

*Колмаков В.О., доцент
заведующий кафедрой «Управление персоналом»
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
Красноярский институт железнодорожного транспорта*

Россия, г. Красноярск

Пряжникова Ю.Ю.,

студент

*6 курс, факультет «Заочное обучение и дополнительное
профессиональное образование»,*

кафедра «Системы обеспечения движения поездов»

Красноярский институт железнодорожного транспорта

Россия, г. Красноярск

Очеретнюк В.В., студент

*6 курс, факультет «Заочное обучение и дополнительное
профессиональное образование»,*

кафедра «Системы обеспечения движения поездов»

«Иркутский государственный университет путей сообщения»

Красноярский институт железнодорожного транспорта

Россия, г. Красноярск

РАЗВЕТВЛЕННЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ СЕТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ.

Аннотация: в данной статье рассматривается понятие, что такое разветвленные кабельные сети железнодорожной автоматики и телемеханики.

Применение кабелей СЦБ. Требования к проектированию и монтажу кабельных

сетей, муфт. Описание работ при выполнении графика технического обслуживания. В данной статье рассматриваются причины отказов устройств СЦБ (приводятся реальные примеры отказов по Крас ж.д.) связанных с неисправностью кабелей, методы устранения.

Ключевые слова: АВС–аварийно-восстановительная связь, СЦБ - сигнализация, централизация и блокировка, ПГС–перегонная связь, АВ-автоблокировка, ЖАТ – железнодорожная автоматика и телемеханика

Annotation: This article discusses the term about branching cable-based network of railway automation and telemechanics. The use of signalling cables. A requirement for design and installation of cable networks coupling. Description of work performed during the maintenance service. This article discusses the causes of failures of signal system (real examples of failures in Krsk railway are given). It is connected with malfunction of the cables, methods of eliminating.

Key words: AVS-communication with emergency recovery, signal system; SZB - centralized control and interlocking; PGS - long-communication channel, AB - automatic block system; ZHAT - Railway automation and telemechanics.

Разветвленные кабельные сети

Железнодорожной автоматики и телемеханики.

Разветвлённые кабельные сети систем сигнализации, централизации и блокировки представляют собой комплекс конструкций и устройств, предназначенных для управления объектами СЦБ и обеспечения контроля их состояния. Все линейные цепи устройств СЦБ на станциях и перегона, проектируются кабельными.

Кабелями соединяют напольные устройства СЦБ стрелочные электроприводы, светофоры, приборы рельсовых цепей с постовыми устройствами при этом надёжная

работа этих устройств в большей степени зависит от качества обслуживания и состояния кабельных сетей.

В кабелях СЦБ, используемых для АБ, следует предусматривать жилы для организации цепей перегонной связи (ПГС) и аварийно-восстановительной связи (АВС). В устройствах СЦБ должны применяться сигнально-блокировочные кабели с медными жилами сечением не менее 0,63 мм кв., и на номинальное напряжение не менее 380 В переменного тока или 700 В постоянного тока.

Несимметричный сигнально-блокировочный кабель может быть использован по условиям влияния емкости между жилами кабеля на контроль перегорания светофорной лампы при длине кабеля до 3 км.

Симметричные сигнально-блокировочные кабели парной скрутки обязательны к использованию при применении РЦ тональной частоты и в схемах питания огней управления светофоров переменным током при длине кабеля более 3 км.

При расстоянии до светофора более 4 км прямые и обратные провода питания ламп светофоров предусматриваются в разных кабелях.

Кабели могут прокладываться в грунте, в кабельных желобах, трубах и других видах кабельной канализации. В тоннелях кабели прокладываются по специальным металлическим конструкциям.

При прокладке кабеля под железнодорожными путями, при пересечении с шоссейными и грунтовыми дорогами, проезжими частями улиц и тротуарами, в местах пересечения с подземными сооружениями и кабельными линиями, на пересечениях с водоотводными канавами, кюветами и ручьями, по моста, при скальных грунтах, при высоком уровне грунтовых вод должны применяться железобетонные желоба, трубы и другие виды кабельной канализации.

Для ввода кабеля ЖАТ в служебно-технические здания (модули), за исключением временных путевых постов, оборудуют шахты в подвальном или цокольном этаже. При отсутствии помещений предусматривают устройство

прямков непосредственно у фундамента с наружной стороны здания с достаточной высотой, но не менее 1,5 м, при этом броня с кабеля должна сниматься.

