

УДК 621.3

ВИДЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Гончарова Е.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

При эксплуатации асинхронных электродвигателей, как и любого другого электрооборудования, могут возникнуть неполадки - неисправности, часто приводящие к аварийному режиму работы, повреждению двигателя, преждевременному выходу его из строя.

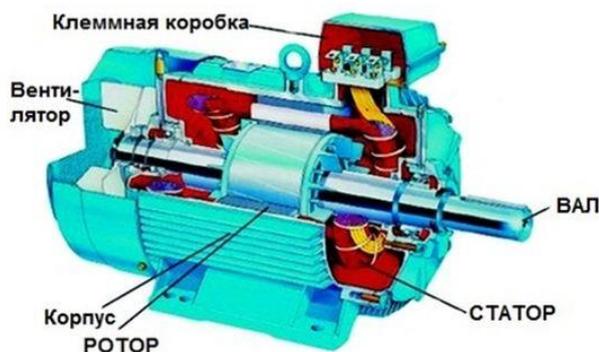


Рисунок 1 Асинхронный электродвигатель

Прежде, чем перейти к способам защиты электродвигателей стоит рассмотреть основные и наиболее частые причины возникновения аварийной работы асинхронных электродвигателей: Однофазные и межфазные короткие замыкания - в кабеле, клеммной коробке электродвигателя, в обмотке статора (на корпус, межвитковые замыкания).

Короткие замыкания - наиболее опасный вид неисправности в электродвигателе, т. к. сопровождается возникновением очень больших токов, приводящих к перегреву и сгоранию обмоток статора.

Тепловые перегрузки электродвигателя - обычно возникают, когда вращение вала сильно затруднено (выход из строя подшипника, попадание мусора в шнек, запуск двигателя под слишком большой нагрузкой, либо его полная остановка).

Частой причиной тепловой перегрузки электродвигателя, приводящей к ненормальному режиму работы является пропадание одной из питающих фаз. Это приводит к значительному увеличению тока (в два раза, превышающего номинальный) в статорных обмотках двух других фаз.

Результат тепловой перегрузки электродвигателя - перегрев и разрушение изоляции обмоток статора, приводящее к замыканию обмоток и негодности электродвигателя.

Защита электродвигателей от токовых перегрузок заключается в своевременном обесточивании электродвигателя при появлении в его силовой цепи или цепи управления больших токов, т. е. при возникновении коротких замыканий. Для защиты электродвигателей от коротких замыканий применяют плавкие вставки, электромагнитные реле, автоматические выключатели с электромагнитным расцепителем, подобранные таким образом, чтобы они выдерживали большие пусковые сверхтоки, но незамедлительно срабатывали при возникновении токов короткого замыкания.

Для защиты электродвигателей от тепловых перегрузок в схему подключения электродвигателя включают тепловое реле, имеющее контакты цепи управления - через них подаётся напряжение на катушку магнитного пускателя. При возникновении тепловых перегрузок эти контакты размыкаются, прерывая питание катушки, что приводит к возврату группы силовых контактов в исходное состояние - электродвигатель обесточен.

Простым и надёжным способом защиты электродвигателя от пропадания фаз будет добавление в схему его подключения дополнительного магнитного пускателя.



Рисунок 2 Тепловое реле пускателя

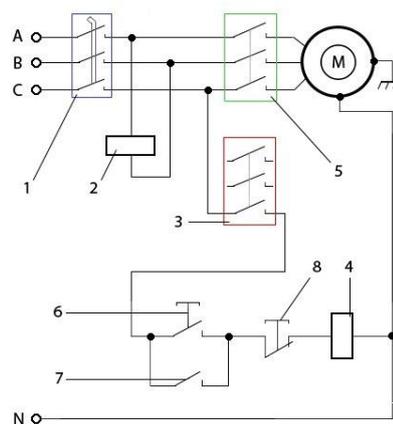


Рисунок 3 Схема подключения дополнительного магнитного пускателя

Включение автоматического выключателя 1 приводит к замыканию цепи питания катушки магнитного пускателя 2 (рабочее напряжение этой катушки должно быть ~ 380 в) и замыканию силовых контактов 3 этого пускателя, через который (используется только один контакт) подаётся питание катушки магнитного пускателя 4.

