

Т.М. Семенцова¹, И.А. Степанова¹, Н.П. Асташков¹

¹Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема защиты устройств сигнализации, централизации и блокировки от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Отказы и сбои в их работе становятся причинами остановок поездов, что приводит к значительным экономическим потерям. В статье проведен анализ причин их возникновения. Рассмотрен принцип работы защитного заземления, а также выделены зоны защиты от попадания молний. Определены способы защиты устройств железнодорожной автоматики и телемеханики от перенапряжений с целью практической реализации предложенного в рамках статьи мероприятия.

Ключевые слова: железнодорожная автоматика и телемеханика, устройства сигнализации, централизации и блокировки, атмосферные и коммутационные перенапряжения, электробезопасность, зоны защиты от молнии, рельсовая цепь, искровой промежуток, электрический ток, защитное заземление.

T. M. Sementsova¹, I. A. Stepanova¹, N. P. Astashkov¹

¹Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

PROTECTION OF RAILWAY AUTOMATION AND TELEMCHANICS DEVICES FROM OVERVOLTAGES

Abstract. This article discusses the problem of protecting alarm devices, centralization and blocking from atmospheric and switching overvoltages. Failures and failures in their work become the cause of train stops, which leads to significant economic losses. The article analyzes the causes of their occurrence. The working principle of protective grounding is considered, as well as zones of protection against lightning strikes are highlighted. Methods of protecting railway automation and telemechanics devices from overvoltages with the aim of practical implementation of the event proposed as part of the article are determined.

Keywords: railway automation and telemechanics, signaling, centralization and blocking devices, atmospheric and switching overvoltages, electrical safety, lightning protection zones, rail circuit, spark gap, electric current, protective earth.

Введение

На нормальную работу систем и устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) оказывают воздействие перенапряжения, вызванные разрядами молнии, коммутационными процессами, возникающими как при работе электросетей и устройств транспорта, так и вследствие неисправностей технических средств, а также вызванные влиянием электротяги [1 - 7].

Особое внимание уделяется атмосферным перенапряжениям. Они возникают при прямом ударе молнии в электроустановку или в непосредственной близости от нее. Протекая вблизи строений, ток молнии создает электромагнитное поле, выводя из строя устройства ЖАТ. К тому же создается большая опасность поражения работников электрическим током,

поскольку атмосферные перенапряжения при прямых ударах молнии могут достигать 1000кВ, при токе молнии - до 200 кА.

Разряд молнии, как правило, длится десятые доли секунды, а каждый импульс отдельно имеет длительность в десятки микросекунд. Но, несмотря на его кратковременное действие этого оказывается достаточным для пробоя изоляции и, как следствие, короткого замыкания, которое приводит к разрушительным последствиям.

Отказы устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) в большинстве случаев возникают из-за грозового импульса перенапряжения, который поступает по цепям питания устройств, а именно через провода, либо из-за удара молнии в рельс. Это происходит из-за того, что заземляющий проводник релейного шкафа с аппаратурой и светофора присоединяется к специальной клемме путевого дроссель-трансформатора, подключённого к рельсам, а там, где электротяги нет, – напрямую к рельсу [1 - 3].

Отказы и сбои в работе устройств СЦБ становятся причинами остановок поездов, а это приводит к значительным экономическим потерям, поэтому в хозяйстве автоматики и телемеханики по-прежнему остается актуальной проблема защиты устройств СЦБ от атмосферных перенапряжений.

Электробезопасность на железнодорожном транспорте

Электробезопасность на железнодорожном транспорте должна обеспечиваться комплексной молниезащитой объектов, которая, в первую очередь обеспечит надежную защиту от первичных воздействий ударов молнии и от импульса электромагнитного поля. К тому же важно исключить электрический контакт приборов СЦБ с рельсами и на каждой сигнальной установке обеспечить монтаж индивидуального заземляющего устройства. Принцип защитного заземления должен состоять в отводе тока, поступающего на корпус, по заземляющей части с целью снижения напряжения прикосновения до безопасной величины.

Для защиты устройств ЖАТ могут использоваться молниеотводы, разрядники, выравниватели, плавкие предохранители. Однако используемые разного типа выравниватели и разрядки оказались недостаточно эффективными, поскольку при протекании через них повышенного напряжения они нагреваются и порой воспламеняются. Это становится причиной возгорания аппаратуры и монтажа, которые располагаются в релейном шкафу [1].

