

ЗАО "ЭТК "Плутон"



КОНЦЕПЦИЯ ПОСТАВКИ И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

**для тяговых подстанций
городского электрического транспорта**



Содержание

1. Концепция комплектной поставки оборудования.....	3
2. Введение	4
3. Состав оборудования для тяговых подстанций городского электрического транспорта.....	8
4. Комплектные распределительные устройства 10(6) кВ серии NEX.....	9
4.1. Основные типы ячеек.....	11
4.2. Основные технические характеристики NEX-10(6) кВ.....	11
4.3. Вакуумный выключатель Evolis	12
4.4. Устройства управления и защиты в NEX.....	14
5. Описание распределительных устройств нового поколения для тяговых подстанций городского электрического транспорта РУ ± 600 В	16
5.1. Особенности распределительных устройств РУ«+»600 В серии РУ-600.....	16
5.2 Основные компоненты ячейки распределительного устройства РУ «+» 600 В серии РУ-600	20
5.2.1. Быстродействующий выключатель.....	20
5.2.2. Разъединители	22
5.2.3. Система управления и защиты	23
5.2.4. Система мониторинга тяговой сети SMTN2-1,0-10	26
5.2.4.1 Назначение и основные функции.	26
5.2.4.2 Конструктивное исполнение.....	27
5.2.4.3 Функции защиты по току и напряжению.....	27
5.2.4.4 Следы.....	28
5.3. Распределительные устройства отрицательной шины РУ«-» 600 В серии РУОШ-600	31
5.4. Факторы надежности и безопасности распределительных устройств РУ ± 600 В	33
6. Выпрямитель для тяговых подстанций городского электрического транспорта.....	34
6.1. Секции преобразовательные выпрямителей серии В-ТПЕД.....	34
6.2. Микропроцессорная система управления и диагностики	35
6.3. Трансформаторы RESIBLOC®.....	36
7. Собственные нужды тяговой подстанции.	39
7.1. Шкаф собственных нужд	39
7.2. Вводное устройство	40
7.3. Шкаф оперативного тока	41
7.4. Шкаф комбинированной защиты кабелей	41
8. Телемеханика	43
9. Заключение	45

1. Концепция комплектной поставки оборудования

На основании многолетнего опыта разработки и поставки оборудования для метрополитенов, сложилась определенная концепция поставки оборудования, которой Компания "Плутон" придерживается на протяжении последних десяти лет.

Основные положения поставки оборудования для тяговых подстанций городского электрического транспорта:

- 1) Все оборудование для тяговых подстанций городского электрического транспорта должно представлять собой единый автоматизированный комплекс, **не требующий периодического обслуживания и ремонтов.**
- 2) Оборудование должно поставляться **«под ключ»**, начиная с участия в проектных работах. Оборудование поставляется как единый комплекс, с последующим монтажом, наладкой и вводом оборудования в эксплуатацию.
- 3) Нет необходимости поставки оборудования от одного производителя. Напротив, в комплект оборудования для тяговых подстанций городского электрического транспорта должно входить **лучшее** оборудование от Компании "Плутон", а также **лучшее** оборудование от ведущих производителей электротехнического оборудования.
- 4) Обязательным при поставке комплекта электрооборудования для тяговых подстанций является полная увязка оборудования в **единый проектный и программный комплекс**, а также соответствие оборудования критерию **надежности**, критерию **отсутствия необходимости обслуживания и периодического ремонта.**
- 5) Обязательным критерием для оборудования, поставляемого в комплекте тяговой подстанции городского электрического транспорта, является способность оборудования к **самодиагностике**, возможность **мониторинга**, а также способность посредством интегрированных интерфейсов **включаться в единую информационную сеть тяговой подстанции.**
- 6) **Ответственность** за надежную работу в гарантийный и постгарантийный период принимает на себя компания-поставщик, гарантируя тем самым бесперебойный ввод оборудования в эксплуатацию, техническую поддержку оборудования в гарантийный срок и постгарантийный период.
- 7) Очень важным преимуществом поставщика является его **способность модернизировать** программное обеспечение комплекса тяговой подстанции, а также способность с течением времени адаптировать оборудование к новому поколению элементной базы промышленных контроллеров, к новым интерфейсам и протоколам связи, появляющимся с развитием техники. Вследствие такого развития, на протяжении 20-ти – 30-ти лет эксплуатации оборудования, периодически будет возникать необходимость в модернизации системы управления и программного обеспечения.

2. Введение

С целью внедрения на тяговых подстанциях городского электрического транспорта Компания "Плутон" предлагает комплект современного оборудования нового поколения.

К преимуществам оборудования нового поколения для тяговых подстанций городского электрического транспорта следует отнести:

- уменьшенные габаритные размеры;
- одностороннее обслуживание, что обеспечивает значительное уменьшение площади тяговой подстанции;
- высокую степень защиты оборудования: степень защиты IP43 (в соответствии со стандартами ГОСТ 14254, IEC 529, EN 60 529) линейки шкафов на штатном месте и степень защиты IP54 отсека автоматики и управления. Обеспечивается надежная защита электрооборудования от пыли и загрязнений, повышается тем самым надежность оборудования, снижаются эксплуатационные расходы на обслуживание, снижаются риски электрического перекрытия вследствие загрязнения изоляционных поверхностей, а также риски возникновения пожара;
- в распределительных устройствах серии РУ-600 применен выкатной элемент с установленным на нем быстродействующим выключателем и двухполюсным линейным разъединителем, что улучшает условия электробезопасности при выполнении регламентных работ по обслуживанию распределительного устройства;
- схемы управления и сигнализации выполнены с применением промышленных контроллеров, что повышает надежность схемы, делает ее гибкой, дает возможность организации мониторинга тяговой подстанции с передачей всей необходимой информации на верхний уровень;



- программное обеспечение предоставляет возможность обработки и анализа данных, хранения и архивирования информации об аварийных ситуациях и переходных процессах;
- удобный доступ к основным компонентам оборудования при выполнении регламентных работ;
- отдельные компоненты оборудования, имеют на порядок лучшие эксплуатационные характеристики в сравнении с комплектующими изделиями, которые эксплуатировались на тяговых подстанциях до настоящего времени. Применение надежных современных компонентов обеспечивает повышение надежности, снижение эксплуатационных затрат на содержание как отдельных единиц оборудования, так и тяговой подстанции в целом.

Основные компоненты, используемые в оборудовании Компании "Плутон":

- быстродействующие выключатели – UR 26-81, UR 40-81, Secheron (Швейцария);
- разъединители – EST 1000, EST 2500, EDT 2500;
- контроллеры Bernecker&Rainer (Австрия);
- низковольтная аппаратура – ABB (ФРГ), Shneider Electric (Франция).



При разработке и производстве оборудования для тяговых подстанций использованы технологии необслуживаемых контактных соединений, что также существенно повлияло на повышение надежности оборудования и на снижение расходов в процессе эксплуатации.

Комплект оборудования для тяговых подстанций создан в тесном сотрудничестве с институтом «Киевпроект» (г. Киев), институтом «Минскинжпроект» (г. Минск), КП «Киевпастранс» (г. Киев), институтом «Укрметротоннельпроект» (г. Киев), КП «Киевский метрополитен» (г. Киев), институтом «Минскметропроект» (г. Минск), с учетом современных самых жестких требований к безопасности, эргономике, надежности и экономичности.

Компания "Плутон" было первым предприятием-производителем на постсоветском пространстве, начавшим внедрение на тяговых подстанциях городского электрического транспорта современных (мирового уровня) коммутирующих компонентов и технологий, средств автоматизации и электронных защит.



Мы обладаем огромным опытом комплектных поставок оборудования для тяговых подстанций городского электрического транспорта и метрополитена. Наиболее значительными объектами, на которые мы осуществляли поставки нашего оборудования, являются объекты:

- Минского городского электрического транспорта (Республика Беларусь);
- Харьковского метрополитена (Украина);
- КП «Киевпастранс» (Украина);
- Скоростного трамвая г. Кривой Рог (Украина);
- Трамвайно-троллейбусного управления г. Рига (Латвия);
- Минского метрополитена (Республика Беларусь);
- Киевского метрополитена (Украина);
- Московского метрополитена (Россия);
- Монорельсового транспорта г. Москва (Россия);
- Санкт-Петербургского метрополитена (Россия);
- Ташкентского метрополитена (Узбекистан);
- Бакинского метрополитена (Азербайджанская республика);
- Алматинского метрополитена (Республика Казахстан);
- Екатеринбургского метрополитена (Россия).

Для успеха, которого мы добились за годы своего существования, есть все объективные предпосылки:

- технические решения, ориентированные на передовой мировой уровень, с целью удовлетворения современных требований потребителя;
- разработка и реализация объектно-ориентированных проектов (реализация требований каждого конкретного энергохозяйства);
- наличие современных инженерных систем для проектирования и исследований;
- высококвалифицированные инженерные кадры;
- акценты на самые современные технические и технологические решения;
- стопроцентный контроль качества;
- сервисное обслуживание в период реализации проектов, а также в послегарантийный период.



Мы выполняем поставки оборудования для тяговых подстанций «под ключ», что включает в себя:

- проектно-конструкторские работы;
- изготовление и поставку оборудования;
- монтажные и пуско-наладочные работы;
- сдача объекта в эксплуатацию;
- сервисное обслуживание и обучение персонала.

Основные группы оборудования, поставляемого для тяговых подстанций:

- тяговые преобразователи (выпрямительные агрегаты), собранные как по «нулевой», так и по «мостовой» схеме выпрямления;
- распределительные устройства среднего напряжения 6, 10 кВ;
- распределительные устройства постоянного тока ± 600 В;
- распределительные устройства собственных нужд;
- система управления и мониторинга тяговой подстанции с полной диагностикой оборудования, выполненная на промышленных контроллерах;
- современные системы телемеханики, реализованные на промышленных контроллерах с использованием радиоканала и каналов связи GPRS мобильных операторов.

3. Состав оборудования для тяговых подстанций городского электрического транспорта

В состав оборудования для тяговых подстанций городского электрического транспорта входят:

1. Комплектные распределительные устройства 10(6) кВ серии NEX (производства Компании "Плутон" по лицензии компании Schneider Electric), в составе:
 - Ячейка вводной и отходящей линии;
 - Ячейка секционного выключателя;
 - Ячейка трансформатора напряжения;
 - Ячейка с трансформатором собственных нужд.
 -
2. Выпрямители В-ТПЕД-1000-600Н-УХЛ4 («нулевая» схема выпрямления) в составе:
 - трансформатор преобразовательный типа RESIBLOC® 1000 кВА (производство компании ABB, ФРГ);
 - секция преобразовательная В-ТПЕД-1000-600Н-УХЛ4.
3. Выпрямители В-ТПЕД-2,0к-600Н-УХЛ4 («нулевая» схема выпрямления) в составе:
 - трансформатор преобразовательный типа RESIBLOC® 2000 кВА (производство компании ABB, ФРГ);
 - секция преобразовательная В-ТПЕД-2,0к-600Н-УХЛ4.
4. Выпрямители В-ТПЕД-800-600М-УХЛ4 («мостовая» схема выпрямления) в составе:
 - трансформатор преобразовательный типа RESIBLOC® 630 кВА (производство компании ABB, ФРГ);
 - секция преобразовательная В-ТПЕД-800-600М-УХЛ4.
5. Выпрямители В-ТПЕД-1,25к-600М-УХЛ4 («мостовая» схема выпрямления) в составе:
 - трансформатор преобразовательный типа RESIBLOC® 1000 кВА (производство компании ABB, ФРГ);
 - секция преобразовательная В-ТПЕД-1,25к-600М-УХЛ4.
6. Выпрямители В-ТПЕД-2,0к-600М-УХЛ4 («мостовая» схема выпрямления) в составе:
 - трансформатор преобразовательный типа RESIBLOC® 1600 кВА (производство компании ABB, ФРГ);
 - секция преобразовательная В-ТПЕД-2,0к-600М-УХЛ4.
7. Распределительные устройства постоянного тока серии РУ «+» 600 В в составе:
 - Ячейка линейная РУ-600Л-УХЛ4;
 - Ячейка катодная РУ 600К-УХЛ4;
 - Ячейка запасная РУ-600З-УХЛ4.
8. Распределительное устройство постоянного тока отрицательной шины РУ «-» 600 В в составе:
 - Ячейка агрегатная на три агрегатных ввода РУОШ-600А-324-УХЛ4;
 - Ячейка линейная на четыре отходящих фидера РУОШ-600Л-004-УХЛ4.
9. Шкаф собственных нужд ШСН-УХЛ4.
10. Шкаф оперативного тока ШОТ 220/20-24/10-УХЛ4.
11. Вводное устройство ВУ-УХЛ4.
12. Шкаф комбинированной защиты кабелей ШКЗ-УХЛ4.
13. Телемеханический комплекс.

4. Комплектные распределительные устройства NEX-10(6) кВ

Комплектное распределительное устройство среднего напряжения является одним из самых важных звеньев в цепи распределения электроэнергии. Компания "Плутон", основываясь на своем многолетнем опыте поставки оборудования, предлагает в качестве распределительных устройств среднего напряжения КРУ-10(6) кВ распределительные устройства серии NEX, которые изготавливаются по лицензии компании Schneider Electric.

Ячейка NEX представляет собой комплектное распределительное устройство (КРУ) в металлическом корпусе, предназначенное для внутренней установки на понижающих и распределительных подстанциях, а также распределительных пунктах. Ячейка NEX объединяет в себе инновационные решения, основанные на испытанных технологиях и имеет в своем составе: высокоэффективный коммутационный электрический аппарат, цифровые системы защиты, контроля и управления, а также корпус, устойчивый к воздействию возникающей внутри него электрической дуги.

Ячейки серии NEX соответствуют требованиям ГОСТ 14693 и стандарта МЭК 60298.



