

Лабораторная работа №6

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТ, БЛОКИРОВОК И СИГНАЛИЗАЦИЙ В ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ

Цель работы – получение теоретических знаний и экспериментальное исследование работы защит, блокировок и сигнализаций в электроприводах.

1. Общие положения

Для обеспечения надежной работы электропривода и технологического оборудования в его релейно-контакторных схемах предусматриваются необходимые виды защит. Этой же цели служат и различные блокировочные связи, обеспечивающие заданный порядок операций по управлению одним или несколькими электроприводами и технологическим оборудованием, и предотвращающие при этом ошибочные действия оператора. Кроме того, во многих случаях целесообразно осуществлять контроль за состоянием и режимом работы отдельных узлов электропривода, что обеспечивается с помощью средств сигнализации, измерительных и регистрирующих приборов.

Задача узла защиты – отключить двигатель от источника питания и остановить рабочий орган производственной машины. Аварийными режимами в электрических цепях двигателя могут быть: короткие замыкания, кратковременные и длительные перегрузки по току двигателя, перебои в электроснабжении, недопустимое снижение напряжения сети. Аварийная пауза в электроснабжении может привести после возобновления электроснабжения к самозапуску двигателя и неконтролируемому оператором движению рабочего органа. Для исключения самозапуска используется так называемая нулевая защита (нулевая блокировка), осуществляемая с помощью кнопки управления с самовозвратом или командоконтроллера с нулевым замыкающим контактом. При недопустимом уровне снижения напряжения для номинально загруженных асинхронных и синхронных двигателей возникают токовые перегрузки. Кроме того, из-за разных коэффициентов возврата аппаратов управления нарушается правильная работа РКСУ. Защита от недопустимого уровня снижения напряжения выполняется с помощью реле напряжения с высоким коэффициентом возврата.

Аварийными режимами для механической части электропривода могут быть: превышение допустимого момента в механической передаче (заклинивание механизма); расцепление рабочего органа (РО) с валом

двигателя; превышение допустимой скорости двигателя или РО; выход РО за пределы зоны допустимых перемещений. Наиболее опасным является расцепление РО с валом двигателя в пассажирских подъемно – транспортных установках с активным моментом нагрузки (лифты, канатные дороги, эскалаторы), когда возможен наезд с большой скоростью РО на жесткую преграду. Защита от такого аварийного режима выполняется установкой тормозной системы непосредственно на РО.

Перечень типовых аварийных режимов и соответствующих средств защиты от них приведен в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Аварийные режимы и средства защиты от них.

Аварийный режим	Защитные средства
<i>Электрическая часть</i>	
Короткие замыкания; перегрузка силовых цепей по нагреву	Быстродействующие автоматы; плавкие предохранители; реле максимального тока; тепловое реле
Перебои в электроснабжении; недопустимое снижение напряжения в сети	Нулевая блокировка; реле минимального напряжения; реле минимального тока
<i>Механическая часть</i>	
Перегрузка механизма по моменту (заклинивание)	Муфта предельного момента; предохранительная шпонка
Расцепление рабочего органа с валом двигателя	Двойная тормозная система
Превышение допустимой скорости рабочего органа	Реле максимальной скорости
Выход рабочего органа за пределы зоны допустимых перемещений	Защитные путевые выключатели

Кроме перечисленных защит общего назначения, имеются защитные средства, учитывающие специфику производственных установок и их технологические режимы. К таким средствам относятся, например, различные защитные блокировки в лифтах, защитные устройства от отсутствия подачи смазки и охлаждающей жидкости в металлорежущих станках, от пробуксовки шкивов и барабанов в подъемно – транспортных установках.

Рассмотрим некоторые из них.

Аппараты максимальной токовой защиты. При работе электропривода может произойти замыкание электрических цепей

между собой или на землю (корпус), а также увеличение тока в силовых цепях сверх допустимого предела, вызванное, например, стопорением движения исполнительного органа рабочей машины, обрывом одной из фаз питающего напряжения, резким снижением тока возбуждения двигателей постоянного тока. Для защиты электропривода и питающей сети от появляющихся в этих случаях недопустимо больших токов (сверхтоков) предусматривается максимальная токовая защита, которая может реализовываться различными средствами: с помощью плавких предохранителей, реле максимального тока или автоматических выключателей.

Плавкие предохранители FU включаются в каждую линию (фазу) питающей двигатель сети между выключателем QF напряжения сети и контактами линейного контактора KM . Цепи управления также могут защищаться плавкими предохранителями.

Выбор плавкой вставки предохранителей силовой части электропривода производится по току и по степени тяжести пуска. Пуск электродвигателя должен полностью закончиться раньше, чем вставка расплавится под действием пускового тока. Для надежной работы вставок пусковой ток не должен превышать половины тока, который может расплавить вставку за время пуска.

Двигатели могут быть с легким и тяжелым пуском. Двигателями с легким пуском считаются двигатели вентиляторов, насосов, металлорежущих станков и т. п., пуск которых заканчивается за 3-5 с. К двигателям с тяжелым пуском относятся двигатели подъемных кранов, центрифуг, шаровых мельниц, пуск которых продолжается более 10 с, а также двигатели, которые пускаются очень часто – более 15 раз в час. К этой категории относят и двигатели с более легкими условиями пуска, но особо ответственные, для которых совершенно недопустимо ложное перегорание вставки при пуске.

Выбор номинального тока плавкой вставки для отстройки от пускового тока производится по выражению

$$I_{\text{пвс}} \geq I_{\text{п}} / k_{\text{п}},$$

где $I_{\text{п}}$ – пусковой ток двигателя, А;

k – коэффициент, определяемый условиями пуска и равный для двигателей с легким пуском 2,5, а для двигателей с тяжелым пуском 1,6 - 2.

Реле максимального тока используются в основном в электроприводах средней и большой мощности. Эти устройства разделяются на несколько типов измерения: первичное и вторичное.

Первый тип подключается к аппарату непосредственно своими выводами. Такое подключение распространено в сетях до 1000 В.

Второй тип РМТ подключается через трансформатор тока, измеряя вторичный ток, который прямо пропорционален первичному и на порядок меньше, чем в измеряемой цепи. Применяют данный тип подключения в высоковольтных сетях.

Катушки реле $KA1$ и $KA2$ включаются в фазы трехфазных двигателей переменного тока и в один или два полюса двигателя постоянного тока между выключателем QF и контактами линейного контактора KM (рис.6.1 а, б). Размыкающие контакты этих реле включены в цепь катушки KM линейного контактора (рис.6.1, в). При возникновении больших токов в контролируемых цепях, превышающих уставки реле $KA1$ и $KA2$, эти контакты размыкаются и силовые контакты линейного контактора KM отключают двигатель от питающей сети.