В соответствии с концепцией комплексной защиты технических средств и объектов железнодорожной инфраструктуры от воздействия коммутационных, атмосферных перенапряжений и воздействия тягового тока необходимо придерживаться принципов концепции зонной защиты [8]. Можно выделить следующие зоны защиты от молнии LPZ:

LPZ OA - зона, в которой опасность возникает из-за воздействия электромагнитного поля молнии и прямого удара молнии. Внутренние системы подвержены воздействию электрического тока молнии и скачку напряжения;

LPZ OB - зона, которая защищена от прямых ударов молнии, но существует угроза воздействия электромагнитного поля молнии. Внутренние системы подвержены скачкам напряжения и воздействию частичного электрического тока молнии;

LPZ I - зона, в которой скачки напряжения, а также электрический ток ограничены вследствие перераспределения электрического тока и применения изолирующих средств и устройств защиты от импульсных перенапряжений на границах областей защиты от молнии. Применение пространственного экранирования сможет уменьшить воздействие электромагнитного поля молнии;

LPZ II, ... , n - зона, в которой скачки напряжения и электрический ток могут быть ограничены вследствие перераспределения электрического тока и применения изолирующих средств и нескольких дополнительных устройств защиты от импульсных перенапряжений на границах областей защиты от молнии [8].

Способы защиты устройств ЖАТ от перенапряжений

Основными способами защиты устройств ЖАТ от перенапряжений являются:

- применение систем молниезащиты для отвода тока молнии в землю в стороне от оборудования и сооружений;

- уравнивание потенциалов нетоковедущих металлических частей с применением систем заземления;
- применение мер к разделению жгутов монтажных проводов от источника перенапряжения до приборов защиты и от приборов защиты к аппаратуре ЖАТ, предусматривая их раздельную укладку, а, в случае необходимости, обеспечивая пересечение под углом 90°;
- отвод импульсных токов и ограничение переходных перенапряжений с помощью устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) [10-11];
- повышение электрической прочности изоляции;
- исключение между защищаемой аппаратурой и источником перенапряжения гальванической связи;
- использование симметричных цепей;
- изменение принципов прокладки трассы кабельных линий ЖАТ с целью увеличения расстояния от отсасывающих, шунтирующих и питающих линий, а также линий электропередачи и заземляющих устройств этих линий;
- применение кабельных линий вместо воздушных линий ЖАТ;
- использование кабелей парной скрутки [3].

Мероприятия по повышению эффективности защиты от перенапряжений

Для повышения эффективности защиты от перенапряжений устройств СЦБ и обеспечения безопасности работников железнодорожного транспорта в случае нарушения изоляции между низковольтной и высоковольтной обмотками или пробоя на трансформаторе ОМ должен быть установлен искровой промежуток многократного действия.

Искровые промежутки предназначены для пропуска в рельсовую цепь токов при пробое изоляции на контактной сети железных дорог и высоковольтных линий продольного электроснабжения, которая проходит по опорам контактной сети.

Схема защиты цепей питания сигнальной установки СУ от трансформаторов ОМ, ОЛ представлена на рисунке 1.