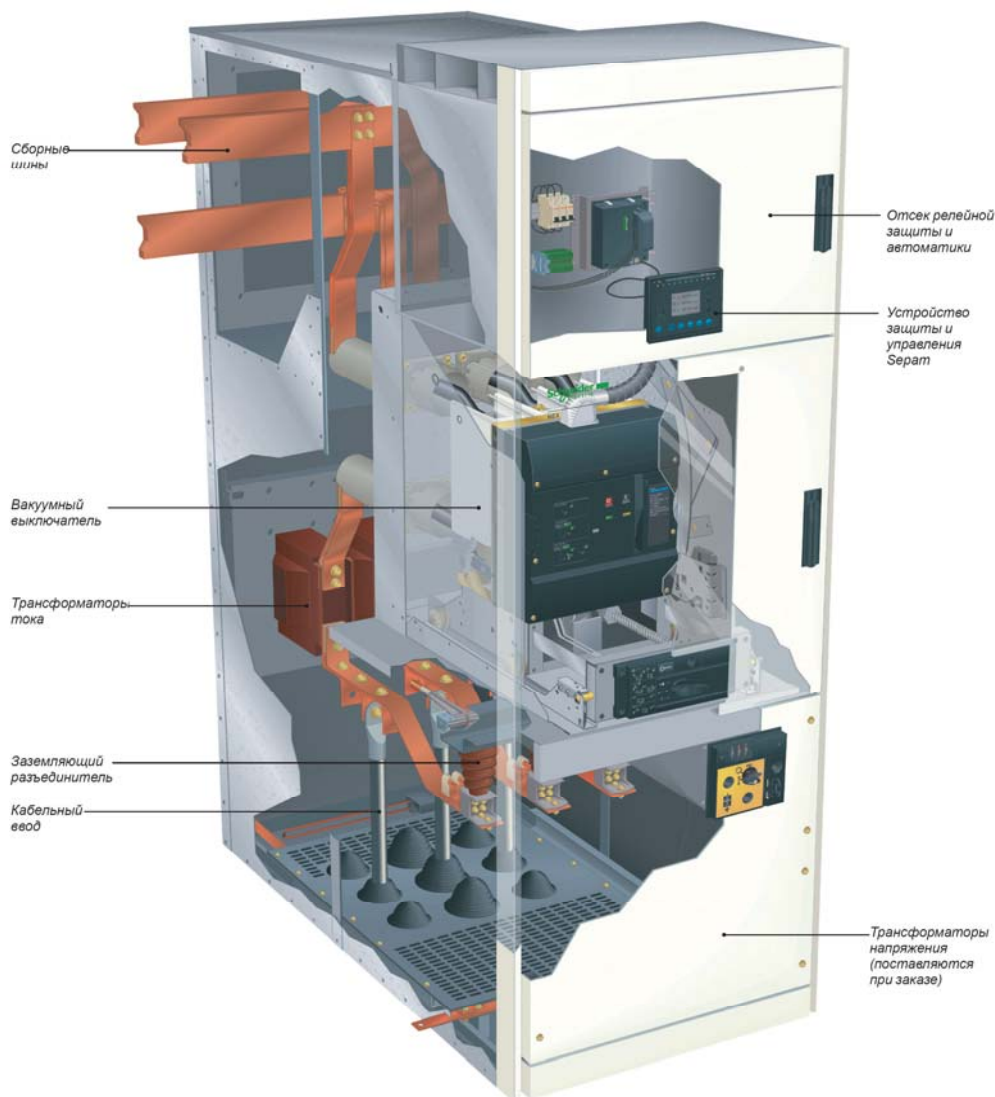
Комплектное распределительное устройство NEX-10(6) кВ

Ячейка состоит из 4 отсеков, разделенных между собой металлическими перегородками:

- **отсек релейной защиты и автоматики.** В отсеке расположены устройство защиты Seram или MiCom (по требованию Заказчика), приборы контроля и учета электроэнергии, клемные ряды и другая аппаратура вспомогательных цепей;
- **отсек коммутационного аппарата.** В отсеке, помимо выкатного элемента с вакуумным выключателем (тележки с разъединителем или заземляющим разъединителем), расположены подвижные металлические шторки, которые автоматически закрываются при перемещении выключателя / разъединителя / заземляющего разъединителя из рабочего положения в контрольное;

- **кабельный отсек.** В отсеке расположены кабельные вводы, заземляющий разъединитель, модуль системы индикации наличия напряжения, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения;
- **отсек сборных шин.** В отсеке расположены медные шины, проходные изоляторы.

Каждый отсек (кроме отсека релейной защиты) имеет свой канал отвода газов.



Основные компоненты распределительного устройства NEX-10(6) кВ

Все металлические элементы ячейки заземлены:

- корпус и двери ячейки;
- выкатной элемент (выключатель, тележка с разъединителем или заземляющим разъединителем) и трансформаторы напряжения - в соответствии с техническими требованиями на данные элементы;
- кабельные вводы, заземляющий разъединитель, датчики тока и трансформаторы напряжения - в соответствии с техническими требованиями на данные элементы.

Ячейки NEX обеспечивают высокую степень защиты персонала, благодаря развитой системе блокировок. Вспомогательное оборудование низкого напряжения и блок мониторинга находятся отдельно от секции высокого напряжения и размещены в отсеке релейной защиты и автоматики.

4.1. Основные типы ячеек

Основные типы ячеек NEX-10 (6) кВ:

- Ячейка вводной и отходящей линии;
- Ячейка секционного выключателя;
- Ячейка трансформаторов напряжения;
- Ячейка с трансформатором собственных нужд.

Ячейка вводной и отходящей линии



Ячейка секционного выключателя



Ячейка трансформаторов напряжения



Ячейка с трансформатором собственных нужд



В ячейках вводной и отходящей линии и ячейке секционного выключателя установлен вакуумный выключатель выкатного исполнения.

4.2. Основные технические характеристики NEX-10(6) кВ

Таблица 1. Технические характеристики NEX-10(6) кВ

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение	
Номинальное напряжение	кВ	6	10
Наибольшее рабочее напряжение	кВ	7,2	12
Электрическая прочность изоляции			
Выдерживаемое напряжение промышленной частоты 50 Гц в течение 1 мин	кВ	32	42
Импульсное значение 1,2/50 мкс	кВ	60	75
Ток			
Ток термической стойкости	кА/3 сек	25	25
		31,5	31,5
Ток электродинамической стойкости	кА	62,5	62,5
		81	81
Номинальный ток сборных шин	А	1250, 2500	1250, 2500
Номинальный ток главных цепей	А	630	630
		1250	1250
		2500	2500
Стойкость к внутренней дуге (дополнительно)			
IAC-AFLR	кА/0,5 сек	25	25
Класс защиты		-IP4X для оболочки; -IP2X между отсеками.	

Условия эксплуатации

КРУ NEX изготовлено для работы в нормальных климатических условиях в помещениях в соответствии с нормами МЭК 62271-1 и ГОСТ 15150.

Температура окружающей среды:

- при эксплуатации: нижнее предельное значение температуры воздуха - минус 25 °С, верхнее - плюс 40 °С (среднесуточное значение температуры воздуха не более плюс 35 °С);
- при транспортировке: нижнее предельное значение температуры воздуха - минус 45 °С, верхнее - плюс 50 °С .

Высота над уровнем моря:

- не более 1000 м;
- при применении устройств для работы на высоте более 1000 метров над уровнем моря, необходимо соблюдать дополнительные требования стандартов МЭК 62271-1, ГОСТ 15150 и ГОСТ 1516.1 по согласованию с производителем устройств.

Окружающая среда:

- не взрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, соли, водяных паров и агрессивных газов в концентрациях, снижающих параметры распределительного устройства.
- среднесуточная относительная влажность не более 95 %,
- среднемесячная относительная влажность не более 90 %,
- среднесуточное атмосферное давление не более 2,2 кПа,
- среднемесячное атмосферное давление не более 1,8 кПа.

4.3. Вакуумный выключатель Evolis

Выключатели Evolis применяются в качестве коммутационного аппарата для защиты и управления распределительными и промышленными сетями.

Технические параметры выключателя Evolis:

- Номинальное напряжение 6 ,10 кВ.
- Наибольшая отключающая способность при КЗ: до 31,5 кА.
- Номинальный ток от 630 А до 2500 А.
- Технология осевого магнитного поля (AMF) при отключении (принцип вращения дуги).
- Выкатное исполнение.

Особая форма рабочих контактов в вакуумных камерах выключателя и перемещение дуги в процессе ее гашения обеспечивают максимально возможную в данном типе выключателей «мягкость» гашения дуги даже при высоких значениях тока.

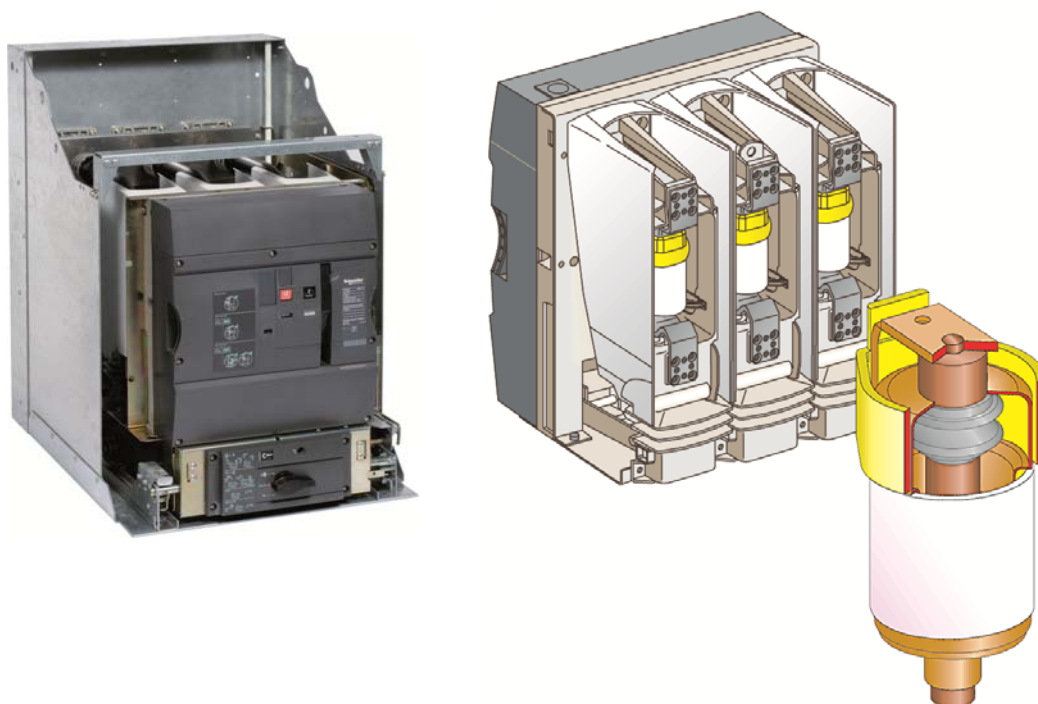
Преимуществами данной технологии являются:

- компактность рабочих контактов и вакуумных камер;
- «мягкость» гашения дуги.

Evolis соответствует самому высокому классу электрической износостойкости (МЭК 62271-100: класс E2).

Электромагнитное поле генерируется внешним витком, который окружает контактную зону. Это техническое решение упрощает и, тем самым, повышает надежность вакуумной камеры, сверхмощные контакты не деформируются при замыкании-размыкании.

Evolis соответствует самым высоким требованиям механической износостойкости (МЭК 62271-100: класс M2).



Выключатель Evolis

Таблица 2. Технические характеристики выключателя Evolis

Общие технические характеристики в соответствии с МЭК 62271-100					
Наименование параметра	Ном. ток откл. (Isc)	Ном. ток	Значение		
Ширина ячейки (мм)			650	800	900
	25 кА	630 А	+	+	
		1250 А	+	+	
		2500 А			+
	31,5 кА	630 А	+	+	
		1250 А	+	+	
		2500 А			+
Дополнительные характеристики в соответствии с МЭК 62271-100					
Номинальные параметры	Обозн.	Ед.изм.	Значение		
Напряжение	Ur	кВ	6	10	10
Напряжение изоляции: - промышленная частота 50 Гц, 1 мин. - грозовой разряд (1.2/50 мсек)	Ud	кВ	32	42	42
	Up	кВ	57	75	75
Частота	fr	Гц	50-60		
Ток термической стойкости	I _k /t _k	кА	Isc/3 сек		
Ток электродинамической стойкости (ударный)	I _p	кА	2,5 Isc (50 Гц)		
Номинальный ток включения		кА	2,5 Isc (50 Гц)		
Другие характеристики					
Последовательность операций	О-0.3 сек-ВО-15 сек-ВО О-0.3 сек-ВО-3 мин-ВО О-3 мин-ВО-3 мин-ВО				
Временные характеристики	Размы- кание	мсек	< 50		

	Полное отключение	мсек	< 60
	Включение	мсек	< 71
Механическая прочность	Класс		M2
	Ресурс циклов		30 000
Коммутационная износостойкость	Класс		E2
Количество коммутаций при полном значении	Isc	25 кА	100
		31,5 кА	50
Отключающая способность емкостного тока	Класс		C1 (для определенных типов)
Рабочая температура		°C	минус 35 °C до +40 °C
Средняя относительная влажность	24 ч		< 95 %
	1 месяц		< 90 %

Защита от внутренней дуги в ячейках NEX

Ячейки NEX конструктивно защищены от разрушающего действия внутренней дуги и обеспечивают безопасность обслуживающего персонала. В качестве дополнительной опции в ячейке NEX может быть установлен детектор внутренней дуги - электронный модуль с оптическим датчиком. Оптические датчики измеряют силу света, созданного дугой, в ячейке NEX. Электронный модуль, после обработки информации от датчиков, посылает сигнал на отключение выключателя.

В случае, если распределительное устройство NEX установлено в середине помещения, для безопасной работы обслуживающего персонала обеспечивается четырехсторонняя защита.

4.4. Устройства управления и защиты в NEX

В распределительных устройствах NEX применены наиболее эффективные средства управления и защиты, благодаря чему ячейки NEX могут быть легко интегрированы в систему автоматизированного управления подстанций.

Каждая ячейка NEX может быть оборудована комплексной системой управления, контроля и защиты, которая состоит из:

- измерительных трансформаторов для определения требуемых электрических величин (фазного тока, остаточного тока, напряжений и т.д.);
- релейной защиты, легко адаптируемой в систему защиты КРУ;
- системы индикации и сигнализации для информирования обслуживающего персонала;
- различных дополнительных вспомогательных устройств: блоков для тестирования вторичных цепей, и т.д.

Устройства релейной защиты и управления Sepam

Устройство релейной защиты и управления Sepam является ядром системы защиты, контроля и управления, применяемой в ячейках NEX, и выполняет все необходимые функции защиты, измерения, управления, контроля и сигнализации.

Цифровые устройства релейной защиты Sepam серий 20, 40, 80 спроектированы с учетом мирового опыта в области защиты электрических сетей.

Устройства Sepam серий 20, 40 и 80 выполняют все необходимые функции:

- эффективная защита оборудования и персонала;
- точные измерения и детальная диагностика;
- управление силовыми коммутирующими устройствами;
- контроль и индикация состояния силовых коммутационных устройств;

- обмен информацией с централизованной системой управления по коммуникационной сети.



Устройства релейной защиты Seram

Серия Seram соответствует стандарту МЭК 61850.

Для быстрой адаптации к различным требованиям защиты и управления, а также удобства последующей модернизации, функции устройства Seram могут быть расширены (улучшены) путем добавления различных модулей, которые устанавливаются в соответствии с запросами Заказчика.

Преимущества системы Seram:

- Более чем 20 летний опыт создания систем релейной защиты;
- Более 150,000 блоков Seram успешно эксплуатируются в 90 странах мира;
- Система качества основывается на результатах испытаний и жестких требованиях к условиям эксплуатации, таким как температура, загрязнение и т.д.;
- Энергомический и интуитивный интерфейс «человек-машина»(UMI);
- Доступное программное обеспечение;
- Эффективная защита персонала и оборудования;
- Точные измерения и детальная диагностика;
- Встроенная функция управления оборудованием;
- Управление и система индикации как на ячейке, так и на дистанционном пульте.

Устройство контроля и учета электроэнергии

Устройство контроля и учета электроэнергии PowerLogic - это полный модельный ряд измерителей мощности для выбранной конфигурации КРУ. Устройство контроля и учета электроэнергии PowerLogic обладает высокими эксплуатационными характеристиками, оптимальной стоимостью и обеспечивает точные измерения.

