

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 23-25 мая 2005 г., г. Варшава, Республика Польша

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 7-10 ноября 2005 г., Комитет ОСЖД, г.Варшава

Дата вступления в силу: 10 ноября 2005 года

**Р
619**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ОБЩИМ ПРИНЦИПАМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ
И ТЕЛЕМЕХАНИКИ**

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение
2. Цель рекомендаций и область применения
3. Определения, обозначения и сокращения
4. Эксплуатационные требования
5. Технические требования
6. Требования к качеству электроэнергии и надёжности электроснабжения потребителей ЖАТ
7. Экономические требования построения систем электроснабжения устройств ЖАТ
8. Список использованной литературы

Приложение

Краткий обзор систем электроснабжения ЖАТ на некоторых железных дорогах стран – членов ОСЖД

1. ВВЕДЕНИЕ

Формирование железнодорожных систем электроснабжения обуславливается требованиями к электроснабжению, которые исходят от конкретных приёмников электроэнергии, и условиями внешнего электроснабжения. Среди стационарных приёмников электроэнергии существенное влияние на формирование и функционирование железнодорожных систем электроснабжения оказывают приёмники электроэнергии устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), в силу их высокой ответственности в обеспечении безопасности движения поездов, они, как правило, образуют самостоятельную систему и действуют совместно.

Условия внешнего электроснабжения, качество материалов и оборудования, применяемого в железнодорожных системах электроснабжения, претерпевают постоянное изменение. Появились новые подходы к разработке систем регулирования движения поездов и систем электроснабжения. Стали значимыми экономические критерии формирования железнодорожных систем электроснабжения и систем ЖАТ.

Учитывая указанные выше обстоятельства, возникает необходимость актуализации основных принципов электроснабжения устройств ЖАТ.

2. ЦЕЛЬ РЕКОМЕНДАЦИЙ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Настоящие Рекомендации предназначены для формирования обоснованного подхода при создании систем электроснабжения ЖАТ.

Рекомендации могут быть полезны для специалистов формирующих концепции построения экономически эффективных железнодорожных систем электроснабжения и систем регулирования движение поездов, для разработчиков и производителей перспективных систем (устройств) ЖАТ и электроснабжения.

2.2. Настоящие Рекомендации предназначены для руководства при разработке новых устройств электропитания железнодорожной автоматики и телемеханики, в том числе входящих в комплексы технических средств ЖАТ.

2.3. Документ устанавливает основные эксплуатационно-технические требования (далее ЭТТ) к системам, устройствам и аппаратуре электропитания устройств ЖАТ.

2.4. К устройствам электропитания ЖАТ относятся устройства:

- электрической централизации;
- диспетчерской централизации;
- путевой блокировки;
- путевого оборудования АЛС и САУТ;
- устройств механизации и автоматизации сортировочных горок;
- переездной сигнализации, управления шлагбаумами и устройствами заграждения;
- контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда;
- пожарно-охранной сигнализации;
- связи и информационно вычислительных систем в части их подключения.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящих Рекомендациях использованы следующие термины, обозначения, сокращения и определения:

- 3.1. **АВР** - автоматическое включение резерва;
- 3.2. **АЛСН** - система автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа;
- 3.3. **АРМ** - автоматизированное рабочее место;
- 3.4. **Байпас** – режим питания нагрузки от источника питания переменного тока в обход устройства бесперебойного питания или инвертора;
- 3.5. **ВЛ** - воздушная линия;
- 3.6. **Временное перенапряжение** - повышение напряжения в точке электрической сети выше $1,1U_{ном}$ продолжительностью более 10 мс, возникающее в системах электроснабжения при коммутациях или коротких замыканиях;
- 3.7. **ВУ** – вводные устройства;
- 3.8. **ДГА** – дизель-генератор автоматизированный;
- 3.9. **ДЦ** – диспетчерская централизация стрелок и сигналов;
- 3.10. **ЖАТ** – железнодорожная автоматика и телемеханика;
- 3.11. **ЖСЭ** – железнодорожная система электроснабжения;
- 3.12. **ЖСЭ ЖАТ** – специализированная железнодорожная система электроснабжения - совокупность электроустановок и мероприятий ЖСЭ, предназначенных для электроснабжения устройств ЖАТ, в соответствии с железнодорожными нормами и требованиями технических условий производителей материалов и оборудования ЖАТ;
- 3.13. **ЖСЭОН** - железнодорожная система электроснабжения общего назначения - совокупность электроустановок и мероприятий ЖСЭ, предназначенных для электроснабжения различных железнодорожных и не железнодорожных потребителей в соответствии с государственными нормами электроснабжения;
- 3.14. **Импульс напряжения** - резкое изменение напряжения в точке электрической сети, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня за промежуток времени до нескольких миллисекунд;
- 3.15. **ИЭЭ** - источники электрической энергии - устройства, обеспечивающие поставку электрической энергии из внешней энергосистемы на вход железнодорожной системы электроснабжения или преобразующие другие виды энергии в электроэнергию внутри железнодорожной системы электроснабжения;
- 3.16. **КЛ** - кабельная линия;
- 3.17. **КРУ** – комплектные распределительные устройства;
- 3.18. **КЭ** - качество электрической энергии;
- 3.19. **ЛЭП** – линии передачи электроэнергии без изменения уровня напряжения, частоты и рода тока (воздушные проводные или кабельные, подземные кабельные и т.д.);
- 3.20. **Напольные устройства электропитания** – устройства электропитания аппаратуры железнодорожной автоматики и телемеханики, располагаемые в шкафах, ящиках и других конструктивах наружной установки с потребляемой мощностью, как правило, не более 3 кВА;
- 3.21. **Независимый источник питания** – источник питания, на котором сохраняется напряжение в послеаварийном режиме в регламентированных пределах при исчезновении его на других источниках питания.
- 3.22. **НЭЭ** - накопители электрической энергии - устройства, обеспечивающие накопление подводимой к ним электрической энергии из сети (или от источника электроэнергии) и отдачу накопленной электроэнергии в сеть при её недостатке в сети;

