|  |  |
| --- | --- |
|  | *Общество с ограниченной ответственностью*  **«ОВЕН-ПЕРМЬ»** |
|  |  |

*Россия, 614000, г. Пермь, ул. Луначарского, 23 E-mail:* [*info@pkip.ru*](mailto:info@pkip.ru) *+7(342) 270-02-25 212-42-51* [*http://kip59.ru*](http://kip59.ru/)

**ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ:**

# Главному инженеру (Техническому директору) Главному энергетику (Главному электрику) Главному метрологу, Начальнику ЭТЛ

***Специалистам по защите ЭУ и автоматизации***

**Электронные реле защиты - назначение, характеристики, рекомендации по выбору**

Поставляемые нашим предприятием электронные реле защиты получили широкое распространение в промышленности и стали практически неотъемлемой частью ответственных технологических агрегатов благодаря ряду присущих им положительных свойств: стабильности параметров, высокой чувствительности, способности выполнять ряд важных функций, которые не могут обеспечиваться традиционными устройствами релейной защиты.

Электронные реле защиты представлены на рынке широкой номенклатурой, от самых простых до более сложных по функциональности, что позволяет потребителю сделать оптимальный выбор в соответствии с конкретными условиями применения. При этом, конечно, необходимо представлять назначение данного класса приборов защиты и руководствоваться определенными критериями.

**Защита электродвигателя** — предотвращение выхода его из строя при воздействии неблагоприятных эксплуатационных факторов. Указанная задача решается путем заблаговременного отключения электродвигателя при возникновении опасных режимов работы. Это во многих случаях позволяет сохранить как сам электродвигатель, так и не допустить разрушения приводимых им механизмов при возникновении каких-либо неисправностей в работе.

## Недостатки традиционных систем релейной защиты.

В большинстве систем управления различными технологическими агрегатами используются традиционные средства защиты в комбинации автомат-пускатель-тепловое реле. При необходимости они дополняются другими защитами.

Сразу оговоримся, что электронные реле не предназначены для замены указанных традиционных средств защиты, которые в большинстве случаев исправно выполняют свои функции, а применяются как дополнительное средство, позволяющее заблаговременно обнаружить нештатные режимы работы оборудования, которые не выявляются другими средствами, дополнительно повысить надежность защит.

В чем заключаются недостатки традиционных защит специалистам, эксплуатирующим электроустановки, хорошо известно. Прежде всего, это “немые” устройства – сработавший автомат или тепловое реле не дают никакой информации о том, что явилось причиной отключения или какая неисправность возникла при работе агрегата, при этом автомат или тепловое реле иногда могут не сработать, а также могут ложно сработать, не объясняя причин своего поведения, и разобраться в этом бывает затруднительно.

Существующая практика не позволяет в процессе проектирования и отладки систем релейной защиты электроустановок учесть многообразия аварийных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе их эксплуатации, многообразие факторов, способных нарушить нормальный режим их работы.

Также причиной некорректной работы устройств защиты может являться несогласованность теплофизических характеристик защищаемой установки с характеристиками устройств защиты:

Это следует из того, что токо-временные характеристики тепловых реле и автоматов невозможно согласовать с реальными тепловыми характеристиками защищаемого объекта, к примеру электродвигателя даже теоретически, так как эти характеристики, тепловые модели электродвигателей никем не исследуются и неизвестны даже самим их изготовителям. Практически же, чтобы обеспечить хоть какое-то приблизительное подобие, требуется усилия квалифицированных специалистов и проведение целой научно-исследовательской работы. Кроме того, характеристики традиционных “тепловых” защит зависимы от температуры окружающей среды и других факторов, изменяются во времени, возможности проверки и корректировки их характеристик существующие технологии не предусматривают.

Практически способом подбора или настройки “тепловушек” является их подбор или постепенное их “загрубление” до тех пор, пока они не перестанут давать ложных отключений при запуске двигателя, на этом все и заканчивается. В связи с этим зачастую результатом работы тепловых защит является отключение уже сгоревшего двигателя.

Даже идеальное тепловое реле в аварийных режимах (по принципу своего действия) будет “дожидаться” перегрева обмоток электродвигателя, после чего отключит уже перегретый и, возможно, сгоревший двигатель. Ситуация усугубляется в тех случаях, если “тепловушка” неточно или неправильно подобрана по номиналу и классу защиты – в таких случаях сгорание двигателя гарантировано. В некоторых ситуациях, например, при возникновении неполнофазного режима, повышения тока в работающих фазах двигателя может быть недостаточным для срабатывания теплового реле, и аварийное состояние заметят, когда двигатель “сгорит”, произойдет пожар или проявятся другие неприятные последствия неисправностей в контактных соединениях сети.