Устройство контроля и учета электроэнергии PowerLogic серии 3000/4000 спроектировано для использования в ключевых точках электросети с наиболее чувствительными нагрузками для проведения подробного анализа. С его помощью можно получить данные, необходимые для восстановления нормальных режимов работы электрических сетей. Этот прибор может определять среднюю стоимость электрической энергии, потреблённой в течение указанного периода или в реальном времени.

По желанию Заказчика может быть установлено другое устройство учета и контроля электроэнергии.



Устройство контроля и учета электроэнергии PowerLogic

5. Описание распределительных устройств нового поколения для тяговых подстанций городского электрического транспорта РУ ±600 В

5.1. Особенности распределительных устройств РУ«+»600 В серии РУ-600

Распределительные устройства РУ-600 В предназначены для работы на тяговых подстанциях в системе энергоснабжения тяговой сети городского электрического транспорта.





Ячека РУ-600Л, выкатная тележка
в ремонтном положении

система управления и защит выполняет функции системы мониторинга отдельных единиц оборудования и подстанции в целом.

Система мониторинга и визуализации позволяет в простой и удобной форме отображать состояние элементов подстанции, представлять информацию в доступном для анализа виде.

Система ведет энергонезависимый протокол событий, происходящих на подстанции, запись аварийных процессов, мониторинг нагрузок фидерных линий. Протокол событий позволяет выявить возможные ошибки персонала в случае возникновения аварийных процессов, проанализировать правильность действий персонала, состояние тяговой сети и оборудования за промежутки времени, предшествующий аварии.

Силовая часть распределительных устройств выполнена с использованием технологии необслуживаемых контактных соединений. Применены специальные компенсирующие устройства производства ФРГ, которые стабилизируют прижим на контактных соединениях, независимо от температуры и тепловых расширений.

Благодаря этому во время эксплуатации распределительных устройств нет необходимости в периодической подтяжке, обслуживании контактных соединений. Тепловая стабилизация контактного соединения снижает вероятность возникновения пожара в распределительных устройствах и на тяговой подстанции в целом.

Концептуальные решения, применяемые в распределительных устройствах РУ «+» 600В производства Компании "Плутон", основаны на минимизации участия человека в процессах переключения, сборки и разборки схемы на подстанции. Мы исходим из того положения, что чем меньше человек вмешивается в процесс переключений, процесс обдумывания блокировок, чем меньше прикладывает усилия к коммутирующим аппаратам в процессе переключения – тем надежнее работает электроустановка и тем меньше вероятность поражения персонала электрическим током. Данная концепция реализуется с помощью применения малогабаритных, маломощных сервоприводов для управления разъединителями, для выкатывания и вкатывания тележки с выключателем, а также с помощью применения электромагнитных блокировок, управляемых промышленными контроллерами.

Распределительные устройства серии РУ-600 состоят из металлического шкафа, набора коммутирующих, управляющих, защитных и измерительных компонентов. Компоненты смонтированы в специализированных отсеках.

Высоковольтные и низковольтные отсеки разделены между собой, что обеспечивает надежность работы, безопасность обслуживания и эксплуатации оборудования.

Распределительные устройства состоят из 3-х основных отсеков:

1) отсек быстрогодействующего выключателя;

2) отсек силовых шин и кабелей;

3) отсек автоматики и управления.

В отсеке быстрогодействующего выключателя располагается выкатная тележка с быстродействующим выключателем, линейным двухполюсным разъединителем, сервоприводом тележки и другой коммутирующей и исполнительной аппаратурой.

Распределительные устройства оборудованы микропроцессорной системой управления и защит, которая управляет всеми процессами, происходящими на тяговой подстанции, обеспечивает все виды электронных защит, электронных и электромеханических блокировок. Кроме того,

Основные параметры распределительных устройств серии РУ-600

Таблица 3. Технические характеристики распределительных устройств серии РУ-600

Наименование параметра	Устройства распределительные		
	РУ-600К-УХЛ4	РУ-600Л-УХЛ4	РУ-600З-УХЛ4
1. Номинальное напряжение силовой цепи, В	600		
2. Номинальный ток силовой цепи, А	2000	1000	1000
3. Ток динамической устойчивости, кА	80		
4. Номинальная отключающая способность тока к.з., кА/мс	125/100		
5. Диапазон уставок токовой защиты по прямому току, кА	1,4-2,7; 2,0-8,0; 4,0-15,0		
6. Уставка защиты обратного тока, А	400±10%	-	
7. Виды электронных защит: • токовая отсечка без выдержки времени (максимально-импульсная отсечка); • максимально-токовая защита с выдержкой времени; • превышение заданного предельного значения скорости нарастания тока (di/dt); • тепловая защита от отжига контактного провода (токовременная защита); • контроль снижения напряжения ниже минимально допустимого уровня.	Да		
8. Управление	Микропроцессорное		
9. Номинальное напряжение цепи управления, В постоянного тока	220		
10. Номинальное напряжение цепи освещения, В	220, 50 Гц		
11. Номинальное напряжение цепи сигнализации, В постоянного тока	24		
12. Охлаждение	Естественное воздушное		
13. Габаритные размеры каждой ячейки, не более, мм	800 x 2000 x 1200		
14. Масса, кг, не более	520		
15. Исполнение выключателя	Выкатное		
16. Обслуживание	Одностороннее		

Выкатной элемент имеет три положения: рабочее, контрольное и ремонтное. Из рабочего в контрольное положение, а также обратно из контрольного в рабочее выкатной элемент перемещается автоматически с помощью электрического сервопривода. При этом человек не прикладывает никаких усилий при вкатывании и выкатывании тележки. В контрольное положение и обратно в рабочее тележка перемещается только после того, как управляющий контроллер даст разрешение на выкатывание тележки проверив все блокировки, которые участвуют в системе безопасности на подстанции (а не только в данной конкретной ячейке).

Описанный алгоритм означает, что человек только дает команду собрать или разобрать схему нажатием на ту или иную кнопку панели управления. Все остальное делает электроника и механика: проверяет возможность осуществления поданной команды из соображения безопасности, посредством электрических сервоприводов управляет разъединителями, быстродействующим выключателем, выкатной тележкой, механическими блокировками. В случае невозможности выполнения той или иной команды по причине блокирования ошибочных действий, неисправности оборудования, отсутствия напряжения и т.п., система сообщает оперативному персоналу о том, что команда не выполнена и о причине, в результате которой команда не выполнена. Таким образом, практически полностью исключается вероятность возникновения ошибок персонала, которые могут привести к авариям или трагическим последствиям.

Состояние коммутирующих аппаратов распределительного устройства изображается в каждый момент времени на однолинейной схеме, изображенной на панели управления, расположенной на фасаде распредустройства запасного РУ-600З-УХЛ4.



Быстродействующий выключатель
на выкатной тележке

Благодаря тому, что человеческий фактор исключается из процесса оперативных переключений, существенно повышается надежность работы коммутирующих аппаратов, т.к. во многих случаях, последние выходят из строя из-за чрезмерных усилий, приложенных во время операций включения (отключения) разъединителей вручную при неснятых механических блокировках и др.

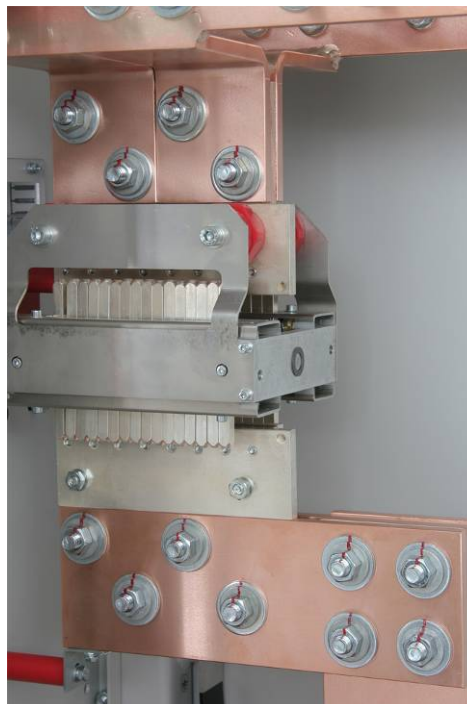
Благодаря применению электромеханических исполнительных механизмов, сервоприводов, микропроцессорных контроллеров оборудование способно само себя диагностировать. Информация о состоянии оборудования передается оперативному персоналу, что позволяет быстро и с высокой достоверностью определить характер неисправности.

Энергопотребление приводов включения-отключения быстродействующего выключателя, разъединителей – незначительное (в сравнении с энергопотреблением аппаратуры, применяемой на большинстве тяговых подстанций до настоящего времени), что позволяет снизить установленную мощность оборудования для питания собственных нужд тяговой подстанции и сэкономить электроэнергию.

Система управления и защит интегрируется в общую сеть с системами управления верхнего уровня (телемеханикой), центральным диспетчерским пультом, организовывая единую автоматизированную систему управления тяговыми подстанциями (АСУ ТП).

Отличительные особенности нового поколения распределительных устройств серии РУ «+» 600 В производства Компании "Плутон":

- высокая степень надежности;
- степень защиты IP43 (в соответствии со стандартами ГОСТ 14254, IEC 529, EN 60 529) линейки шкафов на штатном месте и IP54 отсека автоматики и управления обеспечивает надежную защиту электрооборудования от пыли и загрязнений, повышая тем самым надежность оборудования, снижая эксплуатационные расходы на обслуживание;
- отсутствие необходимости в периодическом обслуживании и периодических ремонтах;
- снижение габаритных размеров, массы, материалоемкости и, как следствие, уменьшение расходов на капитальное строительство;
- удобство осмотров, обслуживания за счет применения выкатного элемента с установленным быстродействующим выключателем и линейным разъединителем;
- возможность мониторинга и самодиагностики оборудования, что приводит к снижению затрат времени на обслуживание, поиск неисправностей, ремонтно-восстановительные работы;



- встроенная система мониторинга тяговой сети с набором электронных защит тяговой сети;
- повышение безопасности эксплуатации;
- снижение вероятности возникновения пожаров.

Распределительные устройства удовлетворяют требованиям ПУЭ, ПТЭ и ПБЭ ЭП, ППБ, СНИП, техническому заданию, техническим условиям.

5.2. Основные компоненты ячейки распределительного РУ «+» 600В серии РУ-600

5.2.1. Быстродействующий выключатель

Быстродействующий выключатель UR26-81 производства компании Secheron (Швейцария) – самый современный и эффективный быстродействующий коммутирующий защитный аппарат, предназначенный для работы в цепях постоянного тока. Аппарат имеет повышенный ресурс механического износа, высокую отключающую способность. Благодаря уникальной системе дугогашения аппарат обладает минимальными расстояниями приближения до заземленных частей и изоляционных экранов. Эксплуатационные характеристики выключателя UR26-81 значительно превосходят характеристики эксплуатируемых в настоящее время на тяговых подстанциях городского электрического транспорта выключателей типа BAT-43, ВАБ-43.



Быстродействующий выключатель
UR26-81

Применение быстродействующих выключателей UR26-81 позволяет построить ячейку с минимальными габаритными размерами: шириной 800 мм, глубиной 1200 мм, высотой 2000 мм. Это существенное (более чем в 2,5 раза) снижение габаритных размеров по сравнению с эксплуатируемыми до настоящего времени распределительными устройствами предыдущих поколений.

Минимизация габаритных размеров оборудования создает предпосылки для экономии полезной площади на тяговых подстанциях и, как следствие, экономии денежных средств на капитальное строительство.

Вследствие высокой механической и электрической надежности применение выключателя UR26-81, ведет к снижению затрат на его обслуживание.

Компания Secheron производит выключатели UR26-81 на номинальные токи 2600 А, 3600 А, 4000 А. Выключатель выпускается в двух исполнениях по способу удержания главного контакта: с электрическим удержанием и магнитным удержанием. Главный силовой контакт выполнен из твердого цельнометаллического сплава серебра. Контакт не подлежит механическому обслуживанию (зачистке) после аварийных отключений и отключений по перегрузке. Единственным способом обслуживания главного контакта являются периодические осмотры и промывка контактной поверхности ветошью, смоченной в растворяющих составах. Периодичность осмотров – 250 отключений по перегрузке. Механический износ – 8х25000 циклов включений-отключений. Система дугогашения способствует ограничению нарастания тока короткого замыкания, а также ограничивает уровень перенапряжений, возникающих при отключении быстродействующего выключателя.

У выключателя UR26-81 нет дугогасящих контактов. Присутствуют только главные контакты. Такое техническое решение увеличивает надежность выключателя, т.к. при

отключениях особо тяжелых коротких замыканий дугогасящие контакты подвержены выгоранию и подлежат замене. Кроме того, отсутствие дугогасящих контактов способствует сокращению времени отключения.

Уставка выключателя регулируется плавно. Однажды откалиброванный на предприятии-изготовителе выключатель не требует входного контроля у заказчика, контроля и периодической калибровки в процессе эксплуатации. При необходимости изменения уставки выключателя необходимо с помощью специального винта установить значение делений на шкале уставок, соответствующее току уставки. На этом операция изменения уставки окончена. Точность описанной настройки уставки составляет $\pm 10\%$ благодаря тому, что характеристика изменения уставок в широком диапазоне линейная. При этом нет необходимости в калибровке выключателя.

Быстродействующий выключатель установлен на выкатной тележке. Конструктивно выключатель сблокирован с линейным разъединителем, который также установлен на выкатной тележке. Таким образом, все основные силовые коммутирующие элементы расположены на выкатной тележке и могут с легкостью подвергаться ремонту и осмотру, когда тележка находится в ремонтном положении.

Наличие выкатного элемента предполагает жесткие требования к точности изготовления металлоконструкции, точности работы всех механических узлов и блокировок. С целью обеспечения выполнения жестких технических требований к механическим узлам и конструктивам в распределительных устройствах производства Компании "Плутон" используются каркасные металлоконструкции фирмы RITTAL (ФРГ).

Использование конструктивов RITTAL дает еще одно существенное преимущество. На высоком технологическом уровне немецкие инженеры выполняют металлоконструкции со степенью защиты IP43 (силовые отсеки распределительных устройств), IP54 (отсек управления и автоматики), что делает распределительное устройство защищенным от попадания пыли. Это в свою очередь приводит к снижению эксплуатационных расходов, повышается надежность работы распределительных устройств, т.к. отсутствие пыли снижает вероятность электрического перекрытия по изоляционным поверхностям в высоковольтных отсеках, снижает вероятность возникновения пожаров.

Преимущества быстродействующих выключателей постоянного тока Secheron:

1. Механическая простота.
2. Автоматическая настройка прижатия контакта.
3. Длительный срок службы: пример - замена контакта на выключателе выполняется через 3000 отключений токов КЗ.
4. Изоляционный материал, самоочищающийся под действием дуги.
5. Уставка на отключение регулируется плавно.
6. Все изоляционные материалы соответствуют жестким Европейским экологическим требованиям.
7. Нет дугогасящего контакта, что делает время на отключение минимальным.
8. Ток при отключении выключателя при КЗ не успевает достигнуть больших значений.
9. Длительное время не требуются смазка, регулировка, техническое обслуживание.
10. Небольшая масса выключателей.