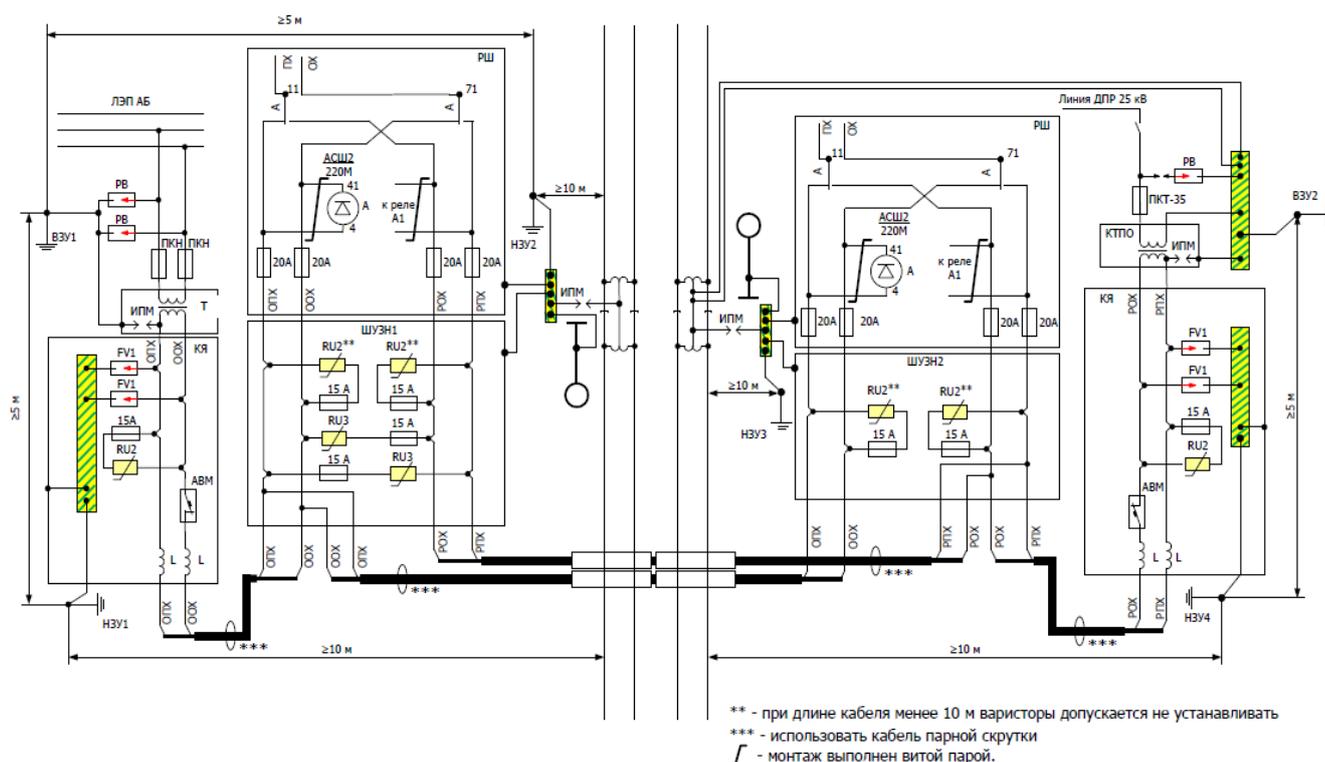


Рисунок 1 – Схема защиты цепей электроснабжения сигнальной установки числовой кодовой автоблокировки для двухпутного участка с электротягой переменного тока

Один вывод искрового промежутка должен подсоединяться к корпусу трансформатора, а другой - к тому выводу вторичной обмотки трансформатора, к которому присоединяют провод ПХ, отходящий в кабельный ящик. В этом случае автоматический выключатель типа АВМ, который устанавливается в кабельный ящик, должен включаться в провод ОХ [2].

Применение искровых промежутков позволит снизить влияние на работу рельсовых цепей, а также уменьшить электрохимические влияния.

Следует отметить, что для эффективного применения мер защиты устройств железнодорожной автоматики и телемеханики от перенапряжений, разработки требований к аппаратуре и схемным решениям важно учитывать:

- параметры воздействующих импульсов перенапряжений, которые для разных участков железных дорог имеют характерные особенности [12];

- параметры аппаратуры и коммуникаций ЖАТ, включая допустимые уровни перенапряжений [9];

- характеристики технических средств защиты от перенапряжений.

Заключение

Таким образом, в основу выбора схем защиты от перенапряжений устройств железнодорожной автоматики и телемеханики и их разработки должна быть положена зонная концепция с учетом структуры устройств СЦБ, представляющая для внешних атмосферных и коммутационных перенапряжений электрическую систему с несколькими уровнями рабочих напряжений и токов. При выборе приборов защиты от перенапряжений необходимо учитывать грозовую активность на конкретных железнодорожных участках в соответствии с кадастром и особенности геологического строения участков.

Применение искровых промежутков позволит снизить влияние атмосферных и коммутационных процессов, а также защитить арматуру опор и фундаментов от протекания по ним блуждающих токов.

При разработке и внедрении новых устройств защиты от перенапряжений основными задачами являются минимизация затрат времени и средств на замену при отказе устройств СЦБ; унификации; уменьшения габаритов и материалоемкости; использование средств диагностики и дистанционного контроля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. В 2 ч. Учебник для вузов ж.-д. трансп. / А.В. Горелик, Д.В. Шалягин, Ю.Г. Боровков, В.Е. Митрохин и др.; под ред. А.В. Горелика. – М.: ФГБОУ «УМЦ по образованию на ж.-д. транспорте», 2012. – 477 с.

