

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**Кафедра механизации животноводства
и электрификации сельскохозяйственного производства**

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПЫТАНИЕ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИЗАЦИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ»**

Для студентов специальностей
1-74 06 01 - техническое обеспечение процессов
сельскохозяйственного производства,
1-74 06 06 – материально-техническое обеспечение АПК
и 1-74 06 04 – техническое обеспечение мелиоративных
и водохозяйственных работ

Горки 2005

Составили: И.А. ГАЙШУН, И. В. ДУБЕНЬ, С. И. КОЗЛОВ.

УДК 631.171 : 636 (072)

Изучение и испытание устройств защиты электроустановок:
Методические указания / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Сост. И. А. Г а й ш у н, И. В. Д у б е н ь, С. И. К о з л о в. Горки, 2005. 20 с.

Приведены основные положения по выбору устройств защиты, форма отчета, методика испытания устройств защиты асинхронных электродвигателей и других электроустановок.

Для студентов специальностей 1-74 06 01 – техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 06 – материально-техническое обеспечение АПК и 1-74 06 04 – техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

Табл. 1. Рис. 7. Библиогр. 5.

Рецензенты доктор техн. наук, профессор А.В. КУЗЬМИЦКИЙ; канд. техн. наук, доцент Л.И. КУМАЧЕВ.

©Составление. И.А. Гайшун,
И.В. Дубень, С.И. Козлов, 2005
©Учреждение образования
«Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2005

1. ЦЕЛЬ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Целью работы является изучение устройства, принципа действия и схем подключения устройства встроенной температурной защиты УВТЗ-1, фазочувствительного устройства защиты трехфазных электродвигателей ФУЗ-М1, устройства защиты при исчезновении одной из фаз и защитно-отключающего устройства ЗОУП-25У2, а также экспериментальное определение их основных параметров. При выполнении лабораторной работы необходимо:

1) ознакомиться с конструкцией, изучить схемы подключения и принципы работы устройств УВТЗ-1, ФУЗ-М1, ЗОУП-25У2 и защиты при исчезновении одной из фаз;

2) изучить схемы лабораторной установки для испытания устройств защиты;

3) провести испытание встроенной температурной защиты УВТЗ-1, фазочувствительного устройства защиты ФУЗ-М1, защиты при исчезновении одной из фаз и защитно-отключающего устройства по току утечки ЗОУП-25У2.

2. УСТРОЙСТВО ВСТРОЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАЩИТЫ УВТЗ-1

Все основные аварийные режимы электродвигателей (обрыв фазы, затормаживание вала, перегрузки, отклонения напряжения сети более допустимых значений) могут вызвать перегрев статорных обмоток и привести к выходу двигателя из строя. Следовательно, если контролировать температуру статорных обмоток и отключать электродвигатель при их опасном нагреве, то он будет защищен от основных аварийных режимов. Нагрев обмоток контролируют датчиками температуры (позисторами), которые встраивают в лобовую часть статорной обмотки. Поэтому такую защиту электродвигателей называют встроенной.

Устройства защиты УВТЗ работают совместно с магнитными пускателями любых серий в сетях с напряжением 220/380 В. Основные их модификации имеют следующие отличия: УВТЗ-1М – с усовершенствованной внутренней схемой; УВТЗ-2 – с защитой по току в нулевом проводе; УВТЗ-4А(Б) – схемное решение с повышенным быстродействием; УВТЗ-5 – с контролем напряжения нулевой последовательности.

Устройство УВТЗ-1 (рис. 1) состоит из токового ключа, собранного на транзисторах VT1 и VT2, и исполнительного реле KV, управляемого тиристором VS с номинальным напряжением 50 В. Питание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц через выпрямительный мост VD1...VD4 и стабилитрон VD5. Для ограничения напряжения со стороны питающей сети включен конденсатор C1. В цепь питания включены резисторы R1 и R2 для ограничения тока в цепи стабилитрона VD5.

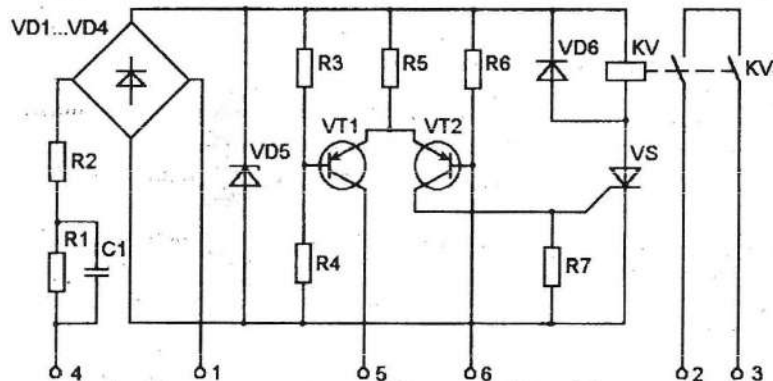


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема устройства защиты УВТЗ-1.

