

## Выпрямители серии В-ТПЕД для тяговых подстанций городского электрического транспорта



## ВЫПРЯМИТЕЛИ СЕРИИ В-ТПЕД

В качестве выпрямителей для тяговых подстанций городского электрического транспорта применяется комплект из преобразовательной секции серии В-ТПЕД производства Компании «Плутон» и сухого трансформатора, изготавливаемого по технологии RESIBLOC®, производства компании ABB, Германия, или трансформатора, изготавливаемого по технологии NOMEX отечественного производства.

Трансформатор соединяется с секцией преобразовательной шинным мостом, поставляемым в комплекте.

При разработке и изготовлении выпрямителей серии В-ТПЕД нового поколения использовались новейшие достижения украинских и мировых технологий. Это касается как конструкции шкафа, силовой части преобразователя, так и электрического монтажа, схемных и технологических решений систем защиты, диагностики и управления выпрямителем, технологии обслуживания и ремонта.

Выпрямители производятся по «нулевой» схеме с уравнительным реактором и трехфазной «мостовой» схемам выпрямления. В зависимости от схемы выпрямления разработаны следующие типоразмеры выпрямителей:

Тип выпрямителей	Схема выпрямления
В-ТПЕД-1000-600Н, В-ТПЕД-2,0к-600Н	«Нулевая» (звезда - две обратные звезды с уравнительным реактором)
В-ТПЕД-800-600М, В-ТПЕД-1,25к-600М, В-ТПЕД-2,0к-600М	Трехфазная «мостовая» (звезда-треугольник)



Преобразовательная секция В-ТПЕД

Трансформатор RESIBLOC®

## МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ

Преобразовательные секции В-ТПЕД (далее «ПС») оснащены микропроцессорной системой управления и диагностики, которая обеспечивает контроль состояния каждого диода по критериям: «нормальная работа», «ухудшение параметров» (потеря класса), «пробой», а также позволяет осуществлять контроль температуры диодов с выдачей информации на панель визуализации. Диагностирование по этим критериям позволяет существенно увеличить срок безаварийной работы более чем на 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.

Панель визуализации представляет собой промышленный контроллер PP65 производства компании Bernicker & Rainer (Австрия) модульного типа 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);
- газовая сигнализация (для масляного трансформатора);
- перегрев трансформатора (I ступень);
- перегрев трансформатора (II ступень);
- неисправность диагностики;
- земляная защита;
- отсутствие связи;
- перегрев ПС;
- пробой диода;
- параметры диода.

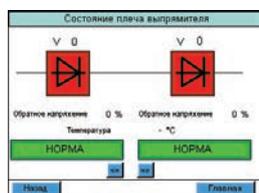
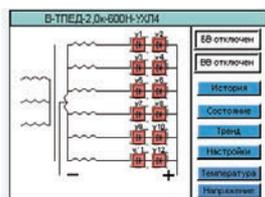


ПС выпрямителя В-ТПЕД-2,0к-600Н УХЛ4 с промышленным контроллером PP65

В случае изменения параметров диода до уровня, соответствующему критическому для данной схемы (для применяемых диодов), силовой диод можно заменить, не доводя выпрямитель до аварийного отключения в результате пробоя диода, который может произойти в случае дальнейшего ухудшения параметров прибора (снижения класса).

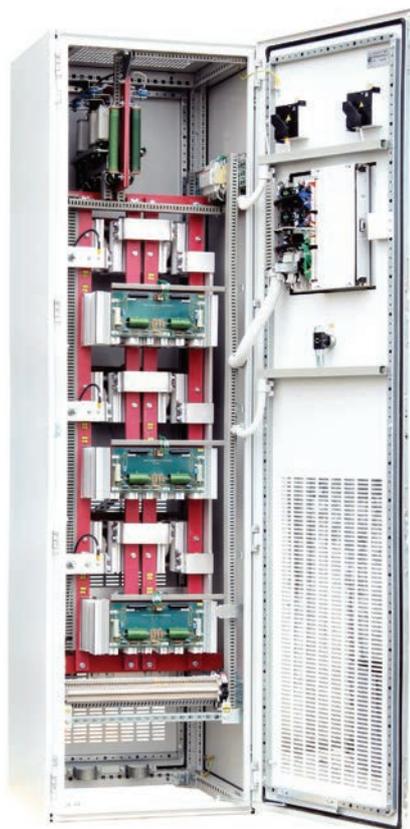
Информацию о состоянии выпрямителя и его элементов можно наблюдать на панели визуализации или на мониторе компьютера с помощью специализированной программы.

В ПС реализована возможность связи с системой управления верхнего уровня (центральной панелью визуализации подстанции, устройствами защиты распределительных устройств среднего напряжения, диспетчерским пультом (системой телемеханики)) как по обычной многопроводной связи через клеммник, так и по двухпроводной связи через порт RS-485 на расстоянии до 1200 м.



