

УДК 621.332:621.316.925

УСТРОЙСТВА ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ КОНТАКТНОГО ПРОВОДА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

А.Н. Толстик

Харьковский национальный университет
радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина
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

И.Г. Толстик

Кандидат физико-математических наук, доцент
Кафедра теоретической ядерной физики
Харьковский национальный университет имени В.Н.
Каразина
пр. Курчатова, 31, г. Харьков
Контактный тел.: (057) 335-24-29

Розглянуто електронний струмочасовий та тепловий захист контактної дроти і проведений їх порівняльний аналіз. Показана перспективність багатопараметричного захисту, що складається з інтегрального захисту із статистичними уставками і дилатометричного термореле

Ключові слова: пристрій захисту, контактний дріт, коротке замикання, перевантаження, відпал

Рассмотрены электронная токовременная и тепловая защиты контактного провода и проведен их сравнительный анализ. Показана перспективность многопараметрической защиты, состоящей из интегральной защиты со статистическими уставками и дилатометрического термореле

Ключевые слова: устройство защиты, контактный провод, короткое замыкание, перегрузка, отжиг

Electronic current-time and thermal defences of contact wire were considered and their comparative analysis was conducted. Perspectivity of the multiple parameter defence consisting of integral defence with statistical setpoints and dilatometric thermorelay was shown

Keywords: device of defence, contact wire, short circuit, overload, overheating

1. Введение

Одной из важных народнохозяйственных и технических задач является создание средств температурного контроля и защиты контактного провода (КП) электро-транспорта. Важность решения этой задачи подтверждается многолетним опытом эксплуатации электро-транспорта и, в частности, статистикой энергослужбы Харьковского государственного предприятия ХГП "Горэлектротранс": в течение 2000-2004гг. отожжено около 2,4 т медного КП стоимостью более 50000 грн. в ценах на 1.11.2006г. Поэтому надежная защита контактной сети (КС) от коротких замыканий (КЗ) и перегрузок, вызывающих повреждение электрооборудования и отжиг дорогостоящего КП, является необходимым условием увеличения пропускной и провозной способности питающих линий электротранспорта.

Существующие технические средства контроля и защиты КС, основанные на методах прямого и косвенного контроля температуры КП, не обеспечивают в полной мере надежной защиты КС. Они реализуют максималь-

ные токовую и импульсную защиты, потенциальную, дистанционную и высокочастотную защиты, устройства, реагирующие на характер изменения тока короткого замыкания, токовременные защиты, устройства на базе моделирующих элементов или на основе решения уравнения теплового баланса КП и др., При этом не обеспечивается срабатывание при малых токах КЗ в КС, а также происходят неоправданные отключения сети при неопасных для нее кратковременных пиках тока. Особую важность указанная задача приобретает в настоящее время, когда четко обозначилась тенденция к росту максимальных тяговых нагрузок в связи с интенсификацией движения городского электро-транспорта и прогрессирующим внедрением параллельной работы в тяговой сети.

2. Постановка задачи

Для создания эффективной защиты КС сети от перегрева необходимо воспользоваться вероятностно-

статистическими методами, учитывающими случайный характер тяговой нагрузки, или расширить объем контролируемых признаков режима работы.

Представляет практический интерес электронная токовременная защита с уставками, определенными в результате анализа тяговой нагрузки как случайного процесса, а также защита КП, основанная на непосредственном контроле температуры провода на перегоне.

3. Электронная токовременная и тепловая защиты КП

Принцип действия электронной защиты основан на контроле количества выделенного в КП тепла при прохождении по нему тока I , т.е. защита должна отключать электропитание КС при условии

$$I > I_y \text{ и } t > T \text{ или } I_{k3min} < I < I_y \text{ и } T < t < I_y * T / I, (S > S_y \text{ или } Q > Q_y),$$

причем $I_y = I_{cm}$ и $T = T_{cm}$, где I_{cm} и T_{cm} - оценки амплитуды и длительности токов перегрузки, S - амперсекундная площадь, т.е. площадь, находящаяся под кривой $I(t)$ (рис. 1), равная интегралу входного тока по времени в интервале от 0 до t , I_{k3min} - минимальное значение тока КЗ, I_y - ток уставки защиты, T - максимальное время действия перегрузок, и не отключать линейный выключатель при перегрузках, действующих в течение времени $t < T$.

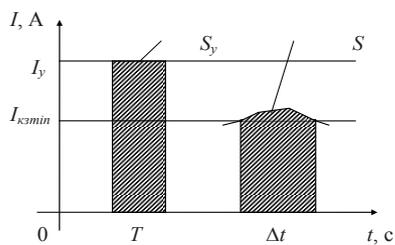


Рис. 1.

Расчетные значения амплитуды и длительности максимальных токов перегрузки определяются на основе разработанной в результате анализа экспериментального материала вероятностной модели токов нагрузки, являющейся случайной функцией времени, с помощью статистических характеристик выбросов тягового тока за наиболее вероятный уровень тока и времени превышения этого уровня (рис. 2).