3.23. **Постовые устройства электропитания** – устройства электропитания ж.д. автоматики, телемеханики и связи, располагаемые в отопляемых служебно-технических помещениях (зданиях, транспортабельных модулях и контейнерах);

3.24. **Провал напряжения** - внезапное понижение напряжения в точке электрической сети ниже $0,9 U_{ном}$, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня через промежуток времени от десяти миллисекунд до нескольких десятков секунд;

3.25. **ПРЭЭ** - преобразователи электрической энергии - (преобразователи частоты, выпрямители, инверторы, фильтры, трансформаторы, компенсаторы реактивной мощности и т.д.);

3.26. **ПЭЭ** – приёмники электрической энергии – устройства, потребляющие электрическую энергию для выполнения технологической функции;

3.27. **РП** - распределительная подстанция;

3.28. **Система бесперебойного питания** – совокупность установок (оборудования) электропитания, имеющая в своём составе резервное устройство питания, выходные выводы которого соединены с входными выводами нагрузки и исключающая перерывы напряжения питания на этих выводах;

3.29. **Система питания с полным аккумуляторным резервом** – система электропитания, в состав которой входит аккумуляторная батарея, используемая как резервный источник электропитания всей нагрузки при отключении источников переменного тока;

3.30. **Система питания с частичным аккумуляторным резервом** – система электропитания, в состав которой входит аккумуляторная батарея, используемая как резервный источник электропитания части нагрузки при отключении источников переменного тока;

3.31. **СЦБ** – сигнализация, централизация, блокировка;

3.32. **СЭОН** - система электроснабжения общего назначения - совокупность электроустановок, электрических устройств и мероприятий энергоснабжающей организации, предназначенных для обеспечения электрической энергией различных потребителей (приемников электрической энергии) в соответствии с государственными нормами электроснабжения;

3.33. **ТП** - трансформаторная подстанция;

3.34. **УБП** – устройство бесперебойного питания;

3.35. **УЭП** – устройства электропитания;

3.36. **Фидер** – линия, подводящая электроэнергию от устройств электроснабжения к устройствам ЖАТ;

3.37. **Цепи гарантированного питания** – объединённые выходные цепи двух и более независимых источников питания переменного тока. В этих цепях не исключаются временные перенапряжения и провалы напряжения при переключении с одного источника питания на другой.

3.38. **ЭЦ** – электрическая централизация стрелок и сигналов на станциях;

4. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1. Классификация устройств электропитания

4.1.1. Устройства электропитания ЖАТ подразделяются на постовые и напольные.

В состав постовых УЭП могут входить:

- ВУ;
- КРУ;
- ДГА;

- УБП;
- вторичные источники электропитания;
- НЭЭ (аккумуляторные батареи, конденсаторы и т.п.)

В состав напольных УЭП могут входить:

- аппаратура АВР, оборудованная защитами и автоматикой;
- вторичные источники электропитания;
- УБП;
- НЭЭ (аккумуляторные батареи, конденсаторы и т.п.)

4.1.2. Устройства электропитания в зависимости от степени резервирования устройств ЖАТ от аккумуляторных батарей подразделяются на системы с полным аккумуляторным резервом и с частичным аккумуляторным резервом.

4.2. Основные принципы электропитания постовых устройств

4.2.1. Постовые УЭП должны предусматривать ввод и коммутацию необходимого количества независимых внешних источников переменного тока и автономных внутренних источников. Выбор состава и количества источников определяется требованиями надёжности электроснабжения и условиями внешнего электроснабжения.

4.2.2. Для исключения перерыва электропитания устройств ЖАТ, на работоспособность которых влияет время переключения фидеров и время запуска ДГА, а также для обеспечения качества электроэнергии рекомендуется применять систему бесперебойного питания. Система бесперебойного питания обеспечивается групповым или индивидуальными для различных нагрузок УБП или инверторами со временем работы от аккумуляторной батареи не менее чем время надёжного запуска ДГА.

4.2.3. С целью сокращения емкости аккумуляторных батарей в составе УБП или в комплексе зарядных выпрямителей и инверторов, в УЭП рекомендуется предусматривать возможность подключения ДГА или независимого дополнительного источника питания переменного тока.