2. Безопасность России. Тематический блок «Безопасность железнодорожного транспорта». В 2 т. Т. 2. Безопасность железнодорожного транспорта в условиях Сибири и Севера: моногр. / Акимов В.А., Алексеенко В.А., Ахметханов Р.С. и др.; научн. рук. член-корр. РАН Н.А. Махутов. – М.: МГОФ «Знание», 2014. – 856 с.

3. Бадер М.П. Электромагнитная совместимость / Учебник для вузов железнодорожного транспорта. – М.: УМК МПС, 2002. – 638 с.

4. Пультяков А.В. Исследование влияния электромагнитных помех на работу устройств автоматической локомотивной сигнализации / А.В. Пультяков, М.Э. Скоробогатов, Д.С. Халиманов // Мат-лы всерос. научн.-практ. конф. «Образование – наука – производство». – Чита: ЗаБИЖТ ИрГУПС, 2018. – С. 191-197.

5. Пультяков А.В. Влияние импульсных помех на сигналы автоматической локомотивной сигнализации. / А.В. Пультяков, В.В. Демьянов, М.Э. Скоробогатов // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Эффективность и безопасность электротехнических комплексов и систем автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте». – Омск: ОмГУПС, 2019. – С. 83-91.

6. Оленцевич В.А. Анализ причин нарушения безопасности работы железнодорожной транспортной системы / В.А. Оленцевич, В.Е. Гозбенко // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, 2013. - № 1(37). – С. 180-183.
7. Астраханцев Л.А. Повышение электромагнитной совместимости подвижного состава / Л.А. Астраханцев, Н.П. Асташков, Н.Л. Рябченко, Т.Л. Алексеева, Н.М. Астраханцева // Безопасность регионов - основа устойчивого развития. Иркутск: ИрГУПС, 2012. - Т.1-2. – С. 92-94.
8. Методические указания по применению устройств защиты от перенапряжения в устройствах ЖАТ / Утв. распор. ОАО «РЖД» № 12013/ЦДИ от 31.03.2016 г. – М.: ОАО «РЖД», 2015. – 180 с.
9. Ступицкий В.П. Определение остаточной несущей способности металлических конструкций контактной сети / В.П. Ступицкий, И.А. Худоногов, В.А. Тихомиров, О.В. Лобанов // Известия Транссиба. – Омск: ОмГУПС, 2019. - № 3 (39). - С. 88-99.
10. Алексеева Т.Л. Электроэнергетическая система железной дороги и электрическая тяга поездов. Состояние и перспективы развития / Т.Л. Алексеева, Н.Л. Рябченко, Л.А. Астраханцев // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – Иркутск: ИрГУПС, 2018. - Т.2. – С. 234-239.
11. Алексеева Т.Л. Эффективность электроэнергетической системы / Т.Л. Алексеева, Н.Л. Рябченко, Н.М. Астраханцева, Л.А. Астраханцев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, 2015. - № 3 (47). – С. 181-186.
12. Закарюкин В.П. Амплитудно-фазовые характеристики несимметрии напряжений в системах электроснабжения железных дорог / В.П. Закарюкин, А.В. Крюков, Л.А. Астраханцев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, 2018. - № 2 (58). - С. 72-82.

REFERENCES

1. Systems of railway automation, telemechanics and communication in 2 parts. Textbook for universities of railway transport / V. A. Gorelik, D. V. Shalygin, Yu. G. Borovkov, V. E. Mitrokhin; under the editorship of V. A. Gorelik. – Moscow: «Training center for education in railway transport», 2012. – 477 s.
2. Russian security. Thematic block «Railway Safety» in 2 volumes. Railway safety in Siberia and the North: monograph / Akimov V.A., Alekseenko V.A., Akhmetkhanov R.S. and others; Scientific Director, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences N.A. Makhutov. – Moscow: International Humanitarian Public Foundation «Knowledge», 2014. – 856 s.
3. Bader M.P. Electromagnetic compatibility / Textbook for universities of railway transport. – Moscow: Training room Ministry of Railways, 2002 - 638 s.
4. Putyakov A.V. Study of the influence of electromagnetic interference on the operation of automatic locomotive signaling devices / A.V. Putyakov, M.E. Skorobogatov, D.S. Halimanov // Material of the All-Russian Scientific and Practical Conference «Education – science – production». – Chita: IrSTU, 2018. – С. 191-197.
5. Putyakov A.V. Impact of impulse noise on automatic locomotive signaling / A.V. Putyakov V.V. Demyanov, M.E. Skorobogatov // Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation «Efficiency and safety of electrical complexes and systems of automation and telemechanics in railway transport». – Omsk: OSTU, 2019. – S. 83-91.
6. Olentsevich V.A. Analysis of the reasons for the violation of the safety of the railway transport system / V.A. Olentsevich, V.E. Gozbenko // Modern technologies. System analysis. Modeling. - Irkutsk: IrGUPS, 2013. - No. 1 (37). - S. 180 -183.
7. Astrakhtantsev L.A. Increasing the electromagnetic compatibility of rolling stock / L.A. Astrakhtantsev, N.P. Astashkov, N.L. Ryabchenok, T.L. Alekseeva, N.M. Astrakhtantseva // Security of the regions - the basis of sustainable development. Irkutsk: IrGUPS, 2012.- T.1-2. - S. 92-94.

