

УДК 656.259.9

А.Г. Хохлов, В.В. Демьянов, В.А. Целищев

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ЗАЩИТЕ ГЕНЕРАТОРА САУТ-ЦМ ОТ ВНЕШНИХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос повышения срока службы генератора САУТ-ЦМ путем его защиты от перенапряжений. Объектом исследования являются источники электрических воздействий на напольные устройства СЦБ. Предметом исследований являются методы снижения влияния электрических воздействий на путевой генератор САУТ-ЦМ. Целью настоящей статьи является выработка технического решения, направленного на эффективную защиту путевых генераторов САУТ-ЦМ от импульсов напряжения по цепи питания и по шлейфу подключения к рельсовой линии.

Ключевые слова: генератор ГПУ-САУТ-ЦМ, внешние перенапряжения, защита напольных устройств, шлейф подключения к рельсовой цепи.

A.G. Khokhlov, V.V. Demyanov, V.A. Tselishchev

Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, Russian Federation

DEVELOPMENT OF TECHNICAL SOLUTIONS TO PROTECT THE SAUT-CM GENERATOR FROM EXTERNAL OVERVOLTAGE

Abstract. The article deals with the issue of increasing the service life of the SAUT-CM generator by protecting it from overvoltage. The object of research is the sources of electrical influences on the floor devices of the SCB. The subject of research is methods for reducing the influence of electrical influences on the SAUT-CM generator. The purpose of this article is to develop a technical solution aimed at effective protection of SAUT-CM generators from voltage pulses along the power supply chain and along the loop connecting to the rail line.

Keywords: generator GPU-SAUT-CM, external overvoltage, protection of floor devices, loop connection to the rail chain.

Введение

В настоящее время на российских железных дорогах широко развивается тенденция разработки и внедрения в эксплуатацию автоматизированных систем интервального регулирования движения поездов (ИРДП). Эта деятельность направлена на повышение надежности систем ИРДП и безопасности движения, поддержание высокой пропускной способности, а также снижение эксплуатационно-технических затрат. К одной из таких систем относится система автоматического управления торможением (САУТ). Напольные устройства САУТ устанавливаются в релейных шкафах или путевых коробках у предвходных, входных, маршрутных светофоров и на выходе станции. Поскольку шкафы САУТ размещаются децентрализованно, возникает актуальная проблема низкой устойчивости напольной аппаратуры САУТ к электрическим воздействиям.

Так, в весенне-летний грозовой период в границах Саратовской дистанции было зафиксировано большое количество нарушений нормальной работы устройств САУТ-ЦМ в связи с выходом из строя путевых генераторов [3]. Предложенное техническое решение этой проблемы заключалось в использовании схемы выравнивания разности потенциалов на проводах фидера подключения генератора САУТ к путевому шлейфу [3]. Это решение было внедрено и на некоторых участках дистанций СЦБ Красноярской железной дороги, однако количество отказов генератора САУТ по причине электрических перенапряжений сократилось, приблизительно, лишь на 10%.

Таким образом, задача эффективной защиты напольных устройств САУТ от электрических перенапряжений сохраняет свою актуальность. Целью данной работы является выработка эффективного технического решения по защите путевых генераторов САУТ-ЦМ от электрических воздействий со стороны шлейфа и со стороны жил питания устройств с поста ЭЦ.

Технические решения по защите путевых генераторов САУТ-ЦМ от электрических воздействий

Типовая схема подключения генератора ГПУ-САУТ-ЦМ в шкафу САУТ к цепи питания и шлейфу, с учетом доработки, предложенной в [3] представлена на рис.1