4.2.4. Для микропроцессорных систем ЖАТ должна применяться система бесперебойного питания. При применении группового УБП рекомендуется предусматривать автоматическое резервирование от резервного УБП. При отсутствии резервного УБП должны предусматриваться индивидуальные устройства бесперебойного питания и/или аккумуляторная (конденсаторная) батарея для резервирования электропитания управляющего вычислительного комплекса и приборов, обеспечивающих восстановление действия системы без вмешательства персонала, после переключений фидеров и включения ДГА.

4.2.5. При наличии системы с частичным аккумуляторным резервом объекты для резервирования по питанию могут выбираться как по плану станции, так и по функциональным группам.

Система с частичным аккумуляторным резервом по плану станции должна на заданное время сохранять питание устройств, обеспечивающих движение транзитных поездов по главным путям по разрешающим показаниям светофоров.

На станциях малодетальных участков допускается не подключать к аккумуляторному резерву рельсовые цепи, АЛСН, светофоры (кроме входных светофоров). При этом должен сохраняться контроль положения стрелок, а так же возможность их последовательного перевода.

4.2.6. При системе питания без группового УБП, для довода остряков стрелок на сортировочных горках и в устройствах ЭЦ маневровых районов, должны предусматриваться:

- для стрелок, оборудованных приводами с электродвигателями постоянного тока,
- при выключении фидеров, резервирование питания рабочих цепей от источника,

сохраняющего энергию на время окончания перевода одновременно для установленного количества стрелок;

- для стрелок, оборудованных приводами с электродвигателями переменного тока, - при выключении одного фидера, переключение питания рабочих цепей стрелок на включённый фидер с быстродействием, при котором не прерывается перевод стрелок, и одновременное выключение автоматической установки маршрутов с переходом на индивидуальный перевод стрелок и роспуск отцепов по готовым стрелкам.

4.2.7. УЭП должны иметь возможность включения ДГА на нагрузку по двум вариантам: после выхода параметров напряжения за допустимые пределы на всех фидерах и после выхода параметров напряжения за допустимые пределы на основном фидере.

4.2.8. В постовых устройствах электропитания ЖАТ, в которых отсутствуют стационарные ДГА, рекомендуется предусматривать возможность использования передвижного генератора. При этом время работы УБП должно выбираться исходя из времени доставки генератора.

4.2.9. Все устройства электроснабжения должны пройти испытания на обеспечение безопасности движения поездов.

4.3. Основные принципы электропитания напольных устройств

4.3.1. Напольные УЭП должны предусматривать ввод необходимого количества независимых источников питания переменного тока.

4.3.2. Для обеспечения бесперебойности функционирования систем ЖАТ на входных сигналах, железнодорожных переездах, заградительных светофорах, мостовой и тоннельной сигнализациях должен быть предусмотрен полный или частичный аккумуляторный резерв. На входных сигналах, при отсутствии местного аккумуляторного резерва, может применяться дополнительное питание от постоянно работающих автономных источников или использоваться постовой аккумуляторный резерв, от которого поступает питание к светофору по непрерывно контролируемому кабелю.

4.4. Функциональные требования

4.4.1. Выходы УЭП, соединяемые с постовой аппаратурой ЖАТ, должны быть гальванически развязаны от входных цепей переменного тока и должны оборудоваться устройствами защиты от перегрузок.

4.4.1.1. Напольная аппаратура, получающая питание от постовых УЭП, должна подключаться через изолирующие трансформаторы, отделяющие её от входных цепей переменного тока. При мощности нагрузки более 1,5 кВА рекомендуется предусматривать деление нагрузок по функциональным группам.

4.4.1.2. Изолирующие трансформаторы должны быть защищены от перегрузок, а со стороны напольных устройств и от перенапряжения.

4.4.2. Постовые УЭП индивидуально для каждого источника питания переменного тока должны выполнять следующие функции:

4.4.2.1. контролировать чередование фаз, фазные и линейные напряжения каждого фидера для определения возможности включения его на нагрузку;

4.4.2.2. отключать фидер при:

- уменьшении напряжения любой из фаз ниже допустимого значения.;
- повышении напряжения любой из фаз выше допустимого значения;

4.4.2.3. производить отключение фидера с выдержкой времени, величина которой должна регулироваться до 500 мс при понижении контролируемого напряжения ниже допустимого уровня и до 1200 мс при повышении контролируемого напряжения выше допустимого уровня;

4.4.2.4. обеспечивать два режима включения фидера с возможностью настройки: режим преобладания фидера и режим равноценных фидеров;

4.4.2.5. в режиме преобладания, фидер основного питания должен включаться с заданной выдержкой времени после восстановления номинального уровня напряжения на фидере. При отсутствии напряжения в любой из фаз на шине гарантированного питания выдержка времени должна исключаться;

4.4.2.6. при нарушении чередования фаз подключать фидер к шине гарантированного питания только в том случае, если напряжение на ней отсутствует, при этом отключать нагрузки, критичные к чередованию фаз, или коммутировать фазы на них;

