



ООО «Приборы контроля и Привод»

614000, г. Пермь, ул. Луначарского, 23, т./ф (342) 212-42-51, 206-65-61, 206-65-60, 270-02-27
www.pkip.ru www.kip59.ru www.пkip.пф e-mail: info@pkip.ru; privod-kip@yandex.ru
ИНН 5902858780 КПП 590201001 ОГРН 1095902008135

Главному инженеру

Главному энергетiku

ООО «Приборы контроля и Привод» начал поставки новой серии приборов защиты и автоматики, созданной в рамках нового технического проекта под торговой маркой SMARTRELE®.

Приборы новой серии получили наименование Смартреле.

Информацию о номенклатуре и параметрам приборов серии можно получить на нашем сайте <http://www.kip59.ru/katalog/pribory-zashity-yelektrodvigat/serija-smartrele/>.

Подробная техническая документация высылается заинтересованным лицам по запросу.

В данном письме мы предлагаем Вашему вниманию рассмотреть возможность и целесообразность применения на объектах электроэнергетики некоторых новых принципов и аппаратуры для построения аппаратов (шкафов, систем) релейной защиты, автоматики и управления электродвигателями и другими электроустановками.

I. Бесконтактные аппараты управления электродвигателями на основе контроллера магнитного пускателя Смартреле С-127

1. Назначение Контроллера магнитного пускателя Смартреле С-127

Контроллер предназначен для установки в системах (шкафах) управления трехфазными низковольтными (0,4 КВ) электродвигателями и другими электроустановками с включением магнитными пускателями (контакторами).

Выполняемые функции: бесконтактное дистанционное управление пускателями и контакторами. Использование контроллера позволяет устранить ряд существенных недостатков традиционных аппаратов управления.

Контроллер Смартреле С-127, установленный в цепи управления пускателя, обеспечивает:

- бесконтактное управление включением и отключением пускателя;
- дистанционное аналоговое управление пускателем по одной двухпроводной сигнальной линии (до 2КМ) от одного или нескольких кнопочных постов;
- контроль состояния и дистанционное цифровое управление пускателем в системах АСУТП на базе интерфейсов USB, RS-485, Ethernet или беспроводной локальной сети;
- работу пускателя в режиме с предотвращением самозапуска (повторного включения) при перерывах электроснабжения в сети;
- работу пускателя в режиме с самозапуском при перерывах электроснабжения в сети, с регулируемой выдержкой времени на включение при восстановлении напряжения.

Режим работы контроллера может устанавливаться изготовителем или самим потребителем.

2. Недостатки типовых схем включения электроустановок через магнитный пускатель

Типовая схема подключения электродвигателя через магнитный пускатель, наиболее распространенная во всем промышленном электрооборудовании, приведена на рис.1 (на схеме для упрощения не показаны необходимые в конкретных случаях элементы, устанавливаемые в оперативной цепи управления: автомат защиты, кнопка аварийного отключения, тепловое реле и пр.).

Три фазы на двигатель идут через пускатель КМ, включение/выключение пускателя осуществляется кнопками SB2 «ПУСК» и SB1 «СТОП». При включении пускателя кнопкой «ПУСК» замыкается контакт самоблокировки SQC, удерживающий пускатель во включенном состоянии после отпускания кнопки.

Отключение пускателя происходит при нажатии кнопки «СТОП» или при пропадании напряжения в сети (перерыве электроснабжения).

Основным положительным свойством, обеспечивающим широкое применение этой схемы, является способность предотвращать самопроизвольное повторное включение (самозапуск) двигателя при «просадках» или отключениях напряжения в сети (перерывах электроснабжения), вызвавших отключение пускателя.

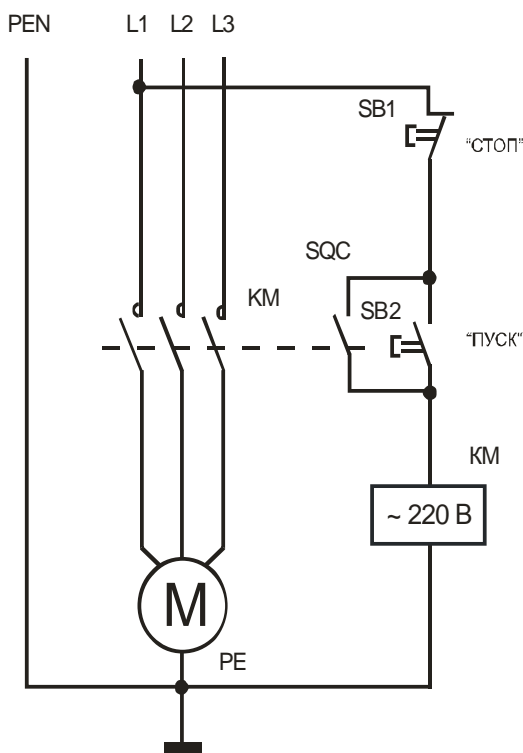


Рисунок 1 - типовая схема аппарата управления электродвигателем с предотвращением самозапуска или перерывах электроснабжения.