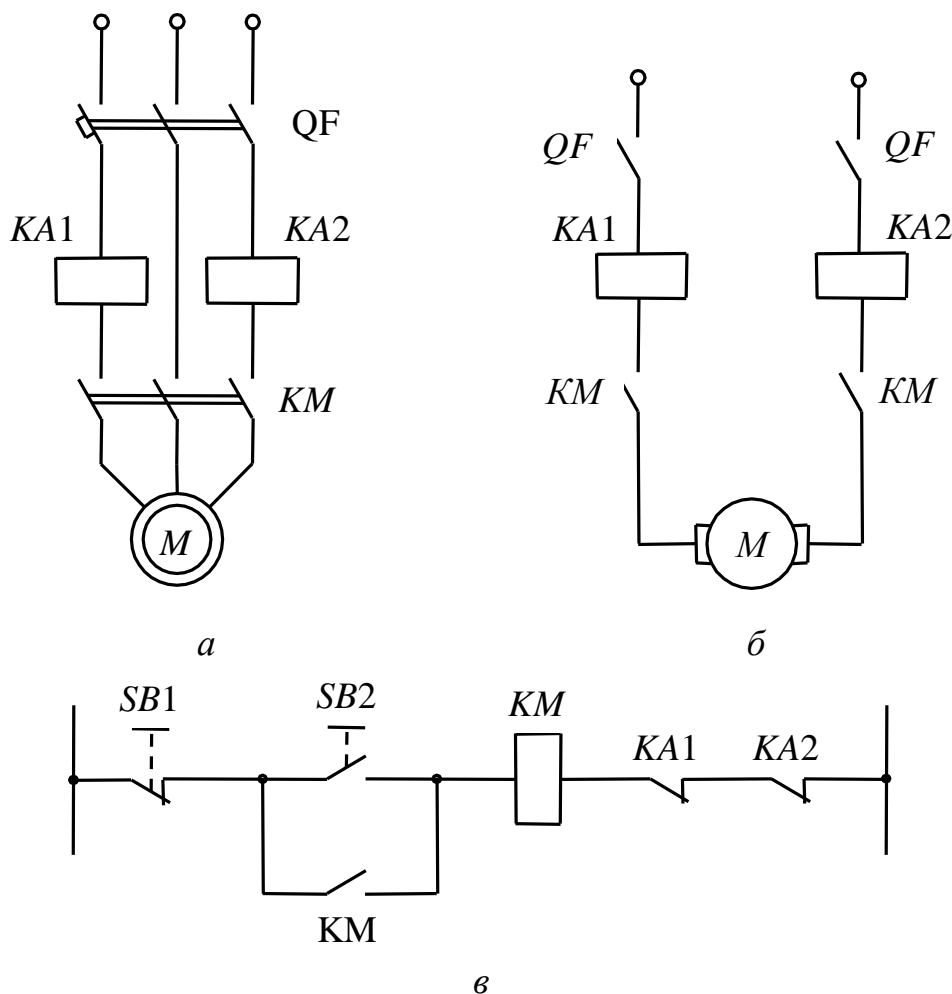


Рис. 6.1. Схемы включения реле максимального тока для защиты:
 а – асинхронного двигателя; б – двигателя постоянного тока;
 в – контактов реле в цепи управления.

На рис. 6.2 а, б приведена схема включения максимального токового реле через трансформатор тока и цепь управления.

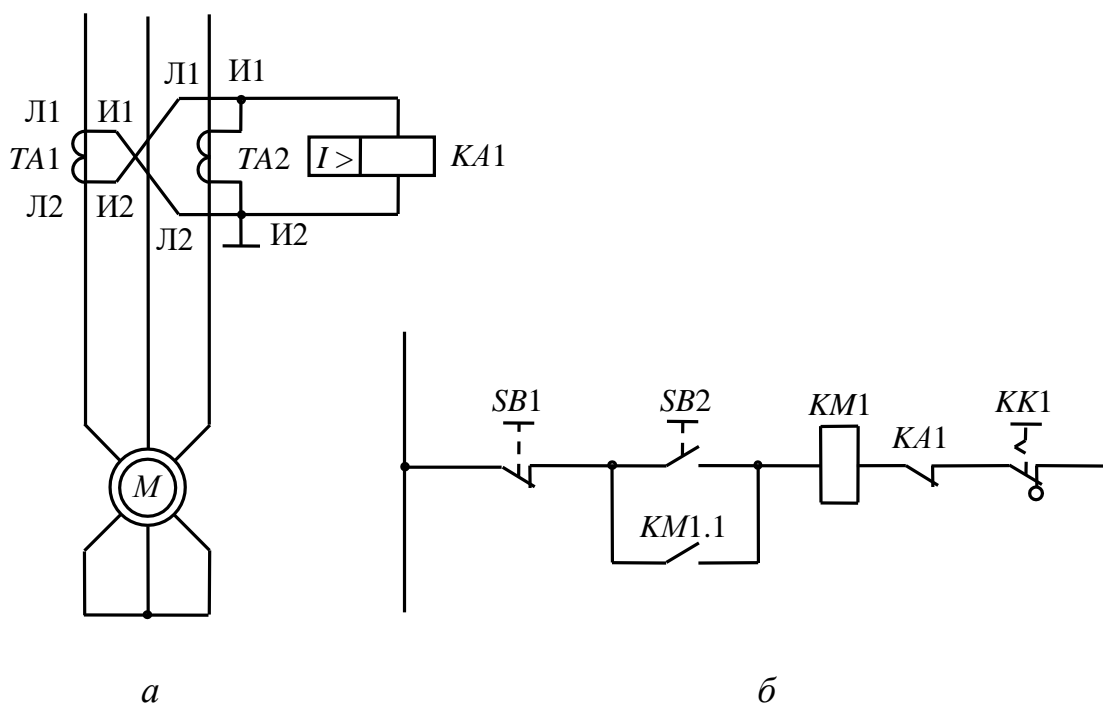


Рис. 6.2. Схемы включения реле максимального тока через трансформатор тока:
а – силовая цепь; б – контактов реле в цепи управления.

Уставки реле максимального тока должны выбираться таким образом, чтобы не происходило отключения двигателей при их пуске или других переходных процессах, когда токи в силовых цепях в несколько раз превышают номинальный уровень.

Автоматические выключатели (автоматы). Эти комплексные многоцелевые аппараты обеспечивают ручное включение и отключение напряжения питания двигателей и защиту их от сверхтоков, перегрузок и снижения питающего напряжения. Для выполнения этих функций автомат имеет контактную систему, замыкание и размыкание которой осуществляется вручную с помощью рукоятки или кнопки, максимальное токовое реле и тепловое токовое реле.

Важным устройством автоматического выключателя является механизм свободного расцепления, который обеспечивает его отключение при поступлении управляющих или защитных воздействий. В общем случае отключение автомата этим механизмом может происходить при протекании токов перегрузки, короткого замыкания,

снижении напряжения сети, а также при дистанционном отключении автомата.

Часто в автоматах применяют тепловые расцепители без нагревателя, в этом случае контролируемый ток пропускается непосредственно через биметаллическую пластину. В маломощных автоматах такой расцепитель может выполнять функции и элемента максимальной токовой защиты.

Автоматические выключатели широко используются для коммутации и защиты силовых и маломощных цепей электроприводов всех видов.

Нулевая защита. При значительном снижении напряжения сети или его исчезновении эта защита обеспечивает отключение двигателей и предотвращает самопроизвольное их включение (самозапуск) после восстановления напряжения.

В тех случаях, когда двигатели управляются от кнопок контакторами или магнитными пускателями, нулевая защита осуществляется самими аппаратами без применения дополнительных средств. Например, если в схемах рис.6.1, 6.2 исчезло или сильно понизилось напряжение сети, катушка линейного контактора *KM* потеряет питание, и он отключит двигатель от сети. При восстановлении напряжения пуск двигателя может быть осуществлен только после нажатия на кнопку управления *SB2* (рис.6.1, в, рис.6.2, б).

При управлении электроприводом от командоконтроллера или ключа *SA* с фиксированным положением их рукояток нулевая защита осуществляется с помощью дополнительного реле напряжения *KV* (рис. 6.3).