Технические параметры быстродействующего выключателя UR26-81

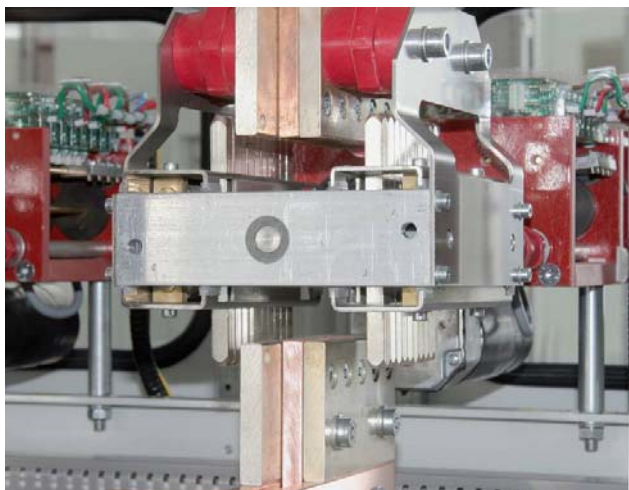
Таблица 4. Технические характеристики быстродействующего выключателя UR26-81

Наименование параметра	UR26-81
1. Исполнение по поляризации	неполяризованный
2. Род тока главной цепи	постоянный
3. Номинальный рабочий ток, при установке в шкафу, А:	2600
4. Номинальное напряжение главной цепи, В	900
5. Пределы токов уставки, А	1400...2700, 2000...8000
6. Автоматическое отключение по сверхтоку	Да
7. Номинальная отключающая способность при коротком замыкании, кА/мс	125/100
8. Номинальное напряжение цепей управления, В	24, 36, 48, 64, 72, 96, 110, 220
9. Расстояние до заземленных частей (без экрана/с экраном) По высоте, мм По глубине, мм По ширине, мм	750 200/25 300/95
10. Механическая прочность без обслуживания, чистки и смазки (неаварийных переключений), циклов	8 x 25000
11. Внеочередная ревизия	После 250 отключений по перегрузке
12. Испытательное напряжение, кВ: Главная цепь относительно земли, кВ Между главными контактами, кВ	15 15
13. Условия эксплуатации: Высота над уровнем моря – не более, м Температура окружающей среды, °С	1400 -25...+40
14. Масса, кг	77

5.2.2. Разъединители

Разъединители EST 1000, EST 2500 и EDT 2500, используемые в распределительных устройствах РУ«+»600 В, РУ«-»600 В, имеют уникальную конструкцию контактной системы с двойным разрывом и самозачищающимися контактами, что позволяет выполнить подключение быстродействующего выключателя, установленного на выкатной тележке, к силовой шине без механических усилий.

Легкость выкатывания тележки с выключателем и двухполюсным разъединителем типа EDT 4000 достигается за счет оригинальной конструкции разъединителя. Разъединитель двухполюсный – имеет два ряда ламелей, которые в исходном (отключенном) состоянии разведены таким образом, что подключаемые шины входят в разъединитель беспрепятственно, без механического сопротивления. Только после того, как выкатной элемент окажется на своем месте, все блокировки подтвердят разрешение на включение разъединителя, сервопривод начинает сводить ламели, и ламели входят в контакт с шинами. При этом, за счет оригинальной механики, ламели притираются о плоскость шины, зачищая окисную пленку серебра. Каждая ламель прижимается индивидуальной пружиной, не связана с другими и работает самостоятельно. В случае выхода из строя одной ламели (ослабла пружина и др.) остальные остаются в работе и никаких аварийных ситуаций не возникает. К тому же по суммарной площади контактных поверхностей ламелей разъединитель имеет четырехкратный запас площади контактной поверхности относительно требований стандартов. Разъединитель относится к разряду необслуживаемых, требует технического обслуживания через 10000 циклов (или через 10 лет).



Разъединитель EST

Распредустройства снабжены специальным заземляющим разъединителем, что исключает необходимость наложения переносного заземления человеком. Заземляющий разъединитель имеет такую же конструкцию, как описанный выше рабочий разъединитель. Разъединитель управляется сервоприводом или вручную. При проведении регламентных и ремонтных работ нет необходимости доступа персонала в шинный отсек, что существенно снижает опасность поражения электрическим током.

Разъединители типа EST, EDT имеют уменьшенный габарит и высокие эксплуатационные характеристики. В таблице 5 приведены основные характеристики разъединителей EST, EDT.

Технические характеристики разъединителей EST и EDT

Таблица 5. Технические параметры разъединителей типа EST 1000, EDT2500, EDT 2500

Наименование параметра	EST 1000	EST 2500	EDT 2500
1. Номинальный ток, кА	1000	2500	2500
2. Максимальное значение кратковременного тока, кА	80	100	
3. Механическая прочность (максимальное количество переключений)	30000		20000
4. Усилие привода, Н	7		10
5. Периодичность технического обслуживания	Через 10000 циклов (или через 10 лет)		

Из таблицы 5 видно, что разъединители типа EST и EDT имеют высокие показатели механической и электрической прочности, практически не требуют обслуживания во время всего срока эксплуатации.

Разъединители имеют бесшумный маломощный электрический привод мощностью 18 Вт. Применение электроприводов управляемых системой автоматики существенно снижает риск повреждения разъединителей в случае ошибочных действий оперативного персонала.

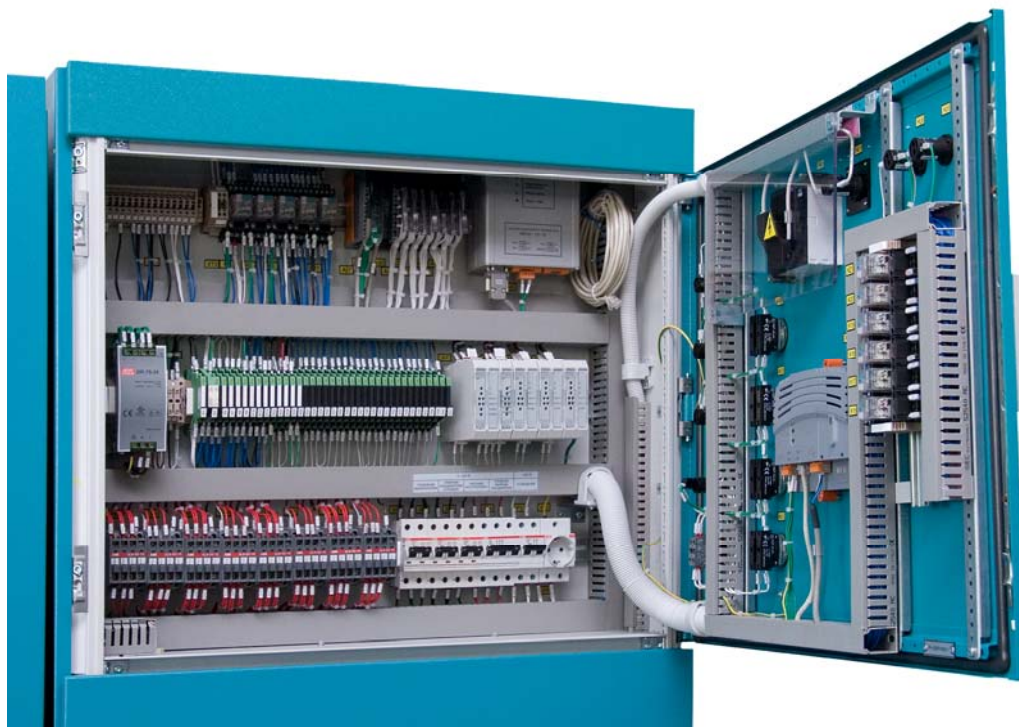
5.2.3. Система управления и защиты

Распределительные устройства РУ«+»600 В серии РУ-600 снабжены микропроцессорной системой управления и защиты.

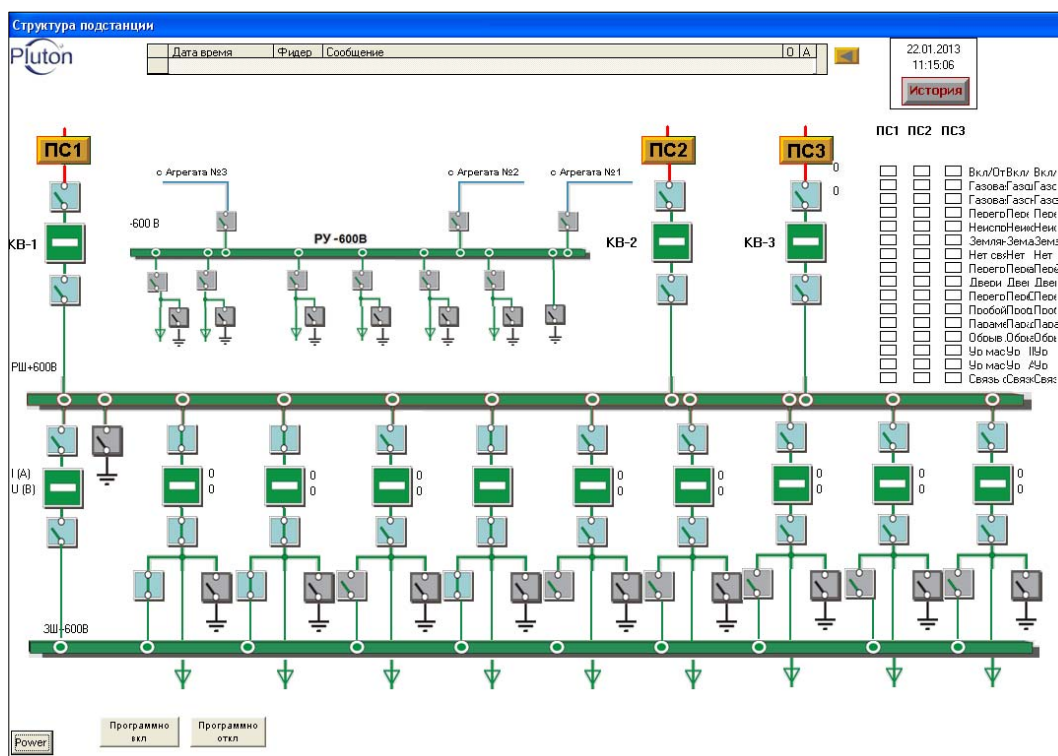
Ячейки серии РУ-600 оборудованы промышленными контроллерами фирмы Bernecker & Rainer (Австрия). Все алгоритмы работы распределительных устройств реализуются на программном уровне, а управление сервоприводами, исполнительными механизмами, быстродействующим выключателем осуществляется с помощью электронных коммутирующих элементов.

Микропроцессорная система управления и защит является одновременно и системой мониторинга оборудования тяговой подстанции.

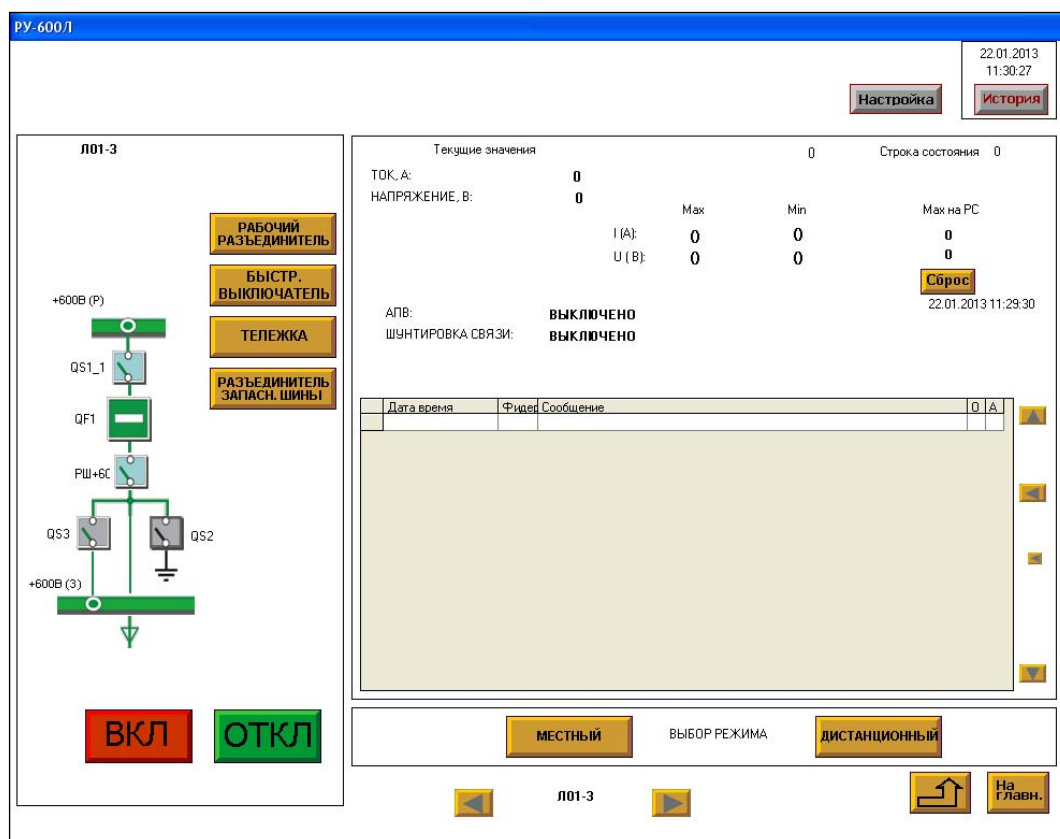
Распредустройство РУ-600 снабжено встроенным промышленным компьютером, обеспечивающим визуализацию и управление с функцией управления путем прикосновения.



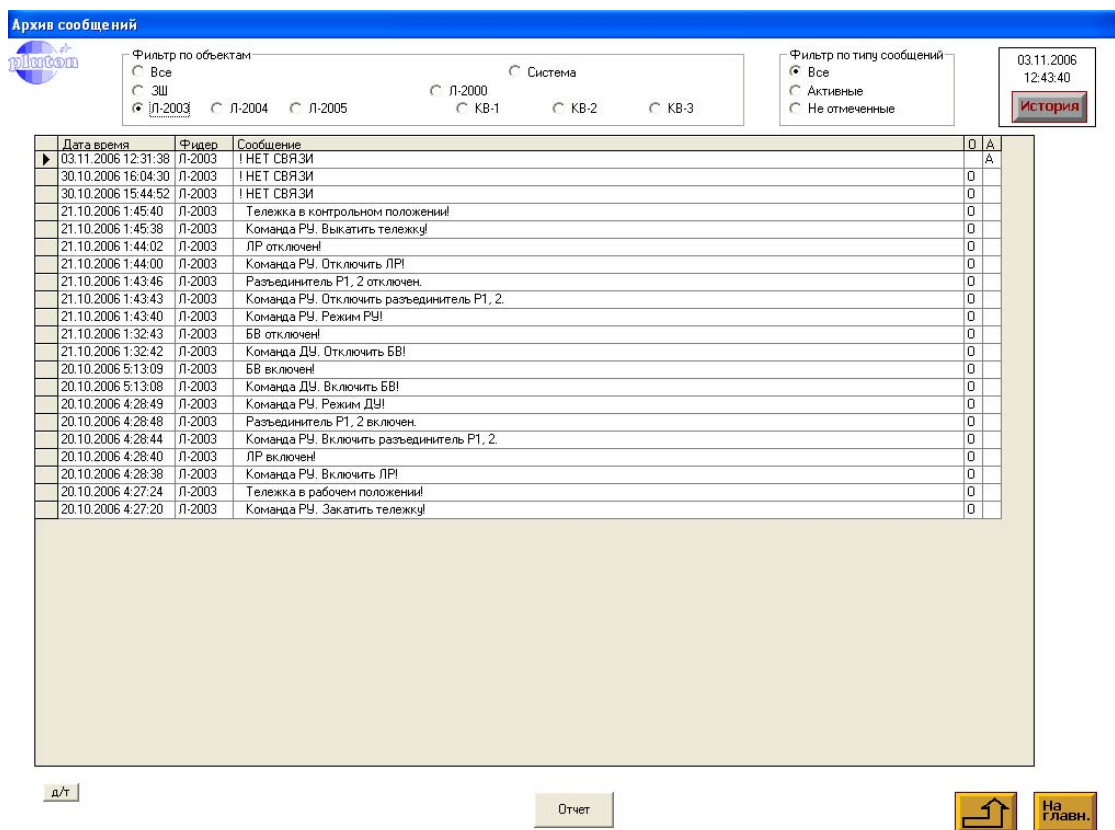
Отсек системы управления распределительного устройства РУ-600



Однолинейная мнемоническая схема на экране промышленного компьютера



Окно управления компонентами ячейки РУ-600Л на экране промышленного компьютера



Окно энергонезависимого архива событий на экране промышленного компьютера

Как правило, промышленный компьютер встраивается в ячейку РУ-6003. Система управления и защит позволяет в простой и удобной форме отображать состояние элементов подстанции, представлять информацию в доступном для анализа виде.

