

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования
«Самарский государственный университет путей сообщения» в г. Саратове
Филиал СамГУПС в г.Саратове

КУРС ЛЕКЦИЙ

по

ПМ.02 Техническое обслуживание устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки
(СЦБ) и железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ),

**по МДК 02.01 третьему разделу «Техническое обслуживание устройств систем СЦБ и ЖАТ
Раздел 2. Построение электропитающих устройств систем СЦБ и ЖАТ**

для специальности

по специальности СПО 27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном
транспорте)

Саратов 2023

ОДОБРЕНО
на заседании ЦМК «_АТМ_»
Протокол № _1_ от «31.08.23 г.

Председатель

_____ Глухова И.В.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

_____ Крижановский С.А.

_____ 2023 г.

Одобрено методическим советом

Протокол № 29 сентября 2023

Преподаватель _Глухова И.В., преподаватель , высшей квалификационной категории

Содержание

Раздел 2. Построение электропитающих устройств систем СЦБ и ЖАТ	3
Тема 2.1. Общие принципы организации электропитания устройств систем СЦБ и ЖАТ	3
Тема 2.1.1 Общие принципы организации электроснабжения и электропитания устройств систем СЦБ и ЖАТ	3
Тема 2.1.2 Системы электропитания	6
Тема 2.1.3. Резервирование электропитания. Источники резервного питания	8
Тема 2.1.4. Аккумуляторные батареи	24
Тема 2.1.5 Защита цепей электропитания устройств от перенапряжений и токов короткого замыкания	39
Тема 2.1.6 Статические преобразователи, выпрямители	62
Тема 2.1. 7 Путевые и сигнальные трансформаторы	70
Тема 2.1.8 Приборы управления устройствами электропитания и их контроля	84
Тема 2.1.8.1 Микроэлектронное реле напряжения РНМ, устройство контроля чередования фаз КЧФ	84
Тема 2.1.8.2 Микроэлектронные датчики импульсов ДИМ, Сигнализатор заземления СЗМ, Переключающие и контрольные устройства ПКУ	90
Тема 2.1.8.3 Индикатор места заземления ИМЗ, устройство резервирования предохранителей типа УРПМ	132
Тема 2.2. Электропитание станционных устройств систем СЦБ и ЖАТ	139
Тема 2.2.1. Электропитание устройств электрической централизации крупных станций	139
Тема 2.2.1.1 Вводная панель ПВ1-ЭЦК, Распределительная панель ПР1-ЭЦК	142
Тема 2.2.1.2 Выпрямительно-преобразовательная панель ПВП1-ЭЦК, Стрелочные панели ПСТН1-ЭЦК	149
Тема 2.2.1.3 Преобразовательная панель ПП25.1-ЭЦК	153
Тема 2.2.2 Электропитание устройств электрической централизации малых станций	155
Тема 2.2.2.1 Вводные панели ПВ2-ЭЦ, ПВ3-ЭЦ Распределительные панели ПР2-ЭЦ, ПР3-ЭЦ	158
Тема 2.2.2.2 Преобразовательная панель ППТ3-ЭЦ, Вводно- выпрямительная панель ПВВ-ЭЦ	195
Тема 2.2.3. Электропитание устройств автоматики на сортировочных горках , устройств диспетчерской централизации	213
Тема 2.3. Электропитание перегонных устройств систем СЦБ и ЖАТ	220
Тема 2.3.1. Электропитание устройств автоблокировки с децентрализованным и централизованным расположением аппаратуры	220
Тема 2.3.2. Электропитание устройств полуавтоматической блокировки и контроля свободы перегона методом счета осей	235
Тема 2.3.3. Электропитание автоматических ограждающих устройств на переездах	238
Список использованных источников	240

Раздел 2. Построение электропитающих устройств систем СЦБ и ЖАТ

Тема 2.1. Общие принципы организации электропитания устройств систем СЦБ и ЖАТ

Тема 2.1.1 Общие принципы организации электроснабжения и электропитания устройств систем СЦБ И ЖАТ

Источниками электрической энергии, необходимой для работы любых электротехнических устройств, в том числе объектов железнодорожного транспорта, являются электростанции (тепловые, гидро, атомные), объединенные в единую энергетическую систему (ЕЭС). Передача электроэнергии потребителям, расположенным на значительном расстоянии от источников, производится по линиям электропередачи (ЛЭП). Для снижения электрических потерь в ЛЭП передача электроэнергии на расстояния осуществляется при высоком напряжении. Для повышения и понижения напряжения служат трансформаторные подстанции. Система электроснабжения железнодорожного транспорта является составной частью ЕЭС. Линии электроснабжения разбиты на отдельные участки — плечи питания длиной, как правило, не более 50 км. В каждое плечо питания электроэнергия подается с двух сторон — от двух взаимно резервируемых пунктов питания (ПП). В качестве пунктов питания на электрифицированных участках используются тяговые подстанции, на неэлектрифицированных участках — районные подстанции. Если длина плеча питания превышает 50 км, то в середине плеча включается пункт секционирования, разделяющий участок на два полуплеча. В нормальном режиме электроснабжение каждого полуплеча осуществляется от «своего» пункта питания, а при отключении одного из ПП все плечо подключается ко второму.

Согласно ПТЭ, номинальное напряжение переменного тока на устройствах СЦБ должно быть 110,220 или 380 В. Отклонения от указанных величин номинального напряжения допускаются в сторону уменьшения не более 10 %, в сторону увеличения — не более 5 %.

Основные требования к системе электроснабжения устройств СЦБ следующие: не допускать отклонений значений напряжений в электрических сетях от установленных норм; при необходимости обеспечивать автоматическое переключение питания с основного источника на резервный; обеспечивать отключение полностью или по участкам линий электроснабжения для проведения ремонтных работ.

Принципы организации электропитания перегонных и станционных устройств СЦБ. Основным источником электропитания устройств автоматики и телемеханики являются высоковольтные сигнальные линии СЦБ (ВСЛ СЦБ), сооружаемые вдоль путей перегонов, напряжением 6 или 10 кВ. Электроэнергия от ВСЛ СЦБ подается к потребителям через понижающие линейные трансформаторы.

Требования к источникам электропитания устройств автоматики и телемеханики

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники разделяются на следующие три категории. Электроприемники первой категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения.

Из состава электроприемников первой категории выделяется особая группа электроприемников, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров.

Электроприемники второй категории — электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники третьей категории — все остальные электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий.

Электроприемники первой категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электро-снабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания.

Для электроснабжения особой группы электроприемников первой категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания.

В качестве третьего независимого источника питания для особой группы электроприемников и в качестве второго независимого источника питания для остальных электроприемников первой категории могут быть использованы местные электростанции,

электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), предназначенные для этих целей агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т.п.

Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить непрерывность технологического процесса или если резервирование электроснабжения экономически нецелесообразно, должно быть осуществлено технологическое резервирование, например, путем установки взаимно резервирующих технологических агрегатов, специальных устройств безаварийного останова технологического процесса, действующих при нарушении электроснабжения.

Электроснабжение электроприемников первой категории с особо сложным непрерывным технологическим процессом, требующим длительного времени на восстановление нормального режима, при наличии технико-экономических обоснований рекомендуется осуществлять от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, к которым предъявляются дополнительные требования, определяемые особенностями технологического процесса.

Электроприемники второй категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников второй категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

Для электроприемников третьей категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток.

Устройства СЦБ относятся к электротехническим устройствам, для работы которых необходима электроэнергия. Для обеспечения бесперебойной работы устройств СЦБ необходимо организовать их непрерывное электропитание, причем качество (параметры) электроэнергии должно соответствовать установленным нормативам и техническим условиям на конкретные устройства.

К категории относятся потребители, нарушение электроснабжения которых может привести к возникновению аварийной ситуации, нарушению выполнения технологических процессов, создать угрозу для жизни людей, нанести значительный экономический ущерб. К приемникам I категории электроэнергия должна подаваться от

двух независимых источников (независимыми называются источники электроэнергии, прекращение действия одного из которых не приводит к прекращению действия другого). Перерыв в электроснабжении может быть допущен только на время автоматического перехода с основной системы электропитания на резервную, которое не должно превышать 1,3 с.

В соответствии с ПТЭ устройства электроснабжения должны обеспечивать надежное питание устройств СЦБ как потребителей электрической энергии I категории.

Посты электрической централизации станций с числом стрелок более 30, диспетчерские центры управления перевозками выделены в особую группу I категории. К приемникам особой группы I категории электроэнергия должна подаваться от трех независимых источников, причем для некоторых устройств, непосредственно обеспечивающих безопасность движения поездов (релейные схемы электрической централизации, рельсовые цепи, входные светофоры и др.) перерывы в электропитании вообще недопустимы.

Тема 2.1.2 Системы электропитания

Каждая сигнальная точка (сигнальная установка) автоблокировки должна обеспечиваться питанием от двух источников — основного и резервного. Различают две системы электропитания устройств автоблокировки — переменного тока и смешанную.

При системе переменного тока, которая является основной для Российских железных дорог, устройства автоблокировки получают основное и резервное питание от высоковольтных линий. В качестве резервного источника питания используются: на участках с автономной тягой и электротягой постоянного тока — высоковольтные линии продольного энергоснабжения (ВЛ ПЭ) напряжением 10 кВ; на участках с электротягой переменного тока — провода системы «два провода-рельсо (ДПР)» напряжением 27,5 кВ или ВЛ ПЭ напряжением 35 кВ. Электроэнергия от резервных линий подается к потребителям через понижающие линейные трансформаторы или комплектные трансформаторные подстанции.

При смешанной системе релейные схемы сигнальных установок автоблокировки получают питание от ВСЛ СЦБ, а рельсовые цепи — от местных аккумуляторных батарей, которые также являются резервным источником питания для релейных схем. При новом проектировании и строительстве смешанная система электропитания автоблокировки не применяется, так как процесс технической эксплуатации

аккумуляторов, расположенных на сигнальных точках, требует значительных ресурсозатрат.

Электропитание устройств автоматической переездной сигнализации осуществляется по схеме электропитания устройств автоблокировки с обязательным третьим источником (при системе питания переменного тока) — аккумуляторной батареей.

Электропитание устройств электрической централизации осуществляется от двух (на станциях с числом стрелок до 30) или трех (на станциях с числом стрелок более 30) независимых источников. В последнем случае в качестве третьего источника используется местная электростанция.

Различают две системы электропитания устройств ЭЦ— безбатарейную и батарейную.

При безбатарейной системе, которая является основной для станций сети железных дорог, питание основных объектов (светофоров, стрелочных электроприводов, рельсовых цепей) осуществляется переменным током непосредственно от сети или через выпрямители (преобразователи частоты). Для исключения кратковременных перерывов в работе устройств ЭЦ при переключении питания с основного источника на резервный и обратно используется контрольная аккумуляторная батарея. Эта же батарея используется в качестве резервного источника питания релейных схем и ламп табло при отключении всех источников переменного тока. Резервирование питания ламп красных и пригласительных огней входных светофоров осуществляется от аккумуляторных батарей, устанавливаемых в батарейных шкафах у входных светофоров.

При батарейной системе устанавливаются две аккумуляторные батареи — рабочая, предназначенная для резервного питания стрелочных электроприводов и контрольных цепей стрелок, и контрольная. При новом проектировании и строительстве батарейная система электропитания устройств ЭЦ не применяется.

Конструктивно устройства электропитания на постах ЭЦ представляют собой электропитающие установки (ЭПУ), комплектуемые типовыми панелями различного назначения. ЭПУ имеют в составе устройства ввода, преобразования, регулирования, распределения и обеспечения бесперебойной подачи различных напряжений переменного и постоянного тока.

Для обеспечения надежного электроснабжения зданий, предприятий и учреждений применяют источники бесперебойного питания (бесперебойное электропитание) совместно с дизельными электростанциями (гарантированное электропитание),

обеспечивающие продолжительное обеспечение электроэнергией при авариях на магистральных электросетях.

Тема 2.1.3 Резервирование электропитания. Источники резервного питания

Система гарантированного электропитания

При использовании на объекте только дизель-генераторной установки (ДГУ) в качестве резервного источника, электропитание объекта осуществляется с применением схемы **гарантированного электропитания**.

Гарантированное электропитание осуществляет подачу электроэнергии при прекращении подачи напряжения в основной сети питания потребителям 1 категории (согласно гл. 1.2.17 ПУЭ), при этом параметры электрического тока должны соответствовать ГОСТ13109-87.

Система гарантированного электропитания:

- Обеспечивает гарантированное электроснабжение подключенных потребителей.
- Автоматически запускает (не более чем с 3 попыток) дизель-генератор по истечении 9 секунд с момента возникновения отклонений значений базовой питающей сети от требований ГОСТ13109-87 и при полном прекращении подачи электроэнергии.
- Обеспечивает автоматическую передачу нагрузки внешней сети на дизель-генератор и обратно.
- Сигнализирует на диспетчерский пост при возникновении аварийных событий с оборудованием ДГУ.

Целесообразно использовать систему гарантированного электропитания в условиях частого исчезновения или падения напряжения на объекте и при обязательном отсутствии ЭП 1 категории особой группы (работают при питающем напряжении без разрыва синусоиды). Система гарантированного электропитания объекта должна соответствовать следующим требованиям:

- Показатель наработки на отказ дизель-генераторными установками должен быть не менее 40000 часов.
- Загрузка ДГУ по мощности должна быть более 50%, при меньшей загрузке ДГУ рекомендуется только кратковременная эксплуатация, а загрузка на 30% повлечет за собой отказ поставщика в предоставлении гарантийных обязательств на оборудование.
- Экстренный старт и прием нагрузки при выходе из режима ожидания в горячем резерве не может превышать 9 секунд.

- Необходимо создать условия для регламентного обслуживания и ремонта дизель-генераторной установки при работающей системе электропитания.
- Обязателен удаленный контроль работы ДГУ.
- Полностью исключить параллельную работу ДГУ и внешней системы электропитания.

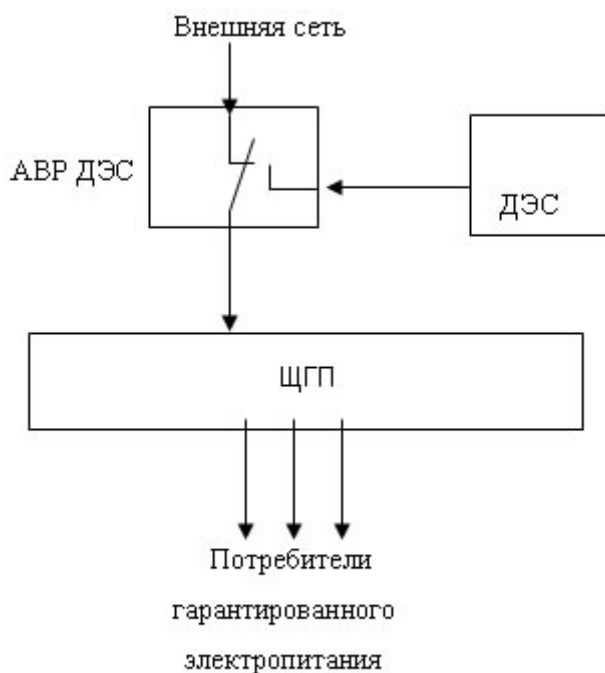


Рисунок 1-Структурная схема

Система бесперебойного электропитания.

При использовании на объекте источника бесперебойного питания (ИБП) в качестве резервного источника, электропитание объекта осуществляется с применением схемы **бесперебойного электропитания**. Потребители, использующиеся электропитание от ИБП при прекращении подачи электричества по основным электросетям, называются потребителями бесперебойного электропитания.

Система бесперебойного электропитания обеспечивает потребителей 1 категории особой группы электроэнергией без разрыва синусоиды питающего напряжения, соответствующей ГОСТ13109-87 (согласно гл. 1.2.17 ПУЭ).

Системой бесперебойного электропитания обеспечивается:

- Бесперебойное электроснабжение без разрыва синусоиды потребителей электроэнергии, подключенных через ИБП.
- Полная регулировка напряжения на выходе.

- Чистая синусоидальная форма выходного напряжения.
- Большой КПД системы.
- Совместимость с ДГУ с коэффициентом запаса мощности менее 1,3.
- Максимальная защита от отключения, перепадов, всплесков и скачков напряжения.
- Возможность подключать параллельно несколько ИБП.
- Автономная поддержка электрической нагрузки 20 минут.
- Бесперебойное переключение нагрузки через внешний и встроенный байпас на электропитание от внешних электросетей.
- Наличие гальванической развязки цепей (на входе и выходе).

Наиболее целесообразно использовать систему бесперебойного электропитания для ситуаций нечастых и кратковременных потерь напряжения в основной сети питания на объектах, имеющих потребителей 1 категории особой группы.

Создавая систему бесперебойного электропитания на объекте, необходимо учитывать определенные требования:

- Из-за одиночного отказа любого из элементов СБП работоспособность системы не должна быть полностью нарушена.
- СБП должна иметь срок службы, составляющие не менее 10 лет.
- Нейтральные кабели входящих электрических сетей и трансформаторные подстанции подстанций не должны быть перегружены.
- Регламентированное техобслуживание и ремонт ИБП должны проводиться без отключения системы электроснабжения здания.
- Мониторинг параметров ИБП должен быть дистанционным.

По истечении ресурсного времени работы автономных аккумуляторов при отсутствии внешнего напряжения технологические процессы должны быть завершены корректно.

Совместное использование на объекте схем бесперебойного и гарантированного питания.

При оснащении объекта дизель-генераторной установкой и источником бесперебойного электропитания, электропитание объекта осуществляется с применением **схемы повышенной надежности с применением бесперебойного и гарантированного электропитания.**

Такая схема рекомендована к применению на объектах, требующих очень высокой надежности электрообеспечения. При потере напряжения основной питающей сети

автоматически происходит подача сигнала на запуск ДГУ. Запуск ДГУ происходит в течение 5-10 секунд, когда напряжение потребителям не подается. При выходе ДГУ в режим номинальной частоты и напряжения электропитание потребителей восстанавливается.

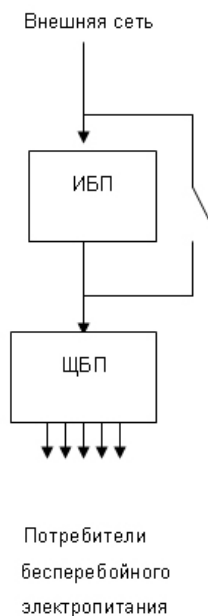


Рисунок 2- Структурная схема

В момент запуска ДГУ происходит переключение ИБП на аккумуляторные батареи. Электропитание потребителей во время пуска дизель-генератора происходит от батарей ИБП. Таким образом, исключается разрыв синусоиды питающего напряжения сети.

В момент возврата напряжения внешней энергосети происходит отключение потребителей от ДГУ и подключение к внешнему источнику. Кратковременно потребители гарантированного электропитания остаются без напряжения; происходит остановка дизель-генератора и он переходит в дежурный режим.

Возможность питания от ДГУ в течение определенного времени определяется удельным расходом топлива, зависящим от нагрузки, и количеством топлива в баке. Возможно дозаправить ДГУ во время работы. В случае окончания топлива в топливном баке блок автоматики ДГУ произведет останов дизель-генераторной установки.

Создавая схему бесперебойного и гарантированного электропитания на объекте, необходимо учитывать следующие требования:

- Применение ИБП класса on-line, так как нагрузка будет защищена от всех имеющихся неполадок электросети.

- Мощность ИБП должна соответствовать нагрузке.
 - В комплекте с ИБП обязательно должны быть аккумуляторные батареи.
- Время аккумуляторного резервирования должно быть не менее 5-10 минут.
- В целях понижения нелинейного искажения тока, возникающего от ИБП, следует использовать ИБП с выпрямителями на IGBT-транзисторах с активными или с 12-пульсными выпрямителями.
 - Рекомендован выбор ИБП, которые плавно переходят на питание сети с батареи.
 - Соотношение мощностей ДГУ и ИБП должно быть равно 1,3.
 - ДГУ должен быть укомплектован электронным регулятором скорости приводного двигателя и автоматическим регулятором выходного напряжения.

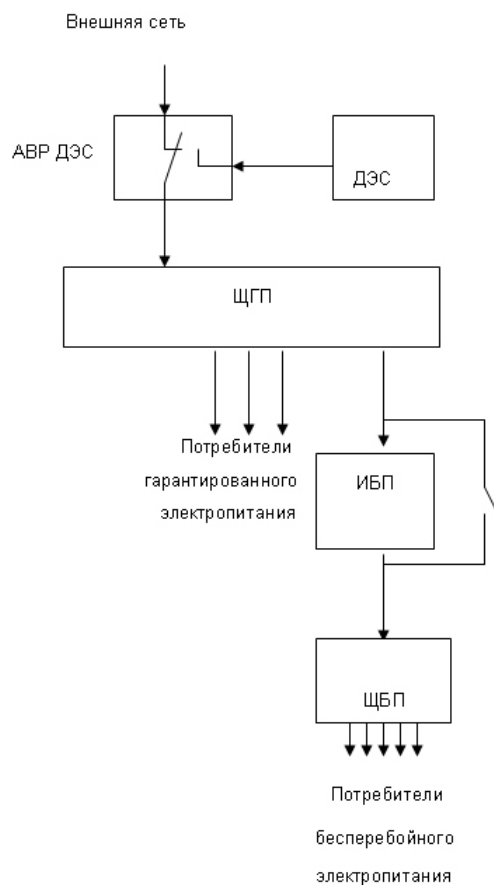


Рисунок 3 – Структурная схема

Источники бесперебойного питания (ИБП)

Источники бесперебойного питания, согласно действующим стандартам, классифицируют по принципу действия на три основные группы:

Off-Line/Stand-By/back-up UPS;

Line-Interactive;

On-Line.

Источники бесперебойного питания типа Off-Line

Источники бесперебойного питания типа Off-Line стандартом определяются как пассивные, резервного действия (UPS-PSO). В нормальном режиме функционирования штатным питанием нагрузки является отфильтрованное напряжение первичной сети при допустимых отклонениях входного напряжения и частоты. В случае, когда параметры входного напряжения выходят за значения настроенных диапазонов, включается инвертор источника бесперебойного питания, обеспечивающий непрерывность питания нагрузки. Инвертор питается от аккумуляторов.

Это наиболее простые ИБП (рисунок 4 значит, и самые дешевые. Источник бесперебойного питания состоит из двух параллельных ветвей:

- фильтр-нагрузка;
- выпрямитель-батарея-инвертор-нагрузка.

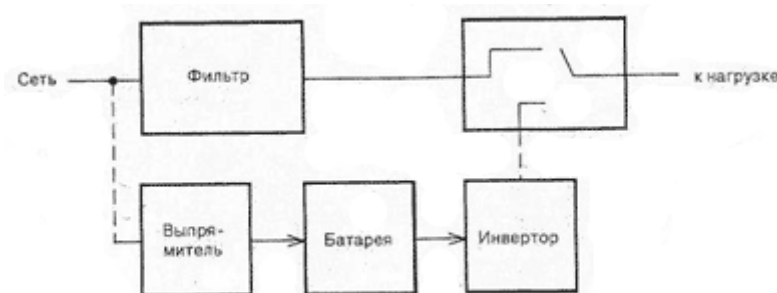


Рисунок 4- Схем источника бесперебойного питания Stand-By типа

При нормальных характеристиках сети, напряжение в нагрузку поступает через фильтр, фильтрующий всевозможные помехи. Это, обычно, фильтр-ограничитель (surge suppressor), хотя может быть и фильтр-стабилизатор (line conditioner) либо их сочетание, а также статический переключатель.

Одновременно через выпрямитель подзаряжаются и аккумуляторы аккумуляторной батареи. При пропадании, завышении либо понижении входного напряжения, питание нагрузки электронным переключателем переключается на батарейное через инвертор (инвертор преобразует постоянное напряжение в переменное). Переключатель обеспечивает время переключения от 2 до 15 мс. Отметим, что пропадание электроэнергии в ходе этого времени не оказывает сколь-нибудь заметного влияния на компьютерные системы, которые спокойно переносят отключение питания на 10-20мс.

Учитывая, что почти у всей современной аппаратуры блоки питания импульсные, переключение совершается незаметно для пользователя. Источники бесперебойного питания такого типа могут поддержать работу персонального компьютера в ходе 5-10 мин.

Основные недостатки ИБП Off-Line

Главными недостатками ИБП off-line считают:

- плохая работа источников питания этого типа в сетях с низким качеством электрической сети: плохая защита от провалов напряжения (sags), превышений допустимого значения напряжения, изменений частоты и формы входного напряжения;
- невозможность своевременного восстановления емкости аккумуляторов при частых переключениях на батарейное питание; несинусоидальное выходное напряжение при питании от аккумуляторной батареи.

Итак, основное рекомендуемое использование источников бесперебойного питания off-line типа - устройство защиты нагрузки с импульсным блоком питания с редкими отклонениями в питающей сети.

Источники бесперебойного питания типа Line-Interactive

В источниках бесперебойного питания линейно-интерактивного типа (Line-Interactive, иногда Ferroresonant) сочетаются преимущества типа On-line с надежностью и эффективностью резервных (standby). В источниках бесперебойного питания этого типа в отличие от технологии Off-line в прямую цепь включен ступенчатый автоматический регулятор напряжения (booster), построенный на основе автотрансформатора (трансформатор с переключающимися обмотками). В некоторых моделях применяется сетевой стабилизатор напряжения.

Инвертор связан с нагрузкой. При работе он питает нагрузку параллельно стабилизированному (conditioned) переменному напряжению сети. Нагрузка подключается полностью лишь в том случае, когда входное напряжение электросети пропадает.

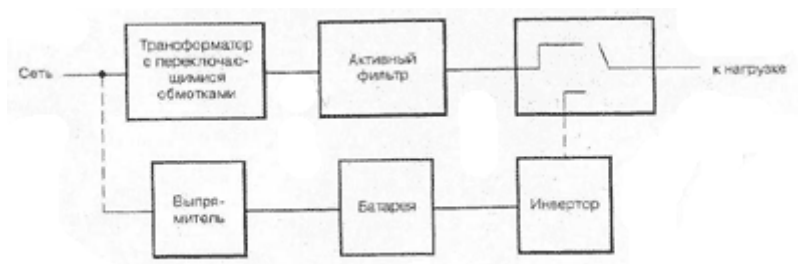


Рисунок 5- Схем источника бесперебойного питания Line-Interactive типа

Из-за такого взаимодействия ("interaction") со входным сетевым напряжением данная архитектура и получила свое название. В определенном диапазоне изменения сетевого напряжения, выходное напряжение поддерживается в заданных границах за счет переключения обмоток трансформатора либо стабилизатором. Инвертор как правило работает при низком напряжении, регулирует выходное напряжение и подзарядку аккумуляторов до тех пор, пока не потребуются его включение для полного питания нагрузки при перебоях в электросети. Линейно-интерактивные источники бесперебойного питания нашли наиболее широкое применение в системах защиты компьютерных сетей.

Трансформатор, сделанный по специальной так называемой ferro-технологии, сглаживает скачки напряжения, при этом источник бесперебойного питания реже переключается на работу от аккумуляторной батареи, и следовательно повышается срок службы батареи. Обычно, эти источники бесперебойного питания оборудованы совершенными фильтрами, обеспечивающими защиту от помех различного происхождения. Типовое время переключения в режим питания от аккумуляторов или обратно составляет 2 мс.

Конструктивно трансформатор не имеет несколько дополнительных отводов во вторичной обмотке (это может быть автотрансформатор с единственной обмоткой), переключением отводов трансформатора при изменениях входного напряжения управляет контроллер (микропроцессор), поддерживая напряжение на выходе в требуемом диапазоне. Итак, Line-Interactive источник бесперебойного питания работает по принципу управляемого ЛАТРа и действительно реже переключается на батарейное питание при скачках входного напряжения. В этой схеме зарядное устройство конструктивно совмещено с преобразователем.

Одним из преимуществ ИБП такого типа является широкий диапазон допустимых входных напряжений.

В некоторых линейно-интерактивных моделях есть шунтовая цепь между входом первичной электросети и нагрузкой, такие ИБП называются шунтовыми линейно-интерактивными ИБП (UPS-LIB, Reversible + Bypass). В шунтовом режиме питаемая нагрузка не защищается. При работе с источниками на основе ferro-технологий нужно иметь в виду:

- высокое выходное сопротивление источников может угрожать безопасной работе приборов, препятствуя срабатыванию сетевых предохранителей;
- возможна нестабильная работа (паразитные колебания) при использовании источников для питания приборов с корректорами коэффициента мощности.

Источники бесперебойного питания On-Line типа

Технология On-Line позволяет реализовать самый надежный тип источника бесперебойного питания. С выпрямителя (рисунок 6) напряжение сети поступает на преобразователь постоянного напряжения высокого уровня в низкое ПН1, а далее - на преобразователь постоянного напряжения в переменное выходное напряжение (ПН2). Преобразователь ПН2 - инвертор, питание на который поступает как от аккумуляторов, так и от сети через выпрямитель-преобразователь напряжения ПН1, подключенных параллельно:

- при нормальном входном переменном напряжении инвертор ПН2 питается от выпрямителя;
- при отклонениях в питающей электросети от нормы, входное напряжение для ПН2 снимается с аккумуляторной батареи.

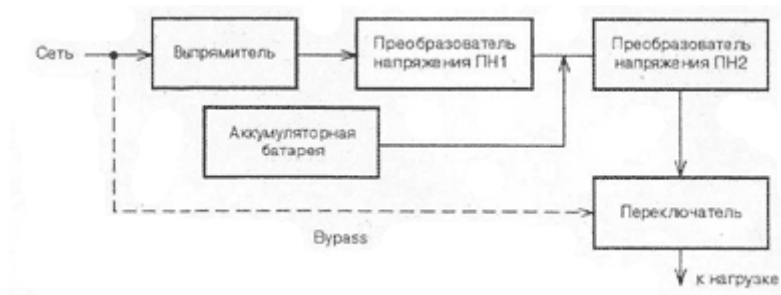


Рисунок 6- Схем источника бесперебойного питания On-Line типа

В большинстве систем источников бесперебойного питания мощностью до 5 кВА вместо непрерывно подключенного аккумулятора, подключен резервный преобразователь постоянного тока (DC-DC converter), включающийся при сбоях сети и дублирующий шину постоянного тока от низковольтного аккумулятора.

Вывод: даже в случаи незначительных отклонениях параметров входного напряжения от нормы On-Line устройства обеспечивают на выходе номинальное напряжение в области $\pm 1-3\%$. Присутствие обходной цепи (bypass) позволяет подключать нагрузку прямо к силовой сети. Качество питания и надежность поставки электроэнергии, предоставляемое устройствами с архитектурой такого типа, существенно выше, чем у предыдущих.

Недостатки источников бесперебойного питания On-line типа: невысокий, по сравнению с ранее рассмотренными типами, КПД (85-90%) из-за двойного преобразования (по отношению к Standby и Line-Interactive) и высокая цена. Однако, уровень защиты нагрузки и стабильность выходных параметров ИБП - разумный

компромисс между безопасностью, КПД и ценой устройства. Потери в ИБП мощностью в 4000ВА не превышают 380Вт и могут быть несоизмеримыми с той задачей, которую решает подобный источник питания.

Новые модификации источников бесперебойного питания

Сейчас имеется несколько новых модификаций источников бесперебойного питания:

- **by-pass;**
- **triple-conversion;**
- **ferrups.**

Первая модификация (by-pass) как и на рисунке 3 представляет собой дополнительный канал передачи электроэнергии в нагрузку, его наличие позволяет обеспечить высокую надежность устройства. Переключение в режим On-line производится автоматически при отклонении параметров выходной сети от нормы либо же в аварийных условиях работы. Таким образом, этот режим способствует увеличению надежности устройства. Вторая модификация (triple-conversion) содержит корректор коэффициента мощности. В третьей модификации (ferrups) применен феррорезонансный трансформатор, обеспечивающий высокие показатели надежности и широкий диапазон входных напряжений.

Новые подходы в построении источников бесперебойного питания основываются на использовании систем с резервируемым питанием, которые обладают более высокой надежностью выходной сети, так что неисправность одного из элементов не ведет к выходу из строя всей системы. Обычно, это модульные системы, сконструированные или по принципу повышения мощности нагрузки, или для повышения надежности системы, или используя оба принципа совместно. Простейшая система имеет в структуре источника бесперебойного питания вспомогательный модуль, "изолированный в горячем дежурном режиме". Имеется несколько вариантов технических решений таких бесперебойников.

Первый вариант заключается в применении автоматического переключателя (рисунок 7). Входы одного либо более источников питания подключены к единой сети, а с нагрузкой соединяются через автоматический переключатель. Информация о состоянии работы установок, управляющие команды поступают по каналу связи объединяющему ИБП.

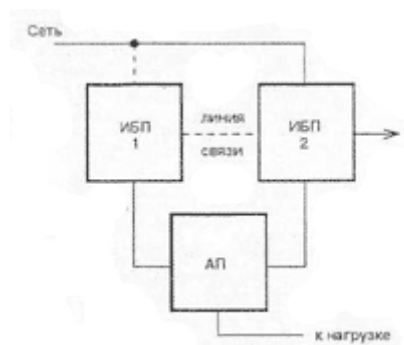


Рисунок 7- Параллельная схема с использованием автоматического переключателя

Второй вариант содержит "распределитель нагрузки" (рисунок 8), равномерно распределяющий нагрузку между отдельными источниками системы.

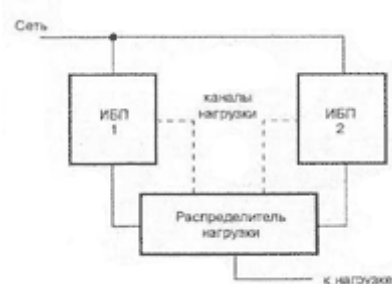


Рисунок 8- Параллельная схема с использованием автоматического переключателя

Третий вариант осуществления параллельной структуры (рисунок 9) использует принцип двухуровневой системы. В этом способе один из модулей "ведущий" управляет распределением нагрузки между другими "ведомыми" модулями.

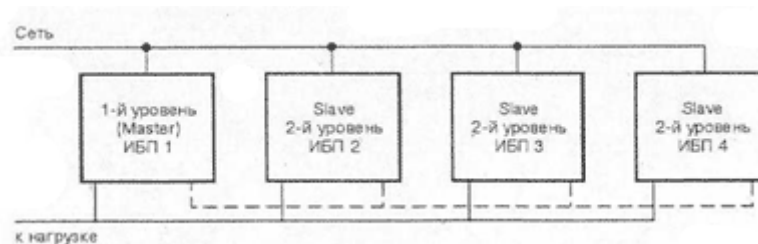


Рисунок 9- Параллельная схема на основе двухуровневой системы Master-Slave

Четвертый вариант, с резервируемой параллельной архитектурой, выглядит наиболее перспективным. В такой схеме (рисунок 10) резервируются не только модули, но и связи между ними, причем при необходимости любой модуль может выполнять функции ведущего. Лишь для такой схемы характерно наращивание мощности,

отсутствие шунтовых цепей, при этом гарантируется непрерывная защита нагрузки при помощи ИБП.

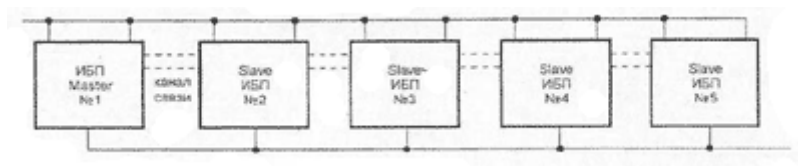


Рисунок 10- Схема резервируемой параллельной системы

Основные технические характеристики источников бесперебойного питания

Форма питающего напряжения

Важное значение для нагрузки имеет именно эта характеристика источника бесперебойного питания. В режиме работы ИБП от аккумуляторных батарей на нагрузку может поступать выходное переменное напряжение близкое к прямоугольной форме (меандр), из-за сглаживающих свойств фильтров, аппроксимированная синусоида и чистая синусоида. Самая близкая к синусоиде форма выходного напряжения получается применением широтно-импульсной модуляции. Получение синусоиды в качестве питающего напряжения характерно лишь для ИБП On-line и некоторых источников питания Line-Interactive.

Мощность

Полная либо выходная мощность (output power). Обозначается буквой S , единица измерения - VA или Вольт-Амперы. Является геометрической суммой активной и реактивной мощностей. Параметр рассчитывается как произведение действующих (среднеквадратических) значений тока и напряжения. Её значение указывается изготовителем источника питания.

Активная потребляемая нагрузкой мощность. Обозначается буквой P , единица измерения - ватт (Вт). В случае отсутствия реактивной составляющей в сети, совпадает с полной мощностью. Определяется как произведение полной мощности на косинус угла φ , где φ - угол сдвига фаз векторов линейных напряжения и тока, т.е. $P = S \cdot \cos(\varphi)$. Типичное значение $\cos(\varphi)$ для персональных компьютеров около 0,6-0,7. Эта величина именуется коэффициентом мощности. Очевидно, что для выбора требуемой мощности для источника бесперебойного питания, надо мощность нагрузки в ваттах разделить на величину $\cos(\varphi)$.

Реактивная - обозначается буквой Q и рассчитывается как произведение полной мощности S на синус угла φ ($Q = S \times \sin(\varphi)$). Единица измерения - вольт-ампер реактивный (вар). Характеризует потери в питающих проводах за счет нагружающего их реактивного

тока. При $\cos(\varphi) = 1$ потери отсутствуют, вся мощность вырабатываемая источником питания поступает в нагрузку. Достигают этого за счет использования пассивных компенсирующих устройств или же активной коррекцией коэффициента мощности.

Диапазон входного питающего напряжения

Диапазон входного питающего напряжения (input voltage) - определяет пределы допустимых значений напряжения в сети, при которых источник бесперебойного питания еще способен поддерживать напряжение на выходе, не переключаясь на питание от аккумуляторов. Для некоторых моделей этот диапазон зависит от нагрузки. К примеру, при 100% нагрузке диапазон входных напряжений может составлять 15-20% от номинального, при 50% нагрузке - этот диапазон составляет 20-27% от номинального, а при 30% нагрузке - 40% номинального. От этого параметра зависит срок службы аккумуляторов, чем шире диапазон, тем дольше прослужат аккумуляторы при прочих равных условиях.

Частота входного напряжения

Частота входного напряжения (input frequency) - характеризует диапазон отклонения частоты электросети. При нормальных условиях эксплуатации отклонение частоты от номинального значения как правило не превосходит 1 Гц.

Коэффициент искажения формы выходного напряжения

Коэффициент искажения формы выходного напряжения (total harmonic distortion - THD) характеризует отклонение формы выходного напряжения от синусоиды, измеряется в процентах. Маленькие значения коэффициента соответствуют форме выходного напряжения, приближающейся к синусоидальной.

Время переключения режимов

Время переключения режимов (transfer time) характеризует инерционность источника бесперебойного питания, для разных источников составляет приблизительно до 2-15 мс.

Допустимая нагрузка

Допустимая нагрузка (over load) характеризует устойчивость источника бесперебойного питания при перегрузках по мощности, измеряется в процентах по отношению к номинальной мощности. Определяет устойчивость ИБП к нестационарным перегрузкам.

Время автономной работы

Время автономной работы определяется емкостью аккумуляторной батареи и размером нагрузки. Для типовых источников бесперебойного питания небольшой

мощности, питающих персональные компьютеры, оно составляет 5-10 мин. Это время рассчитано на то, чтобы пользователь мог закрыть все работающие приложения с сохранением информации и выключить ПК в нормальном режиме.

Крест-фактор

Крест-фактор (crest factor) - отношение пикового значения потребляемого тока к среднедействующему. Величина зависит от формы питающего напряжения.

Срок службы аккумуляторной батареи

Срок службы аккумуляторных батарей составляет 4-5 лет, но реальный сильно зависит от условий эксплуатации: частоты переключений в автономный режим, условий зарядки, окружающей среды.

Наличие холодного старта

Наличие холодного старта - это возможность включения источника бесперебойного питания при отсутствии напряжения в питающей сети. Такая функция полезна, когда необходимо срочно выполнить какие либо действия независимо от наличия напряжения в электросети.

Аккумуляторы ИБП

Общие сведения

Источником, энергия которого используется для питания нагрузки в критических режимах работы, служит аккумуляторная батарея. В источниках бесперебойного питания мощностью до 20 кВт как правило применяются герметичные свинцово-кальциевые аккумуляторы с электролитом суспензионного типа. В аккумуляторах такого типа электролит обездвижен, либо силикагелем либо стекловолокном, что делает их непротекаемыми. Это свойство электролита позволяет эксплуатировать аккумуляторы в любом положении, кроме того, они не нуждаются в периодическом пополнении электролита и другом обслуживании.

Электроды произведены из свинцово-кальциевого сплава, обеспечивающего продолжительный срок службы и широкую область применения аккумуляторов, рабочий диапазон температур составляет от минус 20 до плюс 50°C (для некоторых типов аккумуляторов). Аккумуляторы не страдают так называемым "эффектом памяти", могут длительно храниться в заряженном состоянии (до года), при этом ток саморазрядки незначителен.

Конструкция аккумуляторов

Конструкция аккумуляторов традиционна - ударопрочный пластмассовый корпус поделен на секции - "банки". Наборы катодных и анодных пластин разделены прокладками - сепараторами из стекловолокна. Активная часть электролита - серная

кислота. Крышка герметично соединена с корпусом, без возможности разобрать аккумулятор. В верхней части крышки размещены клапаны (по одному на каждую секцию), обеспечивающие выпуск газа в случае его избыточного образования в ходе работы, и пластинчатые выводы. Клапаны закрыты дополнительной съемной крышкой.

Хранение аккумуляторов

Продолжительность эксплуатации аккумуляторов составляет приблизительно 5 лет. При ежедневном использовании источника бесперебойного питания, собственные возможности заряда гарантируют эксплуатацию в ходе этого срока. При продолжительном неиспользовании аккумуляторы подвергаются саморазряду. Для аккумуляторов YUASA скорость саморазряда составляет приблизительно 3% в месяц при температуре окружающей среды около 20°C. Если в ходе длительного интервала времени аккумуляторы не заряжаются, то на отрицательных пластинах аккумулятора формируются сульфаты свинца. Это явление известно как "сульфатация". Сульфат свинца действует как изолятор, препятствуя приему заряда аккумулятором. Чем глубже произошла сульфатация пластины, тем меньший заряд может принять аккумулятор.

Чтобы исключить необратимые последствия при хранении, надо заряд проводить через срок, соответствующий условиям температуры окружающей среды. С целью обеспечения оптимального срока использования, длительно хранящиеся аккумуляторы, должны периодически подзаряжаться.

Способы заряда аккумуляторов ИБП

Зарядка аккумуляторов является главной составляющей ее обслуживания. Срок использования аккумуляторов зависит от эффективности выбранного способа заряда. Имеются следующие способы заряда:

- зарядка при постоянном напряжении;
- зарядка при постоянной силе тока;
- двухступенчатая зарядка при постоянном напряжении.

Предпочтительным способом является зарядка при постоянном напряжении. В этом случае аккумуляторная батарея подключается к источнику энергии, зарядное напряжение которого поддерживается постоянным в ходе всего процесса заряда. В ходе заряда сила тока понижается и становится значительно меньше, чем при заряде способом постоянного тока, и в конце заряда опускается почти до нуля. При этом батарею заряжают до 90-95% ее номинальной емкости.

Выбор источника бесперебойного питания

Спектр типов источников бесперебойного питания, как средств защиты оборудования и компьютерных систем, достаточно широк. Вопрос выбора требуемого

источника питания очень непросто. Чтобы решить вопрос выбора того или иного ИБП, надо попробовать проанализировать факторы, влияющие на условия работы источника питания.

Во-первых, надо попытаться оценить значимость питаемой системы. Вполне возможно, что для домашнего или офисного варианта будет достаточно источника бесперебойного питания Off-line либо Line-interactive типа. ИБП On-line типа больше подходит для серверного компьютера и прочих видов нагрузки, имеющих повышенные требования к качеству и надежности электропитания.

Во-вторых, необходимо оценить качество электросети: вероятность и частота отключения напряжения, наличие колебаний напряжения и различных помех.

В-третьих, нужно оценить мощность источника бесперебойного питания. Чтобы ориентировочно представить, какой мощности ИБП требуется, надо определить защищаемую аппаратуру и рассчитать для нее суммарное значение потребляемой мощности. Затем, полученные ватты нужно перевести в ВА, разделив на коэффициент мощности. Для компьютерного оборудования коэффициент мощности равен 0,5-0,6.

Производители не рекомендуют загружать источник бесперебойного питания на величину больше чем 80% от максимальной нагрузки. Надо отметить, что лазерные принтеры не рекомендуется подключать к источнику бесперебойного питания ввиду высокого энергопотребления нагревательного элемента.

Дизель-генераторные установки

Для резервирования электроснабжения устройств СЦБ в качестве местных электростанций применяют автоматизированные дизель-генераторные установки типов ЦГА-12М, ДГА-24М, ДГА-48М, ДГА-100 и Э-8Р, 2Э-16А3 (число после дефиса означает выходную мощность в кВт).

В состав ДГА входят дизель-генератор, щит управления дизель-генератором ЩДГА, щит автоматики вспомогательный ЩАВ, а также вспомогательное оборудование — топливные и масляные баки, насосы подкачки топлива, аккумуляторные батареи, шкаф заряда батарей ШЗБ, устройства вентиляции и отопления.

ДГА вырабатывают трехфазное переменное напряжение 380 В частотой 50 Гц. Генераторы снабжены аппаратурой системы самовозбуждения и автоматического регулирования напряжения, которая обеспечивает точность поддержания напряжения в пределах $\pm 2\%$ среднерегулируемого значения. Генераторы допускают 10-процентную перегрузку по мощности в течение 1 ч при номинальных значениях напряжения и коэффициента мощности. Гарантированный моторесурс ДГА составляет до 4000 ч.

Предусмотрены два способа пуска ДГА: дистанционный (по сигналу телеуправления или путем нажатия кнопки «Пуск» на щите управления) и автоматический (при исчезновении или снижении напряжения внешней сети, при аварийной остановке другого, ранее работавшего агрегата и при понижении температуры в помещении до $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ — пуск на самопрогрев). Предусмотрены два способа остановки ДГА — нормальная (при дистанционной остановке агрегата, появлении напряжения внешней сети и повышении температуры помещения до $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, если ДГА включался на самопрогрев) и аварийная (при срабатывании устройств защиты от перегрузок).

В последние годы в качестве резервных источников питания используются новые дизель-генераторные станции: ДГА типа «Президент—Нева» (разработчик — «Энергетический центр «Президент-Нева», Санкт-Петербург, Россия), например, АД48—Т400, АД60—Т400, АД 100—Т400 номинальной мощностью соответственно 48; 60; 100 кВт, вырабатывающие трехфазное переменное напряжение 400/230 В частотой 50 Гц, а также дизельные электростанции производства компаний Gen Set (Италия) и F.G. Wilson (Великобритания).

Тема 2.1.4 Аккумуляторные батареи

Аккумуляторы С, СК и СЗ

Аккумуляторы С, СК и СЗ стационарные свинцовые: С — для длительных (2—10 ч) режимов разряда; СК и СЗ — для коротких (0,25—1 ч) и длительных режимов разряда. Аккумуляторы С и СК используют в составе рабочих аккумуляторных батарей напряжением 220 В для электропитания электродвигателей стрелочных электроприводов и в составе контрольных аккумуляторных батарей напряжением 24 В для электропитания различных цепей устройств ЭЦ и ДЦ. Аккумуляторы СЗ в устройствах СЦБ не нашли широкого применения.

Аккумуляторы С, СК имеют открытое исполнение, СЗ — закрытое. Аккумуляторы СК и СЗ отличаются от аккумуляторов С тем, что имеют большую площадь поперечного сечения соединительных полос, соединяющих электроды (пластины) аккумуляторов между собой.

Стационарные аккумуляторы в зависимости от номинальной емкости различаются по номерам, проставляемым после их буквенного обозначения: СК-1, СЗ-1, СК-2, СЗ-2 и т. д. За основу принимают значения емкости, токов разряда аккумуляторов СК-1 и СЗ-1 с номером 1 при средней температуре электролита $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ и максимального тока заряда

этих аккумуляторов, равного 9 А. Емкости, токи разряда и заряда аккумуляторов других номеров находятся перемножением соответствующих значений для аккумуляторов СК-1 и СЗ-1 на номер аккумулятора. Например, электрические параметры аккумулятора СК-4 при 10-часовом режиме разряда следующие: емкость $36 \cdot 4 = 144$ А·ч, ток разряда $3,6 \cdot 4 = 14,4$ А; максимальный ток заряда аккумулятора СК-4 равен 36 А (9·4).

Емкость аккумуляторов для 10 ч режима разряда принимают номинальной. Номинальное напряжение аккумуляторов 2,0 В.

Таблица 1- Значения емкостей аккумуляторов приведены ниже:

Режим разряда, ч	Ток разряда, А	Емкость, А·ч
10	3,6	36
3	9	27
1	18.5	18.5
0.5	25	12.5
0.25	32	8

Приведенные значения емкостей аккумуляторов л СЗ-1 гарантируются: при плотности электролита в начале разряда $(1,205 \pm 0,005)$ г/см³ при температуре +20 °С; конечном напряжении при разряде не ниже 1,75 В при 0,25—1 ч режимах разряда и 1,8 В при -2—10 ч режимах разряда; не позднее четвертого цикла (на первом цикле емкость аккумуляторов должна быть не менее 70% указанных выше).

Емкости аккумуляторов при режимах разряда 7,5; 5 и 2 ч составляют соответственно 91,7; 83,3 и 61,1% емкости аккумуляторов при 10 ч режиме разряда. Внутреннее сопротивление аккумуляторов СК-1, СЗ-1 в заряженном состоянии равно 0,0046 Ом, в разряженном — 0,06 Ом.

Внутреннее сопротивление аккумуляторов с большими номерами находят как результат деления приведенных значений на номер аккумулятора.

Саморазряд аккумуляторов, отключенных от сети, за 14 сут не должен превышать 14%, за 28 сут — 23%.

Аккумуляторы поставляют без электролита с незаряженными электродами, причем открытого исполнения — в разобранном виде, а закрытого — в собранном.

Стеклянные баки аккумуляторов СЗ плотно закрыты эбонитовой крышкой, через которую выведены контактные болты. Для заливки электролита в центре крышки предусмотрено отверстие, закрываемое эбонитовой пробкой.

В комплект поставки аккумуляторов входят электроды, баки, сепараторы, держатели, подпорные стекла и желобки, соединительные полосы (в том числе и с кабельными наконечниками), пружины, изоляторы для установки аккумуляторов на стеллажи, подкладки для выравнивания баков при монтаже, свинцово-сурьмянистый сплав для пайки аккумуляторов.

Устанавливают стационарные аккумуляторы в специально приспособленных для этой цели производственных помещениях на постах. Стены и потолок помещения, двери, оконные переплеты, металлические конструкции, стеллажи и другие части, предназначенные для размещения аккумуляторов, должны быть окрашены кислотоупорной краской. Вентиляционные короба должны быть окрашены с наружной и внутренней стороны.

Гарантийный срок хранения аккумуляторов в сухом виде 1 год с момента изготовления. Ориентировочные сроки службы в умеренном климате в эксплуатации при буферном режиме 10 лет, в режиме постоянного подзаряда — 20 лет.

Аккумуляторы АБН переносные закрытые автоблокировочные свинцовые; изготавливаются двух типов: АБН-72 и АБН-80; применяются в составе аккумуляторных батарей напряжением 12—28 В для обеспечения резервного питания устройств СЦБ на участках, оборудованных автоблокировкой, автоматической переездной сигнализацией, в составе контрольных батарей напряжением 24 В в устройствах ЭЦ малых станций и др.

Расшифровка условных обозначений этих аккумуляторов такова: АБ — автоблокировочные, Н — с намазными электродами, 72 и 80 — номинальная емкость аккумуляторов при 25-часовом режиме разряда в ампер-часах. Номинальное напряжение аккумуляторов 2,0 В.

Таблица 2- Электрические параметры аккумуляторов

Параметр	Режим разряда, ч	Ток разряда, А	Емкость, А·ч, не менее
АБН-72	25	2,9	72
	12	5	60
	5	10	50
АБН-80	25	3,2	80
	12	5,5	66
	5	11	55

Основные электрические параметры аккумуляторов при средней температуре электролита 25 °С приведены в табл. 2.

Приведенные в табл. 2 значения емкостей аккумуляторов гарантируются при плотности электролита в начале разряда (1,24±0,005) г/см³; конечном напряжении при

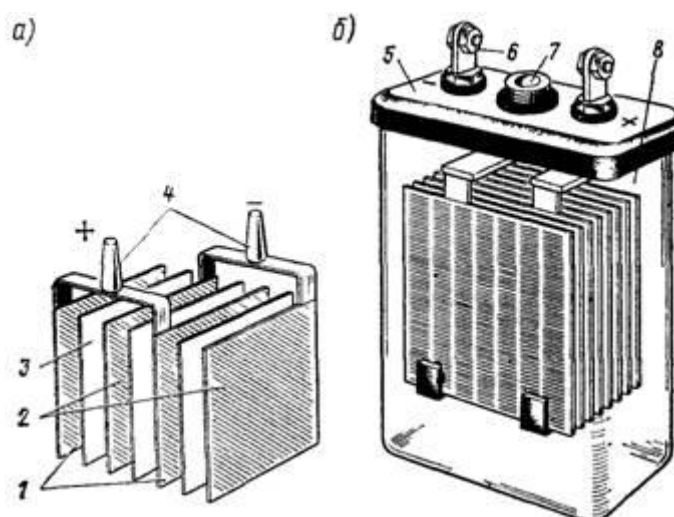
разряде не ниже 1,75 В в 5-часовом режиме разряда, 1,8 В — в 12- и 25-часовом режиме разряда; не позднее шестого цикла (на первом цикле емкость аккумуляторов должна быть не менее 70% указанной в табл. 2).

При температуре электролита —10°С емкость аккумуляторов АБН должна быть не менее 40% емкости,, приведенной в табл. 2.

В течение 5—10 с аккумуляторы АБН-72 допускают нагрузки током до 20 А, аккумуляторы АБН-80 — до 30 А. Саморазряд аккумуляторов, отключенных от сети,, при температуре воздуха (25±10)°С за 14 сут не должен превышать 20%, за 28 сут — 28%. Максимальный ток заряда аккумуляторов АБН равен 9 А.

Аккумуляторы поставляют в сухом незаряженном состоянии в собранном виде в баках из прессованного стекла (АБН-72) и полиэтилена (АБН-80). В комплект поставки аккумуляторов входят также перемычки со свинцовыми наконечниками, служащие для соединения выводов аккумуляторов между собой.

Основными элементами аккумулятора (рис. 11) являются плоские положительные 1 и отрицательные 2 электроды с токоотводами 4, погружаемые в электролит. Электроды представляют собой свинцовые пластины или решетки, называемые поверхностными или намазными.



а — электроды; б — банка АБН-72

Рисунок 11-Свинцовый аккумулятор

Решетку заполняют активным материалом — двуоксидом свинца у положительных электродов и губчатым свинцом у отрицательных. Активный материал у поверхностных электродов формируют предварительной электрохимической обработкой. Во избежание короткого замыкания между электродами соседние пластины электродов разделены

сепараторами 3, представляющими собой тонкие пористые пластинки из кислотостойкого материала. Каждая банка 8 закрыта крышкой 5, на которой укреплены выводы 6 и имеется отверстие 7 для заливки электролита. Отверстие закрывается пробкой, имеющей резьбу со специальными каналами для газообмена при эксплуатации аккумуляторов. Между крышкой и электродами размещена защитная сетка из кислотостойкой пластмассы.

Аккумуляторы АБН предназначены для работы при температуре окружающей среды от -50 до $+55$ °С при температуре электролита не ниже -10 °С. Гарантийный срок хранения аккумуляторов в сухом виде 1 год с момента изготовления; срок службы аккумуляторов при эксплуатации в буферном режиме 3 года, при наработке 200 циклов для АБН-72 и 275 циклов для АБН-80 — 2 года.

Размещают аккумуляторы АБН в батарейных шкафах и ящиках, внутренние поверхности которых и деревянные полки пропитаны и окрашены кислотостойкой краской, а также в специально приспособленных для этой цели производственных помещениях на постах ЭЦ.

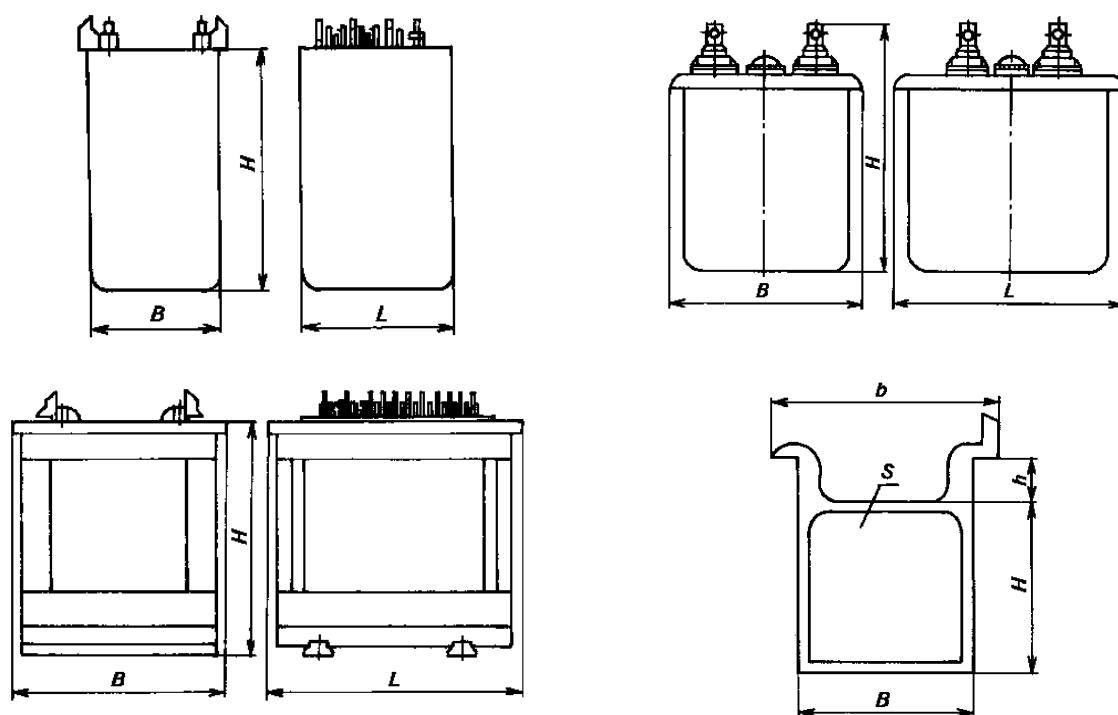


Рисунок -12-состав аккумуляторной батареи

Общие сведения

Аккумуляторы изготавливаются открытого и закрытого исполнения с электродами большой поверхности и предназначены для работы на стационарных установках в качестве источника постоянного тока на электрических станциях и подстанциях,

телеграфных и телефонных узлах связи. Аккумуляторы используются также для обеспечения питания основной и аварийной аппаратуры во время возможных перерывов в энергоснабжении от основных источников питания. Стационарные аккумуляторы используются также для обеспечения пиковых токов при резких колебаниях нагрузки.

Аккумуляторы могут объединяться в аккумуляторные батареи различной емкости.

Структура условного обозначения

СК-Х, СЗ-Х, СКЭ-Х, СЗЭ-Х:

- СК - стационарный, для коротких режимов разряда;
- СЗ - стационарный, для длительных режимов разряда, закрытого исполнения;
- СКЭ - стационарный, для коротких режимов разряда, в эбонитовом баке;
- СЗЭ - стационарный, для длительных режимов разряда, закрытого исполнения, в эбонитовом баке;
- Х - номер аккумулятора (частное от деления значения величины номинальной емкости данного типа аккумулятора, А·ч, на 36 - номинальная емкость аккумулятора типа СК-1, А·ч, соответствующая 10-часовому режиму разряда).

Режимы работы АБ

Применяются два режима работы аккумуляторных батарей: заряд-разряд и постоянный подзаряд.

Режим заряд-разряд характеризуется тем, что после заряда аккумуляторной батареи зарядное устройство отключается и батарея питает постоянную нагрузку (лампы сигнализации, приборы управления), периодически кратковременную нагрузку (электромагнитные приводы выключателей) и аварийную нагрузку. Разряженная до определенного напряжения батарея вновь подключается к зарядному агрегату, который, заряжая батарею, одновременно питает нагрузку.

Для батареи, работающей по методу заряд-разряд, один раз в три месяца производится уравнивающий заряд (перезарядка).

Режим постоянного подзаряда заключается в следующем. Батарея непрерывно подзаряжается от подзарядно-го агрегата, и поэтому она находится в любой момент в состоянии полного заряда. Толчковые нагрузки, возникающие в сети постоянного тока

(например при действии электромагнитных приводов высоковольтных выключателей или быстродействующих автоматических выключателей), воспринимает аккумуляторная батарея.

Один раз в месяц батарея, работающая в режиме постоянного подзаряда, должна быть заряжена от зарядного агрегата.

Сравнивая между собой два режима работы аккумуляторной батареи, можно указать на следующие преимущества режима постоянного подзаряда. Износ пластин батареи, работающей в режиме постоянного подзаряда, значительно меньше, чем у батареи, работающей в режиме заряд-разряд. Батарея в режиме постоянного подзаряда всегда готова к работе, чего нельзя сказать о батарее, работающей в режиме заряд-разряд. Здесь может случиться, что от разряженной батареи, приготовленной к включению на заряд, вдруг потребуется мощность, которую батарея дать не может. Поэтому аккумуляторные батареи преимущественно работают в режиме постоянного подзаряда.

Условия эксплуатации

Аккумуляторы имеют климатические исполнения (УХЛ - для аккумуляторов типов СК, СКЭ; Т - для аккумуляторов типа СЗ) и категорию размещения по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543-70.

Аккумуляторы соответствуют требованиям ГОСТ 26881-86 и техническим условиям ТУ 16-87 ИКШЖ 563310.001 ТУ.

Аккумуляторы должны храниться в соответствии с требованиями ГОСТ 23216-78 без электролита в закрытых помещениях на стеллажах в вертикальном положении защищенными от воздействия солнечных лучей, причем аккумуляторы закрытого исполнения изготавливаются с плотно закрытыми пробками.

Условия хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе Ж2 по ГОСТ 15150-69, но при температуре окружающего воздуха от минус 40 до 50°C.

Расстояние от отопительных приборов должно быть не менее 1 м.

Совместное хранение со щелочными аккумуляторами не допускается. Не допускается также хранение щелочи в одном помещении со свинцовыми аккумуляторами. ГОСТ 26881-86, ТУ 16-87 ИКШЖ 563310.001 ТУ

Гарантийные сроки: общий срок службы аккумуляторов не менее 20 лет при условии постоянного подзаряда; срок хранения - 1 год со дня изготовления; срок эксплуатации аккумуляторов - 4 года с момента ввода в эксплуатацию.

Свинцовый аккумулятор состоит из следующих основных частей:

- -положительных электродов поверхностной конструкции, где активным веществом токообразующих реакций является двуокись свинца;
- отрицательных электродов коробчатой конструкции, в которых активное вещество - губчатый свинец;
- электролита - водного раствора серной кислоты;
- сепараторов;
- сосудов (баков);
- токоведущих частей и деталей крепления.

Аккумуляторы выпускаются в стеклянных, эбонитовых и деревянных, выложенных свинцом баках. В стеклянных и эбонитовых баках электроды подвешиваются ушками на верхние кромки бака, в деревянных баках на опорные стекла. Ушки электродов привариваются к соединительным выводам, с помощью которых аккумуляторы соединяются в батарею.

Для изоляции соседних электродов друг от друга в аккумуляторах СК применяются сепараторы из мипласта или других кислотостойких материалов, вставляемые в полиэтиленовые держатели, а в аккумуляторах СЗ - в виде эбонитовых рамок.

Эти сепараторы не требуют замены в течение всего срока службы аккумуляторов.

Для уплотнения блока электродов применяются винипластовые пружины, устанавливаемые между крайними отрицательными электродными и торцевыми стенками баков. В аккумуляторах с деревянными баками эти пружины изолируют крайние электроды от свинцовой футеровки (обкладки) бака.

Для заливки собранных аккумуляторов применяется электролит - водный раствор серной кислоты плотностью $1,18 \pm 0,005$ г/см³ (при температуре 20°C). Температура заливаемого электролита должна быть также не выше 20°C.

Электролит для заливки аккумуляторов готовится из серной аккумуляторной кислоты ГОСТ 667-73 не ниже первого сорта и дистиллированной воды ГОСТ 6709-72.

Для приготовления электролита применяют стойкую к действию серной кислоты посуду (керамическую, пластмассовую, эбонитовую, освинцованную), в которую заливают сначала воду, а затем при непрерывном перемешивании серную кислоту.

Вливать воду в концентрированную серную кислоту запрещается во избежание несчастного случая.

При приготовлении электролита и заливке аккумулятора необходимо одевать очки, резиновые перчатки, резиновые сапоги, фартук или костюм из кислотостойкого материала.

При случайном попадании брызг серной кислоты на кожу немедленно, до оказания медицинской помощи, осторожно снимают кислоту ватой, промывают пораженные места обильной струей воды и затем 5%-ным раствором кальцинированной соды или аммиака.

В процессе эксплуатации необходимо периодически производить доливку дистиллированной воды в аккумулятор при понижении уровня электролита до 0,5-1,0 см над верхними кромками электродов.

При эксплуатации аккумулятора в режиме "заряд-разряд" доливка дистиллированной воды производится в верхнюю часть сосуда, а в режиме постоянного подзаряда доливку дистиллированной воды в аккумулятор можно производить как в верхнюю часть сосуда, так и в нижнюю (придонную). Доливка воды в придонную часть сосуда предпочтительнее, так как позволяет быстрее выравнивать плотность электролита.

Периодичность доливок зависит от температуры и влажности воздуха в аккумуляторном помещении и лежит в пределах 10-40 дней.

После заливки аккумуляторов батареи электролитом необходимо оставить ее в спокойном состоянии на время от 2 до 4 ч. Затем после проверки положительных и отрицательных полюсов батареи и определения полюсов у источников тока, батарея включается на первый заряд.

Общая продолжительность заряда составляет:

- для аккумуляторов с электродами И-1 - 46 ч 20 мин;
- для аккумуляторов с электродами И-2 - 65 ч;
- для аккумуляторов с электродами И-4 - 72 ч при условии, что во время

заряда температура не превышала 40°C.

В конце заряда плотность электролита, приведенная к плотности электролита при температуре 20°C, должна составить $1,205 \pm 0,005$ г/см³.

Последующие заряды производятся после снижения емкости батареи не позднее, чем через 12 ч после окончания разряда.

В зависимости от имеющегося зарядного устройства, условий эксплуатации батареи и допустимой продолжительности заряда он может проводиться по одному из следующих способов:

- 1) при постоянной силе тока продолжительностью 7-12 ч;
- 2) плавно убывающим током продолжительностью 7-8 ч;
- 3) при постоянном напряжении в течение нескольких суток;
- 4) модифицированный заряд при постоянном напряжении в течение нескольких

суток.

Заряд считается оконченным, когда напряжение и плотность электролита в аккумуляторах перестанут увеличиваться в течение часа, а все аккумуляторы быстро "закипают", т.е. наблюдается обильное газовыделение сразу же при включении зарядного тока после 0,5-1-часового перерыва.

Разряд аккумуляторной батареи может проводиться силой тока не выше максимальной, указанной в табл. 3, при этом ни в коем случае не следует брать от батареи емкость, превышающую гарантированную при соответствующем режиме разряда.

При разряде током 3-часового и более длительных режимов батарею можно разряжать до тех пор, пока напряжение на отдельных аккумуляторах не понизится до 1,8 В, при разрядах же током одно- и двухчасового режимов разряд должен прекращаться при снижении напряжения на отдельных аккумуляторах до 1,75 В.

При разряде батареи малыми токами нельзя определять окончание разряда по напряжению. В этом случае конец разряда определяется по плотности электролита. Разряд батареи следует считать законченным при снижении плотности на 0,03-0,06 г/см³ по сравнению с плотностью в начале разряда.

Аккумуляторные батареи эксплуатируются, как правило, в режиме постоянного подзаряда. В этом режиме увеличивается срок службы аккумуляторов и упрощается их обслуживание.

Перед вводом батареи в эксплуатацию должно быть обязательно проведено до четырех тренировочных циклов "заряд-разряд" для получения от нее гарантированной емкости. В противном случае часть емкости может быть безвозвратно утрачена. Однако в дальнейшем эксплуатация аккумуляторов в режиме постоянного подзаряда осуществляется без тренировочных циклов "заряд-разряд" и перезарядов.

В режиме постоянного подзаряда необходимо поддерживать напряжение $2,20 \pm 0,05$ В на аккумулятор для компенсации саморазряда и поддержания батарей в полностью заряженном состоянии.

Контроль за состоянием батареи осуществляется путем систематических наблюдений за напряжением на батарее и аккумуляторах, за уровнем, плотностью и температурой электролита, а также путем проведения контрольных разрядов. Измерения напряжения, плотности и температуры электролита аккумуляторов должны производиться не реже одного раза в месяц, с помощью Прибора Ареометр.

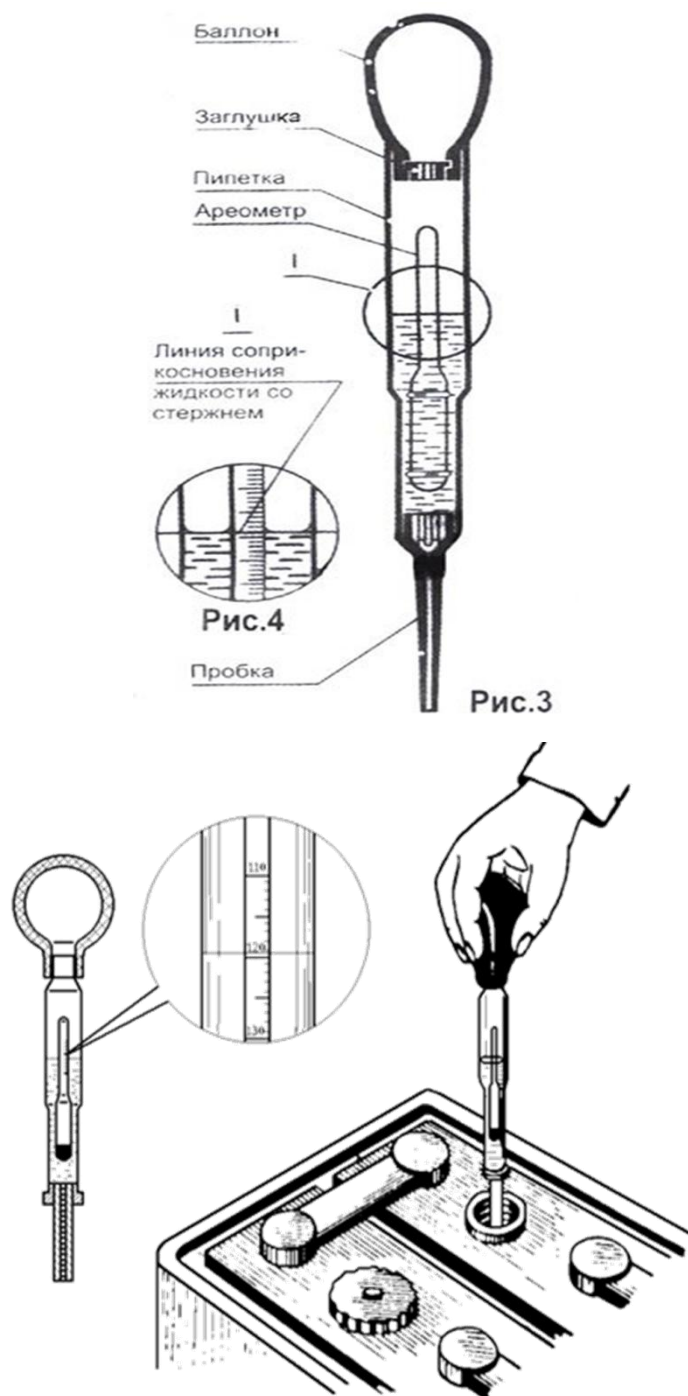
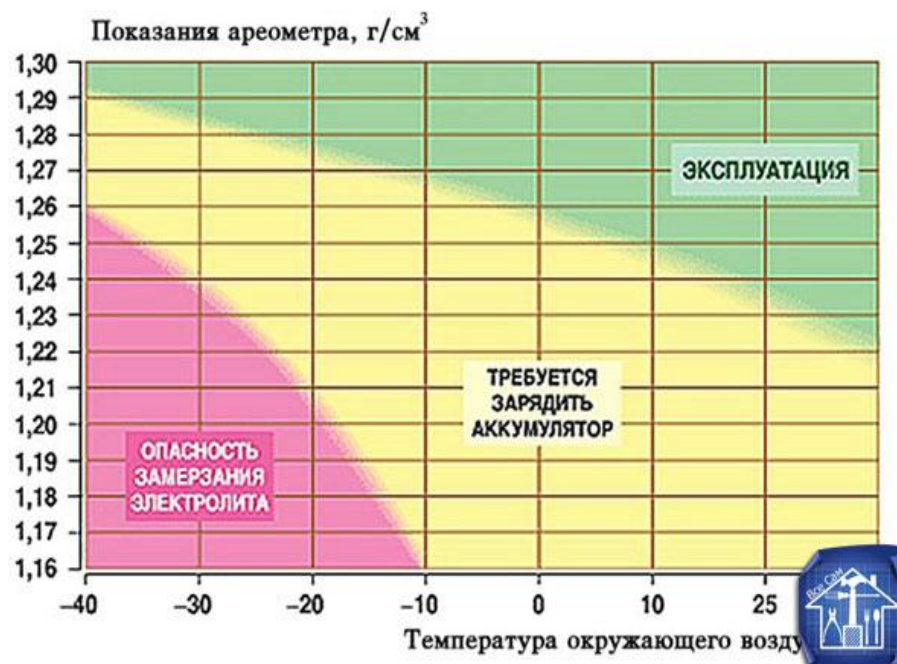


Рисунок 13- Работа с Ареометром



Контрольные разряды, предназначенные для определения фактической емкости батареи, целесообразно проводить 1 раз в 1-2 года, а также при возникновении подозрения в том, что батарея потеряла емкость.