Преобразователь в виде моста, выполненный на резисторах R3, R4, R6 и подключенный к клеммам 5 и 6 терморезистора, образует делитель напряжения, определяющий сопротивление срабатывания устройства. Диагональю преобразователя является токовый ключ на транзисторах VT1 и VT2, нагрузкой транзистора VT2 служит управляющий переход тиристора VS. Резистор R7 предназначен для повышения помехоустойчивости тиристора VS.

Устройство работает следующим образом. При нажатии кнопки SB2 «Пуск» в цепи магнитного пускателя (рис. 2) на клеммы 1 и 4 устройства подается напряжение питания. При температуре обмоток электро-

двигателя ниже рабочей температуры термодатчиков (для СТ14-1А – 130°C, для СТ14-1Б – 105°C) их сопротивление меньше сопротивления срабатывания (2200 Ом). Транзистор VT1 в этом случае закрыт, а через открытый транзистор VT2 протекает ток на управляющий переход тиристора VS. Тиристор запитывает катушку реле KV, через контакты которого включена катушка магнитного пускателя KM. На электродвигатель подается напряжение через силовые контакты пускателя.

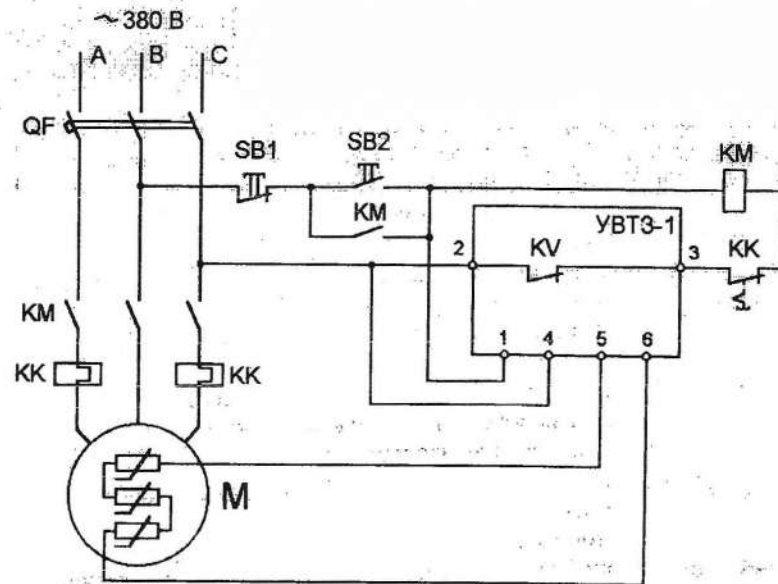


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема подключения устройства защиты УВТЗ-1.

Если температура обмоток увеличивается свыше предельно допустимой, сопротивление термодатчиков резко возрастает до значения, при котором запирается транзистор TV2 и открывается TV1. Управляющий переход транзистора VS обесточивается, реле KV отключается, размыкая цепь питания катушки магнитного пускателя KM и отключая электродвигатель от сети. Контакт реле KV будет оставаться разомкнутым до тех пор, пока обмотки двигателя не остынут до температуры ниже рабочей температуры термодатчиков даже при нажатой кнопке SB2 «Пуск».

Когда температура обмоток снова станет ниже рабочей температуры термодатчиков, преобразователь возвратится в исходное положение,

промежуточное реле KV замкнет свои контакты в цепи питания магнитного пускателя КМ, после чего станет возможным включение двигателя кнопкой SB2.

Токовый ключ имеет полную обратную связь, которая обеспечивает максимальную температурную стабильность и возможность применения схемы при температуре окружающей среды от -50°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Сочетание токового ключа с тиристором расширяет функции самоконтроля устройства защиты: отключение происходит как в случае обрыва в цепи позисторов, так и при коротком замыкании в ней.

Проверка исправности устройства осуществляется замыканием накоротко или размыканием цепи термодатчиков, в результате чего должно произойти срабатывание устройства и отключение электродвигателя.

Встроенная температурная защита совершеннее тепловых реле, так как реагирует непосредственно на температуру статорных обмоток электродвигателя. Устройства УВТЗ унифицированы для всех типоразмеров электродвигателей, не требуют регулировки и настройки при монтаже и эксплуатации.

В то же время встроенная температурная защита имеет ряд существенных недостатков, ограничивающих ее применение:

- динамическое запаздывание срабатывания при быстром нарастании температуры;

- при затормаживании ротора или незапуске его на двух фазах электродвигатель остается включенным до опасных температур нагрева, что вызывает интенсивное старение изоляции статорных обмоток;

- в условиях хозяйств невозможно устанавливать датчики температуры в статорную обмотку;

- более высокая стоимость по сравнению с тепловыми реле;

- необходимы дополнительные провода для соединения датчиков с пускозащитной аппаратурой.

3. ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ФУЗ-М1

Устройство защиты трехфазных электродвигателей ФУЗ-М1 реагирует на изменение угла фазового сдвига между токами нагрузки статорных обмоток электродвигателя. В устройстве использован фазовый принцип выявления аварийных режимов работы.

Устройство ФУЗ-М (рис. 3) состоит из двух фазовращающих трансформаторов тока TA1 и TA2, фазового кольцевого детектора на диодах VD1...VD4 с балластными резисторами R1...R4, реле защиты KV и схемы контроля перегрузки. Каждый фазовращающий трансформатор

имеет две первичные токовые обмотки с разным числом витков, включенные вторично в разные фазы питания электродвигателя. Фазовращающие трансформаторы из трехфазного тока нагрузки формируют два измеряемых напряжения U_1 и U_2 , что обеспечивает определенный заданный угол фазового сдвига между вторичными измеряемыми напряжениями. Схема контроля перегрузки состоит из регулируемого тиристорного выпрямителя (тиристор VS1, резисторы R5, RP1 и RP2), зарядно-разрядной цепи (резисторы R6 и R7), накопительного конденсатора C1, порогового элемента – тиристора VS2 со стабилитроном VD5, режимных резисторов R8, R9, R10 и шунтирующего тиристора VS3.

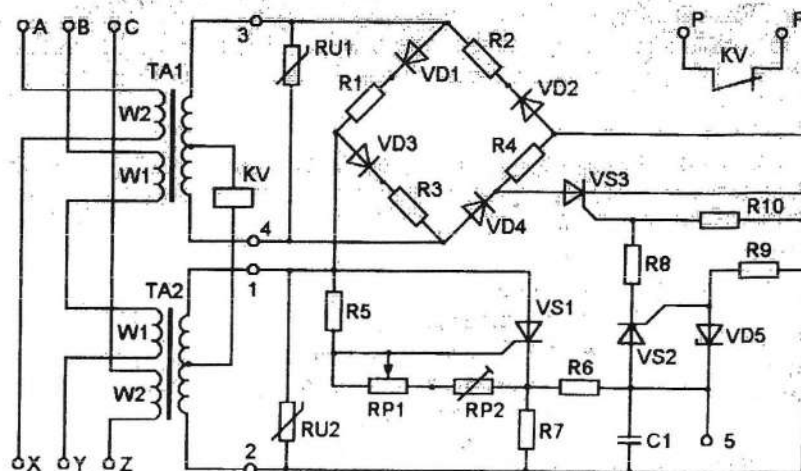


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема ФУЗ-М1.

При работе электродвигателя на всех трех фазах угол фазового сдвига между вторичными измеряемыми напряжениями близок к 90° , что обеспечивается соотношением числа витков токовых обмоток 3 : 1. В этом режиме в катушке реле тока нет.

При обрыве любой из фаз угол фазового сдвига между измеряемыми напряжениями становится равным 0 и 180° в зависимости от того, в которой фазе обрыв. Вследствие этого срабатывает фазочувствительный кольцевой детектор, нагрузкой которого является реле защиты KV, включенное между средними точками сигнальных обмоток фазовращающих трансформаторов.

Защита электродвигателя от перегрузки осуществляется путем контроля величины одного из измеряемых напряжений, пропорционального токам нагрузки двух фаз. В данном случае это напряжение берется от трансформатора ТА2. При нормальной нагрузке электродвигателя напряжения на конденсаторе С1 нет, так как тиристор VS1 закрыт. При перегрузке напряжение U_2 , пропорциональное токам нагрузки двух фаз, увеличивается, тиристор управляемого выпрямителя открывается и конденсатор С1 заряжается с выдержкой во времени, которая зависит от сопротивления резистора R6. После кратковременной перегрузки избыток заряда конденсатора С1 стекает через резисторы R6, R7 и схема контроля перегрузки не срабатывает. Если же перегрузка длительная, конденсатор заряжается до напряжения включения стабилитрона VD5, тиристор VS2 через ограничивающий резистор R9 открывает тиристор VS3. Таким образом, балластный резистор R4 кольцевого детектора шунтируется открытым тиристором. Фазовый детектор сильно разбалансируется, ток разбаланса включает реле защиты KV, разрывающее цепь управления магнитным пускателем, и двигатель останавливается.

При незапустившемся заторможенном электродвигателе, когда напряжение U_2 резко возрастет, конденсатор С1 быстро заряжается до напряжения включения стабилитрона VD5 и через 8...12 с защита срабатывает.

Для защиты электронной схемы от перенапряжений, возникающих во вторичных обмотках фазовращающих трансформаторов при коротких замыканиях, в силовой цепи после устройства защиты применены варисторы RU1, RU2, ограничивающие амплитуду измеряемых напряжений U_1 и U_2 . Вместо варисторов могут быть использованы соответствующие маломощные разрядники.