Указанное свойство позволяет предотвратить нежелательные последствия, связанные с перегрузками сети при одновременном включении после перерыва электроснабжения группы энергоемких нагрузок, а также опасные последствия, которые могут возникнуть при самопроизвольном включении оборудования при подаче сетевого напряжения.

Вместе с тем, приведенная схема проявляет в процессе эксплуатации и существенные недостатки:

- Двигатель (пускатель) может не включаться по причине подгорания или окисления контактов кнопок «ПУСК» или «СТОП»;

■ Двигатель (пускатель) может не включаться на «самоподхват» по причине подгорания или окисления контакта самоблокировки пускателя.

Подгоранию контактов способствует наличие пускового броска и существенной индуктивной составляющей тока катушки пускателя, вызывающие ускоренную эрозию контактов.

С другой стороны, указанное положительное свойство — предотвращение самозапуска при перерывах электроснабжения - является и недостатком данной схемы. В ряде случаев, например, при эксплуатации электроустановок с непрерывным режимом работы требуется вмешательство обслуживающего персонала для возобновления их работы (повторного включения) после отключения, вызванного перерывом электроснабжения.

Другая схема (рис.2) подключения электродвигателя через магнитный пускатель предусматривает подключение пускателя к сети посредством выключателя SA. При подаче сетевого напряжения происходит включение пускателя.

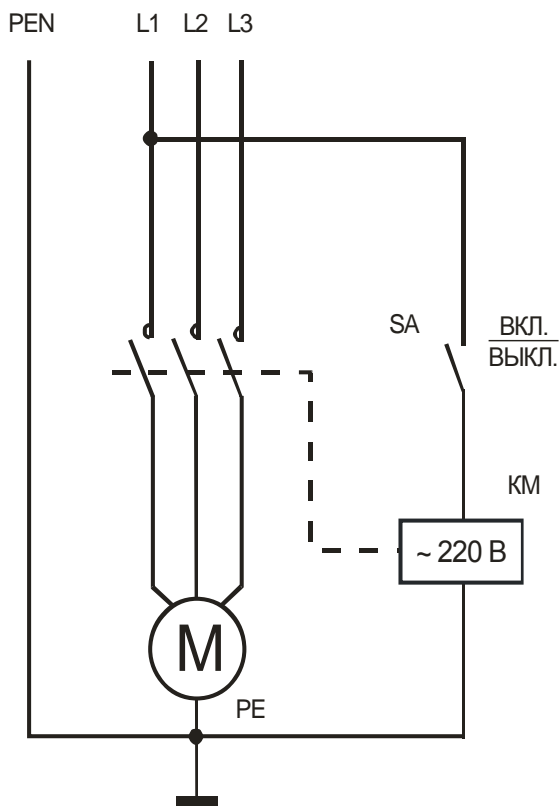


Рисунок 2 - типовая схема аппарата управления электродвигателем с самозапуском при перерывах электроснабжения

Главным недостатком схемы являются нежелательные последствия, связанные с перегрузками сети при одновременном включении после подачи напряжения или перерыва электроснабжения группы энергоемких нагрузок с высокой кратностью пускового тока, а также опасные последствия, которые могут возникнуть при самопроизвольном включении оборудования при подаче сетевого напряжения.

В связи с этим схема находит ограниченное применение, в основном, для управления маломощными нагрузками.

Перечисленные недостатки, присущие приведенным типовым схемам, удастся полностью устранить при использовании бесконтактных аппаратов управления электродвигателями (и другими электроустановками) на основе Контроллера магнитного пускателя типа Смартреле С-127.

3. Технические характеристики контроллера магнитного пускателя Смартреле С-127

Мощность, потребляемая от сети переменного тока напряжением от 180 до 250В частоты 50 ± 2 Гц, - не более 0.5 Вт.

Ток, коммутируемый контактами контроллера, – не более 1 А.

Габаритные размеры контроллера - не более 35 x 95 x 42 мм.

Масса контроллера - не более 100 г.

Средний срок службы - не менее 10 лет.

Контроллер изготавливается в исполнении УХЛ категории 4 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для работы при температуре окружающей среды от -40 до +40 °С при относительной влажности до 98% при температуре +25 °С.

4. Устройство и принцип работы аппарата управления на базе контроллера магнитного пускателя Смартреле С-127

Схема реализации бесконтактного аппарата управления электродвигателем с использованием контроллера Смартреле С-127 приведена на рис 3.

Как видно из схемы, аппарат не имеет никаких механических коммутационных элементов.

Команды ПУСК и СТОП могут поступать в контроллер в виде аналоговых команд по двухпроводной сигнальной линии L с кнопочного сигнального поста Е1 (или Е2), не содержащего силовых контактов и не имеющего ограничений по числу циклов коммутаций.

В качестве сигнальной линии может использоваться двухпроводной телефонный кабель (ПРППМ или аналогичный) длиной до 2 Км.

Контроллер допускает параллельное подключение к линии неограниченного числа кнопочных сигнальных постов.

Команды ПУСК и СТОП могут поступать в контроллер в виде цифровых команд с поста диспетчера (персонального компьютера). Для работы в составе АСУТП в системах на базе интерфейсов USB, RS-485, Ethernet контроллер укомплектовывается соответствующим интерфейсным модулем.

