

$$c_u=f(\Theta)=A_1*\ln[B_1*\Theta^2+B_2*\Theta+B_3]/2B_1+(2B_1*A_2-A_1*B_2)*\ln[(2B_1*\Theta+B_2-(B_2^2-4B_1*B_3)^{1/2})/(2B_1*\Theta+B_2-(B_2^2-4B_1*B_3)^{1/2})] \quad (23)$$

Тогда $f(\Theta)=\tau+f(\Theta_0), \Theta=f^{-1}[\tau, f(\Theta_0)]. \quad (24)$

4. Выводы

Полученная математическая модель теплового состояния КП, учитывающая температурные зависимости удельного сопротивления, теплоемкости и коэффициента теплоотдачи материала КП, позволяет более точно проанализировать тепловые процессы в КС и представляет практический интерес. Тем более, что в последнее время в вычислительной технике продолжается значительный прогресс в плане повышения

быстродействия вычислительных средств и одновременном уменьшении их физических параметров, поэтому в новых разработках предпочтение отдается сложным, но более точным алгоритмам функционирования устройств температурного контроля, а не более простым в реализации, но менее точным. То есть устройство температурного контроля КП, основанное на решении уравнения теплового баланса, является перспективным для создания эффективной тепловой защиты КП с целью дальнейшего использования в информационно-управляющей системе электротранспорта. С помощью математической модели теплового состояния КП анализируется работа устройств контроля и защиты в аварийных режимах, воспроизведение которых в реальных условиях не представляется возможным. Для решения трансцендентного уравнения использовались программы с применением численных методов.

Описано структурна, механічна та конструктивна схеми пристрою контролю температури та захисту контактної дроту. Показана перспективність подальшої розробки вказаного пристрою для створення ефективного теплового захисту

Ключові слова: інформаційно-управляюча система, пристрій контролю, температура, контактний дріт, відпал

Описаны структурная, механическая и конструктивная схемы устройства контроля температуры и защиты контактного провода. Показана перспективность дальнейшей разработки указанного устройства для создания эффективной тепловой защиты

Ключевые слова: информационно-управляющая система, устройство контроля, температура, контактный провод, отжиг

The structural, mechanical and constructive schemes of control temperature and defence of contact wire device have been described. Perspective of further development of the indicated device was shown for creation of effective thermal defence

Keywords: informative-managing system, device of control, temperature, contact wire, overheating

УДК 001.891:65.011.56:621.316.925

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

А.Н. Толстик

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
E-mail: tols-alex@yandex.ru

Н.Г. Толстик

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой Кафедра информатики
Харьковский гуманитарно-технический институт
ул. Кандаурова, 2, г. Харьков
Контактный тел.: (057) 335-24-29

1. Введение

Устройства контроля являются неотъемлемой частью информационно-управляющей системы электротранспорта, поэтому создание средств тем-

пературного контроля и защиты контактного провода (КП) от перегрева, имеет большое практическое значение. Т.к. анализ статистических данных о случаях неисправной работы электрооборудования в эксплуатации показывает, что в настоящее время

наибольшее число отказов, вызывающих аварийные ситуации, а в отдельных случаях катастрофы на электрифицированных линиях, происходит из-за пробоя изоляции оборудования и отжига КП токами короткого замыкания (КЗ) и перегрузками. Тем более, что интенсификация движения приводит к тому, что максимальные рабочие токи становятся соизмеримыми с минимальными токами КЗ и даже превышают их, т.е. существующие технические средства контроля и защиты контактной сети (КС) становятся малоэффективными, что и обуславливает необходимость их совершенствования.

2. Постановка задачи

Анализ граничных значений признаков нормального и аварийного режимов и тенденций их изменения показывает [1], что контроль всех параметров аварийных ситуаций в КС на тяговой подстанции не дает возможности реализовать основные требования к защитам.

Поэтому для создания эффективной защиты КС от перегрева нужно расширить объем контролируемых признаков режима работы, а именно осуществлять непосредственный контроль температуры КП в межподстанционной зоне.

