

ЗАО "НОЦ "ЭСТРА"

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор ЗАО "Научно-
образовательный центр "ЭСТРА"

_____/Ерушин В.П./

"__" ____ 2002 г.

УСТРОЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ И ДИАГНОСТИКИ
состояния асинхронных электродвигателей с рабочим
напряжением питания 0,4 кВ промышленной частоты

МКЗид-0,4-7

Руководство по эксплуатации

3.630.007РЭ

Новосибирск 2002 г.

Введение

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с техническими данными, конструкцией, устройством и работой, а также для руководства при техническом обслуживании, выполнении текущего ремонта микроконтроллерного устройства защиты и диагностики электродвигателей 0,4 кВ (МКЗид-0,4-7).

К обслуживанию устройства допускаются лица, имеющие соответствующую группу допуска не ниже III для работы в электроустановках до 1000 В, и подготовку в области промышленной электроники и микропроцессорной техники.

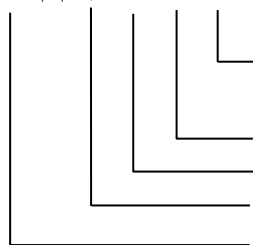
РЭ распространяется на все модификации МКЗид-0,4-7.

1. Описание и работа МКЗид-0,4-7.

1.1 Назначение МКЗид-0,4-7.

Микроконтроллерное устройство защиты и диагностики электродвигателей 0,4 кВ имеет условное обозначение:

МКЗид-0,4-7-XX-X



Группы мощностей электродвигателей:

I до 30 кВт включительно, II более 30 кВт

Реверсивный РП или нереверсивный привод НП.

Вариант проработки устройства.

Номинальное напряжение двигателя

Сокращенное название (микроконтроллерное устройство защиты и диагностики электродвигателей).

Устройство предназначено для:

- 1) отключения электродвигателей от питающей сети при:
 - коротких замыканиях в обмотке статора электродвигателя, его вводных устройствах или в питающем кабеле;
 - перегрузках и заклинивании ротора;
 - недопустимой асимметрии фазных токов, обусловленных асимметрией питающего напряжения или витковыми замыканиями в обмотках статора;
 - резких изменениях нагрузки, нехарактерных для технологического процесса;
- 2) косвенной диагностики теплового состояния электродвигателей в процессе перегрузки и после ее завершения;
- 3) обеспечения контроля условий пуска и сигнализации при отклонении этих условий от нормальных;
- 4) предупреждения возможности повторных пусков электродвигателей, при которых неизбежно срабатывание защиты от перегрузки;
- 5) контроля уровня изоляции обмотки статора относительно корпуса отключенного электродвигателя и предупреждения возможности его включения при снижении этого уровня ниже допустимого значения;
- 6) обеспечения возможности дистанционного управления реверсивным и нереверсивным приводом двигателя;
- 7) передачи контролируемых параметров и логических сигналов по последовательному каналу связи (интерфейс RS485).

Устройство применяется для диагностических оценок работы асинхронных электродвигателей, их защиты, а также в составе системы сбора данных (при наличии информационной компьютерной сети).

Устройство относится к приборам ГСП по ГОСТ 12997-84.

По эксплуатационной законченности устройство относится к изделиям третьего порядка по ГОСТ 12997-84.

Устройства по исполнению устойчивы и прочны к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха в диапазонах требований группы исполнения Р1, к воздействию синусоидальных вибраций высокой частоты (с частотой перехода от 57 до 62 Гц) с параметрами группы исполнения N 2 по ГОСТ 12997-84 (см. п.п. 1.2.5-1.2.7 и п. 1.2.13).

Устройство является восстанавливаемым, ремонтируемым.

Устройство МКЗиД-0,4-7 выпускается двух модификаций:

- устройство МКЗиД-0,4-7-РП с возможностью дистанционного управления реверсивным приводом;
- устройство МКЗиД-0,4-7-НП с возможностью дистанционного управления нереверсивным приводом.

Пример записи обозначения изделия при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

"Устройство МКЗиД-0,4-7-РП-I. ТУ 3430-001-11861308-02";

"Устройство МКЗиД-0,4-7-НП-II. ТУ 3430-001-11861308-02".

Общий вид, габаритные и установочные размеры электронного блока МКЗиД-0,4-7 приведены на рис. 1. Габаритные размеры датчиков тока I-ой группы приведены на рис. 2, II-й – на рис. 3

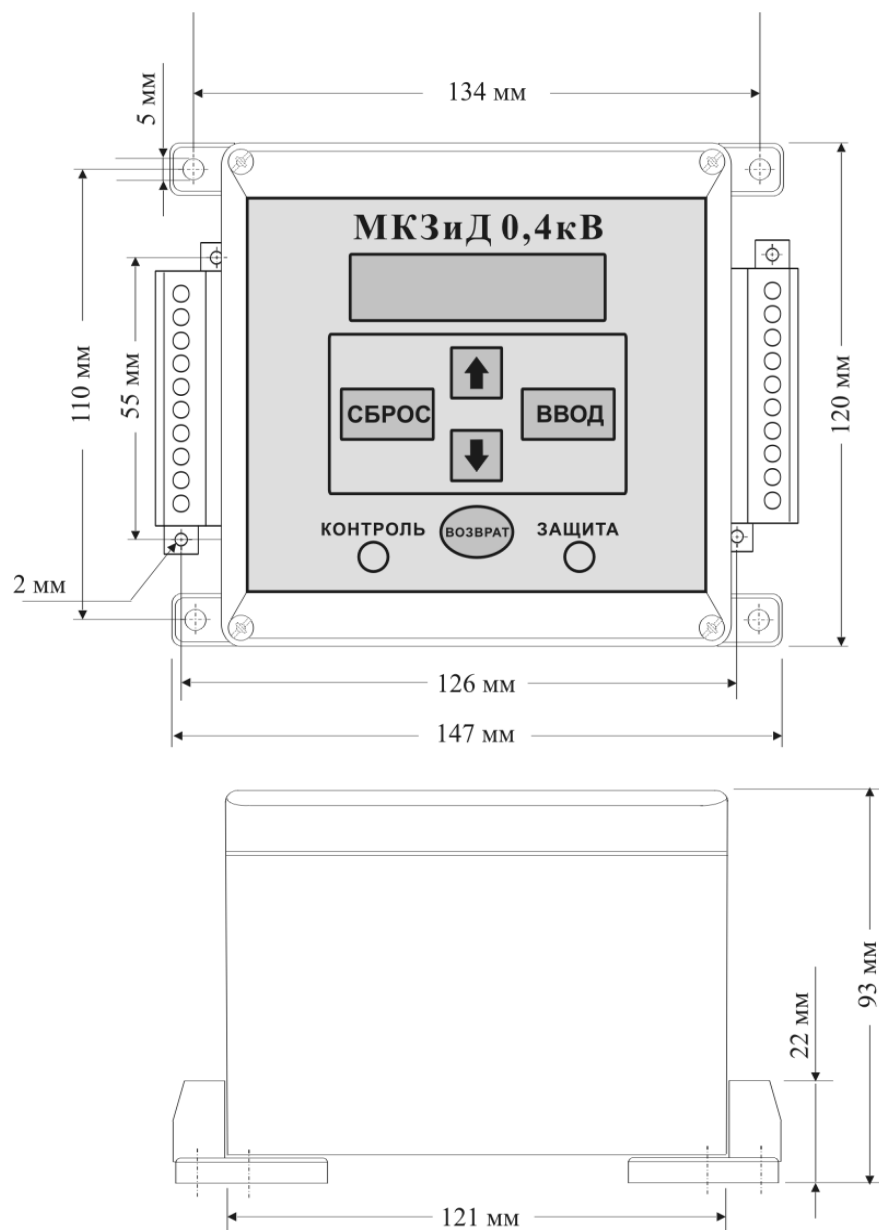


Рисунок 1. Габаритные и установочные размеры электронного блока МКЗиД-0,4-7

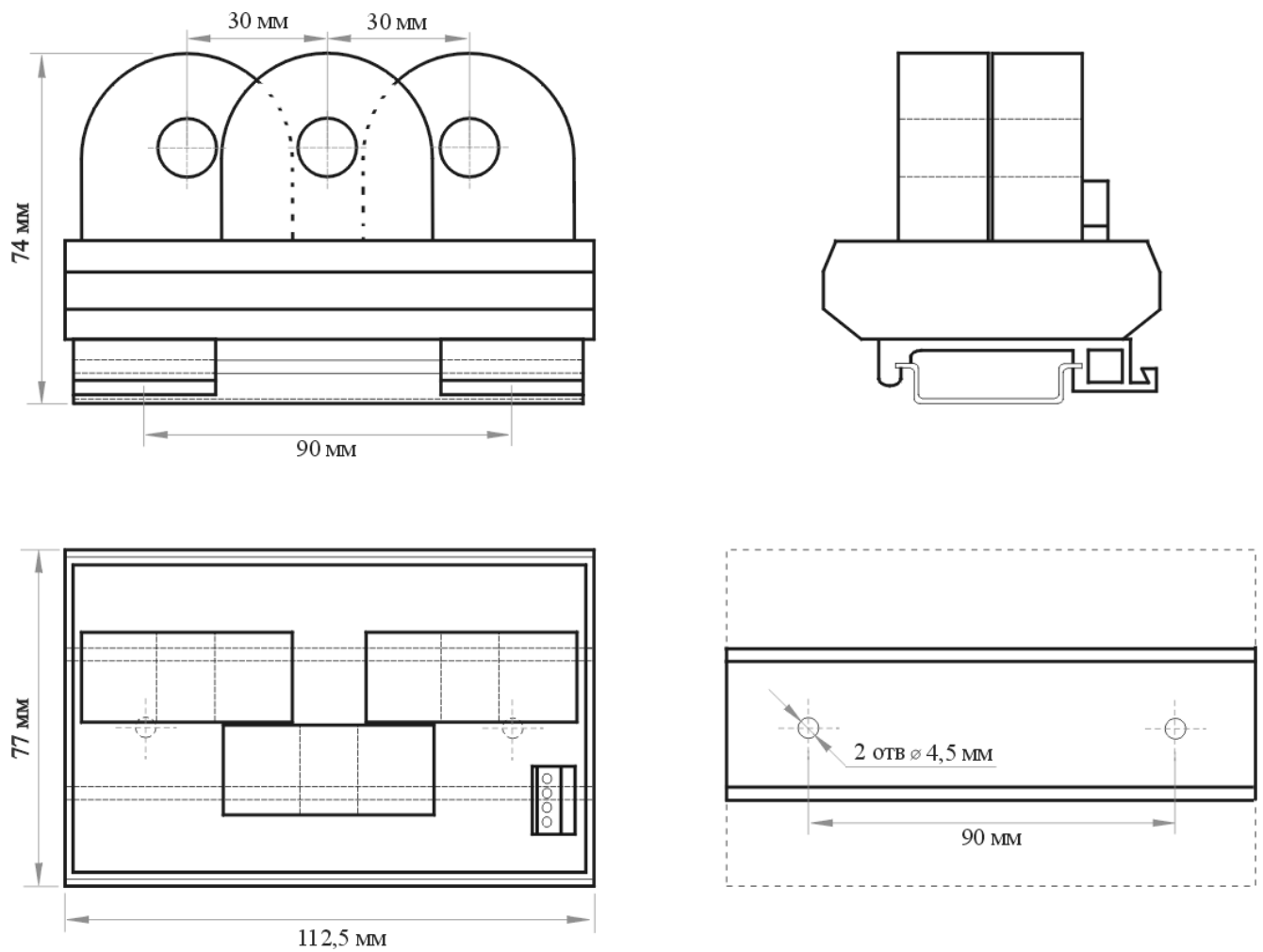


Рисунок 2. Габаритные размеры датчиков тока I-ой группы.