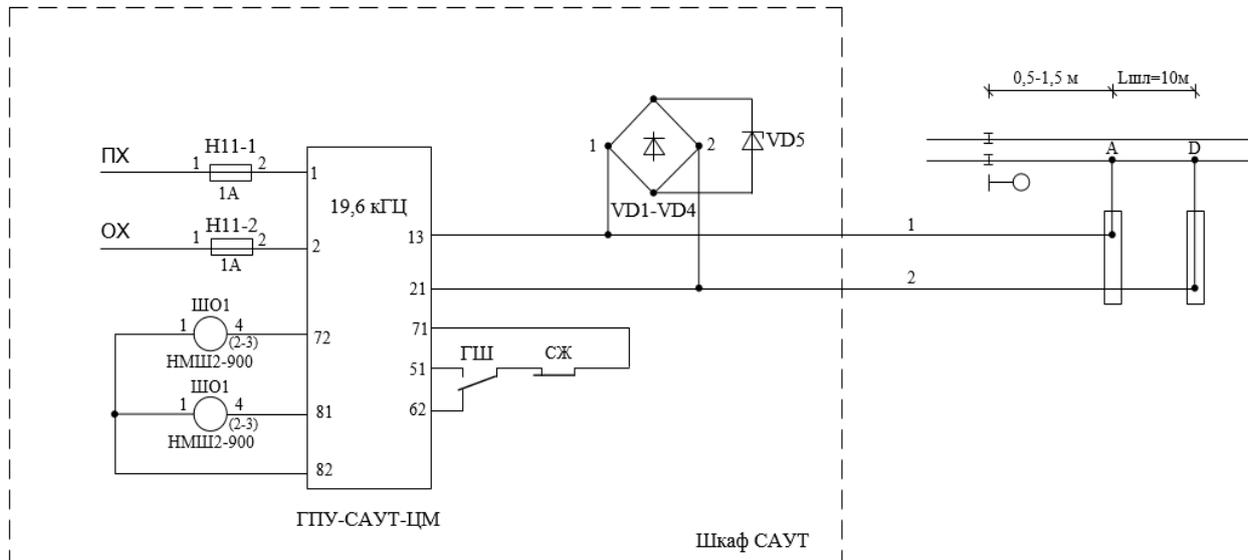


Рис.1 – Типовая схема подключения генератора в шкафу САУТ

Можно видеть, что настоящая схема не может обеспечить достаточно эффективной защиты генератора САУТ от перенапряжений. Это вызвано следующими недостатками данной схемы:

1. Отсутствием эффективной защиты от перенапряжений со стороны фидера питания ПХ-ОХ;
2. Недостаточной эффективностью устройства выравнивания разности потенциалов между жилами 1-2 для подключения шкафа САУТ к путевому шлейфу;
3. Отсутствием индивидуального заземления шкафа САУТ.

Предлагается техническое решение для повышения эффективности защиты устройств САУТ от перенапряжений путем ввода в схему электропитания линейно-защитного заземления со стороны фидера питания и со стороны шлейфа подключения к рельсовой линии.

Схема подключения шкафа САУТ с учетом указанных усовершенствований представлена на рис.2

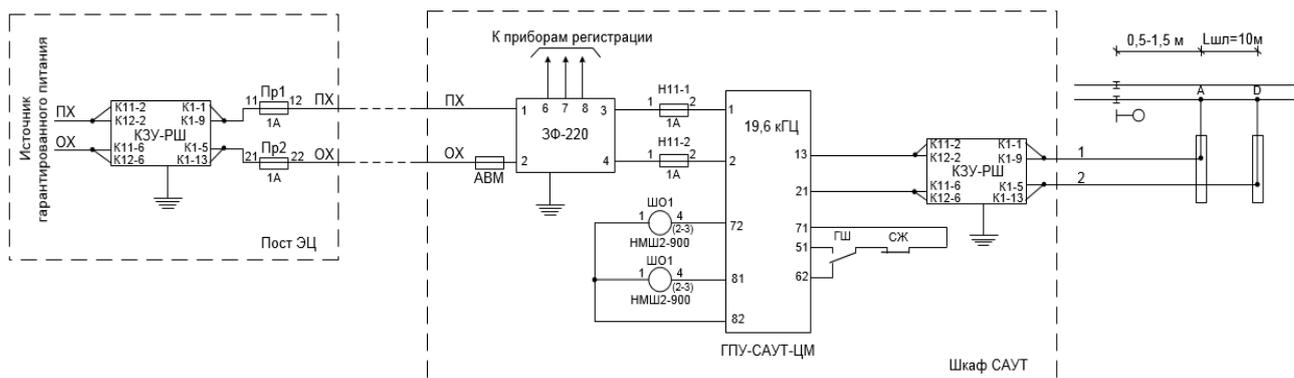


Рис.2 – Схема подключения шкафа с предлагаемыми техническими решениями

Для защиты от перенапряжений со стороны фидера питания в шкафу САУТ, предлагается использование эффективного устройства, защитного фильтра ЗФ-220М. По сравнению с распространенными элементами защиты от перенапряжений выравнивателей ВОЦШ и разрядников РВНШ защитный фильтр ЗФ-220М имеет более низкий порог срабатывания, меньшее значение остаточного напряжения и в своем составе содержит более энергоёмкие элементы защиты, что обеспечивает большую надёжность помехозащищённость аппаратуры СЦБ. Защитный фильтр ЗФ-220М имеет встроенные средства обогрева, что обеспечивает стабильность характеристик при низких значениях температуры окружающей среды. Защитный фильтр ЗФ-220М содержит счетчик выработки ресурса защитных элементов, что позволяет дистанционно контролировать ресурс элементов защиты средствами диспетчерского контроля, либо по органам индикации на корпусе блока [4]. В то время как, устройства типа РВНШ, ВОЦШ, ВОЦН и т.п., несмотря на многолетний опыт эксплуатации, оказались недостаточно надёжными и эффективными. Кроме того они требуют периодической проверки и сами могут стать причиной возгорания оборудования, в результате которого выходили из строя полупроводниковые элементы приборов, происходили пробой изоляции обмоток сигнальных трансформаторов. Иногда срабатывание выравнивателей и разрядников приводило к выходу из строя питающего кабеля, оплавлению монтажа и даже возгоранию релейных шкафов, что усугубляло ситуацию и увеличивало продолжительность отказа [4].