8. Guidelines for the use of surge protection devices in railway automation and telemechanics devices / Approved by Order Open Joint Stock Company «Russian Railways» № 12013/Central Directorate of Infrastructure from 31.03.2016. – Moscow: Open Joint Stock Company «Russian Railways», 2015. – 180 s.

9. Stupitsky V.P. Determination of the residual bearing capacity of metal structures of the contact network / V.P. Stupitsky, I.A. Khudonogov, V.A. Tikhomirov, O.V. Lobanov // Proceedings of the Trans-Siberian Railway. - Omsk: OmGUPS, 2019.- No. 3 (39). - S. 88-99.

10. Alekseeva T.L. Electric power system of the railway and electric traction of trains. Status and development prospects / T.L. Alekseeva, N.L. Ryabchenok, L.A. Astrakhantsev // Transport infrastructure of the Siberian region. - Irkutsk: IrGUPS, 2018. - T.2. - S. 234-239.

11. Alekseeva T.L. Efficiency of the electric power system / T.L. Alekseeva, N.L. Ryabchenok, N.M. Astrakhantseva, L.A. Astrakhantsev // Modern technologies. System analysis. Modeling. - Irkutsk: IrGUPS, 2015. - No. 3 (47). - S. 181-186.

12. Zakaryukin V.P. Amplitude-phase characteristics of voltage asymmetry in railway power supply systems / V.P. Zakaryukin, A.V. Kryukov, L.A. Astrakhantsev // Modern technologies. System analysis. Modeling. - Irkutsk: IrGUPS, 2018. - No. 2 (58). - S. 72-82.

Информация об авторах

1. Семенцова Татьяна Михайловна – обучающийся группы ЭЖД.1-15.2, факультет «Управление на транспорте и информационные технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail:tanya_sementsova97@mail.ru;

2. Степанова Ирина Анатольевна – обучающийся группы ЭЖД.1-15.2, факультет «Управление на транспорте и информационные технологии», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail:irinka.stepanova1997@gmail.com;

3. Асташков Николай Павлович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: astashbir@rambler.ru.

Authors

1. Sementsova Tatiana Mikhailovna – student of the group EZHD.1-15.2, Department of Transport Management and Information Technologies, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: tanya_sementsova97@mail.ru;

2. Irina Anatolyevna Stepanova – student of the group EZHD.1-15.2, Department of Transport Management and Information Technologies, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail:irinka.stepanova1997@gmail.com;

3. Astashkov Nikolai Pavlovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Management of Operational Work", Irkutsk state transport University, Irkutsk, e-mail: astashbir@rambler.ru.

Для цитирования

Семенцова Т.М. Обеспечение защиты устройств железнодорожной автоматики и телемеханики от перенапряжений [Электронный ресурс]/ Т.М. Семенцова, И.А. Степанова, Н.П. Асташков // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2020. – №1(7) 2020. – Режим доступа: <http://mnv.irgups.ru/toma/17-2020>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 24.03.2020)

For citation

Sementsova T.M. Protection of railway automation and telemechanics devices from overvoltages [Electronic resource] / T.M. Sementsova, I.A. Stepanova, N.P. Astashkov // Young science of Siberia: electron. scientific journal – 2020. – No. 1(7) 2020. – Access mode: <http://mnv.irgups.ru/toma/17-2020>, free. – Zagl. from the screen. – Yaz. Russian, English (Date of access: 24.03.2020)