

Б.В. Рожкин – научный сотрудник (НИЛ КСА)

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Системы централизаций все в большей мере реализуются посредством новых технических средств – микропроцессоров и схем с высокой степенью интеграции элементов. Наряду с этим, при внедрении микропроцессорных централизаций, в качестве датчика контролирующим свободность участка пути используется рельсовая цепь (РЦ).

Существующая технология обслуживания рельсовых цепей и их повсеместное использование на сети ЖД привело к тому, что около 40% отказов СЖАТ происходит по вине рельсовых цепей. Появившийся альтернативный метод контроля свободности пути – счет осей может применяться только в тех местах, где не ставится требование контроля излома рельса. Поэтому в обозримом будущем на магистральном транспорте основным датчиком контроля свободности пути будет оставаться рельсовая цепь. При этом если оставить технологию обслуживания без изменений, то число отказов по вине РЦ не уменьшится.

Исходя из приведенной выше цифры числа отказов по вине рельсовых цепей (40%) – может сложиться мнение об их низкой надежности. Исследования, проведенные на кафедре автоматики УрГУПС показали, что наработка на отказ РЦ составляет 70000 часов, для сравнения: по ОСТ32146-2000 наработка на отказ электронных устройств ЖАТ составляет 40000. Тогда объяснить большую долю отказов СЖАТ по вине РЦ, можно их неточной регулировкой. В регулировочных таблицах все рельсовые цепи объединены в группы по длинам и указаны максимальное и минимальное напряжение питания для этих групп. При этом условия работы двух РЦ с одинаковой длиной могут сильно отличаться: по проводимости балласта, длинам и сопротивлениям изоляции кабелей, также параметры элементов РЦ могут отличаться в пределах заводских допусков. Это приводит к тому, что точно отрегулировать конкретную РЦ по этим таблицам проблематично. Таким образом, для сокращения числа отказов по вине РЦ необходимо менять технологию их обслуживания.

Изменить существующую технологию обслуживания необходимо таким образом, чтобы в конечном итоге повысилась устойчивость работы РЦ. Минусом применяемых в настоящее время регулировочных таблиц является объединение РЦ в группы, поэтому в основу новой методики предполагается положить индивидуальный подход к каждой РЦ. Индивидуальный подход предполагает получение регулировочной таблицы для каждой РЦ, для получения таблицы будет использована методика расчета, предложенная Уральским отделением ВНИИЖТа в 80-х годах XX века. Данная методика предполагает использования математического моделирования для анализа всех режимов работы РЦ. Таким образом, методика предполагает хранение и обработку больших массивов данных, ручная обработка таких массивом требует выполнения большого числа однотипных операций, поэтому такую работу лучше максимально автоматизировать. В 80-х годах развитие вычислительной техники в СССР, произвести достаточную автоматизацию не позволяло, в настоящее время развитие информационных технологий достигло требуемого уровня. Для изменения технологии обслуживания необходимо

создание некоего программного продукта обеспечивающего ввод собранной информации по РЦ, ее хранение и обработку.

По заказу службы Ш Свердловской железной дороги в лаборатории компьютерных систем автоматики была начата разработка базы данных паспортов рельсовых цепей в рамках программы паспортизации РЦ. База данных представляет собой клиент – серверное приложение и создана для хранения и ввода информации по рельсовым цепям. Обращение к серверу происходит посредством http – запросов, такой подход к построению системы упрощает контроль за процессом паспортизации, и не требует особых программных средств для работы с базой данных. В электронном паспорте содержится информации о месте расположения, нормали, схеме, длине, аппаратуре, установленных регулировочных параметрах рельсовой цепи. Эта информация собирается на местах и через интерфейс взаимодействия заносится в базу обслуживающим персоналом. Опираясь на информацию, хранящуюся в базе, аналитические алгоритмы, созданные в базе технологии ВНИИЖДа, производят анализ каждой рельсовой цепи. Результат анализа – индивидуальная регулировочная таблица, степень отклонения режима работы от оптимального, максимальная степень отклонения, характеризуемая заводским разбросом параметров. Результат анализа попадает в электронный паспорт рельсовой цепи. Таким образом, электронный паспорт содержит исчерпывающую информацию для технического обслуживания рельсовой цепи, по новой технологии обслуживания.