Неисправности Аккумуляторов

Сульфатация пластин

Характерные неисправности, возникающие в процессе эксплуатации батарей, - это сульфатация электродов аккумуляторов и межэлектродные короткие замыкания.

Сульфатация аккумулятора заключается в том, что активная масса отрицательных электродов переходит в пескообразное состояние, а положительные электроды (особенно их поверхность) твердеют и покрываются кристаллическим налетом сернокислого свинца, закрывающим поры и препятствующим кислоте проникать в толщу электрода. Следствием сульфатации является потеря емкости аккумуляторов. Непринятие своевременных мер для устранения сульфатации влечет за собой окончательную порчу аккумулятора и выход его из строя.

Основная причина сульфатации - неправильный (недостаточный или несвоевременный) заряд аккумуляторной батареи. Для ее устранения используется режим лечебных процессов.

Короткое замыкание

Положительные и отрицательные электроды в аккумуляторе должны быть совершенно изолированы друг от друга, т.е. между ними не должно быть никакого металлического или иного проводящего тока соединения. Эта изоляция осуществляется в

аккумуляторе сепарацией. Однако нередки случаи, когда между разноименными электродами, несмотря на наличие сепараторов, образуется токопроводящее соединение, именуемое коротким замыканием.

Основными причинами коротких замыканий служат:

- 1) коробление положительных электродов;
- 2) износ и разрушение сепарации;
- 3) образование контактных "мостиков" за счет оторвавшихся от электродов частиц свинцовой сетки, которые образуют места отложения от пластин свинцовых частиц;
- 4) замыкание нижних кромок электродов через шлам на дне бака;
- 5) попадание кусочков металла между электродами.

Короткое замыкание обнаруживается во всех случаях тем, что неисправный аккумулятор при заряде "отстает" от других аккумуляторов; имеет более низкое напряжение и меньшую плотность электролита, почти или совсем не изменяющуюся. Поэтому важно в конце заряда измерить напряжение и плотность электролита у всех аккумуляторов в отдельности, а также понаблюдать, равномерно и одновременно ли начинается газообразование во всех аккумуляторах батареи.

Короткое замыкание влечет за собой саморазряд аккумуляторов, в результате которого может произойти глубокая сульфатация электродов и непосредственное разрушение их в месте образования короткого замыкания. Поэтому всякое короткое замыкание между электродами аккумулятора должно быть немедленно устранено.

Если аккумуляторная батарея выводится на значительное время из работы, она должна быть предварительно заряжена.

На все время бездействия батарея должна быть отключена от шин путем снятия плавких вставок из предохранителей или отключения подводящих концов шин. Во время бездействия батареи необходимо вести регулярное наблюдение за уровнем электролита, не допуская его понижения, и свое-временно доливать батарею дистиллированной водой.

Для восстановления емкости, потерянной от саморазряда, один раз в два месяца батарею следует зарядить в порядке, описанном выше.

Технология приготовления и заливки электролита в аккумуляторы, их заряда и разряда, регламентные и поверочные работы более подробно изложены в "Техническом описании и инструкции по эксплуатации" (ФА3.543.073 ТО). Аккумуляторы открытого исполнения поставляются потребителю в разобранном виде отдельными деталями (электроды, баки, сепараторы и др.) с незаряженными электродами, аккумуляторы закрытого исполнения - в собранном виде. В первом случае сборка аккумуляторов производится на месте эксплуатации.

В комплект поставки входят: все детали, необходимые для монтажа батарей (согласно конструкторской документации); инструкция по эксплуатации и техническое описание (на каждую партию аккумуляторов). По согласованию с изготовителем поставляются отдельные электроды.

Транспортирование аккумуляторов производят в соответствии с требованиями ГОСТ 23216-78 всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

Условия транспортирования аккумуляторов в части воздействия механических факторов - по группе условий транспортирования Л ГОСТ 23216-78 и групп С или Ж ГОСТ 23216-78 для аккумуляторов, поставляемых на экспорт; в части воздействия климатических факторов внешней среды - по группе условий хранения Ж2 ГОСТ 15150-69.

Транспортирование аккумуляторов закрытого исполнения производится в вертикальном положении.

Аккумуляторные помещения.

Аккумуляторные батареи размещают в специальном помещении — аккумуляторной. Пол аккумуляторного помещения делают стойким к воздействию электролита и рассчитывают на нагрузку, создаваемую весом установленных аккумуляторных батарей. На верхнее покрытие пола наносят два слоя специального электролиτοупорного асфальта или один слой асфальта и кладут метлахские плитки. Если пол сделан из асфальта, то тумбочки стеллажей устанавливают на электролиτοупорные плитки, которые располагают на цементной подушке. Если пол покрыт метлахскими плитками, тумбочки ставят непосредственно на пол. Стены аккумуляторного помещения штукатурят и окрашивают электролиτοупорной эмалью. Для предохранения аккумуляторов от нагревания прямыми солнечными лучами оконные стекла делают матовыми или покрывают их тонким слоем светлой краски. Высота аккумуляторного помещения должна быть не менее 2,2 м при установке аккумуляторов на одноярусных стеллажах и не менее 2,8 м при установке аккумуляторов на двухъярусных стеллажах. Рядом с аккумуляторной находится комната площадью не менее 6 м² для хранения кислоты, дистиллированной воды, запасных частей и принадлежностей для приготовления электролита. Здесь же устанавливают водопроводный кран для промывки аккумуляторов и вспомогательного оборудования. На входной двери в аккумуляторное помещение вешаются таблички «Аккумуляторная», «С огнем не входить», «Курение запрещено».

Размещение оборудования.

Стеллажи в аккумуляторной размещают так, чтобы к каждому аккумулятору был свободный доступ для осмотра, доливки электролита или воды и для работы по текущему ремонту. Между стеллажами оставляют проходы шириной не менее 1 м. Стеллажи должны отстоять от отопительных приборов на расстоянии не менее 1 м. Батареи размещают на стеллажах таким образом, чтобы при их обслуживании была устранена возможность одновременного случайного прикосновения к двум точкам, между которыми имеется напряжение более 250 В. Щелочные и кислотные аккумуляторы располагаются в разных аккумуляторных помещениях. В аккумуляторном помещении проводку выполняют кабелем марки ВРГ с медными жилами и резиновой изоляцией, в полихлорвиниловой оболочке без наружного покрова. Кабели прокладывают в металлических трубах под полом аккумуляторной. При выходе из-под пола концы труб заливают гидроном.

Вентиляция, отопление и освещение.

Для удаления выделяющихся из аккумуляторов водорода и кислорода, которые образуют взрывоопасную смесь — гремучий газ, а также захватываемых этими газами мельчайших частиц серной кислоты в аккумуляторном помещении устраивают приточно-вытяжную вентиляцию, обеспечивающую 5— 10-кратный обмен воздуха в час в зависимости от числа и типа установленных аккумуляторов и размеров помещения. Вытяжные каналы вентиляционной системы аккумуляторных не должны сообщаться с дымоходами или общей вентиляционной системой. Они обычно заканчиваются вытяжной трубой, возвышающейся на 1,5 м над крышей. В аккумуляторных категорически запрещается открывать окна, так как поступающий воздух может быть засорен пылью и газами. В аккумуляторной должна поддерживаться температура от +15 до +35 °С. Для подогрева воздуха применяют паровое или водяное отопление. Искусственное освещение аккумуляторного помещения должно обеспечивать освещенность не менее 40 лк. Во избежание взрыва газа применяют газонепроницаемые и взрывобезопасные светильники, а выключатели и штепсельные розетки для переносных ламп устанавливают перед входом в аккумуляторное помещение.

Приготовление электролита для заливки аккумуляторов.

Электролитом для заливки свинцовых аккумуляторов служит водный раствор серной кислоты плотностью 1,18—1,22 г/см³, приготовленный смешиванием

аккумуляторной кислоты сорта А (плотностью 1,83 г/см³ при температуре +15 °С) с дистиллированной или равноценной ей по чистоте водой.

При приготовлении электролита кислоту во избежание интенсивного нагрева раствора наливают тонкой струей из фарфоровой или эбонитовой кружки в фарфоровый или другой кислото- и термостойкий сосуд, наполненный дистиллированной водой. Раствор при этом все время перемешивают стеклянным стержнем или трубкой из кислотостойкой пластмассы. Обратный порядок заливки кислоты не допускается. Аккумуляторы заливают охлажденным электролитом с температурой не выше +30 °С.

Новые стационарные аккумуляторы С, СК, СЗ заливают электролитом плотностью 1,18 г/см³, аккумуляторы АБН — плотностью 1,21 г/см³.



Рисунок 14- Приготовление электролита

Тема 2.1.5 Защита цепей электропитания устройств от перенапряжений и токов короткого замыкания

Схемы камер, предназначенных для электроснабжения ВЛ СЦБ напряжением 6, 10 кВ, должны предусматривать максимальную токовую защиту, а также защиту от минимального напряжения и однофазных замыканий на «землю». Для повышения надежности и качества электроснабжения целесообразно устанавливать также защиту от неполнофазного режима с действием на отключение выключателя.

Помимо указанных защит, схемы камер питания ВЛ СЦБ должны иметь устройства автоматического повторного включения (АПВ) и автоматического включения резерва

(АВР). Полное время цикла отключения выключателей, последующего АВР на соседнем пункте питания и АПВ на основном пункте питания должно быть не более 1,3 с.

Защита от токов к.з. и перегрузок линейных трансформаторов осуществляется на стороне низкого напряжения в одном из проводов автоматическим выключателем типа АВМ или предохранителем на номинальный ток, равный номинальному току низковольтной обмотки трансформатора в соответствии с данными таблицы.

Для исключения перегрева и повреждения линейных трансформаторов при устойчивом к.з. с низкой стороны необходимо, чтобы в период прерывистого действия АВМ время его включения в 3 раза превышало время отключения и находилось в пределах 60 — 90 с при температуре окружающего воздуха 20 °С.

Для защиты оборудования пунктов питания от перенапряжений устанавливаются ограничители перенапряжений (ОПН). В зависимости от типа пункта питания их подключают по схемам, приведенным на рисунке 1 — 4 рисунка 15, рисунок 16. Допускается эксплуатация существующих разрядников (РВП и др.).

Каждая кабельная вставка в воздушную линию напряжением свыше 1000 В независимо от ее длины защищается по обоим концам тремя ОПН или вентильными разрядниками (рисунок 17). При этом, если вставку устанавливают через разъединители, то ОПН или вентильные разрядники присоединяют к проводам линии до разъединителей (считая по направлению от воздушной линии к кабелю). Заземленные выводы разрядников, муфту (воронку), броню и оболочку кабеля на концах соединяют между собой и с отдельными заземлителями R, устраиваемыми у каждой опоры. Сопротивления заземления этих заземлителей не должно превышать 10 Ом.

При треугольном расположении проводов ВЛ СЦБ, ВЛ ПЭ линейные трансформаторы присоединяют на всем протяжении плеча питания, как правило, к двум нижним проводам линии. Для их защиты от перенапряжений на той же опоре, где смонтирован линейный трансформатор, устанавливают два ОПН или вентильных разрядника. Их присоединяют к тем же проводам линии, что и трансформаторы, согласно рисунка 16.

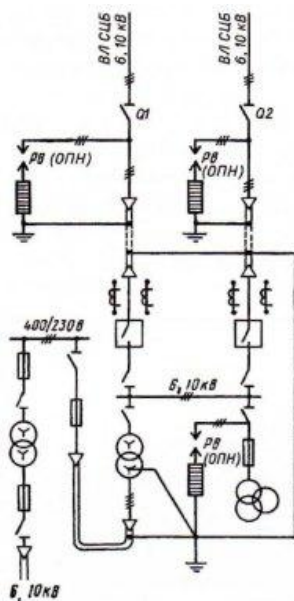


Рис. 1. Схема защиты от перенапряжений трансформаторной подстанции с кабельными выводами

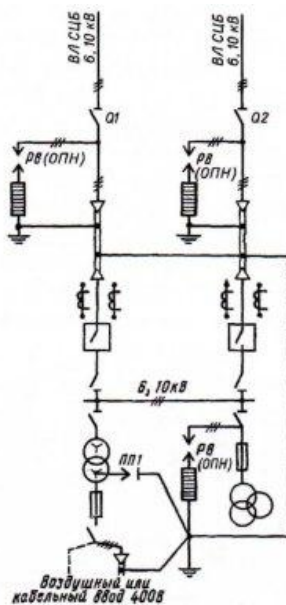


Рис. 2. Схема защиты от перенапряжений трансформаторной подстанции с воздушными выводами

Номинальный ток защиты от короткого замыкания в зависимости от мощности линейного трансформатора

Мощность линейного трансформатора, кВ·А	Номинальное напряжение вторичной обмотки, В	Номинальный ток вторичной обмотки, А	Номинальный ток плавкой вставки или выключателя, А
0,63(0,66)	110	5,48(5,75)*	5
	220	2,75(2,87)*	2,5
1,25(1,2)	110	10,9(10,4)**	10
	220	5,45(5,2)**	5
4	220	17,4	15

* Приведенные в скобках данные соответствуют мощности 0,66 кВ·А

** Приведенные в скобках данные соответствуют мощности 1,2 кВ·А

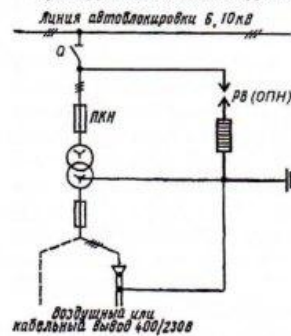


Рис. 3. Схема защиты от перенапряжений трансформаторной подстанции с кабельными выводами и высоковольтным вводом

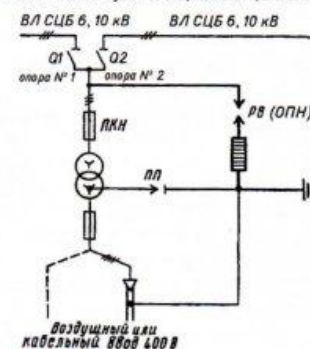


Рис. 4. Схема защиты от перенапряжений мачтовой трансформаторной подстанции с двумя разъединителями

Рисунок 15- Схемы защиты

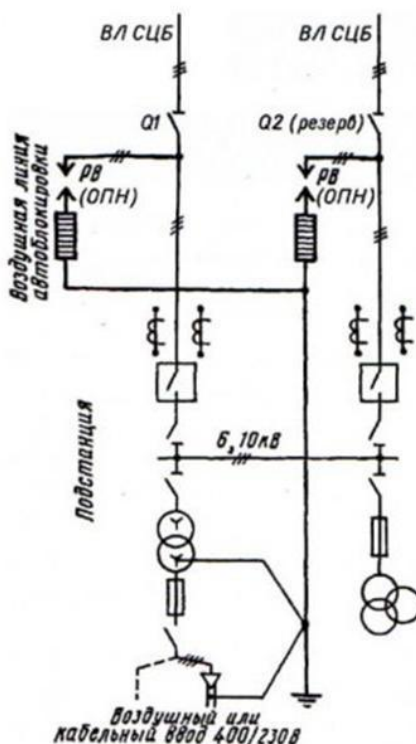


Схема защиты от перенапряжений мачтовой трансформаторной подстанции с одним разъединителем

Рисунок 16- Схема защиты



Рисунок 17- Схема защиты

При применении линейных трансформаторов типа ОМ (см. рис.18) для обеспечения безопасности персонала, обслуживающего низковольтные цепи автоблокировки, в случае пробоя или нарушения изоляции между высоковольтной и низковольтной обмотками устанавливают пробивной предохранитель (ПП) или искровой промежуток с пробивным напряжением 1000 — 1600 В. Один вывод вставки присоединяют к корпусу трансформатора, а другой — обязательно к тому из выводов х1,

х2 или х3 вторичной обмотки трансформатора, к которому присоединен отходящий в кабельный ящик провод ПХ. При этом автоматический выключатель АВМ, устанавливаемый в кабельном ящике, включается в провод ОХ, идущий от вывода а1 или а2 вторичной обмотки трансформатора, а не в провод ПХ.

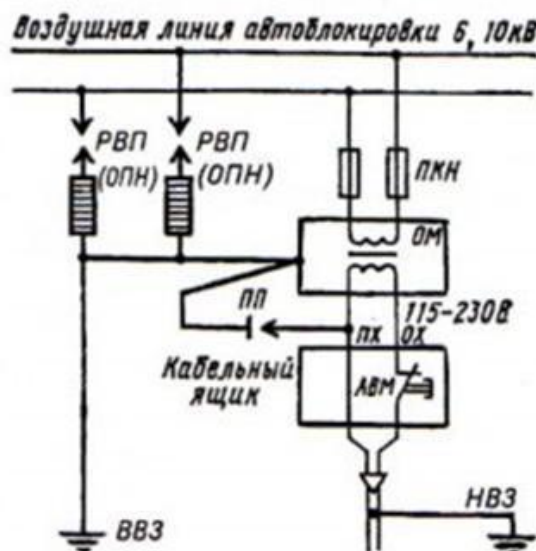


Схема защиты линейного трансформатора ОМ от перенапряжений

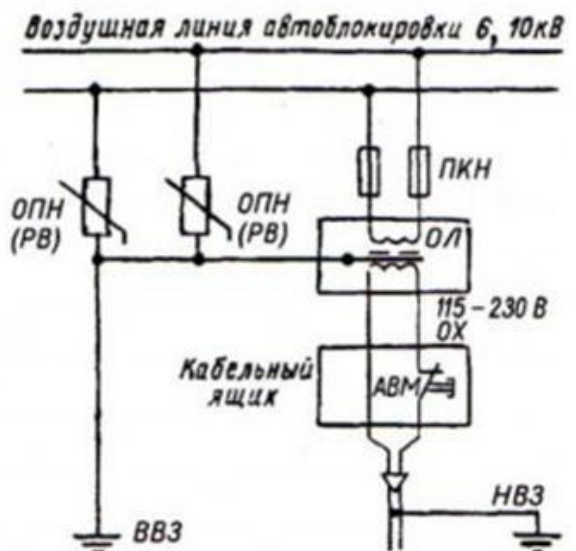


Схема защиты линейного трансформатора типа ОЛ от перенапряжений

Рисунок 18- Схемы защиты

В схемах с линейными трансформаторами типа ОЛ пробивной предохранитель не устанавливают, а металлический экран, находящийся между высоковольтной и низковольтной обмотками, заземляют на высоковольтный заземлитель (см. рис. 18).

Возможности совершенствования защиты устройств от перенапряжений

На страницах журнала «Автоматика, связь, информатика» (2008 г., № 12, 2009 г., № 7,8) рассматривались проблемы построения эффективной системы защиты устройств ЖАТ от перенапряжений. Реальный эффект от ее создания на базе современных аппаратных средств можно получить только при комплексном подходе. Одними из наиболее проблемных вопросов для реализации такого подхода являются несогласованность параметров защиты по высоковольтной и низковольтной сторонам вследствие ведомственной разобщенности, а также отсутствие в устройствах ЖАТ промышленной системы заземлений.

В первом случае дистанции энергоснабжения и СЦБ преследуют разные цели. Цель энергетиков - защита изоляции высоковольтных линий и, как следствие, уменьшение числа аварийных отключений. Основная цель эсцбистов - защита непосредственно устройств ЖАТ, в том числе микропроцессорных. Она реализуется обеспечением максимального энергопоглощения импульсов перенапряжения на высоковольтной стороне, уменьшением крутизны их фронтов, а также снижением вероятности трансформации импульсов на низковольтную сторону с неприемлемо большими амплитудами. Еще одна проблема - подавление поперечных перенапряжений по высоковольтной стороне, поскольку сегодня ее решением на ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ никто не занимается.

Следует отметить, что основной концепцией существующих руководящих указаний (РУ) по защите устройств ЖАТ от перенапряжений, реализованных в виде жестких схмотехнических решений без возможности их корректировки с учетом реальной электромагнитной обстановки на объектах, является защита изоляции монтажа, а не устройств непосредственно. Практически отсутствует возможность построения защиты с учетом ее быстродействия, многокаскадности и максимально возможного энергопоглощения. Но ведь именно эти показатели являются ключевыми для защиты современных микропроцессорных устройств.

Эти документы, являющиеся базовой основой для разработки методических указаний по проектированию схем защиты устройств ЖАТ, не дают возможности проектировщикам и эксплуатационному штату влиять на ситуацию даже в случае явного

несоответствия мощности защиты реальным условиям эксплуатации. Результаты такого положения дел хорошо известны.

Кроме того, стремительное развитие современной элементной базы микропроцессорных систем требует постоянного совершенствования их защиты от перенапряжений вследствие использования все более тонких технологий. Учитывая, что все редакции упомянутых руководящих указаний без каких-либо корректировок действуют 15-20 лет, указанные в них правила в условиях постоянного (примерно каждые 1,5-2 года) обновления элементной базы микропроцессорных устройств неприменимы и являются дестабилизирующим фактором для разработки и эксплуатации новых устройств ЖАТ. Они не дают возможности замены морально устаревшей элементной базы систем защиты от перенапряжений на их современные аналоги, совершенствующиеся, как правило, каждые 4-5 лет.

Проблема защиты от перенапряжений со стороны рельсовых цепей - отдельная тема и в рамках этой статьи не рассматривается.

Нужно сказать, что если для напряжений свыше 1 кВ отечественные производители выпускают широкий ассортимент вполне конкурентоспособных даже на внешнем рынке ограничителей перенапряжений (ОПН), то устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) с параметрами и конструктивом, удовлетворяющими современным требованиям, для напряжений менее 1кВ ими практически не производятся. На текущий момент преимущественно вся защита от перенапряжений устройств СЦБ по низковольтной стороне (38Q-220 В) строится на основе морально и технически устаревшей элементной базы - ВОЦШ, ВОЦН, РВНШ, РКН и РВН-0,5.

Как правило, большинство отечественных УЗИП представляют собой примитивную неремонтопригодную конструкцию на основе дискового варистора и двух приваренных к его боковой поверхности болтов. Они не имеют в своем составе средств диагностики собственного состояния и устройства теплового отключения для защиты варистора при его неисправности, которое существенно снижает вероятность возникновения пожара в защищаемых устройствах.

В основе современной идеологии защиты, подтверждаемой стандартами МЭК и соответствующими ГОСТами, разработанными на их основе, лежит концепция зонной защиты. При этом все оборудование делится на зоны по степени подверженности устройств воздействию импульсов напряжений и токов, возникающих в питающей сети и линейных цепях, а также импульсного электромагнитного поля, непосредственно воздействующего на устройства. На границах зон предусматривается ограничение импульсов перенапряжений и электромагнитного поля до допустимых уровней.

Применительно к территориально распределенным устройствам ЖАТ выделяются пять зон однородной электромагнитной обстановки: 0А, 0В, I, II и III.

В зоне 0А каждый объект может подвергаться прямому удару молнии и через него может протекать полный ток молнии. В этой зоне электромагнитное поле имеет максимальное значение.

В зонах 0В, I и II объекты не подвергаются прямому удару молнии. Но в зоне 0В на объекты воздействует электромагнитное поле максимальной величины.

В зоне I ток импульса перенапряжения во всех проводящих элементах внутри зоны меньше, чем в зонах 0А и 0В, и электромагнитное поле может быть ослаблено экранированием, а на объекты зоны II действует более ослабленное по сравнению с зоной I электромагнитное поле.

Жесткость электромагнитной обстановки в зоне III не должна превышать уровня помех, регламентированных ГОСТ Р 50656.

Расположение элементов систем ЖАТ в зонах с электромагнитной обстановкой разной степени жесткости предопределяет каскадный принцип построения защиты, при котором каждый каскад должен обеспечивать защиту элементов системы ЖАТ и снижать величину напряжения до уровня, допустимого для следующего каскада.

Существующие нормативные документы по проектированию защиты от перенапряжений устройств СЦБ даже в первом приближении не отражают современных подходов к построению подобных систем. Одной из основных проблем использования современных УЗИП и каскадного построения схем защиты применительно к действующим устройствам ЖАТ являются особенности монтажа последних. Это можно рассмотреть на примере типовой схемы защиты сигнальной точки автоблокировки и подходов к построению подобных схем на основании рекомендаций и стандартов МЭК.

Основа современной концепции - принцип многокаскадности защиты, причем не только с разделением по зонам, но и в пределах одной зоны.

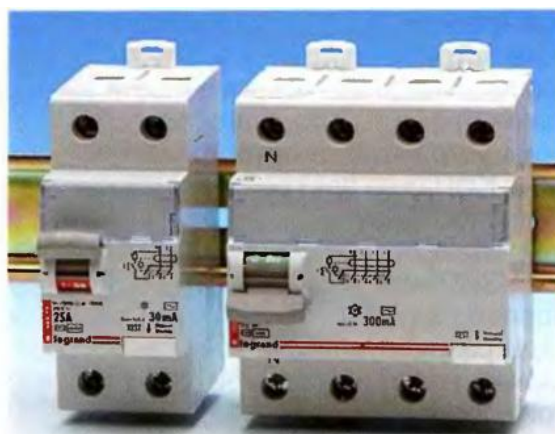


Рисунок 19- Устройства защиты УЗИП

С целью обеспечения гарантированного и поочередного срабатывания каскадов для их соединения используются специализированные разделительные дроссели с индуктивностью 15-20 мкГн. Они обеспечивают задержку импульса перенапряжения на время порядка 100 нс. Их применяют, как правило, при длине соединительных проводов (кабеля) между каскадами менее 10 м.

Время срабатывания современных ограничительных элементов устройств защиты от импульсных перенапряжений (варисторов), изготавливаемых чаще всего на основе оксида цинка, составляет 20-25 нс.

Конструктив современных УЗИП и вышеупомянутых дросселей делается под специализированную DIN-рейку, обеспечивающую строго последовательное размещение защиты с минимизацией длины соединительных проводов (рисунок 19). Такое размещение гарантированно обеспечивает срабатывание УЗИП входного каскада, включение следующего при невозможности нейтрализации первого импульса перенапряжения и предсказуемые параметры рабочей схемы.

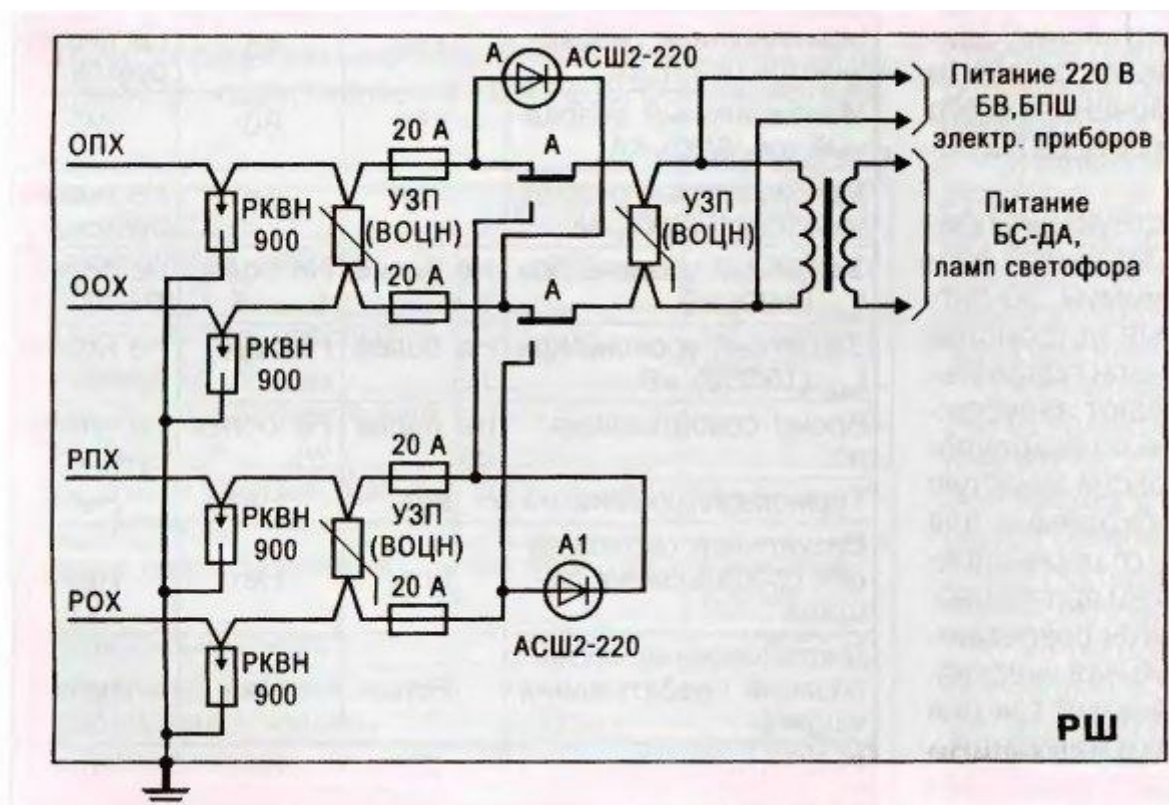


Рисунок 20- Способ монтажа для типовой схемы защиты сигнальной точки автоблокировки

Если проанализировать способ монтажа для типовой схемы защиты сигнальной точки автоблокировки (рисунок 20), то легко увидеть, что выравниватели ВОЦН-220

фактически включены параллельно основной шине питания через достаточно длинные провода при длине соединительной линии между ВОЦН-220 заведомо меньше 10 м. Реально индуктивности соединительной линии и проводов подключения ВОЦН сопоставимы, что не позволяет гарантированно обеспечить каскадность и по-очередность срабатывания каскадов при непонятных параметрах схемы защиты в целом.

При таком классическом выполнении монтажа в действующих устройствах АБ и ЭЦ применение более мощных и быстродействующих УЗИП с установкой на существующие штатные места может не дать ожидаемого эффекта. Кроме того, по мнению автора, нет смысла рассчитывать на ненормированные индуктивно-емкостные характеристики монтажа, реальные параметры которого в основном зависят от монтажника.

Также необходимо отметить, что прокладка в одном жгуте незащищенных и защищенных проводников (что часто встречается в устройствах ЖАТ) не допускается общепринятыми правилами по монтажу приборов защиты. В таком случае вследствие наличия емкостной связи между этими проводниками импульс перенапряжения может проникать в защищаемые цепи в обход схемы ограничения перенапряжений. Нет сомнения в том, что здесь требуется применять стандартные технологии.

В современной компоновке релейный шкаф должен делиться на отсеки для размещения силовой части и исполнительной аппаратуры с установкой между ними металлических экранов с целью снижения электромагнитного влияния и пожароопасности. Провода электропитания при этом необходимо выделять из общего жгута и прокладывать в лотках из негорючих материалов, причем отдельно для защищенных и незащищенных цепей. Но конструкция стандартных релейных шкафов с аппаратурой ЖАТ не позволяет выполнить такие условия и крайне затрудняет внедрение современных схем защиты от перенапряжений. Необходима разработка релейных шкафов нового поколения на базе современных коммуникационных шкафов.

Следует отметить, что современный подход к конструкции самих ограничительных приборов в сетях до 1 кВ резко отличается от конструкции традиционных для устройств ЖАТ - РВНШ, РКН, ВОЦШ, ВОЦН, которые имеют соединительные элементы в виде ножевых и штыревых контактов. При несомненных удобствах замены такая конструкция имеет существенные изъяны из-за возможно недостаточной рабочей площади соприкосновения, окисления при низком качестве гальванического покрытия и малого контактного давления. Следствием этих недостатков является пережигание и разрушение самих контактов при рабочих величинах импульсов тока перенапряжения, что встречается в условиях реальной эксплуатации, и резкое увеличение остаточного напряжения.

Иначе говоря, при исправном варисторе УЗИП не обеспечивает защитных функций с заявленными параметрами. Крепление дискового вариатора непосредственно к клеммам монтажных панелей при существующей конструкции винтового зажима и обжимного наконечника монтажного провода также имеет аналогичные недостатки. Несмотря на кажущуюся простоту последней проблемы она представляет сложность даже для ведущих разработчиков УЗИП из-за наличия «текучести» материалов жил подключаемых проводов - нормальное (нормативное) усилие крепления в клемме прибора в процессе эксплуатации ослабевает со всеми вытекающими последствиями. Для исключения такого явления узлы подключения монтажных проводов постоянно совершенствуются.

Конструкция и характеристики существующих приборов защиты от перенапряжений ведомственной разработки отвечают требованиям, как минимум, 30-летней давности, когда микропроцессорные устройства промышленного применения только начали появляться. Их параметры однозначно проигрывают зарубежным аналогам. В справочной литературе по вышеупомянутым УЗИП для железнодорожной отрасли зачастую не указан ряд важных параметров, необходимых для грамотного проектирования схем защиты от перенапряжений: время их срабатывания, фактически являющееся основным при построении схем защиты современных микропроцессорных устройств; удельная энергия, рассеиваемая варистором; сопровождающий ток для УЗИП на базе разрядников; номинальный и максимальный разрядные токи; тип и расчет номинала защитного предохранителя; сопротивление изоляции; рекомендуемое сечение монтажных проводов и др. Иными словами, нарушаются требования соответствующих стандартов, что также затрудняет оценку возможности их применения и совместимости с современными УЗИП. Также необходимо отметить, что существующая технология проверки устройств защиты от импульсных перенапряжений в КИПах не дает реального представления об их работоспособности.

Современный подход к конструкции и выбору параметров приборов УЗИП можно рассмотреть на примере конкретных изделий ведущих европейских фирм. Их стандартные ряды разработаны для установки в соответствующих зонах электромагнитной обстановки с разбивкой на три класса:

I - УЗИП для защиты от прямых ударов молнии в систему молниезащиты здания (объекта) или воздушную линию электропередач. Устанавливаются на вводе в здание в вводно-распределительном устройстве (ВРУ) или главном распределительном щите (ГРЩ). Нормируется импульсным током $I_{\text{имп}}$ с формой волны 10/350мкс;

Таблица 3

Номинальное напряжение установки, В		Пиковые значения импульсного испытательного напряжения по категориям, кВ			
Трёхфазные системы	Однофазные системы	IV	III	II	I
–	230	4,0	2,5	1,5	–
230	–	6,0	4,0	2,5	1,5
400	–	8,0	6,0	4,0	2,5
Зона применения электрооборудования		0 _A , 0 _B	I	II	II

Таблица 4

Параметры УЗИП	PROTEC BS75	УЗП1-500	ВОЦШ-220
Максимальное рабочее напряжение, В	275	260	250*
Номинальный разрядный ток (8/20), кА	100	10	Не нормируется
Максимальный разрядный ток (8/20), кА	150	60	2
Максимальный разрядный ток (10/350), кА	75	10	Не нормируется
Защитный уровень при I _{ном} (8/20), кВ	Не более 1,1	Не более 1	Не более 1
Защитный уровень при I _{имп} (10/350), кВ	Не более 1,3	Нет данных	Не нормируется
Время срабатывания, нс	Не более 25	Не более 20	Не нормируется
Терморазмыкатель	Есть	Нет	Нет
Визуальная сигнализация срабатывания защиты	Есть	Нет	Нет
Дистанционная сигнализация срабатывания защиты	Есть	Нет	Нет
Ремонтопригодность	Да	Нет	Нет
* Отсутствует в справочных данных на прибор. Взято из методических пособий для вузов.			

II - УЗИП для защиты токораспределительной сети объекта от коммутационных помех или как вторая ступень защиты при прямом ударе молнии. Устанавливаются в распределительные щиты. Нормируется импульсным током с формой волны 8/20 мкс;

III - УЗИП для защиты непосредственно потребителей от остаточных бросков напряжения, дифференциальных (несимметричных) перенапряжений, а также фильтрации высокочастотных помех. Устанавливаются непосредственно возле потребителя. Нормируется комбинированной волной, состоящей из импульса напряжения с формой волны 1,2/50 мкс и импульса тока с формой волны 8/20 мкс.

Эти приборы имеют степень защиты (остаточное напряжение на УЗИП при воздействии нормированным импульсом тока) в соответствии с рекомендациями стандарта IEC 61643-1:1998 (25 значений уровней от 0,08 до 10 кВ) и позволяют подобрать необходимый уровень защиты практически для любого оборудования при установке его в любой электромагнитной зоне.

Параметры устройств защиты основных зарубежных разработчиков обеспечивают совместимость с большинством импортных автоматических предохранителей, которые сегодня также применяются в системах ЖАТ. Особенности конструктива и параметров УЗИП зарубежного производства можно рассмотреть на примере ограничителя перенапряжения PROTEC BS 75, являющегося одним из самых мощных для своего класса и предназначенного для установки в зонах 0А и 0В. Самым мощным УЗИП отечественного производства среди применяющихся в устройствах ЖАТ, который может выдерживать воздействия I класса и устанавливаться с определенными ограничениями в зонах 0А и 0В, на данный момент является УЗП1 -500.

Необходимо отметить, что сравнение параметров вышеупомянутых приборов с параметрами ВОЦШ-220 некорректно, так как этот прибор относится к 3-му классу. Но поскольку выравниватели ВОЦШ-220 (ВОЦН-220) массово применяются в схемах защиты, в том числе и линейных цепей, относящихся к 4 в зоне 0, то табл. 2 позволяет оценить требуемый и фактический уровень защиты.

В качестве общей справки следует сказать, что параметры импульса перенапряжения, близкие к 10/350 (длительность переднего фронта/длительность самого импульса в микросекундах), имеют место при прямом ударе молнии, а параметры, близкие к 8/20, соответствуют воздействию разряда молнии на электромагнитном уровне и коммутационным процессам в ЛЭП.

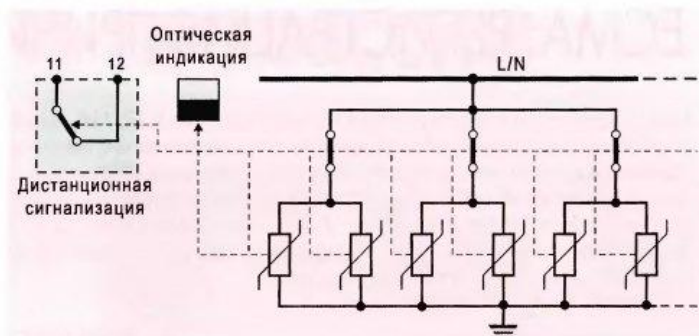


Рисунок 21-Схема включения

Самым показательным параметром является величина защитного уровня при различных видах разрядного тока.

PROTEC BS 75 выпускаются в корпусе из несгораемого термопластика (класс самогашения - UL94 V-0) габаритом 108x79x76 мм и выполнены по трехмодульной схеме со сменными варисторными блоками и отдельными терморазмыкателями (рис. 21). Такой подход обеспечивает автоматическое отключение поврежденного модуля, оптическую индикацию и дистанционную сигнализацию об этом событии с помощью систем удаленной диагностики и мониторинга (выход на «сухих» контактах в СТДМ). Конструкция предусматривает возможность замены непосредственно поврежденного модуля без снятия базового блока и отключения монтажных проводов.

Сравнивая основные характеристики УЗИП типов PROTEC DR и ВОЦШ-220, относящихся к одному классу, следует отметить, что импортное устройство, имея не самые высокие параметры для стандартного ряда своего класса, тем не менее выглядит предпочтительней по сравнению с отечественным.

Отсутствие функции автоматического отключения в отечественных приборах ограничения перенапряжения (РВНШ, ВОЦН и др.) часто приводит к аварийным отключениям устройств ЖАТ и возгоранию последних. С целью минимизации возможных издержек существующими руководящими указаниями в отдельных случаях предусмотрено их включение через плавкие вставки. Это же решение используется и зарубежными разработчиками УЗИП в случае отсутствия функции термозащиты. Но следует отметить, что наличие предохранителей в этих цепях снижает эффективность работы схемы защиты от перенапряжений.

Следует сказать, что плавкие вставки (предохранители), являющиеся неотъемлемой частью схем защиты от перенапряжений, - это отдельная проблема. Современный подход к ней можно рассмотреть на примере керамических предохранителей для промышленного использования.

Важнейшим их параметром является временная характеристика срабатывания. По современной классификации промышленные керамические предохранители выпускаются четырех видов:

- с временной задержкой (time lag, slow acting) предназначены, как правило, для защиты устройств, имеющих большие токи при включении или вследствие кратковременных переходных процессов. Они имеют маркировку Am, TDZ или стилизованное изображение улитки;
- без временной задержки (Standart fuses) маркируются буквами gG/GI и gTr;
- быстрые (Quick acting), применяющиеся, как правило, в цепях управления и маркируются F, flink;
- сверхбыстрые (ultra rapid) маркируются uberflink, silized, FF, gR, aR, gS, DZ и используются в цепях защиты электронных устройств.

Применяющиеся в устройствах ЖАТ предохранители представляют собой прибор неизвестного класса с непонятными временными характеристиками и используются для защиты всех без разбора схем. К тому же доступ воздуха к плавкой вставке резко снижает их надежность (особенно с номиналом от 3 А и ниже) и приводит к эпизодическим перегораниям при исправных устройствах.

Очевидно, что, по крайней мере, для защиты микропроцессорных устройств ЖАТ следует применять серийно выпускаемые предохранители промышленного применения, имеющие гарантированное время срабатывания и гарантированный срок эксплуатации.

Использование предохранителей с временной задержкой на срабатывание (time lag) в действующих релейных системах ЭЦ в ряде случаев позволило бы избежать перегораний предохранителей при штатных переключениях фидеров или кратковременных возмущениях со стороны питающих электросетей.

Таблица 5

Кратность превышения $I_{ном}$		Время срабатывания предохранителей			
		сверхбыст- рое	быстрое	без вре- менной задержки	с времен- ной задер- жкой
2,1	max	30 мин	30 мин	30 мин	30 мин
2,75	max	100 мс	1,5 с	2 с	8 с
	min	10 мс	150 мс	200 мс	1 с
4	max	25 мс	300 мс	400 мс	5 с
	min	1 мс	50 мс	80 мс	150 мс
10		менее 15 мс	50 мс	80 мс	100 мс

Возможность визуального контроля состояния плавкой вставки является сомнительным достоинством, поскольку осматриваются они эпизодически и все равно дополняются устройствами контроля их перегорания (к слову сказать, недостаточно надежными). К тому же механическая система контроля целостности плавкой вставки в процессе эксплуатации приводит к снижению надежности предохранителя. Отсутствие в технических данных этих предохранителей временных характеристик срабатывания затрудняет расчет селективности и эффективности токовой защиты в целом по релейной. Именно низкая надежность существующих предохранителей привела, по мнению автора, к появлению схемных решений и устройств для их резервирования, но дублирование при наличии явной причины перегорания бессмысленно.

Следует отметить, что ведущими фирмами-изготовителями современных плавких предохранителей также предлагаются и системы контроля их перегорания. В характеристиках приборов защиты от перенапряжений зарубежными фирмами обязательно указываются тип и методика расчета номинала плавкого предохранителя для его защиты при нештатных срабатываниях.

Учитывая то, что применяемые в устройствах ЖАТ приборы УЗИП отечественного производства не имеют функции автоматического отключения при прожоге варистора, использование плавкого предохранителя в его цепи видится обязательным - есть масса примеров возгораний устройств СЦБ по этой причине. Кроме того, практика размещения УЗИП непосредственно на стативах релейной к тому же без каких-либо защитных конструктивов является, по мнению автора, в корне неправильной. Приборы защиты должны монтироваться в отдельных несгораемых конструктивах в местах, максимально приближенных к точкам ввода на пост ЭЦ защищаемых линий.

Развивая тему токовой защиты устройств ЖАТ, нельзя не упомянуть проблему защиты кабельной сети и монтажа устройств ЖАТ при аварийных ситуациях в контактной сети (к примеру, коротких замыканий из-за перекрытия изоляторов или падения контактного провода на напольные объекты СЦБ) при явных упущениях в содержании автоматической защиты по высоковольтной стороне. В последнее время на сети дорог по этой причине произошли случаи отказов с тяжелыми последствиями. И хотя вины эксплуатационного штата дистанций СЦБ в этом нет, устранять последствия таких отказов приходится эсцэбистам.

Сама по себе проблема не нова. С ней постоянно приходится сталкиваться владельцам разветвленных кабельных сетей, находящихся в зоне влияния силовых (высоковольтных и низковольтных) кабельных линий электропередач. В качестве примера можно привести АТС - в них на уровне кросса защищается каждая пара со стороны поля.

И в защитных модулях, кроме схемы защиты от импульсных перенапряжений, в обязательном порядке есть токовая защита, как правило, без возможности автоматического повторного включения. Кабельные сети и монтаж устройств ЖАТ в этом плане полностью беззащитны - «результаты» очевидны. Кардинально решить эту проблему, по мнению автора, можно следующими способами.

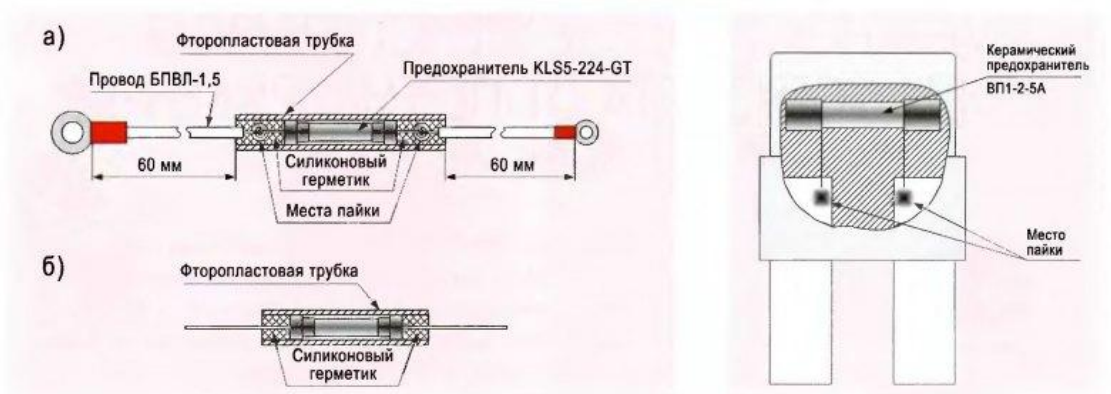


Рисунок 22- конструкция размещение предохранителя

Каждую рабочую сигнальную жилу и, соответственно, монтаж нужно защитить со стороны напольных устройств на уровне кросса керамическим предохранителем типа KLS5-224-GT с медленным срабатыванием, имеющим аксиальные выводы (под пайку) и габарит корпуса 32х7 мм. Примерные конструктивы для размещения этих предохранителей в устройствах ЖАТ в напольных устройствах и на кроссе показаны на рисунок 20 , а и б соответственно. Температурный диапазон эксплуатации такого предохранителя -55 ... +125°C, виброустойчивость соответствует самым жестким стандартам, расчетный срок эксплуатации - 20 лет. Исходя из сечения защищаемых жил, стативного монтажа и максимальных рабочих токов, востребован, судя по всему, будет номинал 8-10 А, что заведомо значительно выше номинала рабочих предохранителей в релейной.

В качестве защитного корпуса предохранителя предлагается использовать фторопластовую полупрозрачную трубку Ф-4Д10х1,5 с температурным диапазоном -60... +250°C и устойчивостью к самым агрессивным химическим средам. С торцов трубка заделывается специализированным герметиком и одновременно фиксируются выводы предохранителя.

Как вариант, для кроссовых стативов может быть использован конструктив дужки с размещением в нем предохранителя (рисунок22). В таком случае установка токовой

защиты сводится к замене соединительных дужек. Недостаток предлагаемого метода - отсутствие сигнализации срабатывания предохранителей.

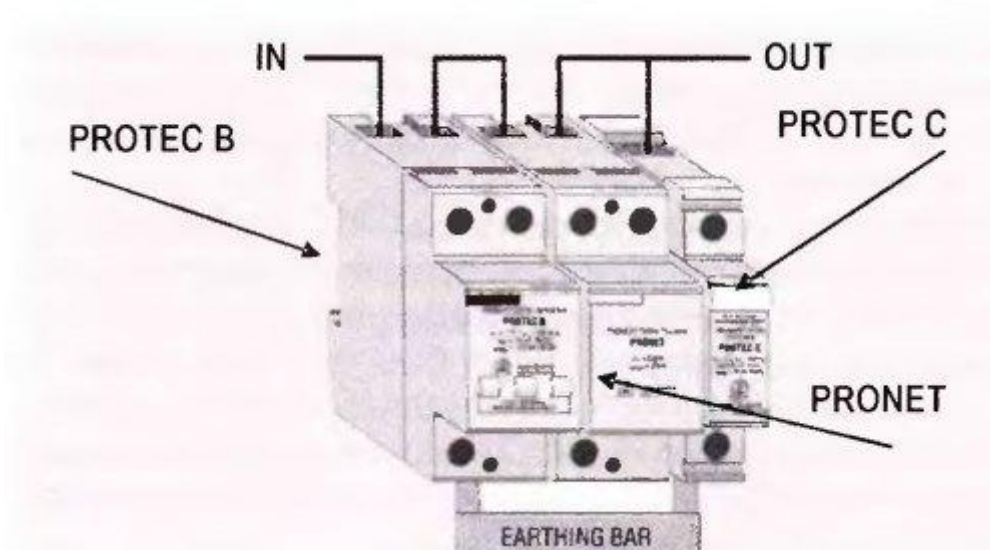


Рисунок 23- внешний вид

Для защиты на уровне кросса также можно использовать малогабаритные автоматические выключатели с индикацией срабатывания, размещаемые со стороны монтажа на специальном конструктиве. В качестве примера можно назвать тип Circuit breaser (384-3)" 8,0 A (11x19x33 мм) с разрывающей способностью 40 А при времени срабатывания 1-2 с. Но этот вариант однозначно будет более дорогим по сравнению с предыдущим.

Двухсторонняя токовая защита устройств ЭЦ со стороны кабельной сети даст высокую степень гарантии сохранности последних при аварийных ситуациях с контактной сетью.

За рубежом выпускаются ряды устройств защиты от импульсных перенапряжений на базе мощных варисторов с необходимым защитным уровнем (например, PROTEC B, PROTEC B2, PROTEC C), предназначенных для установки во всех зонах с уровнем защиты в соответствии с принятой классификацией допускаемых перенапряжений в электроустановках. Часть из них выполнена по двухмодульной или одно-модульной схеме. Все они имеют функцию аварийного отключения поврежденного модуля, визуальную индикацию срабатывания термовыключателя и большинство - дистанционную сигнализацию.

К номенклатуре таких УЗИП относятся также разделительные дроссели, например, типа PRONET (максимальный ток до 35 А) и PI-L (рабочие токи 16, 32, 63 и 120 А) с индуктивностью 15 мкГн. Они предназначены для соединения смежных устройств

защиты при многокаскадной схеме с целью обеспечения корректного (поочередного) срабатывания каскадов. Подключение таких дросселей показано на рисунке 23.

Использование УЗИП с таким конструктивом позволит организовать эффективную эксплуатацию систем защиты с минимизацией эксплуатационных затрат. Кроме того, практически все они имеют ремонтпригодную конструкцию. Следует отметить, что несгораемый материал корпуса устройств защиты различных фирм-производителей не отменяет необходимости защитных кожухов. Существуют такие факторы, как ударная волна и осколки при нештатных сильноточных срабатываниях устройств защиты, способные серьезно повредить монтаж и оборудование. Кроме того, УЗИП основных ведущих зарубежных разработчиков (в соответствии со стандартами) в обязательном порядке проходят испытания на нагрев при длительном воздействии токов, вызванных отдельными видами перенапряжений, что значительно снижает их пожароопасность.

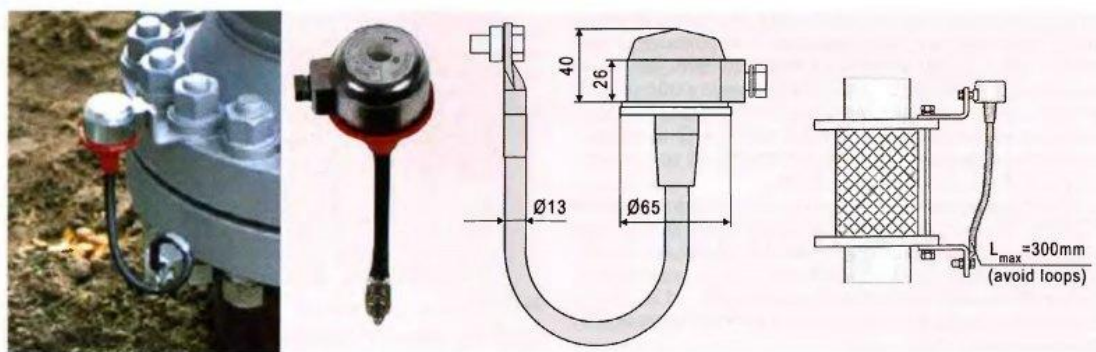


Рисунок 24- Внешний вид разрядников

Многими зарубежными фирмами выпускаются разрядники, предназначенные для выравнивания потенциалов между различными частями оборудования и элементами металлоконструкций. По мнению автора, они могут заменить крайне ненадежный искровой промежуток ИПМ-62 - устройство непонятного класса с непонятными параметрами, часто являющегося источником повреждений, самое характерное из которых -устойчивое короткое замыкание искрового промежутка при сильноточных пробоях. Для замены ИПМ-62 можно использовать, например, приборы серии EXFS, имеющие в основе угольный многоззорный искровой промежуток, исключаяющий указанный недостаток. Внешний вид таких разрядников и способ крепления показаны на рисунке 24. Их основные параметры таковы: номинальный разрядный ток (8/20) -100 кА; импульсный ток молнии (10/350) - 50 кА; переменное напряжение пробоя (50 Гц) -1,2 кВ; напряжение пробоя тока молнии (1,2/50) - 2,5 кВ. Принципы защиты линейных цепей устройств ЖАТ, изложенные в действующих руководящих и методических указаниях, не

предусматривают каскадный принцип построения защиты в пределах одного устройства. Они реализуются на имеющейся отечественной элементной базе (РВНШ, ВОЦН, РКВН и др.) с использованием в качестве продольного трансформатора, как правило, типовых СТ-4 или СТ-5 для подавления синфазных помех. Следует отметить, что вследствие неравенства параметров их обмоток компенсировать импульс перенапряжения невозможно. Обмотки лишь выполняют роль катушек индуктивности, что делает схему защиты неэффективной.

Для защиты от продольной волны перенапряжения («земля» - «провод») обычно применяются разрядники РКВН-250, а от поперечного перенапряжения («провод» - «провод») - выравниватели типа ВОЦН-220 (ВОЦН-110) ступени защиты (на газонаполненных разрядниках и на TVS-диодах) и рассчитаны на подключение от одной до трех пар защищаемых проводников. Выпускаются такие устройства на номинальные рабочие напряжения 6, 12, 24, 30, 48, 60, 80, 90, 110, 115, 170 В, номинальный рабочий ток от 0,1 до 0,5 А. Они способны пропускать максимальный разрядный ток с параметрами 8/20 величиной до 10 кА.

Первая и вторая ступени защиты устройства серии DTNVR 775 выполнены на варисторах. Номинальное рабочее напряжение составляет 12, 24, 30, 48, 60, 80, 230 В, номинальный рабочий ток - 5 А, а максимальный разрядный ток с параметрами 8/20 - 10...20 кА. Принципиальная схема для одного из УЗИП серии DTR приведена на рис.25.

Следует отметить такой класс приборов, как помехоподавляющие фильтры серии Pl-k со встроенными УЗИП класса III. Они представляют собой двухступенчатое однофазное или трехфазное устройство для защиты чувствительного электронного оборудования от высокочастотных помех и импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах переменного и постоянного тока. В конструкции фильтра применяются высококачественные ферромагнитные сердечники, обладающие очень высокой магнитной проницаемостью (более 8000). Принципиальная схема одного из таких фильтров приведена на рис. 26.

Их целесообразно использовать для избирательной защиты, к примеру, приемников и генераторов тональных рельсовых цепей и управляющих вычислительных комплексов в качестве последнего каскада защиты. Это особенно актуально в случае питания устройств от линий ДПР или ВЛ, имеющих высокий уровень помех самого широкого спектра.

Вышеупомянутые устройства также снабжены внутренними терморасцепителями, которые срабатывают при повреждении (перегреве) варисторов. Индикация состояния терморасцепителей осуществляется с помощью сигнальных кнопок на корпусе устройства и дистанционной сигнализации (переключением «сухих» контактов).

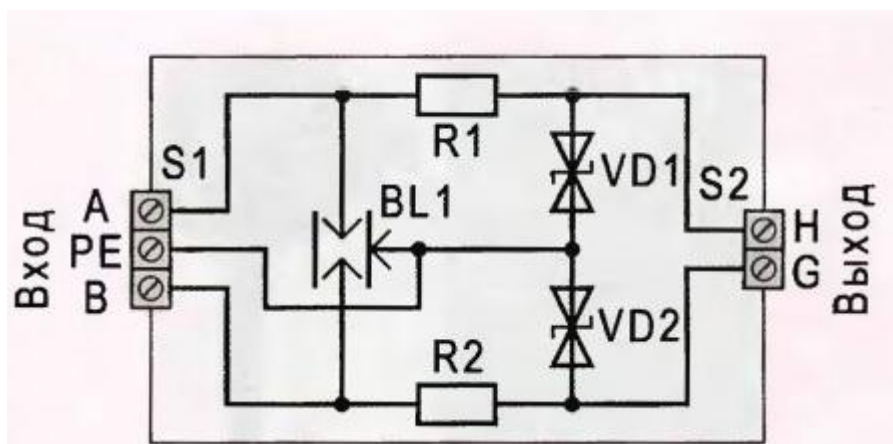


Рисунок 25- Принципиальная схема для одного из УЗИП серии DTR

Развивая тему защиты от перенапряжений, нельзя не упомянуть такой класс УЗИП, как грозоразрядники, предназначенные для установки в пределах 0А -1 зон молниезащиты. Они имеют в основе своей конструкции многозачорные угольные искровые разрядники специальной конструкции, обеспечивающие эффективное гашение сопровождающих токов большой величины. Этот класс разрядников можно рассмотреть на примере серии НАКЕЛSTORM, сравнивая параметры не самого мощного разрядника HS55 с параметрами разрядника РВН-0,5, использующегося для защиты на уровне ЩВП.

Как видно, импортный разрядник обеспечивает аналогичный уровень защиты при несопоставимо больших величинах амплитуд разрядных токов с параметрами 8/20, чем у РВН-0,5. Полноценное сравнение довольно проблематично, поскольку в справочных сведениях на РВН-0,5 отсутствуют данные о защитном уровне для импульсов тока с параметрами 10/350 -несоизмеримо более тяжелом режиме, чем при параметрах 8/20.

Ограничители перенапряжений ОПН-П1-0,38, которые сейчас устанавливаются на вводе в ЩВПУ, по своим параметрам также не могут конкурировать с современными УЗИП зарубежного производства.

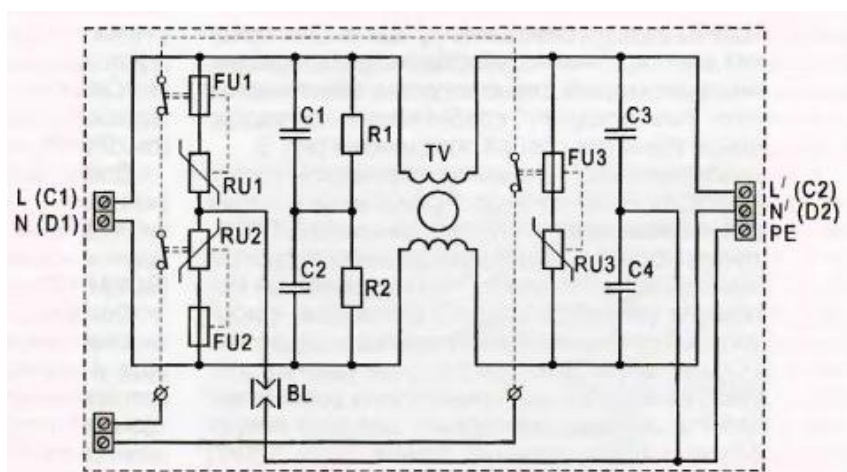


Рисунок 26- Помехоподавляющие фильтры серии P1-k

Необходимо отметить, что для разработчиков грозоразрядников, имеющих в своей основе искровые разрядники, заявлять параметр «время срабатывания прибора» весьма проблематично вследствие наличия ряда объективных факторов, влияющих на величину этого параметра. Тем более ценно, что практически все ведущие зарубежные фирмы-изготовители указывают гарантированное максимальное время их срабатывания. Это позволяет разрабатывать более эффективные схемы защиты с их использованием.

Так, для грозоразрядников серии HAKELSTORM этот параметр не превышает 100 нс, что является очень хорошим показателем. Использование разрядников, имеющих в своей основе искровой промежуток, в качестве основного прибора защиты для зон 0А и 0В, видимо, предпочтительней, поскольку они обеспечивают значительно большее по сравнению с варисторным УЗИП энергопоглощение при наличии гальванической развязки с защищаемым устройством.

Кроме того, следует отметить, что в зарубежных промышленных системах защиты широкое распространение находят устройства защитного отключения, управляемые дифференциальным, т. е. остаточным, током (УЗО-Д). Их действие основано на принципе равенства токов в прямом и обратном проводах дифференциального датчика-трансформатора, создающих равные и противоположно направленные магнитные потоки, компенсирующие друг друга. При появлении дифференциального тока (тока утечки на заземленные элементы через поврежденную изоляцию токоведущих частей) равенство магнитных потоков в магнитопроводе датчика нарушается. Если значение дифференциального тока окажется достаточным для создания с помощью катушки расцепителя магнитного потока в ярме, то произойдет сброс механизма управления - выключатель отключится.

Достаточно часто такие устройства дополняются защитой от сверхтоков. Они известны как диффавтоматы (рис. 27) и выпускаются в вариантах для двухпроводных и трехфазных цепей.

По сути УЗО-Д выполняют роль сигнализатора заземления с функцией автоматического отключения защищаемых устройств. Их применение в устройствах ЖАТ видится вполне оправданным в случае правильного подхода к выбору тока уставки (срабатывания). Внедрение этих приборов помогло бы в ряде случаев избежать возникновения пожароопасных ситуаций, связанных с нарушением схемы электрических соединений в цепочке КТП - ЩВП - ПВ и созданием обходных цепей.

Таблица 6

Тип разрядника	PBH-0,5	HAKESTORM HS55
Номинальное рабочее напряжение, В	500	400
Максимальное рабочее напряжение, В	Не нормируется	440
Максимальный импульсный разрядный ток (10/350), кА	Не нормируется	60
Защитный уровень с параметрами тока(8/20)	Не более 2,5 кВ при амплитуде тока 1 кА	Не более 2,5 кВ при амплитуде тока 120 кА
Время срабатывания	Не более 2 мкс	Не более 120 нс

Следует отметить, что все ведущие разработчики УЗО при определении необходимых параметров ориентируются на систему заземления TN-C-S, как наиболее перспективную сегодня. Во вводно-распределительном устройстве электроустановки совмещенные в одном проводнике (PEN) нулевой защитный и нулевой рабочий проводники при такой системе разделены и называются PE и N соответственно (рис.27). Это позволяет в комплексе с УЗО обеспечить высокий уровень электро- и пожаробезопасности в электроустановках без их коренной реконструкции, а также более высокие характеристики схем защиты от перенапряжений.

Подводя итог, можно отметить, что имеющаяся элементная база защиты устройств ЖАТ от перенапряжений нуждается в совершенствовании и не позволяет реализовать концепцию зонной защиты. Используемые в железнодорожной технике УЗИП по общепринятой классификации в основной массе можно отнести, как правило, только к III классу защиты. Полностью отсутствуют приборы для установки в зонах Од и 0В, практически нет приборов для установки в зоне защиты I.

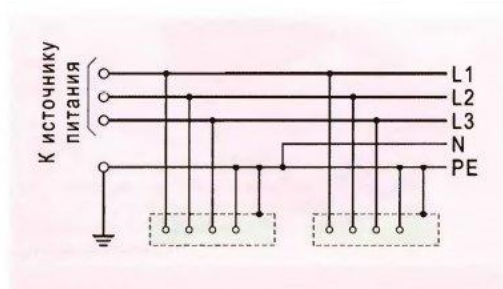


Рисунок 27- УЗО

Схемотехнические решения, прописанные в действующих РУ и типовых материалах по проектированию устройств ЖАТ, совершенно неэффективны применительно к микропроцессорным устройствам, малоэффективны применительно даже к релейным системам и не отвечают требованиям современных стандартов.

Сама технология монтажа и размещения приборов УЗИП в устройствах ЖАТ на сети российских железных дорог также резко снижает эффективность схем защиты от перенапряжений.

При этом современная элементная база ведущих мировых производителей позволяет собрать, как из конструктора, эффективную систему защиты от перенапряжений любой степени сложности с любым количеством каскадов и обеспечить мониторинг ее функционирования. Параметры систем защиты при этом будут полностью согласовываться с параметрами защищаемой аппаратуры всех классов. К тому же не потребуется разрабатывать уникальные приборы УЗИП и конструкции применительно к устройствам ЖАТ на сети дорог России.

На зарубежной элементной базе широкого спектра во всем мире собираются системы защиты от перенапряжений для разнообразных промышленных систем, включая системы АСУ самой высокой степени ответственности.

Поскольку защита устройств ЖАТ от перенапряжений со стороны фидеров электропитания и линейных цепей никаких серьезных особенностей не имеет, в них, по мнению автора, вполне допустимо использовать сертифицированную элементную базу УЗИП без многолетних испытаний и специальных разрешительных документов, что является стандартной практикой за рубежом. При разработке новых схемотехнических решений грозозащиты целесообразно ориентироваться на серийно выпускаемую элементную базу УЗИП и соответствующие аксессуары. Следует отметить, что модернизированная схема защиты от перенапряжений микропроцессорной системы автоблокировки КЭБ-2, внедряющейся на сети дорог, создана как раз на такой базе с использованием современной схемотехники и, по мнению автора, является одной из самых эффективных в отечественных устройствах ЖАТ. Так что же мешает использовать аналогичный подход в других системах как строящихся, так и находящихся в эксплуатации?

Представляется вполне допустимым в руководящих указаниях по защите устройств от перенапряжений приводить только: общие схемы защиты устройств ЖАТ с использованием упомянутой элементной базы; разбивку по зонам без указания конкретных типов приборов защиты; пути проникновения перенапряжений и

нормированные токи для этих путей; категории и нормы допускаемых перенапряжений (продольных и поперечных) для существующих устройств ЖАТ; перечень разрешенных к применению УЗИП и аксессуаров исходя в первую очередь из однотипности и унификации для всей сети дорог.

Следует отметить, что проектирование системы защиты от перенапряжений должно выделяться в отдельный раздел проекта.

С учетом таких изменений специалистам проектных институтов нужно будет только выбрать конкретный тип УЗИП (класс, уровень защиты и время срабатывания, а также число необходимых каскадов, применение соединительных дросселей и др.) с учетом результатов обследования участка проектирования, особенностей проектируемой системы ЖАТ и электроснабжения, мнения служб автоматики и телемеханики, электрификации и электроснабжения.

При новом проектировании целесообразно применять только промышленные системы заземления типа TN-C-S. Плановым порядком переделывать системы заземлений постов ЭЦ на этот тип с одновременным усилением (и дублированием) рабочего нулевого проводника.

По мнению автора, работы по определению необходимых (согласованных) параметров защиты по высоковольтной и низковольтной сторонам систем электроснабжения должны быть включены в план НИОКР.

Службам автоматики и телемеханики целесообразно предоставить права на принятие самостоятельных решений по усилению мощности схем защиты от перенапряжений (увеличение числа каскадов защиты и замены УЗИП на более мощные) в рамках, разрешенных руководящими и методическими указаниями, разрабатываемыми в настоящее время.

Еще один важный вопрос, требующий срочного решения, - организация в РТУ дистанций объективной проверки параметров УЗИП с использованием специализированных генераторов нормированных импульсов тока.

Тема 2.1.6 Статические преобразователи, выпрямители

Производство и распределение электрической энергии в основном осуществляется на переменном токе, вследствие простоты трансформации напряжения. Однако значительная часть производимой электрической энергии (30-35%) используется на постоянном токе, в том числе и для передачи на расстояния.

Статические преобразователи постоянного тока в переменный состоят из следующих устройств:

- высокостабильный задающий генератор (настроенный, как правило, на частоту 1200 Гц), собранный на полупроводниках;
- делитель частоты;
- полупроводниковый усилитель мощности.

Таким образом в статических преобразователях отсутствуют подвижные элементы, что и определило их название.

Статические преобразователи постоянного тока в переменный заменили электромашинные на всех магистральных самолётах в течение последних 30 – 40 лет, что обусловлено следующими достоинствами:

- более высокая надёжность;
- бесшумность в работе;
- меньше габариты и масса;
- мгновенный выход на режим (не более 0,2 сек);
- не требуют обслуживания в процессе эксплуатации на самолёте;
- имеют более высокий КПД (у некоторых преобразователей до 90 %).

Выпрямитель – это электротехническое устройство, предназначенное для преобразования переменного напряжения в постоянное.

Основными элементами полупроводниковых выпрямителей являются трансформатор и вентили, с помощью которых обеспечивается одностороннее протекание тока в цепи нагрузки, в результате чего переменное напряжение преобразуется в пульсирующее. Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения к выходным зажимам выпрямителя подключают электрический сглаживающий фильтр. Для регулирования или стабилизации выпрямленного напряжения и тока потребителя к выходным зажимам фильтра подключают регулятор или стабилизатор (стабилизатор может быть включён и на стороне переменного тока выпрямителя).

Режимы работы и параметры отдельных элементов выпрямителя, фильтра, регулятора и стабилизатора согласуются с заданными условиями работы потребителя постоянного тока, поэтому основная задача теории выпрямительных устройств сводится к определению расчётных соотношений, позволяющих по заданному режиму работы потребителя определить электрические параметры элементов стабилизатора, регулятора, фильтра, а также вентилей и трансформатора выпрямителя и затем произвести выбор этих элементов по каталогу или, если это необходимо, рассчитать их.

Структурная схема и классификация выпрямителей

Выпрямитель можно представить в виде обобщенной структурной схемы (рис.28) и структурной схемы с протекающими в нем напряжениями и токами (рис. 29), в которую входят:

- силовой трансформатор (СТ),
- вентильный блок (ВБ),
- фильтрующее устройство (ФУ),
- цепь нагрузки (Н), в которую может входить стабилизатор напряжения (СН).

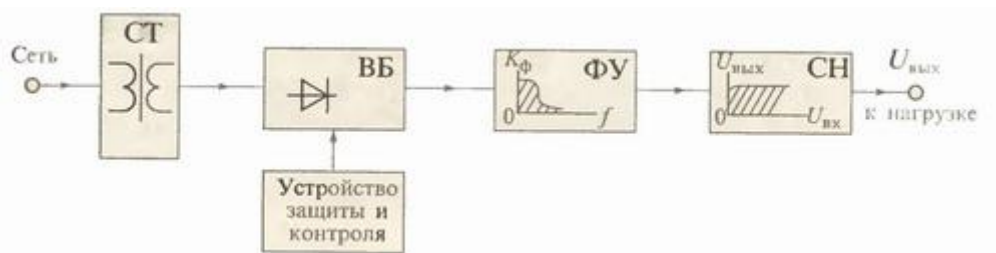


Рисунок 28- Обобщенная структурная схема выпрямителя

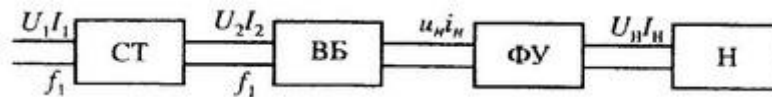


Рисунок 29- Структурная схема выпрямителя с протекающими в нем напряжениями и токами

Силовой трансформатор служит для согласования входного и выходного напряжений выпрямителя. Возможны различные соединения обмоток трансформатора соответственно с различными схемами выпрямления. Напряжение вторичной обмотки трансформатора U_2 определяет значение выпрямленного напряжения U_n (или U_d).

Трансформатор позволяет одновременно гальванически развязать питающую сеть U_1, I_1 с частотой f_1 , и цепь нагрузки с U_n, I_n (или U_d, I_d). В последнее время в связи с появившейся возможностью разрабатывать и изготавливать высоковольтные инверторы, работающие на высокой частоте и при непосредственном выпрямлении напряжения сети, используются бестрансформаторные схемы выпрямления, в которых вентильный блок присоединяется непосредственно к первичной питающей сети.

Вентильный блок выпрямляет переменный ток, подключая вторичное напряжение соответствующей фазы трансформатора к цепи постоянного тока. В вентильном блоке используются, как правило, полупроводниковые диоды или сборки на их основе. На выходе вентильного блока получают знакопостоянное напряжение с

высоким уровнем пульсаций, определяемым только числом фаз питающей сети и выбранной схемой выпрямления.

Фильтрующее устройство обеспечивает требуемый уровень пульсаций выпрямленного тока в цепи нагрузки. В качестве ФУ используются последовательно включаемые резистор или сглаживающий дроссель и параллельно включаемые конденсаторы. Иногда ФУ строится по более сложным схемам. В выпрямителях малой мощности установка резистора или дросселя не обязательна.

При использовании многофазных (чаще всего трехфазных) схем выпрямления уровень пульсаций естественно снижается, и облегчаются условия работы ФУ.

Стабилизатор напряжения служит для уменьшения внешних воздействий, таких как: изменение напряжения питающей сети, изменение температуры, частоты и т.д.

Полупроводниковые выпрямители можно классифицировать по следующим признакам:

1) по выходной мощности (маломощные - до 600 Вт, средней мощности - до 100 кВт, и большой мощности - более 100 кВт);

2) по числу фаз источника (однофазные, многофазные);

3) по пульсности (p) выпрямителя, определяемой числом полупериодов протекания тока во вторичной обмотке трансформатора за полный период напряжения U_1 ;

4) по числу знакопостоянных импульсов в кривой выпрямленного напряжения U_2 за период питающего напряжения:

- однополупериодные;
- двухполупериодные;
- m -полупериодные.

Выпрямители могут быть построены на управляемых вентилях (тиристорах, транзисторах) – управляемые выпрямители и на неуправляемых вентилях (диодах) – неуправляемые выпрямители.

Для работы и расчета выпрямителя принципиальное значение имеет характер *нагрузки* включенной на выходе выпрямителя. Различают следующие режимы работы выпрямителя:

- а) на активную нагрузку;
- б) на активно-индуктивную нагрузку;
- в) на активно-емкостную нагрузку.

Разные формы потребляемых из сети токов и их продолжительность при различном характере нагрузки выпрямителя приводит к тому, что методы расчетов выпрямителей существенно различаются.

