

АНАЛИЗ ОТКАЗОВ ЗАЩИТЫ УСТРОЙСТВ СЦБ ОТ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Н. Д. Кравец¹, Д. Д. Олейникова¹, А. А. Дружинина¹

¹Красноярский институт железнодорожного транспорта, – филиал Иркутского государственного университета путей сообщения, Красноярск, e-mail: natashka.kravets@mail.ru

Аннотация. Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики обеспечивают безопасное функционирование железной дороги. Именно поэтому необходимо гарантировать их бесперебойную работу. Опасность перенапряжения возникает в результате погодных условий и коммутаций в аппаратуре. Ненадлежащая защита или проверка устройств сигнализации, централизации и блокировки приводит к потере их работоспособности, то есть к отказам устройств. Отказ устройств СЦБ и их средств защиты от коммутационных перенапряжений происходит как внезапно, так и весьма предсказуемо. Однако, даже несмотря на то, что устройства проходят регулярную проверку, а количество внезапных отказов пытаются с каждым разом предотвратить, они всё равно происходят. Отказы влекут за собой вынужденную замену устройств СЦБ, а также снижение качества перевозок в связи с задержками поездов. Эти следствия отказов приводят к лишним тратам ОАО «РЖД». Именно для повышения стабильной работы устройств СЦБ и, как следствие, минимизации финансовых расходов применяют специальные устройства защиты. В данной статье рассмотрены средства защиты устройств автоматики и телемеханики от коммутационных перенапряжений и проанализирована статистика отказов при перенапряжениях коммутационного вида на Кошурниковской дистанции, а также выполнен анализ финансовых потерь в результате выхода из строя устройств СЦБ вследствие несовершенной работы устройств защиты от коммутационных перенапряжений.

Ключевые слова: устройство защиты, коммутационное перенапряжение, отказ устройств защиты, безопасность, анализ отказов.

FAULT ANALYSIS OF PROTECTION OF STsB DEVICES AGAINST SWITCHING OVERVOLTAGES

N. D. Kravets¹, D. D. Oleinikova¹, A. A. Druzhinina¹

¹Krasnoyarsk Rail Transport Institute, a branch of Irkutsk State Transport University, Krasnoyarsk, e-mail: natashka.kravets@mail.ru

Abstract. Railway automation and telemechanics devices ensure the safe functioning of the railway. That is why it is necessary to ensure their uninterrupted operation. The danger of overvoltage arises from weather conditions and switching in the apparatus. Improper protection or verification of signaling, centralization and blocking devices leads to the loss of their operability, that is, to device failures. The failure of signaling devices and their means of protection against switching overvoltages occurs both suddenly and very predictably. However, even though devices are regularly tested, and the number of sudden failures is tried to be prevented each time, they still occur. Failures entail the forced replacement of signaling devices, as well as a decrease in the quality of transportation due to train delays. These consequences of failures lead to unnecessary expenses for Russian Railways. It is to increase the stable operation of signaling devices and, as a result, to minimize financial costs, special protection devices are used. This article discusses the means of protecting automation and telemechanics devices from switching overvoltages and analyzes the statistics of failures in case of switching overvoltages at the Koshurnikovskaya distance, and also analyzes financial losses as a result of failure of signaling devices due to imperfect operation of switching overvoltage protection devices.

Keywords: protection device, switching overvoltage, failure of protection devices, safety, failure analysis.

Коммутационное перенапряжение появляется в аппаратуре при переходных процессах и коротких замыканиях [1]. На участках железных дорог переменного тока, помимо аварийных режимов работы контактной сети или срабатывания разрядников, опасные перенапряжения возникают при асимметрии протекания обратного тягового тока в рельсовых цепях. Эти

перенапряжения могут длиться часами, чем и объясняется их опасность. Перенапряжения могут в сотни раз превышать рабочее напряжение, что приводит к пробое изоляции аппаратуры или даже пожару. Всё это сказывается на финансовых затратах ОАО «РЖД». В связи с необходимостью обеспечения стабильной пропускной способности, на которую могут повлиять выведенные из строя устройства СЦБ, применяют специальные средства для их защиты. Обеспечить безопасность устройств СЦБ от коммутационного перенапряжения возможно с помощью использования варисторов, разрядников, защитных блоков, тиристорных защитных устройств и других [2].