В этой схеме реле *KV* включается в положении 2 командоконтроллера (ключа) *SA*, после чего оно становится на самопитание через свой собственный контакт. При переводе рукоятки командоконтроллера (ключа) в положение пуска 3, питание всей схемы управления осуществляется через этот контакт и срабатывает контактор *KM*, который подключает двигатель к сети. При исчезновении напряжения реле *KV* отключится, прекратится питание схемы управления и линейный контактор *KM* отключит двигатель от сети. При восстановлении напряжения питания повторное включение двигателя может быть произведено лишь после установки рукоятки вновь в нулевое (среднее) положение, чем исключается возможность его самозапуска.

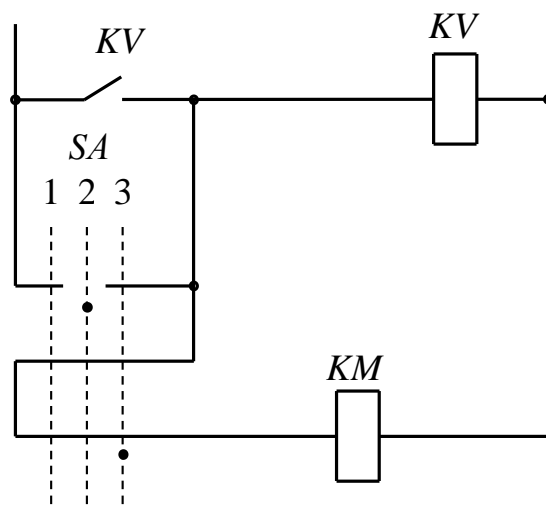


Рис.6.3. Схема нулевой защиты

Тепловая защита. Эта защита отключает двигатель от источника питания, если вследствие протекания по его цепям повышенных токов имеет место более высокий нагрев его обмоток. Такая перегрузка возникает, в частности, при обрыве одной из фаз трехфазных асинхронных или синхронных двигателей, а также при наличии большой нагрузки.

Тепловая защита двигателей может быть осуществлена с помощью тепловых, максимально – токовых реле и автоматических выключателей.

Тепловые реле *КК* включаются в две или три фазы трехфазных двигателей переменного тока непосредственно (рис 6.4, а) или через трансформаторы тока *ТА* (рис.6.4, б), если ток двигателя превышает номинальный ток реле. Для защиты двигателей постоянного тока реле включаются в один или два полюса цепи их питания (рис.6.4, в). Размыкающие контакты тепловых реле включаются или в цепи катушек главных (линейных) контакторов, или в цепь защитного реле. Номинальный ток теплового элемента реле $I_{Т.э}$ выбирают равным или несколько большим номинального тока двигателя $I_{НОМ}$.

$$I_{Т.э} = (1... 1,15) \cdot I_{НОМ}$$

Тепловая защита двигателей может осуществляться автоматическими выключателями и магнитными пускателями, если они имеют встроенные тепловые расцепители.

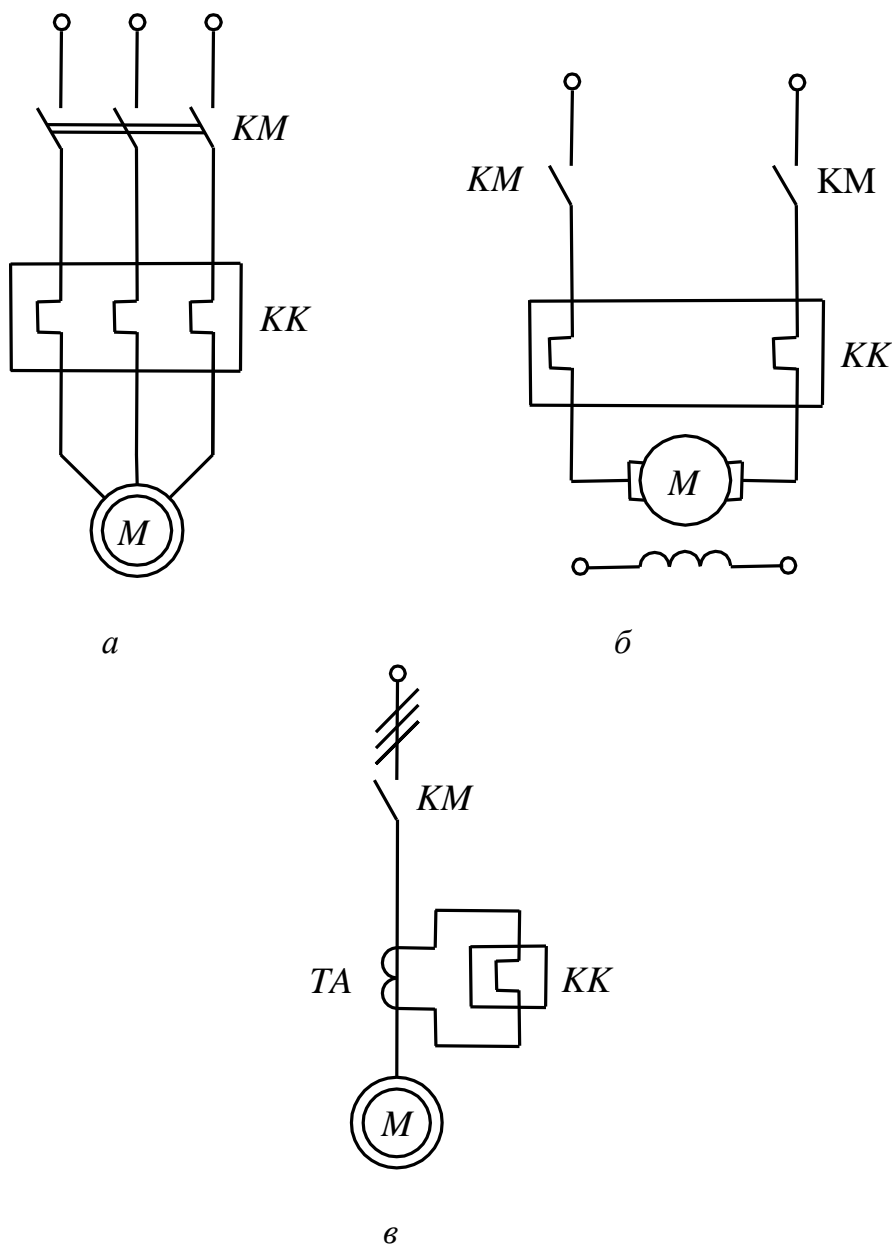


Рис.6.4. Тепловая защита:

а) схема включения теплового реле в цепь статора асинхронного двигателя без трансформатора тока; б) схема включения тепловых реле в цепь якоря двигателя постоянного тока; в) схема включения тепловых реле в цепь статора асинхронного двигателя с трансформатором тока

При повторно – кратковременных режимах работы электропривода, когда процессы нагрева реле и двигателя различны, защита двигателей от перегрузок осуществляется с помощью максимально – токовых реле *КА1* и *КА2* (рис. 6.1). Токи уставок реле при этом выбираются на 20 – 30 % выше номинального тока двигателя.

Минимально – токовая защита. Этот вид защиты применяется в электроприводах с двигателями постоянного тока и синхронными двигателями для защиты от обрыва их цепей возбуждения. Исчезновение тока возбуждения опасно тем, что оно вызывает исчезновение противо – ЭДС двигателей и приводит тем самым к значительному возрастанию тока в их силовых цепях и резкому снижению развиваемого ими момента.