Команды ПУСК и СТОП могут поступать в контроллер также от штатных кнопок «ПУСК» и «СТОП» в цепи оперативного тока (вариант схемы подключения - рис 4). Схема обеспечивает все возможности схемы рис. 3 за исключением того, что кнопки «ПУСК» И «СТОП» в цепи катушки пускателя остаются задействованными.

При этом сохраняется возможность параллельного использования других описанных ранее каналов управления пускателем.

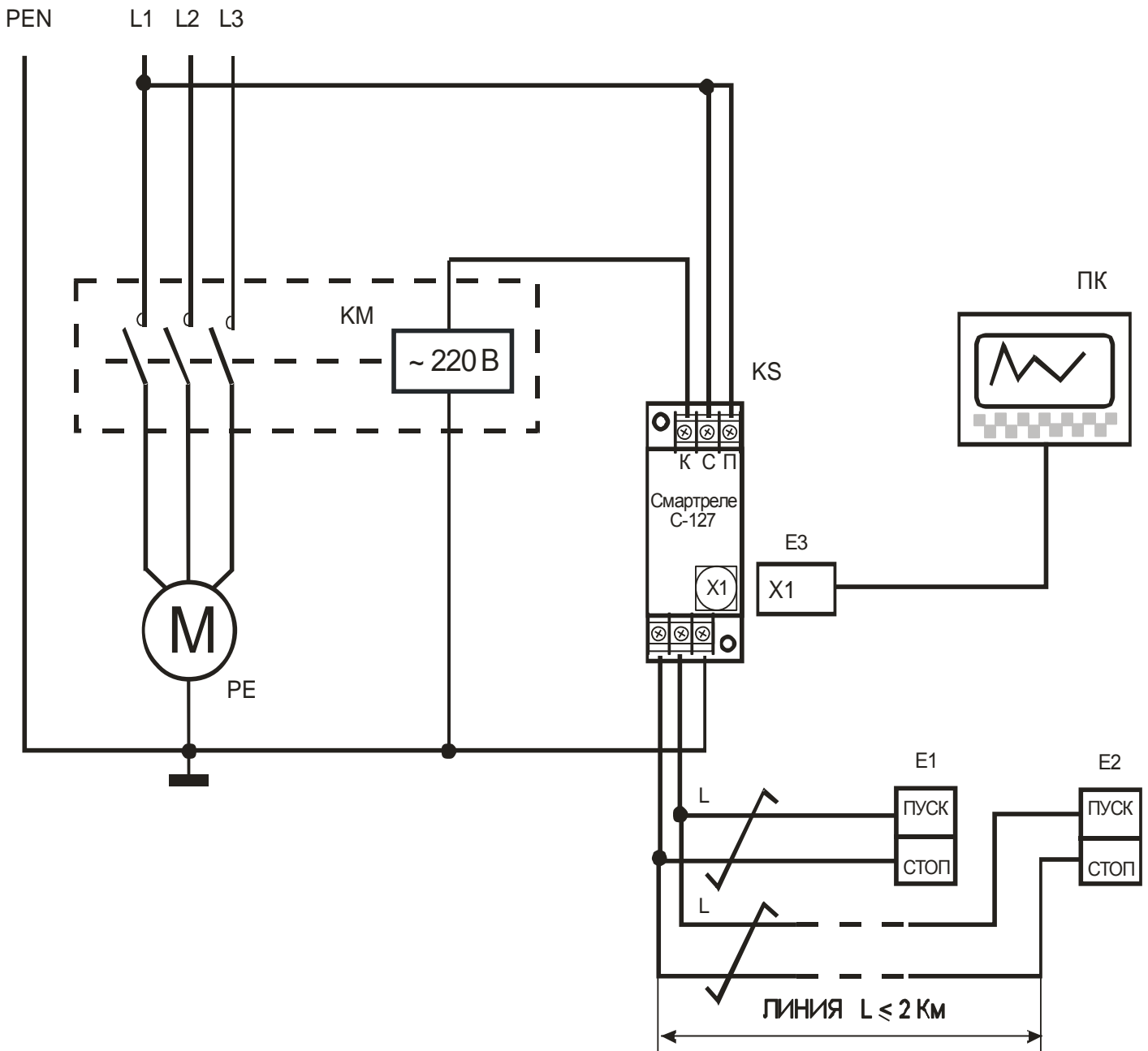


Рисунок 3 - схема бесконтактного аппарата управления на базе контроллера Смартреле С-127

- KS - контроллер Смартреле С-127
- E1, E2 - пост кнопочный сигнальный ПКС
- E3 - адаптер интерфейса связи с ПК
- ПК - пост диспетчера (персональный компьютер ПК)