4.4.2.7. обеспечивать переключение с неисправного фидера на исправный с сохранением нормального режима работы устройств ЖАТ;

4.4.2.8. контролировать по напряжению на шине гарантированного питания срабатывание силового прибора включения каждого фидера и при отказе прибора посылать сигнал на включение другого фидера или ДГА;

4.4.2.9. измерять потребление электроэнергии (при необходимости) с возможностью включения в систему централизованного учёта электроэнергии;

4.4.2.10. иметь возможность дистанционного отключения и включения фидера;

4.4.2.11. передавать сигналы об аварийном состоянии фидеров, отказах и предотказных состояниях аппаратуры УЭП, состоянии ДГА, с учётом состояния стартерной аккумуляторной батареи и наличия топлива, в систему телеуправления и телесигнализации.

4.4.2.12. обеспечивать автоматический профилактический диагностирующий запуск ДГА через 5-30 суток;

4.4.2.13. обеспечивать режим содержания аккумуляторной батареи и работы ДГА, гарантирующий успешные многократные пуски ДГА сразу после остановки;

4.4.2.14. стартерные аккумуляторные батареи при неработающем ДГА целесообразно содержать в режиме асимметричного заряда-разряда малыми токами, без подключения к нагрузке, с контролем состояния аккумуляторной батареи;

4.4.3. Источники питания постоянного тока, используемые для работы с аккумуляторными батареями (зарядные выпрямители), должны быть рассчитаны на применение кислотных и щелочных аккумуляторов (в том числе герметичных). Степень сглаживания гармоник в источниках питания постоянного тока должна соответствовать виду и типу применяемых НЭЭ. В выпрямителях для обеспечения нормированного срока службы аккумуляторов и сокращения эксплуатационных расходов должно быть предусмотрено автоматическое регулирование выходного напряжения в зависимости от температуры окружающего воздуха по рекомендуемой для применяемых аккумуляторов закономерности.

4.4.4. Источники питания постоянного тока постовых устройств ЖАТ и автоматической переездной сигнализации, предназначенные для заряда аккумуляторов и питания релейной нагрузки должны иметь аппаратную избыточность и резервироваться без перерыва электропитания нагрузки. Повреждение отдельных источников не должно влиять на работоспособность источников, оставшихся в действии.

4.4.5. Для сокращения времени восстановления полного заряда батареи после её разряда должен быть предусмотрен режим ускоренного заряда батареи до повышенного напряжения по сравнению с режимом непрерывного подзаряда, в котором батарея находится в течение основного времени эксплуатации. Длительность заряда батареи должна быть не более 24 часов.

4.4.6. Система питания нагрузки постоянного тока зарядными выпрямителями должна обеспечивать сохранение нормированного напряжения при наличии

переменного напряжения и отключении батареи, а также в УЭП постовых устройств ЖАТ – при коротком замыкании любого количества элементов аккумуляторов.

4.4.7. УЭП, включающие инверторы и УБП для питания рельсовых цепей и АЛСН, должны быть оборудованы устройствами контроля и защитами, исключающими опасное влияние на работу рельсовых цепей гармонических составляющих питающего напряжения, образующихся на выходах УБП и инверторов, как при нормальных так и при аварийных режимах работы. Контроль гармонических составляющих питающего напряжения должен обеспечиваться во всём диапазоне рабочих частот рельсовых цепей и АЛСН. При срабатывании указанных защит должно предусматриваться переключение питания с цепей бесперебойного питания на цепи гарантированного питания с обеспечением требований безопасности, предъявляемых к устройствам ЖАТ. Границы контролируемого частотного диапазона, предельные действующие значения гармонических составляющих и предельное время присутствия гармонических составляющих в спектре питающего напряжения должно устанавливаться национальными нормативными документами, в зависимости от особенностей аппаратуры применяемых рельсовых цепей и АЛСН.

4.4.8. Выходные цепи УЭП должны иметь устройства автоматического контроля сопротивления изоляции по отношению к «земле», обеспечивающие так же проверку сопротивления изоляции между изолированными выходами постовых УЭП в ручном режиме. Номинальная чувствительность по срабатыванию данных устройств должна быть не менее 1 кОм/В.

4.4.9. В устройствах электропитания постовых устройств ЖАТ должно быть предусмотрено отключение от аккумуляторной батареи всей нагрузки при напряжении предельного разряда батареи, действующем в течение времени более 30 с.

4.4.10. Постовые УЭП должны обеспечивать работу от цепей гарантированного питания следующих силовых нагрузок и освещения:

- освещение выделенной группы помещений, в которых расположены устройства ЖАТ, и места служебного прохода обслуживающего персонала;
- пожарной сигнализации и системы автоматического пожаротушения;
- вентиляции, кондиционирования и отопления транспортабельных модулей с устройствами ЖАТ.

Мощность указанных нагрузок, подключенных к цепям гарантированного питания устройств СЦБ, как правило, не должна превышать 5 кВА.

Примечание: При большей мощности гарантированных нагрузок для них рекомендуется предусматривать отдельную от устройств СЦБ аппаратуру АВР.