Эта защита осуществляется с помощью минимально – токового реле *КА*, катушка которого включается в цепь обмотки возбуждения двигателя *LM*, как это показано на рис.6.5. Замыкающий контакт *КА* включается в цепь катушки контактора *КМ*, что позволяет включать двигатель только при наличии тока возбуждения в обмотке возбуждения *LM*. При работе электропривода в случае исчезновения или резкого снижения тока возбуждения контакт реле *КА* разомкнется и контактор *КМ*, потеряв питание, отключит двигатель от сети.

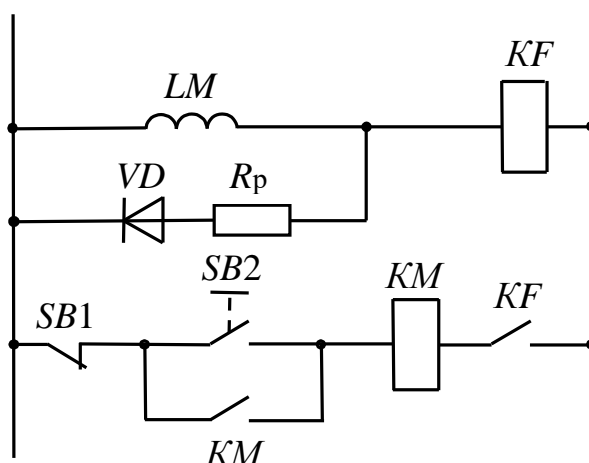


Рис.6.5. Схема минимально – токовой защиты

Специальные виды защит. К ним относятся защиты от перенапряжения на обмотке возбуждения двигателя постоянного тока, от повышения напряжения в системе «преобразователь – двигатель», от превышения скорости электропривода, от затянувшегося пуска синхронных двигателей и ряд других.

Защита от перенапряжения на обмотке возбуждения двигателя постоянного тока требуется при ее отключении от источника питания. В этом режиме вследствие быстрого спада тока возбуждения и тем самым магнитного потока в обмотке возникает значительная (до нескольких киловольт) ЭДС самоиндукции, которая может вызвать пробой ее изоляции.

Защита осуществляется с помощью так называемого разрядного резистора R_p , включаемого параллельно обмотке возбуждения LM (рис.4.4) сопротивлением $R_{o.в.м.}$. Его сопротивление выбирается равным $(4...5) \cdot R_{o.в.м.}$ при напряжении питания 220 В и $(6...8) \cdot R_{o.в.м.}$ при напряжении 110 В. Для устранения потерь энергии в разрядном резисторе последовательно с ним включается диод VD . Он не пропускает через резистор ток при включенной обмотке возбуждения, но позволяет протекать току под действием ЭДС самоиндукции, возникающей при отключении обмотки. Выбор R_p , в указанных пределах позволяет снизить темп спада тока в обмотке возбуждения и тем самым ограничить величину ЭДС самоиндукции до допустимых пределов.

Защита от превышения напряжения применяется главным образом в системе «преобразователь – двигатель». Она реализуется с помощью реле напряжения, включаемого на выход преобразователя и своими контактами воздействующего на цепи отключения напряжения электропривода. Эта защита косвенно защищает двигатель постоянного тока и от чрезмерного увеличения скорости при появлении повышенного напряжения.

Защита от превышения скорости применяется в электроприводах рабочих машин, не допускающих превышения скорости движения своих исполнительных органов (лифты, подъемные лебедки, эскалаторы, шахтные подъемники). Для предотвращения недопустимых скоростей движения в электроприводах используется защита, которая может быть выполнена с помощью тахогенераторов или центробежных выключателей, соединенных с валом двигателя. Центробежные выключатели непосредственно воздействуют на цепь управления, а в случае применения тахогенератора, это воздействие осуществляется с помощью реле напряжения, включаемого на его якорь.

Путевая защита обеспечивает отключение электропривода при достижении исполнительным органом рабочей машины крайних положений. Она осуществляется с помощью конечных выключателей, устанавливаемых в этих положениях исполнительного органа и размыкающих цепи реле защиты или непосредственно линейных контакторов.

Защита от затянувшегося пуска синхронных двигателей обеспечивает его прекращение, если к концу расчетного времени пуска ток возбуждения синхронных двигателей не достиг заданного уровня. Осуществляется эта защита с помощью реле минимального тока KA и реле времени KT (рис.6.6). Если за время выдержки реле KT , равное времени нормального пуска синхронного двигателя, ток возбуждения

окажется недостаточным, то после размыкания контактов реле KT сработает реле защиты KA и даст команду на прекращение пуска.

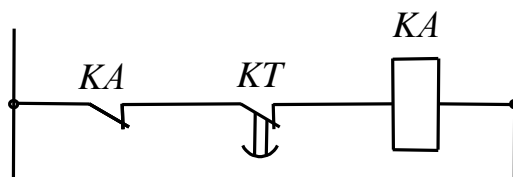


Рис. 6.6. Схема защиты от затянувшегося пуска синхронного двигателя

Защита от выпадения синхронных двигателей из синхронизма применяется для электроприводов с синхронными двигателями, работающих с резко изменяющейся нагрузкой на валу и питающихся от сети, в которой возможно снижение напряжения. Защита осуществляется с помощью реле напряжения KV (рис.6.7), включенного на напряжение сети и устройства релейной форсировки возбуждения.

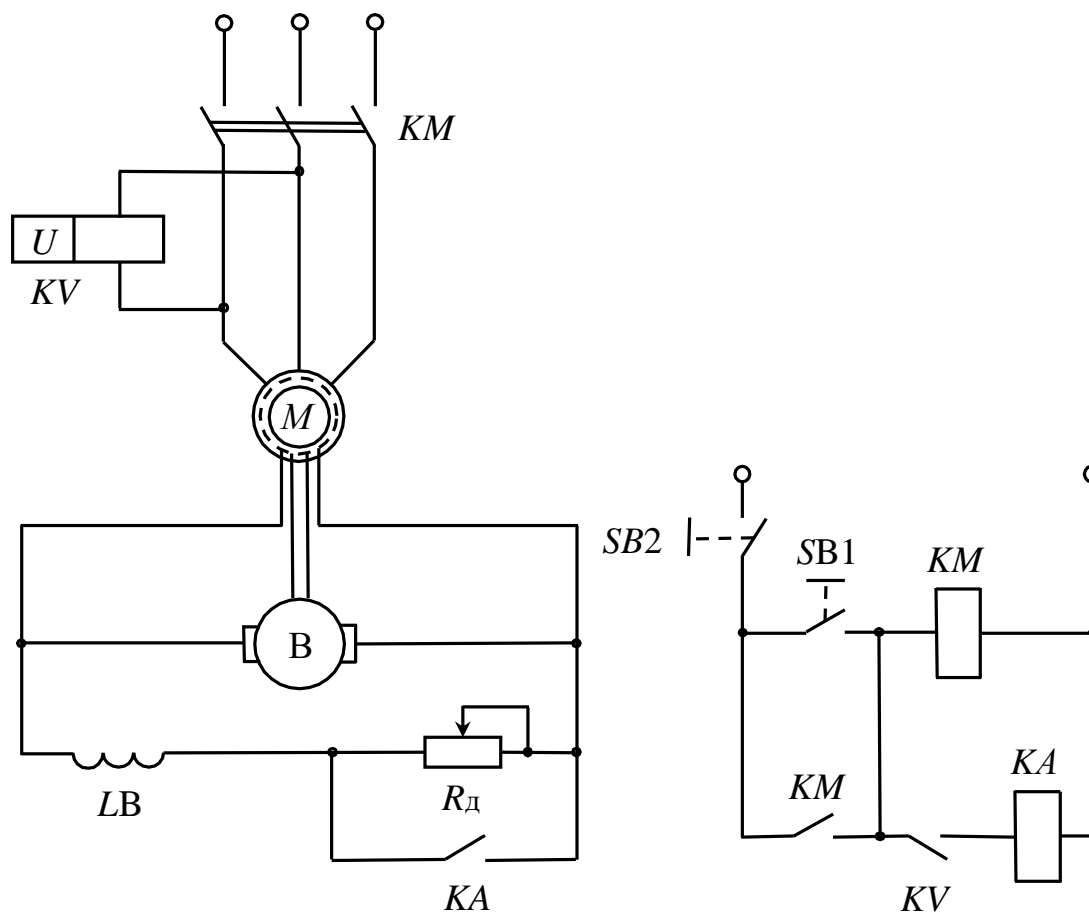


Рис.6.7. Схема защиты от выпадения синхронного двигателя из синхронизма

Данное устройство собрано на реле KA , замыкающий контакт которого включен параллельно добавочному резистору R_d , в цепи обмотки возбуждения LV возбуждателя B .

