

РЕЛЕ И ГЕРКОНЫ В УСТРОЙСТВАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Н.И. Пивоварчик

107140, Переведеновский переулок 13, г. Москва, Россия, ПКТБ ЦШ ОАО «РЖД»

Изложены требования, предъявляемые к различным типам реле в устройствах железнодорожной автоматики, проблемы, имеющие место при эксплуатации существующих типов реле. Показаны возможности использования герконовых реле в современных устройствах железнодорожной автоматики.

Requirements for various types of relays in railway automatics devices, problems taking place when using the existing relay types are specified. Potential of reed relay application in the modern railway automatics devices is shown.

Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики, обеспечивающие безопасность движения поездов, ранее назывались СЦБ – сигнализация, централизация и блокировка. В 1929 году одна станция в США была полностью оборудована релейными зависимостями. Релейную аппаратуру для этой станции изготовила фирма Вестингауз. С тех пор, несмотря на свою консервативность, релейная техника значительно продвинулась в своем развитии. В СССР более 50 лет основные системы автоматики и телемеханики, обеспечивающие безопасность движения поездов – электрическая централизация и автоматическая блокировка, – строились только на реле.

Реле СЦБ является основным и надежным элементом устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. Релейные системы железнодорожной автоматики, обеспечивающие безопасность движения поездов, строятся на реле первого класса, реле СЦБ, т.е. на реле, отвечающих определенным специфическим требованиям. Они устанавливаются как в специальных релейных отапливаемых помещениях, так и в релейных будках и шкафах, а также в путевых коробках. Контактными реле СЦБ коммутируются цепи различной мощности от мВт до сотен Вт при различном характере нагрузок (емкостной, индуктивной, активной и в любом их сочетании). Обмотки реле могут включаться через коммутирующие элементы от местного источника питания или непосредственно подключаться к кабельной и воздушной линии, рельсовой цепи, которые, как известно, обладают высоким уровнем различного рода помех. В этих сложных условиях реле СЦБ должно работать четко, надежно, только от своего сигнала и не создавать опасных отказов в работе железнодорожной автоматики и телемеханики.

В соответствии с рекомендациями МСЖД различают следующие типы реле СЦБ постоянного тока:

- реле типа N – неконтролируемое реле. Этот тип реле не требует дополнительного схемного контроля (проверки) действия реле и имеет серебряные тыловые и общие переключающие контакты и серебряно-угольные фронтальные контакты. Реле типа N широко применяется в странах бывшего СССР, США, Англии;

- реле типа С – контролируемое реле. Требуется дополнительной проверки его работы в схемах железнодорожной автоматики, обеспечивающих безопасность движения поездов. Этот тип реле применяется в Германии, Швеции, Польше и других странах.

Реле типа N разработано по принципу «внутренней безопасности».

Для выполнения требований «внутренней безопасности» реле СЦБ должно быть сконструировано так, чтобы:

1. Реле обладало такой надежностью действия, чтобы не требовался дополнительный схемный контроль отпускания якоря реле или дублирования реле в электрических схемах устройств СЦБ.

2. Возврат якоря осуществлялся, по крайней мере, до размыкания фронтальных контактов, под действием веса якоря и связанных с ним подвижных частей без учета упругости пружин при размыкании цепи обмотки.

3. При сваривании металлических общего и тылового контактов ни один из фронтальных контактов не замыкался.

4. Фронтальные контакты не сваривались ни при каких условиях. Это достигается, например, применением контактов уголь-серебро, где при содержании угля свыше 60% сваривания контактов не происходит.

5. Положение контактов обеспечивалось принудительным соединением с якорем.

К реле СЦБ предъявляется и ряд других требований:

1. Реле должны быть сконструированы так, чтобы обеспечивался хороший обзор состояния контактов в условиях эксплуатации. Это необходимо для быстрого отыскания неисправности в устройствах СЦБ обслуживающим персоналом.

2. Остаточный зазор между якорем и сердечником в течение всего предусмотренного срока эксплуатации и хранения должен быть не менее 0,1 мм с целью предотвращения залипания якоря реле.

3. Максимальное переходное сопротивление контактов должно быть не более:

- у контактов уголь-серебро - 0,3 Ом;
- у контактов серебро-серебро - 0,03 Ом.

4. Раствор контактов должен быть не менее 1,3 мм. В момент переключения контактов - 0,8 мм.

5. Совместный ход контактов должен быть не менее 0,5 мм, а длина пути скольжения контактов для их самоочистки должна составлять:

- у контактов серебро-уголь – не менее 0,25 мм;
- у контактов серебро-серебро - не менее 0,2 мм.