Разрядники используются для уменьшения амплитуды коммутационных и атмосферных перенапряжений в установках. Он состоит из двух электродов и дугогасительного устройства. При достижении определённого напряжения между электродами пробивается искровой промежуток и снимает перенапряжение с защищаемого устройства. Различают трубчатые, газовые, вентильные и магнитовентильные разрядники [3]. Однако их степень применения значительно снизилась после появления ограничителей перенапряжения и выравнивателей, которые, в отличие от разрядников, не имеют искровых промежутков, что упрощает конструкцию и обладают большим быстродействием. На Кошурниковской дистанции применяют разрядники типа РВНШ, РКВН, УЗП.

Ограничитель перенапряжений включает в себя полупроводниковый элемент с нелинейной величиной сопротивления. В качестве полупроводникового элемента широкое применение нашли оксидноцинковые варисторы [1]. Ограничитель предназначен для искрогашения на контактах коммутирующих приборов и для защиты полупроводниковых приборов от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Если на устройство, к которому подключён ограничитель, поступает большое напряжение, происходит падение электрического сопротивления, в результате чего напряжение переходит в заземляющую цепь.

Основным элементом оксидноцинкового выравнивателя является вентильный диск, сопротивление которого резко меняется в зависимости от приложенного напряжения. Время срабатывания исчисляется микросекундами, что в 1000 раз быстрее разрядников. В основном выравниватели используют как дополнительный каскад защиты полупроводникового прибора от поперечных перенапряжений.

Защитные блоки обеспечивают защиту от поперечного перенапряжения в электрических цепях, питающих полупроводниковые устройства СЦБ. При возникновении импульсов перенапряжения в цепи дросселя и конденсатора образуется ток соответствующей частоты, который способствует падению напряжения на сопротивлении дросселя и конденсатора. За счёт падения напряжения импульсных токов на сопротивлении дросселя происходит ограничение перенапряжений.

Тиристорные защитные устройства используют для защиты путевой аппаратуры рельсовых цепей от перенапряжений при аварийных режимах работы и асимметрии тяговых токов рельсовых цепей. При отсутствии перенапряжения тиристоры закрыты. Они мгновенно открываются при импульсах перенапряжения и снижают своё сопротивление. Происходит шунтирование защищаемых приборов и ограничение коммутационного перенапряжения до уровня оставшегося напряжения выравнивателя. Таким образом, они ограничивают длительные перенапряжения.

Несмотря на разнообразие устройств, обеспечивающих безопасность работы приборов СЦБ, и их защитные свойства, достичь бесперебойной работы аппаратуры не удастся [4]. Более того, сами выравниватели и разрядники могут стать причиной возгорания оборудования, в результате чего приборы выходят из строя [5]. Каждый год на железной дороге составляется большое количество актов расследования отказов в работе технических средств, в том числе и от коммутационных перенапряжений.

Для выявления самого ненадёжного устройства был проведен анализ отказов (рисунок 1).