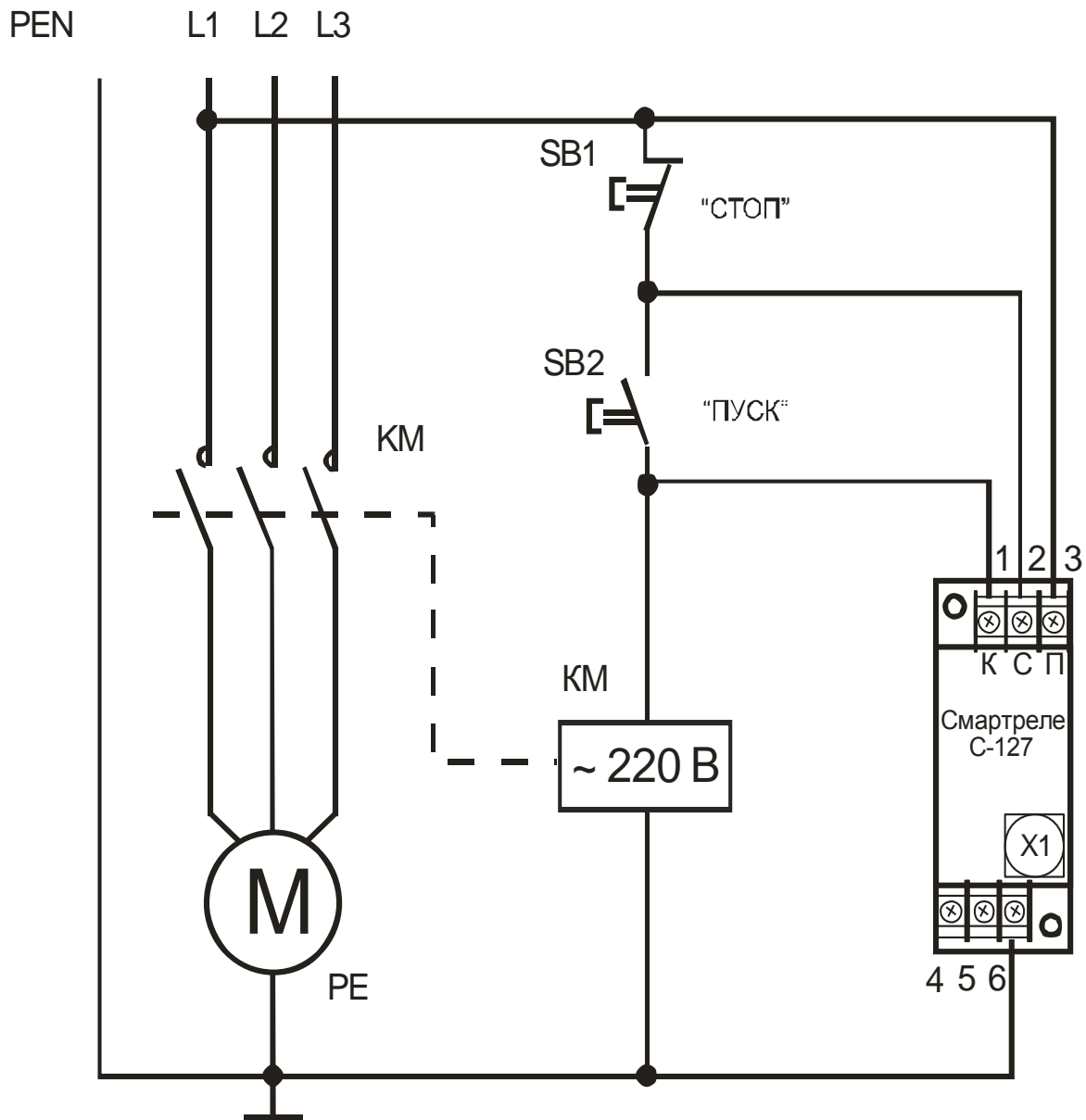


Рисунок 4 - схема аппарата управления электродвигателем на базе Смартреле С-127 (вариант)

5. Режимы работы контроллера магнитного пускателя Смартреле С-127

Путем соответствующего программирования контроллера в аппарате управления могут быть реализован один из двух основных режимов работы:

Режим I: «Самозапуск ЗАПРЕЩЕН» — режим с предотвращением самозапуска электродвигателя при перерывах электроснабжения.

При поступлении в контроллер команды ПУСК контактор КМ включается, при этом контроллер замыкает выводы С и К и обеспечивает удержание пускателя во включенном состоянии до поступления команды СТОП

При поступлении команды СТОП пускатель КМ отключается, при этом контроллер размыкает выводы С и К — пускатель остается отключенным до последующего поступления команды ПУСК.

Если пускатель включен, и при этом происходит отключение (перерыв) электроснабжения, приводящий к отключению пускателя, то при последующем восстановлении электроснабжения включения пускателя не происходит.

Таким образом, в режиме I контроллер реализует функции схемы рис.1.

Режим II: «Самозапуск РАЗРЕШЕН» — режим с самозапуском электродвигателя при перерывах электроснабжения.

В этом режиме контроллер реализует функции схемы рис.2 и выполняет самозапуск (автоматическое повторное включение пускателя) при перерывах электроснабжения.

При поступлении команды ПУСК пускатель КМ включается, при этом контроллер замыкает выводы С и К, обеспечивая удержание пускателя во включенном состоянии до поступления команды СТОП

При поступлении команды СТОП пускатель КМ отключается, при этом контроллер размыкает выводы С и К — пускатель остается отключенным до последующего поступления команды ПУСК.

