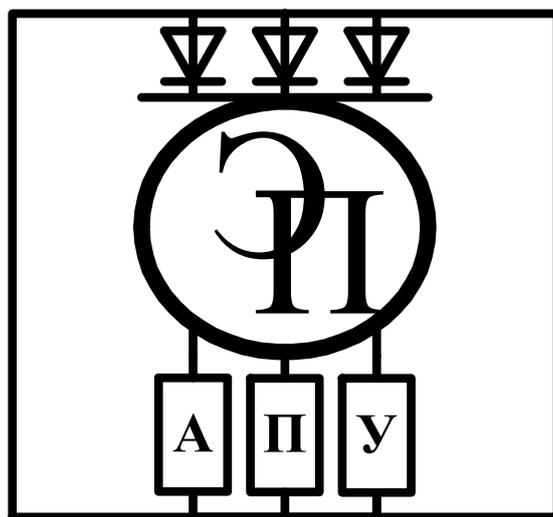


ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и АПУ»

# НАЛАДКА И ДИАГНОСТИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

*Методические рекомендации по лабораторной работе  
«Изучение схемы максимально токовой защиты  
асинхронного электродвигателя»*



УДК 621.3

Одобрены кафедрой «Электропривод и АПУ» 7 февраля 2018 г., протокол №7

Составитель: ст. преподаватель А.П. Корнеев.

Наладка и диагностика автоматизированного электропривода: методические указания к лабораторной работе – Изучение схемы максимально токовой защиты асинхронного электродвигателя.— Могилев: Белорусско-Российский университет, 2018. — 10 с.

Методические указания предназначены для студентов электротехнического факультета и инженерного факультета заочного образования специальности 1–53.01.05 – Автоматизированные электроприводы.

Учебное издание

## **НАЛАДКА И ДИАГНОСТИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

Ответственный за выпуск доц. Леневский Г.С.



Цель лабораторной работы:

1. Изучить схему защиты трехфазного асинхронного двигателя от токов короткого замыкания.
2. Определить параметры защиты для установленного двигателя.
3. Настроить электронную токовую защиту.

## 1 Теоретические сведения

Для данной работы вам понадобится пульт программирования реле токовой защиты и инструкция по настройке реле токовой защиты РТЗЭ, поставляемые в комплекте со стендом.

Краткие теоретические сведения.

Одной из защит двигателя может являться защита с применением максимальных токовых реле. Такая защита получила название токовой защиты, а конкретно, - максимальной токовой защиты. Максимальная токовая защита, осуществляемая с помощью максимальных токовых реле, предотвращает рост тока в статорной обмотке электродвигателя. Происходит это путем отключения блок-контактами токовых реле цепи питания пускателя или контактора электродвигателя. Каждое реле имеет токовую катушку (некоторые модификации и две), которая включается обычно до или после пускателя(контактора) в разрыв цепи питания двигателя. Токовые реле включаются во все три фазы двигателя – это позволяет в сетях с заземленной нейтралью усилить защиту от однофазных замыканий на землю. Иногда при питании двух-трех двигателей от одной магистрали допустимо каждый из них защищать двумя токовыми реле. Причем установлены они должны быть у данных двигателей в одних и тех же фазах. На третью фазу ставится общее токовое реле. Использование двух токовых реле также достаточно при питании двигателя от сети с изолированной нейтралью.

Основные параметры токовых реле:

- Максимальный длительно допустимый ток через катушку реле –  $I_{н.р.}$
- Наименьший ток срабатывания, на которое необходимо настроить реле –  $I_{уст.}$

При выборе необходимо также учитывать коммутационную способность (в амперах) самого блок-контакта, который будет включен в цепь управления контактора или пускателя.