4.4.11. Постовые УЭП должны обеспечивать индикацию режимов работы.

Измерение напряжения и тока может осуществляться с помощью аналоговых или цифровых щитовых или переносных измерительных приборов. Для измерения с помощью переносных измерительных приборов должны предусматриваться гнёзда для их подключения.

4.4.12. Постовые УЭП должны иметь средства самодиагностирования. Увязка с внешней системой диагностики устройств ЖАТ должна быть выполнена согласно техническим требованиям на эти системы.

4.4.13. Постовые УЭП ЖАТ должны обеспечивать возможность индикации на табло или АРМе дежурного по станции или поездного диспетчера текущего состояния УЭП.

4.4.14. Напольные устройства электропитания ЖАТ должны выполнять следующие функции:

- контролировать чередование фаз, фазные и линейные напряжения всех фидеров для определения возможности включения их на нагрузку;
- отключать фидер при:

- уменьшении фазного напряжения ниже допустимого значения;
- повышении фазного напряжения выше допустимого значения;
- отключение фидера производить с выдержкой времени, продолжительность которой должна регулироваться до 500 мс при понижении контролируемого напряжения ниже допустимого и до 1200 мс при повышении контролируемого напряжения выше допустимого;
- при наличии напряжения на основном фидере, восстановление электропитания от основного фидера, должно происходить после выдержки интервала времени (1,5-2) мин. При отсутствии напряжения на нагрузке выдержка времени должна исключаться.
- обеспечивать переключение с неисправного фидера на исправный фидер с сохранением нормального режима работы устройств ЖАТ;
- обеспечивать защиту аппаратуры ЖАТ от перенапряжения на вводах питающих фидеров.

4.4.15. Напольные устройства электропитания ЖАТ должны содержать аппаратуру, обеспечивающую передачу в систему диагностики необходимой информации о текущем состоянии напольных устройств и всех питающих вводов.

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

5.1. Общие требования к построению устройств электропитания

5.1.1. Источниками питания трёхфазного и однофазного переменного тока постовых устройств ЖАТ могут быть: общие или специализированные сети электроснабжения, ДГА, УБП и инверторы с аккумуляторными батареями.

5.1.2. Питающие кабели, включая кабели ДГА и аккумуляторных батарей, кроме аккумуляторных батарей индивидуальных УБП локального применения, должны вводиться в постовые помещения ЖАТ отдельно от кабелей СЦБ и связи через вводные устройства, предназначенные для отключения источников электропитания переменного тока, ДГА и аккумуляторной батареи (кроме батареи, обеспечивающей питание устройств связи) при пожарной опасности. Питающие кабели должны быть оборудованы защитой от перенапряжения. Все цепи нагрузок, подключенные к вводным устройствам, должны быть оборудованы защитой от перегрузок по току.

5.1.3. В постовых УЭП для контроля параметров и переключения источников питания переменного тока, включения ДГА, распределения электроэнергии по потребителям и защиты электрических цепей устройств ЖАТС от перегрузок по току и от перенапряжений должны предусматриваться комплектные распределительные устройства (КРУ).

5.1.4. Для изоляции напряжения на нагрузках ЖАТ от питающих фидеров и ДГА и напряжения на нагрузках ЖАТ друг от друга, а также для получения требуемых градаций напряжения должны предусматриваться трёхфазные или однофазные трансформаторы.

Мощность трансформаторов для питания рабочих цепей стрелок должна быть рассчитана на одновременный перевод до двенадцати стрелок. Трансформаторы должны иметь защиту от внутренних замыканий и перегрузок по току.

На станциях с числом стрелок 30 и более рекомендуется предусматривать не менее двух трансформаторов для питания рабочих цепей стрелок, разделённых по стрелочным горловинам.

По требованию заказчика должна быть предусмотрена возможность разделения нагрузок переменного тока одного типа по паркам и горловинам.

5.1.5. Электропитание каждого комплекта устройств вычислительного комплекса должно осуществляться через отдельные устройства токовой защиты.

5.1.6. Негарантированные нагрузки освещения и силовые нагрузки должны получать питание от отдельного ВУ. Гарантированные нагрузки освещения и силовые нагрузки, а также устройства связи должны получать питание от КРУ.

5.2. Требования к параметрам внешнего воздействия

5.2.1. Аппаратура УЭП, подключаемая к цепям независимых источников переменного тока, должна быть рассчитана на предельные допустимые параметры входного напряжения:

- отклонение уровня напряжения однофазного и трехфазного переменного тока от номинального – +10%,-15%;
- частота переменного тока – 50 ± 1 Гц.

Указанная аппаратура при испытаниях должна выдерживать без повреждения максимальное фазное напряжение – на 20% выше номинального напряжения питающей сети и минимальное фазное напряжение - на 30% ниже номинального напряжения питающей сети.

5.2.2. Аппаратура электропитания должна быть рассчитана на предельные нормы качества электрической энергии, действующие для общих сетей электроснабжения.