Если пускатель включен, и при этом происходит отключение (перерыв) электроснабжения, приводящий к отключению пускателя то, при последующем восстановлении электроснабжения происходит автоматическое включение пускателя через заданный программируемый интервал времени (время задержки самозапуска).

Устанавливая различный индивидуальный интервал задержки самозапуска для группы электродвигателей, можно обеспечить последовательное во времени включение нескольких агрегатов в соответствии с требованиями технологического процесса и с целью предотвращения перегрузки питающей сети.

6. Преимущества аппаратов управления на базе контроллера магнитного пускателя Смартреле С-127

Таким образом, использование аппарата управления пускателем с применением Смартреле С-127 позволит получить, по сравнению с традиционными аппаратами управления, следующие технические и экономические преимущества:

- в аппарате отсутствуют механические коммутационные элементы, что обеспечивает ему неограниченный ресурс по количеству коммутаций;

- архитектура контроллера позволяет подключать к нему по двухпроводной аналоговой сигнальной линии неограниченное число кнопочных постов управления, удаленных на практически неограниченное расстояние, при этом сигнальная линия может быть выполнена проводом минимального сечения (~0.1 мм. кв.), что при большом удалении поста может дать значительное снижение стоимости, при этом возможно параллельное использование цифровых каналов управления;

- аппарат, в зависимости от настройки, может обеспечивать как режим работы с предотвращением самозапуска, так и с самозапуском пускателя (электродвигателя) при перерывах электроснабжения, обеспечивая возобновление работы группы агрегатов без перегрузок питающей сети;

- наличие в контроллере цифрового интерфейса позволяет осуществлять контроль состояния и дистанционное управление (включение/отключение) пускателем в системах АСУТП на основе интерфейсов USB, RS-485, Ethernet, беспроводное управление по радиоканалу.

Для работы в составе АСУТП контроллер укомплектовывается соответствующим интерфейсным модулем. Все необходимое дополнительное оборудование выпускается нашим предприятием.

Подробную техническую информацию на Контроллер пускателя Смартреле С-127 (технический паспорт) высылаем заинтересованным лицам по запросу. Предоставим образцы контроллера для изучения и испытаний.

II. Диагностика технического состояния пускателей и контакторов

Контактор - двухпозиционный электромагнитный аппарат для дистанционных включений и выключений силовых электрических цепей - не имеет механических средств удержания контактов во включенном положении, для этого необходимо постоянное наличие управляющего напряжения на катушке его электромагнитной системы.

Наличие управляющего напряжения на катушке электромагнитной системы контактора приводит к выделению на ней определенного количества тепла и, соответственно, приводит к нагреву электромагнитной системы.

В нормальном техническом состоянии контактора и при нормальных условиях эксплуатации нагрев не выходит за пределы, опасные для эксплуатации контактора и предусмотрен изготовителями контакторов.

В процессе эксплуатации контактора, при воздействии внешних эксплуатационных факторов, а также при возникновении внутренних неисправностей в контакторе количество тепла, выделяемого в его электромагнитной системе может существенно увеличиться, что приведет к ее недопустимому перегреву и выходу контактора из строя. В ряде случаев может произойти возгорание контактора с последующими неблагоприятными последствиями.

В частности в процессе эксплуатации контактора могут возникнуть следующие неблагоприятные ситуации:

- попадание в зазор магнитопровода электромагнитной системы контактора посторонних частиц, пыли или продуктов коррозии увеличивает этот зазор и может привести к существенному увеличению потребляемого катушкой контактора тока и, соответственно, к увеличению количества тепла, выделяемого в катушке;

- износ или разрушение в процессе эксплуатации механических элементов конструкции контактора, нарушение настроек электромагнитной системы контактора могут привести к появлению непредусмотренных зазоров в магнитопроводе, что также может привести к существенному увеличению потребляемого катушкой контактора тока и, соответственно, к увеличению количества тепла, выделяемого в катушке;

- разрушение или пробой электрической изоляции провода обмотки катушки в процессе эксплуатации может привести к внутренним замыканиям части витков в ней, что также приведет к существенному увеличению потребляемого катушкой контактора тока и, соответственно, к увеличению количества тепла, выделяемого в катушке.

Все возможные подобные ситуации трудно перечислить или предположить, но персоналу, эксплуатирующему электроустановки, проблема известна: катушки пускателей и контакторов, как говорят, «горят», создавая много неприятностей.

В связи с вышеизложенным актуальной является задача своевременного выявления ситуаций, которые могут привести к перегреву электромагнитной системы контактора и выходу его из строя. Своевременное обнаружение этих факторов позволяет принять предупредительные меры, исключая возможные опасные последствия — например,

произвести ремонт, замену контактора или устранить нарушения, возникшие при эксплуатации контактора.

Попыткой решения указанной проблемы является разработка нашими специалистами простого надежного и недорогого устройства «Реле диагностики контактора Смартреле С-133».

Реле предназначено для установки в оперативных цепях управления электромагнитными реле, магнитными пускателями и контакторами (далее-контакторами) на номинальное напряжение 220 В переменного тока частоты 50 Гц.