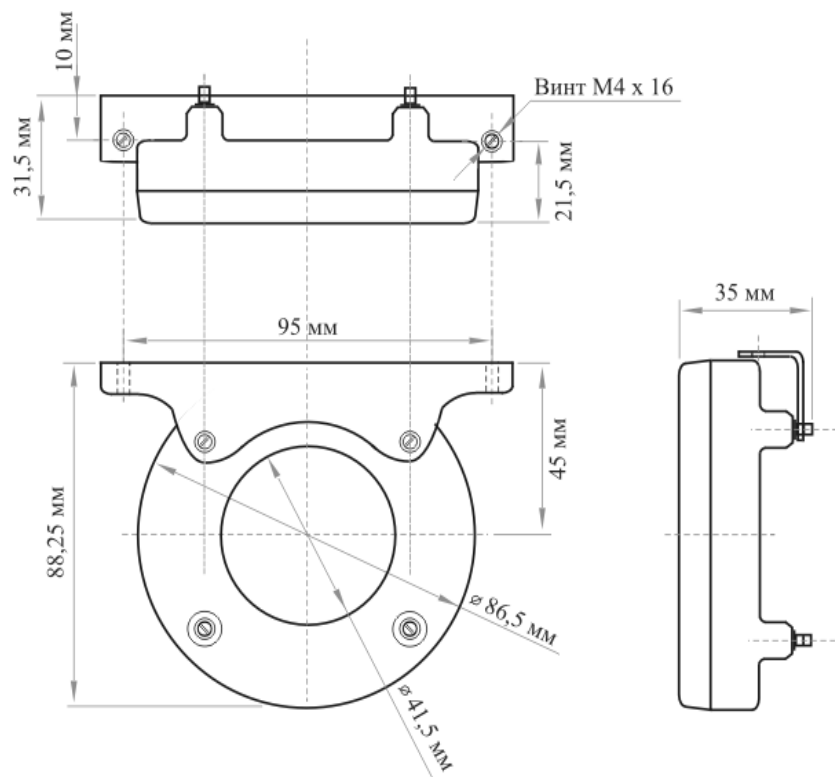


Рисунок 3. Габаритные размеры датчиков тока II-ой группы.

Конструкция электронного блока предусматривает переднее присоединение, крепление осуществляется с помощью четырех винтов и специальных крепежных уголков. Место установки электронного блока желательно выбрать таким образом, чтобы протяженность коммуникационных связей между ним и датчиками тока была минимальной.

Для сокращения количества жил в кабеле связи электронного блока с датчиками тока можно объединять общие точки датчиков в месте их установки. Для исключения влияния электромагнитных полей прокладку кабеля не следует выполнять в общем жгуте с силовыми цепями. Расположение жилы кабеля по центру окна сердечника необязательно.

Максимальное удаление электронного блока от датчиков тока не должно превышать 30 метров. Токовые цепи желательно выполнять экранированным кабелем сечением проводников не менее 0,3 мм².

Датчики устанавливаются на кабельном вводе в месте подключения к магнитному пускателю.

1.2 Технические характеристики.

1.2.1 Время установления рабочего режима устройства после включения не более 1 мин.

1.2.2 Время установления показаний на жидкокристаллическом индикаторе при изменении информативных параметров не более 0,5 с.

1.2.3 Продолжительность непрерывной работы устройства - неограниченно.

1.2.4 Устройство обеспечивает:

- защиту от симметричной перегрузки электродвигателя;
- защиту от несимметрии фазных токов и витковых замыканий в обмотке статора электродвигателя;
- защиту от недопустимой пульсирующей нагрузки;
- защиту от междуфазных коротких замыканий ("токовая отсечка");
- диагностику тяжелого пуска;
- диагностику изоляции обмотки статора;
- возможность дистанционного управления реверсивным и нереверсивным приводом двигателя;
- передачу контролируемых параметров и логических сигналов по последовательному каналу связи (интерфейс RS485).

1.2.5 Сопротивление изоляции всех электрически не связанных цепей относительно корпуса и между собой - не менее 20 МОм в нормальных условиях применения и 5 МОм при температуре 40 °С.

1.2.6 Изоляция всех электрически не связанных цепей относительно корпуса и между собой выдерживает в течение 1 мин действие переменного испытательного напряжения 1,5 кВ±5 % синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц.

1.2.7 Питание изделия осуществляется от сети переменного тока напряжением (220⁺²²₋₃₃) В частотой 50±1 Гц.

1.2.8 Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха, °С 20±5;
- относительная влажность воздуха, % 50 - 80;
- атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст) 84 - 106 (630 - 795).

1.2.9 Условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, °С 0 - 40;
- верхнее значение относительной влажности при температуре 30 °С, % 95;
- атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст) 84 - 106,7 (630 - 800).

1.2.10 Механические воздействия:

- вибрация с частотой, Гц 10 - 55;
- смещение частоты, мм 0,35.

1.2.11 Мощность, потребляемая изделием, не превышает 7,5 Вт.

1.2.12 Масса изделия не превышает (без трансформаторов тока) 1 кг.

1.2.13 Габаритные размеры не более:

- устройство МКЗИД 150x150x95 мм;
- трансформатор тока I габарита 112,5x74x77 мм;
- трансформатор тока II габарита 105x89x32 мм;

1.2.14 Степень защиты по ГОСТ 14255-96 не ниже – IP40, для выводов – IP00.

1.2.15 Средняя наработка на отказ, установленная для рабочих условий эксплуатации устройства, не менее 12000 ч.

1.2.16 Средний срок службы устройства не менее 10 лет.

1.2.17 Среднее время восстановления работоспособности устройства после ремонта не более 8 ч.

1.2.18 Входные аналоговые сигналы:

- Число входов по фазным токам 3;
- Диапазон измерения токов в фазах, о.е. $(0,2 \div 16)I_{ном}$;
- Термическая стойкость токовых цепей, А не менее:
длительно $3I_{ном}$
в течение 1 с $40I_{ном}$.

1.2.19 Входные дискретные сигналы:

- Количество 1;
- Тип "потенциальный вход";
- Напряжение надежного срабатывания, В $180 \div 220$;
- Напряжение надежного несрабатывания, В $0 \div 130$;
- Длительность сигнала, мс, не менее 20.

1.2.20 Выходные дискретные сигналы:

- Количество 2;
- Тип переключающий контакт;
- Коммутируемое напряжение переменного тока, В, не более 380;
- Коммутируемый ток замыкания/ размыкания, А, не более 5.

1.2.21 Коммутационная способность контактов реле защиты в цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени, не превышающей $5 \cdot 10^{-3}$ с, при напряжении до 250 В составляет 0,12 А.

1.3 Технические характеристики защит.

1.3.1 Технические характеристики системы контроля изоляции.

- диапазон измерения сопротивления изоляции - 100 кОм-60 МОм;
- относительная погрешность измерения сопротивления изоляции в диапазоне 400 кОм - 10 МОм не более 10 %;
- погрешность измерения не зависит от колебаний питающего напряжения (в диапазоне $+10\%$, -15% от $U_{ном}$);
- действует на сигнал либо блокирует включение электродвигателя при снижении величины сопротивления изоляции ниже заданной уставки;
- контроль изоляции производится автоматически с момента отключения электродвигателя, при этом к его статорной обмотке прикладывается относительно земли постоянное напряжение 310 В, максимально возможный ток от устройства контроля изоляции не превышает 1 мА;
- при включении ЭД контроль изоляции прекращается.

1.3.2 Защита от симметричной перегрузки:

- имеет интегрально-зависимую характеристику срабатывания, максимально приближенную к перегрузочной характеристике электродвигателя;

- имитирует охлаждение электродвигателя после устранения перегрузки с постоянной времени, соответствующей постоянной времени охлаждения работающего электродвигателя, а после отключения электродвигателя вследствие перегрузки - с постоянной времени остановленного электродвигателя;
- при повторных пусках и периодических перегрузках учитывает накопленный ранее тепловой импульс;
- имеет возможность программного изменения характеристики срабатывания в зависимости от параметров электродвигателя, постоянной времени охлаждения;
- осуществляет диагностику агрегата "электродвигатель-механизм" при очередном пуске путем сравнения приращения теплового импульса за время пуска с контрольным значением;
- запрещает пуск электродвигателя при остаточном тепловом импульсе, превышающем контрольное значение.

Характеристики срабатывания для различных значений коэффициента интегрирования при условии пуска из холодного состояния приведены на рис. 4.

Постоянная времени охлаждения остановленного двигателя – 20 минут.

Постоянная времени охлаждения работающего двигателя – 10 минут.