С учетом допустимых погрешностей работы самих реле, отклонений питающего напряжения, а также отклонений значений токов двигателя от паспортных, ток срабатывания, на которое настраивается максимальное токовое реле для асинхронных короткозамкнутых электродвигателей, работающих в длительном режиме, определяется как:

$$I_{уст} \geq (1,3 \dots 1,5) I_{пуск}$$



Для короткозамкнутых двигателей повторно-кратковременного режима вместо ПУСК берется ток  $I_{н.дв.(25)}$ , т.е. при относительной продолжительности включения, равной 25%.

Данное значение указывается в паспорте на двигатель. Для двигателей такого типа может предусматриваться четвертое токовое реле, назначение которого – защита от слишком затянувшегося пуска или застопаривания электродвигателя. В этом случае схема дополняется реле времени, либо используется токовое реле со встроенным реле времени.

Для двигателей с фазовым ротором

$$I_{уст} \geq (2,25 \dots 2,5) I_{н.дв.}$$

В случае, если двигатель с фазовым ротором работает в повторно-кратковременном режиме вместо  $I_{н.дв.}$  берется ток  $I_{н.дв.(25)}$ . Катушки токовых реле выбирают по интуитивно понятному условию – рабочий номинальный ток катушки должен соответствовать номинальному рабочему току двигателя, т.е.

$$I_{н.кат} \geq I_{н.дв.}$$

Практика использования максимальных токовых реле такова, что для двигателей, работающих в длительном режиме, берут реле тока с ручным возвратом, для двигателей повторно-кратковременного режима – с самовозвратом. Ранее определенные типы реле выпускались с определенным возвратом. Сегодня некоторые типы по желанию заказчика могут формировать с заданным возвратом. Кроме того, некоторые реле с самовозвратом могут снабжаться устройством, позволяющим принудительно вернуть реле в исходное состояние до срабатывания самовозврата. Некоторые типы реле снабжаются встроенным реле времени.

Для примера на рисунке показана работа одной из таких схем с применением 3-х защитных реле от коротких замыканий, защитного реле от перегрузок и ненормальных увеличений рабочего тока, и реле времени. Реле времени, к примеру, выставим на 5с, в течение которых может быть 3-х кратное увеличение тока электродвигателя по разным технологическим причинам.