3. Устройство контроля температуры и защиты КП

На основе анализа принципов построения тепловых защит [1] было разработано dilatометрическое устройство контроля температуры и защиты КП - термореле, основанное на методе прямого контроля температуры КП.

Термореле представляет собой dilatометрическое устройство с электроконтактной системой, принцип действия которого основан на линейном тепловом расширении чувствительных элементов, вызывающих замыкание контактов управляющей электрической цепи при превышении температуры срабатывания и отключение электропитания контактной сети.

Структурная схема термореле приведена на рис. 1, где 1 - тепловой преобразователь, 2 - передаточное устройство, 3 - электроконтактная система, Θ - диапазон изменения температуры, °С; Δl - тепловая деформация чувствительного элемента (ЧЭ), мм; h - линейное перемещение ЧЭ, мм; $U_{\text{вых}}$ - выходной электрический сигнал, В.



Рис. 1.

На основе механического расчета [1] разработана механическая схема термореле с ЧЭ в виде системы из 4-х жестких стержней длиной $l_1=l_3$ и $l_2=l_4$, связанных между собой шарнирными соединениями, поскольку в них не возникает крутящих моментов, и имеющих одну степень свободы (рис. 2), и определены конструктивные размеры элементов защиты.

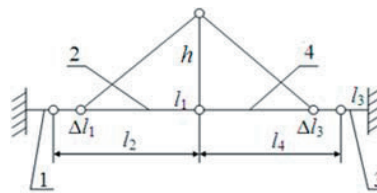


Рис. 2.

Величина хода h является функцией четырех переменных l_1, l_2, α, Θ ($\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$, где α_1, α_2 - температурные коэффициенты линейного расширения материалов ЧЭ и фиксатора соответственно) $h = F(l_1, l_2, \alpha, \Theta) = ((l_2 + \Delta l_2)^2 - (l_2 - \Delta l_1)^2)^{1/2}$. Т.к. удлинения стержней из-за нагревания равны $\Delta l_1 = \alpha_1 * l_1 * \Theta, \Delta l_2 = \alpha_2 * l_2 * \Theta$, то $h = (2\alpha * \Theta * l_2^2 + 2\alpha * \Theta * l_2 * l_1 + \alpha_2 * \Theta^2 * l_2^2 - \alpha_1^2 * \Theta^2 * l_1^2)^{1/2}$. Исследование функций $h = F(l_1, l_2, \alpha, \Theta)$ с целью определения ее максимума с помощью информационных технологий (MathCad и др.) позволило осуществить выбор подходящих материалов и размеров ЧЭ и фиксаторов конструкции для заданного изменения температурного диапазона при условии обеспечения высокой чувствительности и термостойкости и малых величин тепловой инерции и стоимости защиты. Тогда выражение для хода защиты с медным ЧЭ и фарфоровым фиксатором имеет вид ($l_1=l_3=38\text{мм}$ и $l_2=l_4=152\text{мм}$ при $\alpha = \alpha_1 - \alpha_2 = 14 * 10^{-6} \text{°C}^{-1}$) $h = (2\alpha * \Theta * l_2 * (l_2 + l_1))^{1/2} = (0,809\Theta)^{1/2}$.

В частности, при $l_1=l_3=38\text{мм}$ и $l_2=l_4=152\text{мм}$ и $\Theta = 100\text{°C}$ имеем $h = 8,99\text{мм}$. Такое значение h при значительном усилии выпучивания обеспечивает замыкание контактной группы системы защиты и регулировку температуры срабатывания. Высокая чувствительность термореле позволяет исключить усилитель выходной величины (например, рычажную систему), включаемый обычно в измерительный канал первичного измерительного преобразователя, что упрощает конструкцию защиты и повышает надежность ее работы.