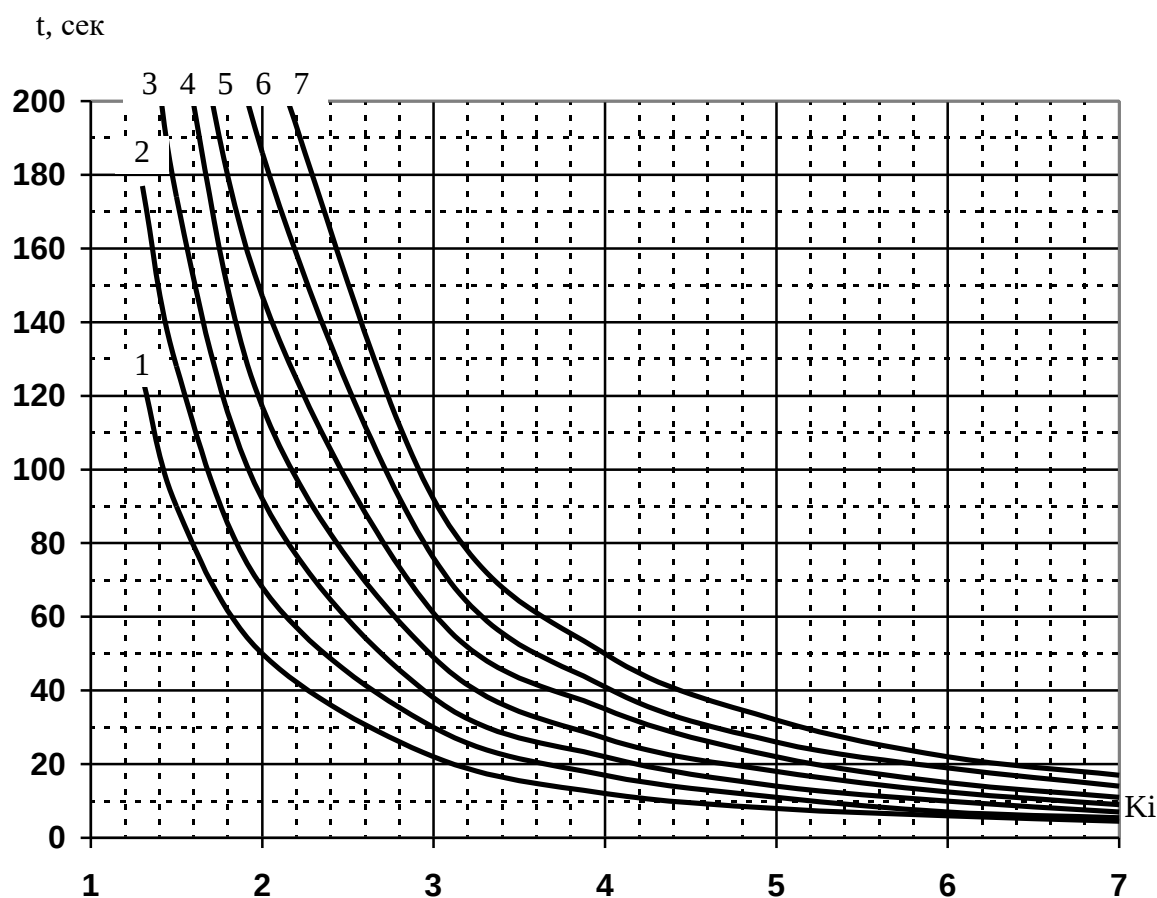


Рисунок 4. Характеристики срабатывания защиты от симметричной перегрузки при различных коэффициентах интегрирования:

1 – $K_{и}=120$; 2 – $K_{и}=140$; 3 – $K_{и}=160$; 4 – $K_{и}=180$; 5 – $K_{и}=200$; 6 – $K_{и}=220$; 7 – $K_{и}=240$.

Кроме этого имеется возможность:

- задания независимой от тока характеристики срабатывания;
- задания двух интегрально-зависимых характеристик с различными коэффициентами интегрирования – для пускового режима и для режима перегрузки после окончания пуска.

1.3.3 Защита от несимметрии фазных токов и витковых замыканий:

- действует по единому алгоритму, не идентифицируя отдельно режим виткового замыкания и режим несимметричной перегрузки;
- имеет ток срабатывания, отстроенный от допустимого для электродвигателя уровня несимметрии в длительном режиме работы;
- имеет выдержку времени, отстроенную от максимальной выдержки времени защит от межфазных коротких замыканий прилегающей сети.

1.3.4 Защита от повышенной пульсирующей нагрузки предназначена для предупреждения разрушения агрегата "электродвигатель-механизм" при возникновении устойчивого пульсирующего момента на валу электродвигателя, величина которого существенно превышает допустимое для рабочего механизма значение;

- выявляет периодически действующий с частотой вращения агрегата (< 25 Гц) пульсирующий момент;
- действует с выдержкой времени на сигнал либо на отключение.

1.3.5 Защита от междупазных коротких замыканий (максимальная токовая защита без выдержки времени):

- отстраивается от пускового тока без учета апериодической составляющей, что позволяет повысить ее чувствительность к коротким замыканиям;
- действует без выдержки времени (минимальное время срабатывания 30 - 40 мс) либо с дополнительной регулируемой задержкой, задаваемой с панели уставок.

Для анализа причин срабатывания защиты в устройстве формируются четыре протокола срабатывания, в которых фиксируются все контролируемые защитой параметры в момент выдачи команды на отключение, вид сработавшей защиты, часы реального времени.

Локальные устройства системы защиты и диагностики могут объединяться в информационную сеть (интерфейс RS-485, протокол Modbus) путем параллельного подключения к "витой паре" общей протяженностью до 1500 метров.

При отсутствии (неисправности) информационной компьютерной сети устройство сохраняет свою работоспособность с заданными техническими характеристиками. Состояние основных функциональных узлов отображается в этом случае с помощью индикатора и светодиодов на лицевой панели устройства.

При снятии питания с устройства расчетные параметры текущего режима не сохраняются.

1.4 Комплект поставки:

- | | |
|--|-------|
| - электронный блок | 1 шт. |
| - блок датчиков тока (для двигателей мощностью ≤ 30 кВт) | 1 шт. |
| (для двигателей мощностью > 30 кВт) | 3 шт. |
| - блок нагрузочных резисторов (установлен внутри электронного блока) | 1 шт. |
| - руководство по эксплуатации | 1 шт. |
| - паспорт | 1 шт. |
| - программное обеспечение для управления и настройки блока с ПК. | |

1.5 Устройство и работа.

1.5.1 Функциональная схема.

Функциональная схема МКЗид-0,4-7 приведена на рис.5. В её состав входит блок контроля изоляции, блок обработки токовых сигналов, дискретный вход, микроконтроллерный

блок, интерфейс пользователя, блок выходных цепей сигнализации и отключения, блок связи, блок питания.

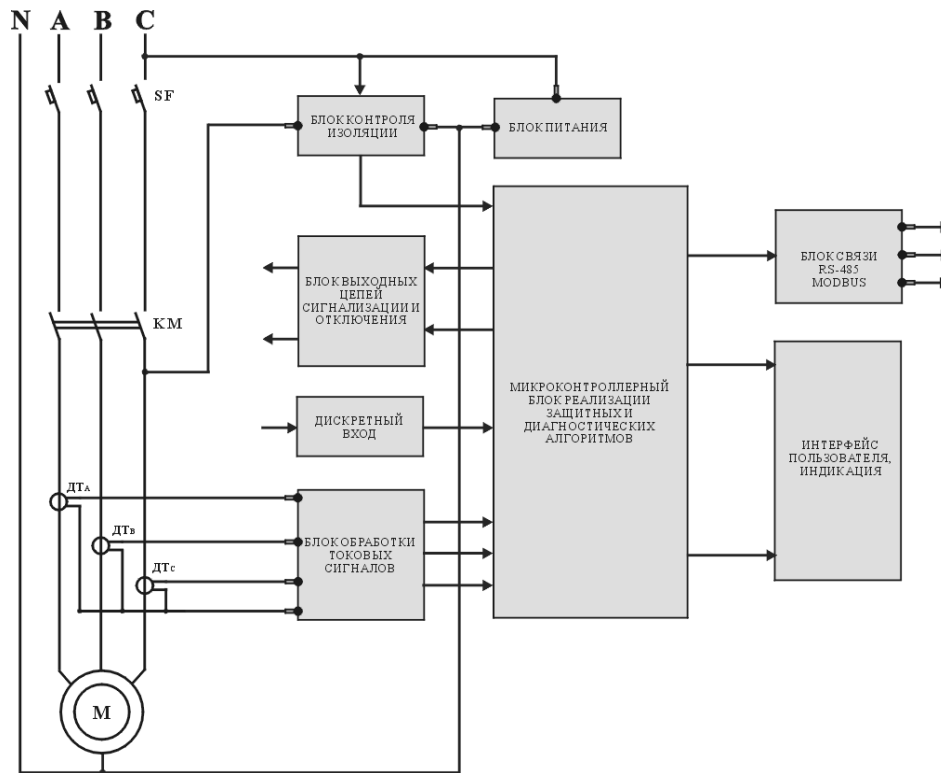


Рисунок 4. Функциональная схема МКЗид-0,4-7.

Блок контроля изоляции осуществляет преобразование величины тока утечки изоляции в импульсы, частота следования которых пропорциональна величине тока. Блок обработки токовых сигналов предназначен для усиления и нормирования токовых сигналов по величине. Дискретный вход является резервным входом, предназначенный для возможности выполнения различных блокировок в следующих модификациях устройства. Микроконтроллерный блок реализует защитные и диагностические алгоритмы и управляет работой устройства. Интерфейс пользователя состоит из органов управления и индикации и предназначен для задания режимов работы устройства и отображения различных параметров. Блок выходных цепей сигнализации и отключения предназначен для управления коммутационными аппаратами двигателя и цепей сигнализации. Блок связи предназначен для осуществления связи устройства с информационной сетью или компьютером типа "Notebook" при наладочных работах. Блок питания осуществляет питание устройства напряжением постоянного тока.

1.5.2 Основные режимы работы устройства.

При отключенном электродвигателе устройством осуществляется контроль уровня изоляции обмотки статора относительно корпуса. К статорной обмотке прикладывается постоянное напряжение 310 В. В случае снижения уровня изоляции ниже заданной уставки срабатывают блокирующее и сигнальное реле. Блокирующее реле своими размыкающими контактами запрещает включение электродвигателя. Сигнальное реле замыкает цепь сигнализации. При включении электродвигателя контроль изоляции прекращается.

В режиме пуска электродвигателя фазные токи многократно превышают номинальное значение, идет интенсивный нагрев обмотки, соответственно этому в микроконтроллере растет значение теплового импульса. При тяжелых условиях пуска тепловой импульс может превысить заданное контрольное значение, что вызовет срабатывание сигнального реле. Если сразу после успешного пуска в этих условиях двигатель будет отключен оперативным персоналом, вводится блокировка "Запрет включения". Блокировка снимается автоматически при снижении

теплого импульса ниже контрольного значения. При нормальных условиях пуска и правильно выставленных уставках ни одна защита не должна срабатывать.

В режиме нормальной работы электродвигателя устройство контролирует текущие параметры, которые при наличии информационной сети передаются на ПЭВМ дежурного инженера.

В аномальном режиме работы, при котором происходит срабатывание какой-либо из перечисленных выше защит, сработает выходное реле (если защита действует на отключение), которое становится на самоудерживание. Для приведения защиты в исходное состояние необходимо нажать кнопку "Возврат", расположенную на лицевой панели электронного блока.

1.5.3 Схема подключения МКЗиД-0,4-7.

Конструктивно устройство МКЗиД-0,4-7 состоит из электронного блока и трех датчиков тока.

Датчики тока осуществляют гальваническое разделение первичных и вторичных цепей и снижение уровня токов до величины, удобной для последующей обработки.

Датчики тока изготавливаются двух габаритных размеров: первый габарит для мощности присоединений до 30 кВт включительно и второй габарит – для мощности более 30 кВт.

Модуль нагрузочных резисторов закрепляется в разъем внутри электронного блока. Параметры резисторов модуля зависят от номинального тока электродвигателя.

Для подключения цепей внешней коммутации электронный блок имеет два разъема. Схема подключения для нереверсивного варианта приведена на рис.6, для реверсивного варианта - на рис.7. В таблицах 1 и 2 даны пояснения по позициям разъемов SX1 и SX2.

Схема подключения МКЗиД-0,4-7 в информационную сеть приведена на рисунке 8.