Расчет выпрямителя сводится к выбору схемы выпрямления, типа диодов, определению электромагнитных нагрузок на обмотках трансформатора, диодах и элементах сглаживающего фильтра, а также энергетических показателей.

Выбор схемы выпрямителя зависит от ряда факторов, которые должны учитываться в зависимости от требований, предъявляемых к выпрямительному устройству. К ним относятся:

- величины выпрямленного напряжения и мощности;
- частота и величина пульсации выпрямленного напряжения;
- число диодов и величина обратного напряжения на них;
- коэффициент полезного действия (к.п.д.);
- коэффициент мощности и другие энергетические показатели.

Основные схемы выпрямления.

Однофазные выпрямители

Схемы выпрямителей однофазного питания применяются в основном для питания бытовых потребителей (бытовых устройств) и используют однофазные трансформаторы, в которых ток течет по двум проводам - фаза и ноль. Первичная и вторичная обмотка трансформаторов таких выпрямителей является однофазной.

Однофазная, однополупериодная схема

Однофазную, однополупериодную схему (рисунок 30, а) обычно применяют для выпрямления токов до нескольких десятков миллиампер и в тех случаях, когда не требуется высокой степени сглаживания выпрямленного напряжения. Эта схема характеризуется низким коэффициентом использования трансформатора по мощности и большими пульсациями выпрямленного напряжения.

Диаграммы напряжений и токов, поясняющие работу однополупериодного выпрямителя на активную нагрузку с учетом потерь в трансформаторе и вентиле, представлены на рисунок 30,б.

Под действием ЭДС вторичной обмотки e_2 ток в цепи нагрузки i_d может проходить только в течение тех полупериодов, когда анод диода имеет положительный потенциал относительно катода. Диод пропускает ток i_{vd} в первый полупериод, во второй полупериод, когда потенциал анода становится отрицательным, ток в цепи равен нулю. Выпрямленное напряжение u_d в любой момент времени меньше ЭДС вторичной обмотки e_2 , так как часть напряжения теряется на активных сопротивлениях трансформатора и открытого вентиля (учитывается сопротивлением r). Максимальное

обратное напряжение на вентиле $U_{обр.max}$, как видно из рисунок 30 ,б, достигает амплитудного значения ЭДС вторичной обмотки E_{2m} .

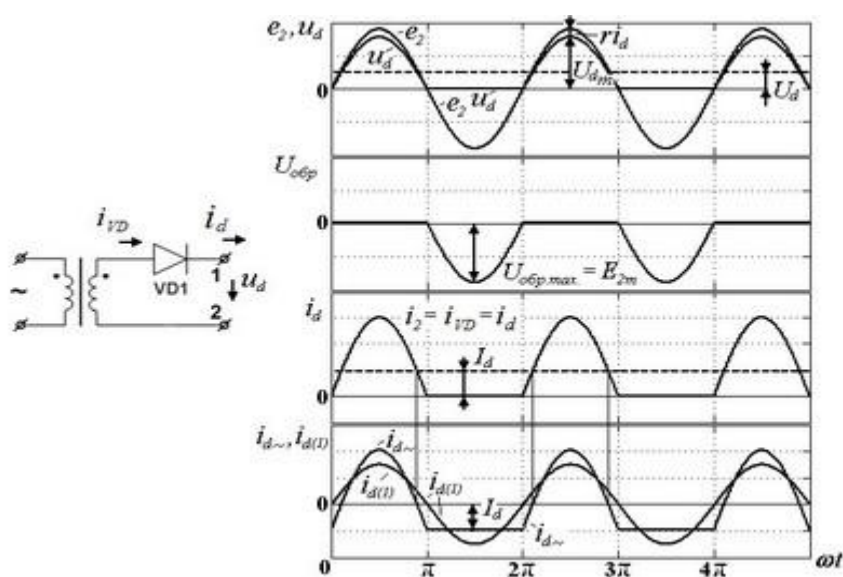


Рисунок 30-. Однофазная, однополупериодная схема выпрямления (а) и диаграммы напряжений и токов в ней при работе на активную нагрузку (б)

Диаграмма первичного тока трансформатора подобна диаграмме вторичного тока, если пренебречь током намагничивания и исключить из него постоянную составляющую I_d , которая в первичную обмотку *не трансформируется*. В сердечнике трансформатора за счет постоянной составляющей тока вторичной обмотки создается добавочный постоянный магнитный поток, насыщающий сердечник. Это явление называют – *вынужденное подмагничивание сердечника трансформатора* постоянной составляющей тока, которое является главным недостатком этой схемы. В результате насыщения намагничивающий ток трансформатора возрастает в несколько раз по сравнению с током в нормальном режиме намагничивания сердечника. Возрастание намагничивающего тока обуславливает увеличение сечения провода первичной обмотки, следствием чего являются завышенные размеры трансформатора и габариты выпрямителя в целом.

Двухполупериодная схема со средней точкой (схема Миткевича)

Однофазный двухполупериодный выпрямитель со средним (нулевым) выводом вторичной обмотки трансформатора (рисунок 31, а) применяют в низковольтных

устройствах. Он позволяет уменьшить вдвое число диодов и тем самым понизить потери, но имеет более низкий коэффициент использования трансформатора и, следовательно, большие габариты по сравнению с однофазным мостовым выпрямителем, который рассмотрен ниже. Обратное напряжение на диодах выше в этой схеме, чем в мостовой.

Необходимым элементом данного выпрямителя является трансформатор с двумя вторичными обмотками. Выпрямитель со средней точкой является по существу двухфазным, так как вторичная обмотка трансформатора со средней точкой создает две ЭДС, равные по величине, но противоположные по направлению. Таким образом, схема соединения обмоток такова, что одинаковые по величине напряжения на выводах вторичных обмоток относительно средней точки сдвинуты по фазе на 180° .

Диаграммы напряжений и токов, поясняющие работу двухполупериодного выпрямителя со средним выводом на активную нагрузку с учетом потерь в трансформаторе и вентилях, представлены на рисунок 31,б.

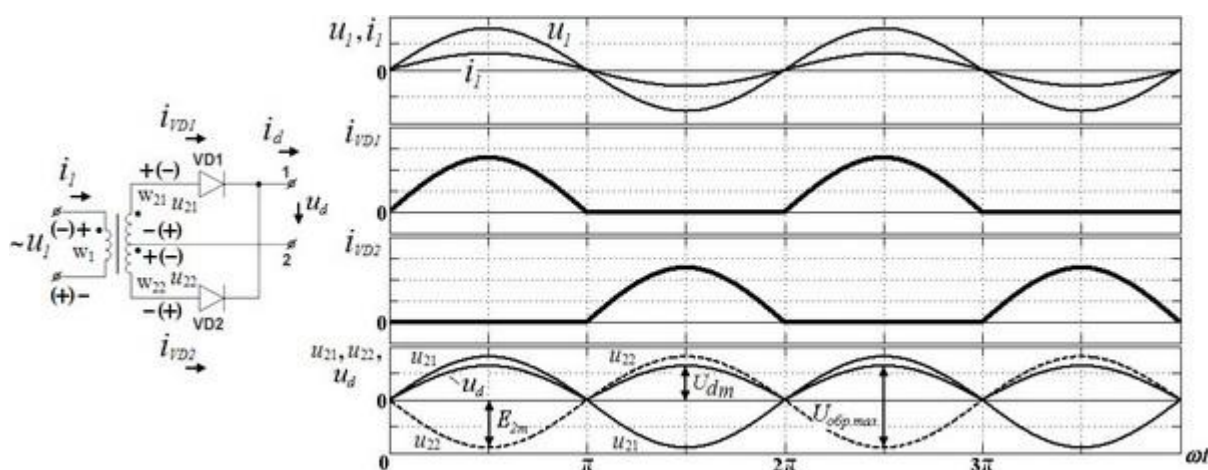


Рисунок 31- Двухполупериодная схема выпрямления со средней точкой (а) и диаграммы напряжений и токов в ней при работе на активную нагрузку (б).

Вторичные обмотки трансформатора подключены к анодам вентилях VD_1 и VD_2 . Напряжения на вторичных обмотках трансформатора w_{21} и w_{22} находятся в противофазе. Поэтому диоды схемы VD_1 и VD_2 проводят ток поочередно, каждый в соответствующий полупериод питающего напряжения. В течение первого полупериода положительный потенциал имеет анод диода VD_1 и ток i_{vd1} проходит через него, нагрузку и вторичную полуобмотку w_{21} трансформатора. В течение второго полупериода положительный потенциал имеет анод диода VD_2 , ток i_{vd2} проходит через него, нагрузку и вторичную

полуобмотку w_{22} трансформатора, причем в цепи нагрузки ток i_d проходит в том же направлении, что и в первый полупериод.

Таким образом, в отличие от простейшего однополупериодного выпрямителя в выпрямителе со средней точкой выпрямленный ток проходит через нагрузку в течение обоих полупериодов переменного тока, но *каждая из половин вторичной обмотки трансформатора оказывается нагруженной током только в течение полупериода*. В результате встречного направления м.д.с. постоянных составляющих токов вторичных обмоток i_{21} и i_{22} в сердечнике трансформатора *нет вынужденного подмагничивания*.

Мостовая схема (схема Грца)

Однофазная мостовая схема (рисунок 32, а) характеризуется высоким коэффициентом использования трансформатора по мощности и поэтому может быть рекомендована для использования в устройствах повышенной мощности при выходных напряжениях от десятков до сотен вольт; пульсации такие же, как в предыдущей схеме. По сути, работа мостовой схемы в течение каждого полупериода ничем не отличается от схемы со средней точкой трансформатора, только здесь пропускает ток не один вентиль, а два вентиля, соединенных последовательно, и для каждого полупериода используются не отдельные половины вторичной обмотки, а одна обмотка, что повышает эффективность использования трансформатора. Достоинства – меньшее обратное напряжение на диодах в 2 раза, меньшие габариты, выше коэффициент использования трансформатора, чем в схеме со средней точкой. Недостаток – на диодах падение напряжения в 2 раза больше.

Диаграммы напряжений и токов, поясняющие работу однофазного мостового выпрямителя на активную нагрузку с учетом потерь в трансформаторе и вентилях, представлены на рисунок 32, б. Выходное напряжение u_d при чисто активной нагрузке, как и в схеме с выводом средней точки трансформатора, имеет вид однополярных полуволн напряжения u_2 (рисунок 32, б). Это получается в результате поочередного отпирания диодов VD_1 , VD_4 и VD_2 , VD_3 . Диоды VD_1 и VD_4 открыты при полуволне напряжения u_2 положительной полярности, обеспечивая связь вторичной обмотки трансформатора с нагрузкой и создавая на ней напряжение u_d той же полярности, что и напряжение u_2 . На полуволне напряжения u_2 отрицательной полярности открыты диоды VD_2 и VD_3 , подключающие напряжение u_2 к нагрузке с той же полярностью, что и на предыдущем интервале.

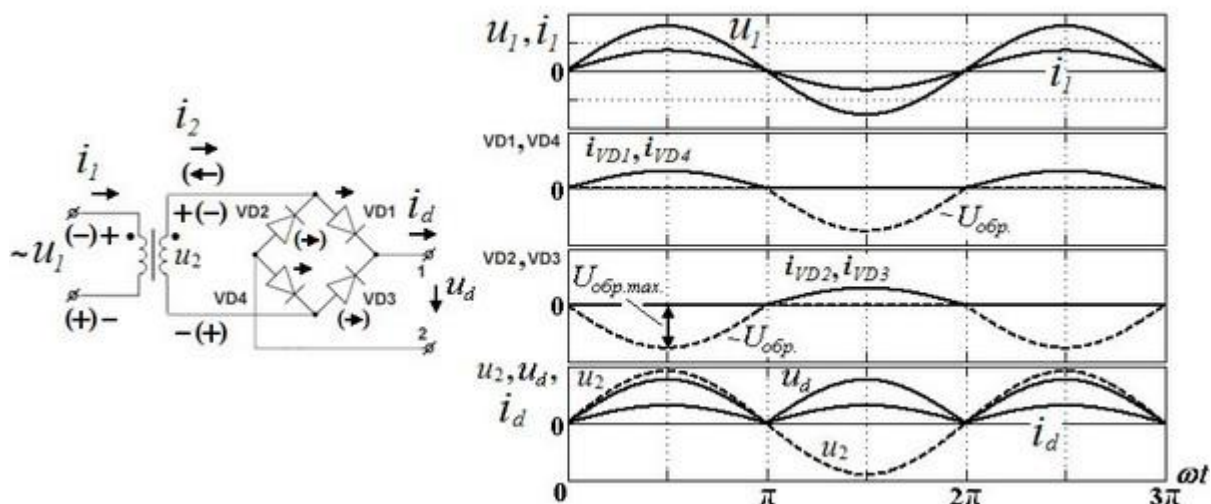


Рисунок 32- Однофазная мостовая схема выпрямления (схема Греча) (а) и диаграммы напряжений и токов в ней при работе на активную нагрузку (б).

Тема 2.1.7 Путевые и сигнальные трансформаторы

Пусковые трансформаторы. В устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики для питания рельсовых цепей применяют путевые трансформаторы типов: ПОБС - путевой однофазный с броневым сердечником сухой, с естественным воздушным охлаждением, предназначенный для работы от сети переменного тока частотой 50 Гц; ПТМ - путевой малогабаритный, служащий для питания станционных рельсовых цепей переменного тока частотой 50 Гц; ПТ-25 - путевой и ПРТ-25 - путевой релейный, работающие от переменного тока частотой 25 Гц; ПТИ - путевой, предназначенный для импульсных рельсовых цепей.

В эксплуатации находится несколько разновидностей трансформаторов ПОБС: ПОБС-2АУЗ; ПОБС-3АУЗ; ПОБС-5АУЗ.

Цифры 2, 3, 5 - порядковые номера типа; буква А означает видоизменение трансформатора; буква У - климатическое исполнение (для микроклиматического района с умеренным климатом); буква 3 категория размещения (для эксплуатации в закрытых помещениях каменных, бетонных, деревянных или в закрытых объемах с теплоизоляцией). Конструкция трансформаторов для всех типов принята одинаковой.

В средней части трансформатора внешними стенками является магнитопровод, а в нижней и верхней - специальные защитные кожуха, предохраняющие обмотку трансформатора от механических повреждений. Наверху трансформатора расположена контактная панель, которая крепится к стяжным болтам магнитопровода.

Трансформаторы типа ПОБС-2АУЗ применяют для питания рельсовых цепей переменного тока частотой 50 Гц без дроссель-трансформаторов, а также для питания ламп группы светофоров. Первичная обмотка 1 трансформатора (рис. 33) состоит из двух частей. При последовательном соединении их трансформатор включают в сеть напряжением 220 В, а при параллельном - в сеть напряжением 110 В. Вторичные обмотки трансформатора состоят из двух секционированных обмоток II и III. Обмотка II имеет два промежуточных вывода 2 и 5, а обмотка III - один 2. При последовательном согласованном включении вторичных обмоток I и III э. д. с., индуцируемая в этих обмотках, складывается. При встречном соединении обмоток э. д. с., индуцируемая в обмотке III, имеет встречное направление и вычитается из э. д. с., индуцируемой в обмотке I/. Такое включение обмоток II и III позволяет при помощи перемычек получить 43 различных напряжений от 0,55 до 16,6 В.

Трансформаторы типов ПОБС-3АУЗ отличаются от трансформаторов типа ПОБС-2АУЗ только параметрами обмоток. Их применяют для питания кодовых рельсовых цепей переменного тока частотой 50 Гц с путевыми дроссель-трансформаторами. С помощью этих трансформаторов можно получить на вторичных обмотках 45 различных напряжений от 5,5 до 247,5 В.

От трансформатора типа ПОБС-5АУЗ (рис. 34) можно получить вторичные напряжения от 1,1 до 44 В.

Путевой трансформатор типа ПТМ-А (рис. 35) предназначен для питания станционных рельсовых цепей переменного тока частотой 50 Гц на участках с тепловозной тягой; мощность трансформатора 35 В·А. Первичная обмотка включена в сеть напряжением 220 В, а со вторичных обмоток, комбинируя выводы и перемычки, можно получить 24 напряжения от 0,33 до 8,1 В.

На участках дорог, электрифицированных на переменном токе, в рельсовых цепях частотой 25 Гц применяют путевые и релейные трансформаторы типов ПТ-25АУЗ и ПРТ-АУЗ (рис. 36). Трансформатор типа ПТ используют в качестве питающего и кодового, а трансформатор типа ПРТ - в качестве изолирующего и согласовывающего.

С помощью трансформатора ПТ-25АУЗ можно получить 24 различных напряжения от 2,5 до 60 В, а с помощью трансформатора типа ПРТ-АУЗ также 24 различных напряжения от 0,5 до 12 В. Номинальная мощность этих трансформаторов 65 В · А.

Номинальное напряжение первичной обмотки трансформатора типа ПТИУЗ для импульсных рельсовых цепей 220 и 440 В. С помощью этого трансформатора можно получить 32 различных напряжения от 0,4 до 11,2 В. Номинальная мощность трансформатора 80 В · А.

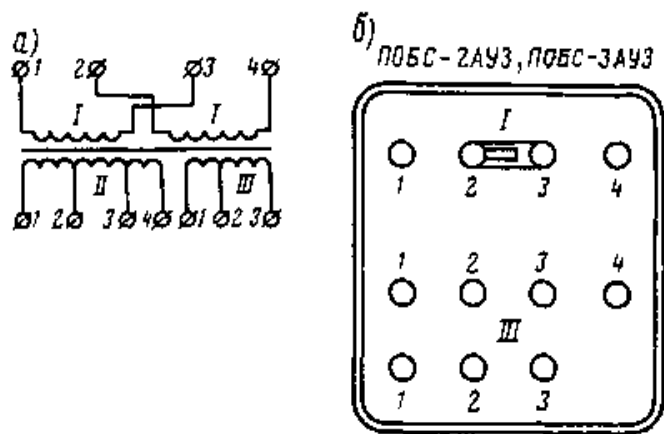


Рисунок 33- Схема соединения обмоток (а) и расположение зажимов на контактной панели трансформаторов типов ПОБС-2ЛУЗ и ПОБС-3АУЗ (б)

Сигнальные, релейные и специальные трансформаторы. К сигнальным относятся трансформаторы типов СОБС-2АУЗ, СОБС-3АУЗ, СТ-2А, СТ-3, СТ-3А, СТ-4, СТ-5, СТ-6. Первичная обмотка всех трансформаторов, кроме трансформатора типа СТ-2А, состоит из двух частей, а у трансформаторов типов СТ-4 и СТ-5 - из трех частей. При параллельном соединении этих частей трансформатор можно включить в сеть напряжением 110 В, при последовательном - в сеть напряжением 220 В. Трансформаторы типов СТ-4 и СТ-5 имеют промежуточные выводы первичной обмотки соответственно на первичное напряжение 195 и 185 В.

Трансформаторы типа СОБС-2АУЗ (сигнальные однофазные бронированные сухие) применяют для питания светофорных ламп и местных цепей автоблокировки. Номинальная мощность трансформатора получается из двух основных вторичных обмоток II и III (рис. 37). Обе обмотки имеют равное число витков, одинаковые по напряжению и току. Допустимый ток нагрузки секционированных обмоток IV и V в 2 раза больше, чем вторичных обмоток. Наличие двух пар обмоток позволяет питать две электрические разобщенные нагрузки или питать нагрузку с вдвое большим током, соединяя параллельно обмотки II и III и последовательно с ними обмотки IV и V, а также получить повышенное вторичное напряжение при последовательном соединении всех четырех обмоток.

От обмоток II и IV трансформатора СОБС-2АУЗ при раздельном питании двух нагрузок можно получить напряжение 20 В, регулируемое от 2 до 20 В; от обмоток III и V - 18 В, регулируемое от 2 до 4 В и от 10 до 18 В; при параллельном соединении обмоток II и III и последовательно с ними обмоток IV и V - напряжение 24 В, регулируемое от 1 до 24 В; при последовательном соединении всех обмоток - напряжение 38 В.

Сигнальные трансформаторы типов СТ-2А, СТ-3, СТ-4, СТ-5 и СТ-6 применяют в схемах питания светофорных ламп при центральном питании. Напряжение на первичной обмотке у трансформаторов СТ-2А 165 В, а напряжение, снимаемое со вторичной обмотки, - 10-13 В (рис.38, а); номинальная емкость 25 В • А.

Сигнальный трансформатор типа СТ-3А (рис. 38, б) используют для питания ламп стрелочных указателей. Первичная обмотка этого трансформатора состоит из двух частей. Вторичная обмотка секционирована и позволяет получить четыре напряжения - 11, 12, 13 и 14 В; номинальная мощность трансформатора 13 В • А.

Для более широкого использования сигнальных трансформаторов в устройствах СЦБ разработаны новые типы, более экономичные. Трансформатор типа СТ-4 (рис. 36, в) выполнен на напряжение 110, 195 и 220 В. Он имеет секционированную вторичную обмотку, с которой получают напряжение от 11,3 до 13,9 В; мощность тансформатора 16 В • А. Трансформатор типа СТ-5 (рис. 36, д) рассчитан на первичные напряжения 110, 185 и 220 В. Со вторичной его обмотки получают напряжения от 11,8 до 14,6 В; мощность трансформатора 25 В • А. Напряжение первичной обмотки трансформатора СТ-6 (рис. 38, г) 110 и 220 В. Трансформатор имеет две вторичные обмотки. При номинальной нагрузке с них снимают напряжения от 11,8 до 14,5 В; мощность трансформатора 40 В • А.

Сигнальный трансформатор типа СОБС-3АУЗ (рис. 37) предназначен для питания ламп светофоров в устройствах сигнализации, централизации и блокировки метрополитена. Трансформатор имеет одну первичную обмотку на номинальное напряжение 110 В частотой 50 Гц. Вторичная обмотка состоит из двух отдельных обмоток с семью выводами, позволяющими при номинальной нагрузке с помощью соответствующих включений получить напряжения от 5,7 до 82,6 В; мощность трансформатора 50 В • А.

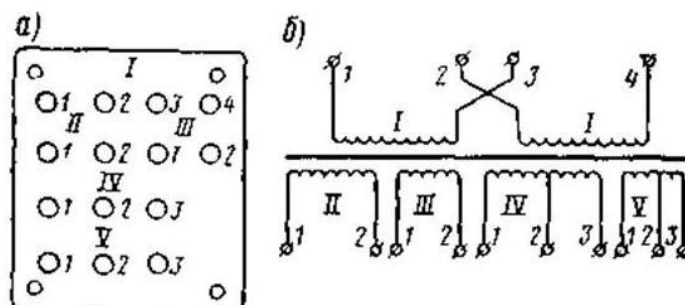


Рисунок 34- Расположение контактов на панели и схема соединение обмоток трансформатора типа ПОБС- 5АУЗ

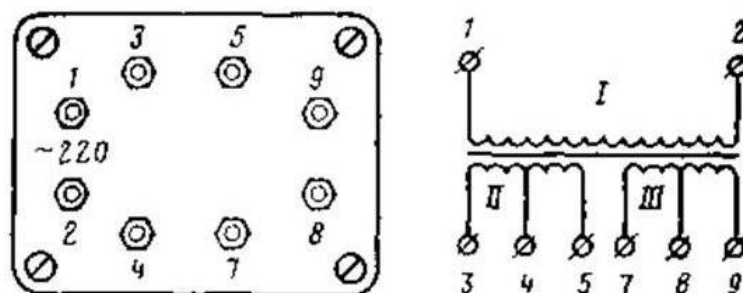


Рисунок 35-Расположение контактов на панели и схема соединения обмоток трансформатора типа ПТМ-А

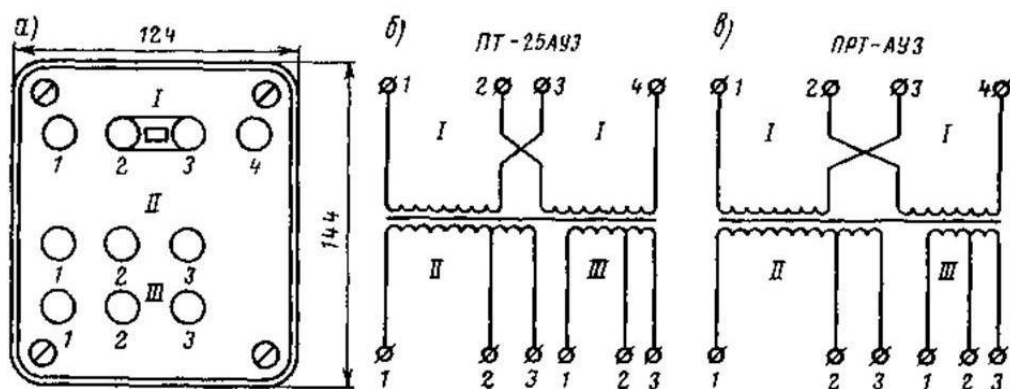


Рисунок 36- Нумерация контактов на панели (а) и схема соединения обмоток трансформаторов типов ПТ-25АУЗ (б) и ПРТ-АУЗ (в)

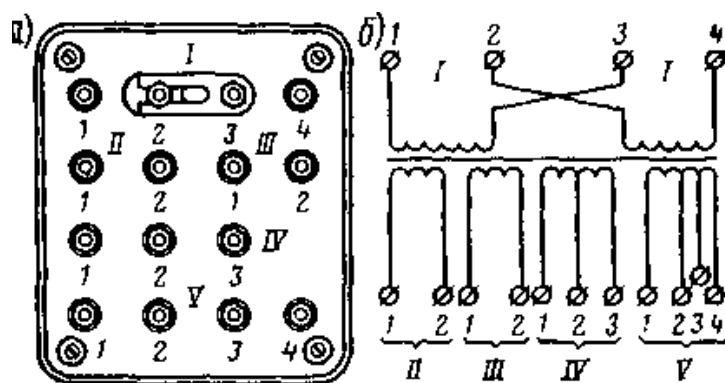


Рисунок 37- Панель с выводами (а) и схема соединения обмоток трансформатора типа СОБС-2АУЗ (б)

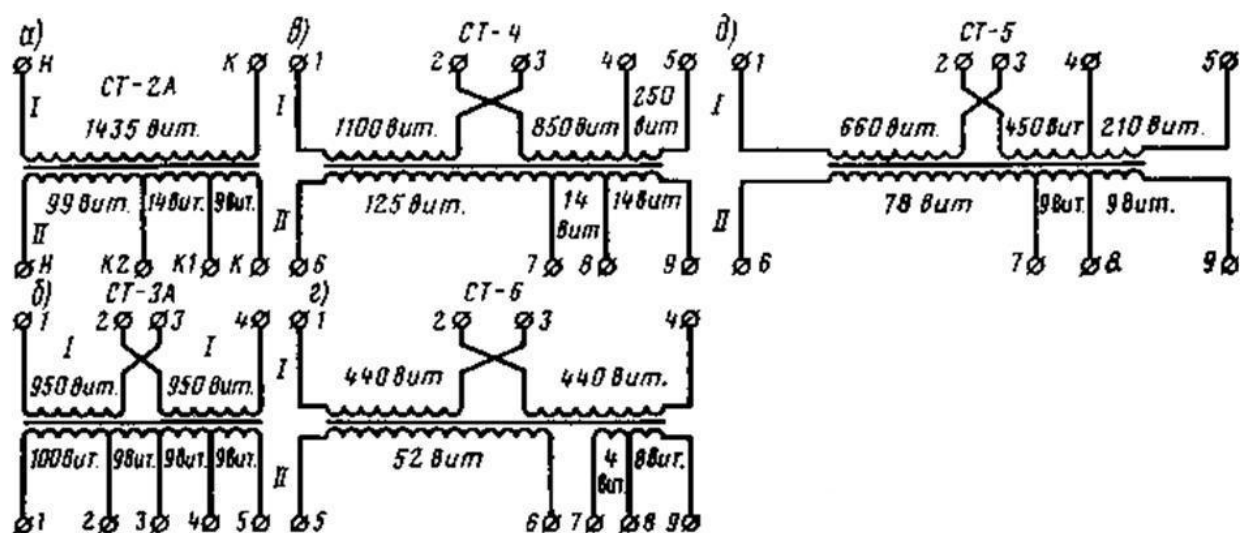


Рисунок 38- Схемы соединения обмоток сигнальных трансформаторов типа СТ

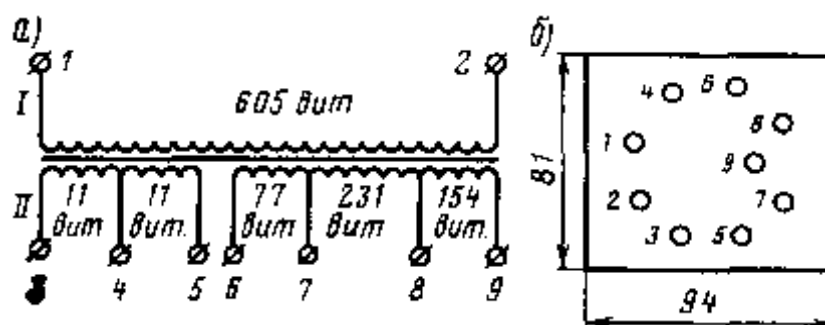


Рисунок 39- Схема соединения обмоток (а) и нумерация выводов трансформатора типа СОБС-3АУЗ

К релейным относятся трансформаторы типов РТЭ-1А и ТР-3 мощностью соответственно 0,8 и 0,5 В • А. Трансформаторы типа РТ-3 устанавливают в рельсовых цепях переменного тока на участках с тепловозной тягой, а трансформаторы типа РТЭ-1А - в рельсовых цепях на участках, электрифицированных на постоянном токе. Напряжения, получаемые с вторичных обмоток трансформатора типа РТ-3. - 11,5 В, а типа РТЭ-1 -85 В.

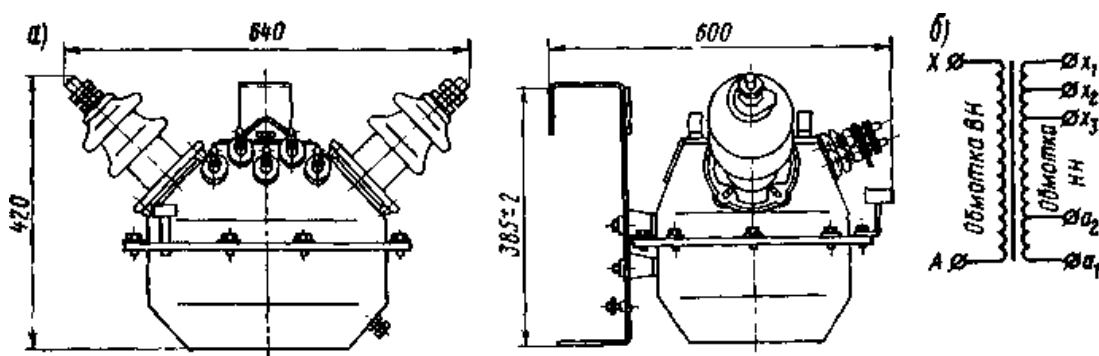


Рисунок 40- Внешний вид трансформатора типа ОМ (а) и схема соединения обмоток (б)

Трансформатор типа СКТ-1 (однофазный с естественным охлаждением) применяют в пусковых стрелочных блоках типов ПС-110 и ПС-220 для питания контрольной цепи двухпроводной схемы управления стрелочным электроприводом. Первичная обмотка состоит из двух обмоток. При параллельном их соединении трансформатор включают в сеть напряжением 110 В, а при последовательном - в сеть напряжением 220 В. Напряжение вторичной обмотки (выводы ПП- 114) при последовательном соединении двух частей обмотки - 165 В; мощность трансформатора 12 В • А.

Линейные и силовые трансформаторы. Линейный трансформатор типа ОМ (однофазный с масляным охлаждением) служит для понижения напряжения высоковольтной линии автоблокировки с 6 или 10 кВ до 230 или 115 В. Он предназначен для наружной установки в пунктах питания устройств железнодорожной автоматики.

В высоковольтную линию автоблокировки трансформаторы типа ОМ включают так, чтобы каждая из трех фаз линии была нагружена примерно одинаково. Практически трансформатор включают в крайние провода, расположенные на траверсах, но поскольку через каждые 3 км места расположения проводов при скрещивании меняются, то включение их в каждую фазу чередуется.

Трансформаторы ОМ изготавливают мощностью 0,63 и 1,25 кВ • А (рис. 40) - однофазные двухобмоточные с естественным масляным охлаждением. Напряжение первичной обмотки 6 или 10 кВ. Трансформаторы представляют собой герметичную конструкцию. Они имеют пробивные предохранители на напряжение 700-800 В. Номинальная частота питающей сети 50 Гц. Трансформаторы изготавливают с обмоткой низшего напряжения 230 или 115 В.

Вторичная обмотка трансформатора ОМ секционирована и имеет пять выводов: a_1 , a_2 , X_1 , X_2 , X_3 , которые позволяют получить номинальное напряжение на низкой стороне при напряжениях в высоковольтной линии от -15% до +5% номинального высокого напряжения.

На участках железных дорог, электрифицированных на переменном токе промышленной частоты, для питания сигнальных установок и линейных потребителей применяют комплектные трансформаторные однофазные подстанции (КТПО) с двумя трансформаторами типа ЗНОМ-35-65У1 (рис.41) (заземляемый трансформатор напряжения однофазный, естественная циркуляция воздуха и масла, климатическое исполнение У, категория размещения I).

Трансформатор ЗНОМ-35-65У1 имеет три обмотки: одну первичную и две вторичных - основную и дополнительную. Напряжение первичной обмотки 27,5 кВ, основной вторичной-100 В, дополнительной вторичной - 127 В; предельная мощность трансформатора 1000 В • А.

Для питания устройств электрической централизации используют трансформатор типа ТС - трехфазный сухой с естественным охлаждением для внутренней установки. Трансформатор имеет первичную и вторичную обмотки (рис. 42, а). Первичную обмотку (рис. 42, б) можно включать в сеть напряжением 220, 380, 400 или 500 В по схеме звезда (зажимы Х, У и 2 соединяют между собой) или по схеме треугольник (соединяют зажимы А ~ Х, В - Х, С - У). Вторичную обмотку включают только звездой, для чего между выводами фазовых обмоток а₃, б₃, с₃ ставят перемычки.

Трансформаторы ТС выпускают открытого типа мощностью от 10 до 160 кВ • А. У трансформаторов ТС мощностью от 10 до 100 кВ • А номинальное напряжение вторичной обмотки 133, 230, 400 В, а у трансформаторов мощностью 160 кВ • А - 127, 133, 220, 230 и 400 В. Выпускают также трансформаторы ТСЗ закрытого типа мощностью 1,5 и 2,5 кВ • А.

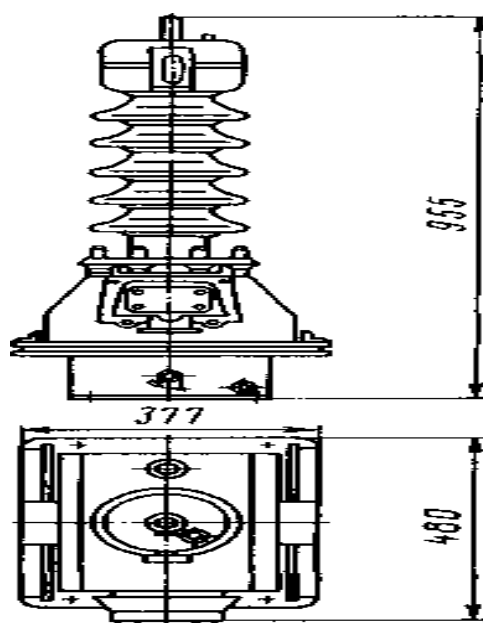


Рисунок 41-. Трансформатор типа ЗНОМ-35-65У1

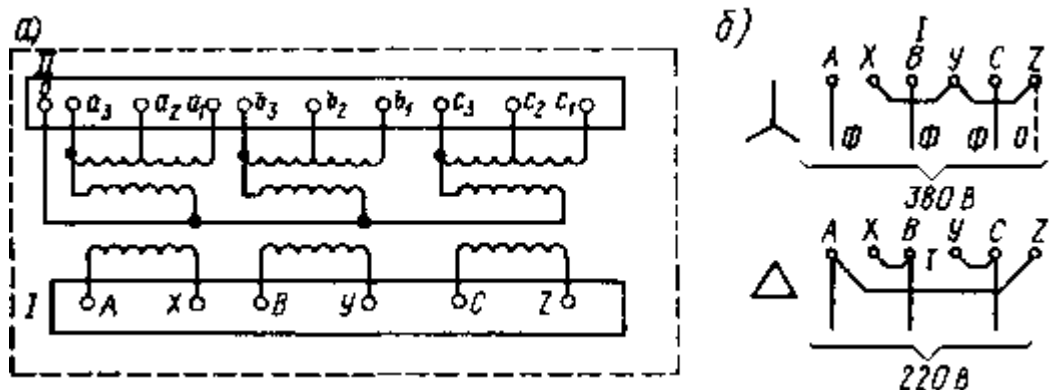


Рисунок 42- Схема включения обмоток трансформатора типа ТС

Автотрансформаторы и дроссели насыщения

Автотрансформаторы. В отличие от обычного трансформатора автотрансформатор вместо двух электрически изолированных обмоток имеет одну, разделенную на две части.

В понижающем автотрансформаторе (рис. 43) к первичной обмотке с числом витков W_1 подводится напряжение U_1 . Вторичной обмоткой является часть первичной с числом ВИТКОВ W_2 .

В автотрансформаторе происходят те же процессы, что и в трансформаторе. Под действием синусоидального напряжения U_1 в первичной обмотке возникает переменный ток I_1 . Намагничивающая сила этого тока возбуждает в сердечнике переменный магнитный поток, который наводит в обмотках э. д. с. E_1 и E_2 . Напряжение вторичной обмотки U_2 пропорционально числу витков W_2 . В понижающем автотрансформаторе $U_2 < U_1$, поэтому напряжение $U_2 < U_1$, а ток $I_2 > I_1$.

В обмотках нагруженного автотрансформатора по виткам W_2 протекают два тока: первичный I_1 и вторичный I_2 . Как и в обычном трансформаторе, эти токи сдвинуты на угол, равный 180° . Результирующий ток на участке АВ $I_{AB} = I_1 - I_2$ а ток второго участка обмотки $I_{BC} = I_2$ причем $I_{AB} < I_{BC}$. По-этому совмещенную часть обмотки, т. е. витки АВ выполняют проводом меньшего сечения. Благодаря этому автотрансформатор имеет меньшие габаритные размеры, массу и стоимость, чем трансформатор с теми же номинальными данными.

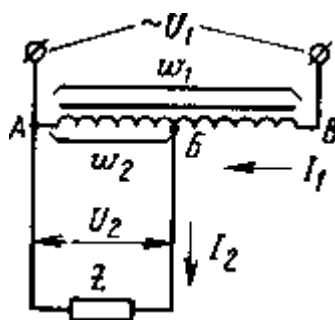


Рисунок 43-. Схема автотрансформатора

Эти преимущества автотрансформатора возрастают с уменьшением разности $1_{\text{д}} - 1_{\text{б}}$ т. е. по мере приближения коэффициента трансформации к единице.

Автотрансформаторы применяют в том случае, если требуется изменять напряжение в небольших пределах. Недостаток автотрансформаторов - электрическая связь обмоток высшего и низшего напряжений, что не позволяет использовать автотрансформаторы для преобразования высокого напряжения в низкое (например, 6000 В в 220 В). Наличие электрической связи обмоток в этом случае опасно для жизни людей, работающих с автотрансформатором.

Дроссели насыщения. Для автоматической регулировки напряжения в выпрямителях, предназначенных для электропитания диспетчерской, горючей и электрической централизации, используют дроссели насыщения (ДН), которые представляют собой Ш-образный сердечник с двумя обмотками (рис 44, а). На крайних стержнях находится обмотка переменного тока $w_{\sim}$, состоящая из двух равных частей, соединенных последовательно, а на среднем стержне - обмотка подмагничивания $w_{\text{д}}$ (управляющая), подключаемая к источнику постоянного тока.

Обе части обмотки переменного тока соединяют таким образом, чтобы их переменные магнитные потоки Φ , замыкаясь по среднему стержню, были направлены навстречу друг другу. Благодаря этому они взаимно компенсируются и в обмотке подмагничивания не возникает переменная э. д. с.

Магнитный поток обмотки подмагничивания $\Phi_{\text{д}}$ разветвляется на две равные части и замыкается по крайним стержням. Следовательно, результирующий магнитный поток в крайних стержнях сердечника дросселя имеет две составляющие: постоянную, которая создается током обмотки подмагничивания $I_{\text{д}}$, и переменную, которая создается переменным током $I^{\sim}$.

Намагничивающую силу выбирают так, чтобы при отсутствии тока подмагничивания крайние стержни дросселя находились в режиме насыщения. Поэтому при увеличении тока подмагничивания $I_{\text{д}}$, а следовательно, и потока $\Phi_{\text{д}}$ снижается переменный магнитный поток в сердечнике дросселя. В результате уменьшается индуктивность обмотки переменного тока L и ее индуктивное сопротивление $X_L = 2\pi f L$. Наоборот, при уменьшении тока подмагничивания $I_{\text{д}}$ индуктивное сопротивление X_L обмотки переменного тока увеличивается. Таким образом, при изменении тока подмагничивания $I_{\text{д}}$ можно регулировать реактивное сопротивление дросселя насыщения X_L в широких пределах.

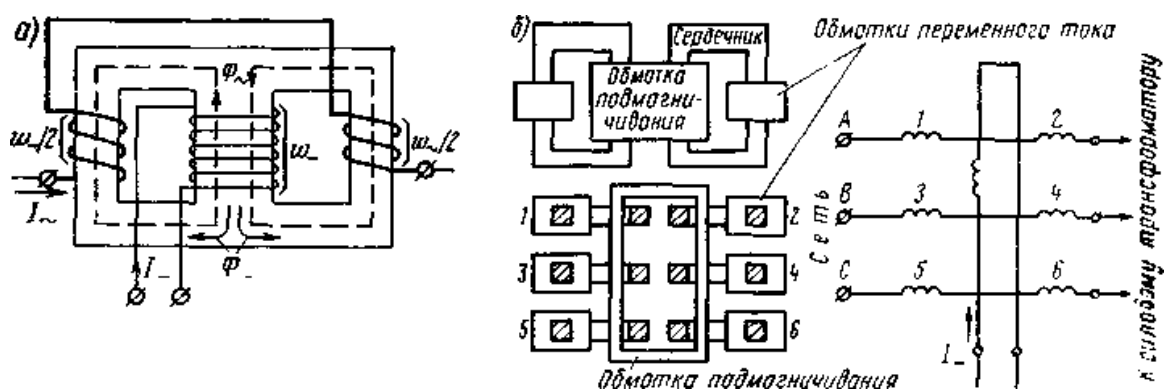


Рисунок 44- Схема дросселя насыщения (а) и конструкция (б) и схема включения трехфазного дросселя насыщения

Трехфазный дроссель насыщения (рис. 44, б и в) состоит из шести замкнутых сердечников с обмотками. Обмотки переменного тока 1 и 2 включают в первую фазу, 3 и 4 - во вторую фазу, 5 и 6 - в третью фазу. Обмотка подмагничивания охватывает стержни всех сердечников и является общей для всех трех фаз цепи.

Путевые дроссель трансформаторы

Путевые дроссель-трансформаторы (ДТ) предназначены для рельсовых цепей переменного тока с кодовым питанием на электрифицированных участках дорог. Они обеспечивают пропуск обратного тягового тока в обход изолирующих стыков к тяговой подстанции. Одновременно они служат трансформаторами для подачи в рельсовую цепь переменного сигнального тока на ее питающем конце и приема тока с рельсов на релейном конце.

Дроссель-трансформатор (рис. 45) представляет собой реактивную катушку с сердечником, имеющую малое омическое и относительно большое индуктивное сопротивление. Он состоит из сердечника 5 и ярма 4, собранных из листовой трансформаторной стали: на сердечнике насажены основная 3 и дополнительная 6 обмотки. Дополнительная обмотка расположена сверху основной обмотки. Сердечник с обмотками заключен в металлический корпус I с крышкой 2. В корпус заливают трансформаторное масло до красной черты.

У дроссель-трансформаторов, устанавливаемых на участках с электротягой постоянного тока, между сердечником и ярмом в магнитной цепи имеется воздушный зазор шириной 1-3 мм, который служит для стабилизации электрического сопротивления дросселя переменному току рельсовой цепи при подмагничивающем действии постоянного тягового тока. У дроссель-трансформаторов, применяемых на участках с

электротягой переменного тока, магнитная цепь не имеет воздушного зазора и состоит из замкнутого сердечника.

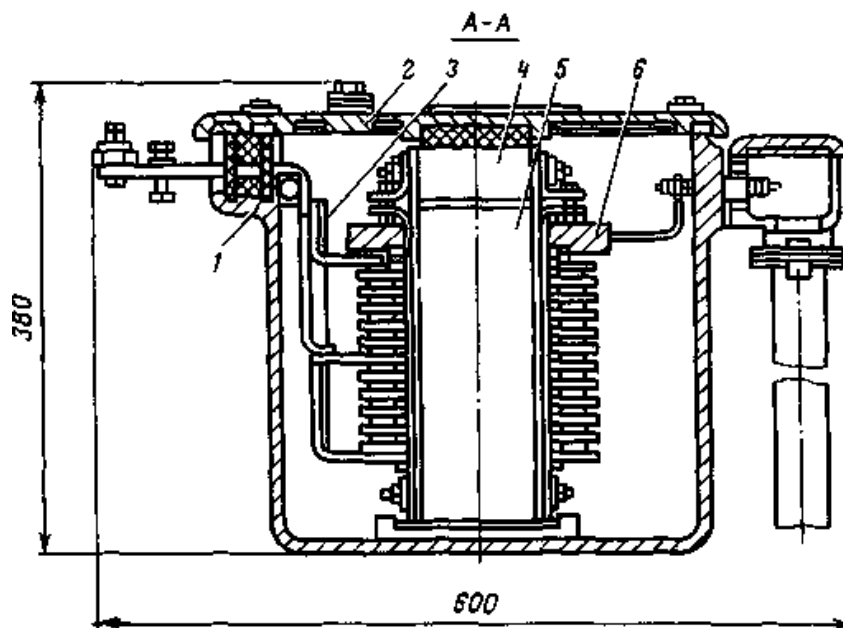


Рисунок 45- Дроссель-трансформатор типа ДТ-0,2-500

Основная обмотка дроссель-трансформатора имеет три вывода: два крайних и один - от средней точки обмотки (рис. 46). Крайние выводы основной обмотки подсоединяют к рельсам, а средний - соединяют со средним выводом второго дроссель-трансформатора смежной рельсовой цепи перемычкой, по которой тяговый ток проходит из одного изолирующего участка в другой. Дополнительную обмотку выводят в кабельную муфту на корпусе дроссель-трансформатора и через кабель подключают к приборам рельсовой цепи.

Дроссель-трансформаторы типов ДТ-0,2 и ДТ-0,6 применяют для участков дорог, оборудованных автоблокировкой на переменном токе при электротяге на постоянном токе. Дроссель-трансформаторы типов ДТ-0,2-500 и ДТ-0,6-500 рассчитаны на пропуск номинального (длительного) тягового тока 500 А через каждую секцию основной обмотки. Средний вывод обмотки рассчитан на 1000 А.

Дроссель-трансформаторы типов ДТ-0,2-1000 и ДТ-0,6-1000 рассчитаны на номинальный (длительный) тяговый ток 1000 А через каждую секцию основной обмотки. Средний вывод обмотки рассчитан на 2000 А.

Дроссель-трансформатор типа ДТ-0,6 с коэффициентом трансформации $n = 15$ всегда устанавливают на питающем конце рельсовой цепи, у него дополнительная обмотка не секционирована и имеет два вывода .

Дроссель-трансформатор типа ДТ-0,2 имеет переменный коэффициент трансформации. Его применяют на релейном и питающем концах рельсовых цепей частотой 50 Гц и длиной до 1500 м с двухэлементными путевыми реле типа ДСШ и на релейном конце кодовых рельсовых цепей длиной до 2600 м. Дополнительная обмотка секционирована и имеет пять выводов. Необходимый коэффициент трансформации подбирают включением соответствующих секций дополнительной обмотки. На выводах 1 и 2 $p = 13$, на выводах 2 и 4 - $p = 17$, на выводах 1 и 4 - $p = 30$ и на выводах 0 и 4 - $p = 40$.

На участках с электротягой переменного тока частотой 50 Гц на питающем и релейном концах рельсовой цепи устанавливают дроссель-трансформаторы типов ДТ-1-150 или 2ДТ-1-150 (соответственно рис. 45, в и г). Крайние выводы основной обмотки дроссель-трансформатора типа ДТ-1-150 рассчитаны на ток 150 А, а средний - на 300 А. Дроссель-трансформаторы типа ДТ-1-150 выпускают для рельсовых цепей переменного тока частотой 25 Гц одиночной и сдвоенной установки, у дроссель-трансформатора ДТ-1-150 $p = 3$. Дроссель-трансформатор сдвоенной установки типа 2ДТ-1-150 совмещает в одном корпусе два дроссель-трансформатора и имеет те же электрические характеристики, что и дроссель-трансформатор типа ДТ-1-150.

На станциях стыкования рельсовые цепи работают в особых условиях, подвергаясь воздействию постоянного и переменного тяговых токов. На таких станциях устанавливают дроссель-трансформаторы типов ДТ-0,6-500С с коэффициентом трансформации $p = 3$.

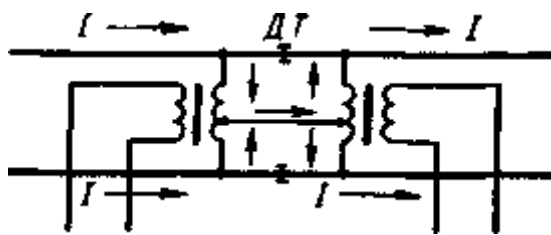


Рисунок 46- Схема включения дроссель-трансформатора в рельсовую цепь

Дроссель-трансформатор типа ДТМ-0,17-1000 предназначен для линий метрополитена, оборудованных автоблокировкой на переменном токе и электротягой на постоянном токе. Дроссель-трансформатор рассчитан на пропуск номинального тягового тока 1000 А через каждую секцию основной обмотки, его коэффициент трансформации $p = 40$.

Во время работы с путевыми дроссель-трансформаторами необходимо строго выполнять основные правила по технике безопасности. Необходимо, чтобы работающий

был в диэлектрических перчатках или пользовался инструментом с изолирующими ручками. Перед сменой дроссельной перемычки следует установить временную перемычку из медного провода и плотно закрепить ее одним концом на подошве рельса струбиной, а другим концом - на выводе дроссель-трансформатора специальным зажимом.

Работать с путевым дроссель-трансформатором, к которому присоединен отсасывающий фидер электротяги, можно только в присутствии и под наблюдением работников участка электроснабжения. При выполнении работ запрещается разрывать цепь сетевой обмотки изолирующих трансформаторов рельсовых цепей без предварительного отключения или замыкания накоротко обмотки (специальной перемычкой под гайки), соединенной с дроссель-трансформатором. Не разрешается отключать от рельса хотя бы одну перемычку дроссель-трансформатора без предварительного соединения обоих рельсов со средней точкой дроссель-трансформатора соседней рельсовой цепи, а также отключать среднюю точку ДТ или нарушать иным способом цепь протекания по рельсам тягового тока.

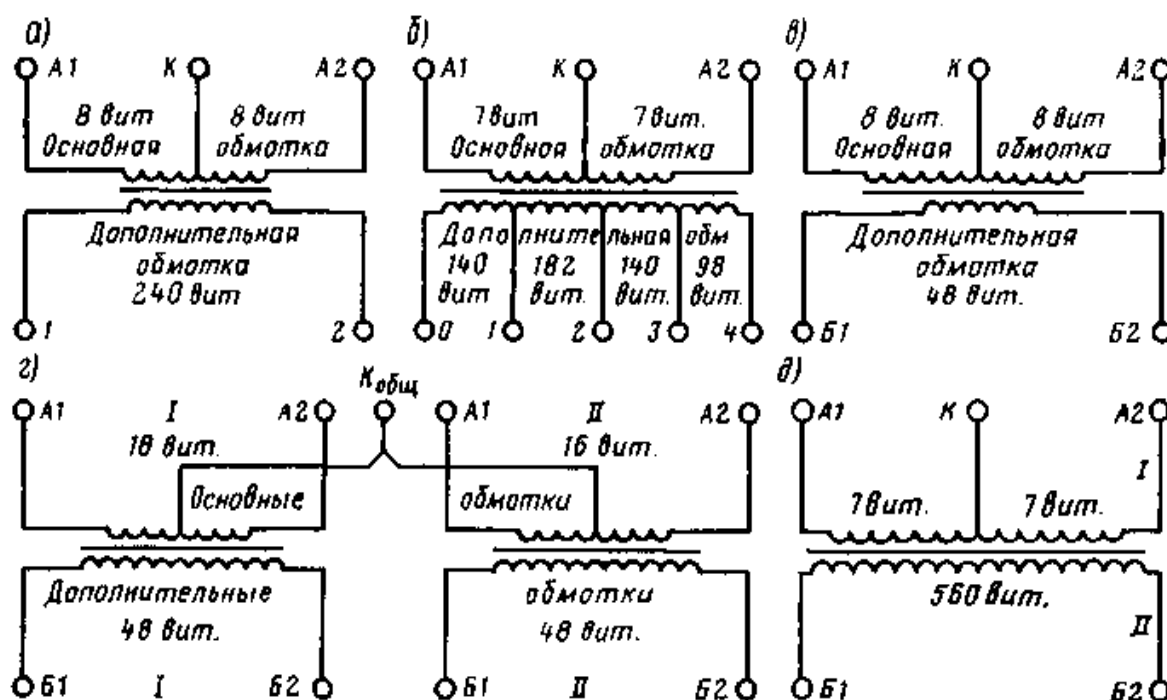


Рисунок 47- Схемы включения обмоток дроссель-трансформаторов различных типов

Тема 2.1.8 Приборы управления устройствами электропитания и их контроля

Тема 2.1.8.1 Микроэлектронное реле напряжения РНМ, устройство контроля чередования фаз КЧФ

Полупроводниковое реле напряжения РНП предназначено для контроля напряжения в сети переменного и постоянного тока. Номинальные напряжения контролируемой сети переменного тока частотой 50, 60 или 75 Гц соответственно 110, 220, 380 В, постоянного тока — 24 В.

Реле размещают в корпусе реле НМШ. Реле РНП применяют совместно с выходными электромагнитным реле на номинальное напряжение 24 В и сопротивлением обмотки не менее 900 Ом.

Реле РНП имеет два стабильных и независимо регулируемых порога опрокидывания: притяжения и отпускания, при которых выходное реле соответственно притягивает или отпускает якорь.

Техническая характеристика реле РНП при работе от сети постоянного и переменного тока

Таблица 7

Ток	Переменный	Постоянный
Выходное напряжение постоянного тока, В, при сопротивлении нагрузки не менее 900 Ом	24±2	22—24
Пределы регулировки коэффициента возврата	0,82—0,95	0,75—0,95
Потребляемая мощность, В·А, при сопротивлении нагрузки 900 Ом, не более	3	2
Нестабильность, %, пороговых значений напряжений при изменении температуры окружающей среды от —40 до +60 вС		2
Время отпускания якоря аварийного реле НМ.ПШ2-900, с, не более	0,15	

В зависимости от номинального контролируемого напряжения сети переменного тока реле РНП подключается к этой сети выводами, приведенными ниже:

Таблица 8

Номинальное напряжение сети, В	110	220	380
Выводы РНП:			
входные	61-81	21-81	41-81
соединяемые перемычками	41-81-82; 21-61-62	41-61	21-82; 41-62

В схеме включения реле РНП в контролируемую сеть с напряжением 220 В реле Р выбирают типа АШ2-1440 или НМШ1-1440.

Для контроля за напряжением в трехфазной сети устанавливают три реле РНП и одно электромагнитное реле (АШ2-1440 или НМШ1-1440).

Подключение реле РНП к источнику постоянного тока напряжением 24 В показано штриховыми линиями (см. рис. 48). В этом случае также отключают сеть переменного тока и снимают перемычку 33-53. Напряжение пульсаций на выходе источника постоянного тока не должно превышать 2%.

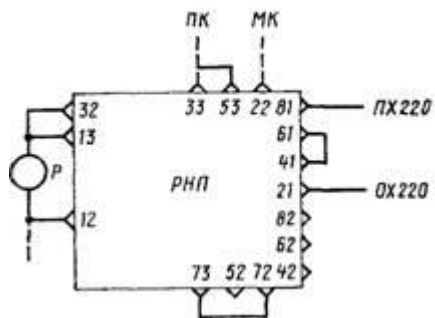


Рисунок 48- Схема включения регулятора РНП

Пороговые значения напряжений реле РНП при работе с аккумуляторной батареей

Таблица 9

Назначение РНП	Напряжение, В		Перемычки между выводами
	притяжения	отпускания	
Включение и выключение форсированного заряда	31	24,0	52-72; 32-73
Режим импульсного подзаряда	27	25,8	--
Контроль напряжения предельного разряда	24	21,6	52-72

При работе реле РНП с аккумуляторной батареей рекомендуется придерживаться значений напряжения притяжения и отпускания.

Погрешность настройки пороговых значений напряжений реле РНП 2%.

Реле РНП предназначено для эксплуатации при температуре окружающей среды от —40 до +60 °С.

Реле напряжения микроэлектронные типов РНМ1, РНМ3, РНМ3-У

Назначение. Реле РНМ1 (черт. 36252-01-00), РНМ3 (черт. 36252-50-00) и РНМ3-У (черт. 36252-50-00-01) предназначены для контроля сетей переменного тока номинальным (фазным) напряжением 220 В частотой 50 Гц.

Некоторые конструктивные особенности. Внешний вид реле РНМ1, РНМЗ и РНМЗ-У приведены на рис.49 ПО. Особенности исполнения реле РНМ1, РНМЗ и РНМЗ-У приведены в табл. 10.

Электропитание реле осуществляется от контролируемой сети. Реле размещаются в металлических шкафах наружной установки и в помещениях постов ЭЦ. Номера контактов колодки реле РНМ1: 12 22, 62, 72, 82; реле РНМЗ и РНМЗ-У: 12, 32, 52, 62, 72, 82.

Напряжение постоянного тока на контактах 72—82 реле при отключенной нагрузке и номинальном напряжении сети 220 В должно быть в пределах от 40 до 60 В.

Ток, потребляемый реле совместно с нагрузкой, должен быть не более:

- для РНМ1 — 35 мА при напряжении сети 220 В;
- для РНМЗ — 25 мА при напряжении сети 220 В;
- для РНМЗ-У — 25 мА при напряжении сети 257 В.

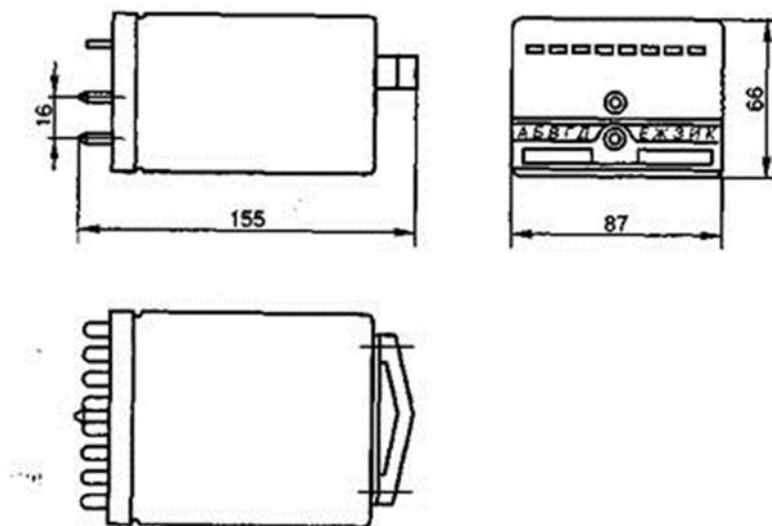


Рисунок 49- Габаритный чертеж реле типов РНМ1, РНМЗ, РНМЗ-У

Таблица 10- Особенности исполнения реле РНМ1, РНМЗ, РНМЗ-У

Тип реле	Особенности исполнения			
	назначение	контролируемая сеть	нагрузка (тип реле)	мощность, потребляемая совместно с нагрузкой от контролируемой сети, не более, Вт
РНМ1	Аварийное реле	Однофазная	С2-1000	6
РНМЗ	Аварийное реле	Трехфазная	РЭЛ1-1600	5
РНМЗ-У	Реле максимального напряжения	Трехфазная	ДЗ-2700	5

Реле отрегулированы на напряжения прямого опрокидывания (притяжения) релейной нагрузки U_n , значения которых в нормальных климатических условиях приведены в табл. 11. При этом значения напряжений обратного опрокидывания (отпадания) нагрузки U_o должны соответствовать приведенным в табл. 11.

Таблица 11- Напряжения прямого и обратного опрокидывания реле РНМЗ и РНМЗ-У

Тип реле	U_n , В, в пределах	U_o , в пределах
РНМ1, РНМЗ	от 196 до 200	от 183 В до $0,96 U_n$
РНМЗ-У	от 250 до 257	от $0,95 U_n$ до $0,99 U_n$

Напряжения на нагрузках реле для РНМ1, РНМЗ от 19 до 23 В при напряжении сети 200 В; для РНМЗ-У — от 24 до 28 В при напряжении сети 257 В.

Напряжение прямого опрокидывания (притяжения) релейной нагрузки U_n должно регулироваться в пределах: для РНМ1, РНМЗ — от 190 до 215 В; для РНМЗ-У - от 240 до 260 В.

Электрическая изоляция между контактами колодки реле, соединенными между собой, и направляющей шпилькой (корпусом) реле должна выдерживать без пробоя и явлений разрядного характера испытательное напряжение 2000 В переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин от испытательной установки мощностью не менее 1 кВА в нормальных климатических условиях.

Электрическое сопротивление изоляции указанной цепи должно быть не менее 50 МОм в нормальных климатических условиях и не менее 1 МОм при температуре окружающей среды +60 и —45°C при значении испытательного напряжения 550 В.

Устройство контроля чередования фаз типа КЧФ

Назначение. Устройство контроля чередования фаз КЧФ (черт. 36257-01-00) предназначено для эксплуатации в составе вводных панелей электрической централизации (ЭЦ) крупных и малых железнодорожных станций, служит для контроля правильности чередования фаз трехфазной сети и возможности передачи этой информации им табло ДСП и диспетчера.

Некоторые конструктивные особенности. Устройство КЧФ имеет штепсельное включение, выполнено в корпусе реле РЭЛ.

Электропитание изделия осуществляется от источника переменного тока частотой 50 либо 60 Гц номинальным напряжением 12,5 В с допускаемыми отклонениями в пределах от 11 до 14 В. Коммутационные элементы изделия допускают максимальный ток нагрузки до 0,3 А при напряжении до 31 В.

К выходным цепям КЧФ подключается реле постоянного тока, которое должно быть медленнодействующим на отпадение.

Изделие размещают в капитальных помещениях и в контейнерах для контейнерных ЭЦ.

Электрическая изоляция между всеми контактами колодки и корпусом проверяется напряжением 2 кВ однофазного переменного тока практически синусоидальной формы частотой 50 Гц.

Электрическое сопротивление изоляции указанной цепи не менее 50 МОм.

КЧФ контролирует правильность чередования фаз в каждом из двух фидеров переменного тока номинальным напряжением 380/220 В при изменении напряжений фидеров в каждой фазе в пределах от 183 до 257 В и передает информацию о нарушении чередования фаз каждого фидера на приборы индикации в устройства ЭЦ.

Ток, потребляемый изделием по каждой фазе при номинальном фазном напряжении, в пределах от 1,3 до 1,7 мА.

Ток, потребляемый изделием от источника электропитания при его номинальном напряжении:

- 1) при правильном чередовании фаз — в пределах от 5 до 15 мА;
- 2) при нарушении чередования фаз — не более 100 мА. Напряжение питания реле при номинальном напряжении электропитания в пределах:

- 1) при правильном чередовании фаз — от $U_p - 10,8$ В до $U_p = 12,5$ В;
- 2) при нарушении чередования фаз — от $(U_p + 1)$ В до $(U_p - 1)$ В.

Электрическая схема устройства контроля чередования фаз КЧФ приведена на рис. 50.

Наименование и тип элементов, примененных в схеме, приведен в табл. 12.

Условия эксплуатации. Устройства КЧФ предназначены для работы при температуре от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

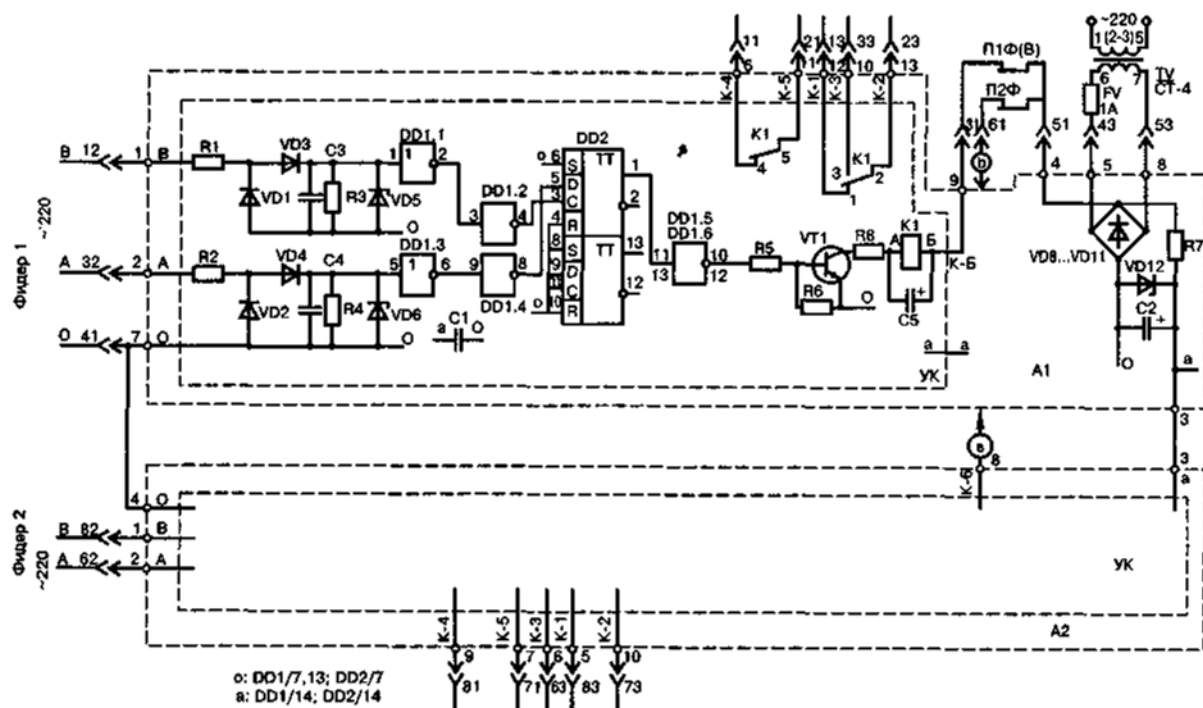


Рисунок 50- Электрическая схема устройства контроля чередования фаз КЧФ

Таблица 12 -Наименование и тип элементов устройства КЧФ

Условное обозначение на схеме	Наименование элементов	Тип элементов
A1	Плата	Черт. 36257-03-00
C2	Конденсатор	K50-35-25В-22 мкФ
R7	Резистор	C2-33 Н-0,5-330 Ом ± 10%
VD8... VD11	Диоды	КД243В
VD12	Стабилитрон	КС482А
C1, C3, C4	Конденсаторы	K10-7В-Н 90-0,033 мкФ!
C5	Конденсатор	K50-35-25В-47 мкФ-В
DD1	Микросхема	K561ЛН2
DD2	Микросхема	K561ТМ2
K1	Реле	РЭС47; РФ4.500.407-01
R1, R2	Резисторы	C2-33 Н-1-150кОм± 10%
R3, R4	Резисторы	C2-33 Н-0,125-39 кОм ± 10%
R5	Резистор	C2-33 Н-0,125-3,3 кОм ± 10%
R6	Резистор	C2-33 Н-0,125-2,7 кОм ± 10%
R8	Резистор	C2-33 Н-0,25-27 Ом ± 10%
VD1... VD4	Диоды	КД510А
VD5, VD6	Стабилитроны	КС182Ж
VT1	Транзистор	КТ683Е
A2	Плата Ф2	Черт. 36257-04-00

Тема 2.1.8.2 Микроэлектронные датчики импульсов ДИМ, Сигнализатор заземления СЗМ, Переключающие и контрольные устройства ПКУ

Датчик импульсов микроэлектронный типа ДИМ-1.

Электрическая принципиальная схемас перечнем элементов

Электрическая принципиальная схема датчика импульсов ДИМ-1 (черт. 36291-101-00) приведена на рис. 51.

Наименование и тип элементов, примененных в датчике ДИМ-1, приведены в табл. 13

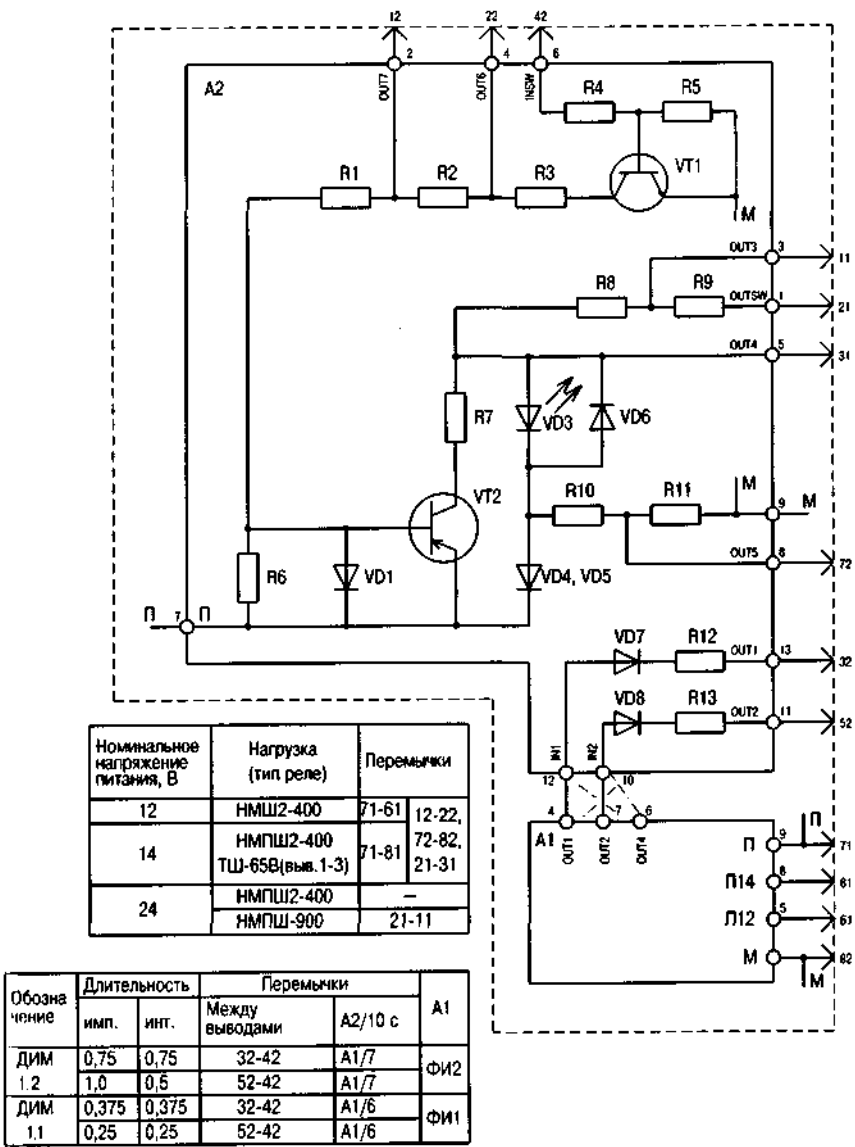


Рисунок 51- Электрическая принципиальная схема датчика ДИМ-1

Таблица 13 Наименование и тип элементов, примененных в датчике ДИМ-1

Условное обозначение на рис. 51	Наименование элементов	Тип элемента
A1	Плата формирователя импульсов ФИ	черт. 36291-121-00
A2	Плата усилителя У1	черт. 36291-122-00
R1, R3	Резисторы	C2-33H-0,5-270Ом±10%
R2	Резистор	C2-33H-1-1,5кОм±10%
R4	Резистор	C2-33H-0,125-1,2кОм±10%
R5	Резистор	C2-33H-0,125-1,8кОм±10%
R6	Резистор	C2-33H-0,125-330Ом±10%
R7	Резистор	C2-33H-2-270м±Ю%
R8	Резистор	C2-33H-2-470м±Ю%
R9	Резистор	C2-33H-2-390Ом±10%
R10	Резистор	C2-33H-0.5-1,5кОм±10%
R11	Резистор	C2-33H-0,5-1,0кОм±10%
R12, R13	Резисторы	C2-33H-0,125-1,0кОм±10%
VD1, VD6...VD8	Диоды	КД243Б; аАО.336.800ТУ
VD3	Индикатор единичный	АЛ307БМ; аАО.336.076ТУ
VD4, VD5	Стабилитроны	КС522А; аАО.336.002ТУ; включены последовательно
VT1	Транзистор	КТ683Б; аАО.336.802ТУ; допустима замена на КТ630Б
VT2	Транзистор	КТ816Г; аАО.336.186ТУ

Датчик импульсов микроэлектронный типа ДИМ-2.

Электрическая принципиальная схема с перечнем элементов

Электрическая принципиальная схема датчика импульсов ДИМ-2 (черт. 36291-201-00) приведена на рис. 52.

Наименование и тип элементов, примененных в датчике ДИМ-2, приведены в табл.14.