При проектировании кабельных сетей предусматривают необходимые мероприятия для защиты кабелей от механических повреждений, химической и электрической коррозии, влага, а также от опасных и мешающих влияний линий электрической тяги и линии электроснабжения в соответствии с действующими нормами и техническими условиями на прокладку кабеля.

При электрической тяге постоянного тока для защиты от электрокоррозии и при автономной тяге применяют кабели в пластмассовой оболочке. На участках с электрической тягой переменного тока все цепи устройств ЖАТ защищают от электромагнитного влияния контактной цепи, применяют кабели с металлической оболочкой и броней. В случаях, когда КЗД кабелей ЖАТ не обеспечивает снижение величины опасного напряжения до нормативной величины, предусматривают совместную прокладку с кабелем ЖАТ металлического троса, сечение которого определяют расчетом.

Число кабелей должно быть, как можно меньшим. Если объединение цепей разного назначения не дает уменьшения числа кабелей, то цепи от стрелочных электроприводов, светофоров, релейных и питающих цепей концов РЦ группируют в разных кабелях.

В одном кабеле могут быть размещены цепи следующих значений:

- релейных концов РЦ с питающими концами РЦ с цепями других устройств ЖАТ, условия совмещения релейно-кодирующих цепей с другими цепями регламентируют нормами РЦ.

Кабельные сети ЭЦ крупных станций с числом стрелок свыше 30 проектируют так, чтобы цепи стрелочных электроприводов, светофоров и приборов РЦ прокладывались для четного и нечетного направлений движения в разных кабелях. Вновь укладываемые сигнально-блокировочные кабели должны иметь запасные

жилы. Запас жил предусматривают в кабелях до разветвительных муфт, шкафов-концентраторов и кабелях, идущих более чем к двум объектам и кабелях длиной более 300 м. Сигнально-блокировочные кабели емкостью до 10 жил должны иметь не менее двух, до 20 жил – не менее четырех и свыше 20 жил – не менее шести запасных жил.

Муфты универсальные устанавливают на станциях так, чтобы расстояние от внутренней грани головки ближайшего рельса до линии между центрами отверстий для крепления крышки муфты к корпусу было не менее 1250 мм, а центр бокового отверстия с фланцем находился на уровне головки рельса; в зависимости от местных условий допустимо располагать универсальные муфты над уровнем верха головки рельса на высоте до 200 мм. На перегоне универсальные муфты устанавливают на таком же расстоянии от внутренней грани головки ближайшего рельса, как и на станции; наиболее выступающую часть муфты располагают ниже уровня верха головки рельса не менее чем на 100 мм. При подключении муфты к двум смежным рельсовым цепям ее размещают напротив границы рельсовых цепей или изолирующего стыка, а при подключении к одной рельсовой цепи – смещают по отношению к границе рельсовых цепей или изолирующему стыку на 300 мм в сторону той рельсовой цепи, к которой муфта относится. При установке муфты исключают возможность передавливания кабеля на вводе в патрубок. Для соединения жил кабеля в кабельной муфте с рельсами применяют типовые перемычки длиной 1000 и 2700 мм. Контактные болты перемычек необходимо соединять с зажимами двухштырных клемм проводами марок ПВ2 - ПВ4 сечением 1-1,5 мм² концы которых должны заделываться в наконечники обжатием или опрессовкой. Кабельные муфты окрашивают специализированной краской. На крышке наносят соответствующую маркировку характеризующую назначение муфты.

Одним из наиболее опасных отказов устройств СЦБ связанных с неисправностью кабелей являются отказы, вызванные сообщением различных цепей или заземления этих цепей. Самопроизвольное появление тока в цепи может вызвать любой опасный отказ: появление разрешающего сигнала, перевод стрелки под составом, ложный контроль стрелок или свободы рельсовой цепи, а это уже прямая угроза безопасности движения поездов.

Защиту кабеля выполняют путем прокладки защитной шины (троса, провода) сечением не менее 12 мм² по меди или 70 мм² по стали между кабелем и опорой (заземлителем), молниеотводами, мачтами, деревьями и другими объектами. Сопротивление заземляющих устройств должно быть не более 10 Ом при удельном сопротивлении грунта до 100 Ом · м.