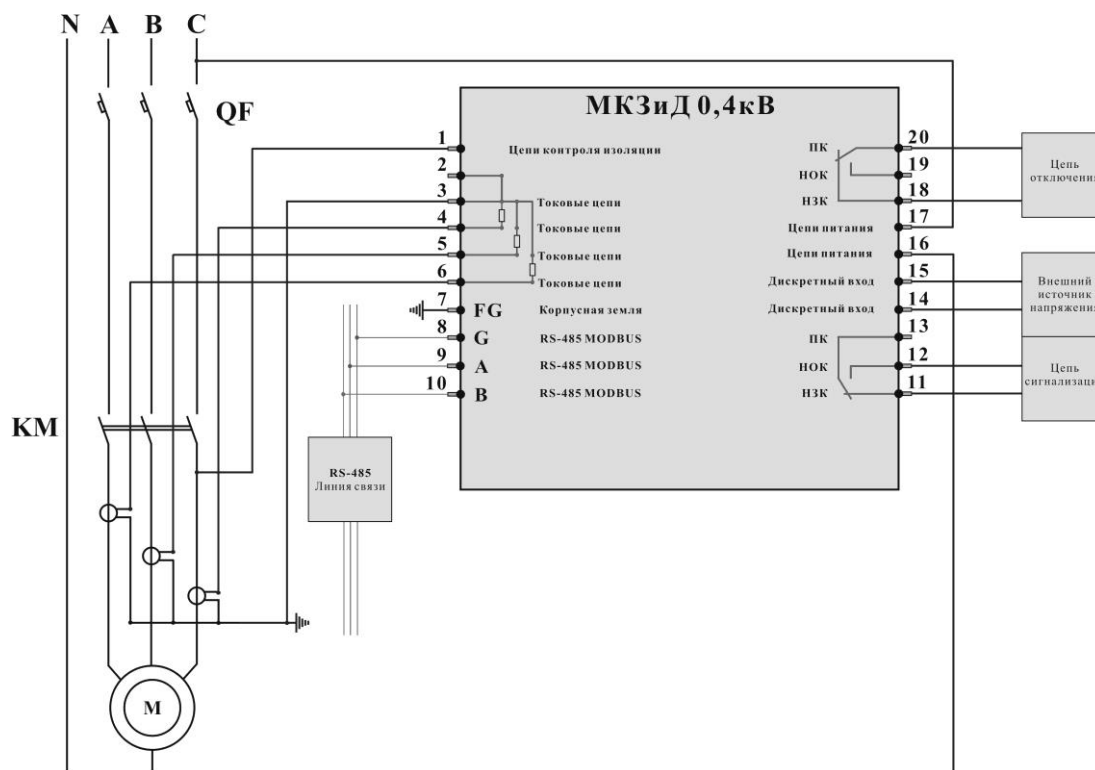


Рисунок 5. Схема подключения МКЗиД-0,4-7 (нереверсивный вариант).

Таблица 1. Описание позиций съемных разъемов (нереверсивный вариант).

№ Пози- ции	Условное обо- значение	Комментарии	
SX1			
1	Uобм	Выход устройства. Постоянное напряжение 310 В подается на обмотку ЭД (ту же фазу, от которой запитан блок).	
2	IN	Нейтраль группы трансформаторов тока	
3	IN		
4	IC	Ток фазы "С"	
5	IB	Ток фазы "В"	
6	IA	Ток фазы "А"	
7	FG	Защитное заземление (блок питания)	
8	G	Экран	Выход порта RS-485
9	A	Линия А	
10	B	Линия В	
SX2			
11	НЗК	Размыкающий контакт	Сигнальное реле
12	НОК	Замыкающий контакт	
13	ПК	Переключающий контакт	
14	In	Дискретный вход. Номинальное входное напряжение ~220 В.	
15	In		
16	Нейтраль	Питание устройства: ~220 В.	
17	Uп		
18	НЗК	Размыкающий контакт	Реле отключения
19	НОК	Замыкающий контакт	
20	ПК	Переключающий контакт	

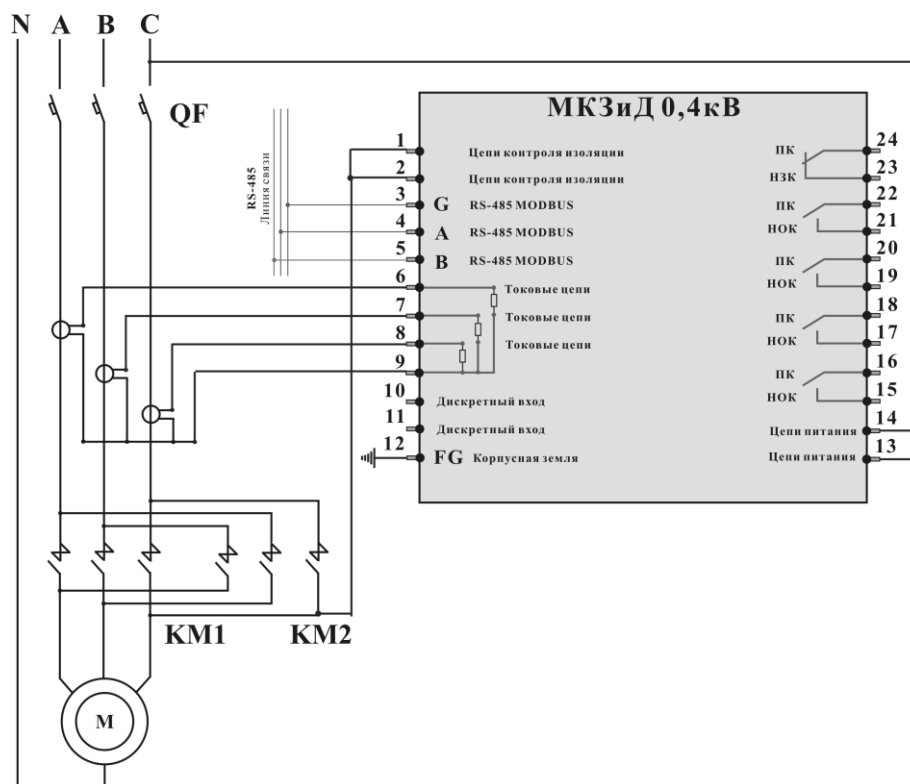


Рисунок 6. Схема подключения МКЗид-0,4-7 (реверсивный вариант).

Таблица 2. Описание позиций съемных разъемов (реверсивный вариант)

№ пози-ции	Условное обо-значение	Комментарии	
SX1			
1,2	Uобм	Выход устройства. Постоянное напряжение 310 В подается на обмотку ЭД (ту же фазу, от которой запитан блок).	
3	G	Экран	Выход порта RS-485
4	A	Линия А	
5	B	Линия В	
6	I _A	Ток фазы "А"	
7	I _B	Ток фазы "В"	
8	I _C	Ток фазы "С"	
9	I _N	Нейтраль группы трансформаторов тока	
10	I _n	Дискретный вход. Номинальное входное напряжение ~220 В	
11	I _n		
12	FG	Защитное заземление (блока питания)	
SX2			
13	Нейтраль	Питание устройства: ~220 В.	
14	U _п		
15	НОК	Замыкающий контакт	Реле управления-1
16			
17	НОК	Замыкающий контакт	Реле управления-2
18			
19	НОК	Замыкающий контакт	Сигнальное реле
20			
21	НОК	Замыкающий контакт	Реле отсечки
22			
23	НЗК	Размыкающий контакт	Реле защиты от пере-грузки
24			

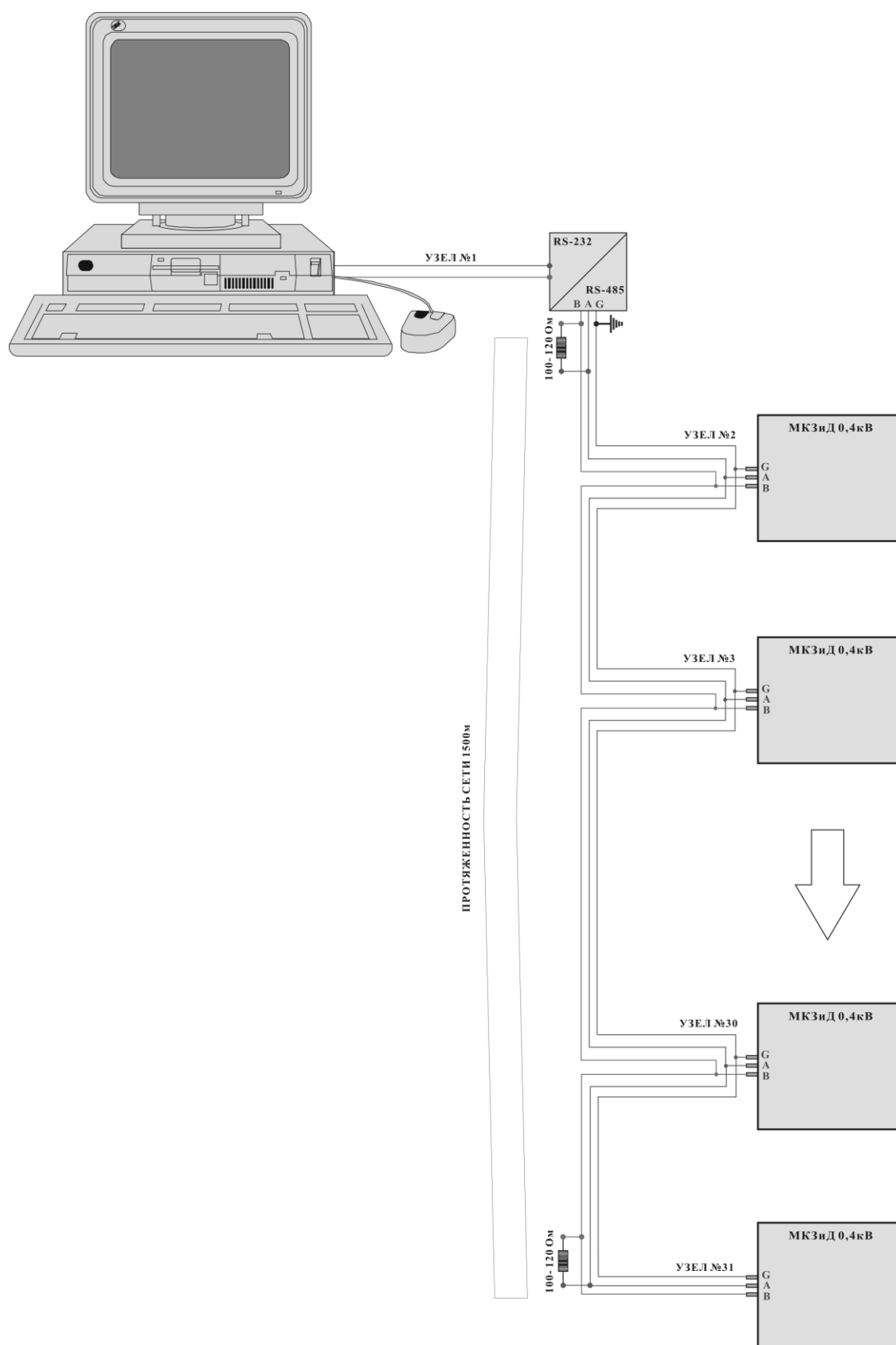


Рисунок 7. Схема подключения МК3иД-0,4-7 в информационную сеть.