При нормальном уровне напряжения сети реле KV включено и катушка реле KA не получает питания, поэтому резистор R_d , введен в цепь ОВВ, и по ней протекает номинальный (или близкий к нему) ток. При снижении напряжения сети на 15 – 20% реле KV отключается и замыкает свой контакт в цепи катушки реле KA . Последнее включается и своим контактом шунтирует резистор R_d . Ток возбуждения возбуждателя, его напряжение и ток возбуждения синхронного двигателя $I_{в.м}$ возрастают, а тем самым увеличивается его ЭДС. Это приводит к увеличению максимального момента и перегрузочной способности синхронных двигателей и тем самым обеспечивает его синхронную работу с сетью при увеличении нагрузки на валу.

Электрические блокировки в схемах ЭП. Они служат для обеспечения заданной последовательности операций при его управлении, предотвращения нештатных и аварийных ситуаций и неправильных действий со стороны оператора, что в итоге повышает надежность работы электропривода и технологического оборудования. Так, например, при работе двух контакторов $KM1$ и $KM2$ (рис.6.8) перекрестное включение их размыкающих контактов в цепи катушек не допускает включения одного контактора при включенном другом. Такой вид блокировки применяется в реверсивных электроприводах, где недопустимо одновременное включение двух контакторов, или в электроприводах с электрическим торможением двигателя, где торможение может начаться только после отключения двигателя от сети.

Одновременное включение двух контакторов может быть предотвращено и с помощью использования двухцепных кнопок управления (рис.6.8, а), имеющих замыкающий и размыкающий контакты ($SB1.1$ и $SB1.2$, $SB2.1$ и $SB2.2$).

Схема рис.6.8, б иллюстрирует пример некоторой технологической блокировки двух электроприводов, работающих совместно в комплексе. Она допускает включение контактора $KM1$ одного электропривода только после включения контактора $KM2$ другого электропривода и при нажатом путевом выключателе SQ .

В электроприводах применяются и другие виды блокировки.

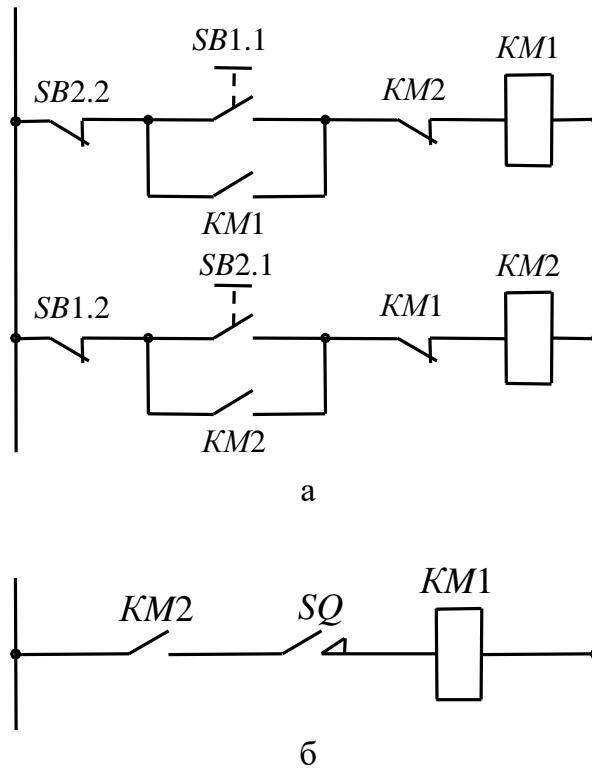


Рис.6.8. Блокировки в схемах электропривода:
 а – для предотвращения одновременного включения двух контакторов;
 б – при срабатывании конечного выключателя.

Сигнализации в схемах управления ЭП. Для контроля за ходом технологического процесса или последовательности выполняемых операций, состояния защиты и наличия напряжения питания или какого – либо электрического сигнала применяется сигнализация, которая может быть световой (сигнальные лампы, табло), звуковой (звонок, сирена) и визуальной (указательные реле, измерительные приборы). На рис.6.9 приведен пример возможной сигнализации в схеме управления асинхронным двигателем. Например, лампа $HL1$ свидетельствует о включении контактора $KM1$ и вращении двигателя в направлении «Вперед», лампа $HL2$ – о срабатывании реле максимальной токовой защиты KA , лампа $HL3$ - подаче напряжения на схему, лампа $HL4$ – о срабатывании конечного выключателя SQ .

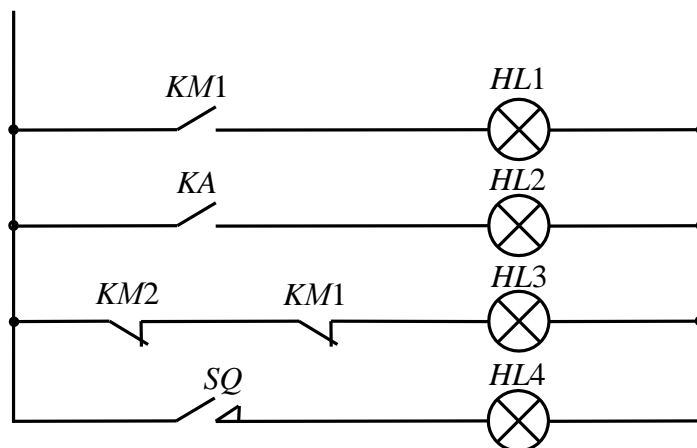


Рис.6.9. Схема сигнализации

2. Программа работы

2.1 Указания по проведению эксперимента

1. Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

2. Соедините гнезда защитного заземления устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «PE» трехфазного источника питания G1.

3. Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений.

4. Включите трехфазный источник питания. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся лампочки.

5. Включите выключатель QF1.

6. Включите выключатель SF1. В результате загорится зеленая лампа блока световой сигнализации, сигнализирующая о готовности двигателя M1 к пуску.

7. Нажмите кнопку SB1. В результате произойдет прямой пуск двигателя M1, о чем будет сигнализировать загоревшаяся красная лампа в блоке световой сигнализации. Стрелки вольтметра и амперметра покажут напряжение и ток двигателя M1. Зеленая лампа погаснет.

Для схемы тепловой защиты асинхронного двигателя, основанной на использовании электротеплового реле (рис. 6.10):

1. Установите сопротивление реостата, например, 60 Ом.