6. Обмотки в двухобмоточных реле должны наматываться на отдельных каркасах с целью исключения замыкания.

7. Величины сил контактного нажатия после полного притяжения или отпущения якоря реле должны быть не менее:

- у контактов уголь-серебро - 0,294 Н;
- у контактов серебро-серебро - 0,147 Н.

Современный уровень развития техники и массовое производство реле СЦБ требуют снижения материалоемкости, трудоемкости, уменьшения номенклатуры и габаритов, повышения надежности в технологичности.

Существующие типы реле СЦБ имеют до 200 деталей, большие габариты и вес, требуют значительных затрат рабочего времени и ручного труда на их изготовление и регулировку, постоянного периодического контроля в процессе эксплуатации. Посты электрических централизаций для крупных станций и релейные шкафы, ввиду значительных габаритов реле и их большого числа, стали заметно увеличиваться, возникла проблема помещений, увеличился расход постового кабеля и проводов, т.е. дефицитной меди для монтажа устройств. Нет возможности применить прогрессивную технологию монтажа (печатный монтаж). На монтаже блоков расходуется много медного провода и неквалифицированного ручного труда.

Для выполнения требования незамыкания фронтальных контактов при сваривании металлических общего и тылового контактов автором были предложены две новые кинематики работы реле: для реле клапанного типа (рис. 1) и для реле с плоской магнитной системой (рис. 2). В первом случае при сваривании тылового и общего контактов ввиду того, что тыловой контакт представляет жесткую балку, якорь не сможет притянуться и замкнуть фронтальные контакты, так как общий контакт «работает на растяжение», а так как он приварен к жесткому тыловому контакту, то сдвинуться он не сможет. Кинематика обеспечивает хорошее скольжение контактов, практически исключает дребезг контактов. Конструкция реле невысоко технологична, так как требует применения Z-образной пружины в общем (переключающем) контакте.

Во втором случае (рис. 2) при сваривании тылового и общего контактов якорь не сможет двигаться и переключить контакты, так как они имеют разные радиусы и оси вращения.

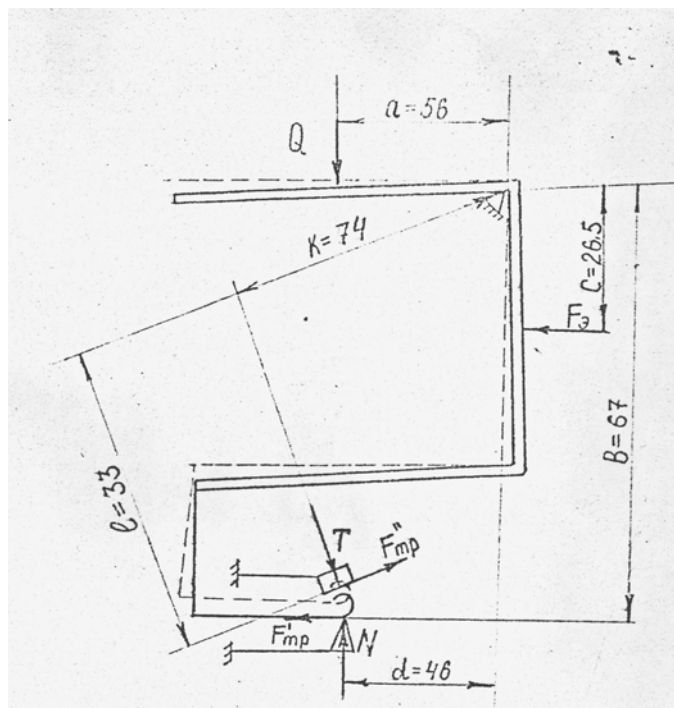


Рис. 1

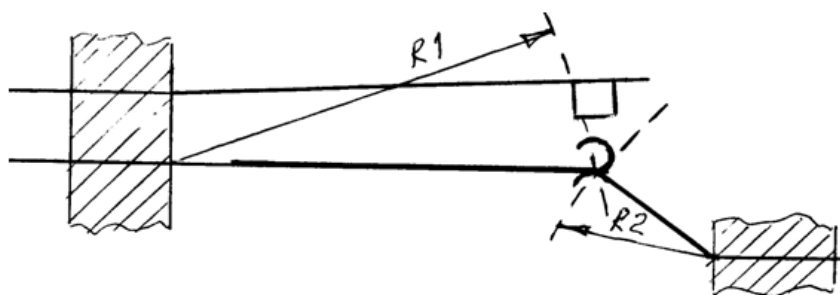


Рис. 2

Новые коммутационные устройства – герконы и реле на их основе – имеют меньшие габариты, стабильное сопротивление контактов, большой ресурс, высокое быстродействие, не подлежат регулировке в процессе эксплуатации. Герконы могут работать практически в любых условиях, производство их автоматизированное. Уже выпускаемые в настоящее время герконы могут применяться в различных схемах на железнодорожном транспорте, не отвечающих за безопасность движения. Можно сконструировать геркон, который будет пригоден и для работы в ответственных схемах железнодорожной автоматики. И такие герконы нужны для осуществления коммутаций как небольших токов и напряжений, так и коммутации больших мощностей.