1.6 Средства измерения, инструменты и принадлежности.

Для выполнения работ по техническому обслуживанию, периодического контроля и настройки при первом включении или после ремонта требуются следующие средства индикации, измерения и регулирования:

- 3-х фазный лабораторный автотрансформатор (АТ);
- три реостата на номинальный ток 5 – 10 А;
- четыре измерительных трансформатора тока с классом точности 0,5;
- четыре амперметра с пределом измерения 1-5А действующего значения тока и классом точности 1,0;
- токовые измерительные клещи;
- испытательное сопротивление $R_{исп} = 430 \text{ кОм}$;
- персональный компьютер;
- преобразователь интерфейса RS232/RS485.

1.7 Маркировка.

Маркировка изделия соответствует комплекту конструкторской документации изготовителя и ГОСТ 22261-94.

На передней панели изделия нанесены:

- наименование изделия;
- надписи, указывающие назначение органов управления и индикации;

На боковой стенке изделия нанесены:

- условное обозначение изделия;
- год выпуска;
- порядковый номер изделия.

Маркировка потребительской тары соответствует чертежам изготовителя и нанесена на ярлык, прикрепляемый к потребительской таре.

Маркировка потребительской тары содержит сведения:

- наименование предприятия - изготовителя;
- наименование и условное обозначение изделия;
- порядковый номер по системе предприятия - изготовителя;
- дата упаковки изделия;
- штамп и подпись ответственного за упаковку.

На транспортной таре находится ярлык с манипуляционными знаками "Осторожно хрупкое", "Боится сырости", "Верх не кантовать".

1.8 Упаковка.

Упаковка изделия, комплекта запасных частей, деталей и принадлежностей (ЗИП) эксплуатационной и товаросопроводительной документации производится в соответствии с документацией предприятия – изготовителя.

Изделие укладывается в потребительскую тару с вложенным в неё амортизатором из гофрированного картона (ГОСТ 7376-89).

Эксплуатационная документация в мешке из плёнки М уложена в потребительскую тару.

Все элементы, входящие в состав ЗИП, обернуты по отдельности в бумагу парафинированную БП - 4 -28 и помещены в мешок из плёнки М и уложены на дно потребительской тары.

Потребительская тара обклеена лентой клеевой В - 70.

В качестве транспортной тары применяется дощатый плотный ящик типа Ш-1. Ящик внутри выстлан пергамином кровельным. Пространство между стенками ящика и коробками с изделиями заполнено сухой древесной стружкой, толщина слоя стружки 40 мм.

В ящик вложен упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и условное обозначение;
- дата упаковки изделия;
- подпись ответственного за упаковку;
- штамп предприятия – изготовителя.

2. Использование по назначению.

2.1 Эксплуатационные ограничения.

В процессе эксплуатации МКЗиД-0,4-7 во избежание выхода из строя составных частей устройства недопустимо:

- размыкать токовые цепи датчиков тока при работающем электродвигателе;
- производить подключение программатора к порту RS485 при включенном питании;
- производить измерение сопротивления обмотки электродвигателя мегаомметром без отключения выхода устройства контроля изоляции электронного блока (контакт 1 разъема SX1 для нереверсивного варианта; контакт 1 и 2 разъема SX1 для реверсивного варианта);

2.2. Подготовка устройства к работе.

2.2.1. Общие указания и указания мер безопасности.

Все работы по монтажу, демонтажу и эксплуатации МКЗиД-0,4-7 должны выполняться в соответствии с действующими "Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок", а также действующими ведомственными инструкциями.

Заземление и защитные меры безопасности должны выполняться в соответствии с требованиями действующих "Правил устройства электроустановок".

Перед установкой устройства в эксплуатацию необходимо выполнить следующие работы:

- произвести расконсервацию устройства;
- произвести внешний осмотр;
- проверить сопротивление изоляции.

После выполнения электромонтажных работ по установке и подключению МКЗиД-0,4-7 необходимо:

- убедиться в отсутствии механических повреждений;
- проверить соответствие собранной схемы проектной и технической документации на устройство;
- проверить надежность затяжки клеммных соединений.

2.3. Управление МКЗиД-0,4-7 с клавиатуры блока.

Просмотр текущих параметров, протоколов срабатывания, задание уставок можно производить непосредственно на блоке, используя пульт управления, состоящий из 5 кнопок, двух светодиодов и одного жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) (две строки по 16 символов).

При подаче напряжения питания на БПС на ЖКИ выводится надпись:

	P	l	e	a	s	e		w	a	i	t	.	.	.	

и затем окно №1.

И	з	о	л		=		Т	а	р	и	р	о	в	к	а
Н	а	п	р	я	ж	е	н	и	е		=		х	х	х

В окне №1 после окончания тарифовки (примерно по истечении 1-й минуты) в первой строке будет отображаться значение сопротивления изоляции в кОм. Во второй строке – напряжение источника питания, В. После пуска двигателя в первой строке будет отображаться текущее значение тока двигателя в А (максимальное из трех фаз).

В этом режиме, кроме того, можно просмотреть токи в каждой фазе. Для этого необходимо нажать кнопку "Ввод", откроется окно:

					Ф	а	з	а		А									
		Т	о	к		=		х	х	х	х					%			

Кнопкой "↓" или "↑" можно перейти в следующие окна для просмотра тока фазы В и С.

2.3.1. Просмотр текущих параметров.

Просмотр осуществляется с помощью кнопок "↑", "↓". При нажатии кнопки происходит переход в следующее окно. При движении по стрелке "↓" последовательно будут открываться следующие окна:

№2

Н	е	с	и	м	м	е	т	р	и	я	=	х	х	х	%
	П	у	л	ь	с	а	ц	и	я		=	х	х	х	%

№3

Т	.	и	м	п	у	л	ь	с		=		х	х	х	%
П	.	и	м	п	у	л	ь	с		=		х	х	х	%

№4

І	.	п	у	с	к	а		=				х	х	х	%
Т	.	п	у	с	к	а		=		х	х	х	х	м	с

№5

Д	а	т	а	:						1	2	/	1	4	
В	р	е	м	я	:		0	9	.	2	8	.	1	2	

№6

	С	т	а	т	у	с		р	е	г	и	с	т	р	
	Н	а	ж	м	и	т	е		"	В	в	о	д	"	

№7

		П	р	о	т	о	к	о	л		№	1	.		
		Н	а	ж	м	и	т	е		"	В	в	о	д	"

№8

		П	р	о	т	о	к	о	л		№	2	.		
		Н	а	ж	м	и	т	е		"	В	в	о	д	"

№9

		П	р	о	т	о	к	о	л		№	3	.		
		Н	а	ж	м	и	т	е		"	В	в	о	д	"

№10

		П	р	о	т	о	к	о	л		№	4	.		
		Н	а	ж	м	и	т	е		"	В	в	о	д	"

№11

		З	а	д	а	н	и	е		у	с	т	а	в	о	к	.
		Н	а	ж	м	и	т	е		"	В	в	о	д	"		

В окне №2 в первой строке – уровень несимметрии фазных токов, в % и во второй строке – уровень пульсации тока, в %.

В окне №3 в первой строке – текущее значение теплового импульса в % и во второй строке – значение теплового импульса, накопленного за время последнего пуска двигателя.

В окне №4 в первой строке – максимальное значение пускового тока в % и во второй строке – продолжительность пуска, мс.

2.3.2. Просмотр протоколов срабатывания.

Последняя по времени запись хранится в протоколе №1. При очередном срабатывании защиты новый протокол будет отображаться в окне №1, а остальные - последовательно смещены. Для просмотра параметров протокола необходимо открыть номер окна, в котором располагается требуемый для просмотра протокол, нажать кнопку "Ввод".

При этом откроется первое окно:

П	-	1		Д	а	т	а	:	1	2	/	1	4		
В	р	е	м	я	:		1	0	.	5	7	.	4	1	.

В первой строке указывается, что это протокол №1, записанный 14-го декабря. Во второй - указано время записи: 10 час., 57 мин., 41 сек. Нажимая кнопку "↑", можно последовательно просмотреть все параметры, зафиксированные в протоколе:

П1.1

И	.	п	у	с	к	а		=		х	х	х	%		
Н	а	п	р	я	ж	е	н	и	е		=		х	х	х

П1.2

Т	.	и	м	п	у	л	ь	с		=		х	х	х	%
П	.	и	м	п	у	л	ь	с		=		х	х	х	%

П1.3

Н	е	с	и	м	м	е	т	р	и	я	=	х	х	х	%
	П	у	л	ь	с	а	ц	и	я		=	х	х	х	%

П1.4

Ф	а	з	а		С		=			Х	х	х		%
И	з	о	л		=		х	х	х	х		к	О	м

П1.5

Ф	а	з	а		А		=			х	х	х		%
Ф	а	з	а		В		=			х	х	х		%

П1.6

	С	т	а	т	у	с		р	е	г	и	с	т	р	
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

В статус - регистре отображается состояние всех защит в следующем порядке (начиная с младшего разряда, т.е. справа налево):

Таблица 3. Значение битов статусного регистра

№ разряда	Функция защиты
1.	Отсечка.
2.	Несимметрия.
3.	Пульсация.
4.	Перегрузка.
5.	Тяжелый пуск.
6.	Запрет включения.
7.	Изоляция.
8.	Холостой ход.
9.	Дискретный вход.
10.	Двигатель отключен.
11.	Двигатель включен.
12.	Пуск закончен.
13.	Защита заблокирована.
14.	Задержка включения
15.	Затянувшийся пуск

2.3.3. Индикация при срабатывании защиты.

При срабатывании защиты, действующей на отключение, на лицевой панели загорится красный светодиод "Защита". На мониторе в первой строке появится наименование сработавшей защиты, а во второй строке – значение параметра, по превышению которого сработала данная защита. Например, при срабатывании защиты от несимметричных режимов появится окно:

		Н	Е	С	И	М	М	Е	Т	Р	И	Я							
Н	е	с	и	м	.		=		3	2	,	%							

При этом выходное реле становится на самоудерживание, индикатор подсвечивается. Для повторного включения электродвигателя необходимо произвести возврат защиты кнопкой "Возврат", предварительно установив причину срабатывания защиты.

В двух случаях выходное реле не становится на самоудерживание:

- при снижении уровня изоляции ("изоляция", бит №7);
- при выдаче команды "запрет включения" (бит №6).

В обоих случаях при исчезновении причины, вызвавшей срабатывание выходного реле, происходит автоматический возврат защиты в исходное состояние, поскольку включение двигателя в работу не представляет опасности.

Действие защит на выходное сигнальное реле не сопровождается какой-либо дополнительной индикацией, сигнальное реле на самоудерживание не становится. Контакты сигнального реле используются в этом случае для организации световой или звуковой сигнализации.

2.3.4. Вывод защиты из действия.

При необходимости – возможен вывод защиты из действия, если при этом ни одна из защит не сработала. Для этого необходимо нажать кнопку "возврат" и удерживать её около 5 секунд. После отпускания кнопки с частотой 2 Гц должен мигать красный светодиод "защита", что свидетельствует о выводе из действия всех защит.