Со стороны шлейфа подключения к рельсовой линии в шкафу САУТ, а так же на посту ЭЦ предлагается использовать устройство каскадной защиты КЗУ-РШ. КЗУ обеспечивает снижение уровня высоковольтной помехи до уровня 250 В при воздействии грозовых коммутационных помех по цепи рельс-рельс и рельс-земля. Это устройство устойчиво к плохим климатическим условиям, оно способно работать в температурном диапазоне от -60 до +75 градусов Цельсия. Так же одним из достоинств данного устройства является наличие модулей индикации, обеспечивающих передачу информации о срабатывании защиты в АПК-ДК.

Таким образом, в результате применения устройств каскадной защиты КЗУ-РШ и защитного фильтра ЗФ-220М, будет обеспечиваться защита аппаратуры по основным цепям проникновения высоковольтных импульсных помех грозового и коммутационного происхождения, как со стороны рельсовой линии, так и со стороны питания.

Для подключения этих устройств к заземлению рекомендуется использовать индивидуальный контур защитного заземления. На посту ЭЦ такой контур есть, в отличие от шкафа, поэтому для шкафа САУТ-ЦМ необходимо провести расчет индивидуального контура заземления.

Расчёт защитного заземляющего устройства для шкафа САУТ

Конструкция заземляющего устройства состоит из вертикальных заземлителей (прутков), расположенных в ряд, и горизонтальной заземляющей полосы, соединяющей вертикальные заземлители между собой.

Произведём расчёт заземления для шкафа САУТ на участке, грунт которого состоит преимущественно из каменистой глины и, при положительной температуре и влажности 10-20%, имеет удельное сопротивление $\rho = 100$ Ом на метр. Характеристики элементов заземлителя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные по элементам заземлителя

Характеристика элемента	Единица измерения	Величина характеристики
Длина вертикальных заземлителей	м	5
Внешний диаметр вертикального заземлителя	мм	12
Расстояние от верхнего края прутка до поверхности земли	м	0,8
Длина полосы	м	40
Толщина полосы	мм	4
Ширина полосы	мм	40
Глубина прокладки полосы	м	0,8

Сопротивление вертикального заземлителя рассчитывается с помощью следующего выражения:

$$r_g = \frac{\rho}{2\pi d} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4l+7h}{l+7h} \right) = 45,72 \text{ Ом}$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

l - длина заземлителя, м;

d - внешний диаметр вертикального заземлителя, м;

h - расстояние от поверхности земли до верхнего конца вертикального заземлителя, м.

Сопротивление группы вертикальных заземлителей, расположенных в ряд с помощью следующего выражения:

$$R_{gp} = \frac{r_g}{\eta_{gp} \cdot n} = 11 \text{ Ом}$$

где η_{gp} – коэффициент использования вертикальных заземлителей, расположенных в ряд, принятый $\eta_{gp} = 0,83$ (согласно табл. III.5) в [2]

n – количество вертикальных заземлителей.

Сопротивление горизонтального заземлителя в виде вытянутой металлической полосы с помощью следующего выражения:

$$r_z = \frac{\rho}{\pi d_g} \cdot \ln \frac{1,5l_g}{\sqrt{b \cdot h_g}} = 4,58$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м;

l_g – длина заземлителя, м;

b – ширина полосы, м;

h_g – глубина прокладки полосы, м.

Сопротивление горизонтального заземлителя в ряду из вертикальной полосы с помощью следующего выражения:

$$R_{zp} = \frac{r_z}{\eta_{gp}} = 6,19 \text{ Ом}$$

где η_{gp} - коэффициент использования горизонтальных заземлителей в ряду, принятый $\eta_{gp} = 0,86$ (согласно табл. III.5) в [2]

Полное сопротивление вертикальных заземлителей, соединённых с помощью горизонтальной полосы с помощью следующего выражения:

$$R_{об} = \frac{R_{gp} \cdot R_{zp}}{R_{gp} + R_{zp}} = 3,96 \text{ Ом}$$

Расчёт индивидуального контура защитного заземления шкафа САУТ-ЦМ позволяет определить сопротивление заземляющего устройства шкафа САУТ, которое составило 3,96 Ом. Отметим, что расчёт ориентирован на заданный выше тип грунта и должен быть скорректирован при другом характере грунта.