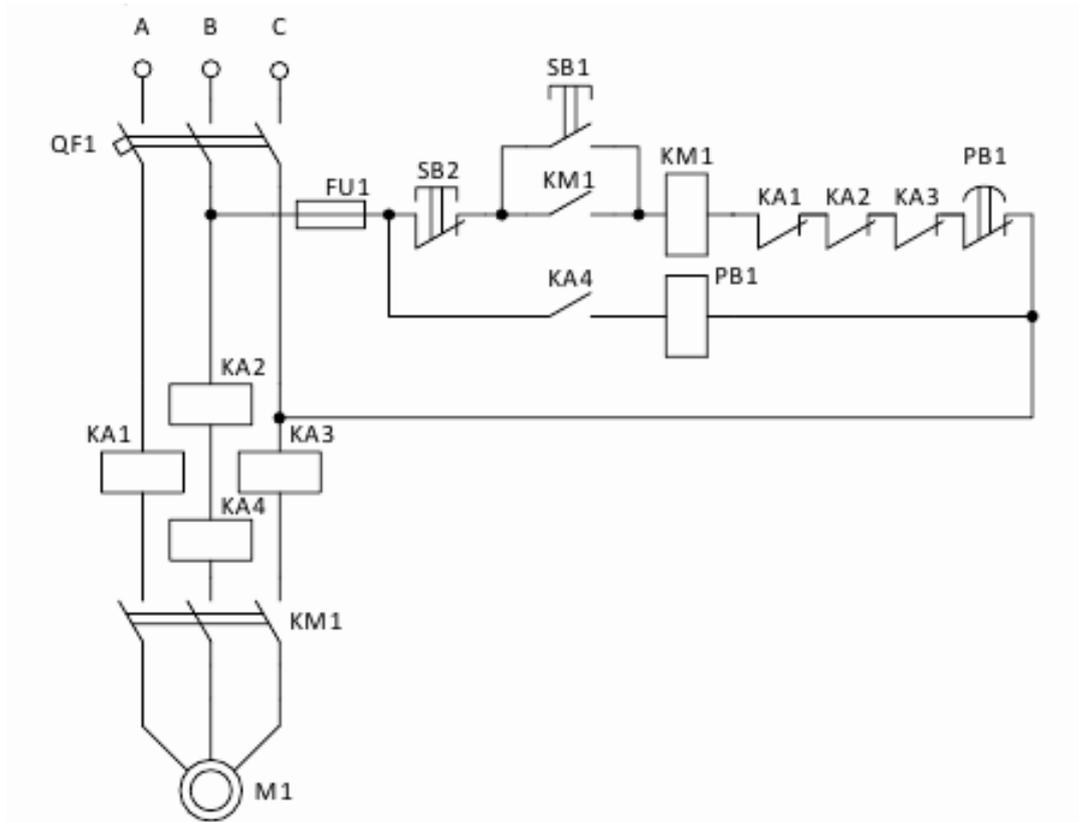


Рисунок 1 – Пример схемы прямого пуска АД с наличием токовой защиты от короткого замыкания и затяжного пуска

Рассмотрим работу схемы в динамике. Включаем питание QF1 - автоматическим выключателем, нажимаем кнопку «Пуск» SB1, которая своим нормально разомкнутым контактом подает напряжение на катушку KM1 - магнитного пускателя. KM1 – магнитный пускатель срабатывает и своими нормально разомкнутыми, силовыми контактами подает напряжение на двигатель. Для того чтобы не удерживать кнопку «Пуск», чтобы двигатель работал, нужно ее зашунтировать, нормально разомкнутым блоком контактом KM1 – магнитного пускателя. При срабатывании пускателя блок контакт замыкается и можно отпустить кнопку «Пуск», ток побежит через блок контакт на KM1- катушку.

Сразу же срабатывает токовое реле КК4, поскольку пусковой ток превышает ток его уставки, и включает реле времени РВ1 через свой нормально разомкнутый контакт КК4. Реле времени начинает отсчет выставленного времени (например 5 секунд) до своего срабатывания.

Остальные токовые реле, настроенные на защиту от коротких замыканий, находятся в отключенном состоянии, поскольку пусковой ток не превышает их уставку и участвуют своими нормально закрытыми контактами в цепочке подачи напряжения на пускатель KM1 электродвигателя вместе с нормально замкнутым контактом РВ1 реле времени. Далее, если пуск проходит в нормальном режиме, то уже даже раньше выставленной выдержки реле времени РВ1, т.е. при уменьшении пускового тока до величины меньшей пускового тока, реле КК4 отключается. Соответственно, выключая своим нормально разомкнутым контактом КК4 реле времени РВ1, которое так и не успело сработать. Далее двигатель входит в номинальный режим работы.

При условии, что в течение 5с ток двигателя не стал меньше пускового тока двигателя сработало бы реле времени и своим контактом РВ1 разомкнуло цепь питания пускателя KM1.

То же самое отключение произойдет, если во время работы ток двигателя превысит ток уставки реле КК4 в течение 5с.

Отключаем двигатель, нажимаем кнопку «Стоп» SB2, нормально замкнутый контакт размыкается и прекращается подача напряжения к KM1–катушке, сердечник пускателя под действием пружин возвращается в исходное положение, соответственно контакты возвращаются в нормальное состояние, отключая двигатель. При срабатывании теплового реле КК1, размыкается нормально замкнутый контакт КК1, отключение происходит аналогично.

Рассмотреть все варианты защиты невозможно, ибо это зависит от поставленных задач.

А рассмотренный пример применим не только для повторно-кратковременного режима, но и для любого асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в длительном режиме. В данном случае, например, реле тока при 3-х кратном увеличении рабочего тока двигателя работает быстрее теплового.