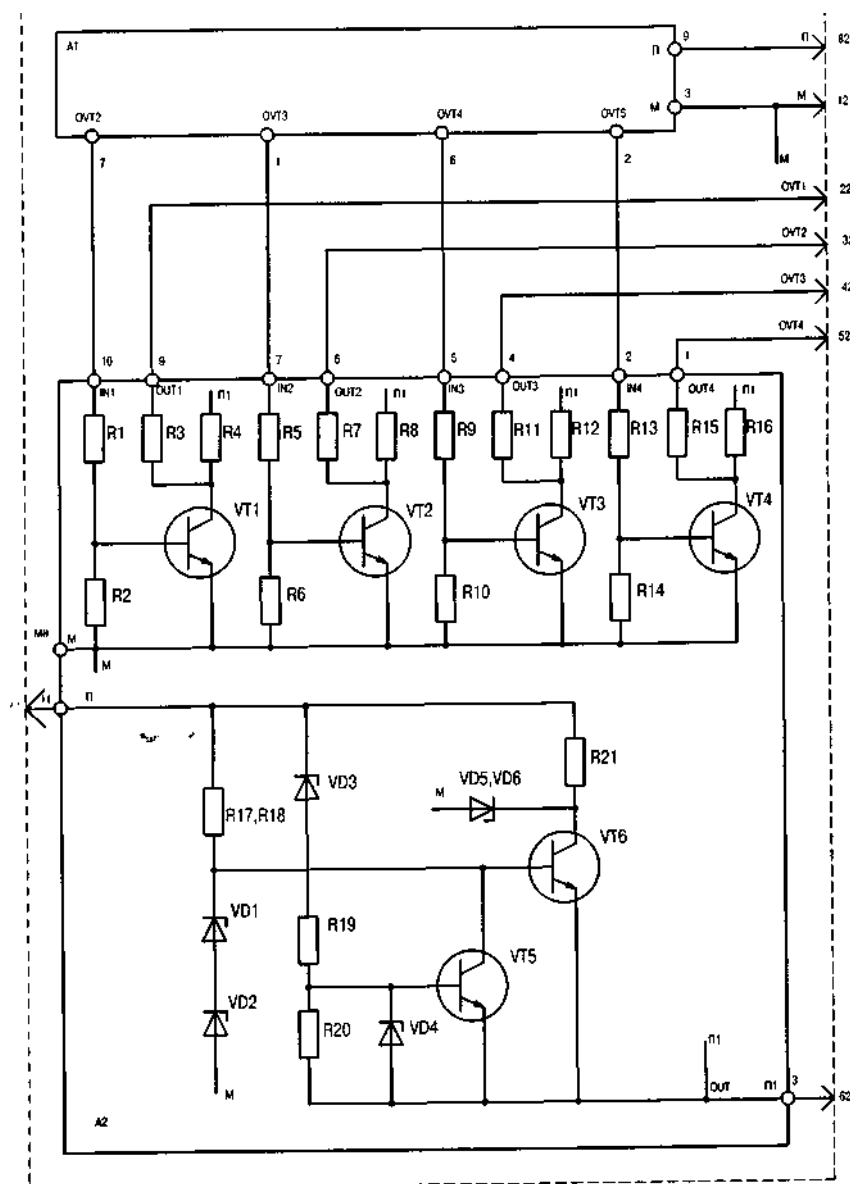


Рисунок 52- Электрическая принципиальная схема датчика импульсов ДИМ-2

Таблица 14- Наименование и тип элементов, примененных в датчике ДИМ-2

Условное обозначение на рис. 160	Наименование элемента	Тип элемента
A1	Плата формирователя импульсов ФИ	черт. 36291-121-00
A2	Плата усилителей У2	черт. 36291-222-00
R1, R5, R9, R13	Резисторы	C2-33H-0.125- 8,2кОм±10%
R2, R6, R10, R14	Резисторы	C2-33H-0,125-3,9кОм±10%
R3, R7, R11, R15	Резисторы	C2-33H-0,25-1,0кОм+10%
R4, R8, R12,	Резисторы	C2-33H-0,5-3,9кОм±10%

R16		
R17, R18	Резисторы	C2-33Н-2-560Ом±10%; включены параллельно
R19	Резистор	C2-33Н-2-270 Ом±10%
R20	Резистор	C2-33Н-0,125-200 Ом±10%
R21	Резистор	C2-33Н-1-39 0м±Ю%
VD1	Стабилитрон	КС482А; аАО.336.002ТУ
VD2, VD3	Стабилитрон	КС515А; аАО.336.002ТУ
VD4	Диод	КД243Б; аАО.336.800 ТУ
VD5, VD6	Стабилитроны	КС522А; аАО.336.002ТУ; включены последовательно
VT1...VT4	Транзистор	КТ315Г; ЖК3.365.200ТУ
VT5, VT6	Транзистор	КТ817В;аАО.336.187ТУ

Датчик импульсов микроэлектронный типа ДИМ-3

Назначение. Датчик импульсов ДИМ-3 предназначен для эксплуатации на железных дорогах.

Некоторые конструктивные особенности. Датчик импульсов ДИМ-3 имеет штепсельное включение и помещен в корпус реле РЭЛ (рис. 53).

Датчик ДИМ-3 выпускается в четырех вариантах исполнения, приведенных в табл. 15.

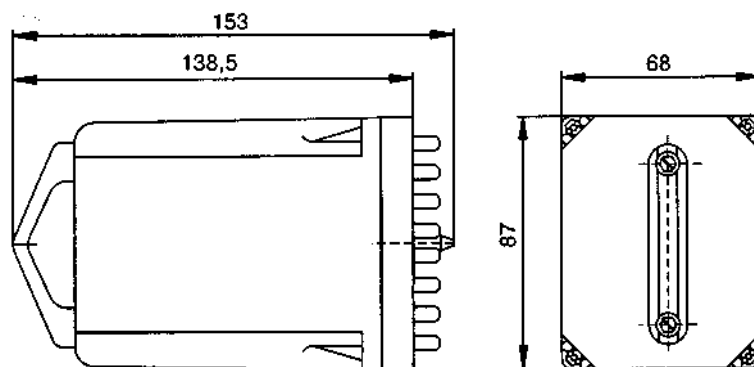


Рисунок 53- Датчик импульсов микроэлектронный ДИМ -3

Таблица 15- Варианты исполнения датчика ДИМ-3

Номер чертежа	Тип изделия	Особенности изделия	
		розетка	электро-радиоэлементы
36763-270-00	ДИМ-3	нет	объемного монтажа
«1763-270-00-01	ДИМ-3	есть	то же
36763-270-00-02	ДИМ-3П	нет	поверхностного монтажа
'./< >/63-270-00-03	ДИП-3П	есть	то же

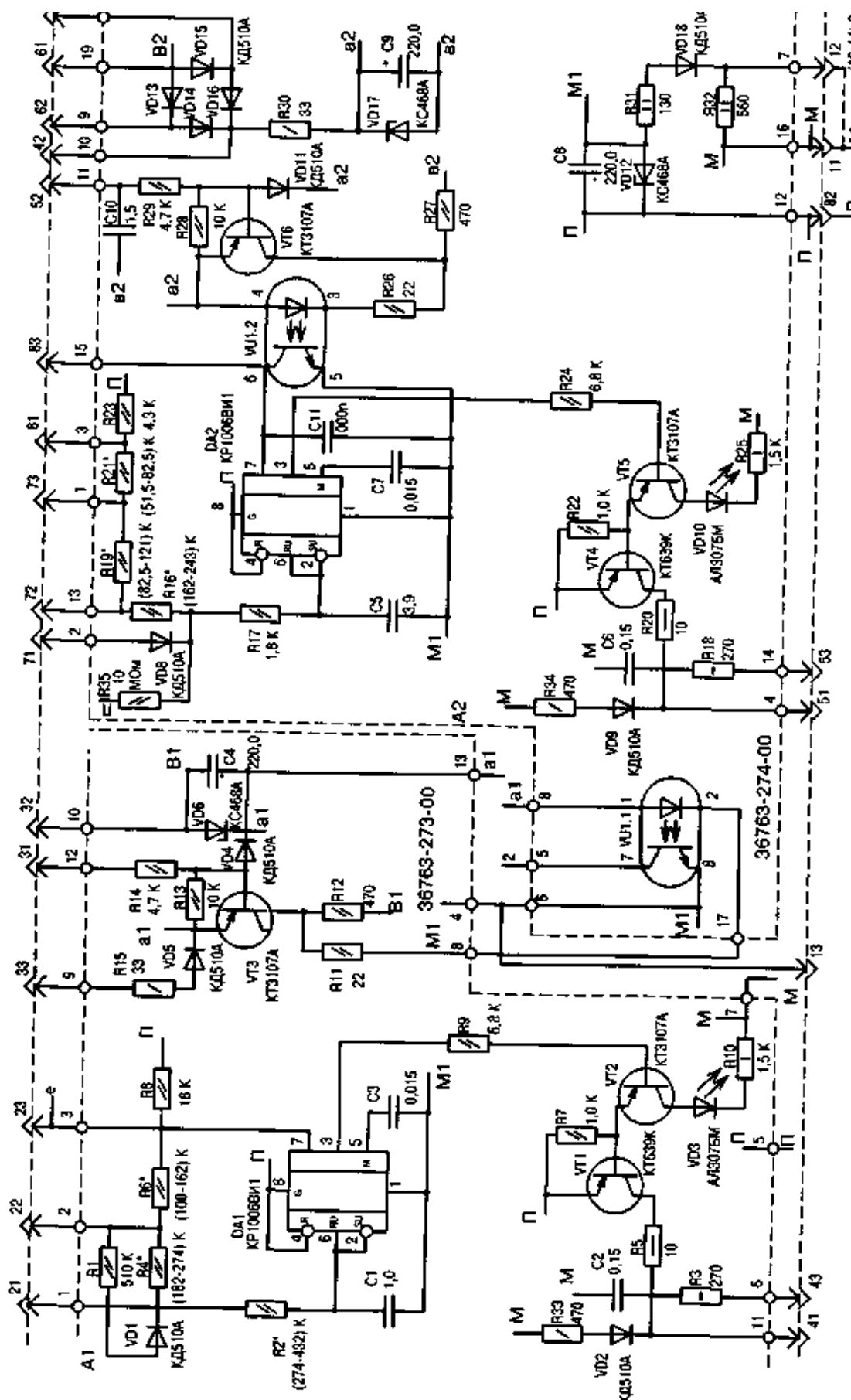


Рисунок 54- Электрическая принципиальная схема датчика импульсов ДИМ-3

Наименование и тип элементов датчика импульсов ДИМ-3 приведен в табл. 16.

Таблица 16-Наименование и тип элементов датчика ДИМ-3

Условное обозначение на рис. 51	Наименование и тип элементов, входящих в датчик ДИМ-3
ХР	Плата реле РЭЛ (основание) черт. 24685-06-01
А1	Плата черт. 36763-273-00
Конденсаторы	
С1	К73-11 -63 В-1,0 мкФ $\pm 5\%$; ОЖО.461.093 ТУ
С2	К10-17-16-Н90-0.15 мкФ; ОЖО.460.172 ТУ
С3	К10-17-26-Н50-0.015 мкФ; ОЖО.460.172 ТУ
С4	К50-29-16 В-220 мкФ; ОЖО.464.181 ТУ
DA1	Микросхема КР1006ВИ1; БКО.348.685 ТУ
Резисторы С2-33Н; ОЖО.467.173 ТУ:	
R1	С2-33Н-0,125-510 кОм $\pm 10\%$
R2*	С2-33Н-0,125-365 кОм $\pm 2\%$
R3	С2-33Н-0,25-470 Ом $\pm 10\%$
R4*	С2-33Н-0,125-210 кОм $\pm 2\%$
R5	С2-33Н-0,5-100 Ом $\pm 10\%$
R6*	С2-33Н-0,125-150 кОм $\pm 2\%$
R7	С2-33Н-0,125-1,0 кОм $\pm 10\%$
R8	С2-33Н-0,125-27 кОм $\pm 10\%$
R9	С2-33Н-0,125-6,8 кОм $\pm 10\%$
R10	С2-33Н-1.0-1.5 кОм $\pm 10\%$
НН	С2-33Н-0,125-22 Ом $\pm 10\%$
R12	С2-33Н-0,125-470 Ом $\pm 10\%$
Резисторы С2-33Н; ОЖО.467.173 ТУ:	
R13	С2-33Н-0,125-10 кОм $\pm 10\%$
Н14	С2-33Н-0,125-4,7 кОм $\pm 10\%$
R15	С2-33Н-0,25-33 Ом $\pm 10\%$
Н33	С2-33Н-0,25-470 Ом $\pm 10\%$
VD1, VD2	Диод КД510А; ТТЗ.362.100 ТУ
VD3	Индикатор единичный АЛ307БМ; аАО.336.076 ТУ
VD4, VD5	Диод КД510А; ТТЗ.362.100 ТУ
VD6	Стабилитрон КС468А; аАО.336.001 ТУ
VT1	Транзистор КТ639Ж; АА0.336.267 ТУ
VT2, VT3	Транзистор КТ3107А; аАО.336.170 ТУ
А2	Плата черт. 36763-274-00
Конденсаторы:	
С5	К73-11-63 В-3,9 мкФ $\pm 5\%$; ОЖО.461.093 ТУ

C6	K10-17-16-H90-0,15 мкФ; ОЖО.460.172 ТУ
C7	K10-17-26-H50-0.015 мкФ; ОЖО.460.172 ТУ
C8, C9	K50-29-16 В-220 мкФ; ОЖО.464.181 ТУ
СЮ	K73-11-63 В-1,5мкФ± 10%; ОЖО.461.093 ТУ
DA2	Микросхема КР1006ВИ1; БКО.348685 ТУ
C11	K10-73-16-M47-1000 пФ ± 10%; ЯАВЦ673511.004 ТУ
Резисторы C2-33Н; ОЖО.467.173 ТУ:	
R16*	C2-33Н-0.125-180 кОм + 2%; (180-243) кОм
R17	C2-33Н-0,125-1,8 кОм ± 10%
R18	C2-33Н-1,0-270 Ом ± 10%
R19*	C2-33Н-0,125-68 кОм + 2%; (68-124) кОм
R20	C2-33Н-0,5-100м± 10%
R21*	C2-33Н-0,125-66 кОм ± 2%; (66-82,5) кОм
R22	C2-33Н-0,125-1,0 кОм ± 10%
R23	C2-33Н-0,125-4,3 кОм ± 10%
R24	C2-33Н-0,125-6,8 кОм ± 10%
R25	C2-33Н-1,0-1,5 кОм ± 10%
R26	C2-33Н-0,125-22 Ом ± 10%
R27	C2-33Н-0,125-470 Ом ± 10%
R28	C2-33Н-0.125-10 кОм ± 10%
R29	C2-33Н-0,125-4,7 кОм ± 10%
R30	C2-33Н-0,25-33 Ом ± 10%
R31	C2-33Н-2-130Ом ±5%
R32	C2-33Н-2-560 Ом ± 10%
R34	C2-33Н-0.25-470 Ом ± 10%
R35	C2-33Н-1-10 мОм ± 10%
VD8, VD9	Диод КД510А; ТТЗ.362.100 ТУ
VD10	Индикатор единичный АЛ307БМ;
VD11	Диод КД510А; ТТЗ.362.100 ТУ
VD12	Стабилитрон КС468А;
VD13...VD16	Диод КД510А; ТТЗ.362.100 ТУ
VD17	Стабилитрон КС468А; аАО.336.001 ТУ
VD18	Диод КД510А; ТТЗ.362.100 ТУ
VT4	Транзистор КТ639Ж; ААО.336.267 ТУ
VT5, VT6	Транзистор КТ3107А; аАО.336.170 ТУ
VU1	Оптопара КР249КН2Б; АЛБК.431160.344 ТУ

По способу защиты человека от поражения электрическим током относится к классу III по ГОСТ 12.2.007.0-75.

В соответствии с условиями размещения на месте эксплуатации но допускаемым воздействиям механических нагрузок и климатических факторов изделие относится к классификационным группам МС2 и КЗ, но в диапазоне рабочих температур от минус 40 до плюс 60°С.

Ток, потребляемый ФИ от источника электропитания постоянной тока, должен быть не более: при номинальном напряжении U_n 15 — 45 мА, при номинальном напряжении 14 В — 60 мА.

Ток, потребляемый каждым УАЗ от источника электропитания постоянного тока номинальным напряжением 7,5 В, должен быть не более 40 мА.

значение испытательного напряжения — 250 В, время выдержки при его воздействии — достаточное для установления показаний мегаомметра, но не более 1 мин.

Таблица 17- Точки измерения сопротивления изоляции

Точка 1	Точка 2
1. Соединенные между собой вводные контакты 31, 32, 33	Соединенные между собой вводные контакты 42, 52, 61, 62, 63
2. Соединенные между собой вводные контакты 31, 32, 33	Соединенные между собой вводные контакты 11, 12, 13, 21, 22, 23, 41, 43, 51, 53, 71, 72, 73, 81, 82, 83
3. Соединенные между собой вводные контакты 42, 52, 61, 62, 63	Соединенные между собой вводные контакты 11, 12, 13, 21, 22, 23, 41, 43, 51, 53, 71, 72, 73, 81, 82, 83
4. Соединенные между собой вводные контакты 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43, 51, 52, 53, 61, 62, 63, 71, 72, 73, 81, 82, 83	Направляющий штырь изделия (любой)

Сигнализаторы заземления индивидуальные

Они выпускаются 2-х типов — **СЗИ1** и **СЗИ2**. Номинальное напряжение контролируемых источников питания:

СЗИ1— переменного тока 220 и 24 В, постоянного тока 24 В;

СЗИ2— постоянного тока 220, 60, 48 В

СЗИ устанавливаются в панелях питания, на релейных стативах постов ЭЦ, а также в релейных шкафах автоблокировки и переездной сигнализации. Располагаются в таком месте, чтобы было хорошо видно свечение светодиодов и удобно пользоваться кнопкой выключения. Сигнализаторы заземления индивидуальные СЗИ предназначены для непрерывного контроля за сопротивлением изоляции относительно ” земли” источников питания постоянного и переменного тока постовых и напольных устройств железнодорожной автоматики.

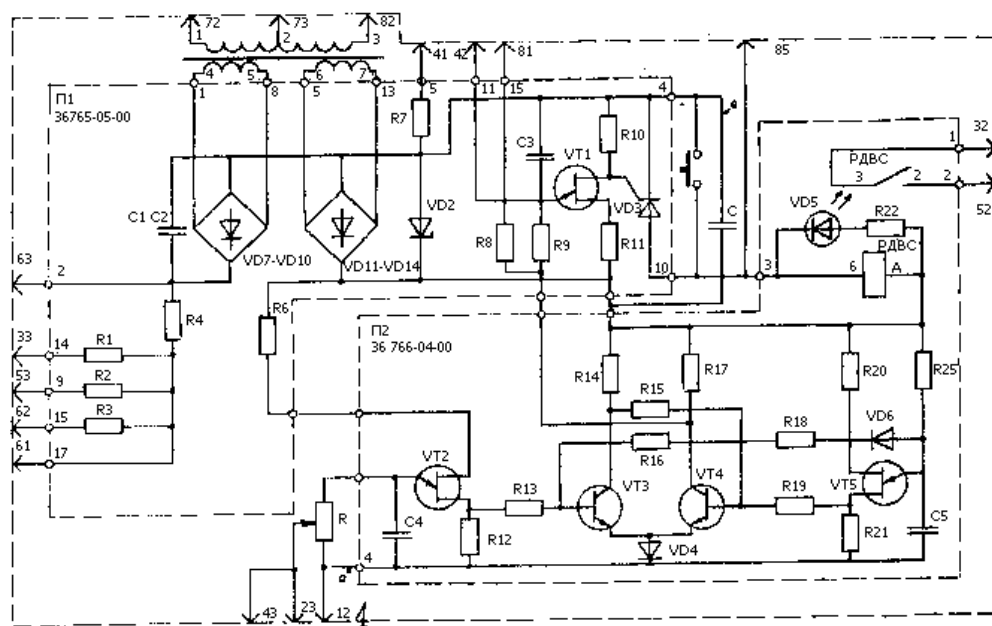


Рисунок 55- Электрическая схема сигнализатора СЗИ1

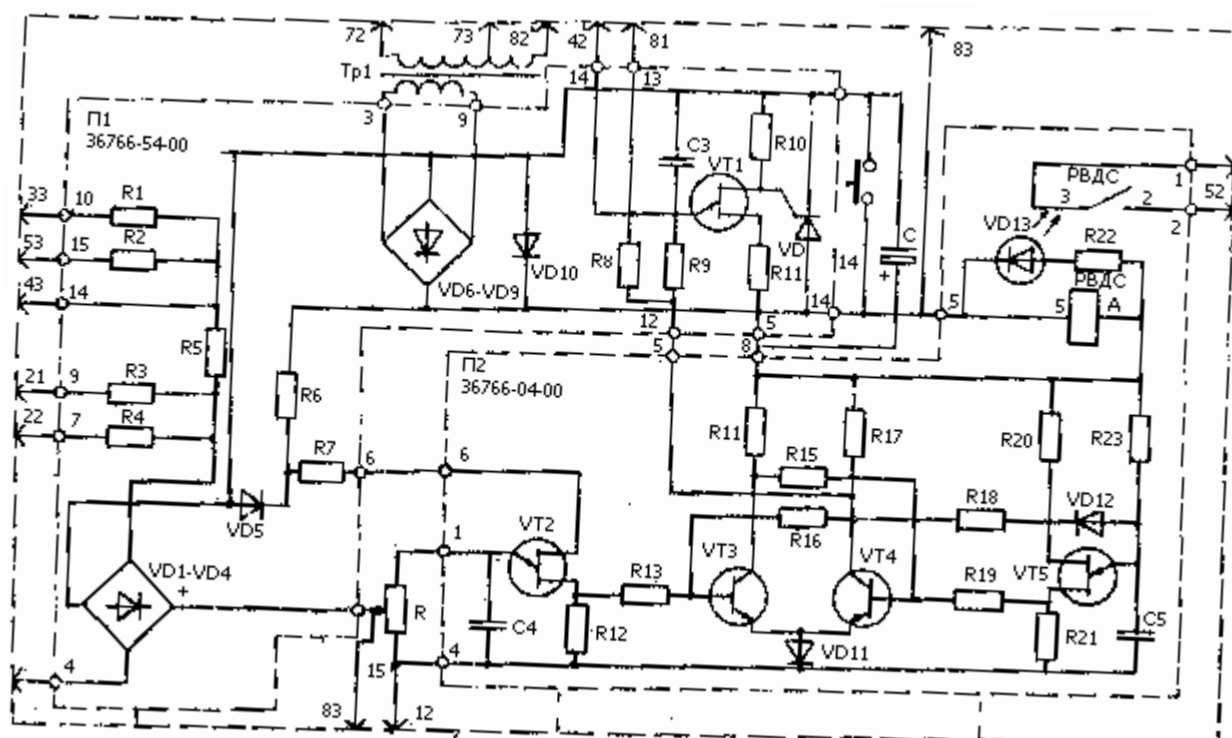


Рисунок 56- Электрическая схема сигнализатора СЗИ2

Сигнализаторы рассчитаны для эксплуатации в диапазоне рабочих температур от минус 45 до плюс 60о С, при предельных температурах от минус 50 до плюс 65о С и относительной влажности до 95 % при температуре 35о С.

Технические данные

Номинальное напряжение контролируемых источников питания:

СЗИ1 – переменного тока220,24 В

– постоянного тока24 В

СЗИ2 – постоянного тока220, 60, 48 В

Напряжение питания переменного тока частотой 50 или 60 Гц220 ± 22 В

Удельное входное сопротивление СЗИ (между точкой подключения контролируемого источника питания и клеммой заземления СЗИ), не менее.....1,0 кОм/В

для источника = 24 В.....0,8 кОм/В

Удельная чувствительность СЗИ к сопротивлению изоляции при номинальных значениях напряжения питания и контролируемого источника.....1 ± 0,05 кОм/В\

Нестабильность чувствительности при равнозначном изменении напряжения питания и контролируемого источника на ± 10 % для СЗИ1 и СЗИ2, не более.....± 10 %

Нестабильность чувствительности СЗИ при изменении только напряжения контролируемого источника на ± 10 % не более.....35 %

Нестабильность чувствительности СЗИ в диапазоне рабочих температур, не более.....15 %

Ток, потребляемый от сети переменного тока, не более.....40 мА

Напряжение питания приборов дистанционной сигнализации, постоянное, переменное.....24 В

Ток, потребляемый приборами дистанционной сигнализации, не более.....0,2 А

Время срабатывания СЗИ при подключении сопротивления утечки с удельным значением 0,9 кОм/В находится в пределах.....0,9 - 2,2 с
(Сигнализаторы ложно не срабатывают при переключении питания).

Сигнализаторы могут переключаться на срабатывание при подключении сопротивления утечки на время, не более.....0,2 с

Сопротивление изоляции между токоведущими частями и стяжным винтом в нормальных климатических условиях, не менее.....20 Мом

Электрическая прочность изоляции, не менее.....2000 В

Габаритные размеры (в корпусе реле НМШ), мм.....	200x87x112
Масса, не более.....	1,35 кг

Работа изделия

Контрольный орган КО, подключенный к сети переменного тока через источник питания ИП, или непосредственно к сети постоянного тока, фиксирует пороговое значение тока утечки.

В первом случае на вход КО питание через сопротивление утечки R_y поступает от источника ИП, во втором – используется источник питания контролируемой сети. В случае превышения нормируемой величины тока утечки (уменьшение сопротивления R_y), сигнал с выхода КО через формирователь временной задержки ФВЗ, осуществляющий временную задержку на срабатывание, поступает на вход исполнительного органа ИО. Исполнительный орган служит для управления местной индикацией (светодиодом Д) и реле включения дистанционной сигнализации РВДС. После восстановления сопротивления изоляции, ранее полученная информация сохраняется исполнительным органом ИО.

Стирание информации осуществляется вручную нажатием кнопки В.

Электрические схемы сигнализатора СЗИ1 и СЗИ2 идентичны и отличаются лишь построением входных цепей контрольного органа. Контролируемый источник подключается к клеммам 33–53.

Внутренний источник постоянного тока Вп1 и СЗИ1 подключается последовательно с контролируемым источником и входной цепью контрольного органа: плюс ВП1 – R_4 – R_1 – клемма 33 (или R_2 – клемма 53 в зависимости от места возникновения утечки) – сопротивление утечки (на схеме не показано) – заземление – регулируемый резистор R – точка а – минус Вп1.

В зависимости от того, в каком полюсе контролируемого источника постоянного тока 24 Вт появляется утечка на землю, внутренний источник подключается согласно с контролируемым или встречно. Из-за этого изменяется чувствительность к заземлению плюсового и минусового источника постоянного тока 24 Вт.

В СЗИ2 питание входной цепи КО осуществляется напряжением контролируемого источника питания. При утечке в минусовом полюсе ток проходит по цепи: плюсовой полюс контролируемого источника – клемма 33 – R_1 – R_5 – ” ~ ” Вп1 – плюс Вп1 – R – точка а – минус Вп1 – ” ~ ” Вп1 – клемма 43 – заземление – сопротивление утечки (на схеме не показано) – минусовой полюс контролируемого источника.

При утечке в плюсовом полюсе ток проходит по той же цепи, но в обратном направлении. Выпрямитель Вп1 обеспечивает постоянное в обоих случаях направление тока на резисторе R.

Напряжение, выделяемое на резисторе R, подается на вход контрольного органа, представляющего собой пороговый релаксационный генератор на однопереходном транзисторе VT2. Цепь база 1 – база 2 VT2 получает питание от выпрямителя Вп2 и конденсатора С, сглаживающего пульсации напряжения. Контрольный орган работает следующим образом. При снижении сопротивления изоляции контролируемого источника во входной цепи увеличивается ток утечки и напряжение на резисторе R. Конденсатор С4 заряжается до напряжения $U_{эб1}$, выделяемого на резисторе R. При определенном соотношении между $U_{эб1}$ и $U_{б1б2}$ транзистор VT2 открывается. Регулируемым резистором R устанавливается порог срабатывания транзистора VT2 при нормируемом сопротивлении изоляции. Постоянная времени заряда конденсатора С4 служит для создания инерционности на срабатывание КО и осуществляет защиту от ложного срабатывания сигнализатора при воздействии на входную цепь одиночных импульсов помех.

Когда напряжение на конденсаторе С4 достигнет напряжения включения транзистора VT2, последний открывается, воздействуя на схему формирователя временной задержки ФВЗ.

Схема формирователя временной задержки представляет собой мультивибратор на транзисторах VT2 – VT5. В одно положение мультивибратор перебрасывается при открытии транзистора VT2, а в другое – VT5. Однопереходный транзистор VT5 формирует время возврата триггера на транзисторах VT3 – VT4 в исходное состояние.

Времяформирующими элементами для транзистора VT5 являются резистор R23 и конденсатор С5.

Триггер на транзисторах VT3, VT4 служит для формирования прямоугольных импульсов напряжения, с выхода триггера (коллектор VT4) импульсы напряжения поступают на входную R – С цепь (R9 – С3) релаксационного генератора на транзисторе VT1.

Схема ФВЗ работает следующим образом. В исходном состоянии триггера (сопротивление изоляции контролируемого источника в норме) транзистор VT3 закрыт, VT4 открыт. В случае установки триггера при включении питания в противоположное положение, через резистор R23 заряжается конденсатор С5 до напряжения включения транзистора VT5.

Открытое состояние транзистора VT5 сохраняется до тех пор, пока ток разряда C5 (по цепи э – б VT5 – R21) не снизится до величины меньшей, чем ток включения транзистора. При открытии VT5 на выходе его (61) появляется импульс тока положительной полярности, который поступает через резистор R19 на базу транзистора VT4, открывая последний. Триггер переключается в исходное состояние. В открытом состоянии транзистор VT4 через диод Д6 и резистор R18 шунтирует цепь заряда C5, обеспечивая тем самым стабильность времени заряда в следующем цикле работы генератора.

В случае снижения сопротивления изоляции контролируемого источника питания ниже нормируемого, аналогично вышеописанному, срабатывает транзистор VT2 и переключатель триггер. Шунтирование транзистором VT4 конденсатора C5 прекращается. Начинается заряд C5. На время закрытого состояния VT4, через резисторы R17 и R9 образуется цепь заряда конденсатора C3. Время заряда конденсатора C3 больше времени заряда конденсатора C5, поэтому в данном цикле срабатывания транзистора VT1 не происходит. По окончании заряда C5 срабатывает VT5, переключая триггер в исходное состояние, C3 разряжается на резистор R9 через открытый переход коллектор-эмиттер VT4. Если восстановления сопротивления изоляции контролируемого источника питания не происходит, то цикл работы ФВЗ повторяется: заряжается конденсатор C4, открывается транзистор VT2, переключая триггер и т.д. Через 3–4 цикла срабатывания напряжения на C3 достигает величины включения транзистора VT1. С выхода VT1 положительный импульс тока подается на управляющий электрод тиристора VD3 исполнительного органа ИО. Открывшись, тиристор включает светодиод VD5 и реле включения дистанционной сигнализации РВДС. Выключение тиристора производится шунтированием его кнопкой В.

Переменное напряжение питания СЗИ подается через понижающий трансформатор Тр. Дополнительный вывод 2 первичной обмотки Тр используется при питании СЗИ переменным напряжением прямоугольной формы.

В схеме СЗИ1 повышенная стабильность чувствительности достигается за счет одновременного изменения напряжения питания и напряжения U_{б162}.

В схеме СЗИ2 стабилитрон VD1 стабилизирует напряжение U_{б162} транзистора VT2 для устранения влияния напряжения сети на параметры сигнализатора. Внешний миллиамперметр для измерения токов утечки подключается через кнопку к клеммам 12–23 сигнализаторов.

В устройствах железнодорожной автоматики имеются нагрузки, соединенные с источником питания через разветвленную кабельную сеть (светофоры, маршрутные указатели и т.п.), имеющие емкостную утечку на ”землю”.

На время заряда емкости жил кабеля относительно "земли", возникающий ток может вызвать срабатывание сигнализатора (в момент включения напряжения контролируемого источника). Ток емкостной утечки "шунтирует" сопротивление изоляции кабеля относительно "земли", вызывая срабатывание контрольного органа.

При времени заряда емкости менее 1с ложное срабатывание исключается собственной выдержкой времени сигнализатора. Для предотвращения ложного срабатывания сигнализатора при времени заряда емкости более 1с параллельно резистору R (клеммы 23–12) подключается контакт медленно – действующего обратного повторителя АО аварийного реле.

Для контроля сопротивления изоляции источников питания, нагрузка к которым подключается на время менее 1с (например, горочный стрелочный электропривод), резистор R8 подключается параллельно резистору R9 внешней перемычкой 42–81. В этом случае срабатывание СЗИ происходит при времени подключения сопротивления утечки не более 0,2 с. Т.е. время срабатывания СЗИ будет определяться только постоянной времени R – C цепи входа транзистора VT2.

Выбор входного сопротивления СЗИ в зависимости от напряжения контролируемого источника питания производится с помощью внешних перемычек, подключающих для СЗИ1 – параллельно резистору R4 резистор R3 и резистору R – резистор R7, для СЗИ2 – параллельно резистору R5 резисторы R3, R4

Сигнализатор заземления СЗМ

Сигнализатор заземления СЗМ, выполненный в корпусе реле типа ДСШ, предназначен для эксплуатации в непрерывном режиме в составе устройств электропитания железнодорожной автоматики при температурах от минус 45° до плюс 60 °С.

Технические характеристики.

Электрические характеристики контролируемых СЗМ источников и его источника питания приведены в табл. 4.21

СЗМ обеспечивает непрерывный контроль изоляции источников питания напряжением:

- 220 В для рабочих и контрольных цепей стрелок, светофоров, рельсовых цепей и т. д.;
- 24 В для ламп табло;
- 24 В для релейной нагрузки.

Ток, потребляемый СЗМ от сети при номинальном напряжении питания, не превышает 0,05 А.

Ток утечки на «землю», вносимый СЗМ, для контролируемых источников питания, напряжением -220 В составляет не более 3 мА, -24 В — не более 1 мА, для плюсового полюса источника =24 В - не более 0,5 мА.

Миллиамперметр СЗМ дает возможность поочередно измерять токи утечки на «землю» во всех контролируемых источниках питания и каждого источника относительно остальных.

Чувствительность СЗМ при условии срабатывания по одному контролируемому источнику питания при номинальном напряжении питания и номинальном напряжении контролируемых источников:

- для -220 В - (220 ± 44) кОм;
- для -24 В - не менее 23,0 кОм;
- для плюсового полюса источника =24 В - $(24,0 \pm 1,2)$ кОм;
- для минусового полюса источника =24 В - $(38,0 \pm 4,8)$ кОм.

Таблица 18

Источник	Напряжение, В		Номинальная частота, Гц
	номинальное значение	предельные изменения	
Питание (сеть)	~220	198–242	50,60
Контролируемый СЗМ	~220	198–242	25, 50, 60
	~24	16–25	50, 60
	=24	21,6–28	—

Нестабильность чувствительности СЗМ при нормальных климатических условиях и при изменении напряжения питания контролируемых источников =24 В и -24 В не более $\pm 20\%$, остальных источников - не более $\pm 10\%$.

Время срабатывания СЗМ по всем контролируемым источникам при снижении сопротивления изоляции до 20 кОм составляет от 1 до 3 с. Время ускоренного срабатывания СЗМ по первому контролируемому источнику -220 В при переключении перемычек внутри СЗМ и снижении сопротивления изоляции до 20 кОм - не более 0,3 с.

Выключение источника питания на время не более 1,6 с не вызывает ложного срабатывания СЗМ, а также не приводит к потере информации о его срабатывании. При включении питания после интервала времени более 10 с информация о срабатывании СЗМ сбрасывается.

Электрическая прочность изоляции первой группы контактов разъема (контакты 1, 2) относительно второй группы (все остальные контакты, кроме 4) и каждой из указанных

групп относительно контакта 4 (корпус) рассчитана на испытательное напряжение 2000 В переменного тока частотой 50 Гц при мощности источника не менее 1,0 кВт А.

Сопротивление изоляции первой группы контактов разъема относительно второй группы и каждой из указанных групп относительно контакта 4 - не менее 50 МОм.

Принцип действия. СЗМ содержит следующие функциональные узлы (рис. 57):

ИЗСТ— изолирующий согласующий трансформатор;

УП— узел питания;

УСКЦ- узел сопряжения с контролируемыми цепями;

ІКК, 2КК— первый и второй коммутаторы каналов;

ПЭ - пороговый элемент;

УПВВ — узел памяти и временной задержки;

УСИП - узел стирания информации в памяти;

ФТИ- формирователь тактовых импульсов;

С — накопительный конденсатор в цепи питания «+5В»;

SB1 - кнопка стирания информации в памяти и подключения миллиамперметра РА;

SA1- переключатель режимов работы СЗМ;

ПмА - переключатель миллиамперметра РА;

ІRn - переключатель проверочного резистора Rn;

УИДС - узел индикации и дистанционной сигнализации.

Штриховыми линиями на рис. 57 показаны сопротивления изоляции контролируемых источников относительно «земли».

СЗМ функционирует следующим образом. Узел питания УП преобразует переменное напряжение, поступающее от сети переменного тока 220 В через трансформатор ИЗСТ, в несколько постоянных напряжений.

Напряжения 5; 5,5 и 6 В стабилизированы и используются для питания узлов электронной части схемы СЗМ. Напряжение 12 В не стабилизировано и используется для питания РДС — реле дистанционной сигнализации срабатывания СЗМ.

Нестабилизированное выпрямленное напряжение +150 В используется для создания оперативного тока в контролируемых источниках 1-8. Соответственно СЗМ имеет восемь каналов контроля изоляции.

Контур протекания оперативного тока проходит от выхода УП+150 В через заземляющую шину, сопротивления изоляции R_{и1}—R_{и8} и далее через цепи узла сопряжения УСКЦ к общему минусу 0.

УСКЦ формирует на своих выходах 1-8 постоянные сглаженные напряжения, уровень которых пропорционален току, протекающему через сопротивления изоляции соответствующих контролируемых цепей 1—8.

Коммутатор 1КК циклически поочередно подключает вход порогового элемента ПЭ к каждому из выходов УСКЦ для сравнения имеющегося на выходах уровня напряжения с пороговым значением напряжения. При превышении порогового значения напряжения ПЭ срабатывает и формирует сигнал, который через синхронно работающий вместе с 1КК второй коммутатор 2КК поступает в соответствующий элемент памяти узла УПВВ. В УПВВ в течение времени выдержки, длящейся несколько циклов работы СЗМ, происходит подсчет числа импульсов, поступающих в соответствующий каждой контролируемой цепи элемент памяти.

При поступлении в элемент памяти восьми импульсов происходит фиксация снижения сопротивления изоляции в соответствующей контролируемой цепи. При этом срабатывают соответствующий элемент индикации в узле УИДС, а также реле дистанционной сигнализации РДС, контактами которого включается индикатор наличия заземления, находящийся на пульте дежурного оператора.

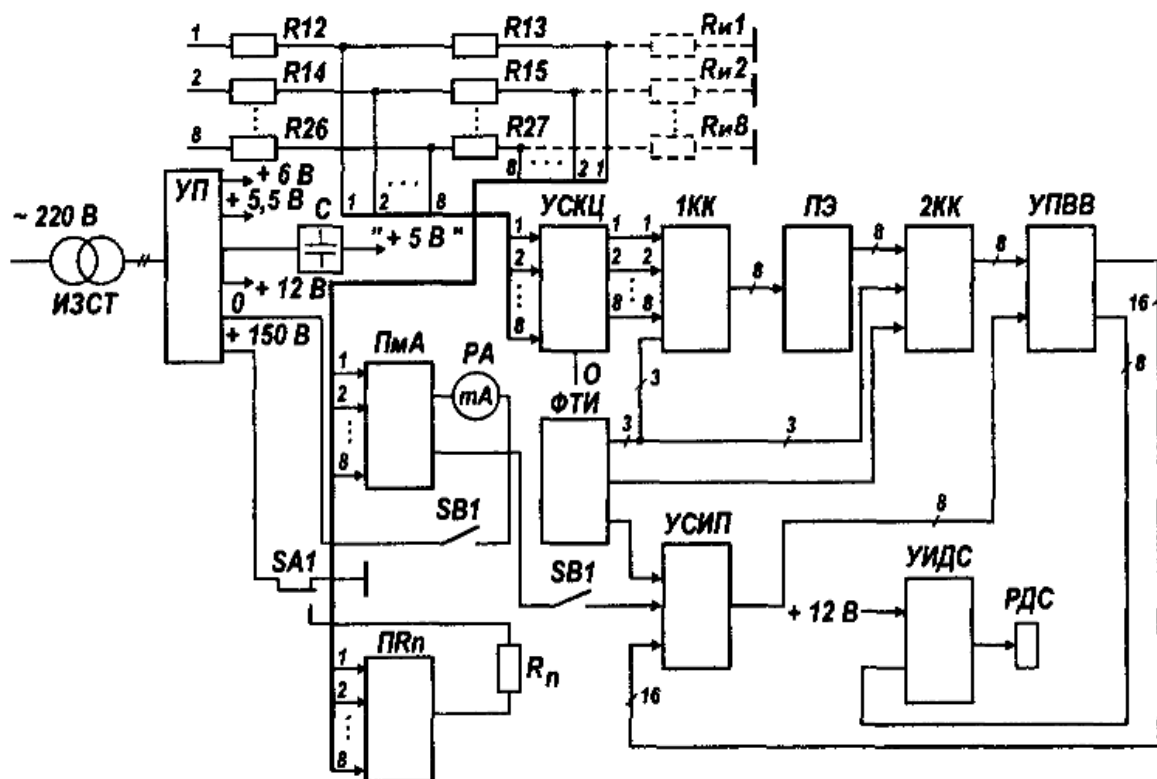


Рисунок 57-Функциональная схема сигнализатора СЗМ

Для защиты от ложных срабатываний СЗМ, вызванных переходными процессами заряда емкости контролируемых цепей, в каждый из элементов памяти УПВВ через интервал времени, соответствующий 32 импульсам на входе, поступают тактовые импульсы стирания информации. Импульсы опроса контролируемых цепей и импульсы стирания информации формируются узлом ФТИ. ФТИ управляет синхронной работой коммутаторов ИКК, 2КК, а также узлом стирания информации УСИП.

УСИП производит стирание информации, если количество импульсов, поступивших в соответствующий элемент памяти за период между стирающими импульсами, не достигло четырех. Если число импульсов достигло четырех и более, элемент памяти из УПВВ запрещает подачу из УСИП импульсов стирания своей информации, но по другим элементам стирание информации продолжается.

Для повышения помехозащищенности СЗМ импульсы, поступающие в элементы памяти при срабатывании ПЭ, стробируются с отдельного выхода ФТИ.

При кратковременном (не более 1,6 с) пропадании напряжения в питающей сети информация в элементах памяти УПВВ сохраняется, так как они получают на время перерыва питание от накопительного конденсатора С.

После устранения обслуживающим персоналом повреждения изоляции, вызвавшего срабатывание СЗМ, стирание информации во всех элементах памяти УПВВ можно произвести нажатием на 5-10 с кнопки сброса SB1.

Измерение тока утечки на «землю» от каждой контролируемой цепи производится с помощью встроенного в СЗМ миллиамперметра РА, который поочередно может быть подключен переключателем ПмА к каждой из контролируемых цепей. В момент измерения требуется нажатие кнопки SB1 без фиксации. При этом происходит сброс информации.

Переключателем режимов SA1СЗМ может быть переведен из рабочего режима в режим проверки. При этом осуществляется воздействие на УИДС для передачи информации о срабатывании СЗМ. Так сделано для того, чтобы обеспечить защиту от потери контроля из-за невозвращения переключателя SA1 после завершения проверки. При отключении СЗМ от разъема УИДС также формирует сигнал о срабатывании СЗМ.

В режиме проверки переключателем ПРП к каждому из контролируемых источников поочередно вручную подключается поверочный резистор R_n , соответствующий номинальной чувствительности СЗМ по плюсовому полюсу источника $= 24$ В, и по загоранию светодиодного индикаторного элемента в УИДС проверяется срабатывание СЗМ по соответствующему каналу.

В этом же режиме после установки переключателя ПмА в позицию, соответствующую другой цепи по сравнению с положением ПРП, по миллиамперметру РА при нажатой кнопке SB1 производится измерение тока утечки между разными контролируемыми источниками.

Питание СЗМ осуществляется через трансформатор TV (рис. 58), на вход которого (обмотка 1-2) через контакты 1,2 разъема XP и элементы R75-R77 схемы защиты от перенапряжений поступает переменное напряжение однофазной сети 220 В.

Напряжение выходной обмотки 3-4 трансформатора TV выпрямляется выпрямителем на диодах VD1- VD4 и сглаживается конденсатором C1. Резистор R1 ограничивает бросок тока через VD1-VD4 при включении напряжения питания СЗМ. Выпрямленное напряжение обмотки 3-4 имеет значение (150 ± 20) В и используется для создания оперативного тока через сопротивление изоляции контролируемых цепей.

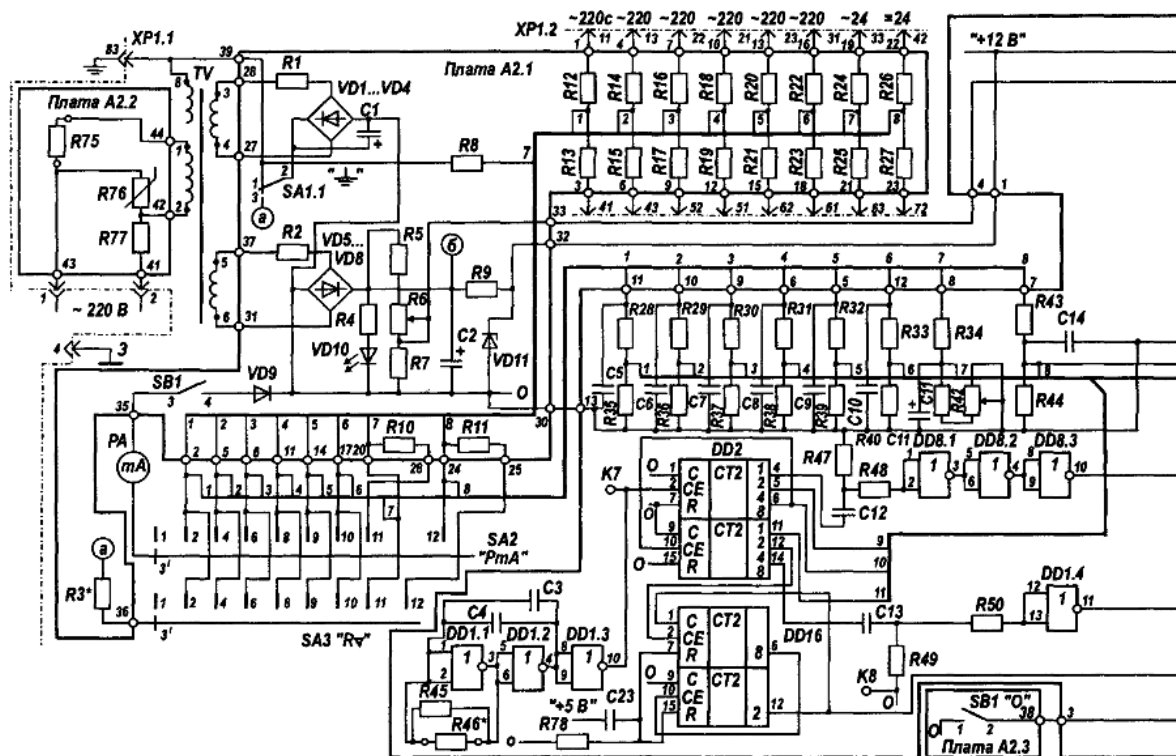


Рисунок 58- Принципиальная схема СЗМ

От низковольтной обмотки 5-6 трансформатора TV через выпрямитель VD5— VD8 питается остальная часть схемы СЗМ. Конденсатор C2 сглаживает пульсации напряжения питания $(12,0 \pm 1,2)$ В постоянного тока. Резистор ограничивает бросок тока через VD5— VD8 от заряда C2 при включении питания СЗМ.

Светодиод VD10 (желтого цвета), режим которого по току установлен резистором R4, сигнализирует о подаче на СЗМ напряжения питания.

Напряжение 12 В питает реле дистанционной сигнализации KV через транзисторный ключ VT2, который срабатывает, если фиксируется снижение изоляции хотя бы в одном из восьми контролируемых сигнализатором СЗМ источников. При этом местная сигнализация, указывающая на цепь, в которой произошло снижение сопротивления изоляции, подается одним из светодиодных индикаторов VD14-VD21 (красного цвета), расположенных на лицевой стороне СЗМ. Включение любого светодиода сопровождается отпиранием транзистора VT2 и срабатыванием реле KV, так как ток, протекающий через светодиод, протекает также и через цепь база-эмиттер VT2. Диод VD22, включенный параллельно обмотке KV, снимает индуктивный выброс при выключении VT2.

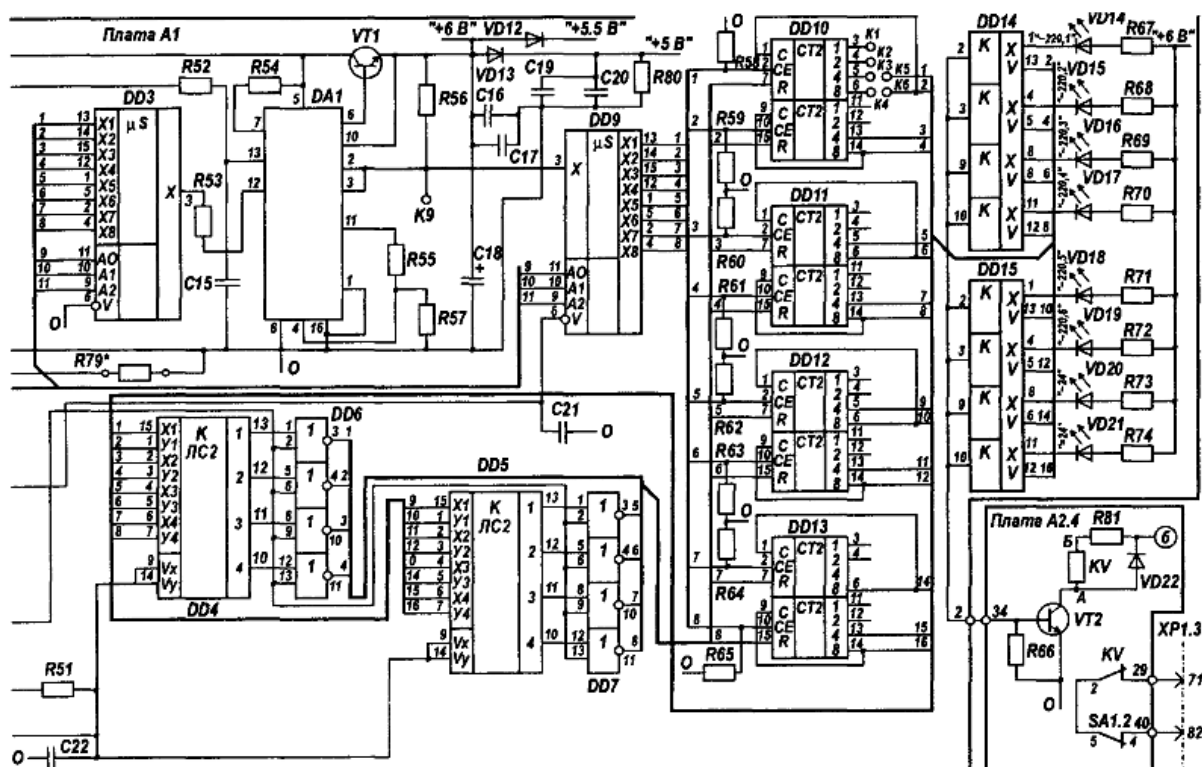


Рисунок 59- Принципиальная схема сигнализатора СЗМ

Светодиоды получают питание через соответствующие резисторы R67-R74 и коммутаторы тока DD14, DD15 стабильным напряжением 6 В. Напряжение 6 В вырабатывается линейным стабилизатором на транзисторе VT1 и микросхеме DA 1 из напряжения 12 В. В этом стабилизаторе база VT1 соединена с внутренним источником стабильного напряжения микросхемы DA1. Конденсаторы C16, C17, C18 обеспечивают устойчивость стабилизатора к самовозбуждению.

Одновременно напряжением 6 В питается пороговый элемент микросхемы DA1 (вывод 10), который поочередно подключается своим неинвертирующим входом (вывод 12DAT) к контролируемым цепям. Подключение входа DA1 осуществляется мультиплексором на микросхеме DD3, а выхода - мультиплексором на микросхеме DD9. Микросхемы DD3 и DD9 управляются сигналами, поступающими на их адресные входы A0—A2 от формирователя тактовых импульсов, выполненного на микросхемах DDI, DD2 и DD8.

На элементах DDI. 1—DD1.3 выполнен автогенератор с времязадающей цепью из резисторов R45, R46* и конденсаторов C3, C4. Резистором R46* при регулировке устанавливается частота работы автогенератора, которая обратно пропорциональна сопротивлению R46*. Частота настройки автогенератора — от 160 до 180 Гц. Микросхемой DD2, представляющей собой два четырехразрядных двоичных счетчика DD2.1 и DD2.2, частота автогенератора делится на 16 и задает частоту подключения контролируемых цепей около 10 Гц. С выходов 5, 6 первого счетчика DD2.1 и выхода 11 второго счетчика DD2.2 сигналы действуют на адресные входы A0-A2 упомянутых мультиплексоров DD3, DD9. Мультиплексор DD9 подключает вход (выводы 2, 3) порогового элемента DA1 к входам элементов памяти и временной выдержки, выполненных на двоичных четырехразрядных счетчиках DD10-DD13.

Поскольку соединение выходов DD2 с адресными входами DD3 и DD9 произведено одинаковым образом, мультиплексоры работают синхронно. На каждой из восьми позиций мультиплексора, определяемых трехразрядным двоичным кодом на входах A0-L2, пороговый элемент микросхемы DA1 производит сравнение опорного напряжения постоянного тока, которое поступает на его инвертирующий вход 13 от делителя напряжений на резисторах R5, R6 и R7, с потенциалом, соответствующим току утечки в очередном контролируемом источнике. Например, второму контролируемому источнику соответствует потенциал, снимаемый со средней точки делителя, образованного резисторами R29, R36, и код на входах A0—A2, равный 100.

Цепь протекания тока утечки в рассматриваемой второй цепи проходит от положительного полюса источника питания +150 В через замкнутый контакт 1—2 переключателя режимов работы SA1, контакт 83 разъема XP1, заземление, сопротивление изоляции второго контролируемого источника (на схеме не показано), контакты 13 и 43 разъема XP1, резисторы R14, R15 (цепь 2) и резисторы делителя R29, R36k общей шине 0 источников питания СЗМ. При уменьшении сопротивления изоляции относительно «земли» ток утечки в рассматриваемой цепи возрастает. Это приводит к увеличению потенциала средней точки делителя на резисторах R29, R36. При превышении этим

потенциалом опорного напряжения пороговый элемент микросхемы DA1 срабатывает каждый раз, когда его вход подключается мультиплексором DD3 ко второй цепи. При срабатывании порогового элемента на выходе 2, 3 микросхемы DA1 появляется сигнал высокого уровня, действующий на вход X (вывод 3) мультиплексора DD9. На входе запрета К (вывод 6) DD9 в начале интервала опроса присутствует сигнал логического 0, запрещающий прохождение входного сигнала высокого уровня на выход. Разрешение прохождения сигнала на выход создается в середине интервала, в течение которого опрашивается рассматриваемая цепь контроля изоляции, за счет поступления на вход V DD9 разрешающего стробирующего импульса высокого уровня от формирующей схемы на элементах C12, R47, R48, DD8.1, DD8.2, DD8.3.

В середине рассматриваемого интервала на выходах 5, 6 и 11 микросхемы DD2 присутствует комбинация сигналов 100, определяющая работу мультиплексоров DD3 и DD9 по второму входу-выходу (выводы 14). На выходе 4 микросхемы DD2 сигнал логического 0 сменяется на логическую 1. В результате дифференцирующая цепь на элементах C12, R47 формирует короткий импульс высокого уровня, поступающий через резистор R48 на вход инвертора DD8.1. Пройдя через элементы DD8.1-DD8.3, увеличивающие крутизну фронта, импульс подает сигнал разрешения на вход VDD9, в результате чего импульс высокого уровня поступает с входа 3 DD9 на второй выход 14 DD9 и далее на счетный вход CE (вывод 10) двоичного четырехразрядного счетчика DD10.2 (второй счетчик микросхемы DD10). По заднему фронту импульса счетчик DD10.2 увеличивает хранящееся в нем число ранее поступивших импульсов на 1.

Полного заполнения счетчика DD10.2 никогда не происходит, так как после того, как в результате поступления восьми импульсов на выходе старшего разряда появляется логическая 1, дальнейший счет импульсов запрещается сигналом высокого уровня на входе С (вывод 9). Сигнал 1 с выхода старшего разряда DD10.2 (вывод 14) отпирает по входу разрешения К(вывод 5) ключ DD14.2, который создает цепь протекания тока через элемент индикации снижения изоляции во второй цепи — светодиод VD15. Ток включения светодиода протекает от выхода питания +6 В через резистор R68, светодиод VD15, ключ DD14.2 (через цепь от вывода 4к к выводу 3), цепь база-эмиттер транзистора VT2, к полюсу источника питания.

При этом происходит отпирание транзистора VT2 и срабатывание реле KV, размыкающего своим контактом 1—2 цепь дистанционного контроля, проходящую через контакты 5—4 переключателя SA1, контакты 71—82 разъема XP1.

При кратковременных (не более 1,6 с) перерывах питания информация в счетчике DD10.2 сохраняется за счет того, что питание его осуществляется от конденсаторов C19, C20, отделенных от остальных цепей питания диодом развязки VD13.

Сбрасывание выходов СЗМ при включении питания после длительного перерыва осуществляется микросхемой DD16. Разделение реакции работы схемы от кратковременного (менее 1,6 с) и длительного (более 10 с) времени выключения питания осуществляется постоянной времени цепи C23-R78. Если конденсатор C23 успевает разрядиться, то при включении питания счетчик DD16 обнуляется за счет подачи положительного импульса заряда C23 на вход R. На выходе 12 DD16 появляется логический 0, который сбрасывает схемы совпадения DD4, DD5. Благодаря этому обнуляются все счетчики памяти DD10-DD13. Работа схемы СЗМ по контролю изоляции восстанавливается, когда счетчик DD16 после приема 10 импульсов с выхода 12 DD2 переключится в положение логической 1 на выходе 12.

При кратковременном выключении питания конденсатор C23 не успевает разрядиться, микросхема DD16 остается в прежнем состоянии и память СЗМ не сбрасывается.

Для защиты от накопления в счетчике DD10.2 импульсов, вызванных случайными помехами, каждые 3 с на вход R (вывод 15) поступает импульс сброса, формируемый дифференцирующей цепью C13, R49, R50 и инвертором DD1.4, устанавливающий счетчик DD10.2 в исходное состояние. Сброс действует, если к моменту прихода импульса сброса в счетчике накоплено меньше четырех импульсов, т. е. импульсы на вход CE DD10.2 поступали не в каждом цикле опроса цепи, что свидетельствует об их случайном характере. Запрещает прохождение импульса сброса элемент «2 ИЛИ-НЕ» DD6.2, выход 4 которого связан с входом R счетчика DD10.2 второй цепи контроля.

Запрет возникает, если через схему «ИЛИ» на элементе DD4 на вход 5 DD6.2 поступит сигнал логической 1. Этот сигнал появляется, если хотя бы на одном из выходов старших разрядов счетчика DD10.2 (выводы 13, 14) имеется сигнал логической 1, т. е. число принятых импульсов в счетчике не менее четырех. Действуя на вход X2 и Y2 DD4 (вывод 2 или 3), сигнал логической 1 вызывает сигнал 1 на выходе 12 DD4 и, следовательно, постоянный сигнал логического 0 на выходе 4 DD6.2. Установить счетчик DD10.2 в исходное состояние после того, как в нем записано число не менее четырех, можно только вручную нажатием кнопки SB1. При нажатии кнопки SB1 с выхода 12 DD16 на входы Vx, (выводы 9, 14) микросхем DD4 и DD5 действует сигнал низкого уровня, устанавливающий сигнал логического 0 на всех их выходах, и импульсы сброса имеют возможность проходить через все элементы микросхем DD6, DD7, в том числе и

через DD6.2. Длительность нажатия кнопки SB1 для осуществления сброса должна быть не менее 5 с.

Установка микросхемы DD14.2 в исходное состояние определяется по выключению светодиода VD15 второй цепи контроля. Одновременно происходит выключение реле KV. Аналогично рассмотренному производится запись и стирание информации, характеризующей состояние изоляции контролируемого источника в семи других цепях СЗМ.

При измерении тока утечки на «землю», например, во второй цепи, переключатель SA2 устанавливают в положение 4 и нажимают кнопку SB1. Миллиамперметр РА показывает ток, протекающий в контуре от плюсового полюса источника питания 150 В через замкнутый контакт 1-2 переключателя SA1, лепесток 39 платы А2, контакт 83 разъема XP1 СЗМ, сопротивление изоляции второй цепи -220 В относительно «земли», контакты 13 и 43XP1, резисторы R14, R15, проводник 2, лепесток 5 платы А2, замкнутые контакты 4 и 3 переключателя SA2, миллиамперметр РА, лепесток 35 платы А2, замкнутый контакт 3—4 нажатой кнопки SB1, диод VD9 к общему минусовому полюсу источника питания 0. При сопротивлении изоляции 220 кОм, соответствующем номинальной чувствительности СЗМ по данной контролируемой цепи, ток, измеряемый миллиамперметром РА, составляет $(0,6 \pm 0,1)$ мА.

При сопротивлении изоляции равном 0 (к.з.) ток составляет $(3,0 \pm 0,3)$ мА и показание миллиамперметра максимальное.

При измерении тока утечки между контролируемыми источниками переключателем SA1 отключают заземление, а переключатели SA2 и SA3 устанавливают в положения, соответствующие цепям, между которыми ищут сообщение. В рассматриваемом примере, если переключатель SA2 установить в положение 7, а SA3 — в положение 2, будет измеряться ток утечки между вторым и первым контролируемыми источниками -220 В. Ток при этом проходит от выхода 150 В источника питания через замкнутый контакт 2-3 SA1, ограничительный резистор R3*, лепесток 36 платы А2, замкнутые контакты 3 и 2 2SA3, лепесток 2 платы А2, проводник 7, резисторы R12, R13, лепестки 7 и 3 платы А2, контакты 11 и 41 разъема XP1 и далее через сопротивление утечки на контакты 13, 43XP1, лепестки 6,4 платы А2, резисторы R14, R15, через проводник 2, лепесток 5 платы А2, замкнутые контакты 4-3 переключателя SA2, миллиамперметр РА, лепесток 35 платы А2, замкнутый контакт 3—4 нажатой кнопки SB1, диод VD9 к общему минусу источников питания 0. При этом, если сопротивление изоляции между рассматриваемыми первой и второй цепями составляет 220 кОм, то ток

протекающий через RA1 равен 0,4—0,5 мА, а если имеется короткое замыкание цепей, то ток составляет $(1,1 \pm 0,2)$ мА.

Сопротивление резистора R3* выбрано при регулировании и может изменяться от 24 до 36 кОм (допустимые отклонения $\pm 5\%$), что позволяет проверять работоспособность СЗМ по всем цепям путем имитации возникновения утечки на «землю». При этом чувствительность СЗМ проверяется сопротивлением изоляции в плюсовом полюсе источника $=24$ В, требования к которому наиболее жесткие, так как это источник питания релейных схем поста ЭЦ и контакты реле находятся в цепи, подключенной к этому полюсу. Поскольку пороговый элемент в СЗМ общий для всех восьми каналов, на канале источника $=24$ В проверяют основную часть схемы СЗМ, определяющую стабильность чувствительности по увеличению сопротивления R3*. На канале источника -24 В проверяют стабильность чувствительности по уменьшению сопротивления R3*. Это достигается за счет того, что чувствительность к сопротивлению изоляции для него ниже, чем для источника $=24$ В. СЗМ регулируют так, чтобы при подключении R3* ко входу источника -24 В не происходило срабатывание СЗМ, когда реле KV обесточено, а при предварительном срабатывании реле KV- происходило бы срабатывание СЗМ.

Чувствительность повышается за счет снижения напряжения выпрямителя 12 В от включения на его выходе реле KV и уменьшения в результате этого опорного напряжения, подаваемого на вход 13 микросхемы DA1.

В каналах источников -220 В проверяется только правильность функционирования СЗМ по срабатыванию соответствующего индикатора.

Проверку чувствительности рассмотрим на примере цепей источников $=24$ В и -24 В. Особенностью проверки чувствительности цепи $=24$ В является то, что из-за влияния постоянного напряжения на выходе контролируемого источника чувствительность СЗМ к сопротивлению изоляции положительного и отрицательного полюсов источника $=24$ В относительно земли отличается в значительной мере. В СЗМ номинал R3* соответствует чувствительности к утечке плюсового полюса источника $=24$ В.

При проверке источников $=24$ В и -24 В переключатель 1 должен быть установлен в положение, при котором замкнут контакт 2—3, а SA2 должен находиться в исходном положении. Резистор R3* поочередно подключают ко всем проверяемым цепям переключателем SA3. При нахождении SA3, например, в положении 8 ток протекает по цепи от выхода 150 В источника питания через замкнутый контакт 2—3 SA1, резистор R3*, замкнутые контакты J и 12 SA3, проводник 8, резисторы R11, R43, R44 к общему минусовому полюсу 0. При этом на делителе R43, R44 выделяется постоянное напряжение, вызывающее срабатывание порогового элемента микросхемы DA1 и

последующее включение светодиода VD21 и реле KV, фиксирующих срабатывание СЗМ по восьмому каналу.

Чтобы после завершения проверки СЗМ на рабочем месте он был снова включен для контроля изоляции, тумблер SA1 в положении, соответствующем режимам проверки работоспособности и измерения токов утечки между цепями, своим контактом 5—4 размыкает цепь дистанционного контроля, обеспечивая на пульте дежурного такую же сигнализацию, как и при срабатывании СЗМ.

Порядок включения СЗМ и работы с ним. Сигнализатор заземления СЗМ следует устанавливать на место реле ДСШ в панелях питания или на релейных стативах постов ЭЦ.

Сигнализаторы должны располагаться в таком месте, где хорошо видно свечение светодиодов и удобно пользоваться коммутационными приборами СЗМ и миллиамперметром.

Контролируемые источники подключаются к следующим контактам разъема СЗМ:

- рабочие цепи стрелок переменного тока (две фазы) или постоянного тока до включения выпрямителя (по переменному току) - 11-41,
- светофоры, маршрутные указатели, контрольные цепи стрелок, рельсовые цепи и другие нагрузки переменного тока номинальным напряжением не более 220 В - 13-43, 22-52, 21-51, 23-62 и 31-61 (пять входов);
- лампы пультов управления и табло с номинальным напряжением 24 В переменного тока, а также светодиодные табло — 33—63;
- релейная нагрузка постоянного тока напряжением 24 В постов ЭЦ - 42— 72

К контакту 83 СЗМ должно быть подключено заземление, подводимое от контура защитного заземления.

Так как СЗМ выпускаются заводом настроенными для контроля источников питания стрелочных электроприводов с временем перевода не менее 4 с, при использовании более быстродействующих электроприводов (например, горочных) в РТУ требуется произвести переключение перемычек на плате А1 СЗМ.

Время срабатывания СЗМ, отличающееся от установленного в заводских условиях, должно указываться на этикетке СЗМ.

В рабочем состоянии СЗМ выполняет следующие функции: сигнализация светодиодом наличия напряжения питания; индивидуальная сигнализация восемью светодиодами с соответствующим обозначением снижения сопротивления изоляции контролируемых источников (даже если после срабатывания СЗМ изоляция

восстановилась, сигнализация о снижении сопротивления изоляции сохраняется); групповой сброс информации о срабатывании СЗМ при нажатии кнопки "О" и нахождении переключателя "mA" в исходном положении; выдача общего выходного сигнала о срабатывании СЗМ или переводе тумблера

Измерение тока утечки на «землю» контролируемых источников надо производить следующим образом:

- переключатель "mA" установить в положение, соответствующее контролируемому источнику;
- нажать кнопку "О" и миллиамперметром РА измерить ток утечки на «землю»;
- по табл. 19 определить сопротивление изоляции контролируемого источника в зависимости от его номинального напряжения и показания миллиамперметра;
- вернуть переключатель "mA" в исходное положение.

При поиске повреждений с помощью мегаомметра сигнализатор должен быть отключен от заземления переключателем "А" СЗМ. При этом на выходе СЗМ появляется сигнал о его срабатывании.

Сопротивление изоляции между двумя контролируемыми источниками -220 В (например, "~220.1" и "-220.2") следует определять в таком порядке:

- переключатель "mA" СЗМ установить в положение, соответствующее первому контролируемому источнику "-220.1";
- переключатель "R" сзм установить в положение, соответствующее второму контролируемому источнику "-220.2";
- переключателем "А" отключить СЗМ от заземления;
- нажать кнопку «заземл» и миллиамперметром РА СЗМ измерить ток утечки между двумя подключенными цепями;
- по табл. 20 определить сопротивление изоляции между контролируемыми источниками -220 В (колонка 2) в зависимости от тока утечки (колонка 1);

Затем надо переключатели "mA" и "yR" установить в положения, соответствующие другим контролируемым источникам (например, "-220.1" и "-220.3"), и выполнить аналогичные операции.

Сопротивление изоляции между контролируемыми источниками -220 В и -24 В определяют по табл 20 (колонка 3) в зависимости от измеренного подобным же образом тока утечки (колонка 1).

Сопротивление изоляции между контролируемыми источниками -220 В (или -24 В) и =24 В следует определять в таком порядке:

- переключатель "mA" установить в положение, соответствующее источнику -24 В;
- переключатель "yR" установить в положение, соответствующее контролируемому источнику -220 В (или -24 В);
- переключателем "A" отключить СЗМ от заземления;
- нажать кнопку «0» и миллиамперметром РА измерить ток утечки между двумя подключенными цепями;
- по табл. 20 определить сопротивление изоляции между контролируемыми источниками (колонка 4 или 5) в зависимости от измеренного тока утечки (колонка 1).

Таблица 19

Ток, мА, ±10%	Сопротивление изоляции, кОм, контролируемых источников				Ток, мА, ±10%	Сопротивление изоляции, кОм, контролируемых источников			
	~220 В	~24 В	=24 (плюсовой полюс)	=24 (минусовой полюс)		~220 В	~24 В	=24 (плюсовой полюс)	=24 (минусовой полюс)
0,5	300	—	—	—	1,9	40	—	30	45
0,6	250	—	—	—	2,2	30	90	22	32
0,7	200	—	—	—	2,3	25	60	19	28
0,8	160	—	—	—	2,4	20	50	16	25
0,9	140	—	—	—	2,5	—	35	13	22
1,0	120	—	100	—	2,6	15	27	11	19
1,1	110	—	90	—	2,7	—	20	9	17
1,2	100	—	80	100	2,8	10	—	7	15
1,3	90	—	70	90	2,9	—	10	5	13
1,4	80	—	60	80	3,0	—	5	3,5	10

Таблица 20

Ток, мА, ±10%	Сопротивление изоляции, кОм, между контролируемыми источниками			
	~220 В и ~220 В	~220 В и ~24 В	~220 В и =24 В	~24 В и =24 В
0,4	250	—	220	—
0,5	150	—	160	—
0,6	100	300	120	100
0,7	65	180	90	90
0,8	40	100	60	80
0,9	15	80	50	60
1,0	5	70	30	50
1,1	0	60	15	40
1,2	—	40	5	30
1,3	—	30	0	20
1,6	—	10	—	0
1,8	—	0	—	—

После окончания всех измерений переключатели "mA", "yR" и "заземл" необходимо перевести в исходное положение.

Устройства переключения и контроля

Устройства переключения УПА и устройства контроля УКА

Назначение. Устройства переключения УПА предназначены для автоматического включения резервной нити светофорной лампы при перегорании основной нити светофорной лампы и послышки контрольной информации по существующим проводам питания лампы в устройствах автоблокировки и переездной сигнализации. Устройство **УПА** устанавливается в головке светофора на клеммах подключения проводов к линзовому комплекту.

Устройства контроля УКА предназначены для контроля перегорания основной нити светофорной лампы в устройствах автоблокировки и переездной сигнализации и размещается в металлических релейных шкафах наружной установки.

Устройства УПА и УКА предназначены для совместной работы в составе переключающих и контрольных устройств двухнитевых светофорных ламп автоблокировки и переездной сигнализации ПКУ-А.

Некоторые конструктивные особенности. Устройство УПА (рис. 61) является индивидуальным для каждой светофорной лампы. В зависимости от типа светофора изготавливается в трех исполнениях:

- устройство УПА-М, черт. 36110-01-00 — для установки в головке мачтовых светофоров с корпусами из чугуна;
- устройство УПА-МА, черт. 36110-01-00-01 — для установки в головке мачтовых светофоров с корпусами из алюминиевого сплава;
- устройство УПА-П, черт. 36110-01-00-02 — для установки в головке переездных светофоров.

Устройство УКА, черт. 36110-51-00 (рис. 61), размещается в металлических релейных шкафах наружной установки.

Электрическая схема устройства переключения УПА приведена на рис. 60.

Наименование и тип элементов, примененных в схеме УПА, приведена табл. 21.