Информация собирается на местах, и заносится в базу работниками ответственными за паспортизацию, через сеть МПС. Информацию, хранимую в базе можно подразделить на постоянную, условно–постоянную и оперативную. К постоянной относится информация о нормали, схеме, местоположении рельсовой цепи, расстоянии до подстанции и прочая, не меняющаяся в процессе эксплуатации. К условно–постоянной – информацию об установленных величинах регулировочных параметров, типах тяговых соединителей и усовиков и другую информацию, не меняющуюся продолжительное время. Электрические параметры рельсовых цепей, такие, как напряжения и фазы на путевых реле, относятся к оперативной информации, так как могут меняться в короткий промежуток времени. В силу того, что информация собирается в ручную на ее точность влияет добросовестность сотрудников дистанции. Оперативная информация также может меняться в сравнительно короткий промежуток времени. Для уменьшения влияния человеческого фактора на достоверность оперативной информации был разработан интерфейс взаимодействия базы данных и систем телеизмерений.

Опираясь на информацию, хранящуюся в базе, алгоритмы анализа рельсовых цепей, созданные с использованием методов математического моделирования, производят контроль текущего технического состояния каждой рельсовой цепи. Таким образом, база данных дополненная аналитическими алгоритмами становится экспертной системой и увязанная с системами телеизмерений.

На основе полученной экспертной системы предлагается создать дополнение к существующей технологии технического обслуживания рельсовых цепей. При своевременном обновлении информации о текущих параметрах рельсовой цепи, экспертная система прогнозирует возможное поведение этой рельсовой цепи в будущем. А при подключении промежуточных точек (кабель на выходе с поста ЭЦ) к системе телеизмерений, будет сужен круг поиска неисправностей, так как можно будет произвести оценку работоспособности отдельных частей рельсовой цепи.

Также при подключении системы телеизмерений к экспертной, становится возможным слежение за устойчивостью работы рельсовой цепи, в реальном времени. Достигается тем, что система телеизмерения производит непрерывные измерения электрических параметров рельсовой цепи, и основываясь на измеренных значениях экспертная система делает вывод о запасе устойчивости рельсовой цепи, и сохраняет его в базе

данных. Имея данные о запасах устойчивости в зависимости от погодных условий, будет сделан вывод об общей устойчивости рельсовой цепи. При подключении промежуточных точек к системе телеизмерений (кабель на выходе с поста ЭЦ) упроститься поиск элемента параметры которого отклоняются от нормы, так как можно будет точно сказать где этот элемент находится на посту или в поле. Такая методика контроля позволит выявить предотказное состояние рельсовой цепи.

Алгоритм реализующий эти функции называется «Анализ режима работы рельсовой цепи». Для каждой рельсовой цепи алгоритм создает математическую модель, где все элементы представлены четырехполюсниками, а рельсовая цепь – их цепочным включением (ABCD параметры четырехполюсников получены статистическим исследованием исправных элементов рельсовых). Собирая в памяти ЭВМ математическую модель рельсовой, алгоритм получает по модели нормативные параметры и сравнивая их с реально установленными (введенными операторами или системой телеизмерений) делает вывод о запасе устойчивости этой рельсовой цепи при данных погодных условиях. Промежуточные результаты работы алгоритма – нормативный материал по регулировке конкретной рельсовой цепи, отклонение (в процентах) реального режима, установленного в данный момент времени, от расчетного и норма отклонения режима. Результат работы алгоритма – вывод, какой запас устойчивости этой рельсовой цепи.