При этом повышение надёжности работы устройств ЖАТ может быть обеспечено также при соблюдении следующих условий:

- диапазон допустимых отклонений параметров электроснабжения, при котором обеспечивается нормальная работа устройств ЖАТ, должен быть шире диапазона регламентированных отклонений параметров электроснабжения в системе общего электроснабжения;

- диапазон допустимых отклонений параметров электроснабжения, при котором обеспечивается безотказная работа устройств ЖАТ, должен быть шире диапазона возможного отклонения параметров электроснабжения при прогнозируемых нарушениях нормальной работы систем электроснабжения; (Под безотказной работой понимается такая работа, при которой возможны сбои в работе устройств, после которых устройства восстанавливают режим нормальной работы без эксплуатационного персонала);

5.2.3. Технические средства (далее ТС), конструктивно входящие в комплекс УЭП должны обеспечивать системный уровень помехоустойчивости, а ТС, располагаемые отдельно от комплекса УЭП – аппаратный уровень помехоустойчивости.

При оценке системного уровня помехоустойчивости, по входным портам системы УЭП относятся к классу условий эксплуатации с учетом микросекундных импульсных помех, а электромагнитная обстановка на месте эксплуатации должна оцениваться нормами, действующими на железных дорогах соответствующих государств.

При оценке аппаратного уровня помехоустойчивости электромагнитная обстановка должна соответствовать установленным на каждой железной дороге требованиям и выбираться исходя из требований защиты устройств, устанавливаемой перед испытуемым ТС в схемах УЭП.

Характеристики влияний внешних импульсных воздействий на аппаратуру связи, СЦБ и средства защиты выбираются согласно государственным стандартам.

6. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЖАТ

6.1. При проектировании устройств ЖАТ должны предусматриваться мероприятия по защите устройств ЖАТ от опасных и мешающих влияний линий

электропередач. Системы ЖАТ должны исключать опасный отказ, угрожающий безопасности движения поездов, при нарушении качества электроэнергии или полном пропадании напряжения на входе приёмников электроэнергии ЖАТ. Тем не менее, нарушение параметров качества электроэнергии может привести к потере работоспособности системы ЖАТ и вызвать существенные срывы графика движения поездов. Поэтому, на железных дорогах могут устанавливаться особые требования к качеству электроснабжения устройств ЖАТ.

6.2. В зависимости от степени влияния устройств ЖАТ на технологию железнодорожных перевозок, устройства ЖАТ, как потребители электроэнергии, делятся на следующие группы:

6.2.1. Устройства ЖАТ, для которых качество электроснабжения, обеспечиваемое СЭОН без дополнительного резервирования, является достаточным для выполнения технологических функций;

6.2.2. Устройства ЖАТ, для которых необходима повышенная надёжность электроснабжения, обеспечиваемая двумя взаимно резервирующими источниками электроэнергии с АВР или одним источником и накопителем электроэнергии (аккумулятором);

6.2.3. Устройства ЖАТ, для которых необходима высокая надёжность электроснабжения, обеспечиваемая двумя взаимно резервирующими источниками электроэнергии с АВР и накопителем электроэнергии;

6.2.4. Устройства ЖАТ, для которых необходима особо высокая надёжность электроснабжения, обеспечиваемая тремя взаимно резервирующими источниками электроэнергии с АВР и накопителем электроэнергии.

6.3. Качество электроэнергии и надёжность электроснабжения потребителей ЖАТ обычно обеспечивается наращиванием дополнительных резервирующих источников электроэнергии и применением накопителей электроэнергии. При использовании ДГА в качестве автономных ИЭЭ, кроме того, устанавливается время работы ДГА при номинальной нагрузке без дозаправки топлива, а также время резервирования электроснабжения от аккумуляторных батарей. Сравнивая нормы качества электроэнергии, устанавливаемые для систем электроснабжения потребителей ЖАТ, с аналогичными параметрами для потребителей СЭОН, можно констатировать, что последние являются более строгими.

6.4. Реальное качество электроснабжения в точках подключения потребителей ЖАТ к сетям электроснабжения в большинстве случаев не контролируется и часто не соответствует установленным параметрам качества. Обычно нарушения качества электроснабжения выявляются повреждениями оборудования или сбоями в работе устройств ЖАТ. При построении железнодорожных систем электроснабжения ЖАТ и выборе внешних ИЭЭ необходимо учитывать реально существующее качество электроэнергии. Укрупнённый анализ отключений напряжения в городских и магистральных сетях представлен в Таблице 1.

| Тип сетей СЭОН | Количество провалов напряжения у потребителя в год | Характерные параметры провалов напряжения | | |
|----------------|--|---|-------------------------|--|
| | | Глубина провала, % | Длительность провала, с | Доля интервалов данной длительности, % |
| Типа «А» | 12 | 35 - 99 | 0,2 | 38 |
| | | 100 | 0,2 | 26 |
| Типа «Б» | 4 | 35 - 99 | 1,5 - 3,0 | 39 |
| | | 100 | 3,0 - 30 | 38 |
| Типа «В» | 2 | 35 - 99 | 0,5 - 0,7 | 45 |
| | | 100 | 3,0 - 30 | 35 |
| Типа «Г» | 25- 30 | 35 - 99 | 1,5 - 3,0 | 66 |
| | | 100 | 3,0 - 30 | 30 |