Система управления снабжена системой мониторинга тяговой сети SMTN2. В течение всего времени работы распределительного устройства система ведет постоянное осциллографирование параметров тяговой сети – тока и напряжения. Система ведет запись медленного следа и быстрого следа. Система способна отличить реальный переходный процесс от всплесков, создаваемых подвижным составом. В случае возникновения переходного процесса (перегрузка, короткое замыкание) система мониторинга автоматически переходит в режим записи быстрого следа. Время записи быстрого следа – 100 мс. Система способна реализовать следующие электронные защиты: di/dt , $\Delta i/\Delta t$, максимально токовую защиту, защиту от минимального напряжения, токовременную защиту.

Система управления, защиты и мониторинга ведет архив событий, происходящих на тяговой подстанции, запись аварийных процессов, мониторинг тяговой сети (нагрузок фидерных линий, напряжения тяговой сети).

Энергонезависимый архив событий, который сохраняется в памяти компьютера, служит для фиксирования и регистрации всех процессов, происходящих на тяговой подстанции, выявления ошибок персонала, а в случае аварийных процессов – выявления их причин и следствий, проведения анализа процессов, предшествующих аварии. Система способна сама себя диагностировать и сообщать персоналу с высокой достоверностью характер неисправности. Система управления и мониторинга объединяется в сеть с системой верхнего уровня – телемеханикой, центральным диспетчерским пультом, организовывая единую автоматизированную систему управления тяговых подстанций (АСУ ТП).

Особенности работы системы управления, защиты и мониторинга тяговой подстанции:

- выполняет функции основных защит: di/dt , $\Delta i/\Delta t$, максимально токовую защиту, защиту от минимального напряжения, токовременную защиту;
- получает команды от аппаратуры верхнего уровня и обрабатывает их в соответствии с заданным алгоритмом, выдает подтверждения о выполнении команд;
- выдает управляющие команды конечным исполнительным устройствам;
- осуществляет запись в память контроллера всех событий во времени и обеспечивает связь по сети через интерфейсы RS-232, RS-485, CAN;
- имеет возможность объединения в сеть с системой верхнего уровня и может встраиваться в глобальные автоматизированные системы управления тяговыми подстанциями.

5.2.4. Система мониторинга тяговой сети SMTN2-1,0-10

5.2.4.1 Назначение и основные функции.

Система мониторинга тяговой сети серии SMTN2-1,0-10 (далее SMTN2) предназначена для защиты контактной сети городского электрического транспорта от токов короткого замыкания и недопустимых перегрузок, анализа произошедших аварийных процессов, мониторинга параметров тяговой сети.

Защита тяговых сетей обеспечивается путем непрерывного контроля динамики изменения тока и напряжения в тяговой сети с выдачей команд на отключение быстродействующего выключателя распределительного устройства серии РУ-600 в случае превышения параметров сети заданных уставок.

SMTN2 выполняет следующие функции:

- измерение величины и формы тока и напряжения в тяговой сети в различных режимах, в том числе и при коротком замыкании в линии;

- считывание из системы защиты SMTN2 измеренных значений системой верхнего уровня с использованием панельного компьютера, установленного в одном из устройств РУ-600 (далее ПК);
- защита тяговой сети от токов короткого замыкания, в том числе от малых токов удаленных коротких замыканий;
- осциллографирование и запись в долговременную память формы и величины токов и напряжений при коротких замыканиях (обнаружение одной из защит аварийного процесса в тяговой сети). Передача в систему верхнего уровня (ПК) данных для статистического анализа с целью корректировки уставок защит;
- изменение коэффициентов преобразования, уставок защит, выбор интервалов усреднения при помощи системы верхнего уровня;
- анализ распределения токов между катодными распределительными устройствами.



Комплект SMTN2 измерительный модуль, преобразовательный модуль и панель промышленного контроллера с функцией визуализации PP65

5.2.4.2 Конструктивное исполнение

SMTN2 представляет собой два отдельных модуля, крепящихся непосредственно на DIN-рейку, и соединяющихся между собой:

- измерительный модуль и модуль делителя напряжения, расположенные в одном корпусе, размещаются в зоне высокого напряжения;
- модуль преобразовательный размещается в зоне низких напряжений.

Измерительный модуль и модуль преобразовательный соединяются между собой при помощи оптического кабеля, который обеспечивает надежную гальваническую развязку между высоковольтными и вторичными цепями.

Измерительный модуль непосредственно подключен к первичному датчику измерения тока и напряжения. Датчиком тока является шунт, датчиком напряжения – резистивный делитель напряжения, находящийся внутри измерительного модуля, и предназначен для понижения измеряемого напряжения до уровня приемлемого для дальнейшей обработки.

5.2.4.3 Функции защиты по току и напряжению

SMTN2 обеспечивает выполнение следующих защитных функций (с обеспечением бесперебойной надежной работы системы и фильтрацией от ложных срабатываний):

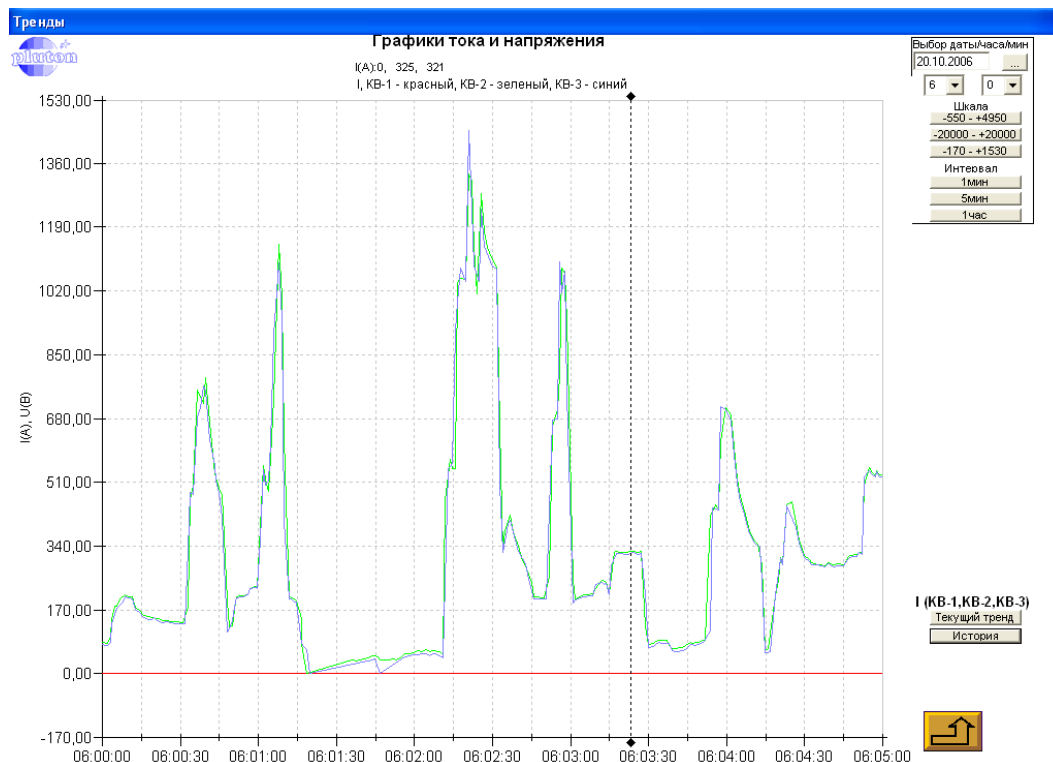
- токовая отсечка без выдержки времени (максимальная импульсная отсечка);
- максимально-токовая защита с выдержкой времени;
- превышение заданного предельного значения скорости нарастания тока (di/dt);
- тепловая защита от отжига контактного провода (токовременная защита);
- контроль снижения напряжения ниже уровня минимального напряжения U_{min} .

Включение или выключение видов защит, изменение уставок или уточнения значений уставок защит, калибровки (при необходимости), считывание информации возможно через протокол высокого уровня (ModBus) по каналу связи RS-232 либо при помощи ПК.

Каждый вид защиты может быть включен или отключен на экране ПК в зависимости от потребностей потребителя.

5.2.4.4 Следы

После срабатывания одного из критериев защит контроллер модуля преобразовательного формирует событие, по которому в энергонезависимой памяти SMTN2 записываются «Быстрый» и «Медленные следы». Одновременно со следами записывается астрономическое время срабатывания защиты, вид сработавшей защиты.



В Пример графика распределения токов между катодными распределительными устройствами и токовые нагрузки фидера

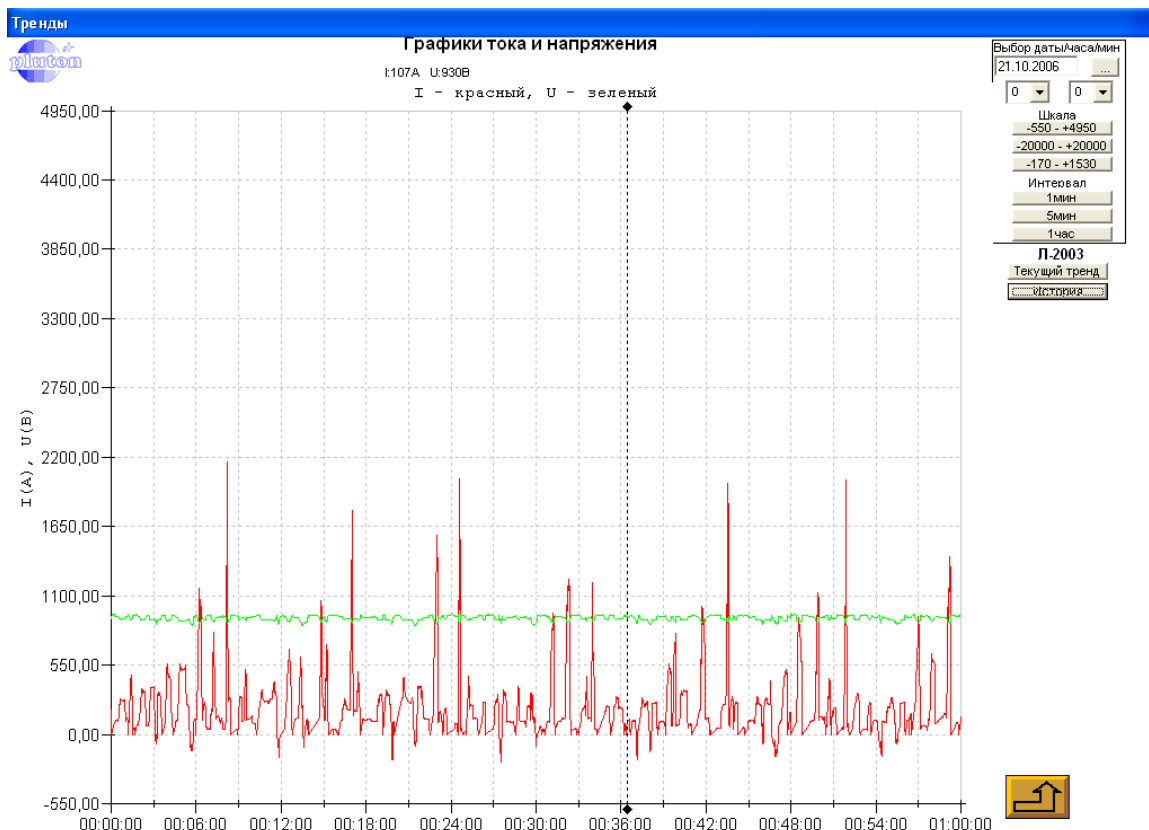
В

«след» записывается как значения тока и напряжения после обнаружения аварийной ситуации, так и значения тока и напряжения до возникновения аварии (так называемая предистория).

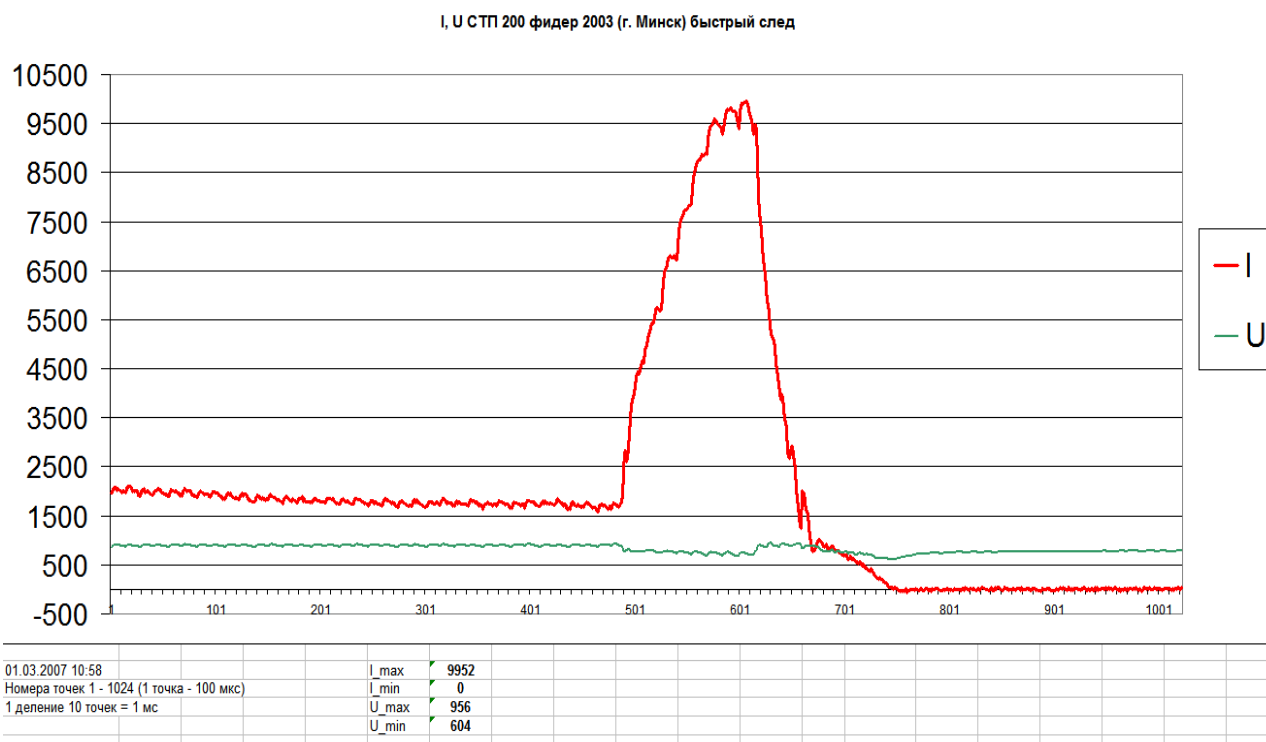
Длина «быстрого следа» составляет 1024 значения, 512 из них представляют собой предисторию и 512 - послеисторию. Длина «медленного следа» составляет 1024 значения, 724 из них представляют собой предисторию и 300 - послеисторию. Временной интервал, который описывает «Быстрый след» составляет 100 мс. При формировании «Медленного следа» используются средние значения тока и напряжения за интервал выборки.