Электронные системы защиты электродвигателей

Для более надежной защиты асинхронных электродвигателей используются современные электронные/микропроцессорные системы защиты. Например, такие как реле токовой защиты электродвигателей серии РТЗЭ.

Реле РТЗЭ предназначено для установки в цепях питания трехфазных электродвигателей переменного тока промышленной частоты 50 Гц напряжением 220/380 В с целью повышения их надежности и увеличения срока службы. При косвенном подключении через трансформаторы тока реле РТЗЭ-2.5, могут использоваться в линиях на любое напряжение. Реле осуществляет контроль токов в трех фазах электродвигателя и при выявлении недопустимых режимов отключает его.

Отключение происходит в следующих аварийных ситуациях:

- при перегрузке по току;
- при недогрузке по току;
- при неполнофазном режиме работы (обрыве фазы);
- при недопустимом перекосе фаз по току.

Защитное отключение осуществляется путем размыкания цепи управления электромагнитного пускателя (контактора).

Реле РТЗЭ обеспечивает:

- регулирование уставок максимального  $I_{max}$ , минимального  $I_{min}$  тока и дисбаланса токов  $D_{max}$  электродвигателя;
- регулирование уставок задержки срабатывания защитного отключения  $T_{max}$ , блокировки срабатывания защит при пуске  $T_p$ , задержки на включение при перерывах электроснабжения  $T_{сз}$ , задержки на автоматический повторный пуск  $T_{пв}$  с программируемым числом попыток повторного пуска  $N_{пв}$ ;
- индикацию причины аварийного отключения;
- регистрацию пускового тока  $I_p$  и времени выхода на режим  $T_v$  контролируемого электродвигателя;
- сохранение в памяти информации о количестве нормальных и аварийных отключений электродвигателя, а также контролируемых токов и причины аварии на момент аварийного отключения (восемь последних по времени аварийных отключений).

#### Электрические параметры двигателя АИР63А4/2

Мощность $P$ , кВт	0,19/0,265
Номинальный ток двигателя $I_n$ , А	0,79/0,88
Схемы соединения	$\Delta/Y_Y$
Номинальное напряжение двигателя $U$ , В	380
Номинальная частота вращения $n$ , об/мин	1448/2880
КПД двигателя, $\eta$ , %	55/61
Коэффициент мощности, $\cos\phi$	0,66/0,75
Кратность пускового тока к номинальному	3,5/4,0
Кратность пускового момента к номинальному	1,6/1,2
Кратность максимального момента к номинальному	1,8/1,8
Кратность минимального момента к номинальному	1,0/0,8
Масса, кг	5,1



## 2 Порядок выполнения работы

1. Перед включением стенда убедитесь, что все переключатели находятся в начальном положении (выключены).
2. Установить сменную панель НТЦ-01.Б/07.101 «Тепловая защита. Максимальная защита. Прямой пуск» на лицевой панели стенда.
3. Предварительно установить перемычку, указанную на рисунке 2.
4. Собрать схему, представленную на рисунке 3 в приложении 1 для определения характеристик токовой защиты. Для упрощения сборки схемы, на сменной панели зеленым цветом обозначены элементы схемы, которые необходимо подключить со стандартного блока БР-01 установленного на стенде стационарно. Красным цветом обозначены номера контактов элементов схемы.
5. Включите стенд автоматическим выключателем QF1 вверх в блоке БВ-02 и нажатием кнопки S1. Убедитесь, что кнопка S2 отжата.
6. Включите питание низковольтных цепей схемы тумблером SA1 вверх в блоке БП-01.
7. Подайте питание двигателя тумблером SA1 вверх в блоке БП-04.
8. С помощью пульта программирования установите все защиты реле токовой защиты РТЗЭ (КК1) в выключенное состояние или максимальное значение.