Инерционность тепловых реле также ведет иногда к неблагоприятным последствиям, например, при поломках, заклинивании приводимых электродвигателем механизмов – длительное время может продолжаться их дальнейшее разрушение.

Электромагнитная защита автоматических выключателей – тоже слабое место в традиционных системах релейной защиты. При некоторых неисправностях в электрооборудовании, приводящих к токовым перегрузкам большой кратности и представляющим реальную опасность, электромагнитная защита может не сработать, если токовой перегрузки недостаточно по различным причинам для срабатывания выключателя по току отсечки.

В этих случаях электронные реле защиты способны исправить ситуацию, выполнив дублирующую функцию и реализовав заложенную в них высокую чувствительность по току и возможность точной отстройки от пусковых токов.

**Назначение электронных реле защиты** – устранение некоторых недостатков систем релейной защиты, реализация ряда дополнительных видов защит, повышение в целом эффективности систем релейной защиты.

Реализуемые в электронных реле виды защит основаны на измерении тока потребления контролируемой электроустановки.

Ток потребления электродвигателя или другого агрегата является наиболее объективной и контролируемой физической величиной, по изменению которого можно надежно обнаружить малейшие нарушения в работе любой электроустановки. Существующие возможности измерения тока потребления с высокой точностью и положены в основу работы электронных реле защиты. Используя возможности цифровой микропроцессорной техники, такие устройства реализуют достаточно сложные функциональные алгоритмы анализа для выявления аварийных режимов и принятия решения об аварийном отключении.

Учитывая то, что любое незапланированное отключение агрегата приводит к остановке технологического процесса и экономическим потерям для любого производства, реле не должно давать ложных срабатываний и выполнять аварийное отключение только в тех случаях, когда ситуация реально угрожает целостности двигателя и выход его из строя неминуем, если не принять срочных мер.

**Факторы, представляющие реальную угрозу** целостности электродвигателя и требующие экстренного отключения и вмешательства персонала для устранения неисправностей:

1. ***Продолжительное превышение тока потребления двигателя сверх допустимого***

***(номинального).***

Продолжительное превышение тока потребления может быть вызвано либо возникающими в процессе технологическими перегрузками, либо неисправностями в приводимых электродвигателем механизмах: поломках, заклинивании и т.п.

Перегрузка по току может привести к перегреву обмоток электродвигателя и выходу его из строя, дальнейшему разрушению приводимых механизмов.

В ряде случаев по производственной необходимости может допускаться кратковременная технологическая перегрузка двигателя. В таких случаях в реле защиты предусматривается регулируемая выдержка времени на аварийное отключение.

При перегрузках большой кратности, вызванных, к примеру, значительной перегрузкой или полной блокировкой ротора двигателя, рациональной функцией в ряде электронных реле является токо- зависимая временная характеристика защитного отключения, обеспечивающая уменьшение времени срабатывания реле при увеличении кратности токовой перегрузки.

В этих случаях отключение двигателя является объективно необходимым.

1. ***Неполнофазный режим работы (потеря фазы).***

По данным некоторых источников, до 50% выхода из строя электродвигателей происходят именно по этой причине.

Неполнофазный режим может привести к перегреву обмоток и выходу электродвигателя из строя, при этом двигатель может продолжать работу, продолжительное время не проявляя заметных признаков.

Учитывая то, что неполнофазный режим возникает при неисправностях коммутационных аппаратов, нарушения контактов в соединениях, то промедление с отключением в ряде случаев может привести к развитию неблагоприятных процессов: искрениям в контактных соединениях, перегреву, возгораниям и пожарам.

В таких случаях электронные реле обеспечивают быстрое отключение при пропадании тока в одной из фаз и позволяют избежать неблагоприятных последствий.

1. ***Недогрузка по току (холостой ход).***

Ситуацией, требующей аварийного отключения, в ряде случаев является внезапная разгрузка (холостой ход) электродвигателя приводимого механизма. Проблема актуальна в основном для насосов (прекращение подачи рабочей жидкости, срезание валов и шпонок) транспортеров (обрыв транспортерной ленты) и некоторых других агрегатов, в которых разгрузка электродвигателя является признаком ненормальной работы или поломки. Дальнейшая эксплуатация агрегата при этом является совершенно бессмысленной, так как он перестал уже выполнять свои функции, для предотвращения дальнейшего разрушения элементов двигателя и приводимых механизмов необходимо немедленно вывести агрегат в ремонт.