Переменный резистор RP1 служит для регулировки уставки устройства защиты соответственно номинальному току защищаемого электродвигателя. Шкала резистора, одинаковая для всех типоразмеров ФУЗ-М1...ФУЗ-М5, отградуирована в делениях от -0,35 до +0,35, каждому делению шкалы соответствует определенный номинальный ток электродвигателя. Выбор устройства защиты производится по диапазону рабочего тока (таблица), после чего устанавливают номинальные токи, соответствующие определенным делениям шкалы.

Соответствие номинальных токов делениям шкалы устройства защиты ФУЗ-М

| Типоразмер устройства | Диапазон рабочего тока, А | Номинальный ток электродвигателя, А | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|-------|--|
| | | Деление шкалы переменного резистора RP1 | | | | | | | | | |
| | | -0,35 | -0,3 | -0,2 | -0,1 | 0 | +0,1 | +0,2 | +0,3 | +0,35 | |
| ФУЗ-М1 | 1...2 | 0,98 | 1,05 | 1,2 | 1,35 | 1,5 | 1,65 | 1,8 | 1,95 | 2,02 | |
| ФУЗ-М2 | 2...4 | 1,95 | 2,1 | 2,4 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 3,9 | 4,05 | |
| ФУЗ-М3 | 4...8 | 3,9 | 4,2 | 4,0 | 5,4 | 6,0 | 6,6 | 7,2 | 7,8 | 8,1 | |
| ФУЗ-М4 | 8...16 | 7,8 | 6,4 | 9,6 | 10,8 | 12,0 | 13,2 | 14,4 | 15,6 | 16,2 | |
| ФУЗ-М5 | 16...32 | 15,6 | 16,8 | 19,2 | 21,6 | 24,0 | 26,4 | 28,8 | 31,2 | 32,4 | |

Устройство ФУЗ-М1 можно установить в любом месте разрыва цепи питания электродвигателя, но предпочтительно непосредственно у магнитного пускателя (рис. 4).

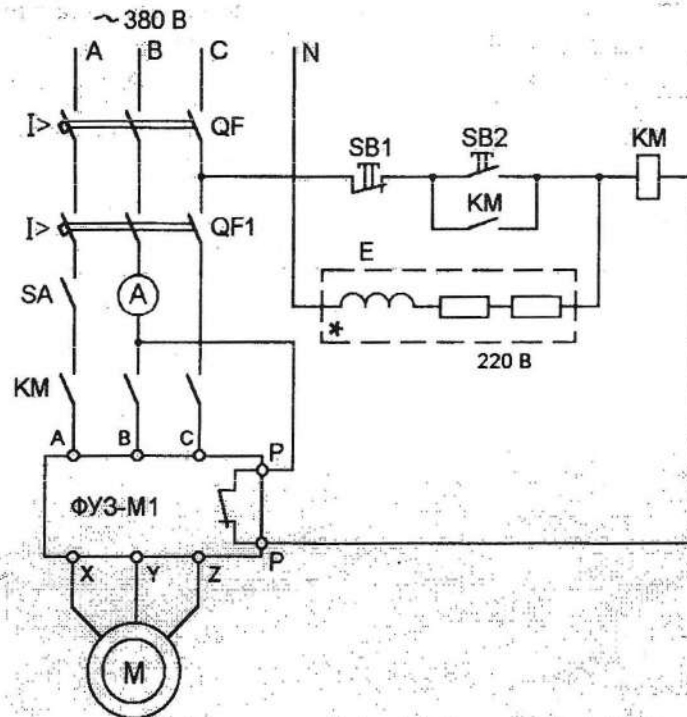


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема испытания защиты ФУЗ-М1.

4. УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ПРИ ИСЧЕЗНОВЕНИИ ОДНОЙ ИЗ ФАЗ

Достаточно простой и наиболее совершенной схемой защиты электродвигателей от обрыва фаз является схема соединения трех одинаковых конденсаторов искусственной звездой (рис. 5). Данная схема применима при соединении статорных обмоток по звезде (с нейтральным проводом и без него) и треугольнику. Между точками нейтрали искусственной звезды, образованной конденсаторами $C1...C3$ (емкостью $1...4$ мкФ на рабочее напряжение не менее 400 В), и нулевым проводом включено реле напряжения KV . При обрыве любой фазы между нейтралью искусственной звезды и нулевым проводом появляется напряжение, которое запитывает катушку реле KV . В результате контакт реле KV разрывает цепь управления магнитным пускателем KM и двигатель отключается от сети.