Реле контролирует техническое состояние электромагнитной системы контактора путем контроля приведенного* тока потребления катушки управления (в режиме удержания).

При выходе тока потребления за установленные пределы (максимальное и минимальное значение), недопустимые или опасные для дальнейшей эксплуатации контактора, реле выдает аварийный сигнал в виде замкнутого управляющего контакта.

Аварийный сигнал реле может быть использован для оповещения обслуживающего персонала о необходимости ремонта или замены контактора, а при необходимости и для его аварийного отключения.

Технические характеристики реле диагностики контактора Смартреле С-127

Потребляемая мощность - не более 0.5 Вт.

Габаритные размеры - не более 35 x 95 x 42 мм.

Масса - не более 100 г.

Средний срок службы - не менее 10 лет.

Исполнение УХЛ4 (-40 +40 °С).

Подробную техническую информацию на Реле диагностики контактора Смартреле С-133 (технический паспорт) высылаем заинтересованным лицам по запросу.

Предоставим образцы реле для изучения и испытаний.

III. Электронные реле перегрузки (тепловые реле) Смартреле С-120

Для защиты электрических цепей от длительного протекания токов перегрузки в электротехнике широко применяются реле тепловой защиты с термобиметаллическими исполнительными механизмами.

Тепловые реле служат для защиты электродвигателей от перегрузок, заклинивания ротора, затяжного пуска, обрыва или перекоса фаз.

Недостатки тепловых реле хорошо известны специалистам: нерегулируемость и нестабильность защитной характеристики, сильное влияние на характеристики температуры окружающей среды, большой разброс по току и времени срабатывания, ограниченный диапазон номинальных токов.

Тепловые реле нуждаются в настройке и в периодических контрольных проверках, иначе появляется риск несрабатывания или ложного срабатывания.

Сложной является задача оптимального подбора теплового реле под конкретный объект для согласования характеристик, контроля характеристик срабатывания в процессе эксплуатации.

Существенной является проблема низкой надежности в целом тепловых реле, особенно китайского производства, реле зарубежных производителей характеризуются во многих случаях неприемлемо высокой стоимостью.

Создание нашими специалистами серии электронных тепловых реле является попыткой устранить некоторые существенные недостатки традиционных тепловых реле и предложить потребителям свои технические решения в данной области техники.

Предлагаемые модификации электронных тепловых реле обладают по сравнению с традиционными тепловыми реле следующими техническими преимуществами:

- обеспечивают широкий диапазон перестройки характеристик: классы защиты E2, E5, E10, E15, E20, E25, E30, E35, E40 ;
- обеспечивают широкий диапазон и высокую точность регулировки тока срабатывания;
- обеспечивают индикацию настроек реле на встроенном дисплее;
- обеспечивают индикацию теплового состояния реле и защищаемого объекта;
- обеспечивают предотвращение преждевременного пуска защищаемого объекта;
- обеспечивают стабильность и возможность проверки защитных характеристик реле;
- обеспечивают высокую надежность и большой ресурс работы;
- обеспечивают защиту от несанкционированного изменения настроек реле;
- обеспечивают возможность включения в состав систем АСУТП потребителей (интерфейсы USB, RS-485, Ethernet).

Краткие характеристики некоторых модификаций реле.

Электронные реле перегрузки типа Смартреле С-120/1, Смартреле С-120/2, Смартреле С-120/3, предназначены для установки в системах релейной защиты электроустановок.

Реле перегрузки типа Смартреле С-120/1

Однофазное реле перегрузки

Оборудовано одним датчиком тока

Изготавливается девяти номиналов в зависимости от диапазона регулировки уставки номинального тока:

Модификация	Диапазон регулировки уставки номинального тока
Смартреле С-120/1- 5	от 2.00 до 5.00 А
Смартреле С-120/1- 12.5	от 4.0 до 12.5 А
Смартреле С-120/1- 25	от 10.0 до 25.0 А
Смартреле С-120/1- 62.5	от 20.0 до 62.5 А
Смартреле С-120/1- 125	от 50.0 до 125 А
Смартреле С-120/1- 250	от 100 до 250 А
Смартреле С-120/1- 500	от 200 до 500 А
Смартреле С-120/1-1250	от 400 до 1250 А

Реле перегрузки типа Смартреле С-120/2

Трехфазное реле перегрузки

Оборудовано тремя датчиками тока

Изготавливается девяти номиналов в зависимости от диапазона регулировки номинального тока:

Модификация	Диапазон регулировки номинального тока
Смартреле С-120/2- 5	от 2.00 до 5.00 А

Смартреле С-120/2- 12.5	от 4.0 до 12.5 А
Смартреле С-120/2- 25	от 10.0 до 25.0 А
Смартреле С-120/2- 62.5	от 20.0 до 62.5 А
Смартреле С-120/2- 125	от 50.0 до 125 А
Смартреле С-120/2- 250	от 100 до 250 А
Смартреле С-120/2- 500	от 200 до 500 А
Смартреле С-120/2-1250	от 400 до 1250 А

Реле перегрузки типа Смартреле С-120/3

Трехфазное реле перегрузки.