Ввод защит в действие также производится кнопкой "возврат" путем кратковременного нажатия.

2.3.5. Задание уставок.

Для задания уставок необходимо перейти в окно №11, нажать кнопку "ввод", при этом откроется окно:

	В	в	е	д	и	т	е			К	О	Д					
					0	х	х	х	х								

Код записывается поразрядно, начиная со старшего разряда. Нажимая на кнопку "↓" или "↑" устанавливается значение числа в старшем разряде, нажимается кнопка "ввод". При этом в старшем разряде появляется знак "*", маркер перемещается в очередной разряд. Аналогичным образом производится запись чисел в других разрядах. После записи числа в последний разряд нажимается кнопка "ввод", если пароль введен правильно - откроется окно:

В	В	О	Д		У	С	Т	А	В	О	К		!	!	!
	Х	Х	Х	Х	Х					Х	Х	Х	Х	Х	

Если пароль введен неправильно:

	A	c	c	e	s			D	e	n	i	e	d		
Д	о	с	т	у	п			з	а	п	р	е	щ	е	н

При правильно введенном пароле кнопкой "↓" открывается окно:

А	д	р	е	с		у	с	т	р	о	й	с	т	в	а
				1						х	х	х	х	х	

В данном случае устройство имеет адрес №1. Если необходимо изменить адрес устройства, нажимается кнопка "ввод" и производится запись адреса в правой части нижней строки. Вновь нажимается кнопка "ввод", при этом новое значение адреса появляется в левой части нижней строки. Последовательно кнопкой "↓" открываются окна для задания всех уставок.

Ниже приведены пояснения по назначению и особенностям задания уставок.

М	а	s	k	а		С	и	г	н	а	л	и	з	а	ц
				4	8					х	х	х	х	х	

Десятичная форма представления двоичного байта, отображающего действие защит на сигнал.

К	р	г		И	з	о	л	я	ц	и	и				
		4	2	7	5					х	х	х	х	х	

Коэффициент приведения при вычислении сопротивления изоляции, безразмерная величина. Исходное значение – 4200. После включения защиты автоматически корректируется.

К	р	г		Т	о	к	а		Ф	а	з	ы		А	
			5	6	0					х	х	х	х	х	

Коэффициент приведения тока фазы А, устанавливается при настройке защит. Возможное значение от 500 до 600.

К	р	г		Т	о	к	а		Ф	а	з	ы		В	
			5	3	0					х	х	х	х	х	

Коэффициент приведения тока фазы В.

К	р	г		Т	о	к	а		Ф	а	з	ы		С	
			5	4	5					х	х	х	х	х	

Коэффициент приведения тока фазы С.

К	р	г		Н	а	п	р	я	ж	е	н	и	я		
			9	7	0					х	х	х	х	х	

Коэффициент приведения по напряжению.

К	и	н	т	.	п	р	и		П	У	С	К	Е		
			1	8	0					х	х	х	х	х	

Коэффициент интегрирования. Задаст смещение характеристики срабатывания защиты от перегрузки в пусковом режиме (см. рис.4).

І		В	к	л	.		/		О	т	к	л	.		
				1	0					х	х	х	х	х	

Уставка компаратора, фиксирующего по току включенное положение двигателя, в % от номинального тока.

К		О	х	л	а	ж	д	е	н	и	я				
	3	0	0	0	0					х	х	х	х	х	

Коэффициент, задающий постоянную времени охлаждения электродвигателя. Для постоянной времени 20 минут $K_{охл.} = 30000$.

К	и	н	т	.	п	р	и		Р	А	Б	О	Т	Е	
			1	2	0					х	х	х	х	х	

Коэффициент интегрирования. Задаст смещение характеристики срабатывания защиты от перегрузки в рабочем режиме (см. рис.4).

М	а	s	k	а		П	р	о	т	о	к	о	л	а	
				9	5					х	х	х	х	х	

Десятичная форма представления двоичного байта, отображающего действие защит на формирование протокола.

Н	о	м	и	н	а	л	ь	н	ы	й		т	о	к	
				5	5					х	х	х	х	х	

Номинальный ток электродвигателя, в [А].

D	R		И	з	о	л	я	ц	и	и	,		к	О	м
			5	8	3					х	х	х	х	х	

Вычитаемая постоянная составляющая сопротивления при вычислении $R_{из}$, [кОм].

Т		К	о	р	р	е	к	ц	и	и	,	м	и	н	
			4	0	0					х	х	х	х	х	

Интервал времени, по истечении которого производится коррекция коэффициентов приведения при вычислении сопротивления изоляции, задается в минутах.

Т		П	о	д	с	в	е	т	к	и	,		м	и	н
				5						х	х	х	х	х	

Интервал времени, в течение которого включена подсветка цифрового индикатора, задается в [мс]. Фактический интервал получается путем умножения заданного на 20.

Т	В	о	з	в	р	а	т	а	,	м	и	н		
				3					х	х	х	х	х	

Интервал времени, в течение которого окно параметров уставок активно. По истечении этого времени происходит переход в основное меню – текущих параметров. Уставка задается в минутах.

Б	л	о	к	и	р	о	в	.	Д	А	/	Н	Е	Т
				Д	А				х	х	х	х	х	

«ДА» - разрешает осуществлять блокирование защиты от кнопки "Возврат" (см. п.п. 6.7.4). «НЕТ» - не разрешает.

Н	а	с	т	р	о	й	к	а	R	_	O	F	F	
				O	F	F			х	х	х	х	х	

Настройка реле, действующее на отключение: OFF- реле в исходном состоянии отключено, ON – включено.

Н	а	с	т	р	о	й	к	а	R	_	S	I	G	
				O	F	F			х	х	х	х	х	

Настройка реле, действующее на сигнал: OFF- реле в исходном состоянии отключено, ON – включено.

Ш	а	г	у	с	т	а	в	к	и					
				1					х	х	х	х	х	

Устанавливается дискретность изменения уставки.

Т	с		П	е	р	е	г	р	у	з	к	и	,	м	с
				0					х	х	х	х	х		

При установке нуля – действует интегрально-зависимая характеристика срабатывания.

При установке числа, отличного от нуля, действует независимая от тока характеристика срабатывания с заданным временем в мс.

Т		п	у	с	к	а		м	а	к	с	.	,	м	с
				6	5	0	0	0			х	х	х	х	х

Дополнительная уставка, ограничивающая длительность пуска.

R	т	а	р		в	е	р	х	н	е	е	,	к	О	м
				4	7	0	0				х	х	х	х	х

Величина тарифовочного сопротивления (верхнее значение).

R	т	а	р		н	и	ж	н	е	е	,		к	О	м
				4	7	0					х	х	х	х	х

Величина тарифовочного сопротивления (нижнее значение).

Д	и	а	п	а	з	о	н		т	о	к	а	,	А	
			6	4	-	3	2			х	х	х	х	х	

Задается диапазон токов, в котором можно установить номинальный ток электродвигателя.

П	а	р	о	л	ь		у	с	т	а	в	о	к		
	1	2	3	4	0					х	х	х	х	х	

Задается пароль (код), по которому возможен вход в подменю задания уставок. Код задается пятизначным числом.

М	е	с	я	ц											
				1	2					х	х	х	х	х	

Задается (корректируется) месяц года.

Д	е	н	ь												
				1	9					х	х	х	х	х	

Задается (корректируется) день месяца.

Ч	а	с													
				1	3					х	х	х	х	х	

Задается (корректируется) час.

М	и	н	у	т	а										
				5	9					х	х	х	х	х	

Задается (корректируется) минута.

С	е	к	у	н	д	а									
				1	4					х	х	х	х	х	

Задается (корректируется) секунда.

2.3.6. Порядок настройки защит.

2.3.6.1. Защита от симметричной перегрузки.

Защита выполнена с интегрально зависимой от тока выдержкой времени, учитывающей предшествующую нагрузку, процесс нагрева и остывания обмотки статора. При этом имеется возможность в зависимости от параметров электродвигателя изменять постоянную времени имитации нагрева (охлаждения) обмотки ($K_{охл1}$ - коэффициент, задающий постоянную охлаждения остановленного электродвигателя, $K_{охл2}$ - коэффициент, задающий постоянную времени охлаждения работающего электродвигателя). Поскольку такие параметры зачастую бывают не известны, в защите ориентировочно приняты коэффициенты, задающие $\tau_{охл1}=20$ минут и $\tau_{охл2}=10$ минут. Для того, чтобы более полно использовать перегрузочную способность электродвигателя при реальных кратковременных перегрузках, времятоковая характеристика принята "плавающей", изменяющаяся в зависимости от задаваемого коэффициента интегрирования $K_{и}$ (см. рис. 4). Однако на практике довольно трудно определить тепловой режим электродвигателя, допустимый по условию нагрева обмотки статора. Поэтому предлагается при выборе характеристики срабатывания исходить из возможности двукратного пуска электродвигателя из холодного состояния.

Таким образом для выбора параметра $K_{и}$ необходимо зафиксировать величину теплового импульса за время пуска из холодного состояния, которая не должна превышать 50-и (с запасом - 40). В этом случае возможен повторный пуск неохлажденного ЭД без срабатывания защиты.

В последней версии программного обеспечения предусмотрена возможность задания второй интегрально-зависимой характеристики срабатывания (с другим коэффициентом интегрирования), вступающей в работу после успешного пуска электродвигателя. Кроме того, для защиты фидера, не имеющего двигательной нагрузки, можно задать независимую от тока характеристику срабатывания. Для этого в панели задания уставок необходимо установить выдержку времени МТЗ, отличную от нуля (см. п.п. 2.3.5).

Ток срабатывания защиты от симметричной перегрузки задается в диапазоне $(1 \div 1,2)I_{ном}$.

2.3.6.2. Защита от несимметрии токов фаз и витковых замыканий.

Выбору подлежит уровень срабатывания и время срабатывания защиты. Поскольку несимметрия токов фаз может быть обусловлена причинами, не связанными с повреждением ЭД (несимметрия питающего напряжения, различие сопротивлений обмоток), необходимо отстраивать защиту от длительно допустимого для электродвигателя уровня несимметрии. Для асинхронных двигателей допустимым является режим работы при токе обратной последовательности равном $I_{доп}=0,08 I_{ном}$ и токах в фазах, не превышающих номинальный. Ориентировочно допустимое неравенство токов составит при этом $11 \div 12$ %. Тогда уставка защиты с учетом коэффициента отстройки $K_{отс}=1,2$ составит:

$$\Delta I_{сз.нес} = \frac{\Delta I_{доп}}{K_{отс}} = 10\%.$$

Уровень срабатывания защиты задается в процентах. Время срабатывания защиты должно быть отстроено от максимальной выдержки времени резервных защит смежных элементов сети, действующих при несимметричных коротких замыканиях. Задается в миллисекундах в диапазоне 0 – 65535.

2.3.6.3. Защита от междофазных КЗ.