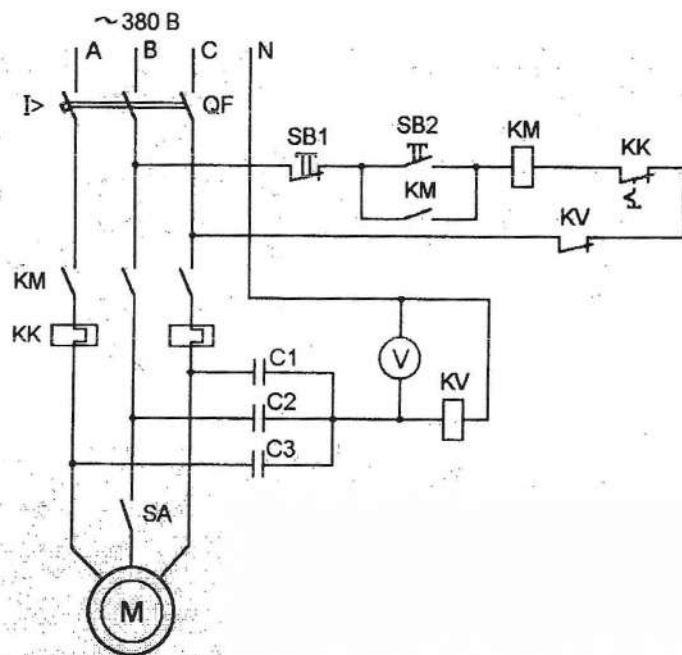


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема испытания защиты электродвигателя от исчезновения одной из фаз.

Основной недостаток рассматриваемого способа защиты заключается в том, что провода для соединения конденсаторов искусственной звездой следует размещать как возможно ближе к клеммной коробке электродвигателя. Кроме того, схема может дать ложные срабатывания при значительной асимметрии в трехфазной электрической сети. Поэтому предъявляются жесткие требования к выбору реле KV , которое должно надежно отключать электродвигатель при обрыве фазы и не срабатывать при безопасных значениях асимметрии фазных напряжений.

5. ЗАЩИТНО-ОТКЛЮЧАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ЗОУП-25У2

Защитно-отключающее устройство по току утечки ЗОУП-25У2 предназначено для защиты от поражения электрическим током при трехфазных несимметричных, двухфазных и однофазных замыканиях на землю. Одновременно устройство может быть использовано в качестве коммутационного аппарата в сети трехфазного переменного тока с глухозаземленной нейтралью. В то же время ЗОУП-25У2 не защищает при двухполюсном прикосновении к токоведущим частям электроустановок и от электрического потенциала, занесенного извне по нулевому проводу.

Конструктивно ЗОУП-25У2 состоит из магнитного пускателя типа ПМЕ-211, блока чувствительной защиты, кнопок управления «Пуск», «Стоп», «Контроль» и линзы сигнальной лампы, встроенных в оболочку пылебрызгонепроницаемого исполнения.

В блоке чувствительной защиты (рис. 6) объединены следующие узлы схемы: дифференциальный трансформатор тока нулевой последовательности ДТНП, стабилизированный источник питания и трехкаскадный частотно-избирательный транзисторный усилитель, на выходе которого включена катушка исполнительного реле KV .

Устройство работает следующим образом. При нажатии на кнопку $SB2$ «Пуск» одновременно с подачей питания на катушку магнитного пускателя KM через кнопки $SB1$, $SB2$ и нормально замкнутые контакты реле KV включается блок питания защитного устройства по цепи: фаза $L3$, кнопка $SB1$, блок-контакты KM , конденсатор $C3$, резистор $R10$, фаза $L2$. При этом загорается сигнальная лампа $HL1$, запитываемая от сети через балластный резистор $R11$. Часть напряжения через делитель $R10$ выпрямляется на диодном мосте $VD7...VD10$, сглаживается конденсатором $C2$ и поступает на стабилизатор напряжения, состоящий из транзистора $VT4$, резистора $R9$ и стабилитрона $VD6$.