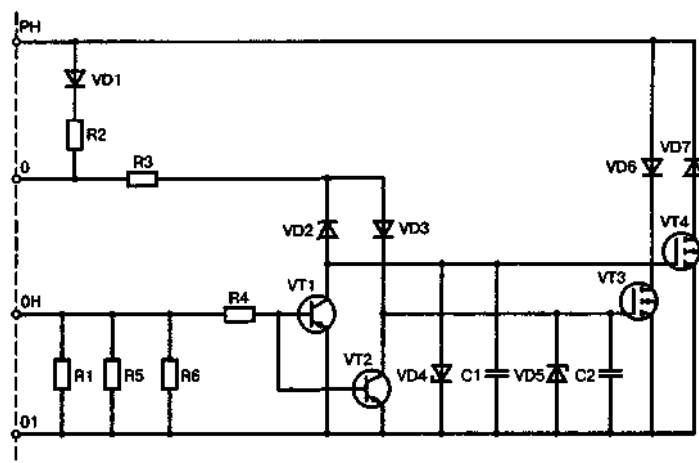


Рисунок 60- Электрическая схема устройства переключения УПА

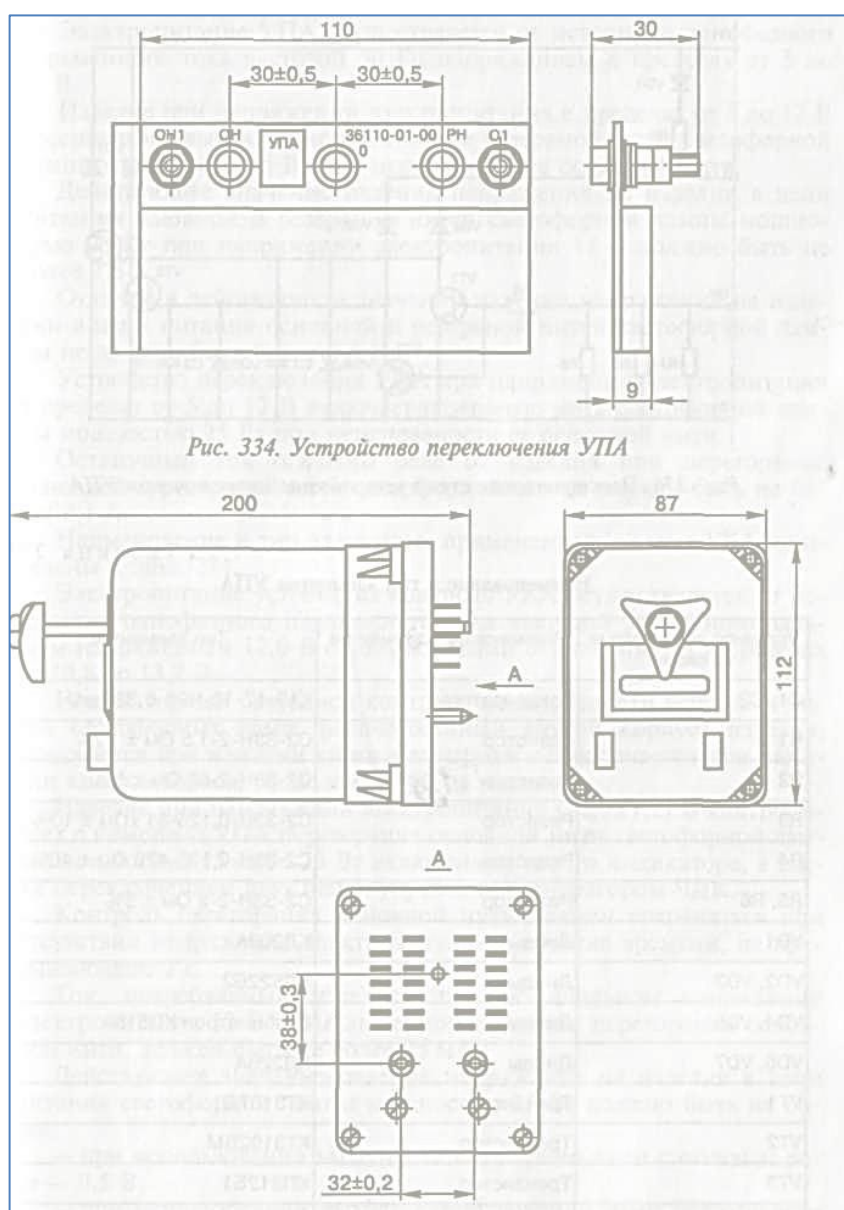


Рисунок 61- Устройство переключения УПА и устройство контроля УКА и УК

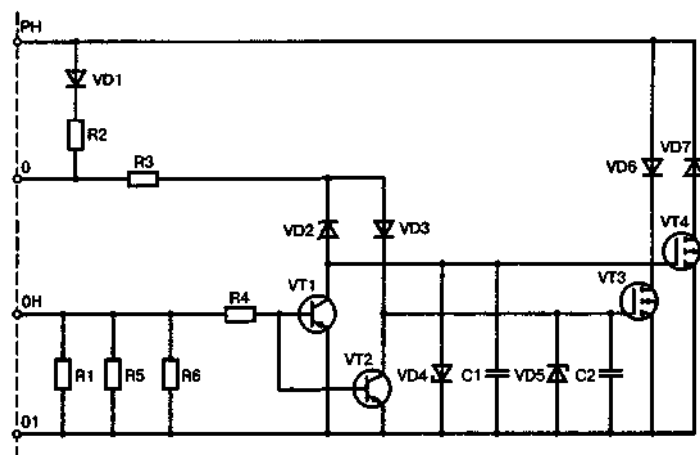


Рисунок 62 – Электрическая схема устройства переключения УПА

Таблица 21

Наименование и тип элементов УПА

Условное обозначение на схеме	Наименование элементов	Тип элементов
C1.C2	Конденсаторы	К10-17-16-Н90-0,33 мкФ
R1	Резистор	C2-33Н-2-1,5 Ом ± 10%
R2	Резистор	C2-33Н-2-82 Ом ± 5%
R3	Резистор	C2-33Н-0,125-51 кОм ± 10%
R4	Резистор	C2-33Н-0,125-470 Ом + 10%
R5, R6	Резистор	C2-33Н-2-2 Ом ± 5%
VD1	Диоды	КД209А
VD2, VD3	Диоды	КД522Б2
VD4, VD5	Диоды	Стабилитрон КС515А
VD6, VD7	Диоды	КД226А
VT1	Транзистор	КТ3107Д1
VT2	Транзистор	КТ3102ВМ
VT3	Транзистор	КП812Б1
VT4	Транзистор	КП817В

Электропитание УПА осуществляется от источника однофазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением в пределах от 5 до 12 В.

Изделие при напряжении электропитания в пределах от 5 до 12 В обеспечивает выключенное состояние резервной нити световой лампы мощностью 15 Вт при исправности ее основной нити.

Действующее значение падения напряжения на изделии в цепи питания основной и резервной нитей световой лампы мощностью 25 Вт при напряжении электропитания 12 В должно быть не более 1,5 В.

Отличие в действующем значении падения напряжения на изделии в цепи питания основной и резервной нитей световой лампы не должно быть более 0,5 В.

Устройство переключения УПА при напряжении электропитания в пределах от 5 до 12 В включает резервную нить световой лампы мощностью 25 Вт при неисправности ее основной нити.

Остаточный ток огневого реле от изделия при перегорании основной и резервной нити световой лампы должен быть не более 0,1 А.

Наименование и тип элементов, примененных в схеме УКА, приведены в табл. 22.

Электропитание устройства контроля УКА осуществляется от источника однофазного переменного тока частотой 50 Гц номинальным напряжением 12,0 В с допускаемыми отклонениями в пределах от 10,8 до 13,2 В.

Индикаторный светодиод контроля неисправности основных нитей световых ламп, расположенный внутри корпуса изделия, включается при нажатии кнопки контроля и выключается при нажатии кнопки сброса, расположенной на изделии.

Изделие при напряжении электропитания $(12,0 \pm 1,2)$ В контролирует с помощью УПА перегорание основной нити световой лампы мощностью 15 либо 25 Вт включением своего индикатора, а также переключением двух цепей управления генератором ЧДК.

Контроль перегорания основной нити должен сохраняться при отсутствии напряжения электропитания в течение времени, не превышающего 2 с.

Ток, потребляемый изделием при номинальном напряжении электропитания 12 В и выключенном контроле перегорания основной нити, должен быть не более 25 мА.

Действующее значение падения напряжения на изделии в цепи питания световой лампы мощностью 25 Вт должно быть не более:

- при использовании выхода для включения ламп с огневым реле — 0,5 В;
- при использовании выхода для включения ламп без огневого реле — 0,75 В.

Таблица 22 **Наименование и тип элементов УКА**

Условное обозначение на схеме	Наименование элементов	Тип элементов
XP	Плата реле НМШ	Черт. 24122-00-12
A1	Плата	Черт. 36110-52-00
C1	Конденсатор	K50-29-25B-1000мкФ
C2	Конденсатор	K50-29-16 B-22 мкФ
K1, K2	Реле	РЭС-55А; РС4.569.600-06
R1	Резистор	C2-33Н-1-200Ом±5%
R2	Резистор	C2-33Н-0,25-39 Ом ± 10%
R3	Резистор	C2-33Н-0.5-300 Ом ± 5%
VD1, VD8, VD3—VD6	Диоды	КД510А
VD2	Стабилитрон	КС510А
VD7	Стабилитрон	КС482А
SB1	Переключатель	ПКн61Б-2-1-2-15-2
A2	Плата	Черт. 36110-53-00
C3	Конденсатор	K50-29-16 B-470 мкФ
C4, C5	Конденсаторы	K10-17-26-Н50-0.1 мкФ
C6	Конденсатор	K50-29-16B-220мкФ
C7	Конденсатор	K73-11 -63 B-1,0 мкФ ± 5%
DA1	Микросхема	140УД17Б
DA2	Микросхема	K554СА3
R4—R6	Резисторы	C5-16МВ-1-0.1 Ом
R7, R10	Резисторы	C2-29В-0,125-2,71 кОм ± 1%-1,0-Б
R8	Резистор	C2-29В-0,125-5,62 кОм ± 1%-1,0-Б
R9, R11	Резисторы	C2-29В-0,125-1,5МОм ± 1%-1,0-Б
R12	Резистор	СПЗ-39А-1 Вт-10 кОм ± 10%
R13	Резистор	C2-33Н-0,125-4,7 кОм ± 10%

Условное обозначение на схеме	Наименование элементов	Тип элементов
R14	Резистор	C2-29В-0,125-82,5 кОм ± 1%-1,0-Б
R15	Резистор	C2-29В-0,125-10,5кОм + 1%-1,0-Б
R16	Резистор	C2-33Н-0.125-150 Ом ± 5%
VD9	Диод	КД419А

SB2	Переключатель	ПКн61Б-2-1-2-15-2
A3	Плата	Черт. 36110-54-00
C8, C9	Конденсаторы	K10-17-26-M47-1,5нФ
СЮ	Конденсатор	K10-17-26-H50-33 нф
C11	Конденсатор	K10-17-26-H50-0.1 мкФ
C12	Конденсатор	K50-29-16В-100мкФ
C13, C14	Конденсаторы	K10-17-26-H50-0.1 мкФ
C15, C16	Конденсаторы	K10-17-26-H50-0.47 мкФ
DD1	Микросхема	K561ЛН2 БКО.348.457-12ТУ
DD2, DD3	Микросхема	K561ЛЕ5 БКО.348.457-05ТУ
DD4	Микросхема	K561ИЕ10 БКО.348.457-04ТУ
R17—R19, R21-R23, R26, R28, R33,	Резисторы	C2-33Н-0,125-22 кОм ± 10%
R20, R24, R25, R29, R30	Резисторы	C2-33Н-0.125-120 кОм ± 10%
R27	Резистор	C2-33Н-0,125-1,0 кОм ± 10%
R31	Резистор	C2-33Н-0,125-5,1 кОм ± 10%
R32	Резистор	C2-33Н-0,125-2,2 кОм ± 10%
VD10	Диод	КД419А
VD11—VD15, VD18, VD19	Диоды	КД510А
VD16	Стабилитрон	КС182Ж
VD17	Индикатор единичный	АЛ307БМ
VT	Транзистор	КТ3102БМ

При импульсном питании световой лампы с исправной нитью изделие не должно давать ложный контроль перегорания основной нити, а при перегорании основной нити должно включать контроль.

Электрическая изоляция между всеми контактами изделия, соединенными между собой, и корпусом изделия должна выдерживать без пробоя и явлений разрядного характера (поверхностного перекрытия изоляции) испытательное напряжение 1500 В однофазного переменного тока практически синусоидальной формы частотой 50 Гц в течение 1 мин от испытательной установки мощностью не менее 1,0 кВт А в нормальных климатических условиях.

Электрическое сопротивление изоляции цепей устройства УКА должно быть не менее:

40 МОм в нормальных климатических условиях;
10 МОм в условиях воздействия верхнего значения рабочей температуры (+60°C);
2 МОм в условиях воздействия верхнего значения влажности воздуха по условиям эксплуатации (100% при +25°C).

Значение испытательного напряжения — 250В, время выдержки при его воздействии — 1 мин.

Устройства переключения УП и устройства контроля УК

Назначение. Устройства переключения УП и устройство контроля УК предназначены для совместной работы в составе переключающих и контрольных устройств двухнитевых светофорных ламп (модернизированных) ПКУ-М в устройствах электрической централизации.

Устройство УП предназначено для автоматического включения резервной нити светофорной лампы при перегорании основной, а устройство УК — для контроля перегорания основной нити светофорной лампы по существующим проводам на участках с электрической централизацией со светофорами, имеющими двухнитевые лампы и центральное питание переменным током номинальным напряжением 220 В.

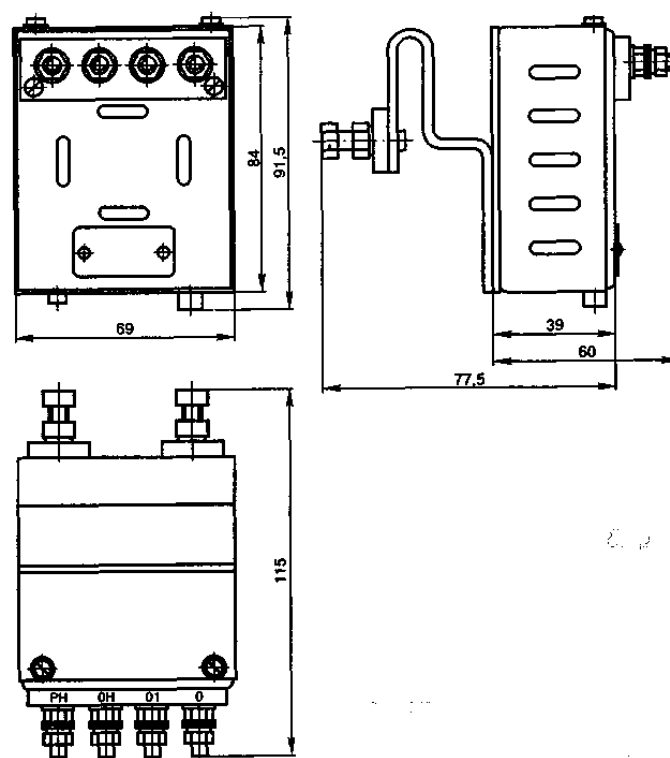


Рисунок 63- Устройство переключения УП-М

Некоторые конструктивные особенности. Устройства УП размещаются в головках светофоров с двухнитевыми светофорными лампами и в зависимости от вида светофоров изготавливаются в четырех исполнениях:

- устройство УП-М, черт. 36871-01-00 (рис. 63) — для установки в головке мачтовых светофоров с корпусами из чугуна;
- устройство УП-МА, черт. 36871-01-00-01 (рис. 64) — для установки в головке мачтовых светофоров с корпусами из алюминиевого сплава;
- устройство УП-К, черт. 36871-01-00-02 (рис. 65) — для установки в головке карликовых светофоров с корпусами из чугуна;

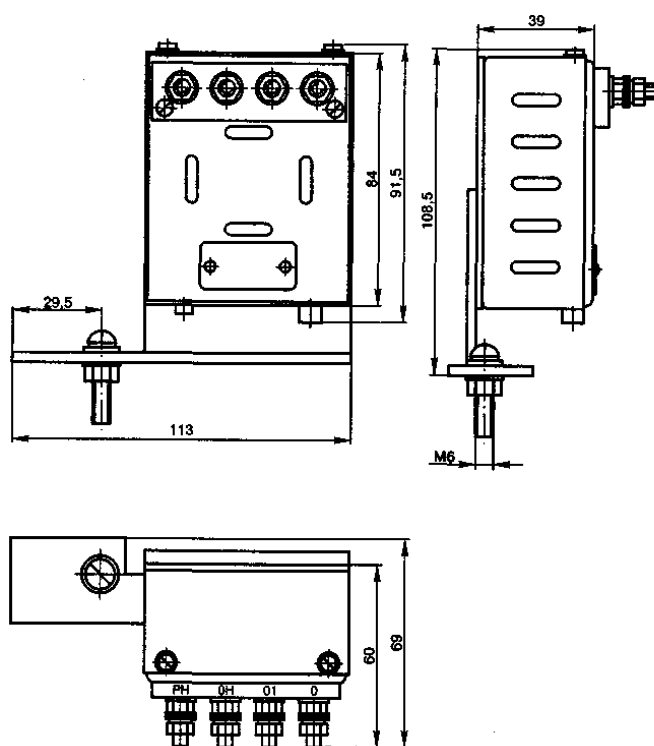


Рисунок 64- Устройство переключения УП-МА

— устройство УП-КА, черт. 36871-01-00-03 (рис. 66) — для установки в головке карликовых светофоров с корпусами из алюминиевого сплава.

Устройства УК, размещаются в помещениях постов электрической централизации в соответствии с условиями размещения по допускаемым механическим и климатическим воздействиям.

Устройство УП является индивидуальным для каждой светофорной лампы. Устройство УК обеспечивает групповой контроль всех ламп каждого из двух светофоров.

Параметры устройства УП:

Устройство УП при напряжении электропитания в пределах от 7,5 до 12,0 В обеспечивает выключенное состояние резервной нити светорной лампы мощностью 15 и 25 Вт при исправности ее основной нити.

Действующее значение падения напряжения на устройстве УП в цепи питания основной нити светорной лампы мощностью 25 Вт составляет не более 1,5 В при напряжении электропитания устройства УП 12 В

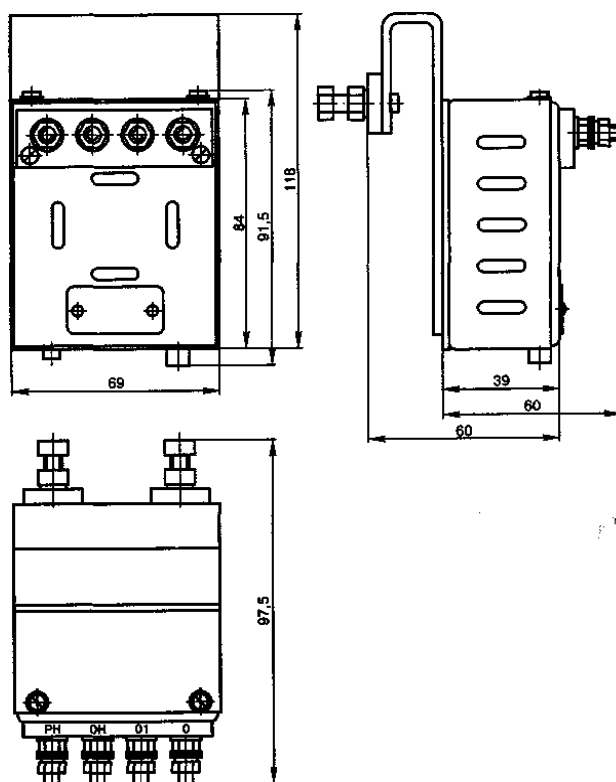


Рисунок 65- Устройство переключения УП-К

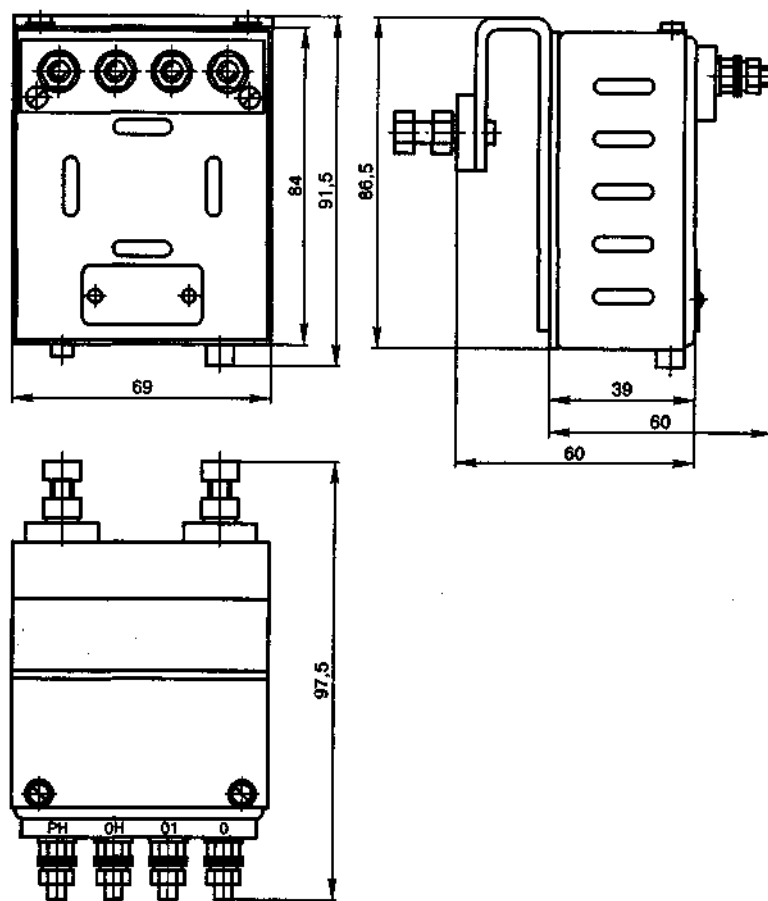


Рисунок 66- Устройство переключения УП-КА

Действующее значение падения напряжения на устройстве УП в цепи питания резервной нити световой лампы мощностью 25 Вт при неисправности ее основной нити при напряжении электропитания устройства УП 12 В должно быть:

- не более 1,5 В при нормальных климатических условиях;
- не более 1,8 В при предельных климатических условиях (-40°C и $+60^{\circ}\text{C}$).

Ток, потребляемый устройством УП по цепи питания, составляет не более 25 мА при напряжении электропитания устройства УП 12 В.

Устройство УП при напряжении электропитания в пределах от 7,5 до 12,0 В включает резервную нить световой лампы мощностью 25 Вт при неисправности ее основной нити.

Интервал времени, формируемый устройством УП от момента появления неисправности основной нити световой лампы мощностью 15 Вт до включения ее резервной нити, составляет $(0,26 \pm 0,02)$ с.

При импульсном питании световой лампы с резервной нитью не происходит сокращение длительности ее свечения на втором и последующих импульсах.

При импульсном питании светофорной лампы с исправной основной нитью не должно происходить включения устройством УП ее резервной нити.

Электрическая изоляция между контактами «О», «01», «ОН», «РН» устройства УП, соединенными между собой, и корпусом устройства УП выдерживает без пробоя и явлений разрядного характера (поверхностного перекрытия изоляции) испытательное напряжение 1500 В однофазного переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин от испытательной установки мощностью не менее 1,5 кВт А в нормальных климатических условиях.

Электрическое сопротивление изоляции указанной цепи составляет не менее:

- 40 МОм в нормальных климатических условиях;
- 10 МОм в условиях воздействия верхнего значения рабочей температуры (+60°C);
- 2 МОм в условиях воздействия верхнего значения влажности воздуха (100% при +25°C).

Параметры устройства УК:

Устройство УК при приведенной емкости сигнального кабеля до 0,6 мкФ, при напряжении электропитания переменного тока в пределах от 150 до 242 В и при напряжении электропитания постоянного тока в пределах от 21,6 до 32,2 В контролирует включение резервных нитей светофорных ламп мощностью 15 либо 25 Вт для двух светофоров с помощью индикаторов, а также с помощью внешнего реле контроля неисправности основной нити светофорной лампы номинальным сопротивлением 2400 Ом (далее именуемого «внешнее реле»).

Индикаторы контроля неисправности основных нитей УК включаются при нажатии кнопок контроля и выключаются при нажатии кнопки сброса, расположенных на устройстве УК.

Напряжение на внешнем реле устройства УК не менее 19 В при минимальном напряжении электропитания постоянного тока 21,6 В.

Ток, потребляемый устройством УК при номинальных напряжениях электропитания постоянного и переменного тока, равных соответственно 24 и 220 В, составляет не более:

- 1) одним каналом в цепи электропитания переменного тока — 12 мА;
- 2) в цепи электропитания постоянного тока — 25 мА. Действующее значение падения напряжения на устройстве УК в

цепях питания первичных обмоток сигнальных трансформаторов составляет не более 2,0 В при включенных светофорных лампах мощностью 25 Вт и при максимальном напряжении электропитания устройства УК, равном 242 В.

При импульсном питании светофорной лампы с исправной основной нитью и при отсутствии емкости сигнального кабеля в устройстве УК не должно быть ложного фиксирования включения резервной нити.

Электрическая изоляция цепей устройства УК, перечисленных в табл. 23 и обозначенных «Точка 1 » — «Точка 2», выдерживает без пробоя и явлений разрядного характера (поверхностного перекрытия изоляции) испытательное напряжение 1500 В однофазного переменного тока практически синусоидальной формы частотой 50 Гц в течение 1 мин от испытательной установки мощностью не менее 1,5 кВт А в нормальных климатических условиях.

Таблица 23-Цепи устройства УК

Проверяемая цепь		Проверяемая цепь	
Точка 1	Точка 2	Точка 1	Точка 2
Контакты 21, 23, 43, соединенные между собой	Контакты 11, 13, 73, соединенные между собой	Контакты 21, 23, 43, соединенные между собой	Стяжной винт изделия
Контакты 61, 63, 83, соединенные между собой	То же	Контакты 61, 63, 83, соединенные между собой	То же
То же	Контакты 21, 23, 43, соединенные между собой	Контакты 11, 13, 73, соединенные между собой	То же

Электрическое сопротивление изоляции цепей, перечисленных в табл. 23, не менее 100 МОм в нормальных климатических условиях. **Условия эксплуатации.** Устройства УП предназначены для эксплуатации при температуре от -40 до +60°С.

Устройства УК устанавливаются в отапливаемых постах ЭЦ.

Переключатели автоматические «День — ночь» типов АДН и АДН-2

Назначение. Автоматические переключатели «День — ночь» АДН (черт. 36593.00) и АДН-2 (черт. 36211-00-00) предназначены для автоматического переключения дневного и ночного режимов питания светофорных ламп.

Автоматический переключатель «День — ночь» АДН выпускался с середины семидесятых годов по 1990 год.

Автоматический переключатель «День — ночь» АДН-2 выпускается с 1991 года по настоящее время и является модернизированным вариантом.

Некоторые конструктивные особенности. Автоматический переключатель АДН используется совместно с малогабаритным реле НМШ2-4000. Электрическая схема АДН приведена на рис. 341. Схема АДН представляет собой триггер с двумя устойчивыми состояниями равновесия на транзисторах $VT1$ и $VT2$ разной проводимости. Одно состояние (транзисторы $VT1$ и $VT2$ открыты) соответствует дневному режиму светофорных ламп, другое ($VT1$ и $VT2$ закрыты) — ночному.

Сигнал на вход триггера (базу транзистора $VT2$) подается со средней точки потенциометра, образованного резисторами $R5$, $R6$ и фоторезисторами $R\phi1$ — $R\phi10$.

Наименование и тип элементов, примененных в переключателе АДН, приведены в табл. 24.

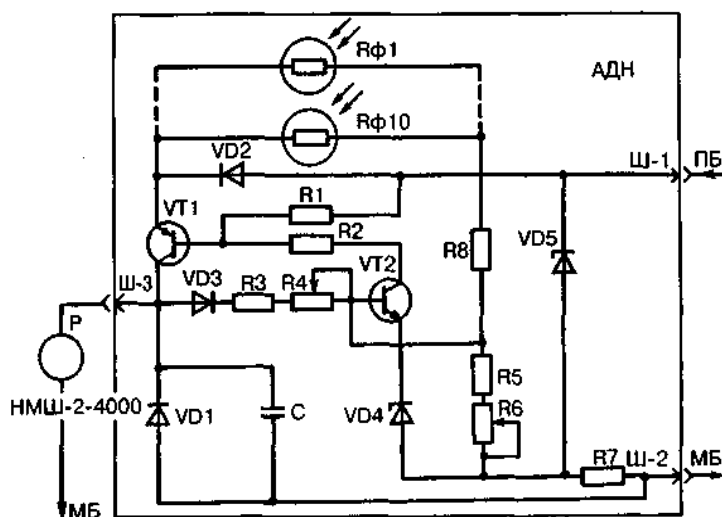


Рисунок 67- Электрическая схема автоматического переключателя типа АДН

Таблица 24- Наименование и тип элементов, примененных в переключателе АДН

Условное обозначение на рис. 67	Наименование элемента	Тип элемента
R1	Резистор	МЛТ-0,5-2,2 кОм ± 10%
R2	Резистор	МЛТ-0,5-6,8 кОм ± 10%
R3	Резистор	МЛТ-0,5-180кОм± 10%
R4	Резистор	1СП-П-1-А-220 кОм ± 10%
R5	Резистор	МЛТ-0,5-4,7 кОм + 10%
R6	Резистор	1СП-П-1-А-47кОм± 10%
R7	Резистор	МЛТ-2-330Ом± 10%
R8	Резистор	МЛТ-0,5-3,3 кОм + 10%

R01—R01O	Фоторезистор	ФР-765-3,3 МОм
C	Конденсатор	МБМ-160-0,25+ 10%
VD1, VD2	Диоды полупроводниковые	Д226Б
VD3	Диод полупроводниковый	ДЮ6
VD4	Стабилитрон полупроводниковый	КС133А
VD5	Стабилитрон полупроводниковый	Д815Ж
VT1	Транзистор	МП26
VT2	Транзистор	П307В

АДН устанавливается в релейном помещении поста ЭЦ на внутренней раме окна таким образом, чтобы на него попадало естественное освещение. Свет от внутреннего освещения не должен попадать на АДН. Реле НМШ2-4000, включенное на выходе АДН, располагается на стативе.

Электрические характеристики. Питание автоматического переключателя АДН осуществляется от источника постоянного тока напряжением от 21,6 до 31,0 В. Ток, потребляемый АДН с включенным на выходе реле НМШ2-4000, составляет не более 30 мА.

Автоматический переключатель АДН при изменении напряжения источника питания от 21,6 до 31,0 В обеспечивает переключение режима работы ламп: с ночного на дневной — при освещенности $E_{нд} = 3,4$ лк; с дневного на ночной — при освещенности с $0,5E_{нд}$ до $0,83E_{нд}$ лк.

Стабильность пороговых значений освещенностей не менее $\pm 20\%$ в диапазоне рабочих температур от 0 до $+40^{\circ}\text{C}$.

Переключатель АДН-2 в нормальных климатических условиях при номинальном напряжении 24 В постоянного тока и предельных 21,6 и 31 В значениях напряжения питания обеспечивает переключение режимов питания светофорных ламп при пороговых значениях освещенности:

- с ночного режима на дневной при освещенности $E_{нд}$ в пределах от 3 до 4 лк;
- с дневного режима на ночной при освещенности $E_{нд}$ в пределах от $0,50 E_{нд}$ до $0,95 E_{нд}$.

Ток, потребляемый переключателем АДН-2 с подключенным на его выходе реле РЭЛ2-2400 от источника постоянного тока номинальным напряжением 24 В, должен быть не более 20 мА.

Электрическое сопротивление изоляции цепей, измеренное между всеми контактами разъема, соединенными между собой, и корпусом изделия, должно быть не менее 50 МОм в нормальных климатических условиях.

Условия эксплуатации. Автоматический переключатель АДН устойчиво работает при температуре окружающего воздуха от 0 до +40°C.

Габаритные размеры АДН 220x70x180 мм; масса 1,5 кг.

Тема 2.1.8.3 Индикатор места заземления ИМЗ, устройство резервирования предохранителей типа УРПМ

Индикатор места заземления ИМЗ

Назначение. Индикатор места заземления ИМЗ (черт. 36371-00-00) предназначен для определения места понижения сопротивления изоляции монтажа постов ЭЦ, релейных шкафов автоблокировки и других устройств автоматики без снятия напряжения в проверяемых цепях.

Некоторые конструктивные особенности. Корпус индикатора места заземления ИМЗ выполнен так, что прибор легко переносить с места на место, имеется ручка для переноски.

Индикатор ИМЗ позволяет определить место понижения сопротивления изоляции в цепях:

- постоянного тока номинальным напряжением 24 и 220 В;
- переменного тока частотой 50 и 25 Гц номинальным напряжением 24 и 220 В.

Индикатор дает возможность определить место понижения сопротивления изоляции ниже 24 кОм в условиях воздействия импульсных помех с временными параметрами кодовых либо маятниковых транзиттеров.

Использование индикатора ИМЗ не приводит к ухудшению качества изоляции проверяемых цепей и к ложному срабатыванию реле на номинальное напряжение 24 В.

Принцип действия индикатора ИМЗ основан на пропускании постоянного тока ВИМЗ по проверяемой цепи (например, цепи питания) и определении с помощью ПИМЗ точки этой цепи, в которой потенциал относительно смежной цепи с пониженной изоляцией (например, земли) меняет полярность, проходя через ноль.

Индикатор места заземления ИМЗ состоит из выпрямителя ВИМЗ (черт. 36371-01-00), приемника ПИМЗ (черт. 36371-101-00), шнура соединительного (черт. 36371-18-00) длиной 7 м, зажимов изолированных (черт. 36371-20-00 и 36371-20-00-01) с проводами 3 м и 4,5 м и двух проводов переходных (черт. 36371-28-00).

Основные параметры выпрямителя ВИМЗ

Выпрямитель ВИМЗ предназначен для создания постоянного тока в исследуемой электрической цепи или цепи заземления, а также для питания выпрямленным током приемника ПИМЗ.

Питание осуществляется от сети переменного тока 50 Гц номинального напряжения 220 В с допускаемыми отклонениями от 198 до 242 В.

Ток, потребляемый выпрямителем ВИМЗ от сети переменного тока, не превышает:

— при питании только приемника ПИМЗ — 0,2 А;

— при максимальной нагрузке — 1,5 А.

Выпрямитель имеет местную кнопку включения выходного тока и возможность дистанционного включения.

Выходной ток выпрямителя в режиме короткого замыкания нагрузки может регулироваться вручную в пределах от 5 до 50 А. Он снабжен амперметром для измерения выходного тока.

Максимальное напряжение постоянного тока на выходе выпрямителя при сопротивлении нагрузки 5 Ом не превышает 6 В.

Электрическая изоляция цепи между соединенными между собой штырями сетевой вилки с одной стороны и соединенными между собой выводами «+», «-» и контактами 1, 2, 3, 4 разъема для подключения шнура соединительного к приемнику ПИМЗ с другой стороны выдерживает испытательное напряжение 1,5 кВ однофазного переменного тока 50 Гц от источника мощностью не менее 1,0 кВ А.

Основные параметры приемника ПИМЗ

Приемник ПИМЗ предназначен для фиксации падения напряжения, создаваемого током выпрямителя ВИМЗ, между местом понижения сопротивления изоляции и проверяемой цепью и определения места повреждения изоляции потенциальным методом.

Приемник обеспечивает с помощью регулируемых резисторов «О» балансировку на 0 милливольтметра изделия при среднем потенциале на входе «ХЗ» относительно входов «Х1» и «Х2».

Чувствительность приемника к напряжению сигнала по отклонению на одно деление стрелки встроенного милливольтметра: при отжатой кнопке «mV» — не более 50 мВ, при нажатой кнопке «mV» — не более 5 мВ.

Напряжение максимального отклонения стрелки встроенного милливольтметра: при отжатой кнопке «mV» — не менее 500 мВ, при нажатой кнопке «mV» — не менее 50 мВ.

При изменении полярности напряжения сигнала на входе приемника ПИМЗ направление отклонения стрелки милливольтметра меняется на противоположное.

Приемник обеспечивает фиксацию разности потенциалов двух точек измеряемой цепи напряжением 24 В постоянного и переменного тока частотой 50 Гц при сопротивлении изоляции одного полюса относительно «земли» 24 кОм — 5 мВ.

Устройства резервирования предохранителей типа УРПМ

Общие сведения. Устройства резервирования предохранителей УРПМ предназначены для автоматического включения запасного предохранителя вместо неисправного и сигнализации шифра неисправного предохранителя. УРПМ обеспечивает резервирование двух групп по 15 рабочих предохранителей, включенных в одноименных цепях питания. УРПМ для полюса П источника питания реле имеет устройство контроля нагрузки, обеспечивающее включение запасного предохранителя при условии отсутствия перегрузки и правильности подключения, а также отключение запасного предохранителя при возникновении перегрузки. В остальных цепях питания запасной предохранитель включается с выдержкой времени, исключающей его перегорание при кратковременном технологическом коротком замыкании в нагрузке.

УРГТМ устанавливаются на релейных стативах постов ЭЦ шириной 900 мм и занимают площадь одного ряда реле НМШ.

В зависимости от полюсов источников питания, в которых установлены резервируемые рабочие предохранители, используются следующие типы УРПМ:

УРПМ1-1 — плюсовой полюс П питания реле и прямой полюс СХ питания ламп табло;

УРПМ 1-2 - плюсовой полюс РП питания рабочих цепей стрелок с электродвигателями постоянного тока, прямой ПХС и обратный ОХС полюса питания ламп светофоров, прямой полюс ПХКС контрольных цепей стрелок или фазы 1Ф и 2Ф рабочих цепей стрелок с электродвигателями переменного тока;

УРПМ1-3 — плюсовой полюс П питания реле и плюсовой полюс ПТ питания индикаторов светодиодного табло.

На лицевой стороне УРПМ имеются индикаторы наличия напряжения питания переменного тока, шифра (цифра или буква) неисправного рабочего предохранителя (показание индикатора соответствует цифре или букве обозначения входной цепи УРПМ),

группы, к которой относится неисправный предохранитель, неисправности запасных предохранителей. От УРПМ на стативе ряда, где оно установлено, и на табло ДСП включаются групповые индикаторы неисправности предохранителей.

УРПМ имеет элементы отключения контролируемых цепей рабочих предохранителей, гнезда для измерения напряжения и тока нагрузки, а также групповые кнопки отключения запасных предохранителей после замены неисправных рабочих предохранителей.

УРПМ рассчитаны для эксплуатации в диапазоне рабочих температур от плюс 1 до плюс 40 °С; предельно допустимые температуры: минимальная - минус 5 °С, максимальная - плюс 50 °С.

Технические характеристики. Основные параметры УРПМ приведены в табл. 4.32.

Максимальный входной ток УРПМ в цепи запасного предохранителя полюса П при исправных рабочих предохранителях составляет 0,12 А, при неисправном - 0,6 А.

Ток, потребляемый УРПМ от источника питания -220 В - не более 60 мА. Максимальный ток, потребляемый УРПМ 1-2 в цепи полюса П при неисправном рабочем предохранителе в одной группе - 0,3 А.

Ток запасного предохранителя относительно рабочего при параллельном их включении - не более 0,1 I_p , где I_p — ток в рабочем предохранителе. Падение напряжения в цепи запасного предохранителя — не более 0,1U.

После перегорания рабочего предохранителя запасной предохранитель включается при сопротивлении нагрузки полюса П(Ом) более 30/ I_n и не включается, если указанное сопротивление составляет менее 30/1,2 I_n . Ток перегрузки полюса П, при котором отключается запасной предохранитель, - (1,38 - 1,42) I_n .

Выходное сопротивление УРПМ в цепи полюса П при невключенном запасном предохранителе — 240-300 Ом; при включенном запасном предохранителе -0,2-0,6 Ом.

Электрическая прочность изоляции относительно корпуса цепей напряжением 220 В — не менее 2,0 кВ, а цепей напряжением 24 В - не менее 0,5 кВ (испытательное напряжение нормируется при изъятых печатных платах).

Сопротивление изоляции токоведущих цепей УРПМ относительно корпуса и между входными цепями разных групп предохранителей, измеряемое источником постоянного тока напряжением 100 В, составляет не менее 20 МОм.

Габаритные размеры УРПМ - 856 x 114 x 302 мм, масса — не более 20,0 кг.

Принцип действия. УРПМ состоит из следующих основных укрупненных функциональных узлов: двух шифраторов; двух релейных распределителей; одного устройства индикации и устройства контроля нагрузки в полюсе П.

Шифратор в УРПМ выполняет следующие задачи: преобразует напряжения источников питания контролируемых предохранителей в сигналы постоянного тока, нормируемые для электронной схемы; преобразует сигналы отсутствия напряжения на любом из 15 параллельных входов УРПМ в сочетание сигналов двоичного кода на четырех выходах для управления работой релейного распределителя; исключает срабатывание УРМП при выключении источника питания контролируемых цепей предохранителей и формирует временную задержку на включение запасного предохранителя.

На входе шифратора включены 16 устройств согласования УС1—УС16 (рис. 68), которые преобразуют напряжения питания в сигналы, требуемые для кодера СД. В устройстве согласования большое значение имеет входное сопротивление шифратора или ток, который необходим для работы схем. Так как УРПМ с учетом запасных предохранителей имеет 32 входа, работающих от номинального напряжения 220 В, то даже относительно небольшой входной ток создает существенное внутреннее выделение мощности и обуславливает большие размеры устройств согласования.

С целью увеличения входного сопротивления шифратора для УРПМ выбраны интегральные микросхемы (ИМС) серии 561, выполненные на основе МДП-транзисторов. Входные токи этих ИМС не превышают 1 мкА и практически не влияют на выбор ограничивающих сопротивлений устройств согласования.

Таблица 25

Вариант исполнения	Номер группы предохранителей	Номинальное напряжение источника питания $U_{ном}$, В	Диапазон изменения напряжения источника питания	Ток предохранителей I_n , А	Ток входных цепей УРПМ, I_n , мА, не более	Время включения запасного предохранителя, с
УРПМ1-1	1	= 24	21,6–31,0	3; 5	2	Не более 0,2
	2	~ 24	16–25	3; 5	5	0,5–1,0
УРПМ1-2	1,2	= 220	110–250	5	0,7	0,5–1,0
		~ 220		0,3; 0,5; 3; 5	1,4	
УРПМ1-3	1	= 24	21,6–31,0	3	2	Не более 0,2
	2	= 6	5,5–6,5	2	3,5	0,5–1,0

Структурная схема элемента согласования для всех градаций напряжения показана в устройстве УС1. В устройство согласования входят: выпрямитель Вп, преобразующий переменный ток полюсов ПХС, СХ, ПХК.С и т. д. в постоянный; фильтр нижних частот ФНЧ, сглаживающий выпрямленное напряжение; ограничитель напряжения F,

предотвращающий увеличение напряжения на входе ИМС при изменении более чем вдвое (со 110 до 250 В) напряжения питания светофоров на входе УРПМ и защищающий ИМС от импульсного перенапряжения под действием атмосферного электричества; устройство сопряжения FLI. Устройство FLI исключает передачу входного сигнала при выключении источника питания ИМС, так как для логических элементов серии 561 технические условия рекомендуют выключать входные сигналы при отсутствии напряжения питания.

С выхода устройства согласования сигналы поступают на 15 входов кодера CD, который осуществляет непрерывный поочередный контроль наличия этих сигналов. Частота, с которой кодер CD «обегает» входы 1-15, задается автогенератором GN, подающим сигналы по цепи Г на вход CD. При наличии сигналов логической 1 на всех входах CD, на его выходах (разрядах) 1, 2, 4, 8 имеются сигналы логической 1, а на выходе X3, контролирующем исправность всех предохранителей - сигнал логического 0. При отсутствии сигнала на одном из входов (неисправен соответствующий входу рабочий предохранитель) кодер CD «останавливается» и передает на четыре входа 1, 2, 4, 8 двоичный код, соответствующий номеру входа неисправного рабочего предохранителя, где активным сигналом является логический 0. На выходе X3 при неисправности любого предохранителя появляется сигнал логической 1. Кодер CD может работать только при наличии на входе R сигнала, поступающего с устройства согласования УС16, которое контролирует исправность запасного предохранителя FUR и наличие источника питания контролируемых цепей предохранителей.

Схема совпадения И1 вырабатывает сигнал, когда поступают сигналы логической 1 с выхода X3 кодера CD и с выхода элемента задержки HL. Элемент HL сохраняет на выходе сигнал логической 1 на время одновременного срабатывания реле K1-K4 релейного распределителя, с момента срабатывания одного из которых прекращается подача сигнала логической 1 по цепи XI на вход HL.

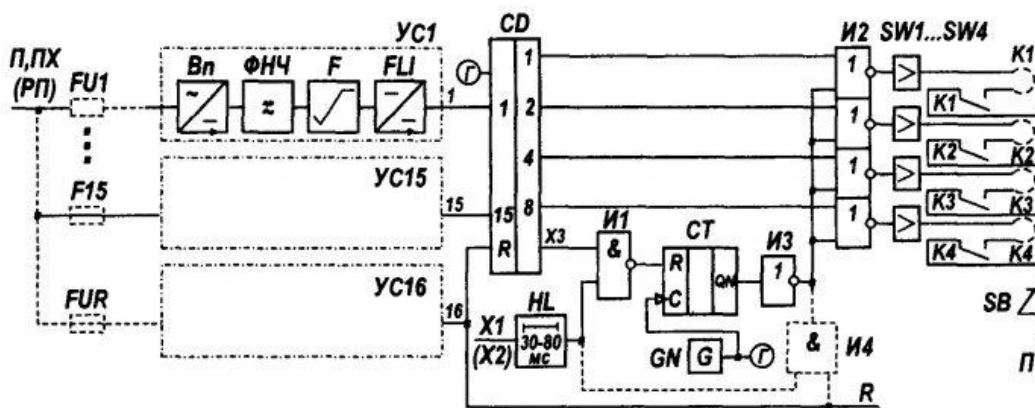


Рисунок 68- Функциональная схема шифратора УРПМ

С момента поступления сигнала логического 0 на вход R делителя СТ последний начинает делить частоту f_r напряжения прямоугольной формы, формируемую автогенератором GN. На выходе QN делителя СТ появляются импульсы прямоугольной формы с периодом $T = 2N/f_r$, где N — коэффициент деления делителя СТ.

В исходном состоянии на выходе QN делителя имеется логический 0 (интервал). Через время $T/2$ он исчезает и появляется сигнал логической 1 (импульс).

В течение импульса через инвертор И3 на схему совпадения И2 подается сигнал логического 0, который при наличии сигналов логического 0 на других входах от кодера передается через усилители SW1-SW4 на реле K1-K4.

Таким образом, автогенератор GN и делитель СТ формируют выдержку времени на срабатывание релейного распределителя и включение запасного предохранителя. Кроме того, делитель СТ обеспечивает контроль непрерывности действия сигнала неисправности предохранителя. Если появляется кратковременно действующая помеха, то делитель СТ при каждом импульсе помехи возвращается под действием сигнала со входа R в исходное состояние и начинает новый отсчет времени.

Тема 2.2. Электропитание станционных устройств систем СЦБ и ЖАТ

Тема 2.2.1. Электропитание устройств электрической централизации крупных станций

Современные системы электрической централизации характеризуются центральным питанием светофоров, стрелочных электроприводов, рельсовых цепей и сооружаемых в комплексе с ЭЦ устройств станционной оперативно-технологической связи, двусторонней парковой связи, поездной радиосвязи и устройств пневматической очистки стрелок от снега.

Светофоры и контрольные цепи стрелочных электроприводов питаются однофазным переменным током напряжением 220 В, электродвигатели стрелочных электроприводов — постоянным током напряжением 220—245 В или переменным током напряжением 220/127 В и 238/ 132 В. Для защиты от опасных влияний сетей частотой 50 Гц рельсовые цепи питаются переменным током частотой 25 Гц от статических преобразователей частоты типа ПЧ 50/25. Лампы пульта управления и табло в основном питаются только переменным номинальным током напряжением 24 В. Контрольные лампы тех объектов, которые сами питаются постоянным током или имеют источники питания, не зависящие от устройств ЭЦ (например, лампы контроля состояния примыкающих к станции перегонов, лампы, контролирующие устройства питания, и др.), имеют резервное питание от аккумуляторной батареи напряжением 24 В. Реле электрической централизации питаются от контрольной батареи аккумуляторов напряжением 24 В с подзарядом от выпрямителя.

В зависимости от надежности внешних источников электроснабжения применяют две системы электропитания устройств электрической централизации: безбатарейную и батарейную. При любой системе для питания аппаратуры поста ЭЦ предусматривают контрольную аккумуляторную батарею.

При безбатарейной системе контрольная батарея поддерживает питание реле, имеющих цепи самоблокирования, на время переключения питания устройств с основного фидера на резервный или на время, необходимое для запуска дизель-генератора. Кроме того, от контрольной батареи через полупроводниковый преобразователь на установленное время осуществляется резервное питание красных и пригласительных ламп входных светофоров. В настоящее время, как правило, проектируется безбатарейная система питания.

В батарейной системе питания при отключении источников переменного тока (внешних и дизель-генератора) от контрольной батареи через статические преобразователи осуществляется питание всех объектов ЭЦ, требующих напряжения 220 В переменного тока, исключая обогрев контактов автопереключателей стрелочных электроприводов. От контрольной батареи питаются реле и лампы табло.

Для питания оперативно-технологической связи на посту ЭЦ устанавливают аккумуляторную батарею напряжением 24 В, работающую в буферном режиме с выпрямителем. При отключении переменного тока от этой батареи питается аппаратура связи и аварийное освещение поста ЭЦ.

Резервное питание переменного тока ламп входных светофоров на станциях с центральным питанием осуществляется от контрольной батареи поста ЭЦ через статические преобразователи типа ПП-300 М.

Такая схема позволяет уменьшить число приборов, устанавливаемых в релейном шкафу входного светофора, а также упразднить установку у входного светофора батарейного шкафа и аккумуляторной батареи напряжением 14 В. Такая схема в значительной степени упрощает эксплуатацию и повышает надежность устройств электрической централизации.

При повреждении кабеля управления огнями входного светофора с поста ЭЦ для лампы красного огня предназначено резервное питание переменным током от ВЛ СЦБ. Если это невозможно, то резервное питание предусматривают от ВЛ ПЭ или других равноценных по надежности источников. При отсутствии таких источников резервное питание подается от поста ЭЦ в кабеле, отдельном от кабеля, по которому осуществляется основное управление огнями входного светофора.

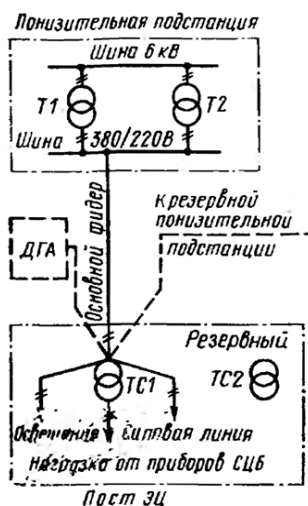


Рисунок 69- Схема электроснабжения поста ЭЦ крупной станции

Общая нагрузка на внешние источники электроснабжения, а также на дизель-генераторный агрегат (ДГА) равна суммарной мощности, потребляемой рельсовыми цепями, реле, светофорными лампами, контрольными реле стрелок, устройствами станционной связи, освещением и вентиляцией постового здания, стрелочным оборудованием мастерских. Общая нагрузка включает также потери в трансформаторах, выпрямителях и других устройствах.

Устройства электрической и горючей централизации крупных станций (с числом стрелок более 30) являются потребителями особой группы I категории, т. е. кроме двух независимых источников электроснабжения от внешних сетей, должен быть местный резервный источник питания. В качестве резервного источника питания всегда предусматривается дизель-генераторная установка.

Электроснабжение поста ЭЦ должно обеспечиваться от двух независимых источников энергии по двум раздельным линиям. Два источника электроснабжения считаются независимыми друг от друга в том случае, если отключение одного из них не вызывает отключение другого.

Электроснабжение поста ЭЦ крупной станции осуществляется двумя самостоятельными питающими фидерами от двух независимых подстанций с круглосуточной работой (рис. 69). Фидеры оборудуют автоматическими устройствами, переключающими питание с одного фидера на другой без выдержки времени при исчезновении напряжения в одном из них. Автоматизированная дизель-генераторная установка ДГА включается при отключении внешних источников.

Емкость аккумуляторных батарей поста ЭЦ должна обеспечивать питание реле, схем устройств оперативно-технологической связи и аварийного освещения в течение 2 ч и резервного питания огней входных светофоров — в течение 6 ч.

Для ввода на пост электрической централизации энергии от внешних источников переменного тока, а также преобразования ее в переменный и постоянный ток различных напряжений, необходимых для питания устройств и подзаряда аккумуляторных батарей, применяют щитовую питающую установку.

Для электрических централизаций крупных станций расположение панелей в питающей установке осуществляется по схеме, представленной на рис. 70.

Слева, если смотреть с внешней стороны, всегда располагается вводная панель. В случае применения двух панелей ПВ1-ЭЦК предусматриваются два щита выключения ЩВПУ, входы которых запаараллеливаются, а выходы подаются раздельно — для каждого из них на свою панель. К первой панели подсоединяются дизель-генератор и

гарантированные нагрузки, ко второй – негарантированные нагрузки и маневровые посты. Аккумуляторная батарея 24 В подсоединяется ко второму щиту. Справа от вводной панели последовательно располагаются распределительная, выпрямительно-преобразовательная, стрелочная и частотно-преобразовательная панели. Следует отметить, что входное напряжение на панель ПП25.1-ЭЦК при автономной и электрической тяге переменного тока поступает со стороны стрелочной панели неизолированно от сети. При электротяге постоянного тока для исключения влияния на работу преобразователей блуждающих токов оно подается через изолирующий трансформатор, тип которого выбирается в зависимости от количества централизованных

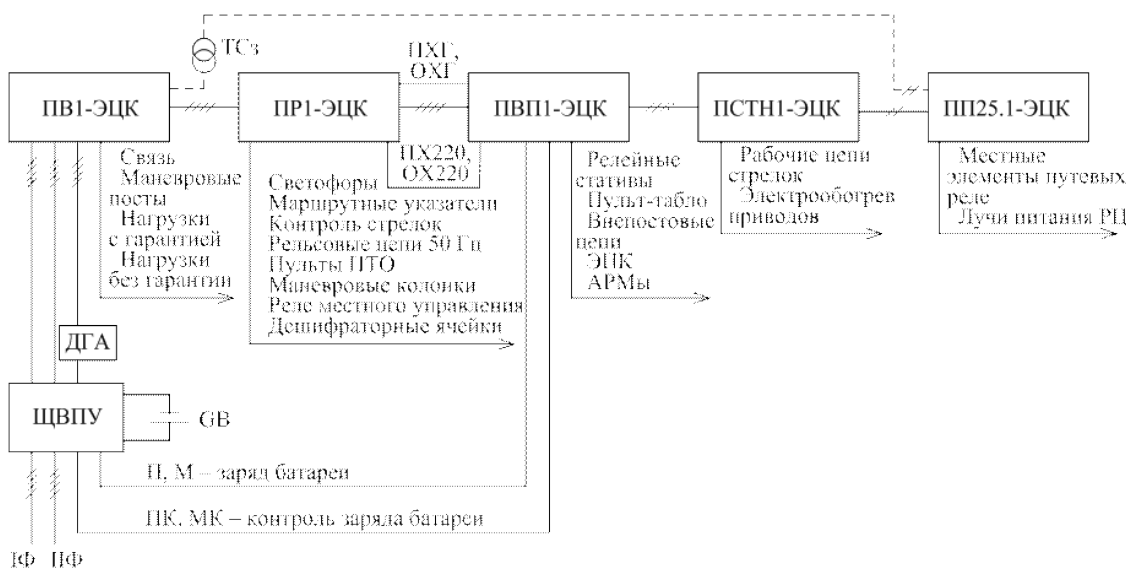


Рисунок 70-. Компоновка питающей установки ЭЦ крупной станции

стрелок: до 50 – ТС310/0,66; до 100 – ТС316/0,66; до 150 – ТС325/0,66 (см. рис. 70, пунктир).

Тема 2.2.1.1 Вводная панель ПВ1-ЭЦК, Распределительная панель ПР1-ЭЦК

Вводная панель ПВ1-ЭЦК

Вводная панель ПВ1-ЭЦК(рис. 71) в комплекте с другими панелями предназначена для ввода, распределения и контроля центрального электропитания устройств ЭЦ станций до 170 стрелок. Панель обеспечивает передачу электроэнергии к нагрузкам от двух внешних фидеров трехфазного переменного тока (ИФ, ПФ) и резервной дизель-

генераторной установки типа ДГА с номинальным напряжением 380/220 В. Напряжение от более надежного внешнего источника подается (через щит включения/выключения питания ЩВПУ) на вход ИФ, а от другого – на вход ПФ. В зависимости от номинального значения тока, потребляемого от внешней сети, панель выпускается с плавкими вставками в предохранителях F1-F6 на 63, 80, 100 или 125 А. При заказе панели номинальные значения токов в плавких вставках определяются расчетом. Панель предусматривает как ручное, так и автоматическое переключение фидеров, а также контроль и оптическую сигнализацию их состояния. Для снятия напряжения с приборов соответствующего фидера и отключения выходных цепей питания нагрузок служат рубильники Q1 и Q2. При этом предварительно необходимо выключить напряжение на щите ЩВПУ. Автоматическое переключение фидеров осуществляется пускателями КМ1 и КМ2, которые поставлены в зависимость от результатов контрольных функций блоков В1, В2.

Блоки В1, В2 влияют на состояние исполнительных реле со следующими задачами: К1, К2 – контроля исправности соответственно первого и второго фидеров; К3, К4 – фиксации неисправности пускателей соответственно КМ1 и КМ2; К5, К6 – включения пускателей; К11 – контроля напряжения на выходах блоков В1, В2; КН – фиксации неисправности блоков В1, В2. При исчезновении напряжения в обоих фидерах панель автоматически включает резервное электропитание от ДГА. Панель обеспечивает возможность включения ДГА только при отключении фидера ИФ. Реле К9 контролирует отпущенное состояние контактора ЗК включения напряжения ДГА на нагрузку. Ручные пуск и остановка ДГА осуществляются кнопками ДП и ДО с пульта управления ДСП. Для выключения соответствующего фидера с целью проверки функционирования приборов панели на её мнемосхеме предусмотрены тумблеры SA1, SA2 и SA3, которые коммутируют цепи схем необходимых магнитных пускателей.

Панель может работать в двух режимах: преобладания первого фидера (П) и равноценных (Р) фидеров. Настройка на режим Р осуществляется установкой перемычки между клеммами X13/3 и X13/4 в схеме блоков В1, В2. В режиме П переход от аварийного питания к основному осуществляется по ступеням ДГА → ПФ → ИФ с выдержкой времени 1,3 – 1,4 мин. В режиме Р переключение нагрузки от дизеля на исправный фидер происходит без выдержки времени. Количество включений каждого фидера фиксируется счетчиками.

Панель контролирует качество поступающей электроэнергии. С этой целью она формирует и передает в систему частотного диспетчерского контроля (ЧДК) сигналы состояния фидеров, блоков включения и пускателей; нарушения чередования фаз в фидерах; превышения в них напряжения; превышения нормированного времени

одновременного выключения обоих фидеров. Панель обеспечивает возможность контроля с помощью аппаратуры автоматизированного рабочего места (АРМа) фазных напряжений по наличию их на соответствующих выходах панели. При снижении напряжения ниже 187 ± 4 В панель отключает нагрузку от неисправного фидера, а при повышении до 198 ± 4 В – включает. Для грозозащиты в цепях нагрузки пофазно установлен блок PV. Вольтметром V и амперметром A1 измеряется напряжение и ток в фидерах питания, а трехфазными счетчиками PWh – расход электроэнергии.

Имеется возможность подключить к панели ряд нагрузок в обход распределительных панелей. К таковым относятся маневровые посты, устройства связи, освещение и силовые приборы. Включение/отключение некоторых из них осуществляется вручную выключателем SF, а автоматически – пускателем КМЗ. Токи, потребляемые этими нагрузками, измеряются амперметром А2. Для электропитания аппаратуры АРМов микропроцессорных систем в панели установлены трансформаторы, из которых ТК1-ТК3 предназначены для подключения основного комплекта, а ТК4-ТК6 – резервного. Питание местных цепей панели осуществляется от источников постоянного тока с номинальным напряжением 24 и 5 В.

Распределительная панель ПР1-ЭЦК

Распределительная панель ПР1-ЭЦК (рис. 72) предназначена для подключения к ней основных нагрузок ЭЦ (светофоров, маршрутных указателей, рельсовых цепей 50 Гц, контрольных цепей стрелок и др.). Данная панель обеспечивает контроль изолирования нагрузок от «земли» по восьми видам полюсов питания, подключенных к сигнализатору заземления СЗМ. В зависимости от мощности, потребной для питания рельсовых цепей 50 Гц, панель выпускается в двух исполнениях: базовом – ПР1-ЭЦК – и с дополнительной мощностью – ПР1-ЭЦК1 (см. рис. 72, пунктир).

В базовом варианте панель содержит два трехфазных трансформатора TV3 и TV6 мощностью по 4,5 кВ·А, обеспечивающих изоляцию нагрузок от заземленной сети. Включение названных трансформаторов осуществляется автоматическими выключателями SF1, SF2. Вторичные обмотки трансформаторов секционированы и используются индивидуально. Максимальная фазная нагрузка каждой обмотки составляет 1,5 кВ·А. Защита цепей от перенапряжений осуществляется с помощью блоков FV1-FV6 типа БЗП1-10. Виды нагрузок, подключаемые к вторичным обмоткам трансформаторов TV3 и TV6, приведены в табл. 25.

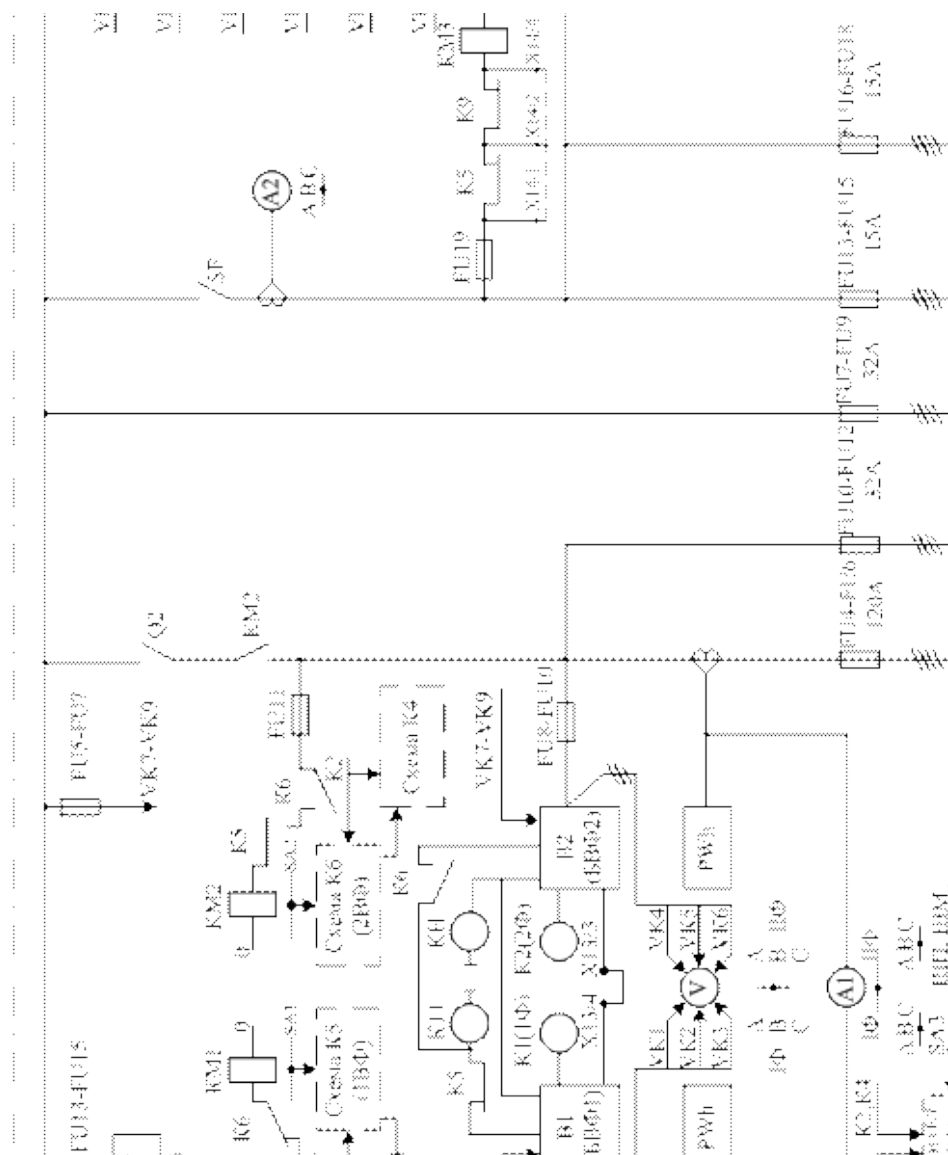


Рисунок 71- Функциональная схема панели ПВ1-ЭЦК

Необходимые режимы горения светофорных ламп («День», «Ночь», «Двойное снижение напряжения») входных (Вх) и выходных (Вых) светофоров обеспечиваются секциями на 220, 180 и 110 В вторичных обмоток силовых трансформаторов и соответствующими коммутационными приборами (Д, Н, ДСН). Режимы «День» и «Ночь» могут переключаться вручную (кнопкой) или автоматически (по показаниям датчика АДН). Переключение ламп светофоров и маршрутных указателей в режим ДСН производится контактами реле:

К8 – К12, обмотки которых выключаются специальной кнопкой. Преобразование непрерывного питания в импульсное для сигнальных огней с миганием светофорных ламп достигается с помощью микроэлектронного датчика В1.1 (ДИМ-3), реле управления миганием К3 (М) и соответствующим схемным построением. Для получения требуемых

напряжений в схеме импульсного преобразования используются трансформаторы TV1 (ПТ-25 МП-1) и TV2 (СТ-4М).

Питание ламп маршрутных указателей предусматривается в двух вариантах: для ближней от поста ЭЦ зоны их расположения («Б») и для удаленных на значительные расстояния («Д»). В последнем случае применяется повышенное напряжение питания, получаемое с помощью вольтодобавочного трансформатора TV4 (СОБС-2 МП). Режим ДСН (50 В) обеспечивается трансформатором TV5 (ПОБС-5 МП).

Для подключения питающих трансформаторов рельсовых цепей (РЦ) 50 Гц в панели предусматриваются выводы с полюсами ПХ1, ОХ1; ПХ2, ОХ2; ПХРЦ, ОХРЦ. При недостаточной мощности следует применять панель ПР1-ЭЦК1, в которой трансформатор TV10 (4,5 кВА) обеспечивает подключение дополнительно трех лучей питания с полюсами ПХРЦ1, ОХРЦ1; ПХРЦ2, ОХРЦ2; ПХРЦ3, ОХРЦ3. Распределительная панель предусматривает запитку дешифраторных ячеек (ДЯ) через трансформатор TV7 (СОБС2 МП), маневровых колонок и пультов пунктов технического осмотра вагонов (ПТО) через трансформатор TV8 (СОБС2 МП) и реле местного управления через трансформатор TV9 (ПТ-25 МП-2). Для включения светодиодной индикации пультов ПТО в непрерывном режиме используются полюсы ПО, МО, снимаемые с выхода выпрямителя В5 (ВВ), а в импульсном – ПОМ, МО, формируемые датчиком импульсов В1.2. Контроль исправной работы датчика осуществляется блоком В4 (ВК3).

При выключении внешней сети переменного тока контактами аварийного реле К4 (СА1) формируются полюсы ПХР1, ОХР1 для питания гарантированных нагрузок, а контактами его повторителя К13 (СА2) – подключаются полюсы ПХГ, ОХГ гарантированного питания дешифраторных ячеек.

Для измерения напряжения в цепях питания светофоров, маршрутных указателей, контроля стрелок и рельсовых цепей 50 Гц на лицевой стороне панели располагается вольтметр РВ с переключателем SAV. Переменный ток, потребляемый панелью от каждой фазы, измеряется амперметром РА, подключение которого к нужной фазе осуществляется переключателем SAA.

Таблица 25- Загрузка трансформаторов TV3 и TV6 панели ПР1-ЭЦК

Фаза и напряжение, В	Вид нагрузки	Обозначение цепей
TV3-А, 220	Рельсовые цепи 50 Гц	ПХРЦ, ОХРЦ
TV3-В, 220 220/110 220,	Устройства с резервом по переменному току Контрольные цепи стрелок Реле местного	ПХР1, ОХР1 ПХКС, ОХКС ПХМУ, ОХМУ

220/50 220/232 220/232, 50	управления Маршрутные указатели «Б» без режима ДСН Маршрутные указатели «Б» с режимом ДСН Маршрутные указатели «Д» без режима ДСН Маршрутные указатели «Д» с режимом ДСН	ПХУ1, ОХУ ПХУС1, ОХУ ПХУ2, ОХУ ПХУС2, ОХУ
TV3-С, 24 220/60 220/180/110 220/180/110	Реле пригласительных огней светофоров (Вх) Лампы (Вх) с импульсным питанием Цепи подпитки огневых реле мигающих ламп светофоров (Вых) Лампы (Вых) с импульсным питанием Лампы светофоров, группа 1	ЛПМ, ЛМ ПХСМВ, ОХС ОМП, М ПХСМ, ОХС1 ПХС1, ОХС1
TV6-А, 220 220/12 220/16 8,3 – 9,2 220/30 220/180/110	Рельсовые цепи 50 Гц Нагрузки панели ПВП1-ЭЦК с гарантией Дешифраторные ячейки Дешифраторные ячейки Пульты ПТО Маневровые колонки Лампы светофоров, группа 4	ПХ2, ОХ2 ПХ220, ОХ220 ПХ12, ОХ16 ПХ16, ОХ16 ПО, ПОМ, МО ПХМК, ОХМК ПХС4, ОХС4
TV6-В, 220 220/180/110	Рельсовые цепи 50 Гц Маршрутные указатели без режима ДСН Лампы светофоров, группа 3	ПХ1, ОХ1 ПХУ3, ОХУ3 ПХС3, ОХС3
TV6-С, 220/ 180/110	Лампы светофоров, группа 2	ПХС2, ОХС2

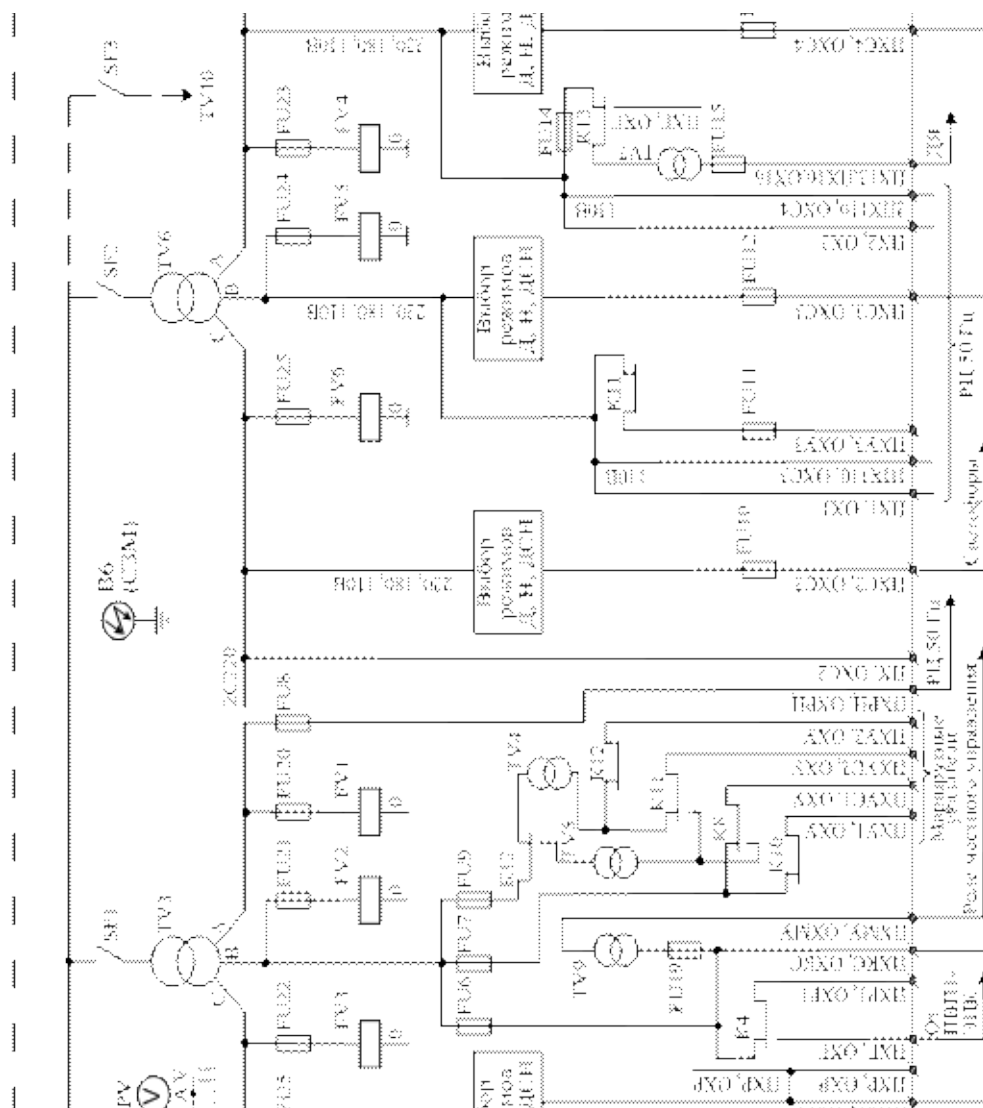


Рисунок 72- Функциональная схема панели ПР1-ЭЦК

Тема 2.2.1.2 Выпрямительно-преобразовательная панель ПВП1-ЭЦК, Стрелочные панели ПСТН1-ЭЦК

Выпрямительно-преобразовательная панель ПВП1-ЭЦК

Выпрямительно-преобразовательная панель ПВП1-ЭЦК (рис. 73) предназначена для заряда аккумуляторной батареи 24 В, питания релейной нагрузки и светодиодного табло и для получения переменного тока для нагрузок с гарантией по питанию.

Для подзаряда батареи в панели предусмотрены блоки В1 (СН1) и В2 (СН2) типа БПС80-Н, представляющие собой полупроводниковые выпрямительные устройства со стабилизацией выпрямленного напряжения. Указанные блоки подключаются к батарее четырьмя проводами: силовыми П, М и контрольными ПК, МК. Максимальный ток заряда составляет 20 А.

Для питания реле поста ЭЦ панель содержит блоки В7 (СН3) – В9 (СН5) типа БПС80-Н и стабилизаторы тока В3 (СТ1) – В5 (СТ3) типа БПС80-Т. Стабилизаторы напряжения подключены к нагрузке постоянно, а стабилизаторы тока включаются по одному при увеличении тока нагрузки свыше 21 А и отключаются по одному при суммарном токе СН3 – СН5 менее 10 А. Каждый из блоков В3 – В9 рассчитан на ток 10 А. При максимальном расчетном токе релейной нагрузки в 50 А группа блоков В3 – В9 создает избыточность по току (60 А), что обеспечивает резерв питания на случай повреждения какого-либо стабилизатора. Чтобы повреждение одного блока не приводило к общему отказу, выходы блоков имеют диодную развязку. Поскольку реле поста ЭЦ получают питание также от полюсов П, М, то блоки В3 – В9 имеют диодное разделение (через VD10) относительно блоков В1, В2.