Защита от междофазных КЗ (токовая отсечка) должна отстраиваться от пускового тока двигателя. При этом защиты, выполненные на электромеханических реле, отстраиваются от ударного значения пускового тока, что приводит к их существенному заглублению. В алгоритме, реализованном в микропроцессорном устройстве, апериодическая составляющая пускового тока компенсируется. Тогда ток срабатывания отсечки:

$$I_{сз.МТЗ} = K_{отс} I_{пуск*}.$$

Значение пускового тока может быть взято из паспортных данных электродвигателя или измерено с помощью микропроцессорного устройства. Для этого при пуске двигателя устрой-

ством фиксируется максимальное значение пускового тока и сохраняется в панели текущих параметров до следующего пуска.

Ток срабатывания защиты от междупазных коротких замыканий задается в процентах от номинального тока.

2.3.6.4. Защита от пульсирующей нагрузки.

Уровень субгармонической составляющей тока двигателя, на который реагирует защита, зависит от условий работы приводимого рабочего механизма в данном технологическом процессе и определяется в каждом конкретном случае индивидуально. Практически во время опытной эксплуатации защиту необходимо перевести с действием на сигнал при достаточно низком уровне срабатывания защиты. По протоколам срабатывания определить наибольшее значение тока пульсации $I_{сз.пул.}$ и с коэффициентом надежности отстроиться от него. Кроме этого параметра необходимо задать период обработки тока пульсации $t_{пульс.}$, величина которого должна быть не меньше периода вращения приводимого механизма. Тогда время срабатывания защиты составит:

$$t_{ср.} = 4 t_{пульс.}$$

2.3.6.5. Диагностика тяжелого пуска.

Микроконтроллерный блок защиты и диагностики электродвигателя 0,4 кВ позволяет диагностировать утяжеление условий пуска, отличающихся от нормальных. Для этого необходимо задать контрольное значение теплового импульса $V_{контр.}$, с запасом превышающее накопленный электродвигателем тепловой импульс при нормальных условиях пуска. Устройство выдаст сигнал, если приращение теплового импульса при очередном пуске превысит заданное значение:

$$\Delta V \geq V_{контр.}$$

2.4. Включение устройства в работу.

2.4.1. Проверка функционирования устройства.

После выполнения внешнего осмотра и проверки сопротивления изоляции необходимо:

- подать оперативное питание на электронный блок МКЗиД-0,4-7, при этом должен мигать светодиод "Контроль", сигнализирующий об исправности микроконтроллера;
- установить окно изменения уставок;
- выставить заданные уставки в соответствии с картой уставок;
- проверить установленные коэффициенты приведения по току, значения которых примерно равны 600 ($\pm 10\%$);
- установить значение номинального тока электродвигателя, которое должно входить в область заданного диапазона токов, по которому выбрана величина нагрузочных резисторов;
- установить исходное состояние выходного и сигнального реле («Настройка R_OFF» и «Настройка R_SIG»);
- задать требуемое действие защит на срабатывание или на сигнал. Для этого в соответствии с описанием статусного регистра (табл. 3) в окне «Маска сигнализации» и «Маска отключения» необходимо записать десятичное значение числа, сформированного по двоичному коду состояния статусного регистра.

2.4.2. Порядок проверки электрических характеристик МКЗиД-0,4-7 при новом включении.

2.4.2.1. Проверка аналоговых входов.

Для выполнения проверки необходимо:

- включить в работу защищаемый устройством электродвигатель, при этом в окне дисплея появится значение тока (максимальное из трех фаз);
- нажимая клавишу "Ввод", перейти в другое окно для контроля токов в каждой фазе;

- измерить токоизмерительными клещами фазные токи и сопоставить их с отображаемым на дисплее (расхождение измеренных таким образом значений токов не должно превышать $\pm 10\%$). При необходимости – произвести корректировку токов изменением коэффициентов приведения по току;
- убедиться, что тепловой импульс при пуске не превышает 40. В противном случае следует повысить коэффициент интегрирования. Наоборот, если тепловой импульс незначителен, то следует снизить коэффициент интегрирования, чтобы предотвратить возможность многократных пусков (если этого не требуют условия технологического процесса);
- вычислить уровень несимметрии по измеренным значениям фазных токов по выражению: $100 (I_{\max} - I_{\min}) / I_{\max}$, сравнить с показаниями на дисплее компьютера (расхождение измеренного таким образом уровня несимметрии токов не должно превышать $\pm 10\%$).

2.4.2.2. Проверка функционирования защиты.

При включенном электродвигателе задать уставку на срабатывание отсечки ниже текущего значения токов фаз. Убедиться в срабатывании выходного реле и отключении электродвигателя.

Восстановить исходное значение уставки. Проверка выполняется при наличии возможности действия защиты на отключение присоединения. Аналогично можно вызвать срабатывание любой другой защиты, действующей на отключение.

2.4.2.3. Проверка системы диагностики изоляции.

При отключенном электродвигателе замкнуть любую фазу обмотки через сопротивление 430 кОм на корпус. Зафиксировать измеренное значение сопротивления и срабатывание выходного органа защиты.

3. Техническое обслуживание.

МКЗид-0,4-7 не требует специального технического обслуживания в течение всего срока эксплуатации. Профилактическое обслуживание МКЗид-0,4-7 рекомендуется совмещать с профилактикой основного оборудования распределительных устройств.

В состав профилактических работ входят:

- удаление пыли и загрязнений с внешней поверхности устройства и его составных частей;
- подтягивание винтов клеммных соединений.

В состав диагностических работ входят проверки:

- аналоговых входов;
- функционирования защиты;
- системы диагностики изоляции.

3.1. Порядок проверки электрических характеристик МКЗид-0,4-7.

3.1.1. Схема испытания.

Проверка электрических характеристик и настройка МКЗид-0,4-7 проводится до выполнения монтажа в лабораторных условиях, для чего собирается схема испытаний в соответствии с рис.9.

Целью проверки является:

- согласование по току всех аналоговых входов;
- соответствие действия защит описанному выше алгоритму.

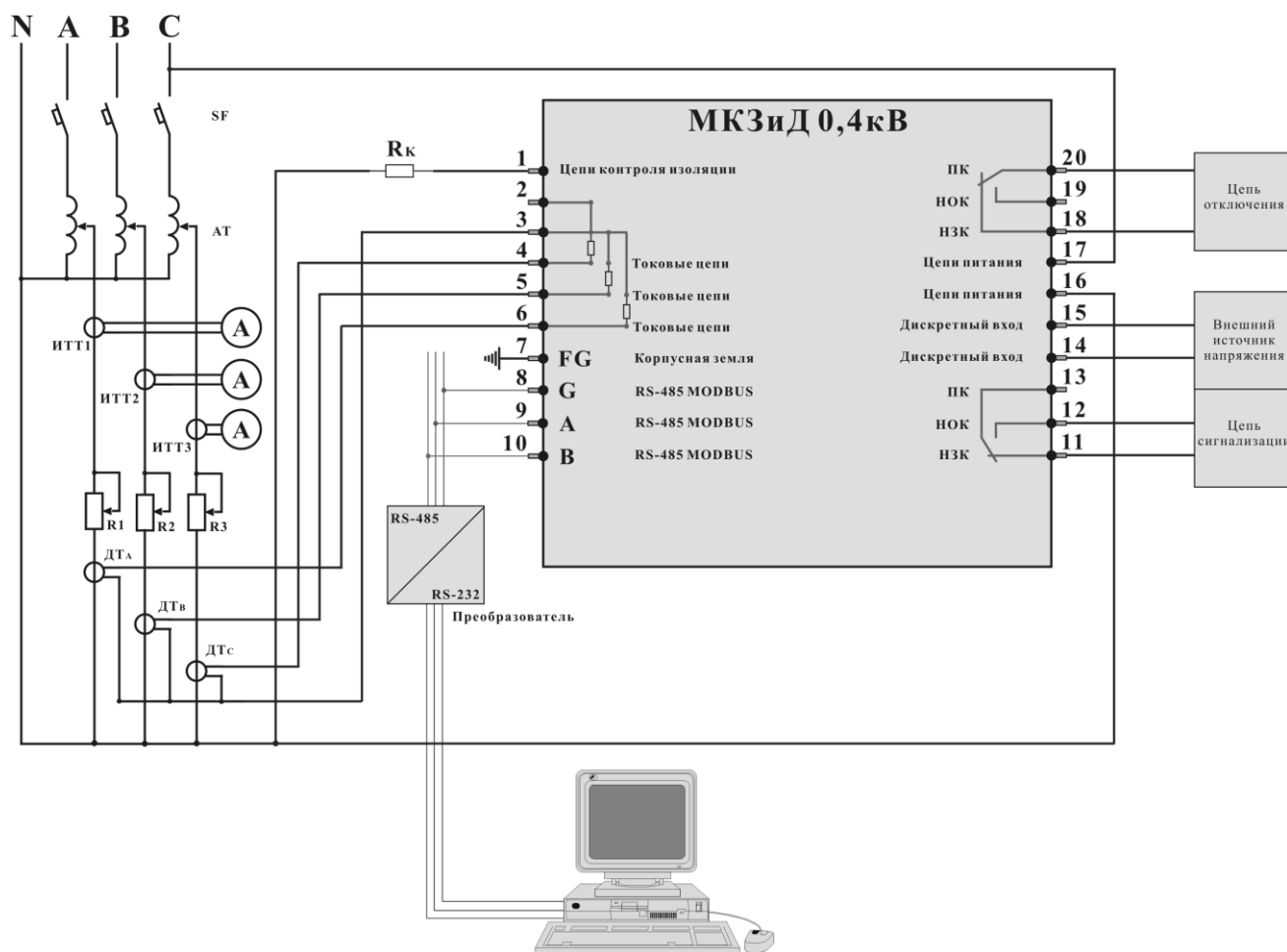


Рисунок 8. Схема испытаний МКЗид-0,4-7.

Для проведения проверки необходимо иметь следующие приборы и оборудование:

- лабораторный автотрансформатор (АТ);
- 3 реостата на номинальный ток 5 А (R);
- 3 амперметра с пределом измерения 5А;
- 3 измерительных трансформатора тока И54;
- персональный компьютер (notebook);
- преобразователь RS232 в RS485;
- магнитный пускатель на номинальное напряжение 220 В.

Для выполнения проверки необходимо иметь датчики тока с номинальным вторичным током, равным номинальному вторичному току датчиков тока присоединений. При этом за номинальный первичный ток следует принять ток равный (1 –1,5) А с тем, чтобы обеспечить необходимую для проверки защит кратность тока. Поскольку номинальные вторичные токи присоединений различны, потребуются различные коэффициенты трансформации лабораторных датчиков. Рекомендуется использовать одни и те же датчики, изменяя число витков их первичной обмотки.

К порту RS485 через преобразователь подключается компьютер (notebook), имеющий программное обеспечение для управления микропроцессорным блоком МКЗид-0,4-7. Подается напряжение питания, при этом осуществляется контроль работоспособности по миганию красного светодиода "Контроль" на лицевой панели устройства. Перед проверкой защит необходимо знать расчетное значение сопротивления нагрузки датчиков тока. Исходя из максимальной кратности измеряемого тока равной 16-и, амплитудное значение напряжения на нагрузочном резисторе при номинальном токе должно составлять 0,31 В. Тогда расчетное значение сопротивления вычисляется по выражению:

$$R_{расч} = \frac{0,31 * K_{ДТ}}{\sqrt{2} I_{ном}}.$$

Здесь: $K_{ДТ}$ – коэффициент трансформации датчиков тока (равен 4500 либо 8000);

$I_{ном}$ – номинальный ток электродвигателя, А.