Следы могут быть считаны системой верхнего уровня через интерфейс RS-485 по протоколу ModBus или просмотрены и сохранены для дальнейшей обработки при помощи ПК.

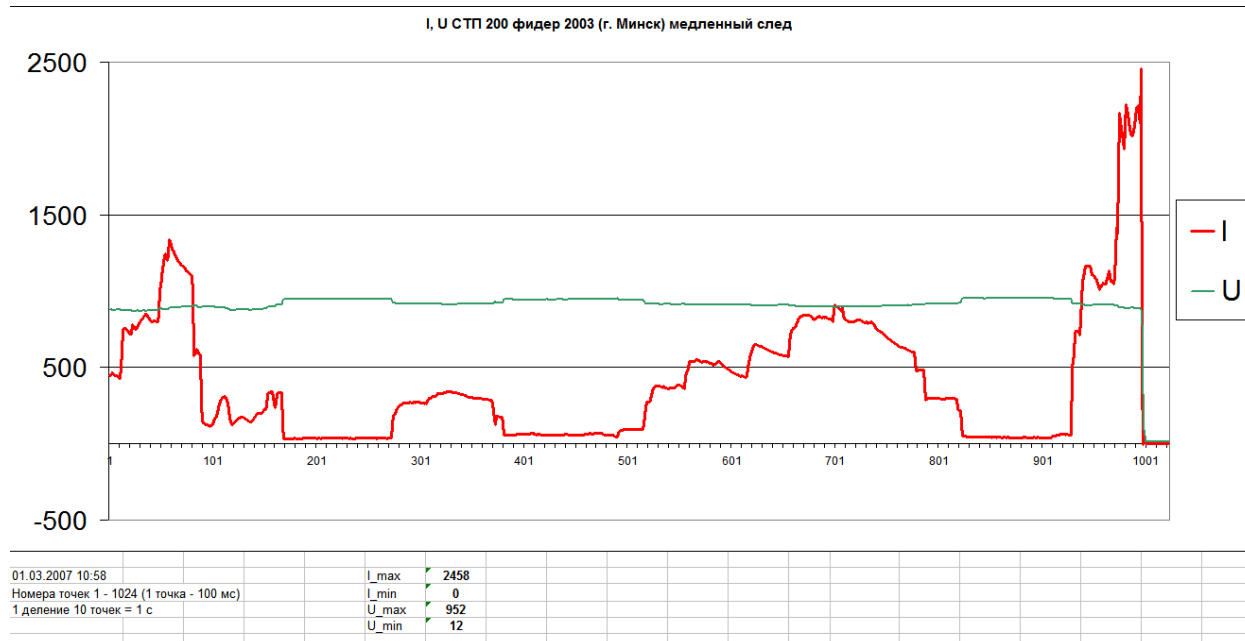
С помощью «максиметра» рассчитывается величина максимального тока и максимального напряжения каждый такт (каждые 100 мкс). При превышении новых измеренных значений тока или напряжения величин, записанных в «максиметр» ранее, новые значения записываются на место старых. Сравнение происходит независимо для каналов тока и напряжения. Значения «максиметра» могут быть обнулены с помощью промышленного компьютера.



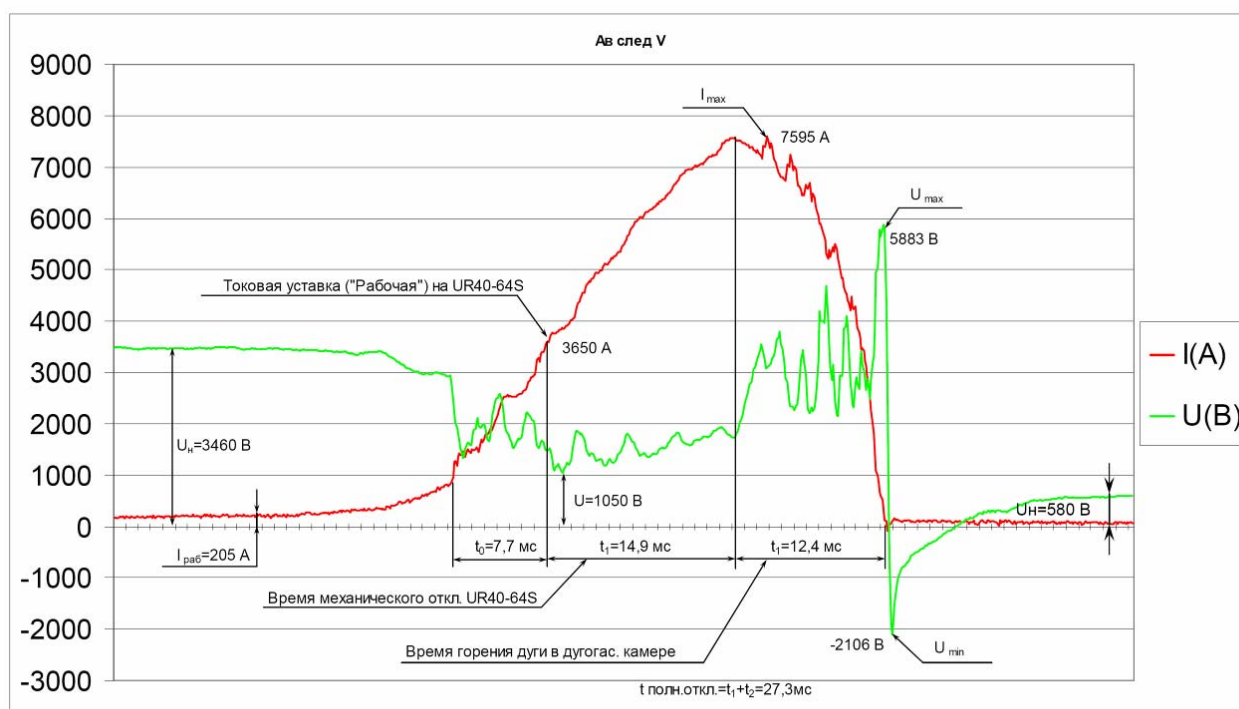
Пример мониторинга токовых нагрузок фидера на экране промышленного компьютера



Пример «быстрого следа» короткого замыкания



Пример «медленного следа» короткого замыкания



09.02.2007 20:09:45 Токовая отсечка
 09.02.2007 20:09:45 Отключение БВ по Перегрузке

График аварийного отключения быстродействующего выключателя UR-40-64 по «короткому замыканию», зафиксированный на Ф-2 ЭЧЭ-1 «Запорожье-Левое», сеть постоянного тока 3,3 кВ, (цена одного деления временной шкалы составляет 1 мс)

5.3. Распределительные устройства отрицательной шины РУ«-»600 В серии РУОШ-600

Распределительные устройства отрицательной шины серии РУОШ-600 предназначены для коммутации отрицательной шины тяговой подстанции на контактную сеть в системе энергоснабжения тяговой сети городского электрического транспорта.



Новое поколение распределительных устройств отрицательной шины принципиально отличается от РУОШ-600 предыдущих поколений, которые эксплуатируются на большинстве тяговых подстанций постсоветского пространства до настоящего времени.

Сегодня отношение к распределительным устройствам отрицательной шины координально изменилось. Если в предыдущих поколениях РУОШ в металлическом шкафу находился только разъединитель (РВР, РВК и т.п.), без электрического привода, а зачастую даже без ручного, то сегодня – это надежные, современные полностью автоматизированные распределительные устройства, интегрированные в автоматизированную систему управления тяговой подстанции (АСУ ТП).

Необходимость применения современных РУОШ на новых подстанциях обусловлена в первую очередь требованием к надежности и безопасной эксплуатации распределительных устройств отрицательной шины.

Распредустройства отрицательной шины подразделяются на два типа: агрегатные (РУОШ-А) и линейные (РУОШ-Л). Функционально распределительные устройства РУОШ-А предназначены для подключения отрицательных шин агрегатов к сборной минусовой шине подстанции. Назначение распредустройств РУОШ-Л – присоединение отходящих фидеров контактной сети к минусовой шине подстанции.

Конструктивно, распределительные устройства отрицательной шины выполнены в металлических шкафах производства фирмы RITTAL. Степень защиты металлоконструкций – IP43 в соответствии со стандартами ГОСТ 14254, IEC 529, EN 60 529 (кроме днища). В шкафах, с габаритными размерами 1200 x 2000 x 600 сгруппированы три агрегатных ввода и заземляющий разъединитель (для РУОШ-А). В РУОШ-Л сгруппированы разъединители для четырех отходящих фидеров нулевой шины. Возможно исполнение РУОШ-Л на два отходящих фидера в шкафу с габаритными размерами 600 x 2000 x 600 мм. На каждом отходящем фидере установлен заземляющий разъединитель EST 1000 для заземления отходящих кабелей во время проведения регламентных работ.

В агрегатном распределительном устройстве установлен промышленный контроллер, управляющий всем распределительным устройством, контролирующий все алгоритмы блокировок и автоматики. Посредством контроллера распределительные устройства РУОШ-600 интегрированы в общую автоматизированную систему управления (АСУ ТП).

Ключевым компонентом новых распределительных устройств отрицательной шины, безусловно, являются разъединители. В РУОШ-600 используются разъединители EST1000, EST2500. Преимущества указанных разъединителей описаны в предыдущем разделе. В настоящем разделе необходимо сделать акцент на том, что в отличие от устаревших разъединителей типа PBP в разъединителях EST невозможны аварийные ситуации, возникающие при перекосе подвижного контактного ножа, плохом контакте, неполном включении, повреждении (обрыве) изолятора ввиду уникальной конструкции последних.

Основные параметры распределительных устройств серии РУОШ-600

Таблица 6. Основные параметры распределительных устройств серии РУОШ-600

Наименование параметра	Типоисполнение	
	РУОШ-600Л (линейное)	РУОШ-600А (агрегатное)
1. Номинальное напряжение силовой цепи, В	600	
2. Номинальный ток силовой цепи, А	1000	2000
3. Ток динамической устойчивости, кА	80	100
4. Управление	микропроцессорное	
5. Номинальное напряжение цепи управления, В постоянного тока	220	
6. Номинальное напряжение цепи освещения, В	220, 50 Гц	
7. Номинальное напряжение цепей сигнализации, В	24	
8. Цикличность раз/час	40	
9. Механическая устойчивость, циклов, не менее	20000	30000
10. Степень защиты (кроме днища)	IP43	
11. Охлаждение	естественное воздушное	
12. Габаритные размеры, не более, мм	1200 x 2000 x 600	1200 x 2000 x 600 600 x 2000 x 600
13. Масса, кг, не более	400	

5.4. Факторы надежности и безопасности распределительных устройств РУ ±600 В

Как упоминалось выше, основой концепции построения распределительных устройств РУ ±600 В серии РУ-600 и РУОШ-600 является повышенная надежность и сведение к минимуму необходимости обслуживания и периодических ремонтов оборудования.

Пути достижения поставленной задачи:

- Применение быстродействующих выключателей типа UR26-81 производства компании Secheron (Швейцария), с высокой отключающей способностью, динамической устойчивостью к токам короткого замыкания, с увеличенным ресурсом механической надежности и с увеличенным ресурсом аварийных отключений до осмотра.
- Применение разъединителей типа EST, EDT, не требующих обслуживания в течение 10 лет эксплуатации, обеспечивающих коммутацию электрической силовой цепи без механических усилий.
- Полная автоматизация управления тяговой подстанцией.
- Использование малогабаритных сервоприводов для перемещения выкатного элемента и управления разъединителями.
- Использование необслуживаемых контактных соединений с устройствами стабилизации контактного соединения.
- Передача функций анализа блокировок и алгоритмов управления тяговой подстанцией микропроцессорным промышленным контроллерам с целью повышения надежности управления, безопасности проведения регламентных работ и исключения ошибочных действий персонала.
- Ведение архива событий тяговой подстанции с целью возможности проведения анализа действий персонала и работы оборудования.
- Встроенная система мониторинга тяговой сети SMTN2, фиксирующая все переходные процессы, возникающие в тяговой сети и выполняющая функции основных защит: di/dt , $\Delta i/\Delta t$, максимально токовую защиту, защиту от минимального напряжения, токовременную защиту.
- Степень защиты IP43, IP54 в соответствии со стандартами ГОСТ 14254, IEC 529, EN 60 529, ячеек серии РУ-600 и РУОШ-600, препятствующая попаданию пыли в распределительное устройство, в результате чего повышается надежность и пожаробезопасность распределительных устройств.
- Применение заземляющих разъединителей, управляемых сервоприводом, обеспечивающих повышенную безопасность персонала при наложении заземления на отходящий фидер во время проведения регламентных и ремонтных работ.
- Мониторинг состояния оборудования тяговой подстанции с функцией самодиагностики оборудования.
- Возможность быстрого проведения осмотров и восстановления оборудования, в случае возникновения неисправностей, благодаря применению выкатного элемента, на котором установлен быстродействующий выключатель и линейный разъединитель.

6. Выпрямители для тяговых подстанций городского электрического транспорта серии В-ТПЕД

В качестве выпрямителей для тяговых подстанций городского электрического транспорта применяется комплект из преобразовательной секции выпрямителя серии В-ТПЕД производства Компании "Плутон" и «сухого» или масляного преобразовательного трансформатора. «Сухие» трансформаторы изготавливаются по технологии RESIBLOC® (компания ABB, ФРГ) или по технологии NOMEX (отечественное производство).

Трансформаторы RESIBLOC® разработаны специально для работы на тяговых подстанциях городского электрического транспорта в составе выпрямителей серии В-ТПЕД производства Компании "Плутон".

Выпрямители производятся на различные номинальные токи, по «нулевой» схеме с уравнительным реактором и трехфазной «мостовой» схемам выпрямления (В таблице 7 приведены основные технические параметры выпрямителей).