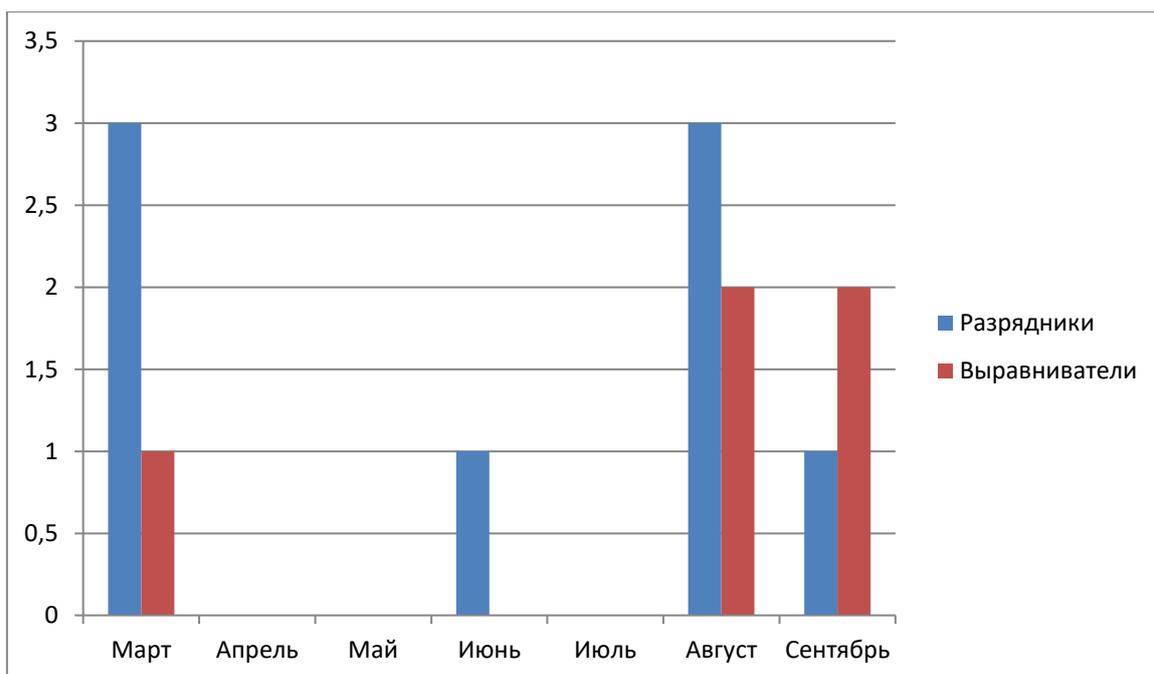


Рисунок 1 – Диаграмма отказов в результате коммутационных перенапряжений

Анализ коммутационных отказов на Кошурниковской дистанции с марта по сентябрь 2022 года, количество которых составило 13, показал, что наиболее частым средством защиты, по причине которого устройства СЦБ выходили из строя, является разрядник.

Кроме того, данные отказы вызвали задержки поездов, которые суммарно составили 676 минут или 11,27 часов. В июне в результате отказа технического средства было задержано 5

грузовых поездов с суммарной задержкой в 2 ч 44 мин. Имея расходную ставку на 1 поездочас простоя грузового поезда (2758,00 руб.), произведен расчёт потерь [6, 7], которые в июне составили $2,73 \cdot 2758 = 7529,34$ руб. Аналогично, зная расходные ставки простоя хозяйственных и пассажирских поездов, получены потери за март, июнь и август в сумме 32298,68 руб.

Таким образом, можно сделать вывод, что ненадлежащая работа приборов защиты устройств СЦБ от коммутационных перенапряжений приводит к достаточно серьёзным материальным потерям. Возможным решением проблемы является переход на более современные модели устройств защиты, которые должны уменьшить количество коммутационных отказов.

Список литературы

1. Халилов Ф. Х., Евдокунин Г.А., Таджибаев А.И. Защита сетей 6-35 кВ от перенапряжений. Санкт-Петербург, 2002. [Электронный ресурс] URL: <https://leg.co.ua/knigi/oborudovanie/zaschita-setey-6-35-kv-ot-perenapryazheniy.html> (дата обращения 10.10.2022).
2. Защита устройств железнодорожной автоматики и телемеханики от грозовых и коммутационных перенапряжений: методические указания. М.: Проектно-конструкторско-технологическое бюро железнодорожной автоматики и телемеханики. 2013. 146 с. [Электронный ресурс] URL: http://static.scbist.com/scb/uploaded/13206_1372445087.pdf (дата обращения 10.10.2022).
3. Разрядники и выравниватели: справочник. [Электронный ресурс] URL: <http://scbist.com/spravochnik/1/razryadnik.htm> (дата обращения 10.10.2022).
4. Сороко В. И., Разумовский Б. А. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики. М.: Транспорт, 1981, 399 с.
5. Ситникова Т. Г., Селиверов Д. И. Способы защиты устройств СЦБ от перенапряжения // Актуальные вопросы технических наук: материалы II Международной научной конференции (Пермь, февраль 2013 г.). Пермь: Меркурий, 2013. С. 24–27.
6. Распоряжение ОАО «РЖД» от 06.08.2015 г. № 1998р (ред. от 31.12.2019) «Об утверждении Методики оценки ущерба от инцидентов, вызывающих нарушения графика движения поездов». [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_252542/ (дата обращения 10.10.2022).
7. Распоряжение ОАО «РЖД» от 11.05.2018 г. № 952/р «О внесении изменений в Методику оценки ущерба от инцидентов, вызывающих нарушения графика движения поездов, утвержденную распоряжением ОАО «РЖД» от 6 августа 2015 г. № 1998р» (вместе с «Рекомендациями по формированию дифференцированной шкалы минимального штрафа

контрагента за действия (бездействие), повлекшие нарушения графика движения поездов из-за отказов технических средств или технологических нарушений», «Рекомендациями к редакции договоров с контрагентами, на которых распространяется ответственность за нарушения графика движения поездов из-за отказов технических средств или технологических нарушений»). [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_308001/ (дата обращения 10.10.2022).