2. Имитируйте перегрузку двигателя M1 нажатием на верхнюю кнопку поста управления SB3. В результате двигатель M2 будет тормозить двигатель M1, перегружая последний. Через некоторое время

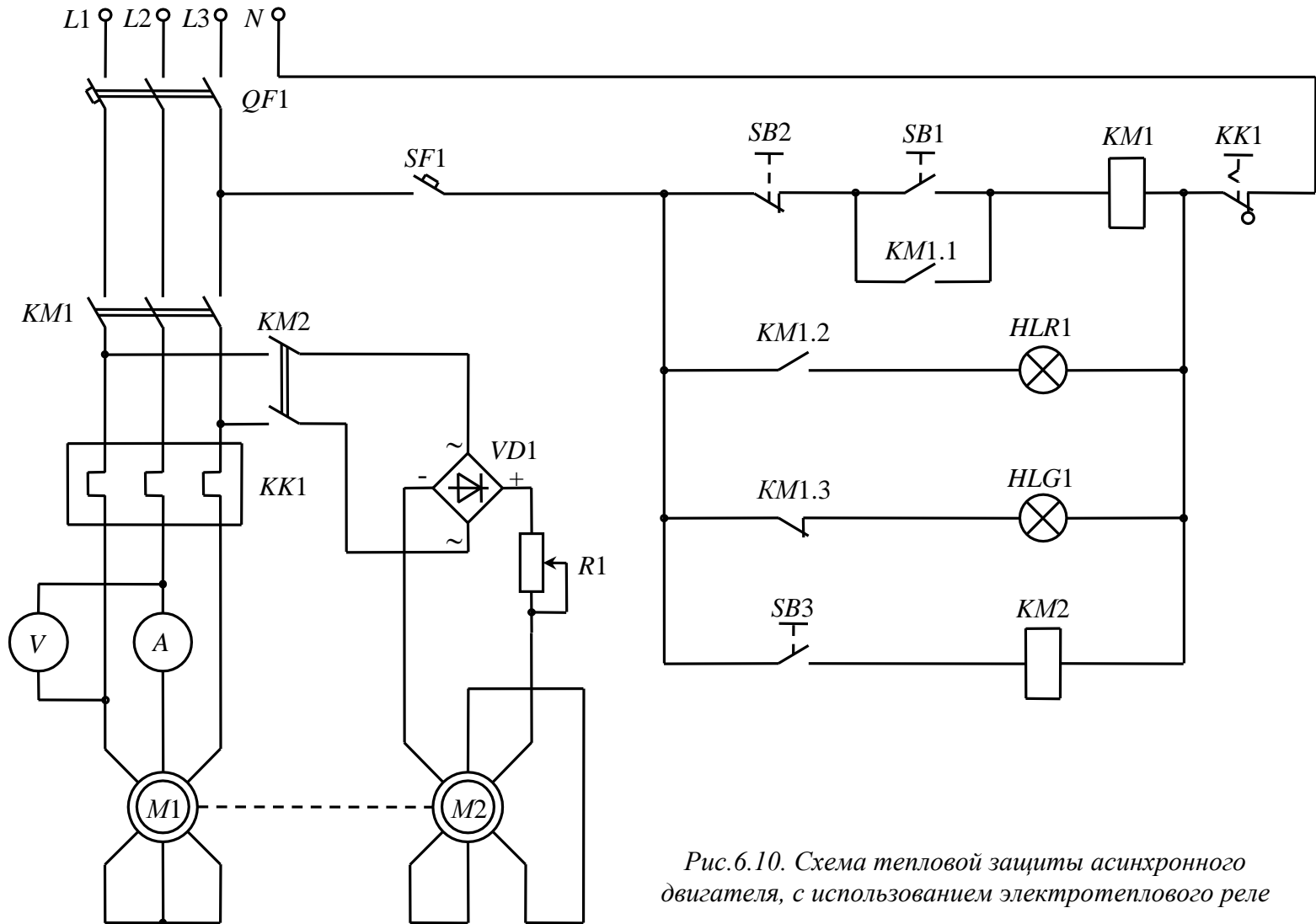


Рис.6.10. Схема тепловой защиты асинхронного двигателя, с использованием электротеплового реле

сработает электротепловое реле $KK1$ и отключит двигатель $M1$ от электрической сети.

3. Спустя 1 минуту нажмите выступающий шток электротеплового реле $KK1$ в результате оно вернется в исходное положение. Двигатель $M1$ будет готов к очередному пуску, о чем будет сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа.

4. Вновь осуществите прямой пуск двигателя $M1$ нажатием кнопки $SB1$.

5. Имитируйте, например, обрыв фазы A двигателя $M1$ выниманием проводника из соответствующего гнезда на его терминальной панели. В результате возрастет ток в двух других фазах двигателя $M1$. Через некоторое время сработает электротепловое реле $KK1$ и отключит двигатель $M1$ от электрической сети.

6. Спустя 1 минуту нажмите выступающий шток электротеплового реле $KK1$ в результате оно вернется в исходное положение. Двигатель $M1$ будет готов к очередному пуску с одной оборванной фазой, о чем будет сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа.

7. Еще раз осуществите прямой пуск двигателя $M1$ нажатием кнопки $SB1$ и убедитесь, что и в этом случае сработает электротепловое реле $KK1$ и отключит двигатель $M1$ от электрической сети.

8. Восстановите первоначальное соединение двигателя $M1$ с питающей сетью и спустя 1 минуту после последнего опыта нажмите выступающий шток электротеплового реле $KK1$.

9. По завершении эксперимента отключите трехфазный источник питания нажатием на кнопку «красный гриб».

Для схемы токовой отсечки асинхронного двигателя, основанной на использовании автоматического выключателя (рис. 6.11):

1. Имитируйте двухфазное короткое замыкание на выводах двигателя $M1$ нажатием на кнопку $SB3$. В результате через малое время выключатель $SF1$ отключит двигатель $M1$ от сети и последний остановится.

2. Включите выключатель $SF1$. Двигатель $M1$ снова будет готов к очередному пуску, о чем будет сигнализировать загоревшаяся зеленая лампа.

3. По завершении эксперимента отключите трехфазный источник питания нажатием на кнопку «красный гриб».