Реле предназначено для работы в составе систем релейной защиты совместно с приборами токовой защиты типов Смартреле РКЗ, Смартреле РТЗЭ, Смартреле МД-2, Смартреле МД-4.

Использование реле в комплексе совместно с перечисленными приборами не требует установки дополнительных датчиков тока, что позволяет значительно снизить его стоимость.

Диапазон рабочих токов определяется номиналом прибора токовой защиты, с которым используется реле.

Все модификации реле изготавливаются в исполнении УХЛ категории 3 по ГОСТ 15150-69 и предназначены для работы при температуре окружающей среды от -40 до +40 °С при относительной влажности до 98% при температуре +25 °С.

Габаритные размеры (без датчиков тока) - не более 35 x 95 x 42 мм.

Масса реле - не более 100 г.

Средний срок службы - не менее 10 лет.

Подробную техническую информацию на реле Смартреле С-120 (технический паспорт) высылаем заинтересованным лицам по запросу.

Предоставим образцы реле для изучения и испытаний.

IV. Адаптивные сигнальные индикаторы

Адаптивные сигнальные индикаторы предназначены для визуального отображения состояния элементов и устройств в составе устройств и систем релейной защиты, автоматики и управления.

Для безопасной эксплуатации оборудования все элементы систем РЗА и управления обычно устанавливаются в закрытых электрических шкафах с выводом элементов управления на щит (ЩУ).

В процессе эксплуатации объекта требуется контролировать состояние всех элементов системы со стороны обслуживающего персонала, получать объективную и оперативную информацию о нормальном функционировании или нештатных (аварийных) ситуациях в работе.

Для обеспечения необходимой оперативности при обслуживании на ЩУ выводятся элементы световой сигнализации (сигнальные лампы), отображающие состояние элементов системы .

Для реализации такой возможности пускатели, контакторы, выключатели, тепловые реле или другие элементы систем РЗА оснащаются обычно их изготовителями дополнительными контактами, через которые можно «запитать» соответствующие сигнальные лампы. При отсутствии таких дополнительных контактов решить задачу бывает затруднительно без использования сложных схемотехнических решений.

Предлагаемая Вам техническое решения и элементы для их реализации - адаптивные сигнальные индикаторы — позволят без проблем решить описанную выше задачу.

Использование предлагаемых адаптивных сигнальных индикаторов не требует сложных схмотехнических решений, использования дополнительных электро/радиоэлементов или контактов, обеспечивается простым подключением индикаторов к контролируемым элементам систем РЗА и управления, а их взаимосвязанное функционирование обеспечивается перераспределением потребляемой индикаторами мощности.

Возможности адаптивных сигнальных индикаторов демонстрируются на примере типовой схемы организации оперативной цепи управления электродвигателями и другими электроустановками (рис. 5.), распространенной в промышленном низковольтном электрооборудовании.

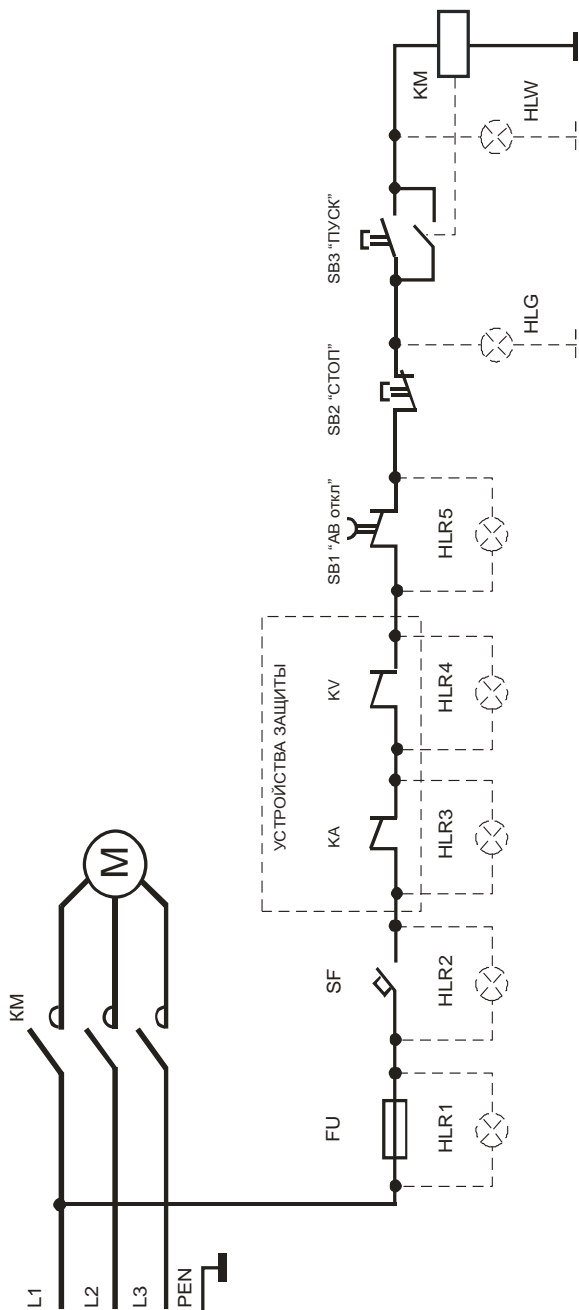


Рисунок 5 - типовая схема организации оперативного управления электродвигателями и другими электроустановками