Включением кнопки «Пуск» 6 через кнопку «Стоп» 8 замыкается цепь питания катушки 4 второго магнитного пускателя (её рабочее напряжение может быть, как 380, так и 220 в), замыкаются его силовые контакты 5 и на двигатель подаётся напряжение. При отпускании кнопки «Пуск» 6 напряжение с силовых контактов 3 пойдет через нормально разомкнутый блок-контакт 7, обеспечивая неразрывность цепи питания катушки магнитного пускателя.

Современные виды защит асинхронных электродвигателей

Защита асинхронных электродвигателей от перегрева традиционно реализуется на основе, тепловой токовой защиты. В подавляющем большинстве двигателей, находящихся в эксплуатации, используется тепловая токовая защита, которая недостаточно точно учитывает фактические температурные режимы работы электродвигателей, а также его температурные постоянные времени.

В косвенной тепловой защите асинхронного электродвигателя биметаллические пластины включают в цепи питания статорных обмоток асинхронного электродвигателя, а при превышении максимально допустимого тока статора, биметаллические пластины, нагреваясь, отключают питание статора от источника электроэнергии.

Недостатком этого метода является то, что защита реагирует не на температуру нагрева обмоток статора, а на количество выделенного тепла без учета времени работы в зоне перегрузок и реальных условий охлаждения асинхронного электродвигателя. Это не позволяет в полной мере использовать перегрузочную способность электродвигателя и снижает производительность оборудования, работающего в повторно-кратковременном режиме из-за ложных отключений.

Сложность конструкции тепловых реле, недостаточно высокая надежность систем защиты на их основе, привели к созданию тепловой защиты, реагирующей непосредственно на температуру защищаемого объекта. При этом датчики температуры устанавливаются на обмотке двигателя.

Термочувствительные защитные устройства: термисторы, позисторы.

В качестве датчиков температуры получили применение термисторы и позисторы - полупроводниковые резисторы, изменяющие свое сопротивление от температуры.. Термисторы представляют собой полупроводниковые резисторы с большим отрицательным

ТСК. При увеличении температуры сопротивление термистора уменьшается, что используется для схемы отключения двигателя. Для увеличения крутизны зависимости сопротивления от температуры, термисторы, наклеенные на три фазы, включаются параллельно (рисунок 4).

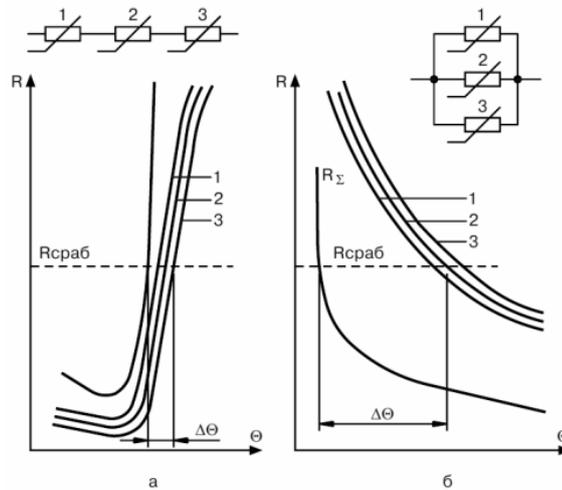


Рисунок 4 – Зависимость сопротивления позисторов и термисторов от температуры: а – последовательное соединение позисторов; б – параллельное соединение термисторов

Позисторы являются нелинейными резисторами с положительным ТСК. При достижении определенной температуры сопротивление позистора скачкообразно увеличивается на несколько порядков.

Для усиления этого эффекта позисторы разных фаз соединяются последовательно. Характеристика позисторов показана на рисунке.

Защита с помощью позисторов является более совершенной. В зависимости от класса изоляции обмоток двигателя берутся позисторы на температуру срабатывания =105, 115, 130, 145 и 160. Эта температура называется классификационной. Позистор резко меняет сопротивление при температура за время не более 12 с. При сопротивлении трёх последовательно включенных позисторов должно быть не более 1650 Ом, при температуре их сопротивление должно быть не менее 4000 Ом.

Гарантийный срок службы позисторов 20000 ч. Конструктивно позистор представляет собой диск диаметром 3.5 мм и толщиной 1 мм, покрытый кремне-органической эмалью, создающей необходимую влагостойкость и электрическую прочность изоляции.

Рассмотрим схему позисторной защиты, показанную на рисунке 5.