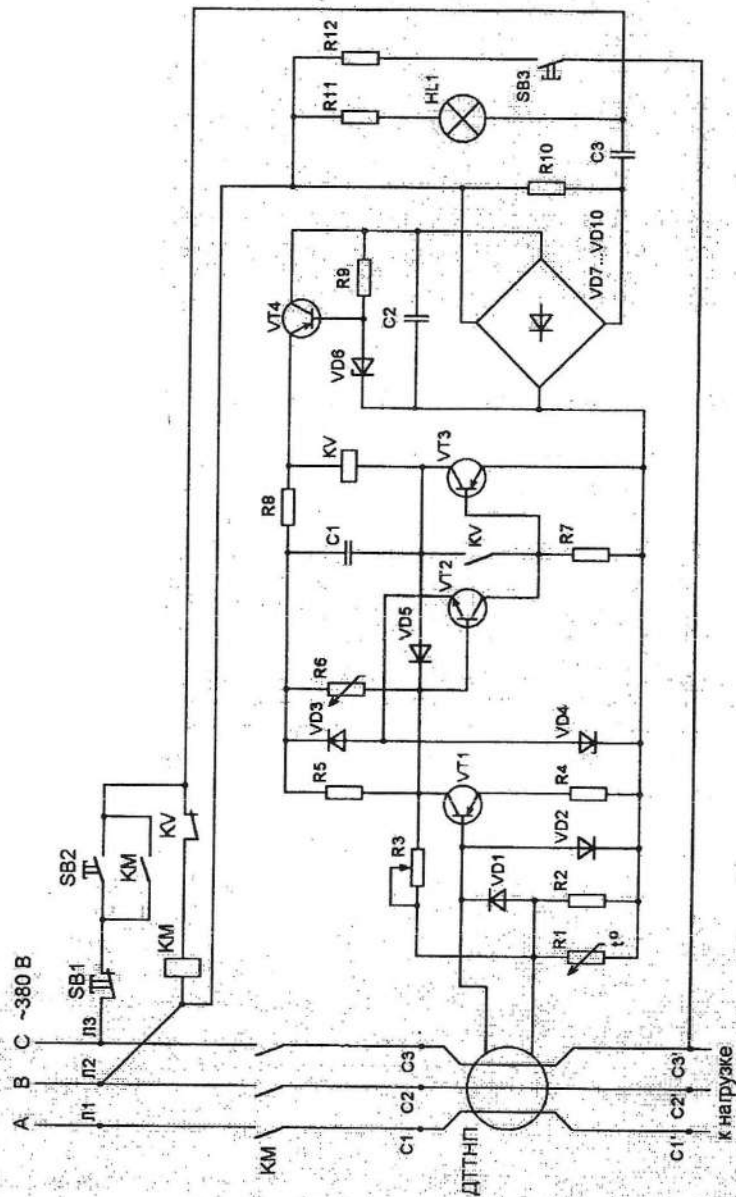


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема защиты ЗОУП-25У2.

Если в цепи нагрузки отсутствует утечка на землю или она меньше тока уставки, контакт реле KV (рис. 7) остается в отключенном положении и токоприемник через силовые контакты магнитного пускателя KM будет подключен к электрической сети.

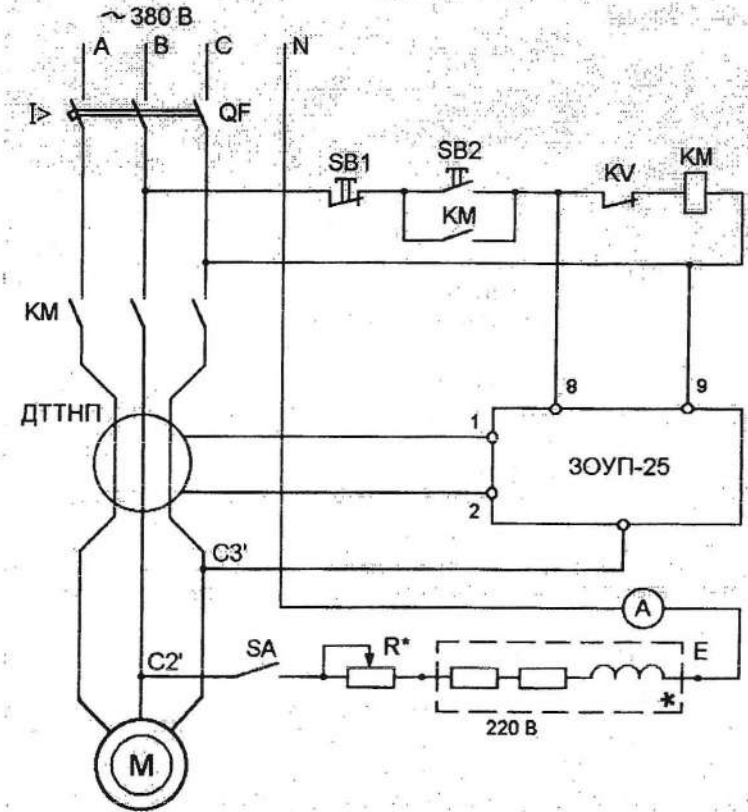


Рис. 7. Принципиальная электрическая схема испытания защиты ЗОУП-25У2.

При появлении в токоприемнике тока утечки, равного или большего по величине тока уставки, на вторичной обмотке ДТТНП появляется сигнал, поступающий на базу транзистора VT1. В отрицательный полупериод управляющего сигнала выделяющийся на коллекторе транзистора VT1 положительный сигнал открывает транзистор VT2, кото-

рый, в свою очередь, открывает транзистор VT3. Часть выделившегося на коллекторе транзистора VT3 переменного напряжения через диод VD5 подается на базу транзистора VT2 для подпитки, при этом ток коллекторной цепи транзистора VT2 резко возрастает, транзистор VT3 полностью открывается и узел, состоящий из транзисторов VT2 и VT3, переходит в режим, близкий к релейному. Реле KV срабатывает, самоблокируется замыкающими контактами KV и разрывает цепь питания катушки магнитного пускателя KM, в результате чего токоприемник отключается.