Тип сетей СЭОН в Таблице 1:

Типа «А» - Городская кабельная сеть 6-10 кВ, имеющая на всех РП и ТП устройства АВР;

Типа «Б» - Городская кабельная сеть 6-10 кВ, имеющая на всех РП и частично на ТП устройства АВР;

Типа «В» - Городская кабельная сеть 6-10 кВ, имеющая на всех РП устройства АВР;

Типа «Г» - Смешанная воздушно-кабельная сеть 6-10 кВ, имеющая на всех РП и частично на ТП устройства АВР; Протяжённость кабельных линий составляет 20 % (6200км) от протяжённости всей сети.

Как следует из приведённых данных, количество провалов напряжений у потребителей значительно возрастает при использовании воздушных линий с голыми проводами и устройств АВР на ТП.

6.5. На воздушных линиях электроснабжения с деревянными опорами напряжением выше 6 кВ формируются самые высокие грозовые импульсные напряжения (до 2000 кВ). Значения грозовых импульсных напряжений с вероятностью 90% не превышают 10 кВ – в воздушной сети напряжением 0,38 кВ и 6 кВ – во внутренней проводке зданий и сооружений.

6.6. Коммутационные импульсные напряжения с вероятностью 95% составляют 4,5 кВ в сети 0,38 кВ, 27 кВ – в сети 6 кВ, 43 кВ – в сети 10 кВ, 85,5кВ – в сети 20 кВ и 148 кВ – в сети 35 кВ [1].

В среднем за год в точке присоединения возможны около 30 временных перенапряжений. При обрыве нулевого проводника в трехфазных электрических сетях напряжением до 1 кВ, работающих с глухо заземленной нейтралью, возникает временные перенапряжения между фазой и землей. Уровень таких перенапряжений при значительной несимметрии фазных нагрузок может достигать значений линейного напряжения, а длительность - нескольких часов.

6.7. Отключения напряжения на входе потребителей возникают не только в результате внешних воздействий, но и в связи с регламентными работами на устройствах электроснабжения, находящихся в последовательной цепи передачи электроэнергии.

- 6.8. Для повышения качества электроснабжения потребителей ЖАТ рекомендуется:
- сокращать протяжённость воздушных сетей ЖСЭ с голыми проводами на деревянных опорах;
 - применять многоступенчатую защиту от грозовых и коммутационных перенапряжений;
 - сокращать количество устройств электроснабжения, требующих обслуживания во время эксплуатации с нарушениями питания устройств ЖАТ;
 - применять устройства и оборудование с лучшей степенью защищённости от внешних воздействий, в том числе от вандализма;
 - применять надёжные автономные ИЭЭ с ИБП с автоматическим поддержанием требуемого качества напряжения, оснащённые схемой «байпас», обеспечивающие контролируемое ЖСЭ качественное электроснабжение без обрыва синусоиды.
 - подключение потребителей ЖАТ к ИБП осуществлять некоммутируемыми АВР кабельными линиями.

7. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УСТРОЙСТВ ЖАТ.

7.1. Учитывая развивающиеся практически во всех странах рыночные условия хозяйствования в сфере инфраструктуры железных дорог, важное значение начинают приобретать не только технические и эксплуатационные требования обеспечения надежности и работоспособности систем ЖАТ, но и экономические критерии построения систем электроснабжения устройств ЖАТ.

7.2. Основная цель повышения эффективности электроснабжения устройств ЖАТ - обеспечить требуемые параметры электроснабжения устройств ЖАТ при минимальных расходах на электроснабжение.

7.3. Приоритетными для систем электроснабжения устройств ЖАТ являются критерии надежности и бесперебойности их питания, исходящие из требований гарантированного обеспечения безопасности перевозочного процесса, точности передаваемой информации и т.д.

7.4. Экономические критерии построения систем электроснабжения устройств ЖАТ являются вторичными к п. 7.3 и вступают в силу при возникновении возможности безусловного осуществления требований п. 7.3 разными вариантами систем электроснабжения.

7.5. Учитывая, что основные требования к железнодорожным системам электроснабжения формируются условиями электроснабжения, необходимыми для потребителей ЖАТ, выбор системы ЖАТ рекомендуется производить с учётом предполагаемой системы электроснабжения, которая сможет обеспечить необходимые параметры электроснабжения для потребителей ЖАТ. Выбор наиболее эффективной системы электроснабжения и образующих её элементов производится путем экономической сравнительной оценки различных вариантов электроснабжения для конкретной экономической ситуации. Примеры построения систем электроснабжения на некоторых дорогах стран - членов ОСЖД описаны в Приложении.