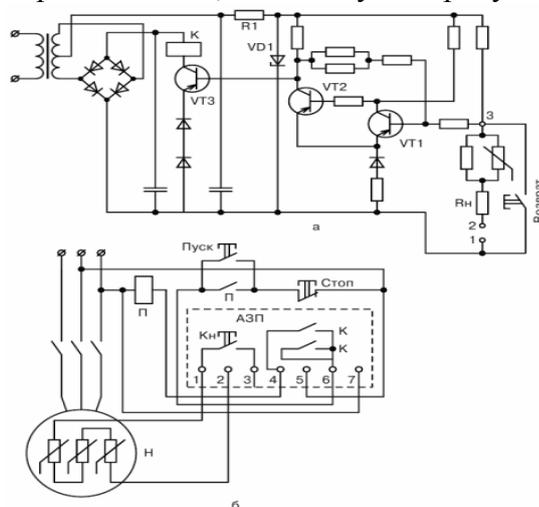


Рисунок 5 – Аппарат позисторной защиты с ручным возвратом: а – принципиальная схема; б – схема подключения к двигателю

К контактам 1, 2 схемы (рисунок 5, а) подключаются позисторы, установленные на всех трёх фазах двигателя (рисунок 5, б). Транзисторы $VT1$, $VT2$ включены по схеме триггера Шмидта и работают в ключевом режиме. В цепь коллектора транзистора $VT3$ конечного каскада включено выходное реле К, которое воздействует на обмотку пускателя.

При нормальной температуре обмотки двигателя и связанных с ним позисторов сопротивление последних мало. Сопротивление между точками 1-2 схемы также мало, транзистор $VT1$ закрыт (на базе малый отрицательный потенциал), транзистор $VT2$ открыт (большой потенциал). Отрицательный потенциал на коллекторе транзисторе $VT3$ мал, и он закрыт. При этом ток в обмотке реле К недостаточен для его срабатывания.

При нагреве обмотки двигателя сопротивление позисторов увеличивается, и при определенном значении этого сопротивления отрицательный потенциал точки 3 достигает напряжения срабатывания триггера. Релейный режим триггера обеспечивается эмиттерной обратной связью (сопротивление в цепи эмиттера $VT1$) и коллекторной обратной связью между коллектором $VT2$ и базой $VT1$. При срабатывании триггера $VT2$ закрывается, а $VT3$ - открывается. Срабатывает реле К, замыкая цепи сигнализации и размыкая цепь электромагнита пускателя, после чего обмотка статора отключается от напряжения сети.

После охлаждения двигателя его пуск возможен после нажатия кнопки «возврат», при котором триггер возвращается в начальное положение.

В современных электродвигателях позисторы защиты устанавливаются на лобовой части обмоток двигателя. В двигателях прежних разработок позисторы можно приклеивать к лобовой части обмоток.

Достоинства и недостатки термисторной (позисторной) защиты

Термочувствительная защита электродвигателей предпочтительней в тех случаях, когда по току невозможно определить с достаточной точностью температуру электродвигателя.

Это касается, прежде всего, электродвигателей с продолжительным периодом запуска, частыми операциями включения и отключения (повторно-кратковременный режим работы) или двигателей с регулируемым числом оборотов (при помощи преобразователей частоты). Термисторная защита эффективна также при сильном загрязнении электродвигателей или выходе из строя системы принудительного охлаждения.

Недостатками термисторной защиты является то, что с термисторами или позисторами выпускаются далеко не все типы электродвигателей. Это особенно касается электродвигателей отечественного производства. Термисторы и позисторы могут устанавливаться в электродвигатели только в условиях стационарных мастерских. Температурная характеристика термистора достаточно инерционна и сильно зависит от температуры окружающей среды и от условий эксплуатации самого электродвигателя.

Термисторная защита требует наличия специального электронного блока: термисторного устройства защиты электродвигателей, теплового или электронного реле перегрузки, в которых находятся блоки настройки и регулировки, а также выходные электромагнитные реле, служащие для отключения катушки пускателя или электромагнитного расцепителя.

Литература

1. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства: Учеб. для вузов / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов.-М.:Издательство «Колосс», 2008.-655с.
2. Зимин Е. Н. Защита асинхронных двигателей до 500 В. Изд. 2-е, переработ, и доп. М.— Л., изд-во «Энергия», 1967. - 88 с. с черт. (Библиотека электромонтера. Вып. 209)