С развитием электронной техники требования к реле не изменились, но появилось стремление к уменьшению габаритов реле, замене его в первую очередь в цепях, не отвечающих за безопасность движения поездов, процессорной техникой. Разработаны и внедряются на Российских железных дорогах микропроцессорные и релейно-процессорные системы автоматики.

Следует отметить, что микропроцессорные системы, обеспечивающие безопасность движения поездов, стоят значительно дороже релейных систем. Микропроцессорные системы электрической централизации и автоматической блокировки подвержены влиянию грозовых перенапряжений, т.е. выходят из строя при ударах молнии. Микропроцессорные

системы требуют больших затрат при необходимости внесения изменений в существующий план станции.

Железнодорожная автоматика почти «прошла мимо» герконов, потому что имеются случаи «засыпания» герконов, т.е. при выключении питания контакты оставались замкнутыми, а также ввиду других специфических требований. Герконы применяются в устройствах железнодорожной автоматики там, где их работу можно контролировать.

В железнодорожной автоматике разработано, изготавливается заводами и применяется реле ИВГ с использованием ртутно-смачиваемого контакта МКСР. Данное реле используется в ответственной схеме, в схеме рельсовой цепи и работает в импульсном режиме с частотой 1-2 Гц. Нагрузка контакта МКСР индуктивная. Ртутно-смачиваемый контакт применен с целью увеличения срока службы реле при коммутации значительных токов. Реле ИВГ устанавливается как в стационарных отапливаемых помещениях, так и в релейных шкафах на улице вдоль полотна железной дороги. Условия эксплуатации – от минус 50 °С до плюс 60 °С. Но, как известно, ртуть не может работать при температуре ниже минус 30 °С. Для обеспечения температурного режима внутри корпуса реле установлен резистор для обогрева реле.

Помимо этого недостатка существует и другой – образование мостящего контакта за счет конденсации паров ртути. В результате работа схемы парализуется, и происходит задержка поездов до вмешательства специалистов, обслуживающих данные устройства. Необходимо просто встряхнуть реле. Это существенный недостаток ртутно-смачиваемого контакта МКСР.

В дорожной лаборатории СЦБ ВСЖД были проведены исследования по изучению причин, влияющих на возникновение мостящего контакта реле ИВГ, ИВГ-М, ИВГ-В с визуальным наблюдением состояния геркона (магнитная система реле для этого была открыта).

При коммутации контактами геркона индуктивной нагрузки (для испытания использовалось реле КДРШ с сопротивлением обмотки $R = 38$ Ом при напряжении 12 В) было замечено облачко паров ртути, возникающее в зоне искрообразования. С течением времени пары конденсировались и оседали на стенках геркона и поверхностях контактных пластин, образуя мельчайшие капли ртути. Для ускорения процесса образования и конденсации паров частота переключения геркона была повышена до 100 Гц.

В результате ртутные капли образовывались и увеличивались в размерах, как показано на рис. 3. Основная часть капель появлялась на внутренней поверхности контактных пластин и на внутренней поверхности колбы геркона, сверху и по бокам от контактной группы по направлению выхода паров из пространства между пластинами фронтального и тылового контактов. Поверхность контактных пластин и вывода фронтального контакта обладает плохой смачиваемостью ртутью, поверхность вывода тылового контакта, наоборот, – хорошей.

Процесс образования капель также показан на рис. 3. Капли, которые образовались на внутренней поверхности контактных пластин, достигая определенной величины (веса) отрываются от поверхности, которая смачивается плохо, и падают вниз. Неизвестно, может ли капля большого размера удержаться на поверхности контактной пластины и создать мостящий контакт. Поверхность вывода тылового контакта хорошо смачивается и постепенно покрывается сплошным слоем ртути, причем с поверхности, обращенной в сторону тылового контакта, ртути осажается намного больше. Образуется капля, которая оказывается плотно прикрепленной к выводу тылового контакта и которая не может «убежать» вниз в зону пластины осевого контакта из-за того, что поверхность контактных пластин плохо смачивается и не обладает капиллярным эффектом.