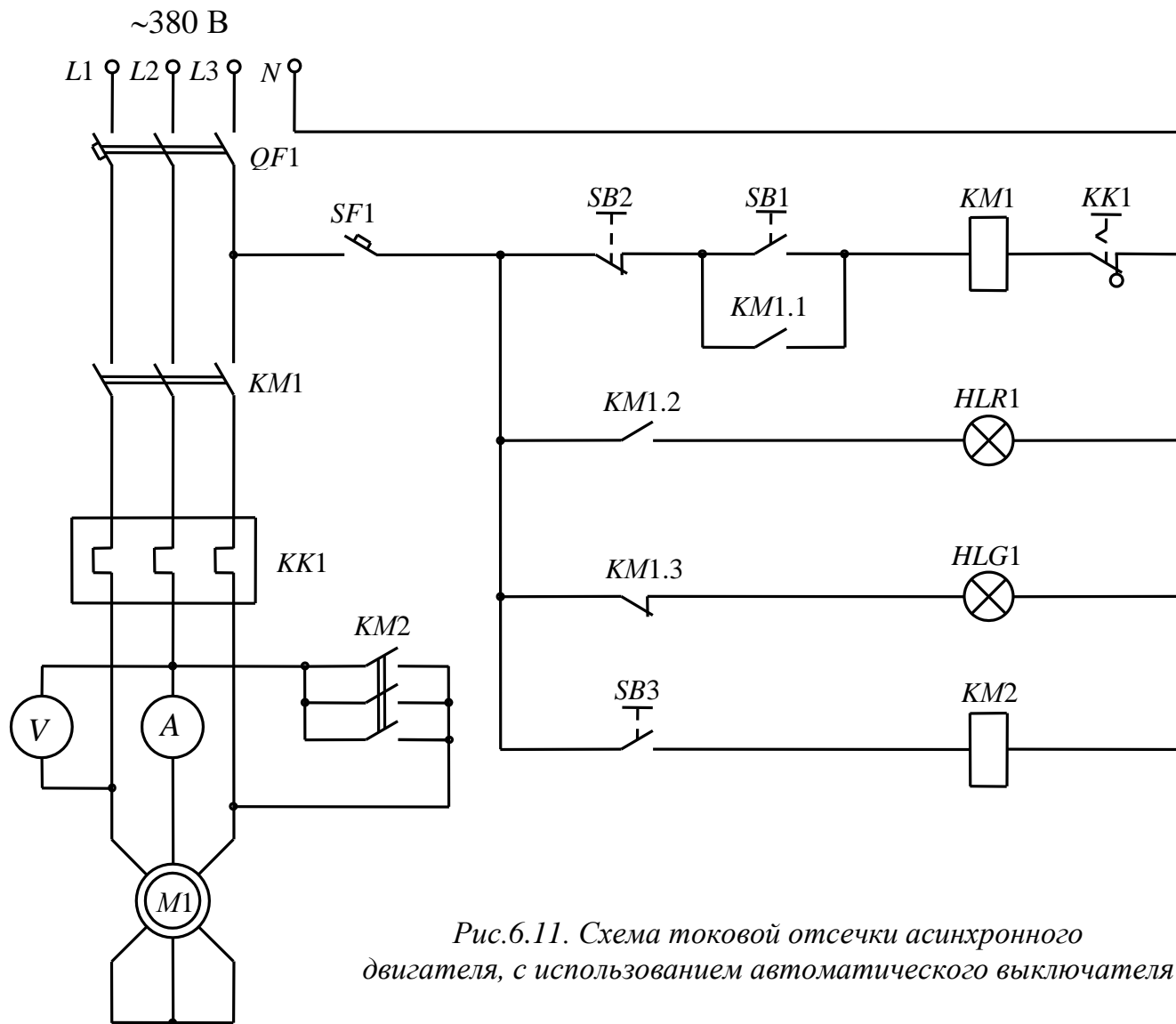


Рис.6.11. Схема токовой отсечки асинхронного двигателя, с использованием автоматического выключателя

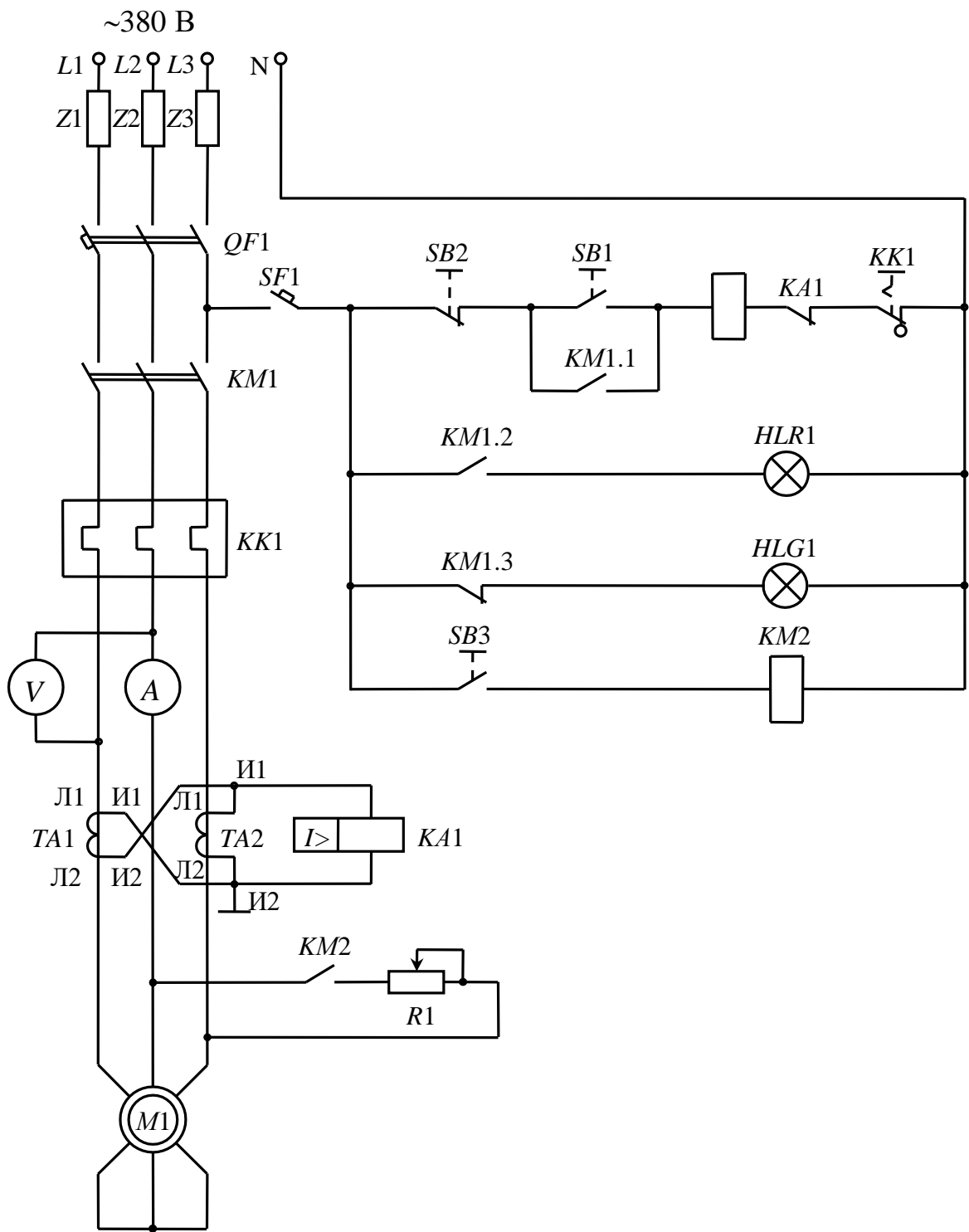


Рис.6.12. Схема максимальной токовой защиты асинхронного двигателя, основанной на использовании реле максимального тока

Для схемы максимальной токовой защиты асинхронного двигателя, основанной на использовании реле максимального тока (рис. 6.12):

1. Установите сопротивление реостата, например, 50 Ом.
2. Установите ток срабатывания реле максимального тока 1,6А.
3. Включите трехфазный источник питания. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся диоды.
4. Включите выключатель $QF1$.
5. Включите выключатель $SF1$. В результате загорится зеленая лампа блока световой сигнализации, сигнализирующая о готовности двигателя $M1$ к пуску.
6. Нажмите кнопку $SB1$. В результате произойдет прямой пуск двигателя $M1$, о чем будет сигнализировать загоревшаяся красная лампа в блоке световой сигнализации. Стрелки вольтметра и амперметра покажут напряжение и ток двигателя $M1$. Зеленая лампа погаснет.
7. Имитируйте двухфазное короткое замыкание на выводах двигателя $M1$ нажатием на кнопку $SB3$. В результате через малое время выключатель $SF1$ отключит двигатель $M1$ от сети и последний остановится.
8. По завершении эксперимента отключите трехфазный источник питания нажатием на кнопку «красный гриб».