Правильная эксплуатация кабельных сетей является одним из решающих факторов обеспечения надёжной работы систем СЦБ, где ведущая роль принадлежит плановым профилактическим мероприятиям.

При выполнении графика технического обслуживания согласно инструкции по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки № 3168 от 30 декабря 2015 года:

- технический надзор за состоянием трассы и кабельных муфт, работа шифр 270 «Проверка состояния наземных кабельных муфт и кабельных колодцев со вскрытием», работа шифр 281 «Проверка состояния кабельных ящиков», работа шифр 074 «Осмотр трассы подземных кабелей, кабельной канализации и кабельных желобов (трубопроводов)» периодичность выполнения один раз в год весной.

Контроль исправного состояния кабельных сетей в соответствии с графиком технического обслуживания осуществляется периодическим измерением сопротивления изоляции (согласно инструкции № 3168):

- электрические измерения состояния изоляции, контроль за работой устройств сигнализации о понижении сопротивления изоляции. Работа шифр 271

проверка изоляции брони или металлической оболочки (в полиэтиленовом шланге) кабелей от корпуса релейных шкафов, светофоров и других устройств, шифр 279 измерение сопротивления изоляции электрических цепей с кабелем не контролируемых сигнализатором заземления, шифр 690 «Измерение сопротивления изоляции кабельных линий по отношению к земле с минимальным отключением монтажа (в том числе запасных жил кабеля)».

Выполняемые электрические измерения с помощью мегомметра являются наиболее ответственными и трудоёмкими, их следует вести с соблюдением целого ряда требований, главными из которых являются: проверка перед каждым измерением исправности измерительной аппаратуры, правильность подключения жил кабеля и соединительных проводников на выводы прибора, точная фиксация и отсчёт показаний измерительного прибора. В связи с этим не редки случаи фиктивного выполнения измерений и ошибки при определении измеренных величин сопротивления изоляции. При этом неисправности кабеля остаются не выявленными. Учитывая серьёзность последствий, к которым могут привести повреждения кабелей необходимо тщательно следить за содержанием кабельного хозяйства. Регулярно согласно графика технологического процесса измерять изоляцию кабелей, проверять кабельную трассу, в зимнее время своевременно очищать от снега групповые муфты и путевые коробки, не допускать производства любых земляных работ на станции без представителей дистанции СЦБ.

Известны случаи пагубного влияния человеческого фактора на кабельные сети, так в сутках 02.07.2020 года, передано уведомление от машиниста поезда № 8501 о возгорании мостового бруса на не охраняемом мосту через реку Агул на 856 км ПК 7 по 2 главному пути перегона Коростелево–Разъезд 857км Красноярской ж.д., подход к металлическому мосту длиной 175,24 метра. В результате возгорания мостового бруса, кабели СЦБ находящиеся в металлических желобах оплавлены. В непригодное состояние пришли следующие кабели (укладка кабеля была

произведена в 2019 году, менее года): кабель №1 марка СБЗПУ 4х2, (рельсовая цепь ЧП), кабель №2 марка СБЗПУ 7х2, (САУТ), кабель №3 марка СБВБПУ 19х2, (входной Ч), кабель №4 марка МСБВБ-РТ-АБ-7 10х2, (магистральный кабель СЦБ), 2 кабеля связи.

Основной причиной явилось внешнее вмешательство неустановленных лиц, инициированных поджог деревянных конструкций моста. Способствующей причиной явилось наличие деревянного лотка для кабелей связи поверх пешеходного настила.

Кабели СЦБ проложенные в грунте подвержены естественному старению. Старение кабеля – это постоянное необратимое изменение электрических и механических характеристик кабеля с течением времени. Во время прокладки и монтажа кабель минимум дважды подвергают изгибу: один раз при прокладке, а другой во время монтажа при выкладке концов кабеля по форме котлована. Растягивающее воздействие испытывает подземный кабель при изменении температуры почвы. При низкой температуре существенно изменяются свойства многих изоляционных материалов, пластмассы теряют ударную вязкость и прочность на растяжение, что уменьшает надёжность покрытия. С повышением температуры снижается сопротивление изоляции жил кабеля постоянному току, увеличивается сопротивление жил. На кабель воздействует так же сила тяжести подвижного состава, передаваемая через грунт. Всё это приводит к появлению микротрещин в оболочке. Резкое нарастание отказов кабельных сетей наблюдается в марте и апреле и является следствием оттаивания грунта и снега и проникновение влаги в кабель через микротрещины в оболочке, а также плохо герметизированные подземные муфты.