Заключение

Нами предложено эффективное техническое решение по защите напольных устройств САУТ-ЦМ от внешних электрических воздействий.

Использование устройств защиты от перенапряжений во входной цепи питания и со стороны подключения путевого шлейфа позволит обеспечить защиту по обоим источникам проникновения внешних негативных электрических воздействий.

Эффективность работы схемы зависит от корректности расчета параметров заземлителя индивидуального контура заземления шкафа САУТ, поэтому перед использованием предложенного технического решения необходима тщательная разведка места установки шкафа САУТ.

Дополнительным техническим преимуществом предложенного технического решения является то, что в составе схемы подключения шкафа САУТ используются эффективные и современные средства защиты от перенапряжений. Установка более современных устройств ЗФ-220М и КЗУ, имеющих большое количество преимуществ по сравнению с аналоговыми устройствами, позволит повысить уровень защиты генератора САУТ-ЦМ по основным цепям проникновения высоковольтных импульсных помех грозового и коммутационного происхождения, как со стороны рельсовой линии, так и со стороны питания.

Таким образом, предложенное техническое решение предполагает снижение интенсивности отказов данной системы, тем самым повысив ее надежность и облегчив процесс технического обслуживания для работников дистанции СЦБ.

Конечно, проведение мероприятий по внедрению в эксплуатацию данного технического решения будет экономически затратным, однако эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт системы сократятся.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абросимов А.А. Система автоматического управления торможением поезда САУТ-ЦМ // Системы обеспечения безопасности движения г. Тула 2019 год. С. 21–23.
2. Дмитриев В.Р., Смирнова В.И. Заземления // Электропитающие устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи 1983. С. 144–158.
3. Железнодорожный журнал Автоматика Связь Информатика №3 // Защита генераторов ГПУ-САУТ-ЦМ г. Москва 2009 С. 38
4. Ситникова, Т. Г. Способы защиты устройств СЦБ от перенапряжения / Т. Г. Ситникова, Д. И. Селиверов. // Актуальные вопросы технических наук: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Пермь, февраль 2013 г.). — Пермь: Меркурий, 2013. — С. 24-27.

REFERENCES

1. Abrosimov A. A. automatic braking control system of the SAUT-CM train // Traffic safety systems of Tula 2019. Pp. 21-23.
2. Dmitriev V. R., Smirnova V. I. Grounding / / Power supply devices of railway automation, telemechanics and communications 1983. Pp. 144-158.
3. Railway journal *Automatika Svyaz Informatika* №3 // Protection of generators GPU-SAUT-CM Moscow 2009 P. 38
4. Sitnikova, T. G. Methods of protection of signalling systems surge / T. G. Sitnikov, D. I. Selivanov. // Actual issues of technical Sciences: materials of the II international conference. scientific Conf. (Perm, February 2013). - Perm: mercury, 2013. - Pp. 24-27.

Информация об авторах

Хохлов Антон Геннадьевич – студент группы СОД.2-15-2, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: anton.khokhlov.90@mail.ru;

Демьянов Владислав Владимирович – д. т. н., профессор, профессор кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: sword1971@yandex.ru;

Целищев Владимир Александрович – доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь» Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: celishhev-vladimir@rambler.ru.

Authors

Anton Gennadievich Khokhlov – student of the group SOD.2-15-2 Department of Transport support systems, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: anton.khokhlov.90@mail.ru;

Vladislav Vladimirovich Demyanov – doctor of technical Sciences, Professor, Sub department of Automation, telemechanics and communication, Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: sword1971@yandex.ru;

Tselishchev Vladimir Aleksandrovich – Associate Professor, Sub department of Automation, telemechanics and communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: celishhevvladimir@rambler.ru.

Для цитирования

Хохлов А.Г. Разработка технических решений по защите генератора САУТ-ЦМ от внешних перенапряжений [Электронный ресурс] / В.В. Демьянов, А.Г. Хохлов, В.А. Целищев // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2020. – №3. – Режим доступа: – <http://mnpv.irkups.ru/toma/39-20>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. (дата обращения: 10.07.2020).

For citation

Khokhlov A.G., Demyanov V.V., Tselishchev V.A. Development of technical solutions to protect the SOUT-CM generator from external overvoltage [Development of technical solutions to protect the SOUT-CM generator from external overvoltage]. *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2020, no. 3. [Accessed 10/07/20].