1. ***Повышенный дисбаланс токов (перекос фаз по току).***

Повышенный (ненормативный) дисбаланс токов в фазах питания электродвигателя может являться результатом пробоев, межвитковых замыканий в его обмотках и требует предупредительных мер по замене или ремонту электродвигателя, так как в таких случаях не целесообразно дожидаться его полного отказа (в таких случаях двигатель неминуемо “сгорит” через непродолжительное время), чтобы исключить дальнейшие нежелательные последствия.

В таких случаях электронные реле позволяют заблаговременно обнаружить возникшие неисправности и принять меры для их устранения.

1. ***Пробой (замыкание) обмоток электродвигателя на землю.***

Эта функция электронных реле защиты представляется целесообразной, если рассматривать возможные последствия выхода электродвигателя из строя.

В результате перегрева обмоток, разрушения материалов изоляции или по иным причинам конечным результатом в таких ситуациях является пробой - замыкание обмоток на заземленный корпус (статор) электродвигателя.

Возникающие токи замыкания непредсказуемы и зависят от схемы включения, места замыкания и других влияющих факторов.

Электромагнитная защита автоматического выключателя при этом может не сработать из-за высокой кратности уставки тока отсечки, тепловые реле обладают значительной инерционностью и не обеспечивает достаточно быстрого отключения.

Возникающая в месте пробоя электрическая дуга может вызвать расплавление и выгорание материалов обмотки и статора, выброс продуктов горения и расплавов металлов в зазор между ротором и статором, при этом может произойти необратимое разрушение элементов конструкции двигателя, исключающее возможность дальнейшего его восстановления – он становится неремонтопригодным.

В таких случаях электронные реле с функцией контроля замыкания на землю позволяют выполнить быстрое (с минимальной выдержкой времени) отключение и предотвратить описанные выше последствия.

1. ***Попадание влаги, воды в электродвигатель.***

Зачастую различные технологические установки работают в жестких условиях эксплуатации – перепадов температур, высокая влажность, туман, дождь.

В результате воздействия этих факторов возможно выпадение конденсата, попадания воды в двигатель и систему его электропитания. Запуск такой «намокшей» электроустановки чреват предсказуемыми последствиями, поэтому ответственный эксплуатирующий персонал в таких случаях перед запуском выполняет предварительную сушку системы различными доступными способами.

В связи с этим в ряде электронных приборах защиты реализуется предпусковой контроль изоляции с блокировкой возможности запуска двигателя.

Подводя итог, кратко сформулируем ***перечень существенных функций,*** которыми должно обладать электронное реле для эффективной защиты двигателя:

## Контроль перегрузки по току потребления; Контроль недогрузки по току (холостой ход); Контроль дисбаланса фаз по току; Контроль неполнофазного режима работы; Предпусковой контроль изоляции;

**Контроль тока замыкания обмоток на землю.**

По мнению специалистов, это необходимый и достаточный функциональный набор, который позволяет в подавляющем большинстве случаев обеспечить качественную и всестороннюю защиту электродвигателя.

Отметим, что данный функциональный набор присутствует полностью или частично во всех известных на рынке электронных приборах защиты отечественных и зарубежных производителей, и в этом смысле в настоящее время является практически стандартным.

## Как выбрать реле защиты

Первая и главная рекомендация - избегайте использования реле защиты с избыточной функциональностью. Целесообразно, исходя из конкретных характеристик объекта защиты и условий применения выбрать необходимый функционал реле, избегая ненужных излишеств.

## Следует учитывать:

---- Чем больше функций в приборе, тем, как правило, выше его стоимость, не стоит переплачивать за ненужный функционал.

---- Чем больше функций в приборе, тем сложнее он в изучении и эксплуатации. Сложные приборы не очень нравятся обслуживающему персоналу – требуется значительное время для их изучения. Трудно не допустить ошибок при настройке, если нужно задать десятки различных уставок.

--- Чем больше функций в приборе, тем, как правило, ниже его надежность и долговечность. Не следует руководствоваться при оценке надежности, долговечности и технического ресурса предлагаемых Вам реле сведениями, приводимыми изготовителями в технической документации – это всегда фикция, взятая с потолка. Здесь лучше руководствоваться сведениями от потребителей, уже имеющих опыт эксплуатации приборов.