Резисторы R1, R2, R3 и R4 служат для установки режима усилителя по постоянному току. Изменяя сопротивление резистора R3, регулируют ток срабатывания защиты (ток уставки). Терморезисторы R1 и R6 стабилизируют ток покоя усилителя при изменении температуры. Резисторы R5, R6, R7 являются нагрузкой в коллекторных цепях транзисторов VT1, VT2. Диод VD1 выделяет отрицательную полуволну сигнала, диод VD2 ограничивает отрицательную полуволну сигнала со вторичной обмотки. Диод VD3 и стабилитрон VD4 служат для стабилизации напряжения первого каскада усилителя и напряжения на эмиттере транзистора VT2. Конденсатор C1 сглаживает броски напряжения при включении и отключении реле KV.

Кнопка SB3 «Контроль» и резистор R12 служат для проверки работоспособности устройства. При нажатии кнопки SB3 через цепь имитации протекает ток утечки, в 2 раза превышающий ток уставки, при этом включенное защитное устройство должно сработать, нагрузка отключиться, сигнальная лампочка HL1 должна погаснуть.

Устройство ЗОУП-25У2 устанавливают вертикально на ровной монтажной плоскости, не подверженной ударам, резким толчкам, сильной тряске, нагреву выше 40°C и воздействию атмосферных осадков. Перед пуском в эксплуатацию необходимо очистить рабочие поверхности магнитного пускателя и электромагнита от антикоррозионной смазки, убедиться в свободном перемещении всех подвижных частей магнитного пускателя, кнопок управления, правильности выполнения внешних электрических соединений.

Перед каждым пуском в работу необходимо выполнять проверку работоспособности устройства нажатием кнопки «Контроль», предварительно нажав при этом кнопку «Пуск». Уход за устройством осуществляется путем периодического осмотра подводящего кабеля, а также осмотра и очистки контактов магнитного пускателя и кнопок управления. Все осмотры должны выполняться при снятом напряжении.

6. ОБЪЕКТ И СРЕДСТВА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются устройства защиты УВТЗ-1, ФУЗ-М1, ЗОУП-25У2 и устройство защиты при исчезновении одной из фаз.

Основные параметры устройства встроенной температурной защиты УВТЗ-1 (УВТЗ-1М): напряжение питания – 220 ± 20 % с частотой 50 Гц; сопротивление срабатывания – 2100 ± 150 Ом, напряжение и предельный допустимый ток коммутируемой цепи – соответственно 380 В и 3 А.

Основные параметры устройства защиты ФУЗ-М1: диапазон рабочего тока – 1...2 А; ток срабатывания при обрыве фазы – не более 1,25 А; время срабатывания: при обрыве фазы – не более 1 с, при перегрузке $1,5I_H$ – 20...50 с, при перегрузке $4I_H$ – 8...12 с, при перегрузке $7,5I_H$ – 6...10 с, рабочее напряжение – 380 В, потребляемая мощность – 12 Вт.

Основные параметры защиты при исчезновении одной из фаз: напряжение питания – 220/380 В, частота переменного тока – 50 Гц; реле напряжения типа РПУ-2 на напряжение 24 В; емкость конденсаторов – 1 мкФ.

Основные параметры защитно-отключающего устройства ЗОУП-25У2: отключаемый ток утечки – 10 ± 2 мА; время срабатывания – не более 50 мс; номинальные значения напряжения и тока – 380 В и 25 А; допустимый интервал рабочего напряжения – $(0,85...1,1) U_H$; номинальный ток контактов управления – 6 А; допустимая частота включения при ПВ = 40% – до 150 в час; потребляемая мощность – не более 30 ВА; коммутационная износостойкость – $1,6 \cdot 10^4$ циклов; интервал допустимой температуры окружающей среды – $-50...+40$ °С, относительная влажность воздуха – до 90%; сигнализация о срабатывании защиты – световая.

Средствами исследования устройства УВТЗ-1 служат: трехфазный асинхронный электродвигатель М типа АМЛ11/4 с номинальными параметрами: мощность $P_H = 60$ Вт, напряжение – 220/380 В, сила тока – 0,42/0,24 А, частота вращения $n_H = 1400$ об/мин; магнитный пускатель KM типа ПМЛ-1100М4Б; тепловое реле КК типа РТЛ-1014; автоматический выключатель QF1 типа MSm-600/16; тормозное устройство механического типа.

Средствами исследования фазочувствительного устройства ФУЗ-М1 служат: трехфазный асинхронный электродвигатель М типа А02-12-4 с номинальными параметрами: мощность $P_H = 0,8$ кВт, напряжение – 220/380 В, сила тока – 3,6/2,1 А, частота вращения $n_H = 1450$ об/мин;

магнитный пускатель КМ типа ПМЕ-111; электросекундомер Е типа ПВ-35Л; амперметр А с пределом измерения 5А; установочный выключатель SA.