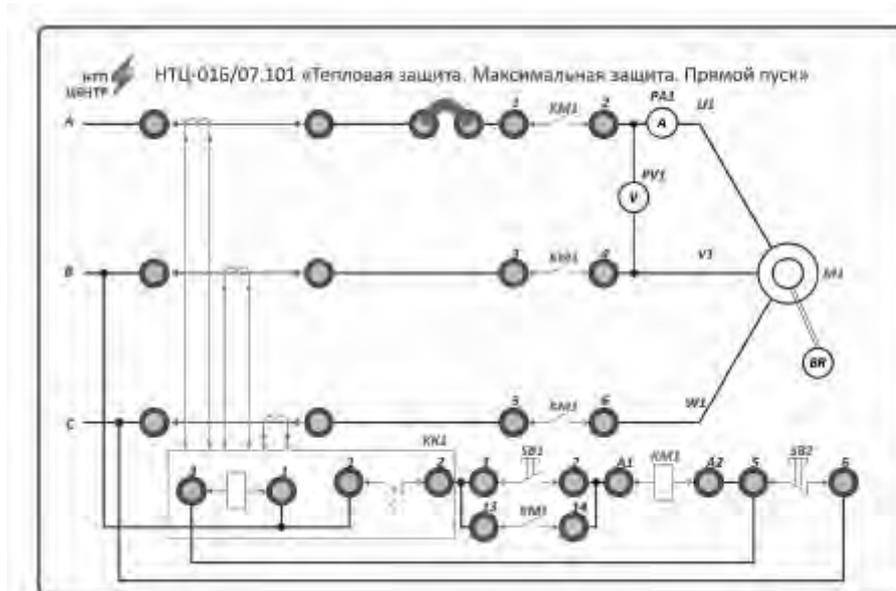


Рисунок 2 – Сменная панель НТЦ-01.Б/07.101 «Тепловая защита. Максимальная защита. Прямой пуск»

9. Включите привод кнопкой SB1 в блоке БР-01. Запишите показания измерительных приборов в блоках БИ-02 и БС-02 (РА1, РV1, РW1, Р $\omega$ ).
10. Выключите привод кнопкой SB2 в блоке БР-01.
11. Произведите расчеты для токовой защиты по экспериментальным данным.

12. Установите с помощью пульта программирования параметры уставки токовой защиты и времени срабатывания защиты двигателя.

13. Включите привод кнопкой SB1 в блоке БР-01. Убедитесь, что схема в номинальном режиме работает и внештатных отключений.

14. Выключите привод кнопкой SB2 в блоке БР-01.

15. Удалите перемычку, указанную на рисунке 2, (для увеличения тока двигателя и эмуляции тока КЗ).

16. Включите привод кнопкой SB1 в блоке БР-01. Убедитесь, что схема в режиме эмуляции КЗ отключается.

17. Выключите стенд в следующем порядке:

- отключите питание двигателя тумблером SA1 вниз в блоке БП-04;
- выключите питание низковольтных цепей схемы тумблером SA1 вниз в блоке БП-01;
- выключите стенд кнопкой S2 и автоматическим выключателем QF1 вниз в блоке БВ-02;
- уберите все перемычки на стенде;
- уберите сменную панель.

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Описание схемы электрической принципиальной.
3. Подготовка прибора к работе.
4. Результаты измерений;
5. Ответы на контрольные вопросы.

### 4 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое основное назначение максимальной токовой защиты?
2. Достаточно ли для защиты двигателя от перегрузок двух токовых реле?

Аргументируйте свой ответ.

3. В чем основное отличие традиционных токовых реле от микропроцессорного реле токовой защиты?

4. Как в реальности определяют параметры защиты от максимальных токов в производстве?

5. Можно ли определить КЗ на землю при установке только двух токовых реле? Аргументируйте свой ответ.