Также не является критерием надежности большой гарантийный срок эксплуатации, декларируемый поставщиками – это всегда рекламный трюк. Большинство из производителей бесследно исчезают с рынка гораздо раньше этого срока.

С другой стороны, можно разделить предлагаемые нами приборы на **две группы** по следующему признаку:

1. Реле, имеющие функциональную клавиатуру и дисплей, позволяющие автономно программировать уставки и просматривать данные;
2. Реле, не имеющие функциональной клавиатуры и дисплея, программировать уставки и просматривать данные можно с помощью внешнего пульта управления.

***Достоинство 1 варианта*** – автономность, не нужен внешний пульт.

Недостатки более высокая стоимость, пониженная надежность. Дисплей и клавиатура нужны эпизодически – при вводе реле в эксплуатацию, и иногда для анализа аварийных отключений – решите, стоит ли за это переплачивать. Дисплей и кнопки усложняют конструкцию реле, увеличивают габариты, иногда отказывают, при этом возникает необходимость произвести отключение, демонтировать реле и отправить на ремонт - агрегат на долгое время остается без защиты плюс затраты. Еще один минус – возможность несанкционированного доступа (всякие пароли – полная чушь), кто - то случайно или преднамеренно “потыкал” и изменил настройки – потом не разобраться. На наш взгляд, минусов больше, чем плюсов.

***Достоинство 2 варианта*** – ниже цена, высокая надежность, малые габариты реле, защита от несанкционированного доступа - никто посторонний не “скрутит” уставки. Внешний пульт, в случае каких-то неисправностей, можно отремонтировать, не останавливая работы оборудования или иметь резервный пульт. Данный вариант архитектуры реле мы считаем более рациональным, поэтому большинство модификаций реле нашего производства выполнено в этом варианте. Большинство модификаций реле имеют на своей панели светодиодную индикацию причин аварий, так что пульт в экстренных ситуациях не всегда и нужен.

С целью экономии Вашего времени, уважаемый потребитель, предлагаем для общего представления руководствоваться сводными таблицами сравнительных характеристик реле, чтобы сделать предварительный выбор.

Окончательное решение, конечно, можно сделать после подробно изучения технической документации на приборы, которую вышлем по запросу.

Также предоставим необходимые консультации по вопросам выбора и применения продукции.

***Просим обращаться:***

ООО «ОВЕН-ПЕРМЬ», <http://kip59.ru> <http://пкип.рф> E-mail: [info@pkip.ru](mailto:info@pkip.ru) г. Пермь, ул. Луначарского, 23 Тел. (342) 270-02-27, 212-42-51

**Таблица сравнительных характеристик модификаций Реле контроля и защиты (РКЗ)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модификация реле | Смарт РЗ | Смарт РКЗ | Смартреле  РЗ | Смартреле  РКЗ | Смартреле  РКЗМ | РКЗ | РКЗМ | РКЗМ-Д |
| Защита от  обрыва фазы | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Защита от перегрузки по току | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + | + |
| Защита от недогрузки по току | \_ | + | \_ | + | + | + | + | + |
| Защита от превышения дисбаланса токов | \_ | + | \_ | + | + | + | + | + |
| Защита от замыканий обмоток на землю | - | - | - | - | + | - | - | - |
| Предпусковой контроль изоляции | \_ | \_ | + | + | + | - | +) | + |
| Интерфейс связи с ПК, возможность  подключения к информационн ым сетям | \_ | \_ | +) | +) | +) | +) | +) | - |
| Возможность отсоединения датчиков (разъемное соединение) | \_ | \_ | + | + | + | \_ | + | - |
| Наличие индикации  причины аварии на панели реле | - | - | + | + | + | + | + | + |
| Наличие дисплея и клавиатуры | - | - | - | - | - | - | - | + |
| Сеть (диапазон напряжений питания, В) | ~180-265 | ~180-265 | ~180-460 | ~180-460 | ~180-460 | ~180  -460 | ~180  -460 | ~180  -460 |

Обозначения:

**+** - функция имеется;

**-** - функция отсутствует;

**++** - реле с токозависимой временной характеристикой защитного отключения по перегрузке;

**+)** - функция обеспечивается подключением дополнительного модуля.

**Таблица сравнительных характеристик модификаций устройств мониторинга и защиты МД-4**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модификация реле | Монитор двигателя  **МД-4** | Монитор двигателя  **МД-4М** | **Смартреле МД-4** |
| Защита от обрыва фаз | + | + | + |
| Защита от перегрузки по току | + | + | + |
| Защита от недогрузки по току | + | + | + |
| Защита от превышения дисбаланса | + | + | + |
| Защита от замыканий обмоток на  землю | + | + | + |
| Предпусковой контроль изоляции | +) | +) | + |
| Интерфейс связи с ПК, возможность подключения к информацион- ным сетям | +) | +) | +) |
| Возможность отсоединения датчиков (разъемное соединение) | + | + | + |
| Наличие индикации  причины аварии на панели реле | + | + | + |
| Автономная запись данных на SD - карту | - | + | +) |
| Сеть (диапазон напряжений питания, В) | ~180-460 | ~180-265 | ~180-460 |

Обозначения:

**+** - функция имеется;

**-** - функция отсутствует;

**+)** - функция обеспечивается подключением дополнительного модуля.

Все модификации обеспечивают трехуровневую защиту по перегрузке, включая токовую отсечку и регулируемую защиту по току нулевой последовательности.

Все модификации содержат встроенные часы/календарь, энергонезависимую память событий.

Все модификации имеют унифицированный протокол связи и обслуживаются пультом ПУ-04С или ПУ-04Л.

**Таблица сравнительных характеристик модификаций Реле токовой защиты электродвигателей (РТЗЭ)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модификация реле | Микро РТЗЭ | Смарт РТЗЭ | Смартреле РТЗЭ | Смартреле РТЗЭ-С | Смартреле РТЗЭ-М | Реле РТЗЭ | Реле  РТЗЭ-С |
| Защита от  обрыва фазы | + | + | + | + | + | + | + |
| Защита от перегрузки по току | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | + | + |
| Защита от недогрузки по току | + | + | + | + | + | + | + |
| Защита от превышения дисбаланса токов | + | + | + | + | + | + | + |
| Защита от замыканий обмоток на землю | - | - | - | - | + | - | - |
| Регистрация даты/ времени аварий | - | - | - | + | + | - | + |
| Учет наработки агрегата | - | - | - | + | + |  | + |
| Предпусковой контроль изоляции | \_ | \_ | + | + | + | +) | +) |
| Интерфейс связи с ПК, возможность  подключения к информационн ым сетям | +) | \_ | +) | +) | +) | +) | +) |
| Возможность отсоединения датчиков (разъемное соединение) | \_ | \_ | + | + | + | \_ | - |
| Наличие индикации  причины аварии на панели реле | + | - | + | + | + | + | + |
| Сеть (диапазон напряжений питания, В) | Три фазы  ~230/400 | ~180-265 | ~180-460 | ~180-460 | ~180-460 | ~180  -460 | ~180  -460 |

Обозначения:

**+** - функция имеется;

**-** - функция отсутствует;

**++** - реле с токо-зависимой временной характеристикой защитного отключения по перегрузке;

**+)** - функция обеспечивается подключением дополнительного модуля.

**Таблица сравнительных характеристик некоторых модификаций**

**устройств мониторинга и защиты (МД, УМЗ, ЭКТМ)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Модификация реле | МД-2 | МД-2Д | Смартреле  МД-2 | УМЗ | УМЗ-Д | Смартреле  УМЗ | ЭКТМ | ЭКТМ-Д |
| Защита от  обрыва фазы | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Защита от перегрузки по току | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Защита от недогрузки по току | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Защита от превышения дисбаланса токов | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Защита от замыканий обмоток на землю | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Предпусковой контроль изоляции | +) | + | + | +) | + | + | +) | + |
| Интерфейс связи с ПК, возможность подключения к информационным сетям | +) | + | +) | +) | + | +) | +) | + |
| Возможность отсоединения датчиков (разъемное соединение) | \_ | \_ | + | - | - | + | - | - |
| Наличие индикации  причины аварии на панели реле | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Наличие дисплея и клавиатуры | - | + | - | - | + | - | - | + |
| Сеть (диапазон напряжений питания, В) | ~180- 460 | ~180- 460 | ~180-460 | ~180- 460 | ~180- 460 | ~180-460 | ~180-460 | ~180-460 |

Обозначения:

**+** - функция имеется;

**-** - функция отсутствует;

**+)** - функция обеспечивается подключением дополнительного модуля.

Все модификации обеспечивают трехуровневую защиту по перегрузке, включая токовую отсечку.

Все модификации содержат встроенные часы/календарь энергонезависимую память событий.