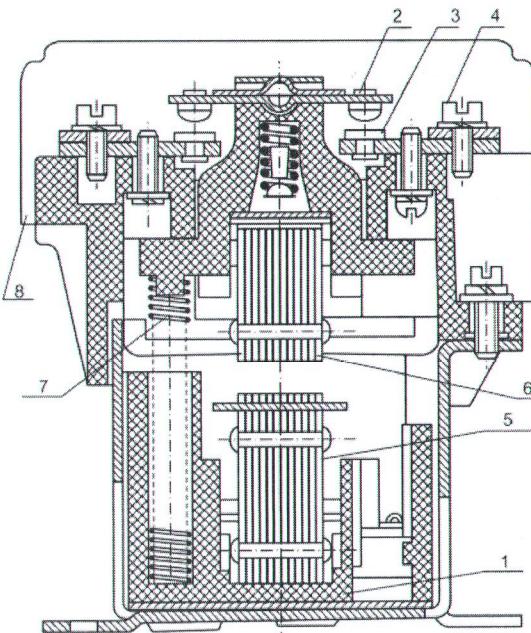


Рис. 1. Устройство магнитного пускателя

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

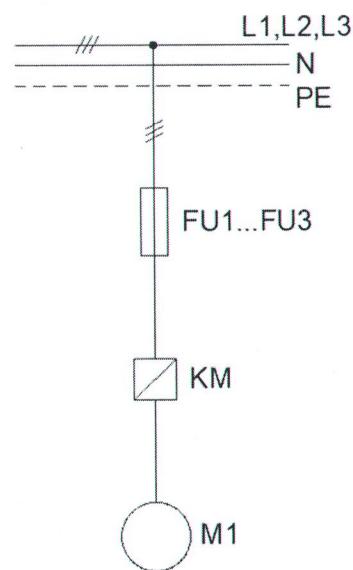


Рис. 2. Схема включения ответвления к одиночному электродвигателю

Технические данные электродвигателя: $P_{\text{ном}} = 5,5 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 12 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 750 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 6,0$.

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 12 А, следовательно согласно условию тепловое реле серии РТЛ-1016 на ток номинальный уставки 14 А, с диапазоном регулировки 9,5....14 А [1].

$$14 \text{ A} > 12 \text{ A}$$

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-2000 на номинальный ток 25 А [1].

$$25 \text{ A} > 12 \text{ A}$$

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 – 4A180M6У3; серия предохранителя – ПН2.

Предохранители с закрытыми разборными патронами без наполнителя серии ПР-2 изготавляются 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 навернуты латунные втулки 3, имеющие прорезь для плавкой вставки 2. На втулки навернуты 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 трубы 1, давление в трубке резко возрастает, что приводит к интенсивному гашению дуги [2].

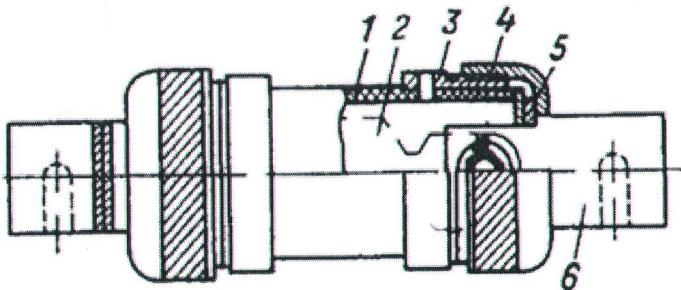


Рис. 3. Предохранитель серии ПР-2

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

Технические данные электродвигателя: $P_{\text{ном}} = 18,5 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 37,4 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 980 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 6,5$.

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 $I_{\text{кр}} = I_{\text{пуск}}$), 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.

$$I_{\text{пуск}} = 6,5 \cdot 37,4 = 243,1 \text{ А}$$

$$I_{\text{ном.пл.вст}} \geq \frac{44,4}{2,5} = 97,24 \text{ А}$$

Данному условию удовлетворяет плавкая вставка на номинальный ток $I_{\text{ном}} = 100\text{А}$. Выбираем плавкий предохранитель ПН2-100А [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 – 4А132М6У3; 4А225М4У3; 4А56В2У3.