## Приложение 1

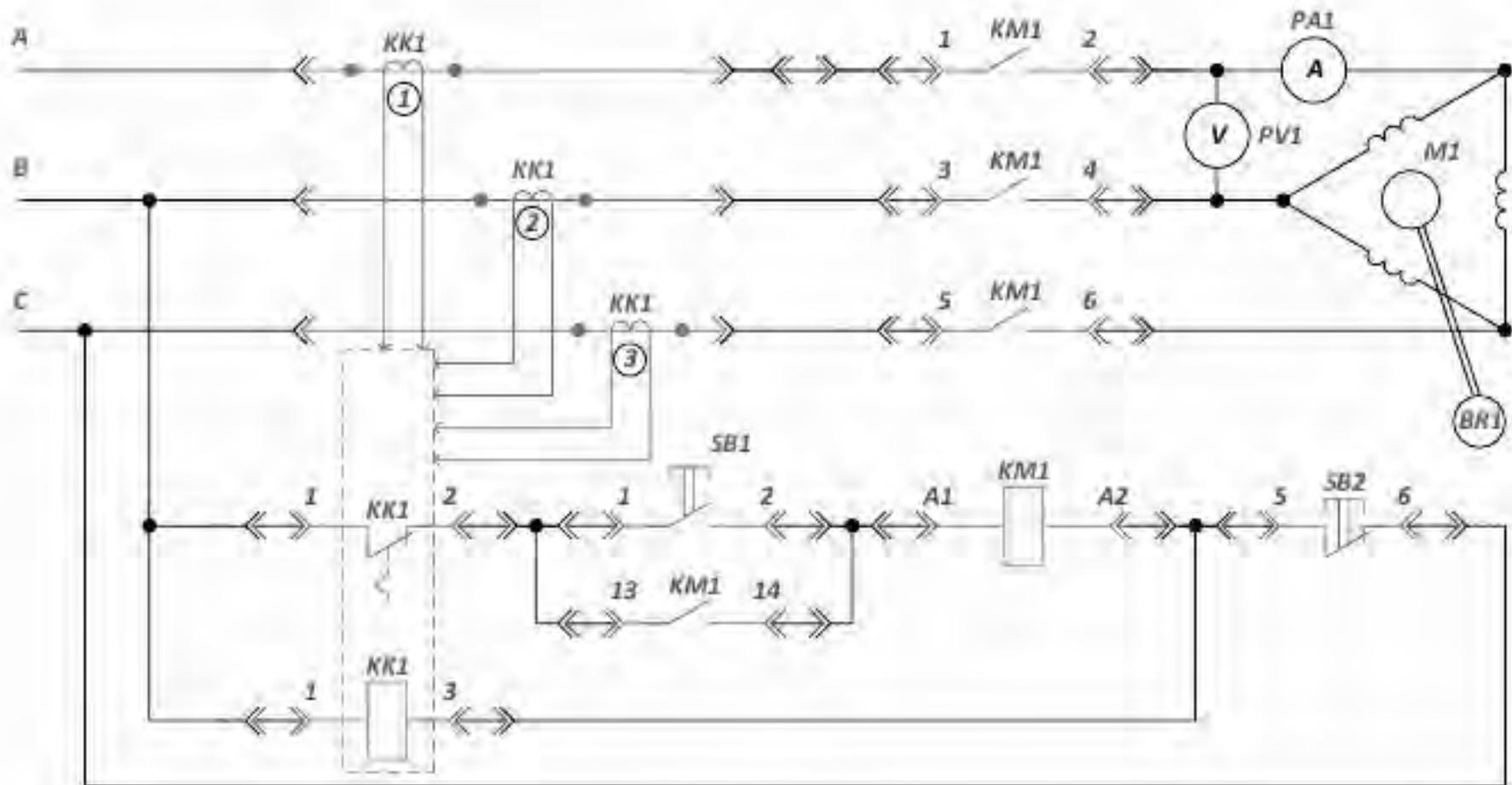


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная.

Черным цветом отмечены соединения, выполненные на сменной панели. Красным отмечены соединительные провода (перемычки) для сборки схемы. Зеленым отмечены элементы схемы, которые необходимо подключить с блока стенда БР-01. Реле КК1 в данном опыте используется в качестве максимального токового реле.