Конструктивная схема термореле приведена на рис. 3. Термореле выполнено в виде двух чувствительных элементов Z - образной формы 1, изготовленных из контактного провода и заземленных с обоих концов в рамке. Рамка состоит из двух стальных уголков основания 6, жестко соединенных между собой двумя фарфоровыми фиксаторами 12, осуществляющими электротепловую изоляцию уголков основания и имеющими малый температурный коэффициент линейного расширения. Электрическая связь чувствительных элементов 1 между собой и контактной сетью 9 осуществляется посредством гибкого электрического провода 3 такого же сечения, как и у контактного провода, и зажимов ЗПО, так что чувствительные элементы и контактная сеть оказываются последовательно соединенными. Механическая связь чувствительных элементов 1 между собой и рамкой осуществляется приваренными на их изгибах призматическими опорами 4, опирающимися с одной стороны, на нож выдвижной 5 регулируемой опоры 7, а с другой - на нож невыдвижной 14 опоры 13, причем корпуса опор жестко связаны с основанием 6, а также с помощью стыковых зажимов 8 с контактной сетью 9. Таким образом, образуется электромеханическая система, обеспечивающая адекватность электриче-

ского, теплового и механического режимов работы чувствительного элемента тепловой защиты и контактного провода электрической сети.

При протекании тока через термореле тепловое расширение чувствительных элементов 1 в жесткой рамке приводит к линейному перемещению их контактирующей части вертикально вверх по направляющим планкам поперечины 10, что приводит к уменьшению зазора Δh между неподвижным и подвижным контактами 11 и их замыканию при превышении температуры срабатывания и отключению электропитания линии.

Понижение температуры контактного провода вызывает уменьшение длины чувствительных элементов защиты и размыкание контактов рабочей электрической цепи. Регулировка термореле производится перемещением ножа выдвижного 5 (грубая) и регулировочным винтом (точная). Настройка реле должна производиться с учетом величины минимального значения тока короткого замыкания для защищаемой линии.

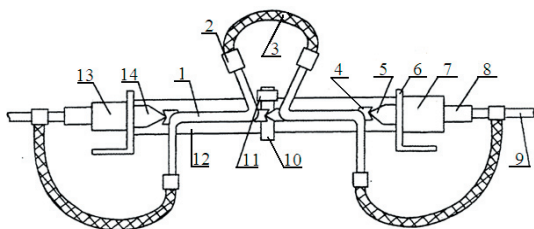


Рис. 3.

Тепловая защита сконструирована с учетом параметров контактной сети и устанавливается в расщепку контактного провода защищаемой линии. Повышение чувствительности термореле к температуре контактного провода и расширение функциональных возможностей за счет регулировки температурного порога срабатывания реле по сравнению с известными

аналогами достигается оригинальной конструкцией термореле [1], представляющей собой адекватную физическую модель КП.

Для термореле подготовлена конструкторская и техническая документация, необходимая для его изготовления и натурных испытаний. Термореле реализуется на недорогих технических элементах и может быть изготовлено без применения уникальной технологии.

4. Выводы

Дальнейшая разработка dilatометрического устройства контроля температуры и защиты КП представляет практический интерес в плане создания эффективной защиты КС от отжига, вызываемого КЗ и перегрузками, т.к. оно представляет собой наиболее точную физическую модель КП, что достигается оригинальной конструкцией защиты, обеспечивающей адекватность электрического, теплового и механического режимов работы ЧЭ реле и КП при включении защитного устройства в расщепку КС. Поскольку термореле является частью защищаемой электрической сети, то защита КП от отжига реализуется с достаточной приближенностью к граничной кривой перегрева во всем диапазоне нагрузок с максимальным использованием пропускной способности фидера. То есть указанное устройство является перспективным с целью дальнейшего его использования в информационно-управляющей системе электротранспорта.

Литература

1. Толстикова А.Н., Толстикова Н.Г. Тепловая защита контактной сети электротранспорта//Восточно-Европейский журнал передовых технологий.-2010.- 2/7(44).- с.28-30.