Различают три режима работы выпрямительных устройств, которые обеспечиваются блоком управления В12 типа БУЗ: режим ускоренного заряда батареи до напряжения 28 В при стабильном токе заряда; режим стабилизации достигнутого напряжения по мере снижения тока заряда и режим непрерывного подзаряда батареи до уровня 26,8 В, когда ток заряда снизился до 2 А и менее. Переключение указанных режимов осуществляется блоком В12 по результатам контрольных напряжений, поступающих на входы блока по проводам ПБК, МБК от батареи и 2П, 2М от шунта RS2. Кроме того, для управления включением / отключением стабилизаторов СТ1 – СТ3 в зависимости от тока нагрузки к блоку В12 подключаются полюсы 5П, 5М, идущие от шунта RS5.

Панель ПВП1-ЭЦК обеспечивает электропитанием ряд нагрузок как по переменному, так и по постоянному току, которые должны сохранять работоспособность при полном отключении внешней сети электроснабжения. С этой целью предусмотрены различного рода преобразователи напряжения. Так, от инвертора В10 (И1) по цепи ПХП, ОХП получают питание персональные ЭВМ автоматизированных рабочих мест, от инвертора В11 (И2) по цепи ПХГ, ОХГ – специальные виды гарантированных нагрузок, от блоков В13 (основного) и В14 (резервного) типа БПТ по цепям ПТГ,

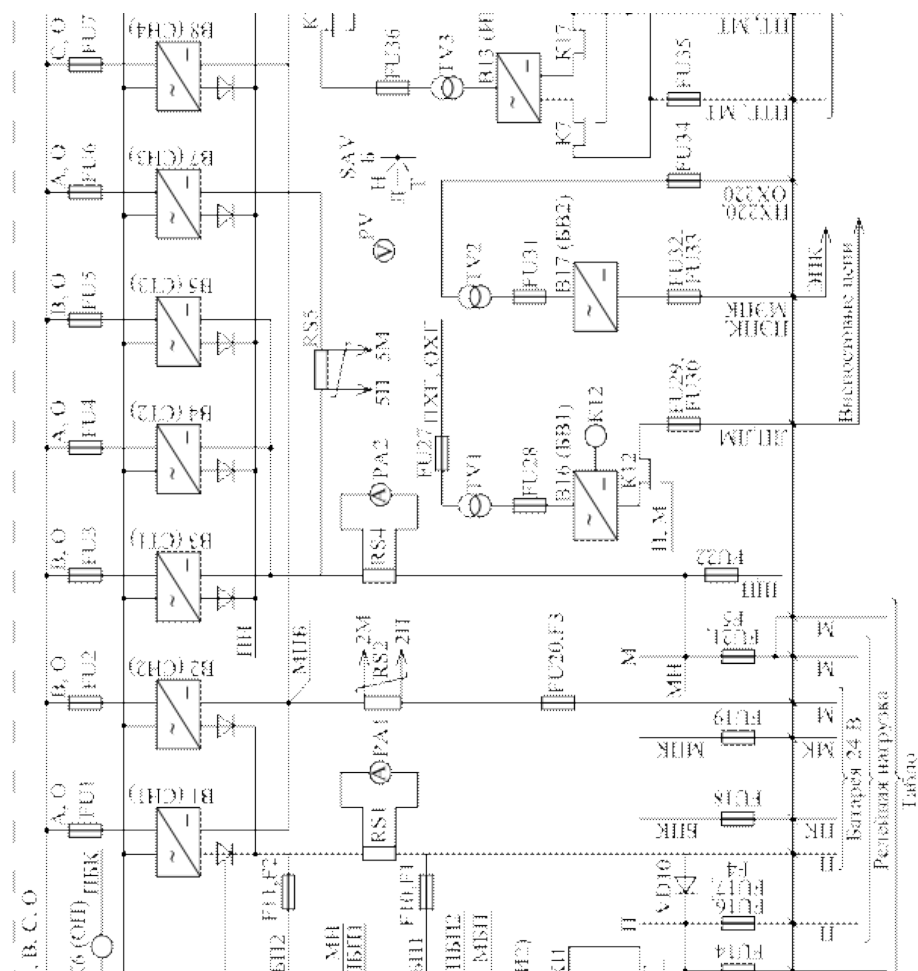


Рисунок 73- Функциональная схема панели ПВП1-ЭЦК

МТ (непрерывного питания) и ПТГМ, МТ (импульсного питания) – элементы с гарантией светодиодного табло, выпрямительного блока В16 по цепям ЛП, ЛМ – внепостовые цепи. Соответствующие переключения на аварийный режим осуществляются контактами реле, являющимися прямыми или обратными повторителями аварийного реле К5. Контактными реле К6 предусматривается отключение инверторов В10, В11 от батареи в случае понижения в ней напряжения до минимального разрешенного значения 21,6 В. Элементы табло без гарантии по питанию подключаются к цепям ПТ, МТ и в мигающих режимах – ПТМ, МТ и РПТМ, МТ. При этом импульсное питание обеспечивается датчиком В15 (ДИ). Выпрямительный блок В17 предназначен для подключения электропневматических клапанов (ЭПК) системы пневмоочистки стрелочных переводов.

Для измерения токов заряда батареи и релейной нагрузки на панели предусмотрены соответственно амперметры РА1 и РА2. Вольтметром РВ с помощью переключателя SAV контролируется напряжение на батарее (позиция Б), на релейной нагрузке (Н), в цепях ЛП, ЛМ (Л) и ПТГ, МТ (Т).

Стрелочные панели ПСТН1-ЭЦК

Стрелочные панели ПСТН1-ЭЦК (рис. 74) предназначены для питания рабочих цепей схем управления стрелками с трехфазными электродвигателями переменного тока и электрообогрева стрелочных приводов, содержат силовые трансформаторы мощностью по 4,5 кВ·А каждый, выпускаются в трех исполнениях: ПСТН1-ЭЦК1, ПСТН1-ЭЦК2 и ПСТН1-ЭЦК3 соответственно на мощности обогрева 0; 4,5 и 9,0 кВ·А.

Рабочие цепи стрелок разбиты на две группы. Первая группа подключается к трансформатору TV1, вторая – к TV2. Вторичные обмотки трансформаторов секционированы и обеспечивают выходное напряжение в пределах 225 – 232 В по полюсам включения нагрузок РА, РВ, РС и 238 – 246 В – по полюсам РУА, РУВ, РУС (для удаленных от поста ЭЦ стрелок).

С целью выключения рабочих цепей во фрикционном режиме на пульте управления предусматривается кнопка КВС. При ее нажатии срабатывает реле К9, которое включает блок выдержки времени В. По истечении 10 – 20 с активизируется реле К10 и своими повторителями К3 – К8 снимает напряжение с рабочих цепей стрелок. Контроль перевода стрелок и измерение тока фрикции на пульте управления осуществляются с помощью амперметров, подключенных к трансформаторам ТА4, ТА5, имеющим соответствующую настройку. Поэтому при измерении тока в первой группе стрелок необходимо дополнительно нажимать кнопку ПОС1, во второй – ПОС2.

Для электрообогрева стрелочных приводов в панели ПСТН1-ЭЦК2 устанавливается трансформатор TV3, а в панели ПСТН1-ЭЦК3 – дополнительно TV4.

Стрелочные панели с помощью амперметра РА и переключателя SAA позволяют измерить ток на входе, а с помощью вольтметра РВ и переключателя SAV – напряжение в рабочих цепях двух групп стрелок.

замыкании в каком-либо луче его преобразователь прекращает работу, неисправный луч отключается, после чего преобразователь запускается вновь и работает на второй, исправный, луч. Состояние лучевых реле фиксируется их повторителями, установленными на релейных стативах, с целью формирования специальных полюсов питания маршрутных реле (см. аналогичное решение в панели ПВ2-ЭЦ с помощью полюсовЛУ-Н, ЛУ-Ч). Для контроля изоляции выходных цепей путевых преобразователей в панели предусмотрен сигнализатор заземления В17 типа СЗМ.

Необходимые фазовые соотношения между напряжениями на выходах преобразователей путевых и местных элементов достигаются с помощью фазирующих устройств (ФУ) типа ФУ-2М-1. Если применяется одна панель, то фазирующее устройство преобразователя 1П отключается. При наличии на посту ЭЦ двух и более панелей фазовые соотношения дополнительных преобразователей устанавливаются от преобразователя 1П основной панели (через входы X3/1, X3/2; X3/15, X3/16).

Для измерения напряжения на входе панели и выходах преобразователей служит вольтметр PV с переключателем SAV. Для измерения тока на выходах путевых преобразователей первой группы на панели имеется амперметр PA1 с переключателем 1SAA1, а на выходах путевых преобразователей второй группы – амперметр PA2 с переключателем 2SAA1. После установки переключателя на нужную позицию необходимо нажать соответствующую кнопку SB.

автоматизированным дизель-генератором не требуется. Наиболее распространена система электропитания малых станций, показанная на рис. 249

Применение безбатарейной системы питания на малых станциях допустимо также, если электроснабжение осуществляется от ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ двухцепной линии, обеспечивающей электропитание автоблокировки с рельсовыми цепями переменного тока, или от ВЛ СЦБ и местных источников, обеспечивающих энергией приемники не ниже III категории и не зависящих от источников электроснабжения высоковольтной линии СЦБ. При обеих указанных системах питания осуществляется дополнительное резервирование от автоматизированных дизель-генераторных установок (ДГА). Если местный источник предназначен для питания приемников II категории, ДГА на посту ЭЦ не устанавливают.

При электроснабжении электрической централизации малой станции от двухцепной высоковольтной линии применяют схему, приведенную на рис. 76.

При оборудовании станции ЭЦ с центральным питанием ламп всех светофоров трансформатор типа ОМ устанавливают у входного светофора для питания красной лампы входного сигнала при повреждении кабеля центрального питания с центрального поста ЭЦ.

На малых станциях, не имеющих линий ВЛСЦБ или ВЛ ПЭ в районе входных светофоров, резервное питание для красной лампы должно подаваться с центрального поста в кабеле, прокладываемом отдельно от кабеля основного питания.

Если электроснабжение ЭЦ малых станций осуществляется от менее надежных источников, то необходимо применять батарейную систему электропитания с использованием статических преобразователей, преобразующих постоянный ток напряжением 48 или 24 В в переменный ток напряжением 220 В. При отключении внешних источников электроснабжения электропитание осуществляется от преобразователей всех объектов ЭЦ, за исключением устройств связи и обогрева контактов автопереключателей электроприводов.

При батарейной системе питания установку на постах электрической централизации ДГА для уменьшения времени резервирования питания устройств от аккумуляторов предусматривают только тогда, когда аккумуляторная батарея не может обеспечить необходимую длительность резервирования.

При электроснабжении ЭЦ малых станций на участках с автоблокировкой и рельсовыми цепями постоянного тока, получающими питание от ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ (рис. 283, а) или от одноцепной ВЛ СЦБ (рис. 283, б), продолжительность резервного питания

от аккумуляторов 12 ч для работы всех устройств и 16 ч - для красных огней входных светофоров.

На малых станциях при наличии только одного источника электроэнергии ВЛ СЦБ или источника для электроприемников не ниже I категории в пост подаются две питающие линии .

Если источником электроснабжения является только ВЛ ПЭ, продолжительность резервного питания устанавливают 18 ч для работы трансформатор СИ Б. Т'2 трансформатор общих нужд; ДА и РУ разъединители соответственно с дистанционным и ручным управлением всех устройств и 22 ч для красных огней входных светофоров. При установке на посту ЭЦ автоматизированного ДГ А продолжительность резервного питания снижается для всех устройств по 6 ч, для красных огней входных светофоров - до 10 ч.

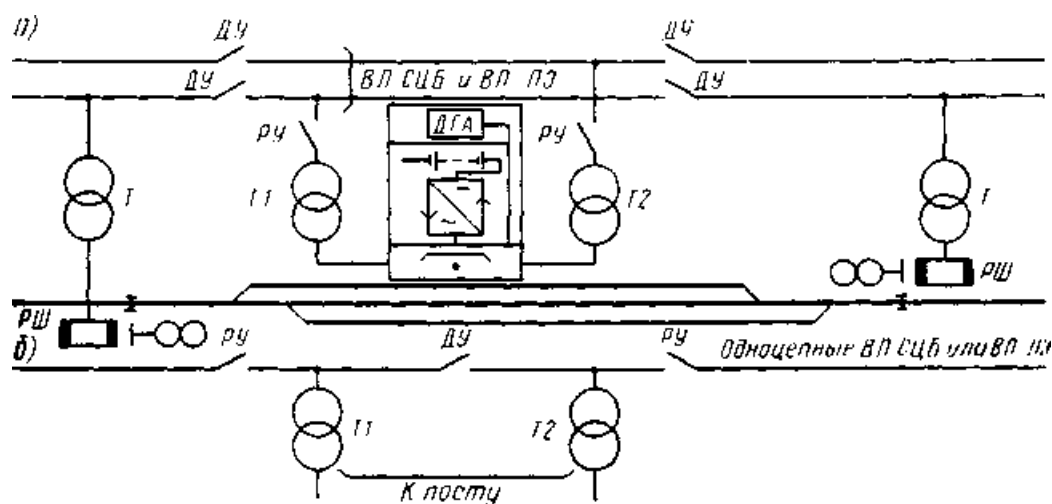


Рисунок 76- Схема электроснабжения ЭЦ малых станций при батарейной системе питания:

При электротяге постоянного тока с целью защиты приборов панели ПР2-ЭЦ от мешающего влияния тягового тока предусматривается изолирующий трансформатор. На станциях с количеством реле до 11 роль такового отводится трансформатору TV3 панели ПВ2-ЭЦ. На станциях с числом стрелок свыше 11 для этого устанавливается дополнительный трансформатор типа ТСЗ 10/0,66, к вторичным обмоткам которого подключаются преобразователи частоты, приборы питания ламп табло, выпрямительные устройства УЗА.

При батарейном варианте электропитания постов ЭЦ промежуточных станций ЭПУ формируется из вводной панели ПВ2-ЭЦ, распределительной ПР3-ЭЦ и преобразовательной ППТ3-ЭЦ. При этом по потребности применяется батарея напряжением 24 или 48 В.

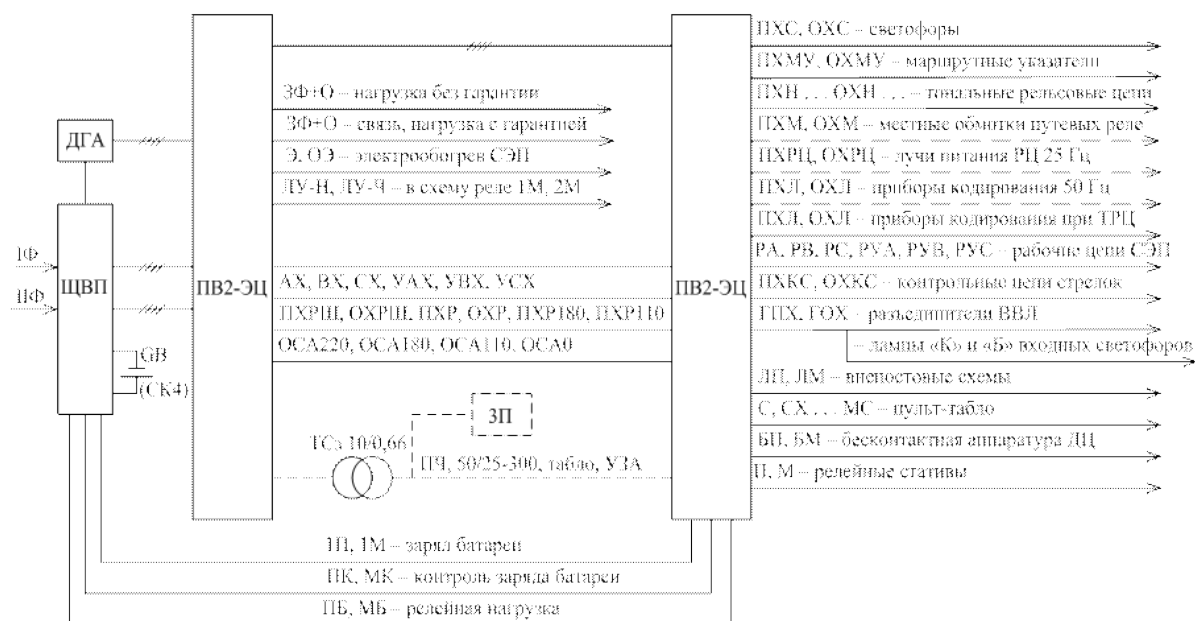


Рисунок 76- Компоновка питающей установки ЭЦ промежуточной станции

Для резервного питания ЭЦ малых станций используют трансформаторы, расположенные в районе пассажирских зданий и предназначенные для электроснабжения станций.

На сети дорог эксплуатируют питающую установку для ЭЦ малых станций, которая состоит из вводно-распределительной панели типа ПВР-40, стагива безбатарейного питания типа СПМС-ББ или стива батарейного питания типа СПМС-Б с машинными преобразователями типа ПО-550АФ. В настоящее время эта питающая установка снята с производства и взамен ее выпускают питающую установку, в которой электропитание промежуточных станций осуществляется с помощью комплекта панелей питания типов ПВ1-ЭЦ, ПР-ЭЦ25, ПП25-ЭЦ, ПРП-ЭЦ, ПРПТ-ЭЦ и ПП50-ЭЦ. Панели собирают в щитовую, установку.

При безбатарейной системе питания установку комплектуют из панелей типов ПВ1-ЭЦ и ПР-ЭЦ25. Она имеет несколько разновидностей схем включения панелей питания и приборов в них в зависимости от типа рельсовых цепей частотой 25 Гц. Установку батарейной системы электропитания, системы электропитания, скомплектованную из панелей типов ПВ1-ЭЦ, ПРП-ЭЦ, ПП50-ЭЦ, применяют с рельсовыми цепями частотой 50 Гц и стрелочными электроприводами с электродвигателями постоянного тока. Установку, скомплектованную из панелей типов ПВ1-ЭЦ, ПРПТ-ЭЦ, ПП50-ЭЦ, используют с рельсовыми цепями частотой 50 Гц и стрелочными электроприводами с электродвигателями переменного тока.

В батарейной системе питания резервирование питания ламп входного светофора осуществляется от отдельного преобразователя типа ПП-300М.

Тема 2.2.2.1. Вводные панели ПВ2-ЭЦ, ПВ3-ЭЦ Распределительные панели ПР2-ЭЦ, ПР3-ЭЦ

Вводная панель ПВ2-ЭЦ

Вводная панель ПВ2-ЭЦ (рис. 77) в комплекте с другими панелями предназначена для ввода, распределения и контроля центрального электропитания устройств ЭЦ станции до 30 стрелок на участках с любым видом тяги. Панель обеспечивает передачу электроэнергии к нагрузкам от двух внешних фидеров трехфазного переменного тока с заземленной нейтралью и резервной дизель-генераторной установки типа Э8Р или ДГА с номинальными напряжениями 380/220 В. Напряжение от более надежного внешнего источника подается на вход IФ, а от другого – на вход IIФ. В зависимости от номинального значения тока, потребляемого от внешней сети, панель выпускается с плавкими вставками в предохранителях F1 – F6 на 25; 31,5 или 40 А. При заказе панели номинальные значения токов в плавких вставках определяются расчетом.

Панель предусматривает как автоматическое, так и ручное переключение фидеров, а также контроль и оптическую сигнализацию их состояния. Автоматическое переключение осуществляется пускателями 1ВФ2 и 2ВФ2, которые поставлены в зависимость от состояния контрольных приборов: реле напряжения 1РН, 2РН, фидерных 1Ф, 2Ф и включающих 1ВФ1, 2ВФ1. При отсутствии напряжения в обоих фидерах электропитание поступает от местной резервной электростанции. Ручное включение и выключение источников питания выполняется при помощи тумблеров 1ФВ, 2ФВ и 3ФВ, которые расположены на лицевой стороне панели и коммутируют цепи схем магнитных пускателей. Для снятия напряжения с магнитных пускателей и трансформаторов тока при профилактическом ремонте панели или замене деталей служат рубильники 1В и 2В.

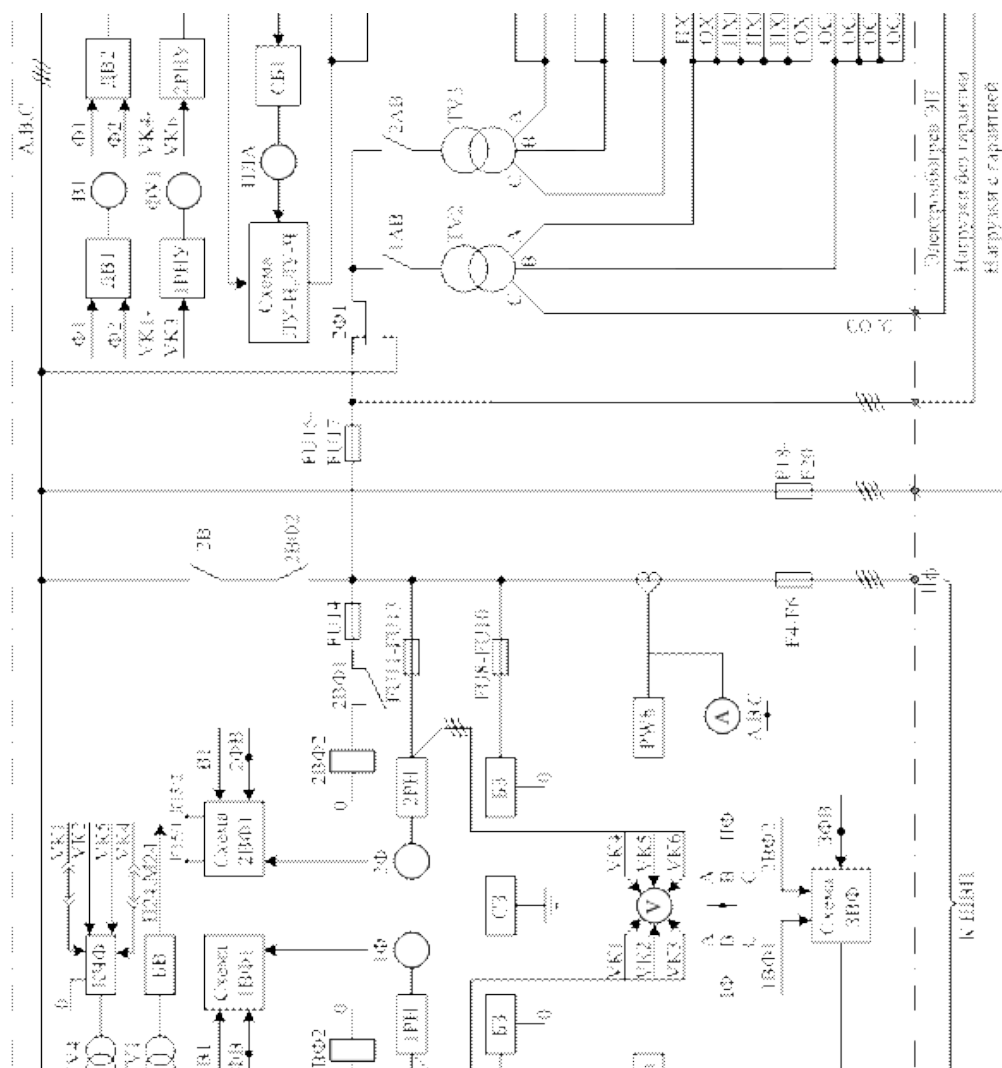


Рисунок 77- Функциональная схема панели ПБ2-ЭЦ

Панель может работать в двух режимах: преобладания первого фидера (П) и равноценных фидеров (Р). Настройка на режим Р осуществляется установкой перемычки К15/1-К15/2 в схеме реле 2ВФ1. В режиме П переход от аварийного питания к основному осуществляется по ступеням ДГА → ПФ → ИФ с выдержкой времени 1 – 2 мин, которую формируют детекторы интервалов времени ДВ1, ДВ2. В режиме Р переключение нагрузки от дизеля на исправный фидер происходит без выдержки времени. Число выключений каждого фидера отмечается счетчиками.

Панель контролирует качество поступающей электроэнергии. Увеличение фазного напряжения выше допустимой величины фиксируется с помощью схем реле максимального напряжения 1РНУ и 2РНУ, нарушение чередования фаз в фидерах питания – блоком КЧФ. Перенапряжения в фидерах снимаются электронными блоками защиты БЗ, включенными по одному в каждую фазу. При снижении напряжения ниже 183 В панель отключает нагрузку от неисправного фидера, а при повышении до 198 ± 4 В – включает.

Вольтметром V и амперметрами A измеряются напряжение и ток в фидерах питания, а трехфазным счетчик PWh – расход электроэнергии во втором фидере. Панель предусматривает измерение рабочего тока электродвигателей стрелочных приводов с помощью амперметра, установленного на пульте управления дежурного по станции (ДСП).

Поскольку переход с одного фидера на другой вызывает обесточивание рельсовых цепей (РЦ), то для исключения ложного срабатывания реле 1М, 2М в схемах фиксации проследования поезда по маршруту панель формирует для них специальные полюсы питания ЛУ-Н, ЛУ-Ч. В момент отсутствия напряжения в фидерах эти полюсы выключаются, а включаются через 4 – 8 с после восстановления питания рельсовых цепей.

Панель содержит два силовых трансформатора TV2 и TV3 мощностью по 4,5 кВ·А каждый, предназначенных для электропитания нагрузок распределительных панелей. Трансформаторы соединяются с внешней сетью выключателями 1AB и 2AB и защищены предохранителями FU15-FU17 (20 или 30 А, что определяется проектом).

К трехфазному трансформатору TV2 подключаются светофоры (полюсы питания ОСАО-ОСА220), рельсовые цепи (ПХР-ОХР), релейные шкафы (ПХРШ-ОХРШ), магистральные цепи электрообогрева стрелочных приводов (Э, ОЭ). К трехфазному трансформатору TV3 подключаются рабочие цепи стрелок с приводами переменного тока (АХ-СХ – 220 В, УАХ-УСХ – 235 В). Трансформатор рассчитан на одновременную работу двух двигателей МСТ-0,3-220/127. Сообщение с землей цепей перечисленных выше нагрузок, а также реле и ламп табло контролируется сигнализатором заземления СЗ. Панель обеспечивает гарантированное питание (380/220 В, 10 А) силовых нагрузок и освещения, подключенных к общей распределительной сети через предохранители FU18-FU20, и негарантированное питание (380/220 В, 30 А) силовых нагрузок и освещения, подключенных к фидеру ПФ через предохранители FU15-FU17. Питание местных цепей панели осуществляется от выпрямительного блока БВ с резервом от аккумуляторной батареи 24 В.

Максимально допустимые мощности нагрузок панели составляют, кВ·А: светофоров – 1,5; стрелочных электроприводов – 1,5; обогрева контактной системы электроприводов – 1,5; рельсовых цепей (АЛСН) 50 ГЦ, аппаратуры тональных рельсовых цепей, релейных шкафов входных светофоров – 1,5; других нагрузок СЦБ (см. рис. 2.1, выводы А, В, С, идущие к панели ПР2-ЭЦ) – 6,6; собственных нужд – 0,5; прочих нагрузок (от фидера ПФ) – 20.

Для контейнерных систем ЭЦ предусмотрен модернизированный вариант панели, получивший наименование ПВЗ-ЭЦ. Панель имеет меньшую высоту, позволяющую

установить ее в контейнере, и в связи с этим несколько иное расположение приборов. Трехфазными счетчиками расхода электроэнергии PWh снабжены оба фидера. Панель работает только в режиме П.

Вводные панели обеспечивают:

- подключение двух фидеров трехфазного переменного тока, а также дизель-генераторной установки в качестве резервной электростанции;
- автоматическое переключение нагрузки с одного фидера на другой при выключении или нормируемом снижении напряжения в работающем фидере, а так же переключение нагрузки на резервную электростанцию при выключении напряжения в обоих фидерах;
- возможность работы в одном из двух режимов (ПВ2-ЭЦ) – в режиме преобладания первого фидера и в режиме равноценных фидеров;
- ручное переключение нагрузки с одного фидера на другой, отключение фидеров для ремонта, а также ручной запуск дизель-генераторной установки как с переключением, так и без переключения на нее устройств питания ЭЦ;
- электрическую изоляцию цепей питания устройств ЭЦ от внешних источников переменного тока, а также защиту их от перегрузок;
- защиту от перенапряжений устройств электропитания ЭЦ;
- оптическую сигнализацию о работе фидера и оптическую и акустическую сигнализацию о выключении напряжения в фидерах;
- оптическую сигнализацию о запуске и работе дизель-генераторной установки;
- оптическую сигнализацию о заземлении основных цепей питания (ПВ2-ЭЦ) и перегорании предохранителей, установленных на панели;
- измерение напряжений и токов в фазах обоих фидеров, а также измерение расхода электроэнергии второго (ПВ2-ЭЦ) или первого и второго (ПВ3-ЭЦ) фидеров;
- контроль исправности пускателей обоих фидеров (ПВ2-ЭЦ) и резервирование питания нагрузки от фидера с исправным пускателем или резервной электростанции;
- подсчет количества выключений фидеров, контроль перенапряжения, нарушения чередования фаз одновременного выключения двух фидеров питания на время более 1,5 с.

Технические характеристики.

Номинальное фазное напряжение источников переменного тока с заземленной нейтралью, В.....	220
Напряжение отключения источника, В, не менее.....	187± 4
Минимальное напряжение включения источника, В.....	198±4
Минимальное напряжение контроля перенапряжения, В.....	250-257
Максимальный ток в фазе, А.....	40
Время задержки подачи переменного тока на нагрузку после восстановления напряжения в источниках электроснабжения (фидеры 1 и 2), мин.....	1-2
Время, за которое фиксируется одновременное выключение фидеров, с, более	1,5
Номинальные напряжения, максимально допустимые токи и мощности нагрузок панелей ПВ2-ЭЦ и ПВ3-ЭЦ приведены в табл. 5.1.	

Принцип работы.

Напряжения внешних источников переменного тока подаются на вводную панель: от одного (более надежного) источника – на вход «Фидер 1» от другого – на вход «Фидер 2» (рис. 78).

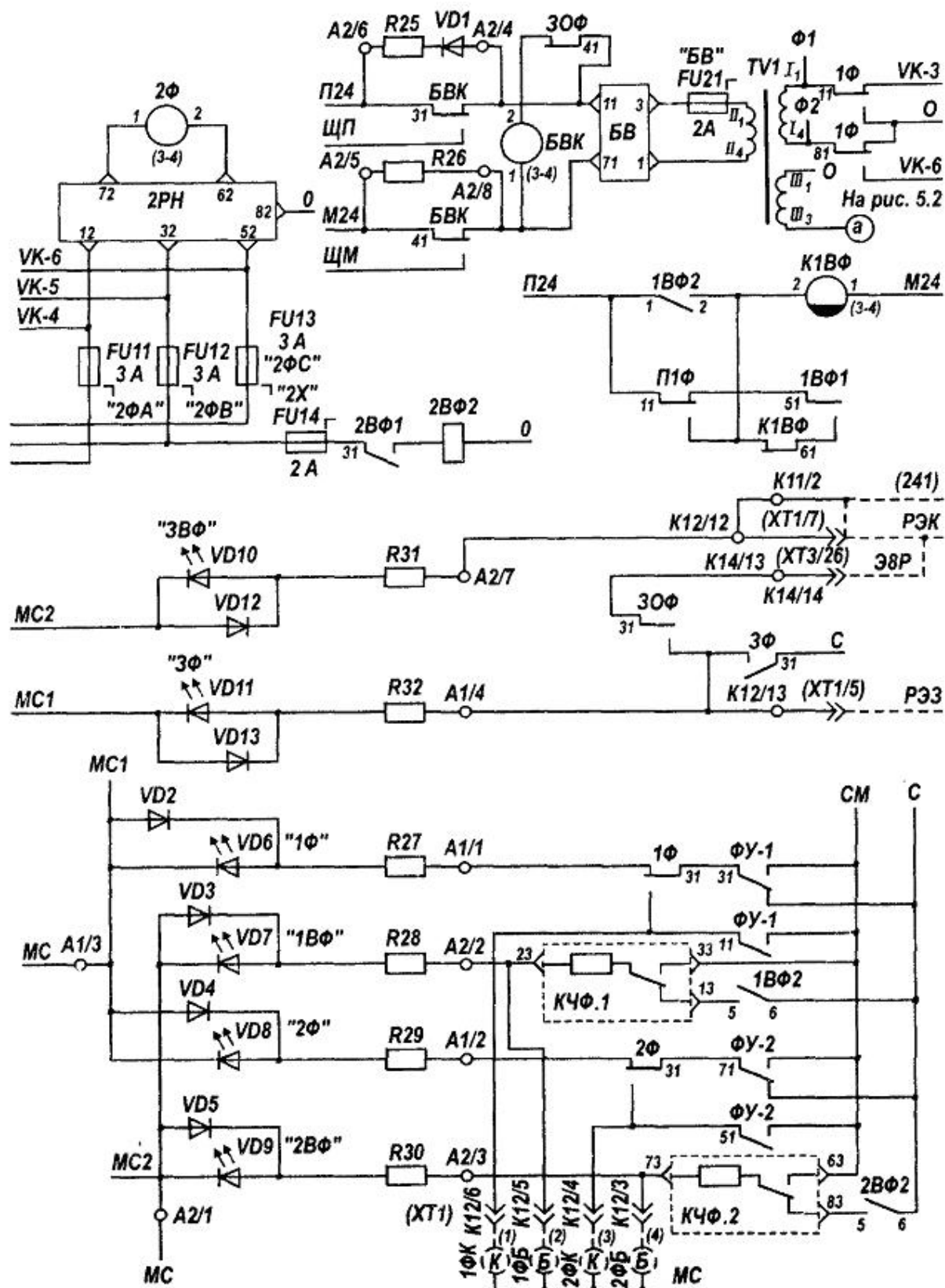


Рисунок 77.б.- Принципиальная схема включения фидеров и дизель-генераторной установки панелей ПВ2-ЭЦ и ПВ3-ЭЦ (обозначение выводов панели ПВ3-ЭЦ приведено в скобках).

Таблица 26

Нагрузка	Обозначение цепи	Напряжение, В	Максимальный ток, А (мощность, кВт)
Распределительные и преобразовательные панели питания ЭЦ и ЦАБ	A-B-C-0	380/220	15
Светофоры:			
дневной режим	OCA220-OCAO	220	(1,5)
ночной режим	OCA180-OCAO	180	
режим ДСН	OCA110-OCAO	110	
Стрелочные электродвигатели переменного тока:			
нормальное расстояние	AX-BX-CX	3 × 220	(1,5)
удалённое расстояние	YAX-YBX-USX	3 × 235	
Выпрямитель для питания стрелочных электродвигателей постоянного тока	AX-BX-CX (провода переключены на выводы TV3/4)	3 × 173	(1,2)
Обогрев стрелочных электроприводов	Э-ОЭ	220	(1,5)
Рельсовые цепи, контроль стрелок	ПХР-ОХР	220	(1,5)
Релейные шкафы входных светофоров	ПХР Ш-ОХР Ш	220	—
Устройство связи	A-B-C-0	380/220	10
Прочие нагрузки (ПВ2-ЭЦ) от фидера 2	A-B-C-0	380/220	30

Панель ПВ2-ЭЦ при отсутствии перемычки K15/1-K15/2 (рис. 78) работает в режиме преобладания фидера 1, а при установке перемычки – в режиме равноценных фидеров. Панель ПВ3-ЭЦ может работать только в режиме преобладания фидера 1.

При помощи тумблеров 1ФВ, 2ФВ и 3ФВ (рис. 78 и 79), расположенных на лицевой стороне панели, осуществляется включение и выключение источников питания. Контакты тумблеров включены в цепи возбуждения соответствующих реле включения фидеров 1ВФ1, 2ВФ1 и 3ВФ. Контакты реле 1ВФ1 и 2ВФ1 замыкают цепи магнитных пускателей включения фидеров 1ВФ2 и 2ВФ2 (см. рис. 77), которые осуществляют подачу напряжения в нагрузку.

В схемы включения указанных реле введено взаимное исключение, при котором напряжение в нагрузку не может подаваться одновременно от двух источников питания. Для исключения одновременного подключения к нагрузке обоих фидеров при одновременном восстановлении напряжения в них в цепь реле 1ВФ1 включены фронтальный контакт 41–42 повторителя фидерного реле П1Ф (см. рис. 78) и тыловой контакт 51–53 реле 2ВФ1, а в цепь реле 2ВФ1 – тыловой контакт 31–33 П1Ф. Контакт 31–33 П1Ф обеспечивает также преимущество питания устройств ЭЦ от фидера 1; только при отсутствии напряжения на фидере 1 питание осуществляется от фидера 2.

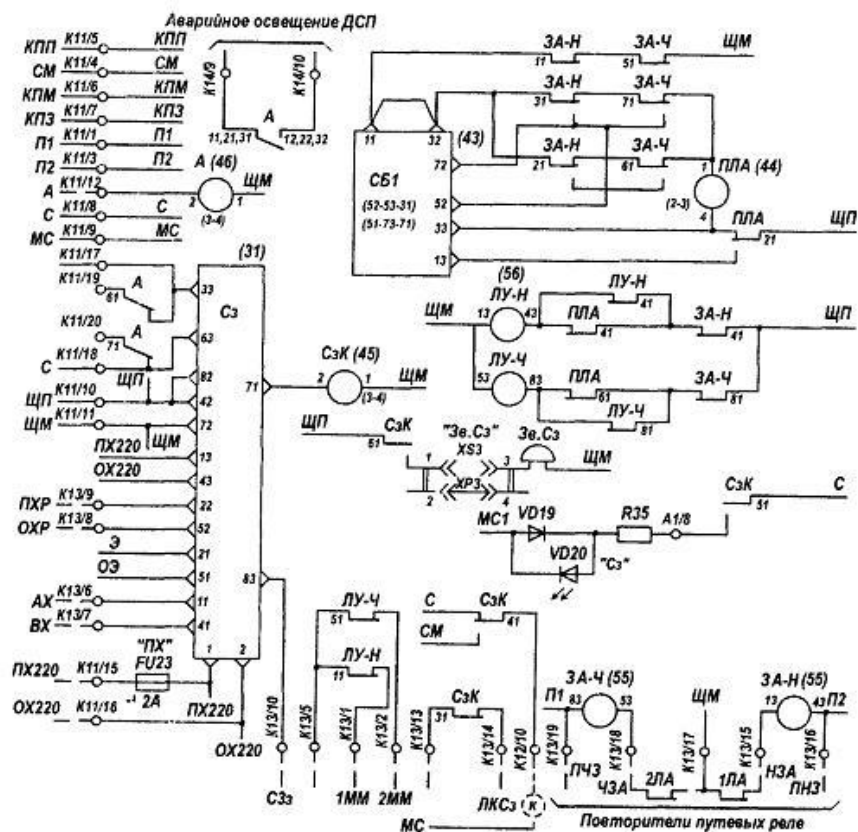


Рисунок 78- панель ПВ2-ЭЦ

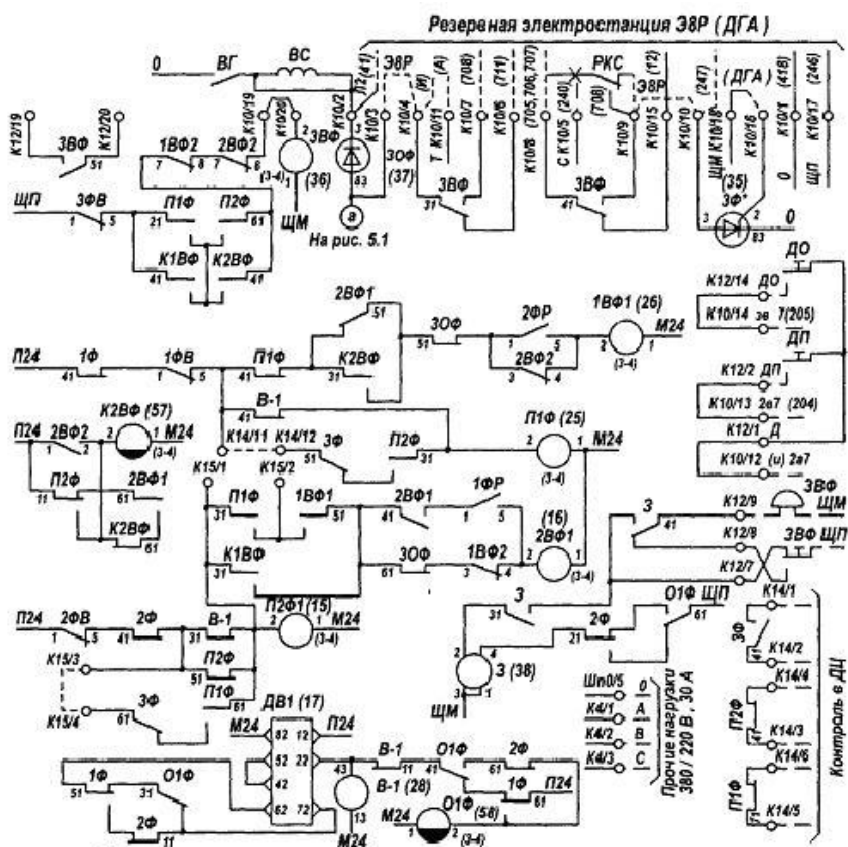


Рисунок 79- Особенности схемы включения фидеров и дизель-генераторной установки панели ПВ2-ЭЦ.

Для исключения прерывания цепи реле 1ВФ1 и 2ВФ1 при ремонте пускателя неработающего фидера параллельно нормально замкнутым контактам 3–4 пускателей соответственно 1ВФ2 и 2ВФ2 включены контакты 1–5 тумблеров 1ФР и 2ФР, расположенных рядом с соответствующими пускателями. Включение тумблера 1ФР или 2ФР сопровождается загоранием индикатора контроля перегорания предохранителей «КП».

В режиме преобладания фидера 1 при неисправности пускателя 1ВФ2 предусмотрено переключение электропитания нагрузки на фидер 2 или резервную электростанцию. Для этого установлено медленно действующее реле К1ВФ, которое при возбуждении реле П1Ф и 1ВФ1 и несрабатывании магнитного пускателя (блок-контакт 1-2 1ВФ2 разомкнут) обесточивается и шунтирует контакты 31–33 реле П1Ф, 51–53 реле 1ВФ1 или контакты 21–23 реле П1Ф, обеспечивая включение соответственно реле 2ВФ1 или 3ВФ.

В режиме равноценных фидеров панели ПВ2-ЭЦ при неисправности пускателя 1ВФ2 или 2ВФ2 отпадает соответствующее контрольное реле К1ВФ или К2ВФ, включенное аналогично К1ВФ. Тыловые контакты этих реле шунтируют соответственно контакты 21–23 П1Ф или 61–63 П2Ф в цепи реле 3ВФ включения резервной электростанции и контакты 51–53 реле 1ВФ1 или 1ВФ2 в цепях соответственно реле 2ВФ или 1ВФ1. Восстановление работы контрольных реле после устранения неисправности происходит автоматически при выключении фидера или осуществляется вручную кратковременным выключением на панели тумблера 1ФВ или 2ФВ, в результате чего выключается реле П1Ф или П2Ф и срабатывает соответствующее реле К1ВФ или К2ВФ.

Защиту источников тока от перегрузок осуществляют силовые предохранители F1–F6. Для снятия напряжения с магнитных пускателей и трансформаторов тока панели, при необходимости профилактического ремонта или замены деталей установлены рубильники 1В и 2В.

Защиту панелей питания и устройств питания ЭЦ от перенапряжений обеспечивают блоки 1БЗ1–1БЗ3, 2БЗ1–2БЗ3 типа БЗЭ-2, включенные между фазными и нулевыми проводами. Совместно с БЗЭ-2 используются резисторы R1–R12, которые ограничивают ток в цепи БЗЭ-2 до безопасной величины, и выравниватели 1ВК1–1ВК3, 2ВК1–2ВК3, ограничивающие остаточное напряжение в проводах питания при грозовых разрядах. Предохранители на 15 А в цепи БЗЭ-2 обеспечивают отключение неисправного блока в случае короткого замыкания.

Напряжение переменного тока фидеров 1 и 2 контролируется при помощи реле напряжения соответственно 1РН и 2РН типа РНМЗ. Реле подключается к фазам А, В, С и 0 и контролируют фазные напряжения источников питания (220 В).

Сигнал с реле напряжений 1РН и 2РН передается на фидерные реле 1Ф и 2Ф. При снижении напряжения в фазе до 183 В якорь фидерного реле отпадает и отключает источник питания. Если напряжение возрастает до 198 В, то фидерное реле притягивает якорь и включает источник. Подключение источников при наличии напряжения в нагрузке осуществляется только через 1–2 мин. для этого контакты фидерных реле 1Ф, 01Ф и 2Ф панели ПВ2-ЭЦ и 1Ф панели ПВ3-ЭЦ включают реле В-1, питание на которое подается через блок выдержки времени ДВ1. После срабатывания реле В-1 образуется цепь возбуждения реле П1Ф или П2Ф. Реле П2Ф самоблокируется.

Последовательное включение в цепях ДВ1 и В-1 панели ПВ2-ЭЦ фронтальных контактов 1Ф и тыловых контактов 01Ф обеспечивает сброс реле В-1 и повторное включение его с выдержкой времени благодаря ДВ1, если В-1 было под током после возбуждения реле 2Ф.

При наличии резерва питания всех устройств ЭЦ от аккумуляторной батареи в панели ПВ2-ЭЦ снимают перемычки К14/11–К14/12 и К15/3–К15/4. В результате этого напряжение на нагрузку без выдержки времени 1–2 мин, когда замкнуты тыловые контакты реле 3Ф, П1Ф или П2Ф, не подается.

При использовании в качестве резервной электростанции агрегата Э8Р для нормальной работы реле 3ОФ обмотка контактора ВС, расположенного в блоке включения нагрузки, должна быть зашунтирована. При отсутствии резервной электростанции устанавливается перемычка К10/1–К10/2.

Отключение напряжения основных фидеров контролируется счетчиками Сч1 и Сч2, управляемыми контактами фидерных реле 1Ф и 2Ф. При каждом выключении и включении фидеров контактами звонкового реле 3 в пульте управления включается звонок ЗВФ, выключаемый кнопкой ЗВФ.

С вводной панели на пульт управления передаются сигналы:

- об отсутствии переменного тока в фидерах (на пульте загораются лампочки красного цвета 1ФК, 2ФК);
- от какого фидера питаются устройства ЭЦ (лампочки белого цвета 1ФБ, 2ФБ);
- контроля резервной электростанции (зеленая лампочка РЭЗ – электростанция включена; красная лампочка РЭК – электростанция работает на нагрузку).

Аналогичные контрольные сигналы могут передаваться по каналам ДЦ и диспетчерского контроля (цепи контроля источника в ДЦ).

На панели подобные сигналы подаются индикаторами: «1Ф» (светодиод VD6) и «2Ф», (VD8) – наличие напряжения в соответствующем фидере и «1ВФ» (VD7), «2ВФ» (VD 9) – указание фидера, от которого питаются устройства ЭЦ.

При увеличении напряжения питания и срабатывании реле ФУ-1 или ФУ-2 на панели начинает мигать соответственно индикатор «1Ф» или «2Ф», а на табло соответственно лампа 1ФК или 2ФК начинает работать в импульсном режиме.

Источник питания внутренних цепей панелей состоит из трансформатора TV1 и выпрямительного блока БВ (цепь П24–М24). При неисправности блока БВ обесточивается реле БВК и цепь П24–М24 подключается к батарее (цепь ЩП–ЩМ). На панели загорается индикатор контроля перегорания предохранителя «КП» сигнализирующий в данном случае о неисправности блока питания БВ.

С вводной панели ПВ2-ЭЦ осуществляется питание цепей маршрутных реле и повторителей путевых реле. Питание к маршрутным реле ЭЦ поступает по цепи 1ММ и 2ММ через фронтальные контакты реле ЛУ-Н и ЛУ-Ч. Нормально эти реле возбуждены, а при прерывании питания рельсовых цепей и отпадании якоря хотя бы одного из лучевых реле 1ЛА–4ЛА и их общего повторителя ЗА-Ч или ЗА-Н якорь соответствующего реле ЛУ-Н или ЛУ-Ч отпадает. После восстановления питания рельсовых цепей возбуждение реле ЛУ-Н и ЛУ-Ч задерживается на 4–8 с при помощи блока СБ1. На выходе блока включено реле ПЛА, фронтальные контакты которого замыкают цепь возбуждения реле ЛУ-Н и ЛУ-Ч, после чего эти реле самоблокируются.

На панели ПВ2-ЭЦ установлен сигнализатор заземления Сз типа СЗМ для непрерывного контроля изоляции цепей нагрузок от «земли». Сигнализатор предназначен для контроля следующих цепей питания:

С–МС–табло; П–М–реле; ПХ220–ОХ220–светофоры; ПХР–ОХР–рельсовые цепи 50 Гц, аппаратура тональных рельсовых цепей; Э–ЭО–обогрев стрелочных электроприводов; АХ–ВХ–рабочие цепи стрелок.

При увеличении тока утечки на землю отпадает реле СзК и загорается индикатор «Сз» (светодиод VD20) расположенный на лицевой стороне панели. Сигнал о нарушении изоляции передается и на пульт-табло, на котором вместо непрерывного горения начинает мигать лампочка ЛКСз. Эта сигнализация срабатывает даже при кратковременном соединении контролируемого источника с «землей» и продолжает действовать до сброса ее вручную.

На панели установлен звонок ЗвСз, сигнализирующий о срабатывании сигнализатора заземления. Для выключения звонка при производстве регулировочных работ предусмотрены розетка XS3 и вилка XP3.

Изъятие сигнализатора заземления приводит к отпаданию реле СзК и миганию контрольной лампочки ЛКСз.

Схема питания из панелей нагрузок ЭЦ переменного тока приведена на рис. 5.4. Обозначение клемм на этой схеме дано для панели ПВ2-ЭЦ. На панели ПВ3-ЭЦ обозначение клемм иное: цепь ПХР подходит к клемме К3/1; цепь ПХРШ – к клемме К1/1; ПХР180 – к К3/3; ПХР110 – к К3/5; ОХРШ – к К1/2; ОХР – к К3/7; ОСА220 – к К3/2; ОСА180 – к К3/4; ОСА110 – к К3/6; ОСАО – к К3/8; Э – к К4/7; ОЭ – к К4/8; УАХ – к К2/2 АХ – к К2/1 и ХТ3/13; УВХ – к К2/4 и ХТ3/30; ВХ – к К2/3 и ХТ3/14; УСХ – к К2/6 и ХТ3/29, СХ – к К2/5; РН – к К2/7; РО – к К2/8; цепь амперметра пульта – к ХТ1/27, 29 – ХТ1/28, 30.

В панелях установлено два силовых трансформатора – TV2 и TV3.

Трехфазный трансформатор TV2 мощностью 4,5 кВ вторичные обмотки которого используются индивидуально, предназначен для изоляции нагрузок (светофоры, рельсовые цепи частотой 50 Гц, аппаратура тональных рельсовых цепей, релейные шкафы входных сигналов, контрольные цепи стрелок и цепи обогрева контактной системы стрелочных электроприводов) от заземленной цепи, а также для уменьшения влияния блуждающих токов на работу элементов панели при электротяге на постоянном токе. Трехфазный трансформатор TV2 предназначен для питания рабочих цепей стрелок переменного и постоянного тока и рассчитан на одновременную работу двух двигателей МСТ-0,3-220/127. Трансформатор имеет три градации выходного линейного напряжения.

В ЭЦ маневровых районов при наличии двух независимых источников электроснабжения предусмотрено питание рабочих цепей стрелочных электродвигателей переменного тока с обеспечением довода стрелок при выключении одного из фидеров. Для этого на панели ПВ2-ЭЦ снимаются перемычки К9/1-К9/2, К9/3-К9/4 и К9/5-К9/6 и устанавливается реле 2Ф1. Питание трансформатора TV3 осуществляется через фронтные контакты реле 2Ф1 от второго фидера. При выключении второго фидера реле 2Ф1 обесточивается и трансформатор TV3 подключается к цепям питания устройств ЭЦ. При отключении одного из фидеров размыкаются контакты 41–42 реле 1ВФ1 и 71-72 реле 2Ф1, в результате чего снимается напряжение с клеммы К13/11. Тем самым исключается автоматический роспуск составов, но сохраняется возможность роспуска по готовым стрелкам.

Для измерения тока, потребляемого двигателями переменного тока, в одной из фаз питания установлен трансформатор тока ТА4, к выходу которого подключается амперметр А пульты управления.

Для измерения напряжения и тока в фазах обоих фидеров предусмотрены вольтметр PV и амперметры PA1 и PA2, а для измерения расхода электроэнергии – счетчики PWh1 и PWh2. Амперметры и счетчики включаются в фазы через трансформаторы тока 1ТА1-1ТА3 и 2ТА1–2ТА3 . Вольтметр PV и амперметры PA1 и PA2 подключаются к фидерам питания посредством переключателей соответственно BV, BA1 и BA2 .

На панели установлено устройство контроля чередования фаз КЧФ, контролирующее правильность чередования фаз первого и второго фидеров. Питание КЧФ (обозначение на схеме КЧФ.3) осуществляется номинальным напряжением 14 В через трансформатор TV4 и предохранитель FU22 . Напряжения контролируемых фаз А, В фидеров подаются на КЧФ по цепям VK-1, VK-2, VK-4, VK-5 и 0. В цепях VK-1 и UK-4 установлены розетки XS1, XS2 и вилки XP1, XP2 для возможности проверки работы КЧФ при отключении фаз, что равноценно нарушению чередования фаз.

Для того, чтобы при выключении фидеров устройство КЧФ не сработало ложно, к блоку подключены контакты 51–53 реле 01Ф и 21–22 реле П2Ф.

Выходные реле 1ФК и 2ФК, возбуждающиеся при нарушении чередования фаз соответствующих фидеров, расположены внутри КЧФ. Переключающие контакты этих реле включены в цепях ламп 1ФБ, 2ФБ табло и индикаторов «1ВФ», «2ВФ» панели . Фронтальные контакты реле 1ФК, 2ФК включают импульсный режим питания этих ламп и индикаторов (полюс СМ), сигнализирующий о неисправности соответствующего фидера.

Тыловые контакты реле 1ФК, 2ФК соединены с клеммами K13/3, K13/4, K13/12 и K13/20 для передачи сигналов по каналам ДЦ и ДК.

При срабатывании реле В-2 на панели включается индикатор «>Т» (светодиод VD18), а на табло – красная лампа ВФ. для выключения реле В-2 на пульте управления предусмотрена кнопка ВФ со счетчиком.

Эксплуатация. Мнемосхема разводки питания, нанесенная на лицевую сторону панелей, показана на рис. 82. В панели ПВ3-ЭЦ индикатор «Сз» отсутствует. Горение индикаторов «1Ф», «2Ф» и «3Ф» верхнего ряда указывает на наличие напряжения в соответствующем фидере и дизель-генераторной установке, а индикаторов «1ВФ», «2ВФ» и «3ВФ» нижнего ряда – на источник, от которого получает питание нагрузка ЭЦ. Мигание индикаторов «1Ф», «2Ф» указывает на то, что в фидере повышенное напряжение, а индикаторов «1ВФ», «2ВФ» – что в соответствующем фидере нарушено чередование фаз.

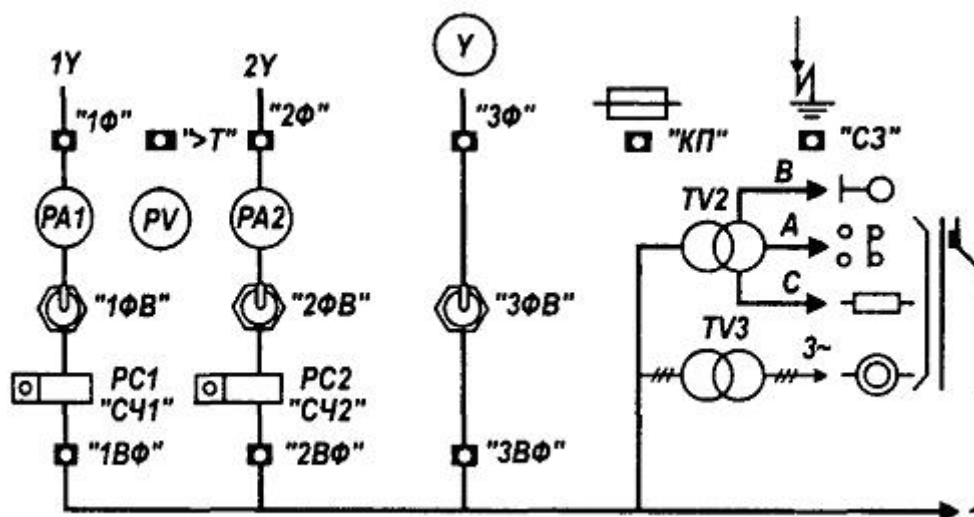


Рисунок 82- Мнемосхема разводки питания панелей ПВ2-ЭЦ и ПВ3-ЭЦ

Включение индикатора «>Т» показывает, что детектор зафиксировал одновременное выключение фидеров на время более 1,3 с. Выключение индикатора «>Т» производится с пульта управления ЭЦ.

Включение индикатора «КП» говорит или о перегорании предохранителя, или о срабатывании автоматического выключателя, или о повреждении выпрямителя БВ, или же о нахождении тумблеров 1ФР, 2ФР во включенном положении.

Включение индикатора «Сз» указывает на срабатывание сигнализатора заземления СЗМ, установленного внутри панели ПВ2-ЭЦ. По индикаторам на самом СЗМ можно определить цепь, в которой сопротивление изоляции снизилось до критического значения.

Счетчики РС1, РС2 показывают число выключений фидеров. При отключении фидеров с панели тумблерами «1ФВ», «2ФВ» счетчики не срабатывают. Для нормальной работы панелей ручки указанных тумблеров должны находиться в верхнем положении.

При техническом обслуживании панелей рекомендуется измерять напряжение и ток в фазах обоих фидеров при питании нагрузки от соответствующего фидера. Для переключения нагрузки с первого фидера на второй опускают ручку тумблера 1ФВ, а со второго на первый – 2ФВ. При работе панели в режиме преобладания первого фидера убеждаются, что после возвращения ручки тумблера 1ФВ в верхнее положение нагрузка переключается на первый фидер без задержки. Задержка длительностью 1,5 – 2 мин обеспечивается в том случае, когда включение первого фидера осуществляется подачей напряжения на вход панели.

В панели ПВ2-ЭЦ проверяют работу сигнализатора заземления СЗМ путем искусственного соединения с «землей» контролируемых им цепей. Цепи напряжением 220 В необходимо соединять с «землей» через резистор сопротивлением 180 кОм, а 24 В – через резистор сопротивлением 18 кОм. При этом на пульте-табло должна включаться красная лампочка контроля изоляции ЛКСз, а на панели – индикатор «Сз».

При периодической проверке панелей следует контролировать работу КЧФ путем поочередного изъятия вилок SP1 и SP2. При этом на панели должны начинать мигать индикаторы «1ВФ» и «2ВФ» соответственно, а на табло ЭЦ – 1ФБ и 2ФБ. При возвращении вилки на место мигание соответствующего индикатора должно прекращаться.

Опуская ручки тумблеров 1ФВ и 2ФВ проверяют запуск резервной электростанции (РЭ), индикацию на панели и табло включения РЭ и работу устройств ЭЦ. Отключение РЭ происходит после возвращения ручек тумблеров 1ФВ и 2ФВ в верхнее положение. При нормальной работе панели температура наружных поверхностей силовых приборов (трансформаторов, пускателей и т.п.), измеренная контактным методом, не должна превышать 70 °С.

При обслуживании панелей необходимо иметь в виду, что для исключения повреждения рубильников 1В и 2В их отключение от выходных цепей питания для снятия напряжения с приборов соответствующего фидера должно производиться без коммутации тока, т.е. только после снятия напряжения на щите выключения питания (ЩВП) автоматическим выключателем соответственно 1А или 2А. Для исключения прерывания цепи реле 1ВФ1 (2ВФ1) работающего фидера при ремонте пускателя следует включить тумблер 1ФР (2ФР) шунтирующий нормально замкнутый блок-контакт 3–4 пускателя

1ВФ2 (2ВФ2). Выключение тумблера, рубильника и автоматического выключателя должно производиться в обратном порядке.

При периодической проверке панелей контролируют наличие резервирования блока БВ и магнитных пускателей 1ВФ2 и 2ВФ2. для проверки блока БВ вынимают предохранитель БВ (FU21) и контролируют включение на мнемосхеме индикатора «КП» и сохранение питания ЭЦ от имеющегося фидера. Для проверки резервирования пускателей 1ВФ2 и 2ВФ2 изымают соответственно предохранитель «1Х» (FU1) или «2Х» (FU14) во включенном фидере и контролируют переход питания на смежный фидер. При этом на мнемосхеме должен включиться индикатор «КП»

Распределительная панель ПР2-ЭЦ

Распределительная панель ПР2-ЭЦ применяется совместно с панелью ПВ2-ЭЦ и предназначена для распределения электропитания по основным нагрузкам ЭЦ. В зависимости от частоты питания рельсовых цепей, аппаратуры автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН) и рода тока электродвигателей стрелочных приводов панель выпускается четырех видов (табл. 27).

Таблица 27- Виды и условия применения распределительных панелей

Тип панели	Частота питания РЦ	Частота АЛСН, Гц	Электропривод
ПР2-ЭЦ50Т ПР2-ЭЦ75Т ПР2-ЭЦ25Т ПР2-ЭЦ25П	Тональная Тональная 25 Гц 25 Гц	25 или 50 25 или 50	Переменного тока Переменного тока Переменного тока Постоянного тока

На рис. 83 сплошными линиями представлены распределительные цепи и приборы панели ПР2-ЭЦ75Т, а пунктирными – дополнительное оборудование в составе других конструкций. Панель работает в буфере с аккумуляторной батареей 24 В, обеспечивающей электропитанием релейную нагрузку поста ЭЦ. Для подключения релейных стативов используются идущие от батареи (через щит ЩВП-73) провода ПБ, МБ, которые после диода VD20 преобразуются в распределительные цепи с полюсами П, М. Заряд батареи осуществляется по проводам 1П, 1М от автоматических зарядных устройств ВП1 (основного) и ВП2 (резервного) типа УЗА24-20, подключенных через силовой понижающий трансформатор TV1 к фазе А вводной сети. Неисправность основного устройства фиксируется с помощью реле КНЗ. В режиме непрерывного подзаряда (ПЗ) на батарее поддерживается напряжение в пределах $(26,4 \pm 0,6)$ В.

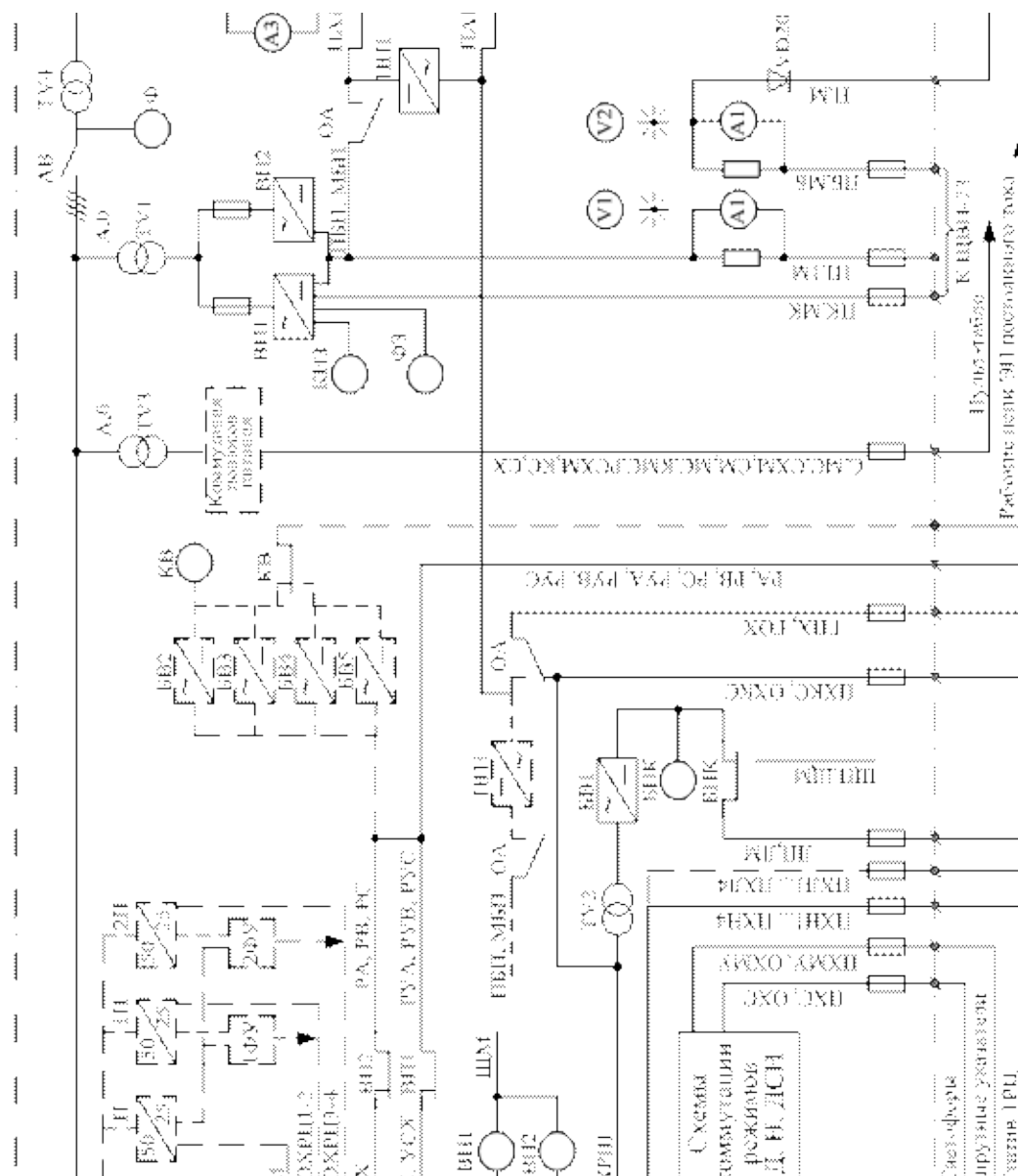


Рисунок 83- Функциональная схема панели ПР2-ЭЦ

При снижении напряжения до $(24 \pm 0,3)$ В включается основной режим форсированного заряда (Ф31), который прекращается при повышении напряжения до $(28 \pm 0,3)$ В, после чего действует режим дополнительного форсированного заряда (Ф32), при котором на батарее поддерживается напряжение $(28 \pm 0,7)$ В. Выходной ток в режиме Ф31 может быть установлен в пределах от 6 до 23 А. По мере дозаряда батареи и снижения тока выпрямителя осуществляется переход в режим ПЗ. Контрольные входы зарядных устройств, фиксирующие состояние батареи, подключаются к проводам ПК, МК. Условия, при которых возможно включение форсированных режимов, контролируются реле ФЗ.

Лампочки табло питаются от трансформатора TV3 типа ПОБС-5МП, при этом импульсный характер для ряда цепей задается электронным датчиком типа ДИМ2 и блоками силового кодирования типа БСК. Переключение режимов горения лампочек

табло («День», Ночь», «Погашено») осуществляется кнопками, расположенными на пульте управления. При выключении переменного тока электропитание получают только лампочки табло, подключенные к полюсам С-МС (непрерывного характера) и СМ-МС (импульсного характера), зарезервированные от аккумуляторной батареи.

Для электропитания рабочих цепей стрелочных приводов переменного тока в панелях серии «Т» предусматриваются полюсы РА, РВ, РС с линейным напряжением 220 В (при нормальном удалении стрелок от поста ЭЦ) и полюсы РУА, РУВ, РУС с линейным напряжением 235 В (при значительных расстояниях до стрелок). Рабочие цепи стрелок с приводами постоянного тока запитываются по цепи РПБ, РМБ, подключенной к выходам трехфазных выпрямителей панели ПР2-ЭЦ25П – основных – БВ2, БВ3 и резервных – БВ4, БВ5. Переключение на резерв осуществляется контактами контрольного реле КВ. Для принудительного выключения рабочих цепей при длительной работе стрелочного привода на фрикцию предусматриваются реле ВП1, ВП2, которые поставлены в зависимость от времязадающего устройства эксплуатируемой системы ЭЦ. Контрольные цепи стрелок подключаются к цепи с полюсами ПХКС, ОХКС.

Электропитание ламп станционных светофоров осуществляется от полюсов ПХС, ОХС, а маршрутных указателей – ПХМУ, ОХМУ. Режимы питания «День», «Ночь», «ДСН» задаются с помощью кнопок, расположенных на пульте управления. Кроме того, для режимов «День», «Ночь» предусматривается возможность автоматического включения по состоянию датчика типа АДН-2. Лампы красного и пригласительного огней входных светофоров, а также разъединители высоковольтной линии СЦБ относятся к потребителям, имеющим гарантию по питанию в случае исчезновения переменного напряжения. С этой целью они подключаются к цепи ГПХ, ГОХ с резервом от преобразователя ПП1 типа ПП-0,3М. Необходимая коммутация осуществляется контактами обратного повторителя аварийного реле ОА, которыми на вход преобразователя подается напряжение от аккумуляторной батареи, а на выход – переменное напряжение в цепь ГПХ, ГОХ.

Для электропитания тональных рельсовых цепей предусматриваются четыре цепи (луча) ПХН-ОХН в панелях ПР2-ЭЦ50Т и ПР2-ЭЦ75Т, а для питания рельсовых цепей частотой 25 Гц – ПХРЦ-ОХРЦ в панелях ПР2-ЭЦ25Т и ПР2-ЭЦ25П. Для получения частоты 25 Гц применяются путевые преобразователи 1П, 2П и местный преобразователь П типа ПЧ-50/25-300, на выходах которых необходимые фазовые сдвиги достигаются с помощью фазирующих устройств 1ФУ, 2ФУ. Напряжения в лучах контролируются аварийными реле, контакты которых заведены в схему ЛУ-Н, ЛУ-Ч вводной панели.

Приборы кодирования АЛСН подключаются к цепям ПХЛ-ОХЛ. Для получения частоты кодирования 75 Гц в панели ПР2-ЭЦ75Т устанавливаются преобразователи ПП1 и ПП2 типа ПП-0,3М, на входы которых подается напряжение от трехфазного выпрямителя в составе трансформатора TV4 и блока БД. Для подсоединения трансформатора к трехфазной сети предусматриваются автоматический выключатель АВ и группа контрольных реле Ф. При исчезновении переменного напряжения преобразователь ПП1 контактом реле ПА1 отключается от приборов кодирования, а контактами реле ОА настраивается на преобразование напряжения аккумуляторной батареи в переменное напряжение с целью резервирования цепи ГПХ-ГОХ.

Для питания внепостовых схем (увязки с путевой блокировкой, смены направления движения, ДСН, дешифраторных ячеек и т. п.), ЭПК стрелок устанавливаются трансформатор TV2 и выпрямитель БВ1 с выходом на цепь ЛП, ЛМ. При повреждении выпрямителя контактом контрольного реле БПК цепь переключается на резерв от аккумуляторной батареи (с полюсами ЩП, ЩМ).

Панель снабжается измерительными приборами: вольтметром V1 – для измерения напряжения аккумуляторной батареи и в нагрузочных цепях постоянного тока, вольтметром V2 – для измерения напряжения в нагрузочных цепях переменного тока, амперметром А1 – для измерения тока на выходе зарядных устройств, амперметром А2 – для измерения тока релейной нагрузки, амперметрами А3 и А4 – для измерения токов, потребляемых преобразователями ПП1, ПП2.

Общие сведения. Распределительная панель ПР2-ЭЦ50Т совместно с вводной панелью ПВ2-ЭЦ предназначена для центрального питания устройств ЭЦ станций, имеющих до 30 стрелок для питания аппаратуры (переменным током частотой 50 Гц) тональных рельсовых цепей, АЛСН частотой 50 Гц и стрелочных электродвигателей переменного тока и получения переменного тока для гарантированного питания ряда нагрузок ЭЦ в аварийном режиме.

Панель ПР2-ЭЦ применяется с кислотной аккумуляторной батареей напряжением 24 В, от которой обеспечивается гарантированное питание нагрузок (реле, ДЦ и др.).

Панель предназначена для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от 1 до 40 °С и относительной влажности не более 85% при температуре 20 °С.

Технические характеристики.

Номинальные входные напряжения:

- однофазного переменного тока – 220, 180 и 110 В частотой (50 ± 1) Гц;
- трехфазного переменного тока – 220 В (фазное);

- постоянного тока – 24 В (от аккумуляторной батареи).

Импульсы удержания огневых реле действуют в интервалах мигания ламп светофоров.

Таблица 28

Нагрузка	Наименование цепи	Количество миганий в минуту	Длительность импульса, с
Лампы пульт-табло	СМ, СХМ	50–70	0,45–0,55
	РХСМ	35–45	0,4–0,6
Лампы светофоров	ПХСМК, ПМП	35–45	0,9–1,1
Цепи удержания огневых реле	ОМП	35–45	0,4–0,6

Панель

ПР2-ЭЦ обеспечивает:

- сохранение питания реле ЭЦ от сети переменного тока через основное зарядное устройство с выходным напряжением (26,4 В) при выключении аккумуляторной батареи и тока нагрузки от 6 до 20 А;
- непрерывное и импульсное (нормальное и редкое мигание) питание ламп табло;
- импульсное питание ламп светофоров;
- автоматическое включение на нагрузку резервного зарядного устройства УЗА24-20 при выходе из строя основного устройства УЗА24-20;
- автоматическое включение резервных выпрямителей питания рабочих цепей стрелок постоянного тока при выходе из строя основных выпрямителей (панель ПР2-ЭЦ25П);
- автоматическое переключение (в зависимости от освещенности) с дневного на ночной режим питания светофоров и наоборот;
- гарантированное питание переменным током напряжением 220 В нагрузок ЭЦ от аккумуляторной батареи при выключении сети переменного тока;
- выключение питания рабочих цепей стрелок при подаче сигнала из устройств ЭЦ;
- отделенное от батареи электропитание внепостовых схем ЭЦ;
- индикацию работы датчиков импульсного питания ламп пульт-табло;
- индикацию неисправности основного зарядного устройства УЗА24-20 (в том числе отключения батареи), режимов заряда батареи, неисправности выпрямителей внепостовых схем ЭЦ и рабочих цепей стрелок;

– измерение напряжений цепей питания нагрузок ЭЦ постоянного и переменного тока, токов батареи и релейной нагрузки, а также рабочего тока стрелок постоянного тока (на табло).