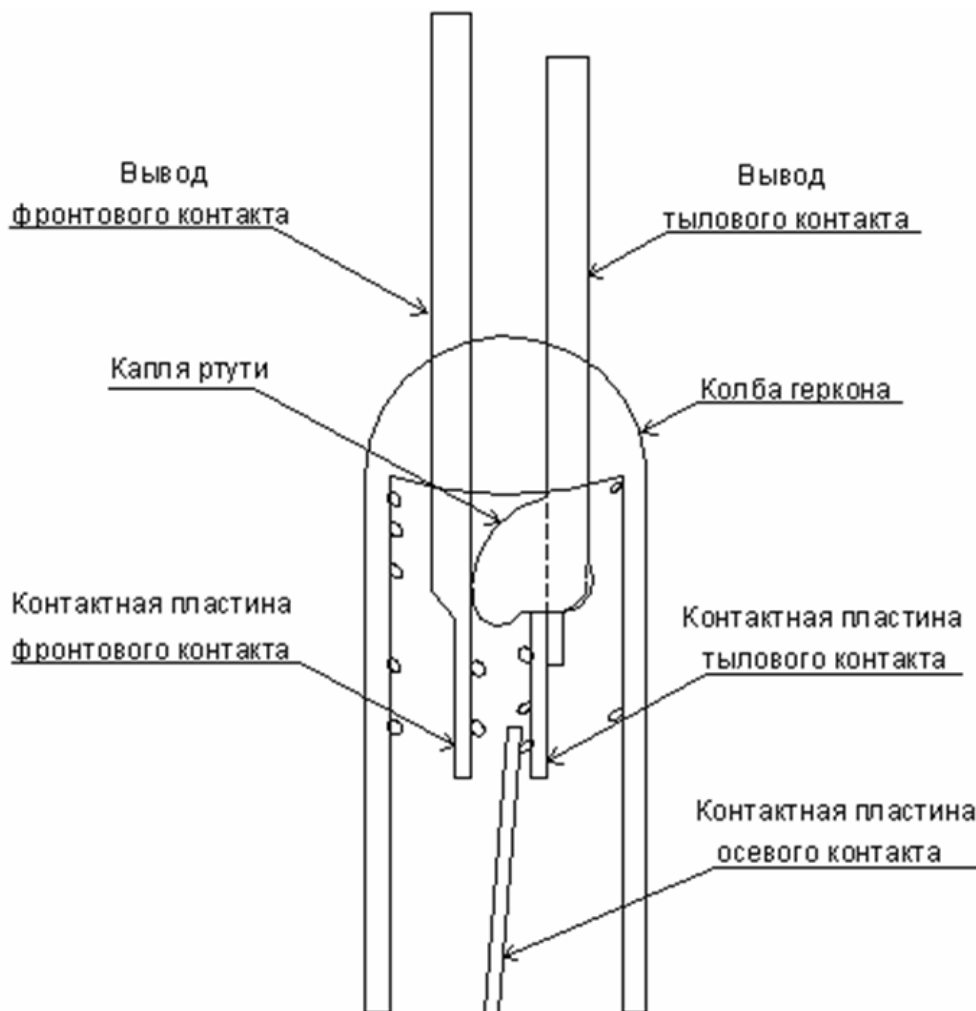


Рис. 3. Возникновение мостящего контакта в реле ИВГ

Предлагается изменить материал поверхности вывода фронтального контакта и контактных пластин таким образом, чтобы у них стал проявляться капиллярный эффект, как у поверхности осевого контакта. В этом случае образующиеся мелкие капли ртути по капиллярам будут равномерно растекаться по поверхности контактных пластин, а излишек ртути в области фронтального и тылового контактов будет незамедлительно перетекать на поверхность осевого контакта и затем перетекать по капилляру осевого контакта в нижнюю часть геркона.

Обладая низким переходным сопротивлением в процессе всего срока службы, долговечностью, способностью коммутировать значительные мощности, ртутно-смачиваемые контакты ввиду малого температурного диапазона их работы и образования мостящего контакта не смогут широко внедряться в устройствах железнодорожной автоматики. Ставится задача замены МКСП в импульсном реле на переключающий контакт с электронной коммутацией нагрузки, т.е. на гибридное устройство.

Герконы найдут применение в устройствах железнодорожной автоматики, особенно работающих в сложных климатических условиях, в условиях больших вибрационных нагрузок, с учетом выполнения определенных требований. Герконы найдут применение и при проектировании микропроцессорных систем.