6.1. Секции преобразовательные выпрямителей серии В-ТПЕД

При разработке и изготовлении преобразовательных секций выпрямителей серии В-ТПЕД были применены самые современные технологии, материалы и комплектующие известных мировых производителей. Преобразовательные секции выпрямителя построены на силовых таблеточных диодах с номинальным током 2500 А 25-го класса производства компании VISHAY (ранее INTERNATIONAL RECTIFIER). Охлаждение преобразовательных секций – воздушное естественное.

Силовая ошиновка, силовые контактные соединения выполнены с использованием термокомпенсирующих технологий, аналогичных технологии, применяемой при производстве распределительных устройств серии РУ-600 (описание – см. выше).

Деление тока по параллельным ветвям в «мостовой» схеме – принудительное, осуществляется с помощью эффективных индуктивных делителей, обеспечивающих деление токов между параллельными ветвями не хуже 5 %. Таким образом, в процессе эксплуатации преобразователей, в случае замены силового диода – нет необходимости в подборе диодов по прямому и обратному падению напряжения.

Равномерность деления токов сохраняется также в процессе эксплуатации при естественном уходе параметров силовых диодов. Это важный критерий надежности и отсутствия необходимости периодического контроля оборудования в процессе эксплуатации.

Преобразовательные секции выпрямителей серии В-ТПЕД обладают встроенной защитой от внешних коммутационных перенапряжений со стороны переменного тока на базе варисторов и RC-цепей. Для снижения внутренних коммутационных перенапряжений и уровня радиопомех силовые диоды зашунтированы RC-цепями.

6.2. Микропроцессорная система управления и диагностики



Преобразовательная секция выпрямителя В-ТПЕД-2,0к-600Н

Преобразовательные секции выпрямителей серии В-ТПЕД оснащены микропроцессорной системой управления и диагностики.

Микропроцессорная система управления и диагностики, выполненная на основе промышленного контроллера, позволяет:

- управлять работой высоковольтного и быстродействующего выключателя с соблюдением необходимого алгоритма;
- обеспечивать контроль некоторых параметров тягового трансформатора;
- обеспечивать контроль за состоянием каждого диода по критериям: «нормальная работа», «ухудшение параметров» (потеря класса) и «пробой», а также осуществлять контроль температуры диодов с выдачей информации на панель визуализации. Диагностирование по этим критериям позволяет существенно увеличить срок безаварийной работы сверх 80000 часов (9 – 10 лет), достигая около 25 лет безаварийной работы в общей сложности. При этом во время работы в динамике производится мониторинг параметров каждого диода;
- обеспечивать связь с системой верхнего уровня.

Панель визуализации представляет собой промышленный контроллер модульного типа РР65 (производства компании Bernecker&Rainer, Австрия) с жидкокристаллическим экраном с псевдосенсорными органами управления.

В мнемонической форме изображаются условные обозначения состояния диодов выпрямителя, графики распределения обратного напряжения между диодами и температуры ветвей.

На главное окно выведены сигналы:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| • газовая защита (для масляного трансформатора); | • земляная защита; |
| • газовая сигнализация (для масляного трансформатора); | • отсутствие связи; |
| • перегрев трансформатора (I ступень); | • перегрев преобразовательной секции; |
| • перегрев трансформатора (II ступень); | • пробой диода; |
| • неисправность диагностики | • параметры диода. |

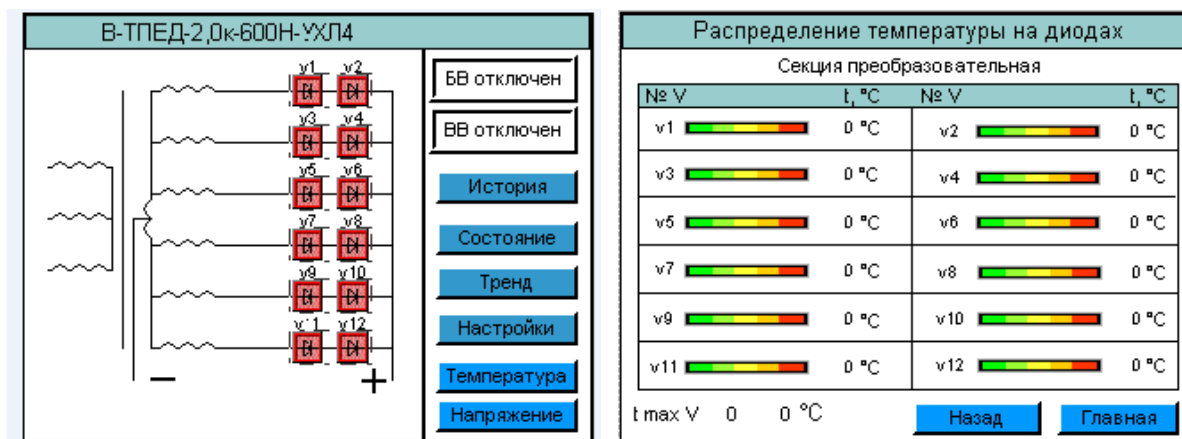
В процессе эксплуатации силовых полупроводниковых приборов, особенно в тот период, когда гарантированный ресурс работы приборов исчерпан, необходимо иметь информацию о состоянии диода, соответствия его классу и т.д.

В случае изменения параметров диода до уровня, соответствующего критичному для данной схемы (для применяемых диодов), о чем сигнализирует система диагностики, силовой диод можно заменить в бестоковую паузу, не доводя выпрямитель до аварийного отключения в

результате пробоя диода, который может произойти в случае дальнейшего ухудшения параметров прибора (снижения класса).

Информацию о состоянии выпрямителя и его элементов можно наблюдать на панели визуализации или на мониторе компьютера с помощью специализированной программы.

В преобразовательных секциях выпрямителя реализована возможность связи с системой управления верхнего уровня (центральной панелью подстанции, установленной в комплекте распреедурства РУ-600, устройствами защиты распреедурств среднего напряжения, диспетчерским пультом системы телемеханики) как по обычной многопроводной связи через клеммник, так и по двухпроводной связи через порт RS-485 на расстояние до 1200 м.



Окно параметров выпрямителя на экране промышленного компьютера PP65

6.3. Трансформаторы RESIBLOC®

В настоящее время в качестве преобразовательных трансформаторов Компании "Плутон" поставляет сухие трансформаторы, изготавливаемые по технологии RESIBLOC® мощностью от 100 кВА до 40 МВА с различными сочетаниями напряжений ВН и НН (до 45 кВ). Трансформаторы RESIBLOC® успешно эксплуатируются на тяговых подстанциях городского электрического транспорта и метрополитенов Украины, России, Белоруссии, Казахстана, Азербайджана и других странах мира.



Трансформатор, изготовленный по технологии RESIBLOC®

Трансформаторы имеют оригинальную конструкцию первичной и вторичных обмоток, выполняемых из медного провода и алюминиевой фольги. Бандажирются обмотки стекловолоконной нитью, пропитанной эпоксидным компаундом. Благодаря оригинальной конструкции обмоток и технологии нанесения компаунда, трансформаторы RESIBLOC® способны выдерживать максимальные колебания температурных расширений без повреждения поверхности компаунда и без образования микротрещин.

Это единственные сухие трансформаторы, способные работать при температурах минус 60 °С.

Трансформаторы работают в условиях 100 % влажности и в условиях конденсации водяных паров, а также в условиях химического загрязнения.

Трансформаторы могут быть оснащены радиальными вентиляторами с низким уровнем шума, что позволяет увеличить нагрузку до 140 % номинальной мощности.

Устойчивость обмоток трансформатора к механическим нагрузкам составляет 650 – 750 Н/мм², что на порядок выше, чем у ближайшего конкурента – трансформаторов, изготовленных по технологии

GEAFOL®. Описанный параметр особенно важен для преобразовательных трансформаторов, работающих в режиме частых пусковых токов и коротких замыканий.

Все компоненты, из которых изготавливаются трансформаторы, прошли испытания на отсутствие токсичности. Все материалы негорючие и не поддерживают процесс горения.

Степень защиты трансформаторов - IP00, IP23, IP43, IP54, в соответствии со стандартами ГОСТ 14254, IEC 529, EN 60 529.

Трансформатор типа RESIBLOC® допускает перегрузку до тех пор, пока наиболее горячая точка нагрева трансформатора не достигнет 155 °С. По желанию заказчика трансформаторы поставляются с электронным блоком контроля температуры. Блок снабжен двумя уставками: на 140 °С – сигнал тревоги и на 155 °С – выключение нагрузки. Возможна также третья уставка на 130 °С – включение принудительной вентиляции.

Благодаря описанным технологическим и конструктивным особенностям, трансформаторы типа RESIBLOC® хорошо вписываются в концепцию подстанции, не требующей обслуживания.

Основные параметры выпрямителей серии В-ТПЕД

Таблица 7. Основные технические параметры выпрямителей серии В-ТПЕД

Наименование параметра	В-ТПЕД-1000-600Н	В-ТПЕД-2,0к-600Н	В-ТПЕД-800-600М	В-ТПЕД-1,25к-600М	В-ТПЕД-2,0к-600М
1. Номинальная выходная активная мощность, кВт	600	1200	480	750	1200
2. Номинальное выходное напряжение, В	600				
3. Номинальный выходной ток, А	1000	2000	800	1250	2000
4. Номинальное входное напряжение, кВ	6000, 6300, 10000, 10500				
5. Номинальная входная частота, Гц	50 (60)				
6. Число фаз входного напряжения выпрямителя	3				
7. Число фазных присоединений преобразовательной секции	6		3		
8. Вид охлаждения преобразовательной секции	Воздушное, естественное				
9. Напряжение сети собственных нужд, В	~220				
10. Коэффициент мощности (расчетный), о.е. не менее	0,95				
11. К.П.Д. (расчетный), % не менее	98				
12. Типовая мощность преобразовательного трансформатора, кВА	1000	2000	630	1000	1600
13. Номинальная мощность преобразовательного трансформатора, кВА	692	1385	533	830	1330
14. Тип преобразовательного трансформатора	RESIBLOC® 1000 кВА, ТМПУ-1000/10, ТСЗПУ-1000/10	RESIBLOC® 2000 кВА, ТМПУ-2000/10, ТСЗПУ-2000/10	RESIBLOC® 630 кВА, ТСЗП- 630/10 ГТ	RESIBLOC® 1000 кВА, ТСЗП-1000/10 ГТ	RESIBLOC® 1600 кВА, ТСЗП- 1600/10
15. Кратность допустимых перегрузок по току и время допустимых перегрузок, с	1,25 - 7200 с, 2 раза в сутки* 2,0 - 300 с, 1 раз в 30 мин. ** 3,0 - 60 с, 1 раз в 30 мин. **				

Наименование параметра	В-ТПЕД-1000-600Н	В-ТПЕД-2,0к-600Н	В-ТПЕД-800-600М	В-ТПЕД-1,25к-600М	В-ТПЕД-2,0к-600М
	4,0-17 с ***	-	4,0-17 с ***		-
16. Габаритные размеры преобразовательной секции, мм не более					
длина	600		1000		
глубина	600		600		
высота	2200		2200		
17. Масса преобразовательной секции, кг не более	200		400		
*Среднеквадратичное значение тока за любые 8 часов в течение суток не должно превышать номинальный ток.					
**Среднеквадратичное значение тока за любые 30 минут не должно превышать номинальный ток, а если в течение этих 30 минут происходит стопроцентная перегрузка, то время усреднения должно быть 5 минут					
*** 2 раза с паузой 180 с, со сбросом нагрузки в паузе до нуля, из режима 0,8 номинальной нагрузки при температуре окружающего воздуха 25-30°С. Для выпрямителей на номинальный ток 800А и 1000 А, допускается перегрузка 2,4 кА в течение 60 с, с аналогичной цикличностью и условиями.					

7. Собственные нужды тяговой подстанции

При разработке комплекта шкафов собственных нужд мы использовали те же принципы, которые описаны в концепции поставки оборудования для тяговых подстанций городского электрического транспорта. Надежность, минимизация затрат времени на обслуживание, поиск неисправности и устранение неисправности, в случае её возникновения, высокая степень защиты персонала от вероятного поражения электрическим током при проведении регламентных работ. Комплект шкафов собственных нужд идеально стыкуется с остальным оборудованием, которое мы поставляем для тяговых подстанций городского электрического транспорта в части общих конструктивных подходов, стыковкой с автоматизированной системой управления тяговой подстанции (АСУ ТП), способностью к самодиагностике и т.д.

Комплект собственных нужд состоит из:

- шкафа собственных нужд ШСН,
- вводного устройства ВУ,
- шкафа оперативного тока ШОТ.



7.1. Шкаф собственных нужд

Конструктивно шкаф собственных нужд (ШСН) состоит из шкафа одностороннего обслуживания с габаритами 1200 x 500 x 2000 мм, обеспечивающим степень защиты IP54 в соответствии со стандартами ГОСТ 14254, IEC 529, EN 60 529. Благодаря оригинальной конструкции и рациональному использованию внутреннего пространства, новый шкаф собственных нужд заменил собой три шкафа ЩСН-1М, ЩСН-2М, ЩСН-3М предыдущего поколения, эксплуатируемых до сегодняшнего дня на большинстве тяговых подстанций.

Органы управления разделены на две группы:

1-я группа – органы управления, наиболее часто используемые в оперативных переключениях – расположена на дверях шкафа;

2-я группа – органы управления, используемые реже в оперативных переключениях, расположена внутри шкафа на двух поворотных рамах.

Релейно-контакторная аппаратура и аппаратура защиты и автоматики установлена на монтажной панели, расположенной у задней стенки шкафа. Благодаря такому конструкторскому решению обеспечивается простота, высокая технологичность изготовления и наладки оборудования, а также хорошая ремонтопригодность.

Шкаф собственных нужд имеет возможность подключения к трем вводам: двум - высоковольтным и одному городскому вводу 0,4 кВ с АВР в случае исчезновения питания на каком-либо вводе. Шкаф ШСН имеет два источника выпрямленного напряжения 220 (380) В.

Учет активной энергии, расходуемой на отопление подстанции, ведется современными цифровыми четырехзонными счетчиками.

В оборудовании использована релейно-коммутирующая аппаратура ведущих мировых производителей, таких, как Schneider Electric, ABB и др.

Основные технические характеристики шкафов собственных нужд ШСН

Таблица 8. Основные характеристики шкафов собственных нужд ШСН

Наименование параметра	Значение
1. Номинальное напряжение вводов, В	220 (380) (50 Гц)
2. Номинальное напряжение собственных нужд, В переменное постоянное	24, 36, 220, 380 24, 220
3. Номинальный ток, А	100
4. Количество вводов	3
5. Наличие АВР	да
6. Устойчивость вводных аппаратов к токам КЗ, кА	25 (16)
7. Обслуживание	одностороннее
8. Степень защиты	IP 54
9. Габаритные размеры, мм	1200x500x2000
10. Масса, не более, кг	200

7.2. Вводное устройство

Вводное устройство (ВУ) предназначено для ввода цепей питания собственных нужд тяговых подстанций городского электрического транспорта.

ВУ собран в металлическом шкафу одностороннего обслуживания с габаритными размерами 800 x 500 x 2000 мм, обеспечивающим степень защиты IP54 в соответствии со стандартами ГОСТ 14254, IEC 529, EN 60 529.

Органы управления расположены внутри шкафа на монтажной панели.