При обкатке алгоритма на реальных цепях нормали РЦ25–ЭТОО–С–87 основываясь на данных введенными работниками Свердловской железной дороги получилось, что 60% всех обработанных рельсовых цепей имеют отклонение от нормы больше допустимых пределов. При детальной проверке 3 рельсовых цепей одна имела незначительное отклонение, а две другие отклонялись от нормы, было выявлено несоответствие между фактической схемой и схемой по технической документации в отклоненных рельсовых цепях. Отличие было обнаружено за счет того, что математическая модель рельсовой цепи была создана на основе нормативной схемы взятой из нормали. Отличие состояло в отсутствии сопротивления (R_d) включенного последовательно с кабелем питающего конца, для получения сопротивления в 75 Ом.

Нормирование сопротивления произведено для снижения добротности колебательного контура образованного включенной емкостью и индуктивностью дроссель – трансформатора. При высокой добротности получатся «острый резонанс» и при изменении параметров элементов рельсовой цепи, с течением времени, рабочая точка перемещается по резонансной кривой и соответственно меняется напряжение питания рельсовой цепи. В нормали РЦ25–ЭТОО–С–87 было произведено нормирование сопротивления питающего кабеля, в отличие от более ранних нормалей. Вследствие этого дистанциям пришлось ставить R_d в рельсовые цепи, введенные в эксплуатацию до появления нормали РЦ25–ЭТОО–С–87. При этом ответственность за качественное выполнение работ полностью была возложена на исполнителей – рядовых электромехаников. Реально же R_d было поставлено в тех рельсовых цепях, которые работали неустойчиво, а в техническую документацию R_d было добавлено во всех рельсовых цепях. Причиной того, что R_d было поставлено не во всех рельсовых цепях было то, что в тех цепях, которые удалены от поста ЭЦ, сопротивления кабеля было достаточно, чтобы сгладить резонанс и обеспечить требуемую устойчивость работы при изменяющихся параметрах элементов. Отследить такую ситуацию в то время было сложно, это требовало тщательной проверки реальных электрических схем всех рельсовых цепей, это привело бы к большим трудозатратам, и делать этого никто не стал, к тому же устойчивость работы ненадежных рельсовых цепей возросла.

Как было сказано выше, ситуация несоответствия электрических схем была сразу обнаружена при проверке правильности работы алгоритма. Введя в экспертную систему точные данные о напряжениях и фазах в рельсовой цепи, можно будет узнать стоит

реально в этой рельсовой цепи Рд или нет. При этом система проанализирует целесообразность установки Рд в эту рельсовую цепь, взяв за критерий ту прибавку к устойчивости которую может дать установка Рд. Исходя из того, что заводской разброс параметров элементов составляет в большинстве 10% , можно говорить, что если прибавка к устойчивости будет больше 10%, установка Рд все же имеет смысл. Также повысится точность результатов работы алгоритма, о которых говорилось выше, вследствие уточнения расчетной схемы рельсовой цепи.

Внедрение экспертной системы позволит создать более информативную систему контроля за текущим техническим состоянием рельсовых цепей, так как данные о работоспособности рельсовых цепей могут быть получены в любое время, с помощью обычного браузера(к примеру Internet Explorer). Обслуживающий персонал получит в свое распоряжение мощный инструмент, оценивающий техническое состояние и дающий рекомендации по повышению надежности работы рельсовых цепей, что в сумме с опытом накопленным в дистанциях по обслуживаю устройств ЖАТ, повысит надежность работы ЭЦ в целом.

Литература

1. Кайнов В.М. Хозяйство сигнализации и связи: итоги года и новые задачи // // Автоматика, связь, информатика. №5. 2001. С.5 – 12.
2. Бушуев С.В., Гундырев К.В. Информационные технологии в обслуживании рельсовых цепей // Молодые ученые – транспорту: Труды IV научно-технической конференции. – Екатеринбург: УрГУПС, 2003. С. 115 – 121.

Статья опубликована

Рожкин Б.В. Экспертная система контроля работоспособности рельсовых цепей // Проблемы управления эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте; развитие телекоммуникаций и информатизации: Материалы научно-технической конференции, посвященной 125-летию Свердловской железной дороги. Т.2. - Екатеринбург: УрГУПС, 2003