Средствами исследования устройства защиты при исчезновении одной из фаз служат: трехфазный асинхронный электродвигатель М типа А02-12-4 с номинальными параметрами: мощность – 0,8 кВт, напряжение – 220/380 В, сила тока – 3,6/2,1 А, частота вращения $n_n = 1450$ об/мин; магнитный пускатель КМ типа ПМЕ-111; кнопочная станция управления типа Ас11; тепловое реле ТРН-10; вольтметр V с пределом измерения 600 В; установочный выключатель SA.

Средствами исследования устройства защиты по току утечки ЗОУП-25У2 служат: трехфазный асинхронный электродвигатель М типа А02-12-4 с номинальными параметрами: мощность – 0,8 кВт, напряжение – 220/380 В, сила тока – 3,6/2,1 А, частота вращения $n_n = 1450$ об/мин; электросекундомер Е типа ПВ-35А; тумблер ТВ2-1; амперметр А с пределом измерения 50 мА.

7. РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЕГО ВЫПОЛНЕНИЮ

1. Записать паспортные данные устройств защиты, средств исследования и проанализировать их.
2. Начертить принципиальные электрические схемы лабораторных установок по испытанию защитных устройств УВТЗ-1 (рис. 2), ФУЗ-М1 (рис. 4), защиты при исчезновении одной из фаз (рис. 5) и по току утечки ЗОУП-25У2 (рис. 7).
3. Собрать электрическую цепь для испытания устройств УВТЗ-1 и ФУЗ-М1 с помощью монтажных проводов и подсоединить ее к силовому настенному щитку с линейным напряжением $U_{л} = 380$ В. Получив разрешение преподавателя, включить установку в сеть с помощью автоматического выключателя QF.
4. Испытать устройство встроенной температурной защиты УВТЗ-1 (рис. 1), для чего включить электродвигатель М, заклинить его ротор с помощью механического тормозного устройства и записать время до момента срабатывания защиты и отключения двигателя.
5. Включить в сеть установку по испытанию ФУЗ-М1 с помощью автоматического выключателя QF1 и кнопки SB2. С помощью выключателя SA выполнить обрыв одной из фаз электродвигателя М, записать ток I и время срабатывания защитного устройства.

6. Собрать электрическую цепь для испытания защиты при исчезновении одной из фаз с помощью монтажных проводов и подсоединить ее к силовому настенному щитку с напряжением $U_{л} = 380$ В. Получив разрешение преподавателя, включить ее в сеть. С помощью выключателя SA выполнить обрыв одной из фаз и записать напряжение U срабатывания защиты.

7. Собрать электрическую цепь для испытания устройства защиты ЗОУП-25У2 с помощью монтажных проводов и подсоединить ее к силовому настенному щитку с напряжением $U_{л} = 380$ В. Получив разрешение преподавателя, включить ее в сеть. Создать ток утечки на землю выключателем SA, записать ток I и время срабатывания устройства защиты.

8. Проанализировать результаты испытания защитных устройств.

При работе с электроустановкой необходимо соблюдать правила техники безопасности и эксплуатации электроустановок потребителей. При измерениях следует следить за показаниями приборов и не перегружать их.

Контрольные вопросы

1. Объясните назначение и принцип действия устройства защиты УВТЗ-1.
2. Объясните преимущества температурной защиты по сравнению с тепловой, укажите область ее рационального применения.
3. Объясните назначение и принцип действия устройства защиты ФУЗ-М.
4. Что означают пределы номинальных токов устройства защиты ФУЗ-М?
5. Объясните назначение и принцип действия устройства защиты при исчезновении одной из фаз.
6. Поясните различие между током утечки и током нулевой последовательности.
7. Объясните назначение и принцип действия устройства защиты ЗОУП-25У2.
8. По каким параметрам и как производится защитное отключение?
9. Как проверить исправность защитных устройств УВТЗ-1, ФУЗ-М1 и ЗОУП-25У2?

ЛИТЕРАТУРА

1. Варварин В. К., Кейлер В. Я., Панов П. А. Наладка электрооборудования. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 351 с.
2. Грундулис А. О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1988. – 111 с.
3. Кунин Р. З., Прудников Н. И. Защитное отключение электроустановок. – Л.: Колос, 1984. – 63 с.
4. Мазука А. П., Куракин А. С., Пыльников В. В. Защита транспортеров и электродвигателей погружных насосов. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 41 с.
5. Соркин Ю. И. Электрооборудование животноводческих ферм и комплексов: Справочник. – Мн.: Ураджай, 1988. – 247 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Цель и порядок выполнения работы | 3 |
| 2. Устройство встроенной температурной защиты УВТЗ-1 | 3 |
| 3. Фазочувствительное устройство защиты ФУЗ-М 1 | 6 |
| 4. Устройство защиты при исчезновении одной из фаз | 10 |
| 5. Защитно-отключающее устройство ЗОУП-25У2 | 11 |
| 6. Объект и средства исследования | 15 |
| 7. Рабочее задание и методические указания по его выполнению | 16 |
| Литература | 18 |