Поскольку фактическое значение сопротивления нагрузки будет отличаться от расчетного, соответствие измеряемого блоком тока первичному устанавливается путем изменения коэффициента приведения по току.

С целью ограничения номенклатуры нагрузочных резисторов все токи возможно разбить на диапазоны, для которых выбираются параметры нагрузочных резисторов. В заданных диапазонах обеспечивается требуемая кратность при максимальном токе и точность измерения при минимальном токе. В заданном диапазоне задается номинальный ток электродвигателя. При этом блок автоматически перестраивается на этот ток. Настройка защит произведена на предприятии-изготовителе на ток, соответствующий середине диапазона.

В таблице 4 приведены диапазоны токов, параметры нагрузочных резисторов для двух типов датчиков тока.

Таблица 4.

МКЗиД-0,4-7-I; $K_{ДТ} = 4500$		
Диапазон токов, А	Величина сопротивления Нагрузки, Ом	Суммарная рассеиваемая мощность сопротивлений, Вт
1 – 2 (пропускается два первичных витка датчиков тока)	320	0,25
2 - 4	320	0,25
4 - 8	160	0,25
8 -16	80	0,5
16 -32	40	1
32 -64	20	2
МКЗиД-0,4-7-II; $K_{ДТ} = 8000$		
64 - 128	18	2
128 - 256	9	3
256 - 512	4,5	5

3.1.2. Проверка аналоговых входов.

Для проверки согласования по току аналоговых входов необходимо лабораторным авто-трансформатором задать первичный ток, при котором вторичный ток датчиков будет равен вторичному току трансформаторов тока середины выбранного диапазона. В панели настроек задается выбранный диапазон токов, а в панели уставок – номинальный ток, равный среднему значению этого диапазона. При настройке МКЗиД-0,4-7-I можно использовать датчики

тока с коэффициентом трансформации 4500, наматывая необходимое число витков первичной обмотки для задания больших токов. Изменением коэффициентов приведения по токам добиваются показаний на мониторе компьютера приведенных значений токов равным 100% с точностью (1-2)%. При этом на индикаторе блока отображается установленный номинальный ток в амперах. Проверка защиты от перегрузки.

Проверка защиты от перегрузки производится следующим образом:

- с компьютера в окне задания уставок защиты от перегрузок устанавливается ток срабатывания защиты ($I_{ср}$);
- автотрансформатором (АТ) задается принятый номинальный ток, реостатами устанавливается равенство токов по фазам, при этом в окне контролируемых параметров для данного электродвигателя текущее значения тока должно быть равно 100%;
- снимается характеристика срабатывания защиты $t_{ср}=f(K_I)$ для чего:
- задается кратность тока $K_I=1,5$;
- отключается источник тока, осуществляется сброс накопленного при установке K_I теплового импульса путем кратковременного снятия оперативного питания с устройства, вновь подается ток и одновременно пускается секундомер - отсчет времени производится при срабатывании выходного реле защиты, когда текущее значение $V_{ти}$ достигнет 100, при этом загорается светодиод "Защита" на лицевой панели, а на мониторе высветится "Перегрузка";
- повторяются измерения для других значений K_I и по результатам измерений строится характеристика срабатывания;
- измеряется постоянная времени охлаждения отключенного электродвигателя, для чего значение $V_{ти}$ доводится до 100, отключается ток и одновременно пускается секундомер, останов которого производят при снижении $V_{ти}$ до $100/2,73=37$;
- вновь задается режим перегрузки, доводится значение $V_{ти}$ до 100, затем ток снижается до уровня менее номинального (но не меньше 0,1 от номинального), включается секундомер и аналогичным образом измеряется постоянная времени охлаждения работающего двигателя.

Возврат выходного реле при срабатывании всех защит, действующих на отключение, производится кнопкой "Возврат".

3.1.3. Проверка системы диагностики тяжелого пуска.

Для выполнения этой проверки необходимо:

предварительно задать уставку $V_{контр.}$;

- задать режим перегрузки и после нарастания теплового импульса до уставки $V_{контр.}$ проконтролировать по статусному регистру появление бита "Тяжелый пуск" и срабатывание сигнального реле;
- вновь задать режим перегрузки, довести значение теплового импульса до 90% и отключить ток. Проконтролировать по статусному регистру появление бита "Запрет вкл.". Если данная функция защиты выведена на выходное реле, то оно должно при этом сработать. При снижении V_t в режиме имитации охлаждения двигателя до значения менее $V_{контр.}$ убедиться в автоматическом возврате защиты в исходное состояние.

3.1.4. Проверка защиты от несимметричных режимов и витковых замыканий.

Предварительно должны быть установлены уставки на срабатывание $I_{с.нес\%}$ пускового органа защиты, определяемые длительно допустимым значением тока несимметрии для данного типа электродвигателя, и выдержка времени, превышающая максимальную выдержку защит смежных элементов. Затем необходимо установить номинальный ток в защите в режиме обрыва одной фазы. При этом должно сработать выходное реле с заданной выдержкой времени, загореться светодиод "Защита", а на мониторе – "Несимметрия" текущее значение тока несимметрии составит около 100%. Произвести возврат защиты. Далее производится проверка измерения уровня несимметрии при различных соотношениях тока, например, ток в одной фазе задается равным $1,5I_{ном.}$, в двух других фазах – равным номинальному. Уровень несимметрии, отображаемый на мониторе компьютера, должен составить около 33%.

3.1.6. Проверка максимальной токовой защиты без выдержки времени (токовой отсечки).

Перед выполнением проверки необходимо задать уставку на срабатывание отсечки. Затем, увеличивая ток в защите до значения $1,1I_{ср}$, убедиться в срабатывании отсечки. При этом должен загореться светодиод "Защита", а на мониторе "Отсечка" – значение тока в %. Произвести возврат защиты. Выставить ток в защите равный $0,9I_{ср}$. Убедиться в несрабатывании защиты.

3.1.7. Проверка защиты от недопустимой пульсирующей нагрузки.

Перед проверкой необходимо задать уставки защиты. Задать ток, превышающий номинальное значение. Имитация пульсирующей нагрузки задается автотрансформатором периодическим увеличением/уменьшением тока. Если при этом уровень пульсации превышает уставку на срабатывание, то по истечении выдержки времени должно сработать выходное реле, загореться светодиод "Защита", на мониторе – "Пульсация" (если защита действует на отключение). Отключить ток и произвести возврат защиты.

3.1.8. Проверка дискретного входа.

Для выполнения проверки необходимо подать на клеммы 14-15 SX2 напряжение 220 В. Проконтролировать по статусному регистру появление бита "Дискретный вход".

3.1.9. Проверка системы диагностики изоляции.

Выполнение проверки производится по истечении необходимого для тарировки времени после включения электронного блока под напряжение (1 минута). В течение этого времени производится настройка коэффициентов приведения в программе вычисления сопротивления изоляции. На мониторе электронного блока высвечивается "Изол. = Тарировка". Задать уставку на срабатывание защиты при снижении уровня изоляции (500 кОм) и выдержку времени.

По окончании тарировки (исчезнет надпись "Тарировка") необходимо подключить к клеммам 1 SX1 и 16 SX2 сопротивление 430 кОм. Если защита действует на выходное реле, убедиться в срабатывании выходного реле. Измеренное значение сопротивления не должно отличаться от действительного более чем на 10 %. Отключить сопротивление. Выходное реле при этом должно вернуться в исходное состояние.

Подключить к тем же клеммам сопротивление 5.1 МОм. Оценить точность измерения сопротивления. Отключить сопротивление. При этом на мониторе будет отображаться сопротивление 65000 кОм.

3.1.10. Проверка блокировки защиты.

В панели настроек защит установить разрешение на блокирование.

Нажать на кнопку "Возврат" и удерживать её в течение 3-х – 4-х секунд. После отпускания кнопки должен мигать светодиод "Защита".

Установить ток в защите, превышающий ток срабатывания отсечки. Убедиться, что выходное реле не сработало.

Деблокирование защиты производится кратковременным нажатием кнопки "Возврат".

4. Текущий ремонт.

Ремонт изделия должен производиться ремонтным персоналом, аттестованным на право ремонта процессорных средств, и имеющим разрешение на право ремонта и калибровки в соответствии с требованиями РД 50-89-86 .

Возможные неисправности, вероятные причины и методы их устранения приведены в табл. 5.

Ремонтопригодность МКЗиД-0,4-7 обеспечивается:

- блочной конструкцией, позволяющей быстро заменить неисправный блок на исправный на месте установки без какой-либо настройки;
- внутренней самодиагностикой, позволяющей быстро выявлять факт неисправности и определять неисправный блок;
- взаимозаменяемостью блоков.

При замене электронного блока необходимо открутить крепежные винты, отстыковать от разъемов блок, установить вместо неисправного запасной блок, предварительно установив в него прежний модуль нагрузочных сопротивлений.

При неисправности датчика тока необходимо отсоединить от магнитного пускателя жилу питающего кабеля, после чего – снять неисправный датчик и установить новый.

Таблица 5. Возможные неисправности, вероятные причины и методы их устранения

№ п/п	Внешние проявления	Возможная причина	Способ устранения
1.	Не мигает светодиод "Контроль".	Отсутствует питание МКЗиД-0,4-7.	Проверить наличие напряжения питания. Проверить предохранитель.
2.	Большой уровень несимметрии токов.	Несимметрия первичных токов. Неисправен датчик тока.	Измерить токоизмерительными клещами первичные токи, устранить причину несимметрии. Заменить неисправный датчик.
3.	При выполнении профилактических проверок обнаружено отсутствие тока на включенном присоединении.	Обрыв входных аналоговых цепей.	Проверить крепление в клеммных зажимах соединительных проводов и нагрузочных резисторов.
4.	МКЗиД-0,4-7 не реагирует на запрос головного устройства.	Неверно выполнено подключение кабеля. Неисправен кабель.	Проверить правильность подключения и исправность кабеля.
5.	При запросе головного устройства – нет параметров от устройства.	Неверно установлен адрес устройства.	Проверить установку адреса устройства.

5. Хранение.

Изделие до введения в эксплуатацию хранится на складе в упаковке предприятия - изготовителя, при температуре окружающего воздуха -20 – +40 °С и относительной влажности 80 % (при температуре 25 °С.).

Изделие без упаковки хранится при температуре окружающей среды 0 - 40 °С и относительной влажности 80 % (при температуре 25 °С).

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

6. Транспортирование.

Изделие транспортируется в крытых железнодорожных вагонах, перевозится автомобильным транспортом с защитой от дождя и снега, а также транспортируется в герметизированных отапливаемых отсеках самолётов.

При перевозке в железнодорожных вагонах вид отправки - мелкий, малотоннажный.