Для схемы максимальной токовой защиты асинхронного двигателя с блокировкой по напряжению, основанной на использовании реле максимального тока и реле минимального напряжения (рис. 6.13):

1. Установите сопротивление реостата, например, 50 Ом.
2. Установите ток срабатывания реле максимального тока 1 А, что меньше пускового тока двигателя (1,4 А) $M1$.
3. Установите напряжение срабатывания реле минимального напряжения, например, 200 В.
4. Включите трехфазный источник питания. О наличии напряжений фаз на его выходе должны сигнализировать светящиеся диоды.
5. Включите выключатель $QF1$.
6. Включите выключатель $SF1$. В результате загорится зеленая лампа блока световой сигнализации, сигнализирующая о готовности двигателя $M1$ к пуску.
7. Нажмите кнопку $SB1$. В результате произойдет прямой пуск двигателя $M1$, о чем будет сигнализировать загоревшаяся красная лампа в блоке световой сигнализации. Стрелки вольтметра и амперметра покажут напряжение и ток двигателя $M1$. Зеленая лампа погаснет.
8. Имитируйте двухфазное короткое замыкание на выводах двигателя $M1$ нажатием на кнопку $SB3$. В результате чего через малое время сработают реле максимального тока и минимального напряжения. Двигатель $M1$ отключится от сети и остановится.
9. По завершении эксперимента отключите трехфазный источник питания нажатием на кнопку «красный гриб».
10. Найти ошибку в схеме.

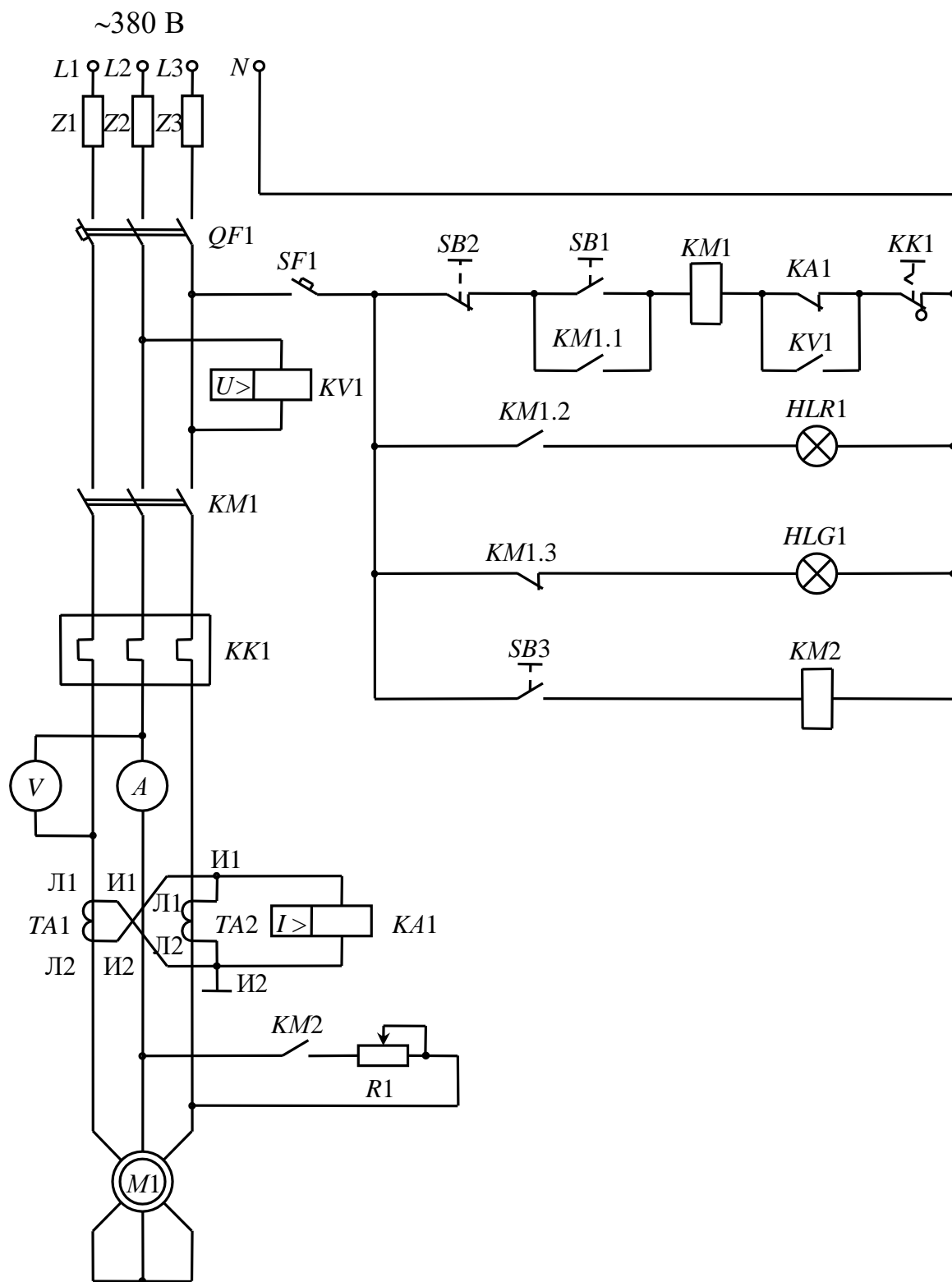


Рис.6.13. Схема максимальной токовой защиты асинхронного двигателя с блокировкой по напряжению, основанной на использовании реле максимального тока и реле минимального напряжения

3. Содержание отчета

- 5.1. Цель работы.
- 5.2. Краткие теоретические сведения.
- 5.3. Релейно – контакторные схемы защит асинхронного двигателя (по указанию преподавателя).
- 5.4. Описание принципа действия схем.

4. Контрольные вопросы

1. С помощью каких устройств осуществляется защита электрической части электропривода; механической части электропривода?
2. Какие виды защит может обеспечивать автоматический выключатель и за счет чего?
3. Что такое нулевая защита? Как она реализуется? Как она реализуется в схемах, представленных на рис.4.9 и 4.10?
4. Как выбираются плавкие предохранители для защиты цепей электропривода?
5. Назовите блокировки, применяемые в схемах управления электроприводом.
6. Чем опасно исчезновение тока возбуждения в электроприводе с двигателями постоянного тока и синхронными двигателями?
7. Для чего нужны сигнализации в схемах управления и как они реализуются?
8. С какой целью применяется тепловое реле в схемах защиты двигателей?
9. С какой целью применяется реле максимального тока в схемах защиты двигателей? Способы их включения?
10. С какой целью применяется реле минимального напряжения в схемах защиты двигателей?

5. Список литературы

1. Москаленко В.В. Системы автоматического управления электропривода. – М.: Инфра – М, 2007. – 208с.
2. Сенигов П.Н. Релейно – контакторное управление асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором. Руководство по выполнению базовых экспериментов. – Челябинск: ООО «Учебная техника», 2005. – 88с.
3. Системы автоматизированного управления электроприводами: уч. Пособие; под общ. ред. Ю.Н. Петренко. – Минск: Новое знание, 2007. – 394с.
4. Справочник по автоматизированному электроприводе. Под ред. Елисеева В.А. и Шинянского А.В. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616с., ил.
5. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: «Академия», 2006. – 301с.
6. <http://electricalschool.info/main/sovety/159-vybor-predokhranitelej-dlja-zashhity.html>