Таблица 29

Таблица 5.3

Нагрузка	Обозначение цепи	Род тока	Номинальное напряжение, В	Максимальный ток, А (мощность, кВт)
Реле поста ЭЦ (стативы)	П–М, ОМП–ЩМ, ПМП–ЩМ	Постоянный	24	17
Пульт-табло	ШП–ЩМ			
Панели	ЩП–ЩМ, П1–М, П2–М, П3–М			
Лампы пульт-табло: непрерывное питание в режиме:	СХ–МС, С–МС, КС–КМС	Переменный		10
«День»			24	
«Ночь»			19	
«Погашено»			0	
импульсное питание	СХМ–МС, СМ–МС, РСХМ–МС		24	
Рабочие цепи стрелок	РПБ–РМБ	Постоянный (панель ПР2-ЭЦ25П)	220	(1,5)
	РА–РВ–РС	Переменный (панели ПР2-ЭЦ50Т, ПР2-ЭЦ75Т, ПР2-ЭЦ25Т)	220 (линейное)	
	РУА–РУВ–РУС	То же	235 (линейное)	
Контрольные цепи стрелок	ПХКС–ОХКС	Переменный (ПР2-ЭЦ50Т, ПР2-ЭЦ75Т)	220	(1,5)
Аппаратура тональных рельсовых цепей	ПХН (1–4)–ОХН (1–4)		220	
Устройство кодирования АЛСН	ПХЛ (1, 2)–ОХЛ(1, 2)		220 (50 Гц) 220 (75 Гц)	(0,6)

Таблица 30

Рельсовые цепи частотой 25 Гц	ПХРЦ (1–4)– ОХРЦ (1–4) ПХМ–ОХМ ГПХ220–ГОХ220	Переменный (ПР2-ЭЦ25Т, ПР2-ЭЦ25П) Переменный	220	0,7 × 4
Потребители гарантиро- ванного питания (разъеди- нители и др.)			220	1,2 (0,3)
Светофоры: непрерывное питание в режиме: «День» «Ночь» «ДСН» импульсное питание	ПХС–ОХС	”	220 180 110 220, 180, 110	(1,5)
Маршрутные указатели: нормальный режим ДСН	ПХСМ–ОХС ПХСМК–ОХС ПХМУ–ОХМУ	”	220 0	
Внепостовые схемы ЭЦ (увязки с перегонами и др.)	ЛП–ЛМ	Постоянный	24	1,6
Дополнительные преоб- разователи ПП-0,3М (до двух шт.)	ППП–ППМ	Постоянный (ПР2-ЭЦ75Т)	24	32
Бесконтактная аппаратура ДЦ	БП–БМ	Постоянный	24	8

Устройство и принцип действия панели.

Панель ПР2-ЭЦ выполнена в виде металлического шкафа с двусторонним обслуживанием. С передней и задней сторон верхняя часть панели закрывается двустворчатой дверью, а нижняя часть – дверями или съемными щитами. Ввод внешних цепей осуществляется сверху.

Электропитание реле ЭЦ и других приборов постоянного тока осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 24 В через диод VD20 (рис. 84).

В панели установлены два автоматических зарядных устройства типа УЗА24-20: основное Вп1 и резервное Вп2, получающие питание от общего силового понижающего трансформатора TV1. Заряд аккумуляторной батареи осуществляется при помощи зарядного устройства Вп1. В зависимости от напряжения аккумуляторной батареи и степени ее заряда предусмотрены три режима заряда:

- режим непрерывного подзаряда (ПЗ), когда на батарее поддерживается напряжение $(26,4 \pm 0,6)$ В;
- форсированный основной режим (ФЗ1), включаемый при снижении напряжения батареи до $(24 \pm 0,3)$ В и выключаемый при повышении напряжения до $(28 \pm 0,3)$ В;

– форсированный дополнительный режим (Ф32), включаемый после Ф31. На батарее при этом поддерживается напряжение $(28 \pm 0,7)$ В, переключение из режима Ф32 на режим ПЗ происходит тогда, когда ток выпрямителя, уменьшающийся во мере дозаряда батареи, становится больше тока нагрузки не более чем на 1,5 А на время от 30 до 60 с.

Напряжение на реле ЭЦ меньше напряжения батареи на 0,5–1,5 В.

Выходной ток в форсированном основном режиме заряда может быть установлен в пределах от 6 до 23 А. Максимальный выходной ток, при котором Вп1 из режима ПЗ переключается в режим Ф31, а в режиме Ф31 включается контроль превышения максимального тока, составляет 26 А.

Зарядное устройство Вп2 служит для резервного питания реле ЭЦ при отказе Вп1 или аккумуляторной батареи. Выходное напряжение Вп2 в режиме ручного управления выходным напряжением составляет $(22 \pm 0,2)$ В при номинальном напряжении сети.

О режиме заряда батареи, обеспечиваемом зарядным устройством Вп1, сигнализируют индикаторы «ПЗ» (светодиод VD6), «Ф31» (VD7) и «Ф32» (VD8). Зарядное устройство Вп2 включается только при снижении напряжения на нагрузке.

Нормированные напряжения в режимах ПЗ и Ф32, а также напряжения переключения режимов отрегулированы заблаговременно в заводских условиях или условиях РТУ и на рабочем месте, как правило, не подлежат изменению.

В 2001 г. в УЗА24-20 были внесены изменения, позволяющие без вскрытия устройства регулировать напряжение в режимах ПЗ и Ф32.

В эксплуатационных условиях должны быть отрегулированы ток от Вп1 в режиме Ф31, так как его значение зависит от тока нагрузки и тока, необходимого для заряда батареи, и напряжение от Вп2 в режиме ручного регулирования. Используемый для этой цели регулируемый резистор «I» расположен в ячейке Р зарядного устройства Вп1. Регулируемым резистором «U» зарядного устройства Вп2 при переведенном тумблере (v) и максимальной нагрузке выставляется выходное напряжение 22 В. Вп2 выполняет функцию резервирования Вп1. Если Вп1 выходит из строя, он прекращает компенсировать ток нагрузки и не заряжает батарею, напряжение снижается, и Вп2 берет на себя компенсацию тока нагрузки. От Вп1 подается сигнал неисправности, при котором отпадает реле К113, в результате чего включается индикатор «КНЗ» в панели (светодиод VD2) и на пульте управления, кроме того замыкается цепь между клеммами К10/11 и К10/12, обеспечивая передачу аварийного сигнала по каналу ДЦ.

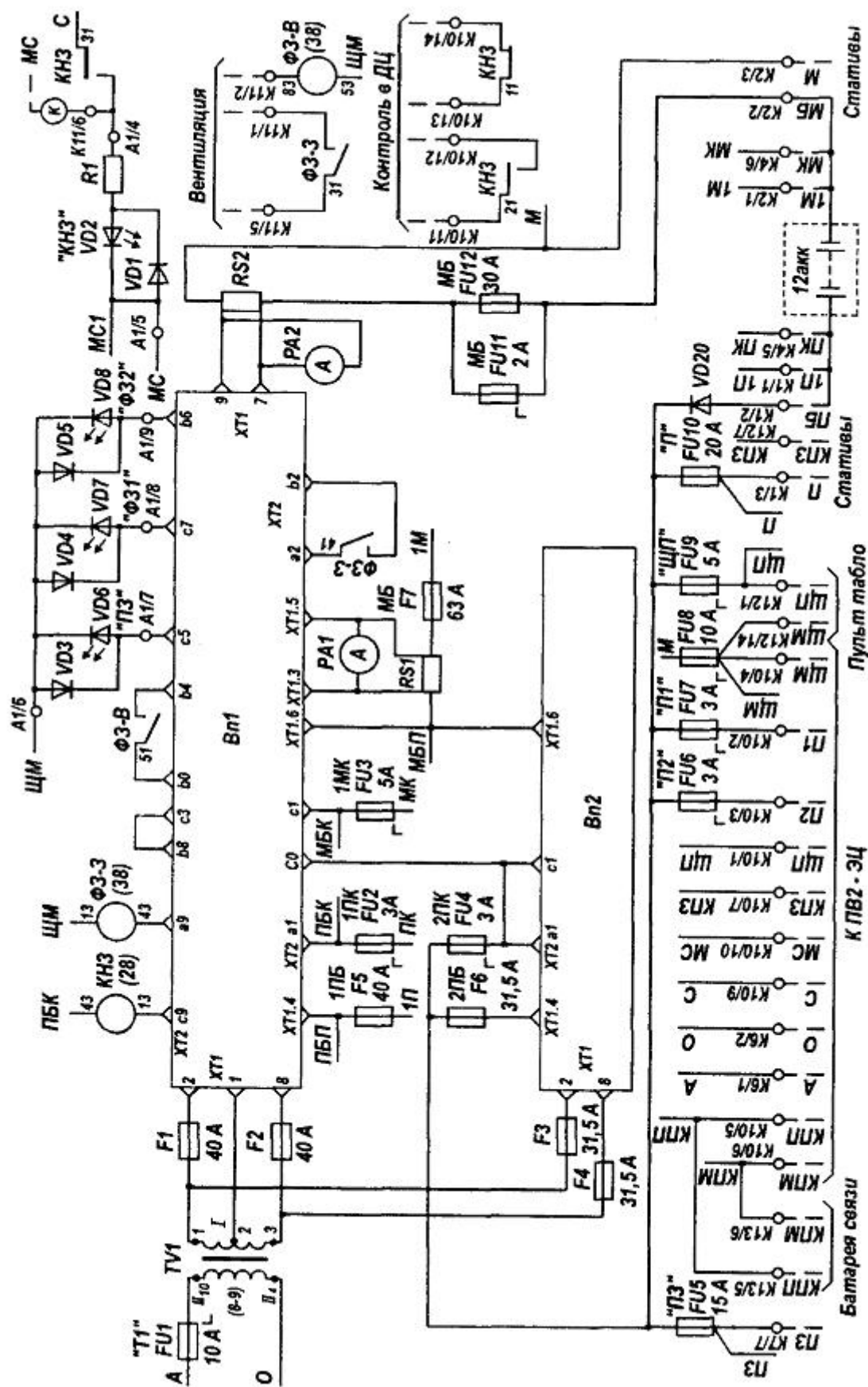


Рисунок 84- Схема включения зарядных устройств панели ПР2-ЭЦ

Включение форсированных режимов заряда осуществляется после пуска вентилятора аккумуляторного помещения при помощи реле ФЗ-З (контакты 31–32) и проверки работы вентилятора при помощи реле ФЗ-В.

Для питания внепостовых схем ЭЦ (цепь ЛП–ЛМ) изолированно от батареи установлены трансформатор Т и выпрямитель ВВ1 (рис. 85). При повреждении выпрямителя обесточивается реле БПК и через 0,15 с переключает цепь ЛП–ЛМ на питание от батареи (цепь ЩП–ЩМ). При неисправности ВВ1 благодаря замыканию контактов 51–53 БПК на панели и табло ЭЦ включаются лампочки контроля перегорания предохранителей, а благодаря замыканию контактов 61–63 БПК – индикатор «БВ1» (светодиод VD9) на панели.

В панели предусмотрена возможность выключения рабочих цепей стрелок переменного и постоянного тока. Для этого в цепь реле ВП1 и ВП2 (клемма К10/5) включаются контакты реле ЭЦ, контролирующие длительную работу привода на фрикцию. При обесточивании реле ВП1 и ВП2 выключается питание рабочих цепей стрелок.

Электропитание светофоров по цепи ПХС– ОХС может осуществляться в трех режимах: дневном (220 В), ночном (180 В) и двойного снижения напряжения - ДСН (110 В). Режимы питания «День» и «Ночь» могут переключаться вручную и автоматически. Включение ручного регулирования производится кнопкой Рсв, а автоматического – кнопкой Асв. Непосредственное переключение цепей питания светофоров с дневного на ночной режим и наоборот осуществляют реле СВ–ДП и 1ДН, которые при ручном регулировании управляются кнопками День и Ночь, а при автоматическом – автоматическим переключателем «День–Ночь» АДН типа АДН-2. Переключение светофоров в режим двойного снижения напряжения производится нажатием кнопки ДСН.

Электропитание ламп пульт-табло осуществляется от трансформатора TV3 типа ПОБС-5МП. Управление режимами горения ламп производится с пульта кнопками: ДНТ– дневной режим; ВНТ– вспомогательный ночной режим; КСТ– контроль стрелок на табло; ОТ– отключение табло.

При выключении переменного тока цепь С–МС гарантированного непрерывного питания ламп контактами аварийного реле 2ТА переключается на питание от аккумуляторной батареи (цепь ПЗ–ЩМ), а цепь СМ–МС гарантированного импульсного питания контактами аварийных реле 1ТА и 2ТА соединяется с отводами трансформатора TV2, подключенного к источнику гарантированного питания переменного тока.

Разъединители РВ2-3Ц

Схематическое изображение электрической цепи, включающей трансформатор, предохранители, реле, переключатели, диоды, конденсаторы, микросхемы и исполнительные механизмы.

188

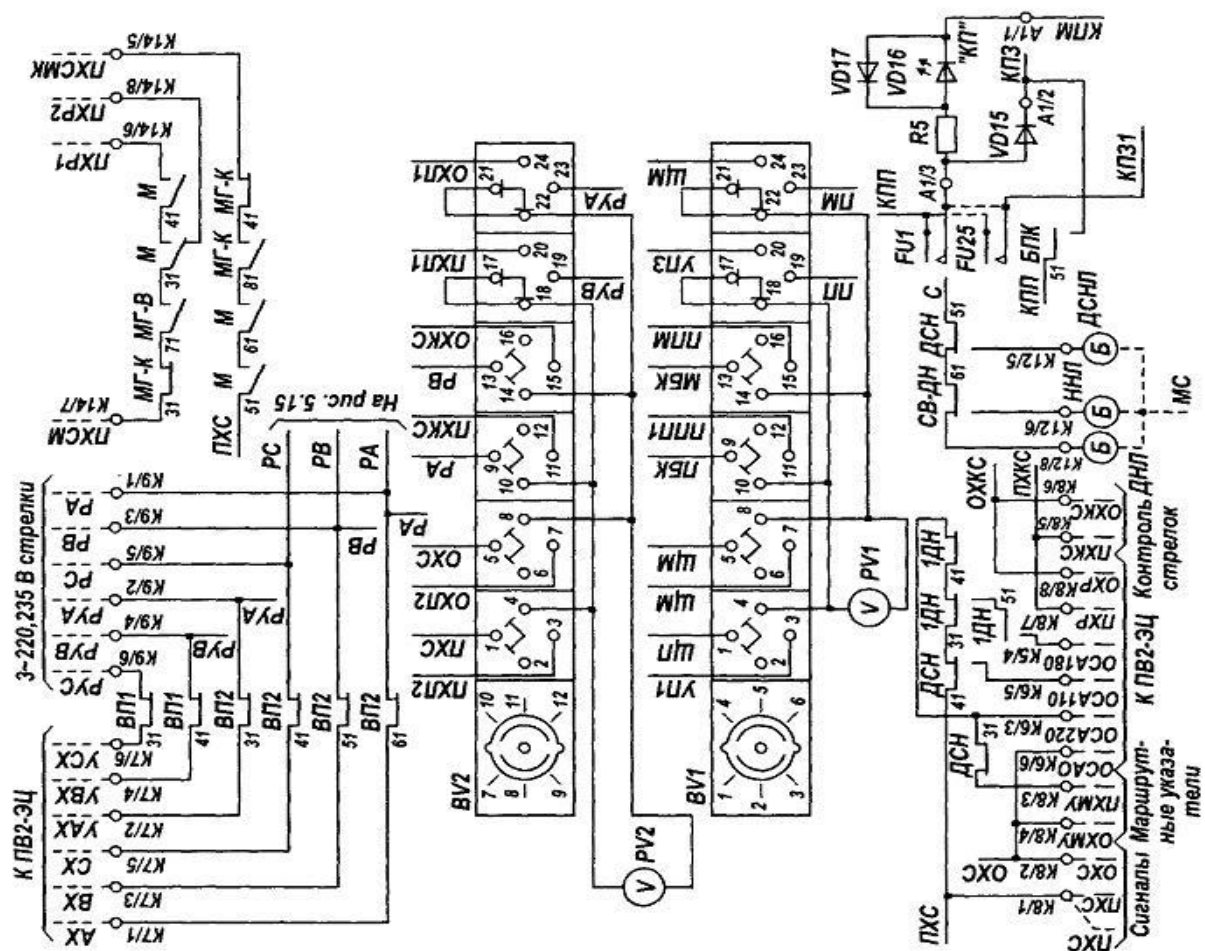


Рисунок 85.б.-Схема питания нагрузок (кроме рельсовых цепей) в панели ПР2-ЭЦ. Гарантированное питание при выключении переменного тока получает только блок БСК1, так что импульсное питание сохраняется только в цепи СМ–МС.

Источником импульсного питания мигающих огней светофоров являются микроэлектронный датчик импульсов ДИ2 типа ДИМ1 и реле М. Контроль импульсной работы реле М осуществляется конденсаторно-релейным дешифратором (блок БК1 и реле МГ-К). для сокращения износа реле М применяется реле включения мигания МГ-В, получающее питание от устройства ЭЦ через контакты сигнальных реле мигающих огней.

В панели имеются четыре цепи управления миганием:

- ПХСМ – для входных светофоров,
- ПХСМК – для выходных светофоров,

-
- The diagram illustrates the electrical control system for a DC drive (ДЦ) with a thyristor converter (ТК) and a DC motor (ДМ). The system includes the following components and connections:
- Power Supply and Distribution:**
 - Input lines K10/17 (0МГ) and K10/18 (ПМП) feed into a main switch (М) and a fuse (FU22).
 - Output lines K10/20 and K10/16 feed into a motor (МГ-В) and a fuse (FU23 "БП").
 - Output lines K10/15 and K10/16 feed into a motor (МГ-В) and a fuse (FU24 "БМ").
 - Control Circuit (ЩП):**
 - The control circuit (ЩП) is connected to the main switch (М) and the motor (МГ-В) through a fuse (FU22).
 - The control circuit (ЩП) is connected to the motor (МГ-В) through a fuse (FU23 "БП").
 - The control circuit (ЩП) is connected to the motor (МГ-В) through a fuse (FU24 "БМ").
 - Interlocking and Protection:**
 - The control circuit (ЩП) is connected to the motor (МГ-В) through a fuse (FU22).
 - The control circuit (ЩП) is connected to the motor (МГ-В) through a fuse (FU23 "БП").
 - The control circuit (ЩП) is connected to the motor (МГ-В) through a fuse (FU24 "БМ").
 - Motor and Drive Components:**
 - The motor (МГ-В) is connected to the control circuit (ЩП) through a fuse (FU22).
 - The motor (МГ-В) is connected to the control circuit (ЩП) through a fuse (FU23 "БП").
 - The motor (МГ-В) is connected to the control circuit (ЩП) through a fuse (FU24 "БМ").
- The diagram also shows the connection of the thyristor converter (ТК) and the DC motor (ДМ) to the control system. The thyristor converter (ТК) is connected to the control circuit (ЩП) through a fuse (FU22). The DC motor (ДМ) is connected to the control circuit (ЩП) through a fuse (FU23 "БП").

На панели установлены следующие измерительные приборы:

вольтметр PV2 – для измерения напряжения цепей питания светофоров, контрольных и рабочих цепей стрелок переменного тока. Вольтметр подключается к соответствующим цепям переключателем BV2.

вольтметр PV1 – для измерения напряжения аккумуляторной батареи, напряжения на выходе выпрямителей для внепостовых схем ЭЦ, преобразователей ПП-0,3 и рабочих цепей стрелок постоянного тока, а также контроля наличия импульсных сигналов на выходах датчика импульсов ДИ1. Вольтметр подключается к соответствующим цепям переключателем BV1;

амперметр PA1 (см. рис. 87) – для измерения тока на выходе зарядных устройств Вп1, Вп2, идущего на питание релейной нагрузки и заряд батареи;

амперметр PA2– для измерения тока релейной нагрузки поста ЭЦ;

При выключении переменного тока (аварийный режим) по цепи ГПХ220-ОХРШ осуществляется питание от аккумуляторной батареи гарантированных нагрузок переменного тока: ламп красного и пригласительного сигналов входных светофоров, разъединителей высоковольтной линии автоблокировки. Это питание обеспечивает преобразователь ПП1 (рис. 89) типа ПП-0,3М, который подключается к аккумуляторной батарее и цепи гарантированного питания нагрузок ГПХ220– ОХРШ фронтовыми контактами реле ОА являющегося обратным повторителем аварийного реле 1ТА.

От панели ПР2-ЭЦ50Т по четырем цепям ПХН-ОХН получает питание аппаратура тональных рельсовых цепей, а по двум цепям ПХЛ-ОХЛ – структура кодирования АЛСН частотой 50 Гц.

На вход выпрямителей подается трехфазный переменный ток с вводной панели ПВ2-ЭЦ по цепям АХ, ВХ, СХ, подключаемым к клеммам К8/3, К8/5, К8/7 . Для получения требуемого напряжения питания рабочих цепей стрелок провода с клемм 5 трансформатора TV3 панели ПВ2-ЭЦ во всех фазах должны быть переключены на клеммы 4.

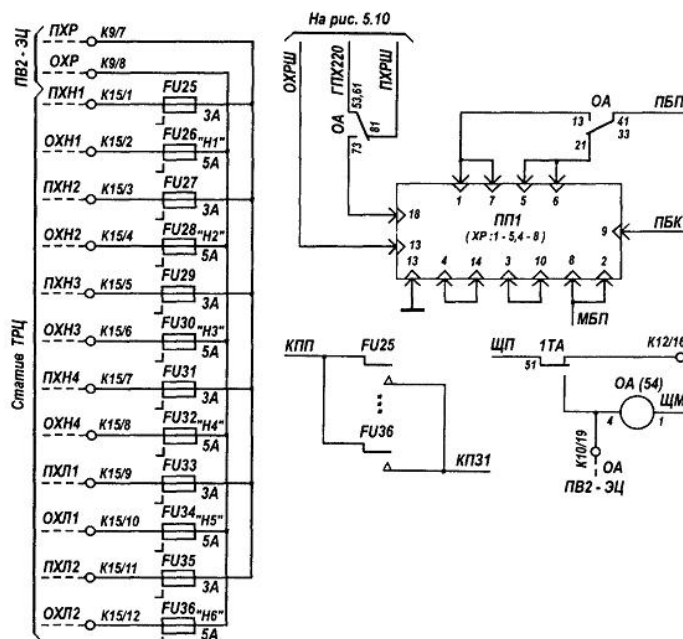


Рисунок 87- Схема включения преобразователя ПП 1 в панели ПР2-ЭЦ50Т

Эксплуатация. Мнемосхемы разводки питания панелей ПР2-ЭЦ50Т приведены на рис. 88 Штриховыми линиями показаны те части, которые задействованы в панелях ПР2-ЭЦ75Т

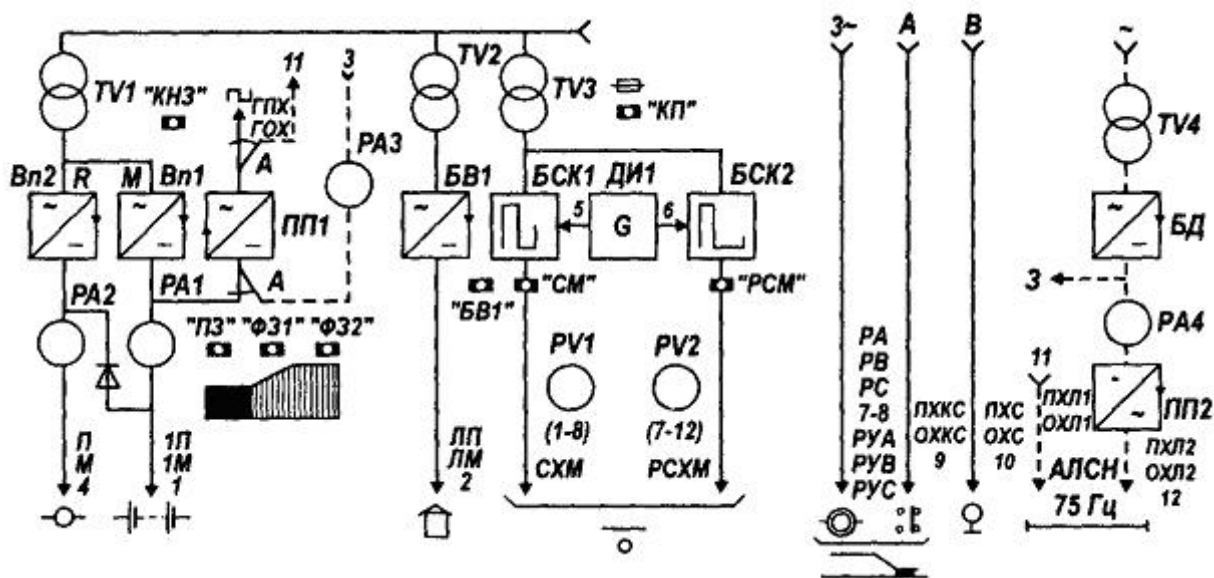


Рисунок 88- Мнемосхема разводки питания панелей ПР2-ЭЦ 50Т и ПР2- ЭЦ75Т

Измерительные приборы, условно изображенные на мнемосхемах, измеряют следующие параметры:

- амперметр РА1 – суммарный ток релейной нагрузки и заряда батареи;
- амперметр РА2– ток релейной нагрузки;

– вольтметр PV1 – напряжение постоянного тока на батарее (положение 1 переключателя BV1), на выходе выпрямителя БВ1 для питания внепостовых схем (положение 2 BV1), на выходе питания преобразователей, (положение 3 BV1), на релейной нагрузке (положение 4 BV1), в цепи управления датчиком импульсов ДИ1 блоком силового кодирования БСК1 (положение 5 BV1) или БСК2 (положение 6 BV1);

– вольтметр PV2 – напряжение переменного тока на выходе питания рабочих цепей стрелок без увеличения напряжения (положение 7 переключателя BV2), то же с увеличением напряжения (положение 8 BV2), на выходе питания контрольных цепей стрелок (положение 9 BV2), на выходе питания светофоров (положение 10 BV2), на выходах питания лучей рельсовых цепей (положения 11, 12 BV2) для панелей ПР2-ЭЦ50Т, ПР2-ЭЦ75Т и положения 11 BV2.

Назначение индикаторов, показанных на мнемосхемах:

- «КНЗ» – групповая сигнализация неисправности зарядных устройств или батареи;
- «КП» – сигнализация неисправности предохранителей;
- «ПЗ» – сигнализация наличия режима непрерывного подзаряда батареи (ПЗ);
- «ФЗ1» – сигнализация наличия основного форсированного режима заряда батареи (ФЗ1);
- «ФЗ2» – сигнализация наличия дополнительного форсированного режима заряда батареи (ФЗ2);
- «БВ1» – сигнализация неисправности выпрямителя БВ1;
- «СМ» – сигнализация работы источника импульсного питания табло с нормальным периодом между импульсами;
- «РСМ» – то же при увеличенном периоде между импульсами;

При осмотре питающей установки проверяют:

- отсутствие горения индикатора общей неисправности «КНЗ» на мнемосхеме панели ПР2-ЭЦ, индикаторов «Умин», «I_{max}» и отключения аккумуляторной батареи на лицевой панели ячейки Р зарядного устройства Вп1, а также горение индикаторов включения питания переменного тока на лицевых панелях ячеек У зарядных устройств Вп1 и Вп2;
- нахождение в верхнем положении тумблера на лицевой панели ячейки У зарядного устройства Вп1 и в нижнем положении тумблера на лицевой панели ячейки У зарядного устройства Вп2, а также закрепление обоих тумблеров стопорными планками;

- наличие режима непрерывного подзаряда (ПЗ) батареи (горение светодиода «ПЗ» на мнемосхеме панели);
- ток релейной нагрузки по амперметру РА2 панели (должен быть не более 17 А);
- ток на выходе зарядных устройств Вп1 и Вп2 по амперметру РА1 панели (максимальный ток должен превышать ток релейной нагрузки не более чем на 1,5 А);
- напряжение на аккумуляторной батарее (цепь ПБК–МБК) по вольтметру РВ1 при нахождении переключателя ВВ1 в положении 1 (должно быть в пределах от 25,8 до 27,0 В);
- напряжение на релейной нагрузке (цепь ЩП–ЩМ) по вольтметру РВ1 при нахождении переключателя ВВ1 в положении 4 (должно быть меньше напряжения на аккумуляторной батарее на 0,5–1,5 В).

При горении на мнемосхеме панели индикатора форсированного заряда «ФЗ1» или «ФЗ2» необходимо выяснить у дежурного по станции, происходило ли выключение питающих фидеров или дизель-генераторной установки, когда на табло ДСП начала непрерывно гореть лампочка общей неисправности КНЗ. Если выключения фидеров не было, то включение «ФЗ1» или «ФЗ2» указывает на увеличение тока нагрузки более 26 А либо на неисправность Вп1 (УЗА24-20), что выясняют при последующих действиях.

Амперметром РА2 измеряют ток релейной нагрузки, который при максимальном числе маршрутов должен быть не более 17 А. Амперметром РА1 панели измеряют выходной ток выпрямителей, который должен быть не более 23 А. Конкретное значение этого тока устанавливают при регулировании и рассчитывают по формуле (1):

$$I_{\text{выпр}} \leq I_{\text{н.ср.сут.}} + I_{\text{ФЗакк}} \quad (1)$$

где $I_{\text{выпр}}$ – выходной ток Вп1;

$I_{\text{н.ср.сут.}}$ – среднесуточный ток релейной нагрузки;

$I_{\text{ФЗакк}}$ – рекомендуемый ток заряда аккумуляторной батареи, равный $(0,05 - 0,1)Q$, здесь Q – номинальная емкость батареи, Ач.

При необходимости подрегулирование тока $I_{\text{выпр}}$ может быть произведено в режиме ФЗ1 резистором $\langle I \rangle$ расположенным на лицевой панели ячейки У Вп1. При $I_{\text{выпр}} > 26$ А должна включаться сигнализация перегрузки (превышения максимального тока Вп1): загорание лампочки общей неисправности КНЗ на табло ДСП, светодиода общей неисправности «КНЗ» на мнемосхеме панели питания и светодиода $\langle I_{\text{мах}} \rangle$ на лицевой панели ячейки Р Вп1.

За счет превышения выходным током Вп1 тока нагрузки происходит заряд батареи и повышение напряжения в цепи ПБК–МБК (ВВ1 в положении 1). При достижении напряжения $(28 \pm 0,3)$ В вместо режима Ф31 включается режим Ф32 (загорается светодиод «Ф32» на мнемосхеме панели и выключается сигнализация общей неисправности на табло ДСП и на мнемосхеме панели).

При отсутствии регулирования тока в режиме Ф31 выпрямитель Вп1 следует заменять на резервный и повторить указанные выше измерения.

Снятый блок необходимо проверить в РТУ по методике, приведенной в техническом описании и инструкции по эксплуатации УЗА 24.

При горении индикатора общей неисправности «КНЗ» на мнемосхеме панели и индикатора обрыва аккумуляторной батареи на лицевой панели ячейки Р зарядного устройства Вп1 необходимо проверить включение аккумуляторной батареи в щите выключения питания и, нажав кнопку «U» на лицевой панели ячейки Р зарядного устройства Вп1, погасить эти индикаторы. В режиме непрерывного подзаряда (ПЗ) батареи следует проверить наличие ежеминутных импульсов тока выпрямителей (по амперметру РА1) и после пятиминутного интервала убедиться в отсутствии сигнала обрыва аккумуляторной батареи на лицевой панели ячейки Р зарядного устройства Вп1.

В случае повторного включения индикатора обрыва аккумуляторной батареи надо принять меры для отыскания места обрыва. Внешним вольтметром постоянного тока измеряют напряжение на входе и выходе выключателя батареи в щите выключения питания (при включенном его состоянии). Результаты измерения не должны отличаться друг от друга более чем на 0,1 В. При отсутствии напряжения на выходе выключателя батареи в щите выключения питания при включенном его состоянии поиск места обрыва батареи проводят непосредственно на батарее. Измеряют напряжение на каждом элементе и между элементами и определяют дефектный элемент или перемычку.

Если обрыв батареи не обнаружен, а индикатор обрыва батареи на лицевой панели ячейки Р зарядного устройства неоднократно его фиксирует, блок Вп1 следует заменить на резервный и повторить соответствующие измерения. Снятый блок надо проверить в РТУ по методике, приведенной в техническом описании и инструкции по эксплуатации УЗА 24.

Периодически, не реже одного раза в год, должна производиться проверка работы панели в режиме форсированного заряда и дозаряда аккумуляторной батареи, а также работы в режиме питания от резервного зарядного устройства Вп2. Проверку выполняют в такой последовательности:

- вынимают предохранитель «Т1»(FU1) на время пока напряжение на аккумуляторной батарее не станет ниже 24,0 В. Определяют по включению индикаторов «Ф31» и «КНЗ» на мнемосхеме панели напряжение включения основного форсированного заряда батареи, которое должно быть $(24,0 \pm 0,3)$ В; устанавливают предохранитель «Т1» и проверяют ток основного форсированного заряда, который должен соответствовать первоначально установленному значению;
- в момент выключения индикатора «Ф31» и включения индикатора «Ф32» измеряют напряжение включения дополнительного форсированного режима заряда, которое должно быть $(28,0 \pm 0,3)$ В;
- по вольтметру PV1 при нахождении переключателя BV1 в положении 1 проверяют, что напряжение на батарее в режиме Ф32 составляет $(28,0 \pm 0,7)$ В;
- после выравнивания тока Вп1 (амперметр РА1) и релейной нагрузки (РА2) с
- точностью до 1,5 А проверяют выключение индикатора «Ф32» и включение индикатора «ПЗ»;
- после выдержки времени до появления показания РА1 проверяют напряжение на аккумуляторной батарее, которое должно быть в пределах от 25,8 до 27,0 В;
- отключают аккумуляторную батарею выключателем в щите выключения питания;
- после пятиминутного интервала проверяют горение индикатора обрыва аккумуляторной батареи на лицевой панели ячейки Р зарядного устройства Вп1 и индикатора <КНЗ> на мнемосхеме панели;
- вынимают разъем ХТ2 зарядного устройства Вп1 и проверяют напряжение на релейной нагрузке, которое должно соответствовать установленному значению при первичном регулировании $(0,1U_c \pm 0,2)$ В, где (U_c – напряжение сети). В случае несоответствия напряжения на релейной нагрузке указанному значению устанавливают его регулятором «U» на лицевой панели ячейки У зарядного устройства Вп2;
- вставляют разъем ХТ2 зарядного устройства Вп1 и включают аккумуляторную батарею выключателем в щите выключения питания;
- проверяют горение индикатора «ПЗ» на мнемосхеме панели. Если индикатор «ПЗ» не горит, нажимают кнопку «U» на лицевой панели ячейки Р зарядного устройства Вп1 и проверяют, загорелся ли он;
- после пятиминутного интервала убеждаются в отсутствии горения индикатора обрыва аккумуляторной батареи на лицевой панели ячейки Р зарядного

устройства Вп1 и индикатора «КНЗ» на мнемосхеме панели, а также в горении индикатора «ПЗ».

- Изъятием предохранителя «БВ1» (FU14) проверяют сигнализацию неисправности блока БВ1 – должен включиться индикатор «БВ1» на мнемосхеме панели;
- изъятием предохранителя «ТЗ» (FU17) проверяют сохранение питания по цепям С–МС, СМ–МС ламп табло; индикатор «СМ» на мнемосхеме панели должен мигать, а «РСМ» – выключиться. Одновременно проверяют работу преобразователя ПП1, резервирующего питание гарантированных нагрузок переменного тока (цепь ГПХ220–ОХРШ).

В контейнерных системах ЭЦ совместно с вводной панелью ПВЗ-ЭЦ применяется распределительная панель ПРЗ-ЭЦ, имеющая меньшую высоту. Электропитание реле и других приборов постоянного тока, а также ламп табло, светофоров, контрольных цепей стрелок, внепостовых схем и резервирование от аккумуляторной батареи выполнены по образцу панели ПР2-ЭЦ. Преобразователи частоты для питания рельсовых цепей и кодирования АЛСН (25, 75 Гц), а также выпрямители для питания рабочих цепей стрелочных приводов постоянного тока в случае надобности устанавливаются на релейных стативах. Совместно с преобразовательной панелью ППТЗ-ЭЦ панель ПРЗ-ЭЦ обеспечивает батарейную систему питания устройств ЭЦ промежуточных станций.

Тема 2.2.2.2 Преобразовательная панель ППТЗ-ЭЦ, Вводно- выпрямительная панель ПВВ-ЭЦ

Преобразовательная панель ППТЗ-ЭЦ

Панель ППТЗ-ЭЦ (черт. 36431-301-00) предназначена для преобразования постоянного напряжения аккумуляторной батареи в переменное напряжение однофазного и трехфазного тока 220 В для питания светофоров и рабочих цепей стрелок, контроля снижения напряжения батареи до минимально допускаемого значения и отключения от нее после этого преобразователей, измерения тока, потребляемого преобразователем при аварийном питании, и контроля работы преобразователей.

Электропитание панели осуществляется:

- от трехфазного источника переменного тока номинальным линейным напряжением 220 и 235 В;
- от источника однофазного переменного тока номинальным напряжением 220, 180 и 110 В;

— от источника постоянного тока (кислотной аккумуляторной батареи) номинальным напряжением 24 В;

— от источника переменного тока номинальным напряжением 24 В.

Электрическая принципиальная схема преобразовательной панели ППТЗ-ЭЦ приведена на рис. 89.

Наименование и тип элементов преобразовательной панели ППТЗ-ЭЦ приведены в табл. 60.

Электрическая изоляция между контактами клеммных панелей и штепсельных разъемов, перечисленными в табл. 27, и корпусом должна выдерживать без пробоя и явлений разрядного характера испытательные напряжения, приведенные в табл. 27.

Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

Панель должна обеспечивать в нормальном режиме при напряжении питания $U_c = (220 \pm 11)$ В переменного тока, а также

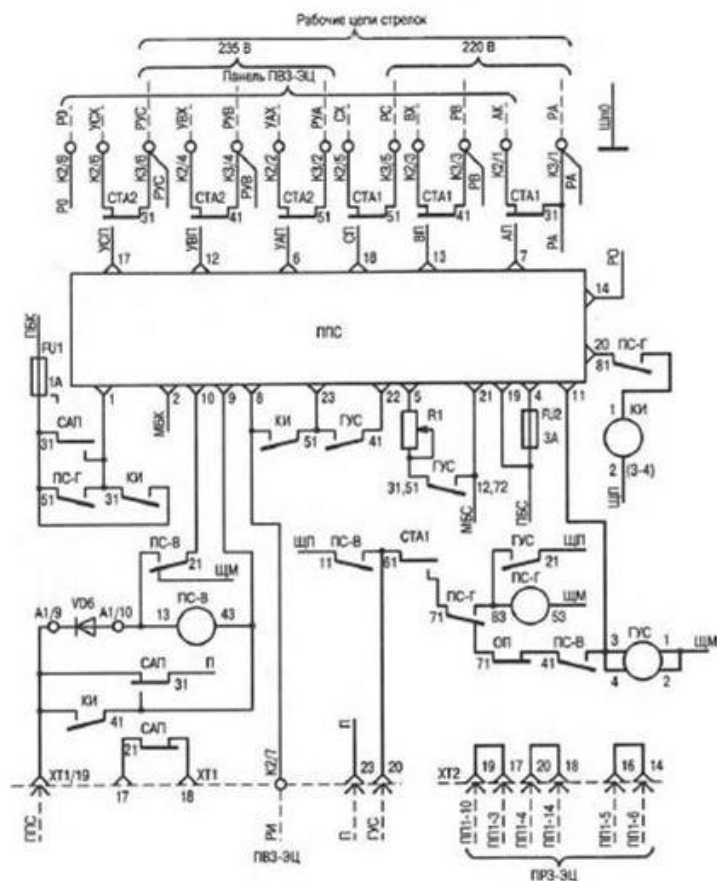


Рисунок 89 а - Электрическая принципиальная схема панели преобразовательной ППТЗ-ЭЦ, черт. 36431-301-00(180±10) В и (110±5)

В напряжение на нагрузках в соответствии с табл. 28. ,

При выключении источника питания переменного тока панель обеспечивает:

— включение однофазного преобразователя для непрерывного питания светофоров;

— групповой контроль работы преобразователей, в том числе преобразователя панели ПРЗ-ЭЦ, непрерывным горением индикатора на лицевой стороне панели и лампочки на табло при исправности и миганием при неисправности преобразователей.

При выключенном источнике питания переменного тока панель обеспечивает кратковременный пуск на время перевода стрелки трехфазного преобразователя для питания рабочих цепей стрелок. Запуск преобразователя происходит при включении нагрузки сопротивлением не более 400 Ом в цепь ППС от минусового полюса источника постоянного тока номинальным напряжением 24 В и при подаче в цепь ГУС плюсового полюса этого источника. Выключение преобразователя происходит при отключении цепи ГУС.

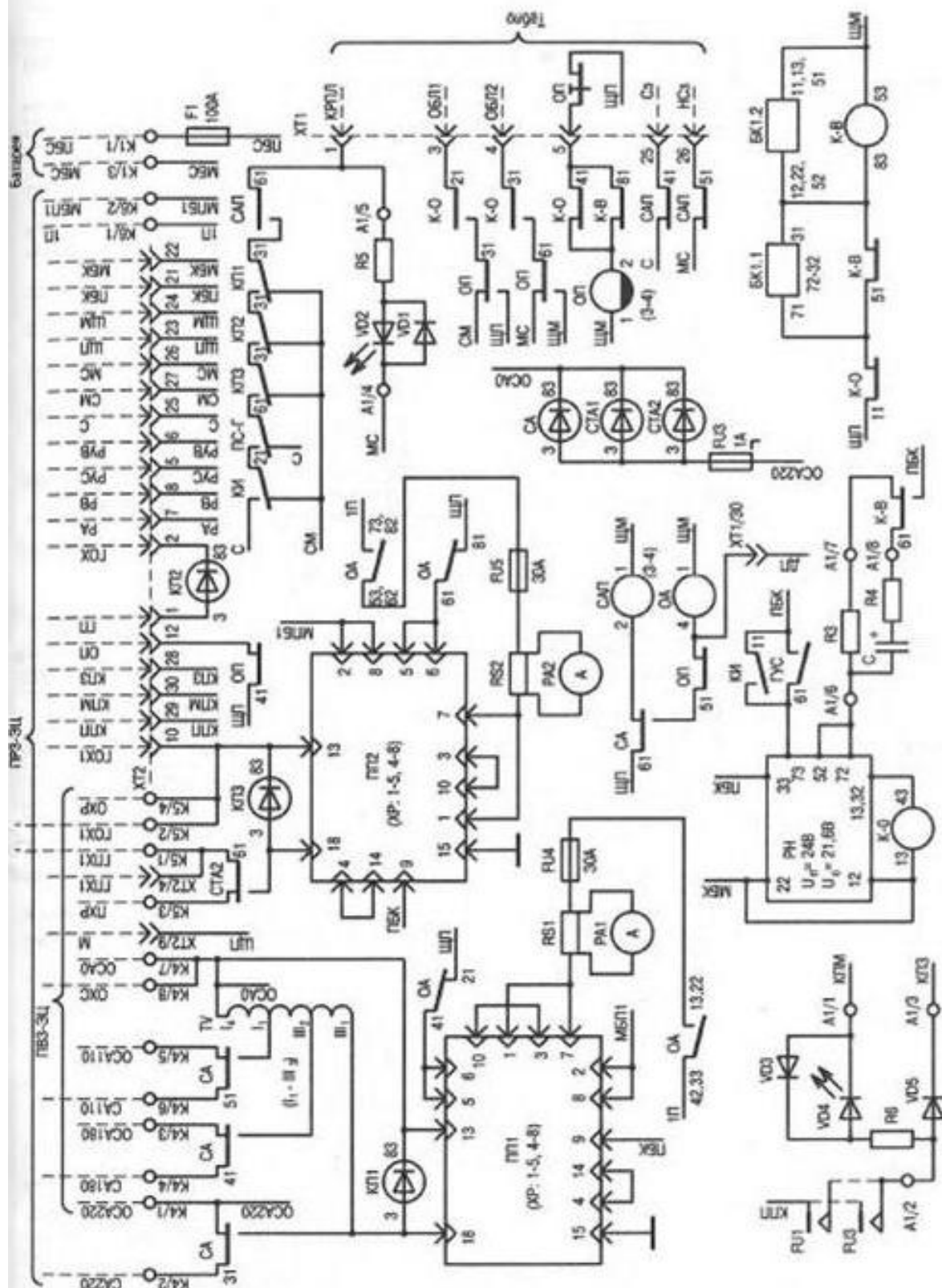


Рисунок 89 б- Электрическая принципиальная схема панели преобразовательной ППТЗ-ЭЦ, черт. 36431-301-00

Таблица 27- Наименование и тип элементов преобразовательной панели ППТЗ-ЭЦ

Условное обозначение на рис.89	Наименование и тип элементов, входящих в преобразовательную панель ППТЗ-ЭЦ
A1	Плата A1; черт. 36431-360-00
Резисторы C2-33H; ОЖО. 467.173 ТУ:	
R3	C2-33H-0,25-10 кОм $\pm$ 10% заменен на C2-33H-0,25-100 кОм $\pm$ 10%
R4	C2-33H-0,25-470 Ом $\pm$ 10%
R5	C2-33H-2-1,2 кОм $\pm$ 10%
R6	C2-33H-2-2,2 кОм $\pm$ 10%
VD1, VD3	Диоды КД243Б; аАО. 336.800 ТУ
VD4	Индикатор единичный АЛ307ЕМ; аАО. 336.076 ТУ
VD5, VD6	Диоды КД243Б; аАО. 336.800 ТУ
VD2	Индикатор единичный АЛ307ЕМ; аАО. 336.076 ТУ
C	Конденсатор К50-29-63 В-100 мкФ; ОЖО. 464.181 ТУ
R1	Резистор малогабаритный типа РМР-1, черт. 155.04.00.00.000; 1,1 Ом; 10 А
RS1, RS2	Шунт 75ШС-30-0.5; ГОСТ 8042-78
РА1, РА2	Амперметр М381; 0-30 А; ТУ25-04-3577-78; с шунтом 75 мВ
K1	Панель клеммная на 3 зажима; черт. 24210-00-00
K2...K5	Панель клеммная на 8 зажимов; черт. 14865-00-00
K6	Клемма одиночная двухконтактная; черт. 6056Б. 00.00
Предохранители банановые на клемме типа 20876; ТУ32ЦШ 231-76:	
FU1, FU3	1 А
FU2	3А
FU4, FU5	Предохранитель банановый на клемме типа 20871; 30 А; ТУ32ЦШ155-76
F1	Предохранитель ПН2-100-10-УЗ; 100А
ППС	Преобразователь стрелочный трехфазный ППСТ-1,5М-220-24; черт. 36759-00-00-01
ПП1, ПП2	Преобразователь полупроводниковый ПП-О.3М; черт. 36863-00-00М
КИ,САП	Реле РЭЛ1-1600; черт. 24539-00-00; ТУ32ЦШ451-86
ОА	Реле АПШ-24; черт. 24250-00-00; ТУ32ЦШ798-76
ОП	Реле РЭЛ 1 М-600; черт. 24539-00-00-01; ТУ2ЦШ451 -86
К, ПС	Реле ДЗ-2700; черт. 24634-00-00; ТУ32ЦШ238-88
КП1, КП2, СТА1, СТА2, СА; КПЗ	Реле А2-220; черт. 24593-00-00; ТУ32ЦШ798-76
ГУС	Реле НМПШ-900; черт. 13953-00-00; ТУ32ЦШ298-76
РН	Реле напряжения полупроводниковое РНП, черт. 36592-00; ТУ32ЦШ1103-82
БК1	Блок конденсаторов и резисторов БКР-76, черт. 36844-101-00
TV	Трансформатор ПОБС-3А; ТУ16-517.680-83
ХТ1, ХТ2	Соединитель СП2-30-ЭЦИ; ТУ32ЦШ1988-88:
Розетка, черт. 16702-00-00	
Вилка, черт. 16697-00-00	

Таблица 28- Напряжения питания на нагрузках

Наименование нагрузки	Обозначение цепи	Режим работы	Напряжение питания, В
Сигналы (однофазный переменный ток)	CA220-ОХС	День	U_c
CA180-ОХС		Ночь	180 ± 10
CA1Ю-ОХС		ДСН	110 ± 5
Рабочие цепи стрелок переменного тока	РА, РВ, РС,		u_c
РУА, РУ В, РУС			u_c

Напряжения на выходах панели от преобразователей при номинальном напряжении источника постоянного тока, мощности нагрузки однофазного преобразователя 60 Вт и холостом ходе трехфазного преобразователя должны соответствовать приведенным в табл. 29.

Таблица 29- Напряжения на выходах панели от преобразователей

Наименование нагрузки	Обозначение цепи	Режим работы	Напряжение, В
Сигналы	ОСА220-ОСАО	День	230–250
ОСА180-ОСАО	Ночь		180–210
ОСА1 Ю-ОСАО	ДСН		110–130
Рабочие цепи стрелок	РА, РВ, РС	–	240–260
РУА, РУ В, РУС	–		256–278
РА-РИ	–		138–150
РВ-РО	–		138–150

При снижении напряжения источника питания постоянного тока до $(21,6 \pm 0,3)$ В на время более (4—15) с преобразователи выключаются, а панель подает сигнал на выключение преобразователя панели ПРЗ-ЭЦ. Преобразователи включаются, когда напряжение источника питания повысится до $(24,0 \pm 0,3)$ В.

Панель передает на табло сигнал снижения напряжения источника питания постоянного тока — импульсным питанием, и отключения преобразователей от источника — непрерывным питанием.

При снижении напряжения источника питания постоянного тока до $(21,6 \pm 0,3)$ В на время менее 3 с и при работе трехфазного преобразователя однофазные преобразователи не должны выключаться.

Панель имеет вход для выключения преобразователей с пульта управления.

Панель обеспечивает контроль перегорания предохранителей индикатором на лицевой ее стороне и лампочкой на табло.

Амперметром панели измеряется ток, потребляемый однофазным преобразователем от источника постоянного тока.

Панель выполнена в виде металлического шкафа с односторонним обслуживанием, позволяющим устанавливать ее вплотную к стене. Ввод внешнего монтажа осуществляется сверху.

К широкой лицевой двери панели прикреплен металлический лист с нанесенной на нем фотоспособом структурной схемой разводки питания с условным изображением функциональных изделий и нагрузок, с размещением контрольных индикаторов.

В панели установлены два полупроводниковых преобразователя ПП1 и ПП2 типа ПП-0,3 и ППС типа ППСТ-1,5М-220-24, предназначенные для питания в аварийном режиме соответственно светофорных ламп, рельсовых цепей и рабочих цепей стрелок.

В нормальном режиме электропитание рабочих цепей стрелок (двигателей), светофорных ламп и рельсовых цепей осуществляется с трансформаторов TV1, TV2 и ТУЗ вводной панели (цепи АХ, ВХ, СХ и УАХ, УВХ, УСХ; ОСА220, ОСА180, ОСА10, ОСАО, ПХР-ОХР), через фронтные контакты аварийных реле СТА1, СТА2 и СА. При этом цепи питания светофоров СА220, СА180, СА110 и ОХС передаются на распределительную панель ПРЗ-ЭЦ, откуда осуществляется непосредственное питание светофоров по цепи ПХС-ОХС.

При выключении сети переменного тока контактами реле ОА, являющегося обратным повторителем аварийного реле СА, включаются преобразователи ПП1 и ПП2, обеспечивающие преобразование энергии аккумуляторной батареи в переменный ток. Работа преобразователей контролируется реле КП1 и КП3, включающими совместно с контрольным реле КП2, контролирующим работу преобразователя в панели ПРЗ-ЭЦ, лампочку КРПЛ на табло и индикатор VD2 на панели.

Напряжение 180 и 110 В снимаются с трансформатора TV, включенного по автотрансформаторной схеме.

При разряде батареи напряжение на ней падает. Разряд кислотной аккумуляторной батареи может осуществляться до предельной для нее величины 21,6 В. После этого с выдержкой времени более 4 с от батареи автоматически отключаются преобразователи. Снижение напряжения батарей до 21,6 В контролируется реле напряжения РН, воздействующим на реле К-О, а через него и на реле ОП, отключающее преобразователи.

В аварийном режиме и кратковременном снижении напряжения батареи до 21,6 В продолжительностью менее 4 с, а также при переводе стрелок отключения преобразователей не происходит. Схема работает следующим образом. После кратковременного снижения и последующего восстановления напряжения батареи до величины менее 24 В реле РН не включится и не возбудит реле К-О, контакт 11-12 которого включен в цепи реле выдержки времени К-В. Реле К-В, имеющее замедление от конденсаторного блока БК1, по истечении 10 с отпустит якорь. Через тыловой контакт реле К-В и конденсатор С на реле напряжения РН подается импульсный сигнал включения. Реле РН включает реле К-О, а последнее через резистор R2 — реле К-В. Реле ОП, имея замедление на отпадание, за время переключения в его цепи контактов реле К-В и К-О не отпускает якорь и исключает отключение от батареи нагрузки. При притяжении якоря реле К-В через его фронтный контакт и резистор R3 происходит разряд

конденсатора С. Для удержания реле РН при переводе стрелок, т. е. когда возбужден преобразователь ППС, на 73-ю клемму РН через фронтальный контакт реле ГУС или по цепи «а», контролирующей включение ППС, подключен плюсовой полюс источника питания.

При длительном снижении напряжения до 21,6 В после отпадания якоря реле К-В подается импульсный сигнал включения реле РН, так как при напряжении батареи ниже 21,6 В реле РН вновь опрокидывается и выключает реле К-О. Реле К-В остается без тока и обрывает цепь питания реле ОП. Выключаются преобразователи ПП1, ПП2 и ППС.

Сигнал снижения напряжения до минимально допустимого значения происходит на табло по цепи ОБЛ1 и ОБЛ2. Лампочка ОБЛ на табло мигает. После отключения преобразователей лампочка ОБЛ получает непрерывное питание через тыловые контакты реле ОП. Для возможности отключения батареи до полного ее разряда с целью увеличения времени аварийного режима при движении поездов с большими интервалами и включения по мере надобности на пульте управления может быть установлена запломбированная кнопка отключения преобразователей ОП, через контакт которой выключается только реле ОП.

Питание рабочих цепей стрелок в аварийном режиме осуществляется от преобразователя ППС типа ППСТ-1,5М.

Включается преобразователь только на время перевода стрелки. Для этого в цепь питания пусковых стрелочных реле (ППС) включается реле ПС-В, которое срабатывает при замыкании цепи ППС, а напряжение на пусковом стрелочном реле при этом недостаточно для его срабатывания. Через контакт 11-12 ПС-В кратковременно включается групповое управляющее реле ГУС и затем на время перевода — групповое пусковое реле ПС-Г. После срабатывания реле ПС-Г его контактом 71-73 отключается реле ГУС, имеющее замедление на отпадание за счет параллельно включенного конденсатора, расположенного в преобразователе. Силовыми контактами 31-12 и 51-72 ГУС осуществляется включение преобразователя. После отпадания реле ГУС преобразователь остается включенным контактором, входящим в состав ППС и получающим питание через контакт 51-52 реле КИ, проверяющим работу инверторов и возбужденное состояние реле ПС-Г.

После запуска преобразователя плюсовой полюс источника питания подключается непосредственно к цепи ППС и выключается реле ПС-В. В результате этого срабатывает пусковое стрелочное реле и происходит перевод стрелки. Во время перевода стрелок по цепи ГУС удерживается под током реле ПС-Г. После окончания перевода стрелок отключается цепь ГУС, отпадает реле ПС-Г и выключает реле КИ и преобразователь ППС.

Вводно- выпрямительная панель ПВВ-ЭЦ

Назначение. Панель вводно-выпрямительная ПВВ-ЭЦ (черт. 36764-101-00) обеспечивает электропитание постов электрической централизации (ЭЦ) промежуточных станций (до тридцати стрелок) с центральной системой питания и кислотной аккумуляторной батареей номинальным напряжением 24 В, со. стрелочными электродвигателями трехфазного переменного тока, тональными рельсовыми цепями с кодированием АЛСН частотой 50 Гц и со светодиодными табло ДСП, а также централизованных объектов автоблокировки систем АБТЦ и АБТЦ-М.

Панель предназначена для ввода, распределения, контроля и измерения переменного тока, получения напряжения постоянного тока для всех нагрузок ЭЦ, а также для выполнения других нижеперечисленных функций.

Некоторые конструктивные особенности. Панель рассчитана на электропитание:

- от двух источников трехфазного переменного тока частотой 50 Гц номинальными напряжениями 380/220 В с допускаемыми отклонениями фазного напряжения U_c в пределах от 198 до 242 В;

- от резервной электростанции с автозапуском (далее — ДГА) номинальным напряжением трехфазного переменного тока 380/220 В частотой 50 Гц с допускаемыми отклонениями фазного напряжения U_c в пределах от 198 до 242 В;

- от источника постоянного тока (аккумуляторной батареи) номинальным напряжением 24 В с допускаемыми отклонениями в пределах от 21,6 до 28,6 В.

По способу защиты человека от поражения электрическим током панель относится к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0.

Панель, в зависимости от тока, потребляемого от источников трехфазного переменного тока, выпускается со вставками плавкими в каждой фазе первого фидера на 25, 32 или 40 А и второго фидера на 25, 32,40 или 63 А. Номинал тока указывается в обозначении панели при заказе.

Пример записи обозначения панели на ток в первом фидере 25 А и во втором фидере 40 А при заказе и в документации другого изделия:

Панель вводно-выпрямительная ПВВ-ЭЦ25, 40 А УХЛ 4.2; ТУ 32 ЦШ 3949-2004.

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры вводно-выпрямительной панели ПВВ-ЭЦ приведены на рис.90.

Электрическая схема вводно-выпрямительной панели ПВВ-ЭЦ приведена на рис. 90.

1. Параметры панели по переменному току

Панель подключает электропитание нагрузки к питающему фидеру при фазных напряжениях всех фаз $U_c > (198 \pm 2)$ В и отключает электропитание нагрузки от неисправного фидера 1 или фидера 2 (неисправностью считается выключение напряжения или уменьшение напряжения ниже (187 ± 4) В в любой фазе фидера).

Панель включает контроль возрастания каждого фазного напряжения обоих питающих фидеров до значения в пределах от 250 до 257 В (U_k) и более и выключает контроль при значениях фазных напряжений в пределах от $0,95 U_k$ до $0,99 U_k$.

При наличии напряжения в одном питающем фидере панель обеспечивает попытку двукратного автоматически повторяющегося включения пускателя при отсутствии напряжения на нагрузке.

Панель обеспечивает автоматическое включение резервной электростанции (ДГА) и переключение на нее нагрузки при неисправности обоих фидеров.

Панель контролирует и фиксирует одновременное отключение фидеров на время в пределах от 1,4 до 1,9 с. Панель обеспечивает отключение с пульта управления ДСП фиксации одновременного отключения фидеров.

При работе панели в режиме П (режим преобладания фидера 1):

- переключение электропитания нагрузки с ДГА на любой фидер или с фидера 2 на фидер 1 после их включения должно происходить с выдержкой времени в пределах от 78 до 84 с;

- при неисправности пускателя фидера электропитание нагрузки должно возвращаться на другой фидер или на ДГА без выдержки времени.

При работе панели в режиме Р (режим равноценных фидеров):

- переключение нагрузки с неисправного фидера на электропитание от исправного фидера происходит без выдержки времени;

- при электропитании нагрузки от ДГА и включении фидера переключение нагрузки на этот фидер происходит с выдержкой времени в пределах от 78 до 84 с;

- при неисправности пускателя одного фидера и отключении другого фидера электропитание нагрузки переключается на ДГА, а после включения фидера электропитание нагрузки переключается от ДГА на этот фидер с выдержкой времени в пределах от 78 до 84 с.

Панель обеспечивает контроль правильности чередования фаз обоих фидеров и исключает подключение нагрузки к фидеру при неправильном чередовании фаз напряжения в нем и наличии напряжения переменного тока на нагрузке.

Панель контролирует снижение изоляции источников питания переменного тока светофоров, рельсовых цепей, электрообогрева стрелочных приводов, рабочих цепей стрелок и постоянного тока релейной нагрузки, светодиодного табло и подключаемого кратковременно тумблером S3 источника внепостовых цепей. При включении электропитания панели должен исключаться ложный контроль сообщения источников с землёй (ложное срабатывание сигнализатора заземления).

Панель имеет выходы для включения на табло:

- индикации выключения каждого питающего фидера;
- звонка выключения каждого питающего фидера;
- индикации включения ДГА;
- индикации фидера и ДГА, к которым подключена нагрузка;
- индикации исправности и неисправности изоляции цепей источников питания нагрузок;
- индикации превышения напряжения каждого питающего фидера;
- индикации одновременного выключения обоих фидеров на время, превышающее нормированное;
- индикации нарушения чередования фаз каждого питающего фидера;
- индикации перегорания предохранителей и срабатывания автоматических выключателей, установленных в цепях переменного тока.

В панели обеспечивается:

- 1) на мнемосхеме с лицевой стороны узкой двери панели:
 - индикация наличия питающих фидеров и включённого ДГА;
 - индикация фидера или ДГА, от которых питается нагрузка;
 - контроль числа включений каждого фидера;
 - индикация перегорания предохранителей и срабатывания автоматических выключателей, установленных в цепях переменного тока, и переключении тумблеров фидеров в положение противоположное указанному на схеме;
 - индикация неисправности пускателей и блоков включения фидеров

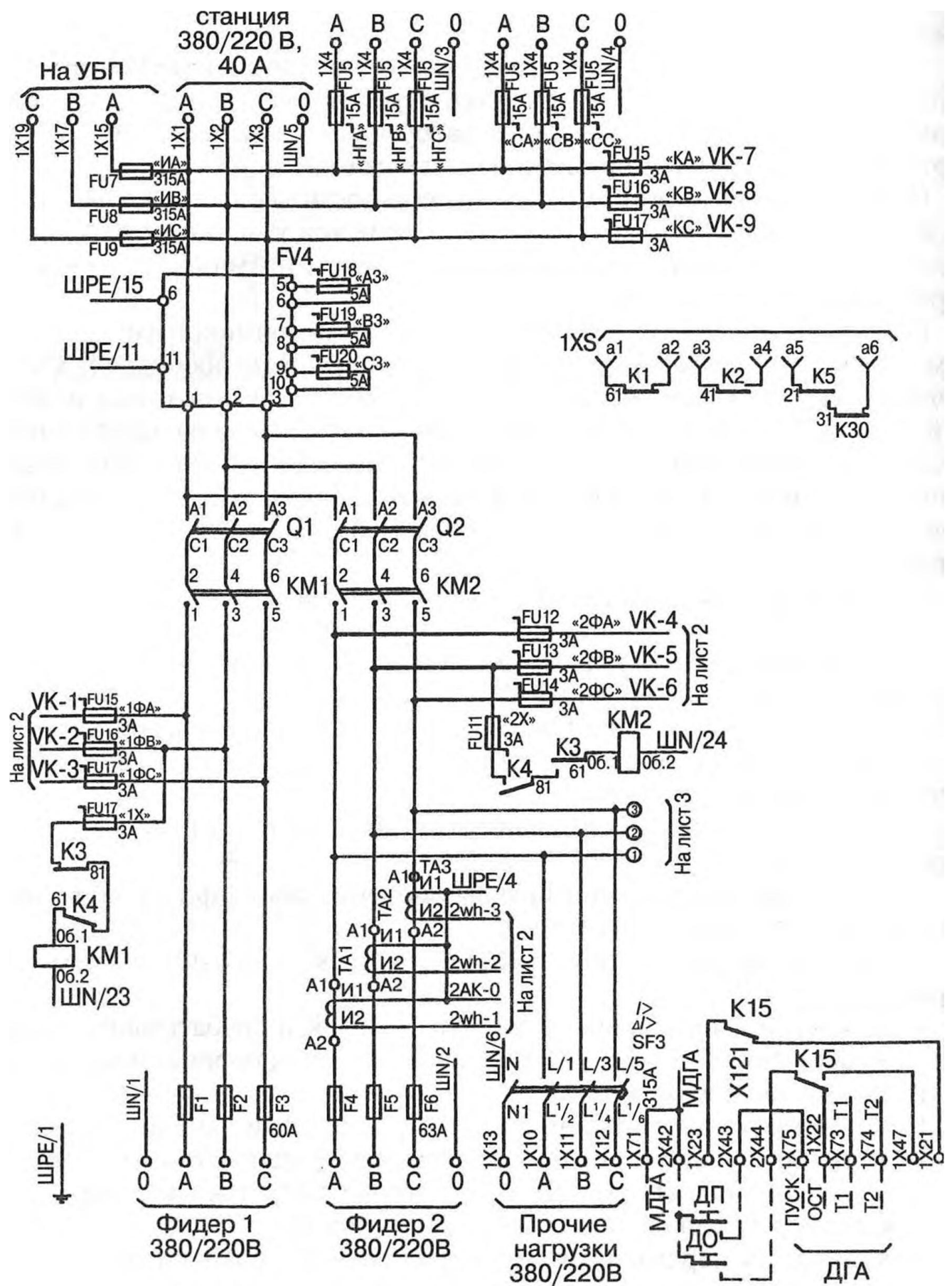


Рисунок 90, а. - Электрическая схема вводно-выпрямительной панели ПВВ-ЭЦ

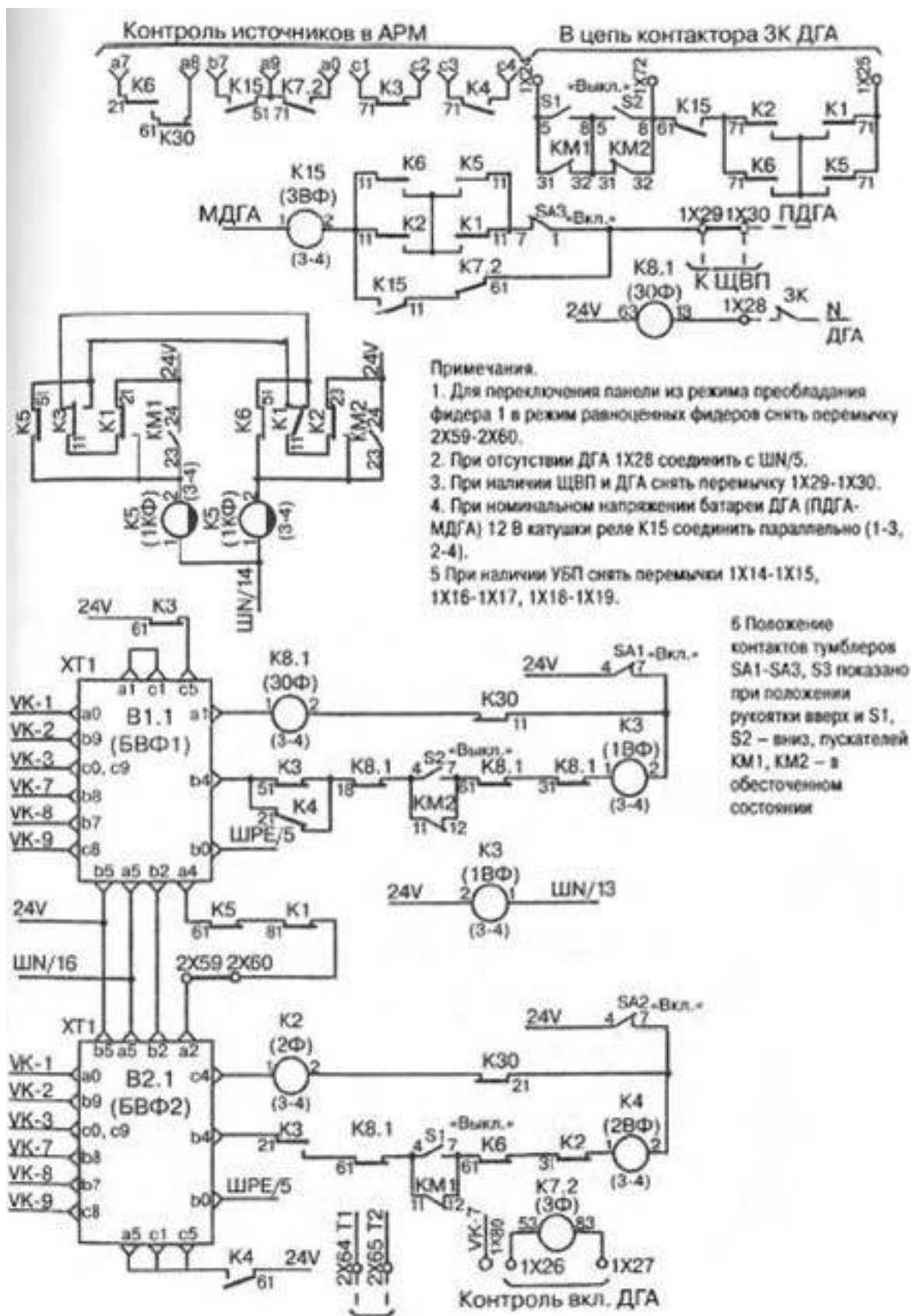


Рисунок 90,б - Электрическая схема вводно-выпрямительной панели ПВВ-ЭЦ

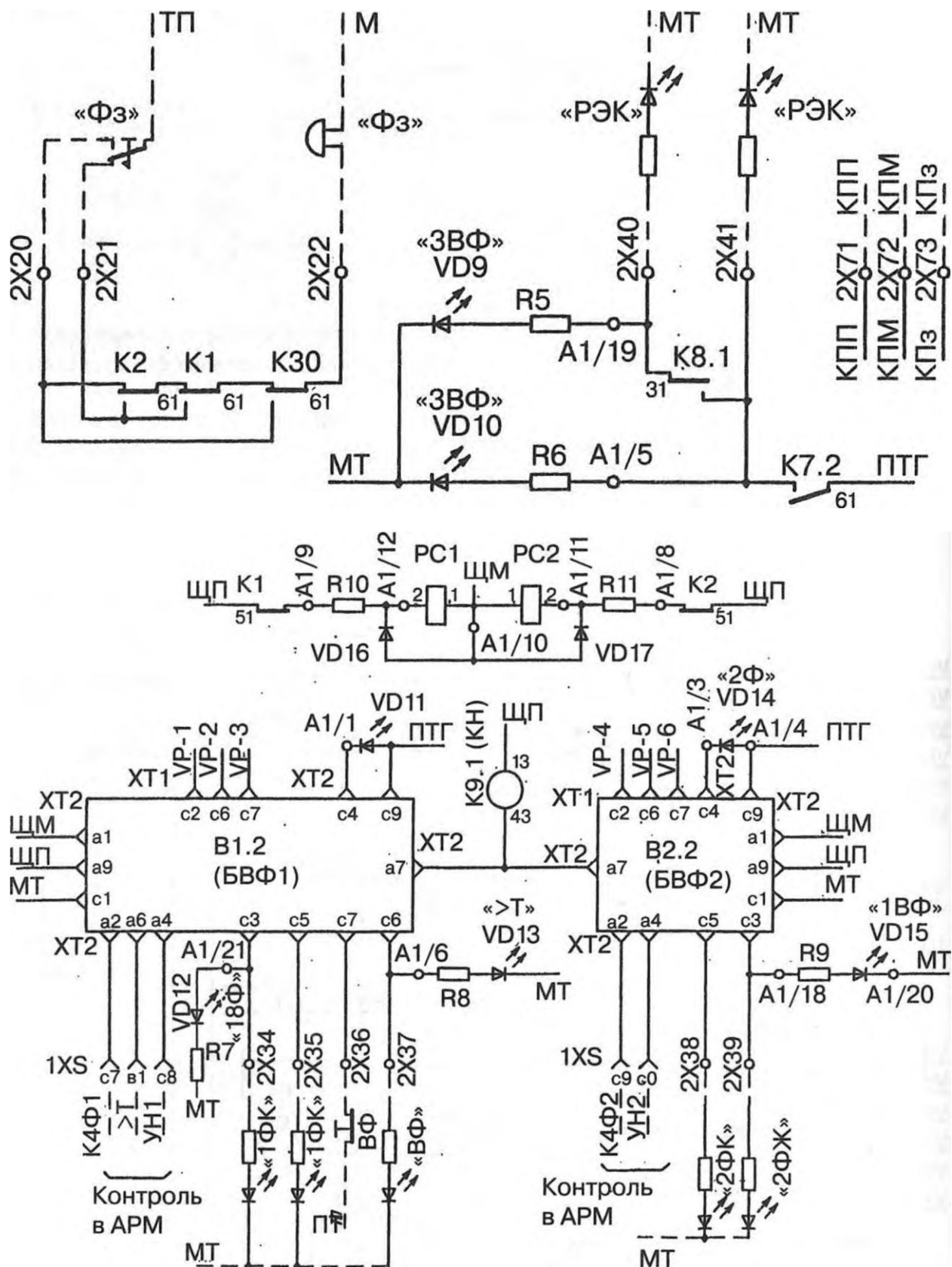


Рисунок 90,в- Электрическая схема вводно-выпрямительной панели ПВВ-ЭЦ

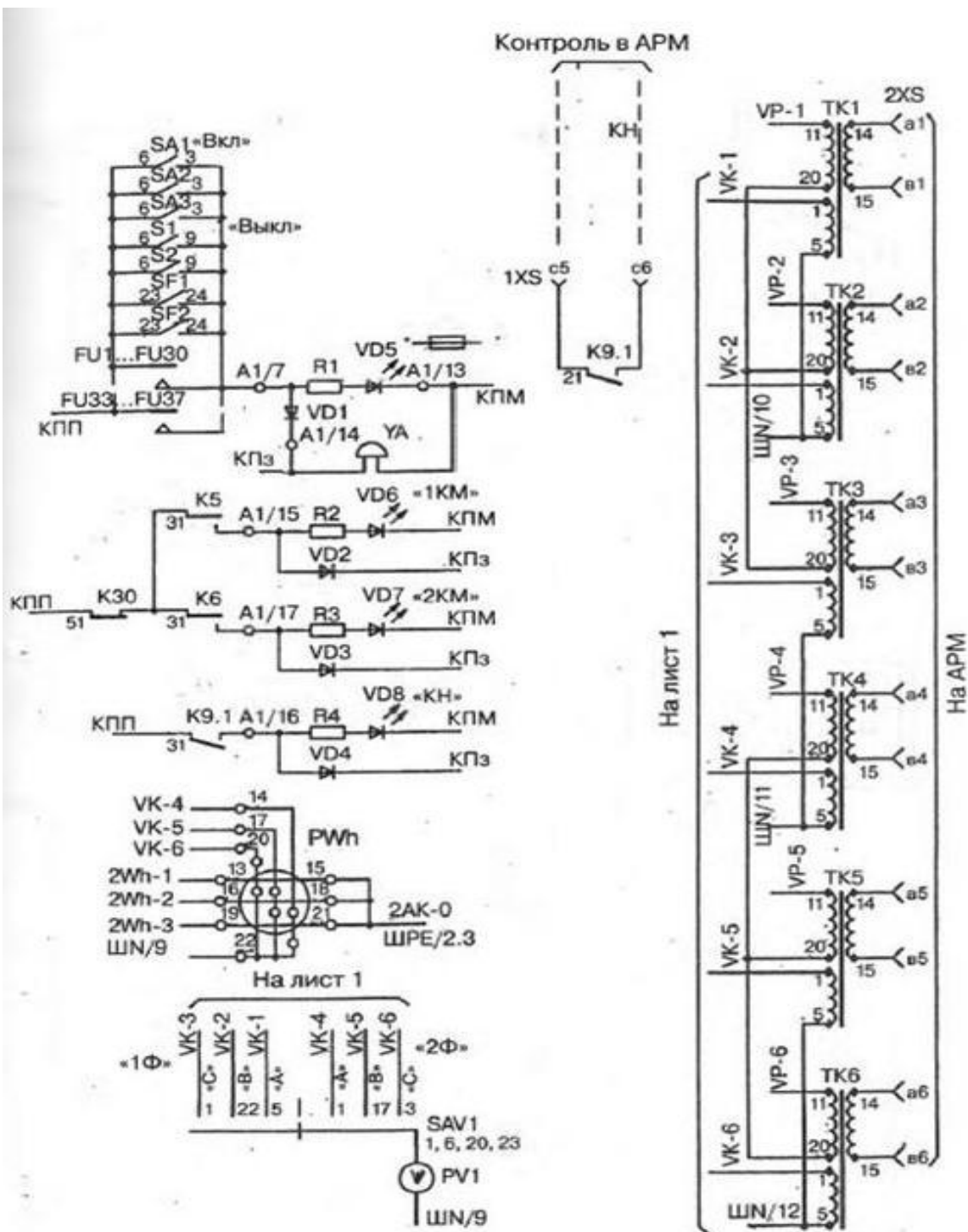


Рисунок 90,г- Электрическая схема вводно-выпрямительной панели ПВВ-ЭЦ

- индикация превышения напряжения одновременного отключения фидеров и неправильного чередования фаз;
- индикация неисправности изоляции источников питания нагрузок СЦБ;
- 2) при открытых дверях с лицевой стороны панели:
 - возможность ручного отключения каждого питающего фидера и ДГА;

- возможность ручного отключения блокировки пускателей фидеров;
- 3) на лицевых панелях блоков включения фидеров БВФ:
 - индикация исправности;
 - индикация включения фидера на нагрузку и индикация нарушения чередования фаз.