На схеме показаны следующие элементы индикации, которые могут быть установлены при необходимости на ЩУ системы:

Индикация нормального состояния элементов системы

Для индикации нормального состояния элементов системы на ЩУ могут быть установлены:

HLG (зеленый индикатор) - индикация нормального состояния всех элементов оперативной цепи : предохранитель FU исправен, выключатель SA включен, защиты KK и KV в исходном состоянии, кнопка аварийного отключения в исходном состоянии (SB1 замкнут), кнопка SB1 «СТОП» замкнута - разрешено и возможно включение объекта управления;

HLW (белый индикатор) - индикация состояния объекта управления (включен/отключен);

Индикация аварийного состояния элементов системы

В аварийном состоянии включение объекта невозможно, аварийные индикаторы указывают причину аварии:

- включен HLR1 (красный индикатор) - перегорел предохранитель FU, HLG не горит;

- включен HLR2 (красный индикатор) - сработал (отключен) выключатель SF, HLG не горит;

- включен HLR3 (красный индикатор) - сработала защита 1 (контакт KA разомкнут) , HLG не горит;

- включен HLR4 (красный индикатор) - сработала защита 2 (контакт KV разомкнут) , HLG не горит;

- включен HLR5 (красный индикатор) - объект отключен кнопкой аварийного отключения (контакт SB1 разомкнут) , HLG не горит.

Аналогичным образом может быть организована светосигнальная индикация в системах любой сложности.

В качестве варианта разработан и подготовлен к выпуску вариант 1 конструктивного исполнения адаптивных сигнальных индикаторов, конструкция которого показана на рис. 6.

В данном конструктивном исполнении подготовлены к выпуску сигнальные индикаторы типов:

ИСА 1-1 — сигнальный индикатор красного цвета;

ИСА 1-2 — сигнальный индикатор зеленого цвета;

ИСА 1-3 — сигнальный индикатор белого (желтого) цвета.

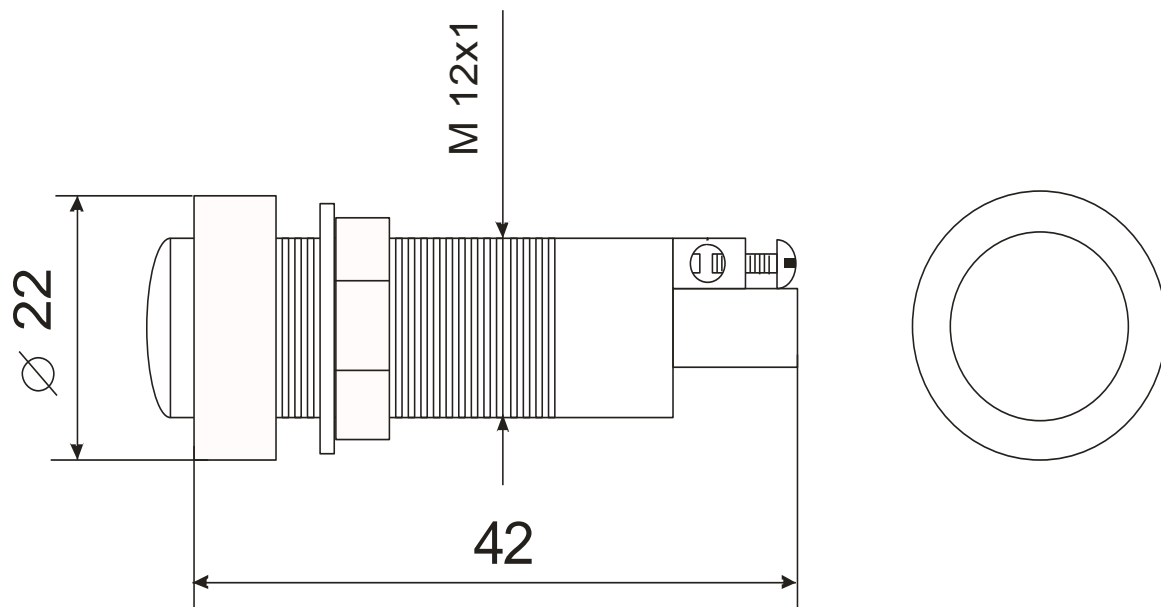


Рисунок 6 - конструкция сигнальных индикаторов

ИСА 1-1	цвет	1 - зелёный
ИСА 1-2		2 - красный
ИСА 1-3		3 - белый

По желанию потребителей могут изготавливаться другие модификации индикаторов, в том числе, в другом конструктивном исполнении.

Заинтересованным организациям окажем содействие в разработке проектов станций защиты и управления электроустановками с применением приборов и компонентов нашего производства.

С уважением гл. инженер ООО НПП «СибСпецПроект»
Петр Васильевич Ступаков