Функциональная схема цифрового варианта электронной защиты контактной сети приведена на рис. 3 (без входного и выходного устройств, осуществляющих усиление сигналов и гальваническую развязку цепей). Принцип действия защиты основан на преобразовании тока нагрузки, с помощью преобразователя напряжения в частоту ПНЧ, в пропорциональную ему частоту следования импульсов f , поступающих на интегрирующий цифровой счетчик СЧ при $I > I_{k3min}$ и сравнении числа импульсов N , численно, равного S , с заданным N_0 , численно равным $S_0 = I_{cm} * T_{cm}$, причем если $N > N_0$, то на выходе счетчика появляется сигнал, а при $N < N_0$ происходит обнуление счетчика низким уровнем напряжения, с выхода компаратора К. $U_{оп} \sim I_{k3min}$, $U \sim I$.

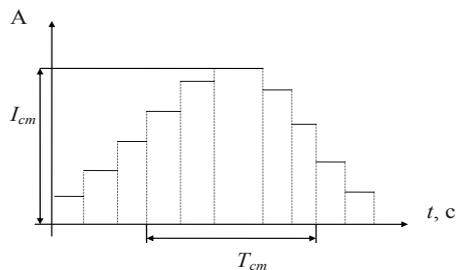


Рис. 2.

Уставки электронной защиты определяются с помощью математической модели токов в КС. Следует заметить, что величина минимального тока КЗ зависит от множества факторов и изменяется в широких пределах, поэтому необходимо исследовать вопрос выбора расчетного значения минимального тока КЗ для определения опорного напряжения компаратора при математическом моделировании, так как воспроизведение аварийных режимов (искусственных КЗ) в реальных условиях не представляется возможным. К достоинствам электронной защиты следует отнести повышенную помехозащищенность вследствие интегрирования входного сигнала, возможность повышения быстродействия, причем важность этого положения вытекает из вероятности пережога КП открытой дугой за время 0,16 с. Электронная интегральная защита контактной сети электротранспорта позволила повысить надежность работы системы электроснабжения вследствие значительного сокращения количества ложных срабатываний автоматического выключателя из-за улучшения отстройки от токов нагрузки. Натурные испытания электронной защиты контактной сети показали необходимость разработки защиты, устанавливаемой на участке контактной сети, для более точного учета теплового режима контактного провода.

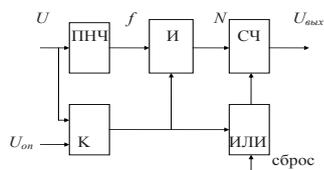


Рис. 3.

На основе анализа принципов построения тепловых защит было разработано dilatometric термореле [1], основанное на методе прямого контроля температуры контактного провода.

Термореле представляет собой dilatometric 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.

Тепловая защита сконструирована с учетом параметров контактной сети и устанавливается в расщелку 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], обеспечивающей адекватность электрического, теплового и механического режимов работы чувствительных элементов защиты и контактного провода электрической сети.

Преимуществом dilatометрического термореле является то, что в отличие от других устройств защиты оно учитывает тепловой режим работы контактного провода, а это повышает точность и надежность тепловой защиты. 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. Вывод

Применение многопараметрической защиты, состоящей из электронной токовременной защиты со статистическими уставками, получаемыми в результате анализа тока нагрузки как случайной функции времени и определяемыми предельными значениями амплитуды и длительности перегрузок, которые рассчитываются на основе вероятностной модели токов в КС электротранспорта, и dilatометрического термореле, позволит обеспечить надежную защиту контактной сети электротранспорта от отжига, вызываемого короткими замыканиями и перегрузками.

Литература

1. Толстик Н.Г. Интегральная защита контактной сети электротранспорта//Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте/ХГАЖТ.-№1, 1997.-с. 36-39.

Описана функціональна схема dilatометричного пристрою захисту контактної мережі. Отримана формула для визначення ходу термочутливого елементу захисту

Ключові слова: пристрій захисту, контактний дріт, коротке замикання, перевантаження, відпал

Описана функциональная схема dilatометрического устройства защиты контактной сети. Получена формула для определения хода термочувствительного элемента защиты

Ключевые слова: устройство защиты, контактный провод, короткое замыкание, перегрузка, отжиг

The functional diagram of dilatometric device of defence of contact network was described. The formula for definition of a course of a thermosensitive element of defence was received

Keywords: device of defence, contact wire, short circuit, overload, annealing

УДК 621.332:621.316.925

ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

А.Н. Толстик

Харьковский национальный университет
радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина
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 составной частью информационно-управляющего комплекса электротранспорта, поэтому создание средств температурного контроля и защиты контактного провода (КП) является важной задачей.

Анализ существующих средств защиты КС, включающих в себя максимальные токовую и импульсную защиты, потенциальную, тепловую и высокочастотную защиты, устройства, реагирующие на характер изменения тока КЗ, токовременные защиты и прочие, показал, что они не обеспечивают в полной мере надежной защиты КС. Недостатком данных устройств является то, что