Панель включает звуковой сигнал (звонок) при перегорании предохранителей внутри и вне панели.

Панель формирует и передает в АРМ (аппаратуру автоматизированного рабочего места) систем диагностики следующие дискретные сигналы контроля:

исправности фидеров; фидера, к которому подключена нагрузка, превышения напряжения в фидерах; исправности пускателей фидеров; нарушения чередования фаз фидеров; превышения нормированного времени одновременного выключения обоих фидеров, сигнала включения ДГА, наличия напряжения на выходе генератора ДГА;

2) неисправности блоков включения фидеров;

3) исправности сигнализатора заземления и отсутствия неисправности изоляции источников питания нагрузок СЦБ.

Панель должна обеспечивать напряжения электропитания следующих нагрузок: от фидера 1, 2 и ДГА — устройство бесперебойного питания УБП, связь и гарантированная нагрузка; от фидера 2 — прочая нагрузка.

Вольтметр PV1 панели должен измерять фазные напряжения фидеров.

Трехфазный счетчик активной мощности PWh панели должен измерять расход электроэнергии второго фидера.

Погрешность измерений соответствует погрешности измерительных приборов.

Панель имеет выходы контроля фазных напряжений обоих питающих фидеров с помощью АРМ, к которым должны быть приложены изолированные от земли напряжения $(0,0300 \pm 0,0015) U_c$.

При фазных напряжениях электропитания U_c панель должна обеспечивать напряжения питания переменного тока нагрузок на холостом ходу в соответствии с табл. 30.

Панель обеспечивает ручное и автоматическое переключение и контроль на пульте управления дневного (День) и ночного (Ночь) режимов питания светофоров;

— включение с пульта управления режима двойного снижения напряжения (ДСН);

— автоматическое и внешними управляющими контактами включение импульсного питания цепей светофоров с параметрами импульсов, указанными в табл. 31.

— питание от источника электропитания релейной нагрузки цепи удержания огневых реле ОМП в интервалах мигания ламп выходных светофоров.

Панель имеет выходы (свободный контакт и полюс ЩПМ) для включения повторителя импульсного реле.

Панель обеспечивает отключение рабочих цепей стрелок сигналом с пульта управления, а так же возможность контроля рабочего тока двигателей с помощью амперметра пульта управления.

Параметры панели по постоянному току. Панель обеспечивает заряд аккумуляторной батареи в режимах: ускоренного заряда — «З» и непрерывного подзаряда — «ПЗ» с параметрами, указанными в табл. 31.

1) — электропитание релейной нагрузки, при изменении тока нагрузки в пределах от минимального значения 2 А до максимального значения 30 А, постоянным током с параметрами, указанными в табл. 32.

Таблица 30

Наименование нагрузки	Обозначение цепи	Фаза напряжения	Режим работы	Напряжение питания нагрузки
Светофоры: непрерывное питание	ПХС-ОХС	В	День	От 1,01 -Uс до 1,05-Uс
Ночь			От 0,83-Uс до 0,86-Uс	
ДСН			От 0,51 Uс до 0,53-Uс	
Светофоры выходные: импульсное питание	ПХСМ-ОХС	В	День	От 1,01 lie до 1,05-Uс
Ночь			От 0,83-Uс до 0,86-Uс	
ДСН			От 0,51-Uс до 0,53-Uс	
Светофоры входные: импульсное питание, в импульсе	ПХСМВ-ОХС	В	День	От 1,01 Uс до 1,05-Uс
Ночь			От 0,83-Uс до 0,86-Uс	
ДСН			От 0,51-Uс до 0,53-Uс	
в интервале	-		От 0,30-Uс до 0,34-Uс	
Маршрутные указатели	ПХМУ-ОХМУ	В	День	От 1,01-исдо 1,05-Uс
Ночь			То же	
ДСН			отсутствует	
Контрольные цепи стрелок	пхкс-охкс	А		От 1,01-исдо 1,05-Uс
Рельсовые цепи 50 Гц	ПХР-ОХР	А		То же
Релейные шкафы вх. светоф.	ПХРШ-ОХРШ	А		То же
Электрообогрев стрелочных электроприводов	э-оэ	С		От 1,01-Uс до 1,05-Uс
Рабочие цепи стрелок	РА-РВ-РС	А, В, С		От 1,01-исДО 1,05-Uс
РУА-РУВ-	А, В, С		От 1,10-Uс до 1,15-Uс	

РУС		
РН-РВ		От 0,59-Ус до 0,65-Ус

Наименование нагрузки	Обозначение цепи	Количество импульсов (миганий) в минуту	Длительность импульса, с
Лампы светофоров	ПХСМ-ОХС; ПХСМВ-ОХС; ЛПМ-ЛМ (ЛММ-ЛП)	От 34 до 46	От 0,9 до 1,1

Таблица 31

Наименование параметра	Значение параметра
1. Напряжение батареи в режиме «ПЗ», В	26,7 ±0,27
2. Условие включения режима «ПЗ»: ток заряда батареи в режиме «З» в течение (30-60) с, А, не более	2
3. Напряжение батареи в конце режиме «З», В	28,0 ±0,6
4. Условия включения режима «З»:	
– напряжение батареи в режиме «ПЗ», В, равно или менее	24,5 ±0,2
– ток заряда батареи в режиме «ПЗ», А, более	5

Таблица 32

Наименование параметра	Значение параметра
1. Напряжение в режиме «ПЗ», В	26,4 ±0,5
2. Напряжение в режиме «З», В	28,0 ±0,6
3. Напряжение при резервировании питания от аккумуляторной батареи напряжением U, В, не менее	UB-2
4. Максимальное напряжение пульсаций в режимах «З» и «ПЗ» при отключенной аккумуляторной батарее, В эфф. не более	0,2
5. Ток нагрузки, А	от 2 до 30

В панели обеспечивается:

- сохранение электропитания релейной нагрузки при отключенном источнике питания постоянного тока (аккумуляторной батарее);
- нагруженный резерв за счёт избыточности блоков питания, предназначенных для аккумуляторной батареи и релейной нагрузки.

Примечание: термины «Нагруженный резерв», «ненагруженный резерв» — по ГОСТ 27.002.

Панель обеспечивает электропитание светодиодного табло постоянным током с параметрами, указанными в табл. 34, при значениях токов нагрузки, указанных в табл. 33 от блока питания, обеспечивающего нагруженный резерв внутренних дублированных источников питания.

Панель обеспечивает электропитание внепостовых цепей нестабилизированным постоянным током (номинальное напряжение выпрямителя панели должно быть в пределах от 24 до 31 В) при изменении тока нагрузки от нуля до максимального значения 2 А.

В панели предусмотрены:

— ненагруженный резерв от аккумуляторной батареи ЭЦ выпрямителя для питания внепостовых цепей;

— резервное электропитание выпрямителя для питания внепостовых цепей от источника гарантированного питания с параметрами, указанными в табл. 155.

Таблица 33

Наименование тока	Значение параметра
1. Максимальный ток непрерывной нагрузки при наличии напряжения электропитания панели от источника переменного тока, А	5
2. Максимальный ток непрерывной нагрузки при отсутствии напряжения электропитания панели от источника переменного тока, А	1,0
3. Максимальное сопротивление нагрузки, при котором происходит автоматический запуск цепей импульсного питания, кОм	5
4. Максимальный ток нагрузки в импульсе, А:	3
– шины частого мигания	0,
– шины редкого мигания	

Таблица 34

Наименование параметра	Значение параметра
1. Напряжение на нагрузке, В	о П+0,6 В, 0-0,2
2. Число импульсов питания в минуту:	
– шины частого мигания	60 ±9
– шины редкого мигания	40 ±6

Таблица 35

Наименование параметра	Значение параметра
1 Напряжение, В эфф: – номинальное значение	220
– допускаемые отклонения при изменении напряжения аккумуляторной батареи от 21,6 до 26,4 В и тока нагрузки от минимального значения 0,13 А до максимального значения (при $\cos\varphi > 0,9$) 1,3 А, в пределах	от 198 до 231
2 Частота, Гц	50,0 ±0,5
3 Максимальная длительность провала выходного напряжения при переключении питания, мс	300

— резерв электропитания устройств ЭЦ (СЦБ) от источника гарантированного питания (инвертора) с выходными параметрами, указанными в табл. 35.

Панель должна отключать инвертор при снижении на время более 7 с напряжения аккумуляторной батареи до значения $(21,6 \pm 0,2)$ В.

Панель обеспечивает передачу на табло дежурного по станции (ДСП):

— неисправность устройств, не требующая экстренного вызова электромеханика СЦБ (перегорание предохранителей, выход из строя резервируемых источников питания, инвертора, выпрямителя);

— неисправность устройств, требующая экстренного вызова электромеханика СЦБ (обрыв аккумуляторной батареи, снижение напряжения батареи до $(21,6 \pm 0,2)$ В, повреждение блока управления зарядом БУЗ).

Тема 2.2.3 Электропитание устройств автоматики на сортировочных горках , устройств диспетчерской централизации

Электроснабжение постов ЭЦ и устройств механизированных сортировочных горок осуществляется двумя самостоятельными питающими линиями (фидерами) от двух независимых друг от друга источников питания с круглосуточной работой (рис. 91). Два источника электроснабжения считаются независимыми друг от друга в том случае, если отключение одного из них не вызывает отключения другого.

Фидеры, питающие посты ЭЦ, оборудуют устройствами, автоматически переключающими питание с одного фидера на другой без выдержки времени при исчезновении напряжения в одном из них. Кроме основного трансформатора, в пунктах электроснабжения устанавливается резервный трансформатор той же мощности. Потери напряжения в линиях, питающих устройства электрической централизации, должны быть не более 5%.

Если станция, оборудуемая электрической централизацией, не располагает двумя независимыми друг от друга пунктами электроснабжения, на постах ЭЦ размещают резервные автоматизированные дизель-генераторы соответствующей мощности

В зависимости от надежности внешних источников электроснабжения применяются две системы электропитания устройств электрической централизации: безбатарейная и батарейная (смешанная). В обоих случаях для питания постовой аппаратуры ЭЦ предусматривается контрольная аккумуляторная батарея, подключаемая параллельно выпрямительным устройствам и обеспечивающая необходимую непрерывность питания этой аппаратуры при выключениях переменного тока.

На сортировочных и других крупных станциях, оборудуемых устройствами электрической централизации с рельсовыми цепями 50 или 25 Гц при наличии двух независимых источников энергии, получающих питание от высоковольтных сетей или районных подстанций энергосистем, используется безбатарейная система питания устройств электрической централизации с установкой только контрольной батареи.

Для аварийного питания аппаратуры ЭЦ в помещении поста предусматривается автоматизированный дизель-генератор.

При безбатарейной системе питания рельсовые цепи, лампы светофоров и контрольные цепи стрелочных электроприводов питаются переменным током, а электродвигатели постоянного тока стрелочных электроприводов — от мощного выпрямителя.

Если электроснабжение устройств электрической централизации не может быть обеспечено от двух независимых источников энергии, присоединенных к сетям энергосистем, и в качестве второго источника энергии используется автоматизированный дизель-генератор, применяется смешанная система питания с установкой рабочей аккумуляторной батареи. Резервное питание стрелочных электродвигателей и их контрольных цепей осуществляется от аккумуляторных батарей, емкость которых определяется с учетом выключения внешнего электроснабжения на 6 ч

Для постов ЭЦ с присоединенной мощностью 20 кВ-А и более, а также если каждый из двух источников не может обеспечить электропитание устройств как приемников II категории, необходимо устанавливать рабочую и контрольную батареи, а также дополнительно предусматривать автоматизированные дизель-генераторы. При этом должно быть обеспечено резервное питание стрелочных электродвигателей и их контрольных цепей от аккумуляторных батарей, емкость которых должна определяться с учетом выключения внешнего электроснабжения на 12 ч.

На станциях с рельсовыми цепями 75 Гц при электротяге переменного тока электропитание постов ЭЦ отличается тем, что к постам подходят два фидера тока частотой 50 Гц от независимых источников энергии, предназначенных для питания устройств централизации, работающих при частоте 50 Гц, и две питающие линии переменного тока частотой 75 Гц также от двух различных независимых источников для питания рельсовых цепей. В качестве источника тока частотой 50 Гц используются местные электростанции, подстанции и высоковольтные сети. Для основного питания рельсовых цепей током частотой 75 Гц используются высоковольтные линии автоблокировки, а для резервного питания — преобразователи частоты на тяговых подстанциях, если последние расположены непосредственно на станциях, оборудуемой электрической централизацией, или преобразователи, установленные специально для этой цели на постах централизации.

Вводные панели 50 и 75 Гц на постах ЭЦ должны обеспечивать автоматическое переключение питания потребителей с основных на резервные фидеры, а при наличии на посту резервного преобразователя — автоматический пуск последнего при отключении

напряжения в фидере основного питания поста током частотой 75 Гц. Для питания устройств напряжением 220 В на постах устанавливаются два трансформатора типа ТС для цепей при частоте тока 50 и 75 Гц. Одновременно эти трансформаторы являются изолирующими.

При питании рельсовых цепей током частотой 75 Гц от линии автоблокировки и наличии на посту резервного преобразователя последний используется также для резервного питания линии автоблокировки (рис. 92).

Независимо от системы питания при автоблокировке на примыкающих к станции перегонах предусматривается резервное питание для красных и пригласительных огней входных светофоров от аккумуляторов в течение 24 ч. Питание реле централизации, осуществляющих зависимости по установке и размыканию маршрутов, производится от контрольной батареи 24 В с буферным подзарядом от выпрямителя.

Большинство лампочек пульт-табло питается только переменным током 24 В. Часть лампочек имеет резервное питание от аккумуляторной батареи 24 В. Такое питание имеют контрольные лампочки тех объемов, которые сами питаются постоянным током или имеют источники питания, не зависящие от устройств электрической централизации, например: лампочки контроля состояния примыкающих к станции блок-участков перегонов, оборудованных автоблокировкой; лампочки, контролирующие устройства питания; лампы аварийного освещения и др.

Для питания устройств связи устанавливается аккумуляторная батарея 24 В, работающая в буферном режиме с выпрямителем. Линейные цепи автоблокировки, полуавтоматической блокировки и другие, включаемые по воздушным линейным цепям, питаются от отдельных источников: батарей, выпрямителей или полупроводниковых преобразователей.

Если на станциях устраиваются рельсовые цепи частотой 25 Гц, для их питания устанавливаются статические преобразователи частоты ПЧ 50/25.

Батарейная система питания отличается от безбатарейной системы наличием аккумуляторной батареи 220 В с буферным подзарядом от выпрямителя. От батарей 220 В питаются электродвигатели стрелочных электроприводов. В случае отключения внешних источников электроснабжения можно в течение 6 ч переводить стрелки и осуществлять прием и отправку поездов по пригласительным сигналам. При выключении переменного тока контрольные цепи стрелок получают питание от однофазного преобразователя, включаемого от рабочей батареи.

Для ввода на пост централизации энергии от внешних источников переменного тока, а также преобразования ее в переменный и постоянный ток различных напряжений,

необходимых для питания устройств централизации и подзаряда аккумуляторных батарей, применяется щитовая питающая установка.

В настоящее время выпускается унифицированная щитовая установка, которая является усовершенствованным вариантом щитовых установок, выпускавшихся ранее. Унифицированная щитовая установка собирается из отдельных панелей электропитания устройств электрической и диспетчерской централизации. Щитовые установки электропитания для устройств ЭЦ в зависимости от числа стрелок на станции, вида тяги и системы питания комплектуются из разного типа и количества панелей.

Таблица 36- Количество панелей при числе стрелок

Панели	30—80	81 — 100	101 — 140	141 — 160	161 — 180	181—200
ПВ-60	1	1	1	2	2	2
ПВ-24/220ББ или ПВ-24-220Б	1	1	1	1	1	1
ПВ-24	—	—	1	1	1	1
ПРББ или ПРБ	1	1	1	2	2	2
ППЗ-50/25	1	1	2	2	3	3

В установках электрической централизации, потребляемая мощность в которых по отдельным видам устройств превышает допустимую нагрузку на тот или другой тип панели питания, панели дублируются и подключаются параллельно или нагрузка распределяется на панели в соответствии с размерами нагрузки и удобством разделения станции на обособленные районы централизации. В табл. 36 приведены комплектации щитовых установок в зависимости от количества централизованных стрелок на станции. Величина нагрузки устройств электрической централизации на внешние источники электроснабжения, а также на дизель-генераторный агрегат складывается из совокупности потребления электроэнергии отдельными элементами устройств: реле, рельсовыми цепями, светофорными лампами, контрольными реле стрелок, потерями в трансформаторах, выпрямителях, а также устройствами связи, освещением и вентиляцией постового здания и станочным оборудованием мастерских.

Устройства механизированных сортировочных горок, как правило, получают электроэнергию от самостоятельных трансформаторных подстанций, устанавливаемых в здании компрессорных станций или расположенных по возможности ближе к последним. Схемы электроснабжения трансформаторных подстанций горок должны соответствовать схемам электроснабжения приемников 1 категории. Допускается питание подстанций

горок от двух подстанций или распределительных пунктов, включенных в высоковольтное кольцо, имеющее не менее двух питающих фидеров.

Все потребители горки получают электроэнергию напряжением 380/220 В от распределительного- щита низкого напряжения, размещенного в здании компрессорной. В помещении подстанции горки устанавливается не менее двух силовых понижающих трансформаторов, каждый из которых должен иметь мощность, достаточную для обеспечения электроэнергией компрессоров, центробежных насосов компрессорной, горочного поста и электрического освещения вершины горки.

Шины распределительного щита делятся секционным выключателем на две секции, каждая из которых должна получать питание от одного из силовых трансформаторов подстанции горки по отдельной линии.

Горочный пост получает питание от двух секций щита по двум самостоятельным линиям, сечение каждой из которых должно обеспечивать всю нагрузку поста с потерей напряжения не более 2%. Компрессоры и центробежные насосы распределяются поровну между обеими секциями щита.

Наружное освещение, воздуходувные пневматической почты и другие потребители механизированной горки допускается питать по одиночным линиям. Потери напряжения в линиях низкого напряжения не 180 должны превышать 5%, в линиях, питающих прожекторное освещение, — не более 2,5%. Наружное освещение сортировочного парка может получать питание от нескольких подстанций сортировочной станции.

Функциональная схема питающей установки центрального поста электрической централизации при электротяге постоянного тока и безбатарейной системе питания показана на рис. 91.

Для подключения фидеров внешнего электроснабжения Ф1 и Ф2, резервного дизель-генератора ДГА, мастерских, освещения, устройств связи и т. д. на вводной панели предусмотрены специальные клеммы (1, 2, 3, 4, 5).

К вводной панели подключается трансформатор ТрС, предназначенный для питания панелей выпрямителей и релейной панели. С вводной панели получает также питание панель преобразователей частоты.

Напряжение на фидерах Ф1 и Ф2 контролируют реле контроля фаз РФ1 и РФ2 и их повторители, которые управляют работой контактов Кб и К7. Пакетными выключателями ПВ1 и ПВ2 можно вручную переключать нагрузку с одного фидера на другой. В случае снятия напряжения с обоих фидеров вводной панели контакторы, расположенные на панели и щите ЩДГА, автоматически запускают резервный ДГА. От панели выпрямителей ПВ-24/220 ББ питаются двигатели стрелочных электроприводов (вывод

12), а от панели выпрямителей ПВ-24 — релейные стативы и аварийное освещение (выводы 10, 11).

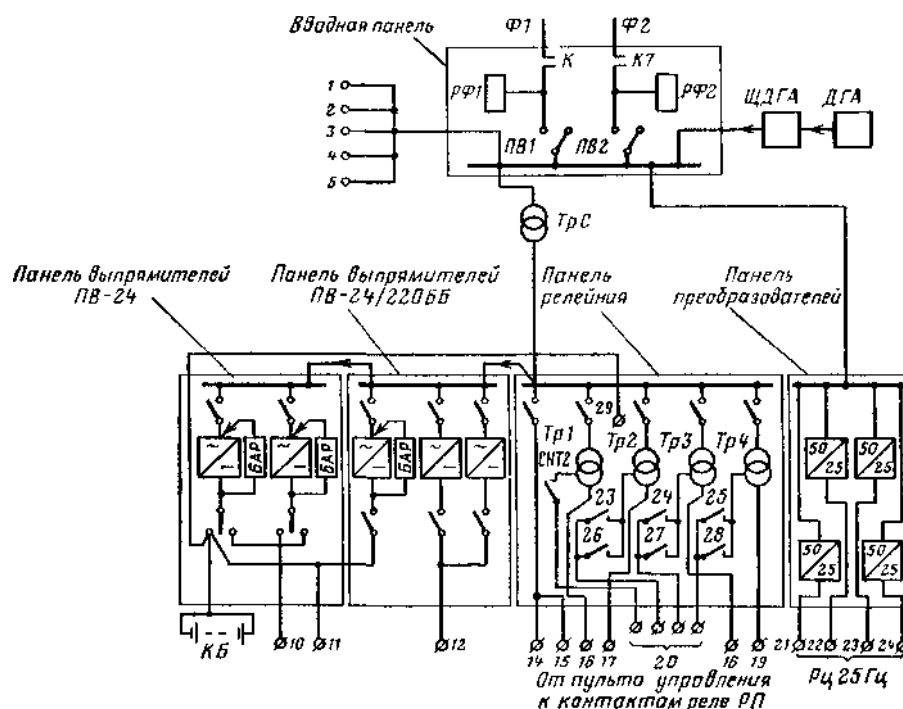


Рисунок 91- Скелетная схема питающей установки центрального поста ГАЦ

Указанные выше панели выпрямителей снабжены блоками автоматической регулировки БАР и работают с контрольной батареей КБ в режиме импульсного подзаряда. Выпрямители, расположенные на разных панелях, могут подключаться на параллельную работу.

На релейной панели устанавливаются четыре изолирующих трансформатора. Трансформатор Тр1 питает лампы табло (вывод 16). Для уменьшения яркости горения ламп табло в ночное время предусмотрено снижение питающего напряжения, которое достигается переключением секций первичной обмотки трансформатора Тр1 контактом 22 реле СНТ.

От трансформаторов Тр2, Тр3, Тр4 питаются лампы светофоров (клеммы 17, 18 и 19), а от трансформатора Тр4 производится также питание маршрутных указателей. Лампы светофоров питаются через контакты реле режимов питания РП (на рисунке не показано). При ночном режиме питания лампы питаются через контакты 26, 27, 28, а при режиме двойного снижения напряжения — через контакты 23, 24, 25 этих реле.

К релейной панели подводятся провода (вывод 29) для резервного питания ламп пульт-табло от контрольной батареи при аварийных отключениях напряжения

переменного тока Контрольные цепи и элементы электрообогрева стрелок (выводы 14 и 15) питаются непосредственно от трансформатора ТрС.

На панели преобразователей установлены восемь параметрических преобразователей частоты типа ПЧ50/25-300. Каждые два преобразователя включаются параллельно, образуя четыре цепи питания. Одна цепь предназначена для питания местных обмоток реле ДСШ-13 (вывод 21), а три другие — для питания путевых обмоток этих реле (выводы 22, 23, 24).

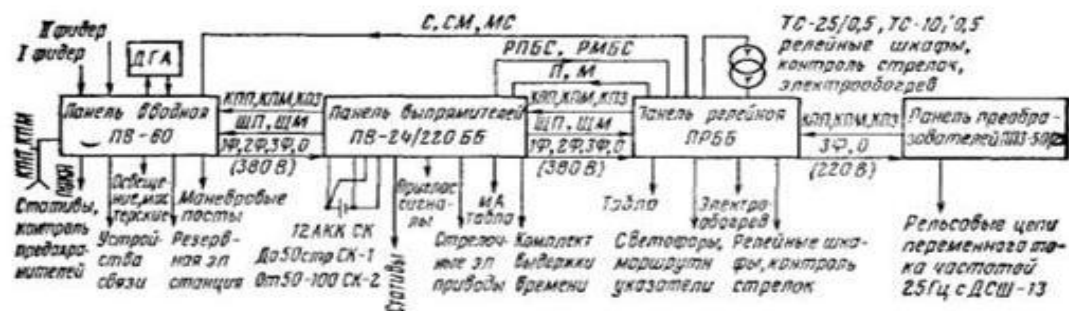


Схема межпанельных и внешних соединений панелей питающей установки ЭЦ при безбатарейной системе

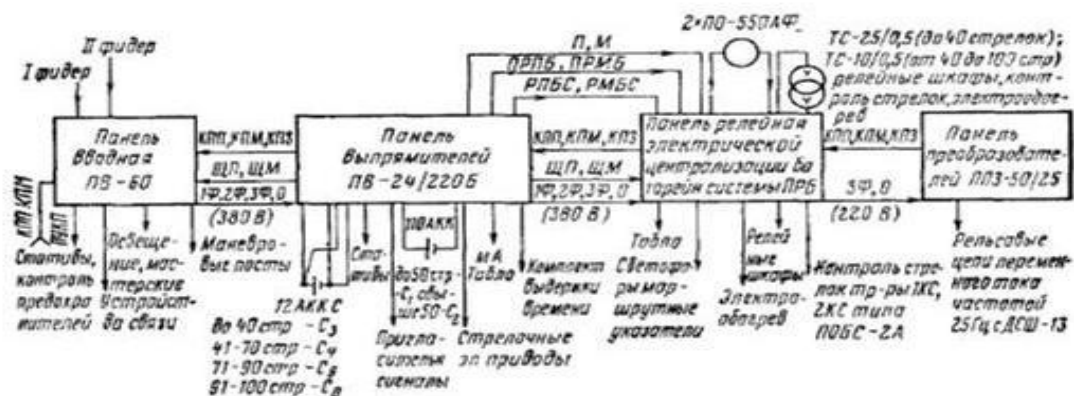


Схема межпанельных и внешних соединений панелей питающей установки ЭЦ при батарейной системе

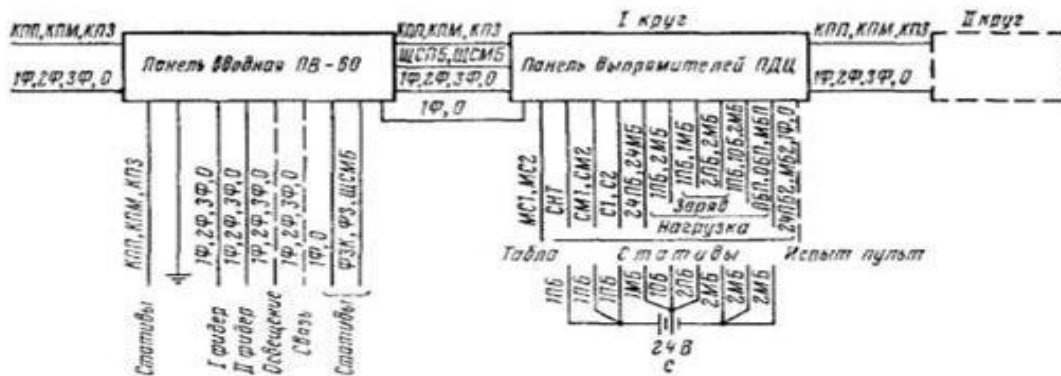


Схема межпанельных и внешних соединений панелей питающей установки устройств диспетчерской централизации

Рисунок 92- Структурные схемы питания

Тема 2.3 Электропитание перегонных устройств систем СЦБ и ЖАТ

Тема 2.3.1 Электропитание устройств автоблокировки с децентрализованным и централизованным расположением аппаратуры

Основное электроснабжение устройств автоблокировки осуществляется от высоковольтных линий СЦБ (ВЛ СЦБ), сооружаемых вдоль железнодорожных путей напряжением 10 кВ, частотой 50 Гц (ранее проектировали и линии напряжением 6 кВ). Резервное электроснабжение осуществляется от линий продольного электроснабжения (ВЛ ПЭ) железнодорожных потребителей напряжением 10—35 кВ. В отличие от линий электропередачи высоковольтные линии СЦБ, как правило, не имеют разветвлений, а вместо небольшого числа мощных потребителей энергии (предприятия, населенные пункты и др.) по всей их длине через 1—2,5 км к ним подключают устройства автоматики и телемеханики в основном мощностью 0,5—1,5 кВ · А. На всем протяжении высоковольтные линии СЦБ проходят рядом с линиями железнодорожной связи, а часто еще и с тяговой сетью электрических железных дорог.

От ВЛ СЦБ осуществляется электропитание других устройств СЦБ и связи, постов электрической централизации, станционной оперативно-технологической связи, двусторонней парковой связи и обслуживаемых усилительных пунктов магистральной связи на промежуточных станциях, а также технологических нагрузок устройств обнаружения перегретых букс, переездной, обвальной и тоннельной сигнализации. Присоединение к ВЛ СЦБ других нагрузок не допускается.

Резервное питание перечисленных выше потребителей и питание потребителей, отнесенных ко II и III категориям, предусматривается от линий продольного электроснабжения (ВЛ ПЭ) или местных источников питания. К линии ВЛПЭ подключают и другие железнодорожные потребители (служебные и жилые здания, электроинструмент для путевых работ и т. д.). Их число определяют допустимой площадью поперечного сечения проводов и мощностью питающих трансформаторов.

От ВЛ СЦБ электроэнергия передается сигнальным установкам автоблокировки через понижающие линейные трансформаторы типа ОМ. Для уменьшения влияний на линии связи, идущие вдоль железнодорожного полотна, линейные трансформаторы включают в различные фазы попеременно таким образом, чтобы все фазы были загружены равномерно. На кабельных участках линии автоблокировки трансформаторы типа ОМ размещают в металлических шкафах вблизи сигнальных точек.

В зависимости от рода тяги и типа автоблокировки применяют две системы электроснабжения перегонных устройств. При системе переменного тока рельсовые цепи и вся аппаратура получают энергию только от высоковольтной линии. При смешанной системе рельсовые цепи питаются постоянным током от аккумуляторов, сигнальные приборы получают энергию через понижающие трансформаторы от высоковольтной линии, а в случае ее выключения — от местных аккумуляторных батарей. Теперь

смешанную систему не проектируют, но в эксплуатации находится более 20 тыс. км железных дорог, оборудованных этой системой.

Независимо от системы питания и схемы электроснабжения устройств потеря напряжения в конце линии между двумя смежными пунктами питания ВЛ СЦБ не должна превышать 5%.

На участках, где эксплуатируют автоблокировку системы переменного тока, каждая сигнальная точка имеет основное и резервное питание через отдельные линейные трансформаторы с установкой в релейных шкафах реле для автоматического переключения питания с одного трансформатора на другой.

Высоковольтные цепи автоблокировки должны обеспечиваться двусторонним питанием от источников энергии с взаимным резервированием, располагаемых по концам каждого плеча. Высоковольтные цепи ВЛ СЦБ на всем протяжении секционируют. Схемы секционирования должны допускать возможность производства ремонтных работ по линии, их выполняют в зависимости от системы питания автоблокировки.

Высоковольтные цепи ВЛ СЦБ, подвешенные на одних опорах с сигнальными проводами, должны получать энергию от шин через изолирующие трансформаторы и не иметь гальванической связи с другими линиями электропередачи.

Высоковольтно-сигнальные линии СЦБ (ВСЛ СЦБ) служат для подвески высоковольтных и сигнальных проводов. Высоковольтная цепь предназначена для электроснабжения устройств автоблокировки на перегонах и устройств автоматики и телемеханики на тех станциях, которые не имеют других источников энергии.

Сигнальные провода обеспечивают взаимодействие устройств автоматики и телемеханики, расположенных в разных пунктах вдоль железной дороги, например взаимную увязку показаний соседних светофоров автоблокировки. По сигнальным проводам передаются также другие сигналы управления и контроля.

Электроснабжение автоблокировки и станционных устройств СЦБ должно быть организовано таким образом, чтобы их работа не останавливалась при повреждениях или ремонте элементов высоковольтной линии. Поэтому резервирование осуществляется на всех уровнях системы электроснабжения: резервируется питание высоковольтной цепи, по возможности дублируются сама цепь, линейные понижающие трансформаторы, ставятся местные резервные источники энергии непосредственно у питаемых устройств и т. п.

Возможность отключения поврежденных или ремонтируемых коротких участков высоковольтной цепи достигается секционированием, т. е. разделением линии на отдельные части, соединяемые между собой разъединителями.

При системе переменного тока всю высоковольтную линию делят на отдельные участки — плечи питания, каждый из которых обеспечивается электроэнергией от пунктов питания. Из двух смежных пунктов питания основной пункт включен постоянно, а резервный — только при отключении основного пункта или при ремонтных работах на линии.

На участках с электротягой высоковольтная линия питается от тяговых подстанций, а на неэлектрифицированных участках — от любых источников энергии, имеющихся на участках, обеспечивающих энергией потребителей I категории (энергосистемы, электростанции, подстанции, линии электропередачи).

На участках с автономной тягой, где питание автоблокировки осуществляется по смешанной системе питания и обеспечивается местным аккумуляторным резервом, для каждой сигнальной установки монтируют по одному линейному трансформатору типа ОМ, присоединенному к ВЛ СЦБ. При смешанной системе питания допускается питать от одного линейного трансформатора на перегонах две сигнальные установки при расстоянии между ними не более 400 м.

На электрифицированных линиях железных дорог провода ВЛ ПЭ прокладывают на опорах контактной сети, поэтому на участках с электротягой сооружают одноцепные ВЛ СЦБ. На участках с автономной тягой при отсутствии на них ВЛ ПЭ сооружают двухцепные линии с совмещением на общих опорах проводов ВЛ СЦБ и ПЭ. В районах с неблагоприятными климатическими условиями можно сооружать две одноцепные линии.

Высоковольтные линии СЦБ и ПЭ при электротяге постоянного тока, как правило, трехфазные напряжением 10 кВ с изолированной нейтралью. При электротяге переменного тока напряжение ВЛ ПЭ 27 кВ и в качестве одного провода используют рельсы.

Для повышения надежности электропитания устройств СЦБ, упрощения поиска поврежденных участков линии и обеспечения возможности ремонтных работ без отключения электроснабжения потребителей I категории ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ секционируют разъединителями (рис. 93).

При линиях электропередачи на отдельных опорах допускается секционирование только ВЛ СЦБ. Разъединитель 1 устанавливают по обе стороны трансформаторной подстанции, питающей устройства электрической централизации. Его оборудуют электроприводами с дистанционным управлением (ДУ) от дежурного по станции, а при

наличии диспетчерской централизации или систем ТУ — ТС — еще и от энергодиспетчера. При отсутствии трансформаторных подстанций для питания постов ЭЦ предусматривают один разъединитель дистанционного управления.

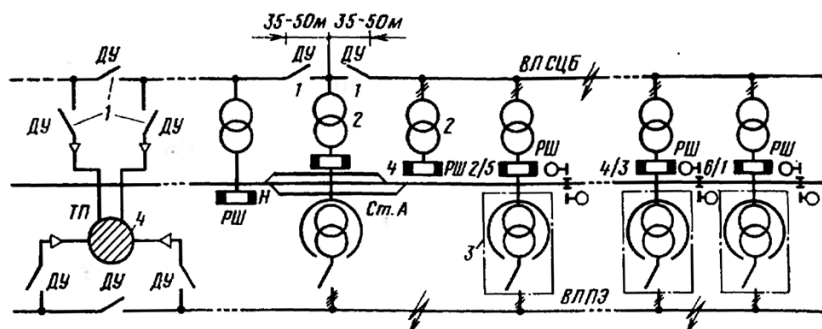
В схеме электроснабжения сигнальных установок кодовой автоблокировки и централизации малых станций при двухцепной линии электропередачи (рис. 250) разъединители 3 с дистанционным управлением устанавливают в обе цепи линии между трансформаторами, питающими устройства электрической централизации. С их помощью быстрее определяют повреждение в пределах перегона. Линейные разъединители 2,4 с ручным управлением позволяют выключить линию в пределах участка между смежными трансформаторами типа ОМ, не нарушая питания сигнальных точек. Трансформатор, питающий сигнальную точку, совместно с разъединителем 2 устанавливают на силовой выносной опоре 1. Разъединитель позволяет проверить трансформатор без нарушения двухстороннего питания линии.

Основные и резервные пункты питания. Высоковольтные линии СЦБ делят на отдельные участки — плечи питания, каждое из которых должно обеспечиваться двусторонним питанием от располагаемых по их концам основного и резервного пунктов питания. Это относится и к линиям продольного электроснабжения, используемым для резервного питания устройств СЦБ.

При системе переменного тока длина плеча питания не должна превышать 50 км (рис. 251). Питание каждого плеча ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ следует выполнять отдельным и, кроме того, питание каждого плеча ВЛ СЦБ должно проходить через изолирующие трансформаторы Т.

На участках с большим движением, где смежные пункты питания достаточно надежны или где при надежных пунктах питания расстояние между ними больше 50 км, для сокращения длины отключаемой во время аварий части линии каждый участок линии целесообразно питать одновременно с двух концов навстречу друг другу с разрывом в середине и с установкой в точке разрыва пункта секционирования который является резервным пунктом питания .

Если устройства автоблокировки получают питание от телеуправляемых тяговых подстанций, фидерные выключатели питающих пунктов автоблокировки также включаются в общую систему телеуправления. По возможности пункты питания автоблокировки должны иметь одинаковую фазу и в необходимых случаях допускать параллельную работу трансформаторов.



1 — разъединитель с дистанционным управлением; 2 — силовая опора с трансформатором типа ОМ; 3 — комплектная трансформаторная подстанция типа КТП с разъединителями, установленная на отдельной опоре; 4 — трансформаторная подстанция

Рисунок 93- Схема электроснабжения устройств кодовой автоблокировки и централизации малых станций при сооружении ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ:

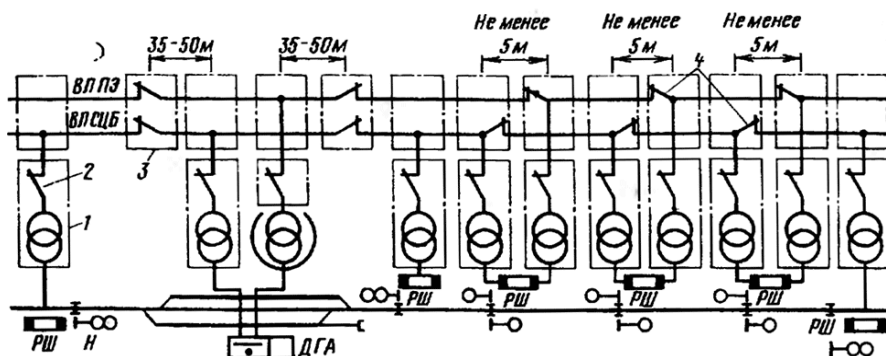


Рисунок 94- Схема электроснабжения сигнальных установок кодовой автоблокировки и централизации малых станций при двухцепной линии электропередачи.

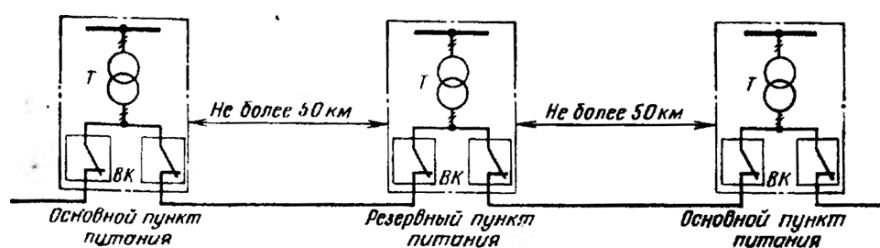


Рисунок 95- Схема питания ВЛ СЦБ при системе переменного тока

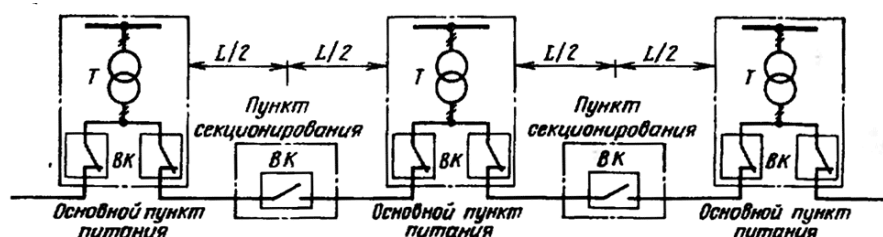


Рисунок 96- Установка пункта секционирования на электрифицированных участках

При смешанной системе питания, так же как и при системе переменного тока, всю высоковольтную линию делят на отдельные участки — плечи питания, каждый из которых получает питание с обоих концов. Длина плеча питания, как правило, не должна превышать 40 км.

Если невозможно обеспечить указанные длины от имеющихся источников энергии для питания устройств СЦБ, между ними оборудуют автоматизированные резервные электростанции. Если расстояние между имеющимися пунктами питания более 40 км, вместо резервного пункта питания допускается оборудовать автоматический пункт секционирования. Автоматический пункт секционирования в нормальном режиме питания высоковольтной линии делит последнюю на две части, а при отключении одного из смежных с ним пунктов автоматически соединяет обе части линии, подавая в них питание с одного конца.

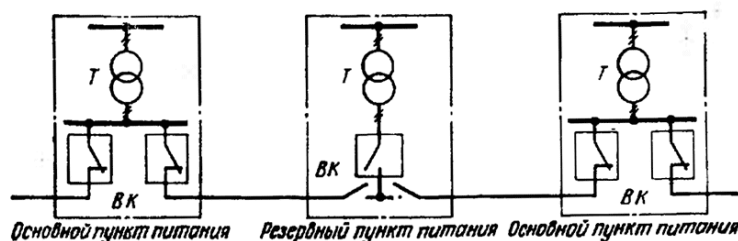


Рисунок 96- Схема питания ВЛ СЦБ при смешанной системе

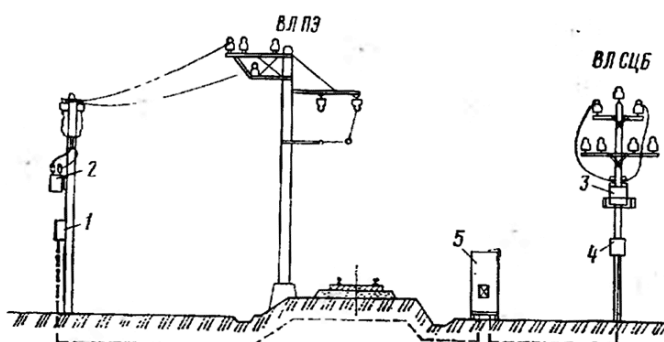
Резервное питание автоблокировки осуществляется от аккумуляторных батарей, причем емкость аккумуляторов принимается с учетом суточного резерва. На основных пунктах питания высоковольтные фидеры автоблокировки, как правило, делают отдельными для каждого плеча питания и монтируют на закрытых подстанциях. На пунктах резервного питания высоковольтные фидеры автоблокировки могут быть общими на два плеча питания с последующим их делением на мачтовых подстанциях или воздушных распределительных пунктах.

Предусматривают по одному разъединителю в конце каждого перегона у силовой опоры для питания входного светофора (со стороны перегона). Если протяженность перегона более 10 км, то в середине включают еще один разъединитель. Независимо от системы питания разъединители, установленные у входных светофоров со стороны перегона и в середине перегона, оборудуют электроприводами с дистанционным управлением от дежурного по станции или диспетчера.

Схемы пунктов питания устройств диспетчерской централизации аналогичны рассмотренным схемам энергоснабжения устройств автоблокировки.

При системе питания автоблокировки переменным током сигнальные установки получают электропитание от двух трансформаторов, присоединенных к линиям основного (ВЛ СЦБ) и резервного (ВЛ ПЭ) питания.

Линия продольного электроснабжения — надежный резерв для питания устройств автоблокировки при прекращении подачи электроэнергии от ВЛ СЦБ. Эта линия питается от тяговых подстанций.



1, 4 — кабельные ящики; 2 — резервный трансформатор типа ОМ; 3 — основной трансформатор типа ОМ; 5 — релейный шкаф

Рисунок 97- Схема расположения проводов и приборов ВЛ СЦБ и ВЛ ПЭ

При оборудовании ВЛ ПЭ в пролете между двумя соседними опорами контактной сети в створе проводов линии устанавливают специальную резервную силовую опору. На опоре монтируют линейный трансформатор типа ОМ вместе с коммутационной и защитной аппаратурой.

Со вторичной обмотки резервного трансформатора напряжение подается по кабелю в релейный шкаф сигнальной точки на тыловые контакты аварийного реле А типа АСШ2-220. Нормально устройства автоблокировки питаются через фронтальные контакты аварийного реле от основного линейного трансформатора, включенного в высоковольтную линию. При перерыве подачи напряжения в эту линию устройства автоблокировки питаются от резервного трансформатора линии продольного электроснабжения.

В случае отсутствия второй высоковольтной цепи применяют резервирование линейных трансформаторов по схеме, приведенной на рис. 255, а. Трансформаторы устанавливают на соседних опорах. С помощью разъединителей любой трансформатор отключают от линии, и участок высоковольтной цепи готов для ремонта или устранения

повреждений. Иногда для тех же цепей резервное питание выполняют по цепи низкого (220 В) напряжения, подвешенной на сигнальной траверсе от соседней сигнальной точки

. В обоих случаях переход от основного питания к резервному осуществляется автоматически с помощью аварийного реле.

На участках с электротягой переменного тока и рельсовыми цепями частотой 25 Гц резервное питание устраивают от проводов системы ДПР 27,5 кВ или линии продольного энергоснабжения 35 кВ. Сигнальные точки получают резервное питание от комплектных однофазных трансформаторных подстанций (КТПО) через трансформатор Т типа ЗНОМ-35-65 .

Для резервного питания сигнальных установок допускается использовать трансформаторы, питающие электроэнергией линейных потребителей, кроме трансформаторов для путевого инструмента. Размещение линейных трансформаторов основного и резервного питания на одной опоре не допускается.

В качестве линейных трансформаторов применяют понижающие трансформаторы типа ОМ, при этом рельсовые цепи, двигатель кодового транзмиттера, лампы светофора и дешифраторная ячейка питаются переменным током.

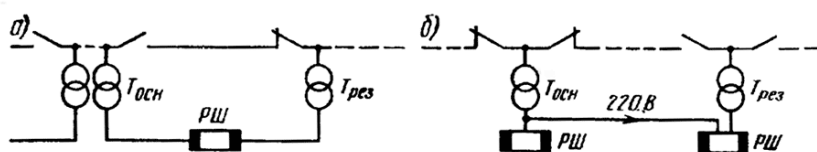


Рисунок 98- Схема резервного питания релейного шкафа

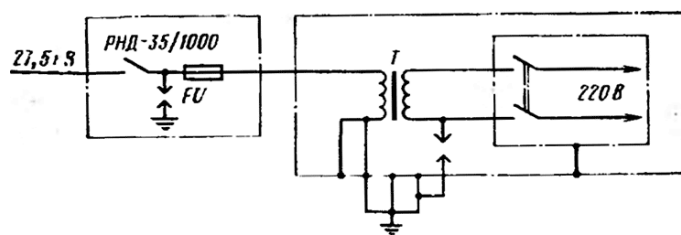


Рисунок 99- Схема коммутации трансформаторной подстанции КТПО

Лампы светофоров и дешифраторная ячейка питаются от сигнального трансформатора типа СОБС, а рельсовые цепи— от путевого трансформатора типа ПОБС.

Вся аппаратура сигнальных точек находится в металлических релейных шкафах. На двухпутных участках для сигнальных устройств каждого пути предусматривается отдельный релейный шкаф. Такое разделение устройств обеспечивает автономность их действия.

Цепи электропитания от силовых трансформаторов линий ВЛ СЦБ и ВЛ НЭ как при одиночной, так и при спаренной сигнальной установке прокладывают в разных траншеях и, кроме того, при спаренной сигнальной установке подключают в разные релейные шкафы так, чтобы при повреждении одной линии питание подавалось по другой.

В релейных шкафах приборы питаются напряжением 12 В постоянного тока от двух выпрямителей. Приборы релейного шкафа, не связанные линейными цепями, подключают к выпрямителю дешифраторной ячейки (П и М). Приборы, питающие линейные цепи, подключают к выпрямителю БПШ (ЛП и ЛМ).

От перегрузок и коротких замыканий приборы защищают автоматическими выключателями и плавкими предохранителями на 20 А.

Для защиты приборов рельсовой цепи от воздействий коротких замыканий в контактной сети и грозовых разрядов на питающем и релейном концах вторичных обмоток дроссель-трансформаторов устанавливают нелинейные выравниватели.

Достоинство системы питания переменным током состоит в том, что не требуются местные источники питания — аккумуляторы. Однако действие автоблокировки может нарушаться при выключении переменного тока. Поэтому такая система требует надежных двусторонних источников питания высоковольтной линии и надежного резервирования от ВЛ ПЭ.

Схема электропитания автоблокировки при электротяге на переменном токе промышленной частоты аналогична схеме электропитания автоблокировки при электротяге на постоянном токе.

Разница только в том, что в цепи питания рельсовых цепей частотой 25 Гц включают статические преобразователи частоты типа ПЧ50/25-100, которые размещают в релейных шкафах. В сигнальных установках однопутной автоблокировки и в спаренных сигнальных установках двухпутной автоблокировки преобразователи частоты, питающие рельсовые цепи, необходимо включать противофазно, чтобы уменьшить токи подмагничивания и нагрузку трансформаторов типа ОМ.

На участках с автономной тягой используют смешанную систему питания. При такой системе питания приборы автоблокировки получают электроэнергию переменного тока от ВЛ СЦБ, а при отключении переменного тока все приборы и рельсовые цепи питаются от аккумуляторов.

В релейных шкафах напряжение 220 В, поступающее от линейного трансформатора, понижается трансформатором Т1 типа СОБС до 12 В и используется для питания световых ламп. Рельсовые цепи питаются от путевой батареи GB, состоящей

из одного кислотного аккумулятора типа АБН-72 или АБН-80 и работающей в буферном режиме с выпрямителем типа ВАК-14. Выпрямитель типа ВАК-13 или ВАК-16 подзаряжает сигнальную аккумуляторную батарею GB, состоящую из шести аккумуляторов, которая питает линейную цепь и реле сигнальной точки. Трансформатор Т2 типа ПОБС или СОБС-2А и трансмиттер КПТ передают в рельсовую цепь импульсы переменного тока кодовых комбинаций автоматической локомотивной сигнализации.

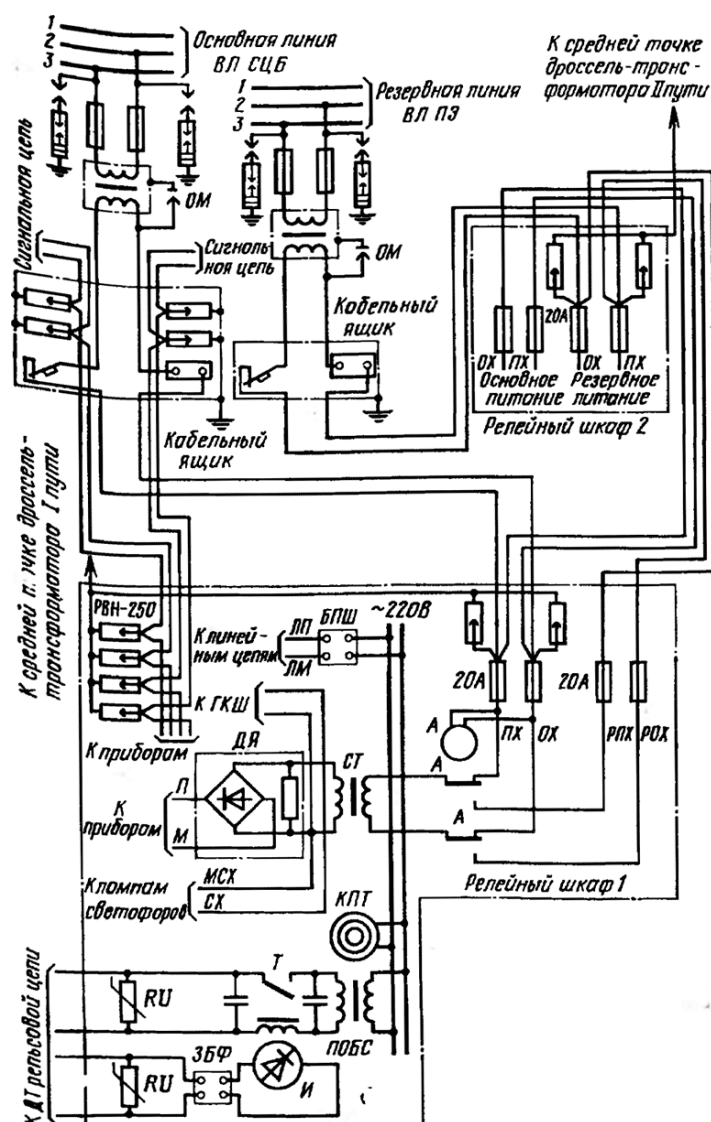


Рисунок 100- Схема электропитания сигнальной точки кодовой автоблокировки при электротяге постоянного тока

В случае прекращения подачи переменного тока лампы светофора через тыловые контакты аварийного реле А продолжают получать питание от аккумуляторной батареи, запас емкости которой рассчитан на непрерывную работу без подзаряда в течение суток.

Аккумуляторные батареи размещаются в батарейном шкафу, находящемся рядом с релейным шкафом. Выпрямители, работающие в буферном режиме с аккумуляторами, располагают только в релейных шкафах.

В кабельном ящике цепи напряжением 220 В защищают автоматическим выключателем многократного действия типа АВМ. В релейном шкафу провода защищены предохранителями штепсельного типа на 20 А, которые используют и как разъединители для выключения напряжения при ремонте и испытаниях. Для защиты приборов в шкафу от попадания на них высокого напряжения с высоковольтной линии через трансформатор типа ОМ в цепь напряжением 220 В включают разрядники типа РВНШ-250. Такие разрядники подключают в кабельном ящике, а также на приборы рельсовых цепей.

Значительное улучшение районных энергосистем, высокая надежность и независимость друг от друга пунктов электроснабжения ВЛ СЦБ и продольного электроснабжения, а также сооружение этих линий на железобетонных опорах с подвеской проводов марок ПС-25 и АС-35 и осуществлением секционирования позволили отказаться от сооружения на участках с автономной тягой автоблокировки с рельсовыми цепями постоянного тока, т. е. отказаться от смешанной системы питания.

На участках с автономной тягой в основном используют кодовую автоблокировку с рельсовыми цепями переменного тока частотой 50 или 25 Гц.

Схема электропитания сигнальных установок для рельсовых цепей частотой 50 Гц будет аналогична схеме электропитания при электротяге постоянного тока. Рельсовые цепи частотой 25 Гц питаются от преобразователей частоты ПЧ50/25-100.

В отдельных случаях для труднопроходимых участков дорог с электрической тягой переменного тока, располагающих системой ДПР, по разрешению МПС можно проектировать однофазные линии напряжением 27,5 кВ с подвеской одного специального провода СЦБ на опорах контактной сети и использованием рельса в качестве второго провода (рис. 259). Провод напряжением 27,5 кВ подвешивают на однопутных участках совместно с одним из проводов ДПР на двухместной консоли крайним со стороны поля, на двухпутных участках — со стороны, противоположной проводам ДПР.

Резервное питание автоблокировки в этом случае предусматривается от одного из проводов ДПР. Комплектные трансформаторные подстанции (КТПО) имеют трансформаторы типа ЗНОМ-35/65, понижающие напряжение с 27,5 кВ до 220 В.

Трансформатор Т1 предназначен для питания только устройств автоблокировки. Оба трансформатора защищены разрядниками и плавкими предохранителями. Для отключения трансформаторов от высоковольтных линий имеются три однополюсных разъединителя с приводами ручного управления Р1, Р2 и Р3 (см. рис. 102).

[illegible]

Комплектная трансформаторная подстанция имеет низковольтный шкаф с распределительными устройствами, от которых к релейному шкафу автоблокировки подключаются цепи основного и резервного питания. В цепь основного питания включено аварийное реле А, через фронтовые контакты которого получают питание все устройства релейного шкафа. Через тыловые контакты реле А подключается резервная цепь питания.

235

Приборы релейного шкафа, питающиеся постоянным током напряжением 12 В, подключают к выпрямителю дешифраторной ячейки (П и М), а приборы, питающие линейные цепи, — к выпрямителю БПШ (ЛП и ЛМ). При такой системе питания устройств релейного шкафа автоблокировки рельсовые цепи питаются током частотой 25 Гц, а приборы — током частотой 50 Гц. Преобразователи частоты ПЧ50/25, размещаемые в релейных шкафах сигнальной точки автоблокировки, преобразуют частоту 50 Гц в частоту 25 Гц.

При питании устройств автоблокировки от высоковольтных проводов, подвешиваемых на опорах контактной сети, не нужны специальные высоковольтные линии автоблокировки, подвешиваемые на отдельных опорах. За счет использования линии ДПР значительно улучшается резерв питания. Выполнять работы на высоковольтной цепи питания устройств автоблокировки можно только при отключенном напряжении со всех цепей контактной сети.

Для основного питания устройств автоблокировки высоковольтный провод секционируют на изоляторе и с помощью шлейфа подключают к КТПО. Благодаря этому при помощи разъединителей Р1 и Р2 силовой трансформатор Т1 можно подключить к левому или правому плечу линии, причем можно объединить оба плеча без выключения трансформатора. К КТПО подключают провод системы ДПР, к которому подсоединяют трансформатор Т2, используемый для питания линейных потребителей и в качестве резервного для сигнальной точки. Вторые концы высоковольтных обмоток силовых трансформаторов подсоединяют к корпусу КТПО, а последний подключают к рельсам через среднюю точку дроссель-трансформатора. Вторичные обмотки силовых трансформаторов подключают к распределительному щитку низковольтного шкафа по нагрузкам.

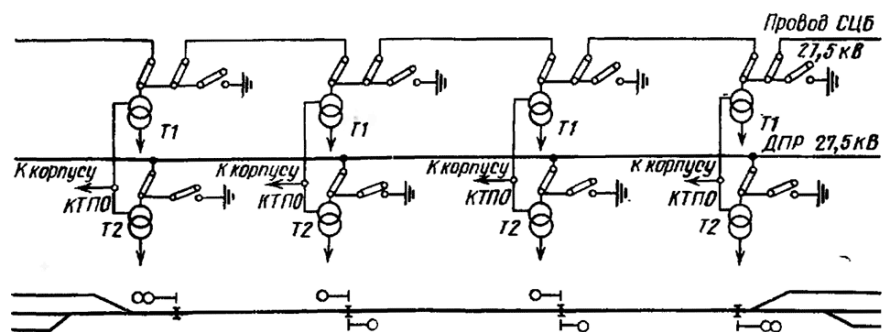


Рисунок 102- Схема резервного питания сигнальной точки автоблокировки от провода ДПР

электропитания, которая обычно проходит недалеко от путей. В горловинах станций и около помещений ДСП монтируют силовые опоры с трансформаторами типа ОМ, которые присоединяют к линии через опоры с разъединителями. От силовых опор к релейным шкафам прокладывают обычные сигнальные кабели.

Для подачи электроэнергии с одной станции на другую в исключительных случаях допускается подвеска силовой цепи напряжением не выше 250 В на опорах линий связи ОАО «РЖД» с соблюдением специальных требований, указанных выше.

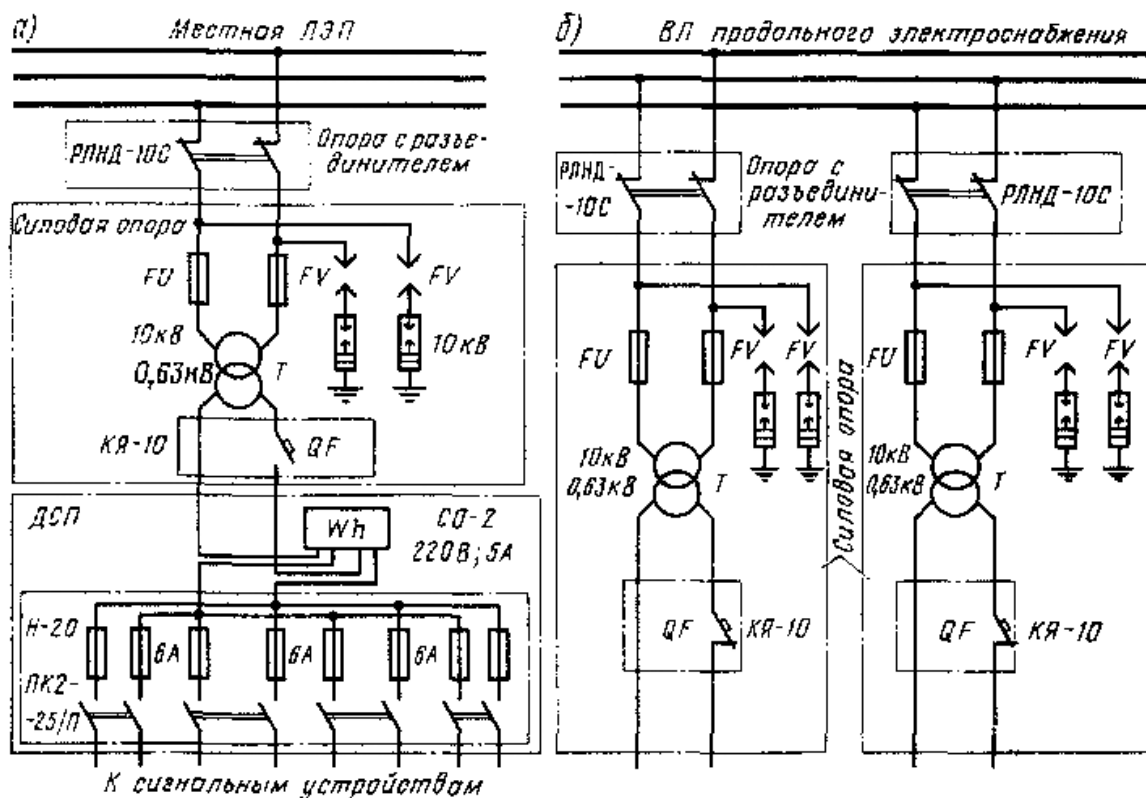


Рисунок 104- Схемы питания РПБ от местной ЛЭП и линии продольного электроснабжения

Если в местных сетях переменного тока наблюдаются колебания напряжения более 10%, то для питания выпрямителей и светофорных ламп применяют стабилизаторы напряжения. В устройствах РПБ нашли распространение электромагнитные стабилизаторы напряжением типов С-0,5; С-0,75; С-0,9.

Для резервного питания устройств полуавтоматической блокировки на каждой станции предусматривают аккумуляторные батареи (из аккумуляторов типа АБН-72 или АБН-80), которые рассчитаны на работу устройств в течение 16 ч. Аккумуляторы размещают в батарейных шкафах совместно с выпрямителями типа ВАК или специальным зарядно-буферным устройством типа ЗБУ-12/10, которое еще находится в эксплуатации.

Наиболее экономичным прибором для питания устройств полуавтоматической блокировки является регулятор тока РТА, так как этот прибор имеет два режима заряда — постоянный подзаряд и форсированный заряд батареи аккумуляторов максимальным током с возможностью их широкой регулировки по току и автоматическим переключением.

Тема 2.3.2 Электропитание устройств контроля свободности перегона методом счета осей

Электропитание устройств ЭССО должно осуществляться от изолированного от земли источника переменного тока 220 В, через источник бесперебойного питания (ИБП).

Номинальная мощность ИБП выбирается из расчета суммарной мощности всех счетных пунктов и блоков приемников с учетом 50% запаса мощности.

Источники бесперебойного питания должны соответствовать следующим требованиям:

- наличие онлайн-ового режима;
- удержание номинальной мощности на выходе при работе от батареи в аварийном режиме отключения
- не менее 10 минут;
- синусоидальность формы выходного сигнала питающего напряжения;
- величина выходного питающего напряжения
- 210...240В, 50Гц;

Рекомендуются к применению источники бесперебойного питания напольного исполнения с наращиваемой мощностью серии "HF LINE" (изготовитель Meta System), или аналогичные по приведенным выше требованиям.

Для оснащения небольших участков аппаратурой ЭССО (оснащение перегона при ПАБ или переездов) допускается использование источников бесперебойного питания серии "Powerware Exide" мощностью 1000ВА.

Основные технические характеристики указанных устройств приведены в таблице.

Таблица 37- Технические характеристики ИБП

Характеристики	HF Line 1сил.пл.	HF Line 2сил.пл.	HF Line 3сил.пл.	HF Line 4сил.пл.	Powerware Exide
Номинальная вых. мощность (ВА)	900	1800	2700	3600	1000
Номинальное вх. и вых. напряжение (В)	~230 В однофазное				
Номинальный вх. ток (А)	3,3	6,4	9,6	12,9	3,5
Продолжительность работы от батарей при 50% от номинальной нагрузки (мин)	11				15
Диапазон рабочих температур	от 0 до 35 °С				
Габаритные размеры Д x В x Г (мм)	270x480x560				140x225x410
Вес (кг)	20,5	28,0	35,5	43	15

Питающее напряжение на вход ИБП подключается через банановые предохранители с контролем перегорания номиналом 15А, выполняющих функцию коммутирующих разъединителей, т. е. ИБП имеет встроенную защиту от перегрузки. Монтаж входных цепей ИБП выполняется проводом сечением 1,5 мм². Выход ИБП подключается к разъемам X15 всех блоков приемников параллельно с учетом соответствия фазового и нулевого проводов через кабельную колодку, устанавливаемую на стативе, на котором размещается постовая аппаратура ЭССО. Входные и выходные цепи ИБП раздельно устанавливаются на разъемах, входящих в комплект ИБП. ИБП в релейном помещении устанавливается на полу рядом со стативом, на котором располагаются блоки приемников ЭССО таким образом, чтобы вентиляционные отверстия не были перекрыты.

Если позволяют габариты и применяемого ИБП, допускается его установка на стативе, а не на типовой полке для внешней аппаратуры СЦБ. Заземление ИБП и блоков приемников осуществляется для каждого прибора самостоятельным проводником сечением не менее 1,5 мм², подключаемым к внутреннему контуру заземления поста ЭЦ. При составлении монтажных схем стативов с аппаратурой ЭССО следует обеспечить подключение к контактам разъемов блоков приемников только одного монтажного провода.

Объединение проводов осуществляется на клеммных колодках статива. При батарейной системе питания устройств СЦБ на станции, время резервирования питания аппаратуры ЭССО от аккумуляторных батарей должно соответствовать времени резервирования питания остальных станционных устройств. Для этой цели при необходимости должны использоваться источники бесперебойного питания (ИБП) с дополнительными аккумуляторными батареями необходимой емкости.

Устройство бесперебойного питания

Общие сведения Тип УБП зависит от мощности, потребляемой оборудованием ЭССО на конкретном объекте, и определяется ПСД.

Устройства бесперебойного питания должны соответствовать следующим требованиям:

- •режим двойного преобразования напряжения;
 - •удержание номинальной мощности на выходе, при работе от батареи в аварийном режиме, до отключения не менее 10 минут;
 - •синусоидальность формы выходного питающего напряжения;
 - •величина выходного питающего напряжения $230\text{ В} \pm 1\%$, частота $50\text{ Гц} \pm 1\%$
- а) включение УСИТ по физическим линиям связи
- б) включение УСИТ с применением аппаратуры уплотнения каналов ТЧ УСИТ блок приемников К-2 УСИТ блок приемников К-2ст.А ст.Б аппаратура уплотнения каналов ТЧ аппаратура уплотнения каналов ТЧ ЧКП НКП УСИТблок приемников К-2ЧКПНЭМУСИТблок приемников К-2 НКП ст.А С .Б20

Электропитание УБП осуществляется от изолированного от земли источника переменного тока 220 В.

УБП устанавливается в релейном помещении на полу рядом со стативом ЭССО. Если позволяют габариты и вес применяемого УБП, допускается его установка на полках кассет ЭССО.

Тема 2.3.3 Электропитание автоматических ограждающих устройств на переездах

На участках, оборудованных автоблокировкой или диспетчерской централизацией, устройства переездной сигнализации питаются от высоковольтных линий СЦБ. Для питания приборов автошлагбаумов и ламп светофоров для автотранспорта предусматривается резервное питание от аккумуляторных батарей.

На участках, где автоблокировка или диспетчерская централизация отсутствует, приборы переездной сигнализации получают питание от существующих линий

электропередачи напряжением 10 кВ, подстанций и сетей 380/220 В, от которых подается энергия потребителям не ниже II категории с резервом от аккумулятора.

При отсутствии местных источников электроэнергии допускается питать устройства переездной сигнализации от соседних станций по проводам, подвешенным на опорах линий связи ОАО «РЖД»..

На опорах линий связи провода подвешивают с соблюдением следующих правил: напряжение между проводами не должно превышать 250 В; провода располагают крайними со стороны поля на верхней траверсе или на специальных кронштейнах, устанавливаемых на вершухе опор; на станциях, в населенных пунктах и на подходах к ним питающие провода имеют двойное крепление; на всем протяжении питающие провода скрещивают.

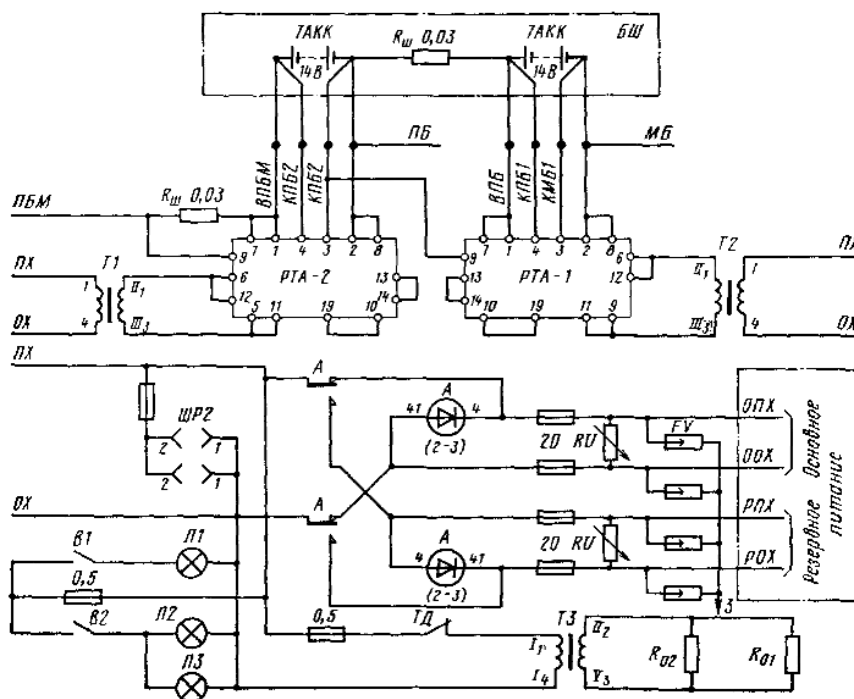


Рисунок 105- Схема электропитания автоматической переездной сигнализации с автошлагбаумами

Батарея аккумуляторов напряжением 28 В (2 батареи по 14 В) обеспечивает работу электроприводов шлагбаумов и резервирование огней переездных светофоров при отключении переменного тока (рис. 105). При автоматической переездной сигнализации без автошлагбаумов устанавливают батарею аккумуляторов напряжением 14 В.

Для питания реле и схем автоблокировки используют выпрямитель типа БПШ. Разделение источников питания позволяет сохранять работоспособность автоблокировки при повреждении цепей управления автошлагбаума.