7.6. Для достижения большей экономической эффективности систем электроснабжения ЖАТ существенное значение могут иметь следующие факторы:

- 7.6.1. величина необходимого объёма потребления электроэнергии системой ЖАТ;
- 7.6.2. степень адаптации системы ЖАТ к условиям электроснабжения, обеспечиваемым СЭОН и ЖСЭОН;
- 7.6.3. возможность использования систем ЖАТ с централизованным размещением аппаратуры на станциях, не требующих распределительных сетей электроснабжения для подвода внешнего электроснабжения к устройствам, размещённым на перегонах;
- 7.6.4. возможность применения систем ЖАТ, которые обеспечивают нормальную работу при минимальной степени резервирования внешнего электроснабжения;
- 7.6.5. возможность применения на электрифицированных участках железных дорог для электроснабжения устройств ЖАТ системы тягового электроснабжения;
- 7.6.6. возможность выбора системы электроснабжения ЖАТ с учётом местных условий, сложившихся в рассматриваемом территориальном регионе;
- 7.6.7. возможность использования наиболее экономически эффективных элементов в системах электроснабжения устройств ЖАТ.
- 7.6.8. возможность применения наиболее эффективных технологий обслуживания систем электроснабжения ЖАТ.

8. Список использованной литературы

1. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

КРАТКИЙ ОБЗОР СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖАТ НА НЕКОТОРЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ СТРАН - ЧЛЕНОВ ОСЖД

Современные принципы электроснабжения на разных железных дорогах стран – членов ОСЖД имеют много общего, но в последние годы появились новые тенденции в построении систем электроснабжения для устройств ЖАТ. Для сравнения предлагается краткий обзор применяемых решений.

1. Система электроснабжения устройств ЖАТ на ЖСР характеризуется следующими отличительными признаками:

- Специализированные сети электроснабжения устройств ЖАТ не содержат воздушных линий электроснабжения.

- В распределительных сетях ЖСЭ ЖАТ применяются кабельные линии с пластмассовой оболочкой напряжением 6 кВ частотой 50 Гц без компенсации реактивной мощности при расстоянии между пунктами питания до 20 км и 6 кВ 75 Гц с компенсацией реактивной мощности посредством шунтирующих реакторов при расстоянии между пунктами питания до 50 км;

- Для питания специализированных сетей электроснабжения устройств ЖАТ и станционных устройств ЖАТ, используются модульные универсальные блоки питания с встроенной системой бесперебойного питания, рассчитанной на питание наиболее ответственных нагрузок СЦБ в течение 3 часов. Блоки обеспечивают стабилизированное выходное трёхфазное и однофазное питание переменного тока необходимой частоты (50, 75 или 275 Гц) для питания аппаратуры и рельсовых цепей;

- Применяются системы ЖАТ, в которых вместо рельсовых цепей используются датчики счёта осей, для которых не требуется применение специализированных распределительных сетей электроснабжения для питания перегонных устройств ЖАТ.

2. Система электроснабжения устройств ЖАТ на РЖД, БЧ, УЗ, КЗХ и др. характеризуется следующими признаками:

- Для основного и резервного питания устройств ЖАТ преимущественно используются специализированные одноцепные и двухцепные воздушные линии, напряжением 6-10 кВ с голыми или с изолированными проводами, на железобетонных опорах; Линии подключены к взаимно резервирующим пунктам питания. Пункты питания оборудованы необходимыми защитами и автоматикой, и подключены к системе телеуправления. Резервирование питания линий ЖСЭ ЖАТ на пунктах питания осуществляется системой АВР и от автономных ДГА. Отбор мощности для питания перегонных потребителей ЖАТ обеспечивается через однофазные сухие или масляные трансформаторы, устанавливаемые на выносных опорах или опорах линии. Кабельные вставки в распределительных сетях среднего напряжения ЖСЭ применяются при необходимости. Для секционирования линий используются линейные разъединители с моторными приводами, включёнными в систему телеуправления. На линиях при необходимости предусматривается профилактическая плавка гололёда.

- На участках, электрифицированных на переменном токе, для резервирования электроснабжения устройств ЖАТ, используется система два провода – рельс.

3. Система электроснабжения устройств ЖАТ ЛДЗ характеризуется следующими признаками:

- Для основного и резервного питания устройств ЖАТ используются различные системы электроснабжения:

- специализированные одноцепные и двухцепные воздушные линии, напряжением 6-10 кВ с голыми или изолированными проводами, на железобетонных опорах; Линии подключены к взаимно резервирующим пунктам питания. Пункты питания оборудованы тиристорными выключателями мощности на стороне 0,4 кВ и управляют линией вместе с повышающим трансформатором. Пункты питания оборудованы необходимыми защитами и автоматикой. Резервирование питания линий ЖСЭ ЖАТ на пунктах питания осуществляется системой АВР.

- Для электроснабжения перегонных устройств ЖАТ применяется кабельная линия с напряжением между фазами 0,66 кВ. Линия на пунктах питания подключена к шине гарантированного питания, которая обеспечена резервным питанием от ДГА. Пункты питания линии расположены на смежных станциях.

- Для электроснабжения устройств электрической централизации с количеством стрелок менее 30 при наличии рельсовых цепей постоянного или переменного тока используется один ввод от общих сетей электроснабжения и ДГА с микропроцессорным блоком управления и ИБП с необслуживаемыми аккумуляторными батареями.