Но, к сожалению не только неисправные кабели СЦБ являются причинами возникновения опасных ситуаций. Работникам хозяйства автоматики и телемеханики известны случаи, когда при производстве работ связанных с

восстановлением кабелей эксплуатационниками нарушались элементарные правила производства работ, которые ставили под угрозу безопасность движения поездов.

Так в сутках 18 июля 2020г., на перегоне Подсиний – Минусинск, Красноярской ж.д., произошел порыв магистрального кабеля на 398 км пк 9. Принудительные измерения в АРМ «Пегас» показали снижение емкости между жилами, контролируемые модулем МДК в двух стволах магистрального кабеля. При расследовании отказа выявлено, что на 398 км пк9 перегона Подсиний – Минусинск при производстве земляных работ экскаватором для исследования грунтовых вод, без предварительного согласования и вызова представителей причастных подразделений, допущен порыв двух стволов магистрального кабеля связи МКБАБ 7х4х1,2 с жилами АБ (далее МК). Работы по разработке грунта, в нарушение «Правил охраны линий и сооружений связи РФ», утвержденных постановлением Правительства РФ №578 от 09.07.1995г. согласованы не были, информацию о нахождении коммуникаций не запрашивалась.

Эти отказы сопровождались задержками поездов, а это уже прямые финансовые убытки компании ОАО «РЖД».

В зависимости от характера неисправности кабеля способ устранения будет различным. Наиболее часто встречаются следующие способы восстановления: замена повреждённых жил запасными, прокладка нового кабеля взамен неисправного участка.

Исключить пагубное влияние человеческого фактора и снизить вероятность ошибок позволят передовые методы восстановления замкших действующих кабелей методом гидрофобного заполнения. Суть такого метода заключается в том, что в сердечник действующего замкнутого кабеля через заранее подготовленные отверстия в оболочке под давлением закачивается жидкий гидрофоб. Заполняя сердечник кабеля он также через отверстия в оболочке вытесняет из него влагу. Важную роль в решении проблемы влияния человеческого фактора без сомнения

будут играть современные приборы контроля и измерения сопротивления изоляции. Цифровые приборы и системы контроля, такие как сигнализатор заземления (СЗИ-Ц) и измеритель сопротивления изоляции (ИСИ), АПК-ДК будут своевременно фиксировать понижение величины изоляции жил кабелей до критических пределов и безошибочно определять значения сопротивления изоляции при плановых измерениях.

Использованные источники:

1. официальный сайт СЦБист. [Электронный ресурс]. <http://scbist.com>. дата обращения: 07.10.2020).;
2. Сапожников В.В [и др.] ред. В.В Сапожников. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте [Текст]: учеб. Пособие для ВУЗов ж.д. трансп. - М.: УМЦ ЖДТ, 2013.;
4. официальный сайт ОАО «РЖД». [Электронный ресурс]. <http://rzd.ru> (дата обращения: 07.10.2020).
5. официальный сайт Красноярской железной дороги. [Электронный ресурс]. URL: <http://kras.rzd.ru> (дата обращения: 07.10.2020).
6. Нормативные документы ОАО «РЖД»: Правила по монтажу устройств СЦБ [Текст] –Москва, 1997. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ ЦШ-530-11 [Текст]. Железнодорожная автоматика и телемеханика Правила проектирования [Текст]. Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту устройств и систем СЦБ., Распоряжение от 30 декабря 2015 г. № 3168 [Текст]. Официальный сайт ОАО «РЖД». [Электронный ресурс]. <http://rzd.ru> (дата обращения: 07.10.2020).
7. Энергосберегающее оборудование и электромагнитная совместимость. Колмаков В.О., Колмакова Н.Р. В сборнике: Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. Труды XXII Межвузовской научно-практической

конференции КриЖТ ИрГУПС. Ответственный редактор В.С. Ратушняк. 2018. С. 46-53.

8. Электромагнитная совместимость и энергосберегающее оборудование. Колмаков В.О., Пантелеев В.И. Энергетик. 2012. № 11. С. 47-49.