ВУ оборудовано современными четырехзонными счетчиками учета электроэнергии.

Счетчики учета потребленной электроэнергии могут быть как трансформаторного включения, так и прямооточные. При трансформаторном включении счетчиков трансформаторы тока располагают в отдельном отсеке внутри ВУ с целью их пломбировки.

Аппаратура защиты и автоматики установлена на монтажной панели, расположенной у задней стенки шкафа.

Основные технические параметры шкафа вводного устройства ВУ

Таблица 9. Основные технические параметры шкафа вводного устройства ВУ

Наименование параметра	Значение
1. Номинальное напряжение вводов, В	220 (380) (50 Гц)
3. Номинальный ток, А	100
3. Количество вводов	3
4. Устойчивость вводных аппаратов к токам КЗ, кА	25 (16)
5. Обслуживание	одностороннее
6. Степень защиты	IP 54
7. Габаритные размеры, мм	800x500x2000
8. Масса, не более, кг	80

7.3. Шкаф оперативного тока

Шкаф оперативного тока (ШОТ) предназначен для питания постоянным током потребителей тяговой подстанции и служит источником бесперебойного питания для цепей управления оборудования тяговой подстанции, а так же цепей защит (вместо БПТ, БПН).

ШОТ собран в шкафу одностороннего обслуживания габаритами 800 x 500 x 2000 мм, обеспечивающим степень защиты IP54 в соответствии со стандартами в ГОСТ 14254, IEC 529, EN 60 529.

В состав шкафа входят современные, необслуживаемые сухие аккумуляторные батареи со сроком службы не менее 15 лет, устройства защиты, автоматики, а также импульсные блоки автоматической подзарядки батарей.

Основные технические параметры шкафа оперативного тока ШОТ

Таблица 10. Основные технические параметры шкафа оперативного тока ШОТ

Наименование параметра	Значение
1. Номинальное напряжение на вводе, В	220 (50 Гц)
2. Номинальное напряжение, В (постоянного тока) - на выходе 1 - на выходе 2	220 24
3. Ограничение выходного тока, А - на выходе 1 - на выходе 2	4-20 1-10
4. Емкость аккумуляторных батарей, А/час	12
5. Зарядное устройство	стационарное
6. Обслуживание	одностороннее
7. Степень защиты	IP 54
8. Габаритные размеры, мм	800x500x2000
9. Масса, не более, кг	270

7.4. Шкаф комбинированной защиты кабелей

Современный шкаф комбинированной защиты кабелей (ШКЗ) предназначен для диагностики и защиты кабелей постоянного тока тяговых подстанций городского электрического транспорта с использованием контрольных жил (или брони и экрана кабеля).

Конструктивно ШКЗ представляет собой шкаф одностороннего обслуживания с габаритными размерами 600 x 500 x 2000 мм, обеспечивающий степень защиты IP54 в соответствии со стандартами ГОСТ 14254, IEC 529, EN 60 529.

Внутри оболочки расположена монтажная панель, на которой расположены компоненты шкафа, а также лицевая панель, на которой расположены органы управления и визуализации.

ШКЗ осуществляет контроль состояния кабелей и блокировки по следующим параметрам:

- ухудшение изоляции между контрольной и основной жилами;
- обрыв кабеля;
- замыкание контрольной жилы кабеля на основную;
- замыкание основной жилы на оболочку кабеля;
- контроль состояния изоляции полюсов постоянного тока;
- потенциальная защита кабелей в системе с заземленным отрицательным полюсом;
- разрешение или блокирование (запрет) включения линейного контактора отрицательной шины (при ремонтных работах на контактной сети троллейбуса);

В энергонезависимой памяти микропроцессорной системы управления ведется протокол работы ШКЗ: фиксируется время и событие, состояние кабелей, уровень изоляции в разное время, анализируются и фиксируются максимумы и минимумы, отмечается дисбаланс изоляции положительного и отрицательного полюсов относительно «земли».



Шкаф комбинированной защиты кабелей

Отличительной особенностью ШКЗ является автоматическая настройка системы управления шкафа в зависимости от существующей системы электроснабжения (с заземленным отрицательным полюсом или с изолированными от земли полюсами) на стороне постоянного тока 600 В при первичном включении силовых цепей «+» 600 В и «-» 600 В.

При этом если в системе с изолированными от земли полюсами 600 В (троллейбус) происходит замыкание отрицательного полюса на землю, система управления автоматически перенастраивается для работы в заземленной системе. После устранения неисправности происходит автоматическая перенастройка системы для работы в системе электроснабжения с изолированными полюсами.

ШКЗ обеспечивает диагностику одновременно до 10 кабелей постоянного тока.

Уровень напряжений, характеризующих состояние изоляции полюсов «+» и «-» 600 В отображается на жидкокристаллическом и светодиодном табло шкафа.

Для повышения степени безопасности при проведении регламентных работ в ШКЗ предусмотрены механические и электрические блокировки, разъединители контрольных жил силовых кабелей. Функции системы могут быть изменены по желанию Заказчика и модернизируются путем изменения программного обеспечения системы.

Основные технические параметры шкафа комбинированной защиты ШКЗ

Таблица 11. Основные технические параметры шкафа комбинированной защиты ШКЗ

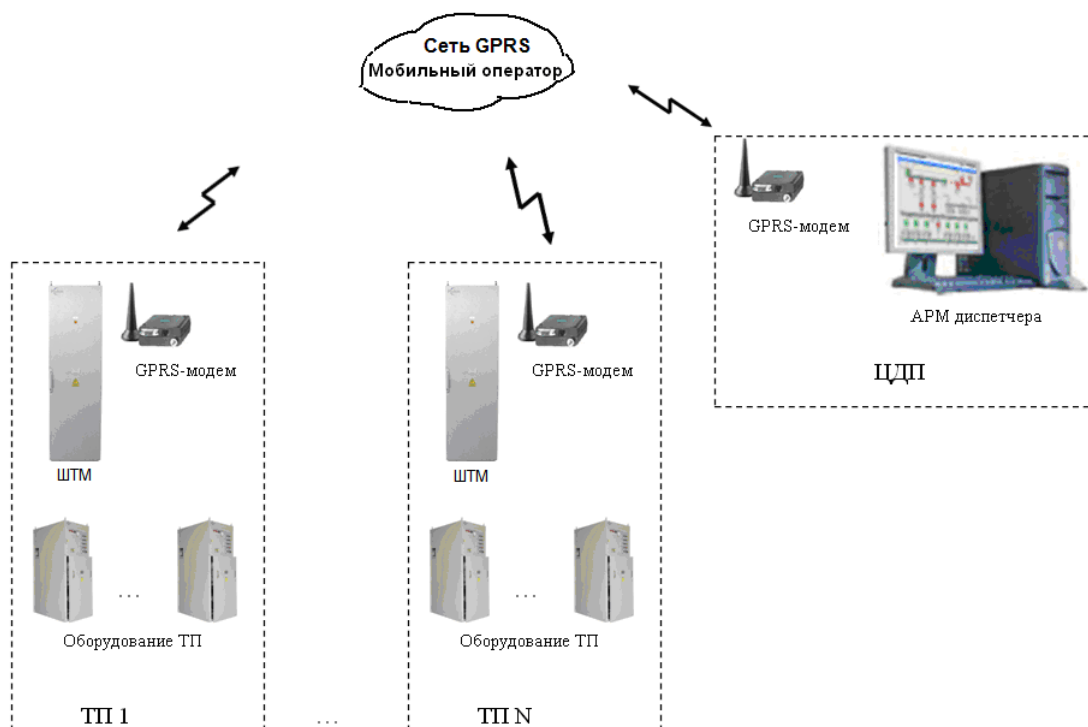
Наименование параметра	Значение
1. Номинальное напряжение контролируемой силовой сети постоянного тока, В	600
2. Номинальное напряжение питания, В (50 Гц)	220
3. Номинальное напряжение цепей автоматики, В	36, 220
4. Количество диагностируемых кабелей	10 (5+5)
5. Обслуживание	одностороннее
6. Степень защиты	IP54
7. Габарит, мм	600x500x2000
8. Масса, не более, кг	80

8. Телемеханика

Автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ) тяговой подстанцией (ТП) предназначена для централизованного телеуправления (ТУ) и телеконтроля (ТК) всего оборудования тяговой подстанции. Телеуправление и телеконтроль осуществляется с помощью программно-технических средств, расположенных как на тяговой подстанции, так и на диспетчерском пункте (ДП).

АСДУ контролирует следующее оборудование:

- распределительные устройства среднего напряжения 6(10) кВ;
- выпрямители (преобразовательные трансформаторы и секции преобразовательные);
- распределительные устройства РУ«+»600 В серии РУ-600;
- распределительные устройства серии РУ«-»600 В серии РУОШ-600;
- собственные нужды тяговой подстанции (ВУ, ШСН, ШОТ);
- сигналы различных систем (пожарные, охранные и др.);



АСДУ ТП, со стороны тяговой подстанции, состоит из шкафа телемеханики (ШТМ). В шкафу установлен промышленный контроллер, блок бесперебойного питания, коммуникационное оборудование (модемы, HUB, конвертор), коммутирующее оборудование (блоки питания, выключатели, реле, клеммы и т.д.).

АСДУ ТП, на стороне диспетчера, состоит из современного автоматизированного рабочего места энергодиспетчера (АРМ ЭД). АРМ ЭД выполнен на базе промышленного компьютера.

В АСДУ ТП предусмотрена передача информации по двум каналам связи: основному и дополнительному. Любой канал может быть настроен на следующие типы каналов связи:

- канал мобильного оператора (GPRS) - ($V =$ от 9600 б/с);
- волоконно-оптический (ВОЛС) – ($V =$ от 10 Мб/с, интерфейс Ethernet);
- медный телефонный кабель – ($V =$ от 1200 б/с, сопротивление медной линии связи - до 3 кОм);
- радиоканал.

**Телемеханика обеспечивает:**

- сбор информации со всех объектов тяговой подстанции внутри тяговой подстанции;
- передачу информации с тяговой подстанции в аппаратуру верхнего уровня;
- прием информации с тяговой подстанции аппаратурой верхнего уровня;
- отображение на мнемосхемах монитора текущего состояния оборудования ТП, работы аппаратных и программных средств;
- управление устройствами с анализом допустимости выдачи команд и контроля их исполнения;
- сигнализацию о самопроизвольном изменении состояний объектов и нарушении работы устройств;
- ретроспективную информацию (команды управления, изменения состояния, тренды и т.д.);
- справочную информацию.

Технические характеристики:

- количество контролируемых тяговых подстанций – до 30 шт.;
- структура – трехуровневая;
- тип сигналов ввода-вывода:
 - дискретные входные/выходные типа «сухой контакт»;
 - аналоговые входные сигналы;
- питание - от сети ~ 220 В и резервное от аккумуляторной батареи 24 В;
- степень защиты от воздействий окружающей среды – IP44;
- время реакции на изменение состояния объекта – 2...5 сек;
- время прохождения команды до объекта управления – 1...3 сек;
- наработка на отказ по функциям доведения команд и получения информации – 50 тыс. час;
- сертифицированное оборудование;
- лицензионное программное обеспечение;
- различные каналы связи, в том числе и цифровые каналы мобильных операторов (GPRS).

Преимущества:

- надежность и непрерывность в управлении – объект находится на связи по схеме 7/24 (7 дней в неделю, 24 часа в сутки);
- достоверность информации;
- отсутствие необходимости в техническом сопровождении каналов связи (в случае использования каналов связи GPRS мобильных операторов);
- низкая абонентная плата за каналы связи;
- возможность резервирования каналов связи: использования цифрового канала связи GPRS альтернативного оператора (при необходимости, можно использовать проводные или волоконно-оптические линии связи);
- цена владения и простота в обслуживании.

9. Заключение

В настоящем документе представлена концепция поставки оборудования для тяговых подстанций городского электрического транспорта, созданная Компанией "Плутон" на основе многолетнего опыта разработки и производства оборудования для городского электрического транспорта.

Концепция построена на базе последних достижений мировой техники в области электроаппаратостроения, автоматизации, современных технологий передачи информации.

Данная концепция направлена на сведение к минимуму участия человека в процессах, происходящих на тяговой подстанции при существенном повышении надежности работы оборудования. Концепция способствует увеличению срока безаварийной эксплуатации оборудования, снижению затрат на капитальное строительство. Высокая степень автоматизации, самодиагностики должна привести к существенному снижению эксплуатационных затрат.

Применение оборудования с высокой коммутационной способностью, динамической устойчивостью к токам короткого замыкания, большим механическим ресурсом способствует существенному повышению надежности энергоснабжения тяговой сети городского электрического транспорта.

Применение систем мониторинга и защиты тяговых сетей способствует ускоренной диагностике возникновения аварийных процессов и сокращению времени отключения аварийных токов, в результате чего, контактная сеть может работать в щадящем режиме, что в свою очередь способствует увеличению срока службы контактной сети.

Основная идея вышеописанной концепции – это поставка комплекта оборудования тяговых подстанций городского электрического транспорта «под ключ», начиная с проектных работ (разработка, согласование проекта) и заканчивая вводом оборудования в эксплуатацию. Проект «под ключ» включает в себя непосредственно изготовление и поставку оборудования тяговой подстанции, монтажные, шеф-монтажные, пуско-наладочные работы, обучение персонала, поддержка гарантийных обязательств в течение всего гарантийного срока, а также постгарантийное обслуживание. Основная идея настоящей концепции - это ответственность поставщика перед Заказчиком с момента заключения контракта по всем вопросам, касающимся поставки оборудования ввода объекта в эксплуатацию и безаварийной эксплуатации.

Возможность реализации такой задачи кроется не только в желании поставщика заключить контракт и поставить оборудование. Решающая роль в эффективной реализации задачи «под ключ» - в эффективных схемотехнических, технологических, конструктивных решениях построения оборудования, систем автоматики которые находятся в «одних руках».

Полная автоматизация технологии управления тяговой подстанцией и контактной сетью, мониторинг состояния оборудования и контактной сети – один из основных ключей успешной реализации концепции поставки оборудования для городского электрического транспорта Компанией "Плутон". Создание комплекта оборудования необслуживаемого или малообслуживаемого типа с низким энергопотреблением – также один из основных факторов успеха на пути реализации комплексного решения вопросов электроснабжения городского электрического транспорта.



Третья и самая важная составляющая, обеспечивающая реализацию концепции Компании "Плутон" - это инжиниринг высокого уровня, который обеспечивает коллектив высококлассных инженеров. Именно они составляют основную интеллектуальную силу, создающую наше оборудование. Именно в эту генерирующую силу направлены основные инвестиции компании «Плутон».

Мы уверены, что наши новаторские решения в области энергоснабжения городского электрического транспорта будут способствовать увеличению надежности энергоснабжения при общем снижении капитальных затрат на строительство, а также эксплуатационных затрат на потребленную электроэнергию и на обслуживание оборудования. При этом мы берем на себя полную ответственность за положительный, эффективный результат работы «под ключ».

ЗАО "ЭТК "Плутон"
105318, Россия, г. Москва, Семеновская пл., д. 7, этаж 4
тел.: +7 (495) 201-06-06, +7 (499) 391-49-08; факс.: +7 (499) 579-81-67
www.etc-pluton.ru; e-mail: info@etc-pluton.ru