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 двигателевым приводом либо с тем и другим [2].

Для выполнения защитных функций выключатели снабжают тепловыми или электромагнитными, либо комбинированными расцепителями. Термовые 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, действующий 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).

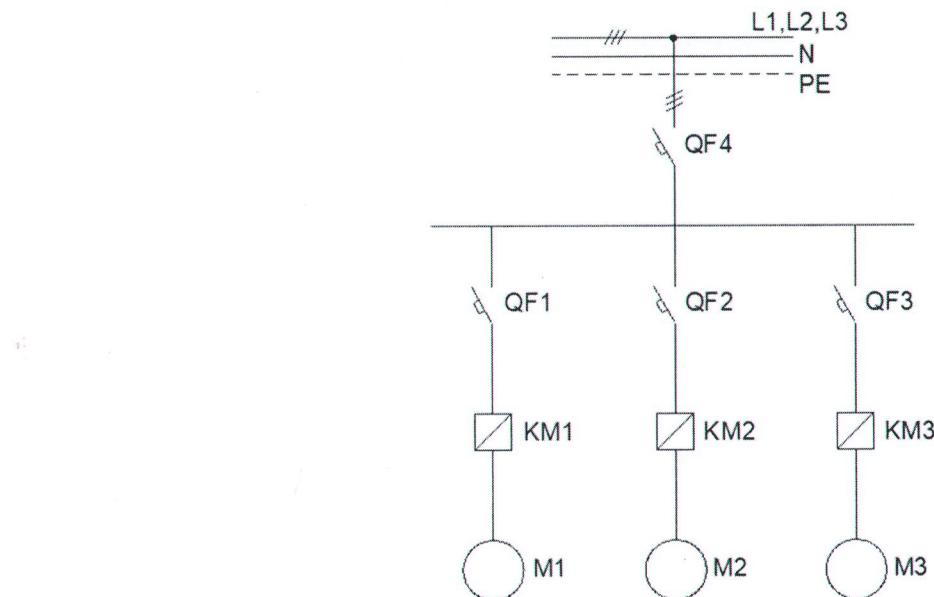


Рис. 4. Схема защиты группы электродвигателей

Технические данные электродвигателя 4A132M6У3: $P_{\text{ном}} = 7,5 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 17,5 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 950 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 7$.

Технические данные электродвигателя 4A225M4У3: $P_{\text{ном}} = 55 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 105 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 1475 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 6,5$.

Технические данные электродвигателя 4A56B2У3: $P_{\text{ном}} = 0,25 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 1,26 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 2760 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 4$.

Автоматические выключатели выбираются по двум условиям:

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

$$I_{\text{ср.э.м.р}} \geq 1,15 I_{\text{пуск}} \quad (6)$$

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

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

Определим пусковые токи электродвигателей (4):

$$I_{\text{пуск.}M1} = 17,5 * 7 = 122,5 \text{ A}$$

$$I_{\text{пуск.}M2} = 105 * 6,5 = 682,5 \text{ A}$$

$$I_{\text{пуск.}M3} = 1,26 * 4 = 5,04 \text{ A}$$

Номинальный ток электродвигателя M1 равен 25,6 А следовательно согласно условию, удовлетворяет автоматический выключатель серии ВА51-31 на ток номинальный уставки (5):

$$I_{\text{ном.т.р}} = 1,15 * 17,5 = 20,12 \text{ A}$$

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

$$20,12 * 7 = 140,84 \text{ A} > 1,15 * 122,5 = 140,87 \text{ A}$$

Так как электромагнитный расцепитель, настроенный на ток 220,5 А, больше пускового тока 140,87 А, то выбранный автоматический выключатель удовлетворяет условиям выбор.

Выбираем автоматический выключатель серии ВА 51-33 на номинальный ток 100 А, с уставкой теплового расцепителя на ток 20,12 А [1].

Номинальный ток электродвигателя M2 равен 105 А, следовательно, выбираем автоматический выключатель на 160 А (5), (6).

$$I_{\text{ном.т.р}} = 1,15 * 105 = 120,75 \text{ A}$$

$$I_{\text{ср.э.м.р}} = 120,75 * 7 = 845,25 \text{ A} > 1,15 * 682,5 = 748,87 \text{ A}$$

Выбираем автоматический выключатель серии ВА 51-33 на номинальный ток 160 А, с уставкой теплового расцепителя на ток 160 А [1].

Номинальный ток электродвигателя M3 равен 1,26 А, следовательно, выбираем автоматический выключатель на 5,0 А (5), (6).

$$I_{\text{ном.т.р}} = 1,15 * 1,26 = 1,45 \text{ A}$$

$$I_{\text{ср.э.м.р}} = 1,45 * 7 = 10,15 \text{ A} > 1,15 * 5,04 = 5,8 \text{ A}$$

Выбираем автоматический выключатель серии А51Г-25 на номинальный ток 25 А, с уставкой теплового расцепителя на ток 5,0 А [5].

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

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

где $I_{\text{пуск.} \max}$ – 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:

$$I_p = \sum I_{\text{ном}} = 17,5 + 105 + 1,26 = 113,76 \text{ А}$$

$$I_{\text{кр}} = 682,5 + 113,76 = 796,26 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель на 160 А.

$$I_{\text{ном.т.р}} = 100 \text{ А} > 1,15 \cdot 113,76 = 130,8 \text{ А}$$

$$I_{\text{ср.э.м.р}} = 160 \cdot 7 = 1120 \text{ А} > 1,15 \cdot 796,26 = 915,7 \text{ А}$$

Выбираем автоматический выключатель серии ВА51-33 на номинальный ток 160 А, с уставкой теплового расцепителя на ток 160 А [5].

Задание 4

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

Исходные данные: серия электродвигателя 4A100L62У3; серия аппарата управления – ПАЕ-412.

Технические данные электродвигателя: $P_{\text{ном}} = 2,2 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 5,9 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 940 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 6$.

Согласно условию (2), магнитный пускатель ПАЕ-412 на номинальный ток 60 А [1].

$$60\text{A} > 5,9 \text{ A}$$

Магнитный пускатель ПАЕ-412 выбран не правильно, т.к. имеет слишком большую величину номинального тока. Правильным выбором будет магнитный пускатель ПМЕ-111 на номинальный ток 10А.

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

Исходные данные: серия электродвигателя – 4A180M4У3; серия автоматического выключателя – АП 50-3МТ 50/10; серия теплового реле – ТРН-50

Технические данные электродвигателя: $P_{\text{ном}} = 30 \text{ кВт}$; $I_{\text{ном}} = 57,3 \text{ А}$; $n_{\text{ном}} = 1470 \text{ об/мин}$; $I_{\text{пуск}}/I_{\text{ном}} = 7$.

Определим пусковые токи электродвигателей (4):

$$I_{\text{пуск.М1}} = 7 * 57,3 = 401,1 \text{ А}$$

Для электродвигателя применяется автоматический выключатель АП 50-3МТ 50/10 с номинальным током расцепителя 70А. Тогда по условию (5):

$$I_{\text{ном.т.р}} = 1,15 * 57,3 = 68,9 \text{ А}$$

Данный автоматический выключатель обеспечивает защиту электродвигателя, т.к. номинальный ток расцепителя не превышает номинальный ток.

Для электродвигателя применяется тепловое реле ТРН-50 диапазон уставки данного реле 12,5-50 А он нам не подходит так как по условию

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

Выберем ТРН-70 с диапазон регулирования уставки 20-70 А, на уставку 60А

Список использованной литературы

1. Елкин В.Д. Елкина Т.В. Электрические аппараты: учебное пособие для учащихся ССУЗов. – Мин.: Дизайн ПРО, 2003;
2. Родштейн Л.А. Электрические аппараты: учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск: Энергоатомиздат, 1981;
3. Чунихин А.А. Электрические аппараты. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск: 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. – Мин.: НПООО «Пион», Минск, 2015 г.