Промышленный контроллер PP65 с функцией визуализации. Основные «окна» панельного контроллера PP65

## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СЕКЦИЯ



ПС выпрямителя  
В-ТПЕД-2,0к-600Н УХЛ4

При разработке и изготовлении преобразовательных секций серии В-ТПЕД были применены самые современные технологии, материалы и комплектующие ведущих мировых производителей. ПС построены на силовых таблеточных диодах 2500 А 25-го класса производства компании VISHAY (ранее International Rectifier). Охлаждение ПС – воздушное естественное.

Силовая часть ПС выполнена с применением технологии необслуживаемых контактных соединений. Используются специальные компенсирующие устройства производства ФРГ, которые стабилизируют прижим на контактных соединениях, независимо от температуры и тепловых суточных и сезонных колебаний. При сборке преобразовательных секций каждое болтовое контактное соединение обжимается с помощью тарированного ключа определенным тарированным усилием в соответствии со стандартами, и указанное усилие сохраняется на протяжении всего срока эксплуатации. Благодаря этому при эксплуатации нет необходимости в контроле, периодической подтяжке, зачистке контактных соединений. Стабилизация контактного соединения повышает пожаробезопасность ПС и подстанции в целом.

Деление тока по параллельным ветвям - 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 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.

В выпрямителе реализована защита силовых полупроводниковых приборов от внутренних и внешних коммутационных перенапряжений. От внутренних коммутационных перенапряжений диоды защищены RC-цепями, от внешних – комбинированно RC-цепями и варисторами (панель защиты от перенапряжений).

## ТРАНСФОРМАТОРЫ RESIBLOC®

В качестве преобразовательного трансформатора поставляются современные сухие трансформаторы, изготавливаемые по технологии RESIBLOC® мощностью от 1000 кВА до 63 000 кВА с различными сочетаниями напряжений ВН и НН (до 45 кВ). Трансформаторы RESIBLOC® успешно эксплуатируются в метрополитенах Украины, России, Белоруссии, Казахстана, Азербайджана и других странах мира.

Трансформаторы имеют оригинальную конструкцию первичной и вторичных обмоток, выполняемых из медного провода и алюминиевой фольги. Бандажируются обмотки стекловолоконной нитью, пропитанной эпоксидным компаундом. Трансформаторы RESIBLOC® способны выдерживать максимальные колебания температурных расширений без повреждения поверхности компаунда и без образования микротрещин. Это единственные сухие трансформаторы, способные работать при температурах до 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 шумов. Система охлаждения позволяет увеличить номинальную мощность трансформаторов вплоть до 40 %.

Устойчивость обмоток трансформатора к механическим нагрузкам составляет 650 – 750 Н/мм<sup>2</sup>.

Все компоненты трансформаторов прошли испытания на отсутствие токсичности. Все материалы негорючие и не поддерживают процесс горения. Степень защиты трансформаторов - IP00, IP21, IP23, IP54 в соответствии с ГОСТ 14254.

Трансформатор 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 – РТС на 140 °С – сигнал тревоги, РТС на 155 °С – выключение нагрузки. Возможна также третья уставка – РТС 130 °С – включение принудительной вентиляции.



Трансформатор RESIBLOC®

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

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
Номинальная выходная активная мощность	кВт	600	1200	480	750	1200
Номинальное выходное напряжение	В	600				
Номинальный выходной ток	А	1000	2000	800	1250	2000
Номинальное входное напряжение	кВ	6; 6,3; 10; 10,5				
Номинальная входная частота	Гц	50 (60)				
Число фаз входного напряжения выпрямителя		3				
Число фазных присоединений ПС		6		3		
Вид охлаждения ПС		Воздушное, естественное				
Напряжение сети собственных нужд	В	~220				
Коэффициент мощности (расчетный), не менее	о.е.	0.95				
К.П.Д. (расчетный), не менее	%	98				
Типовая мощность преобразовательного трансформатора	кВА	1000	2000	630	1000	1600
Номинальная мощность преобразовательного трансформатора	кВА	692	1385	533	830	1330
Тип преобразовательного трансформатора		RESIBLOC®, ТМПУ-1000/10, ТСЗПУ-1000/10	RESIBLOC®, ТМПУ-2000/10, ТСЗПУ-2000/10	RESIBLOC®, ТСЗП-630/10 ГТ	RESIBLOC®, ТСЗП-1000/10 ГТ	RESIBLOC®, ТСЗП-1600/10
Кратность допустимых перегрузок по току и время допустимых перегрузок		1,25 - 7200 с, 2 раза в сутки*, 1,5 - 300 с, 1 раз в 30 мин. ** , 2,0 - 60 с, 1 раз в 30 мин. **				
Габаритные размеры ПС, не более						
длина	мм	600			1100	
глубина		600			600	
высота		2200			2200	
Масса ПС, не более	кг	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.

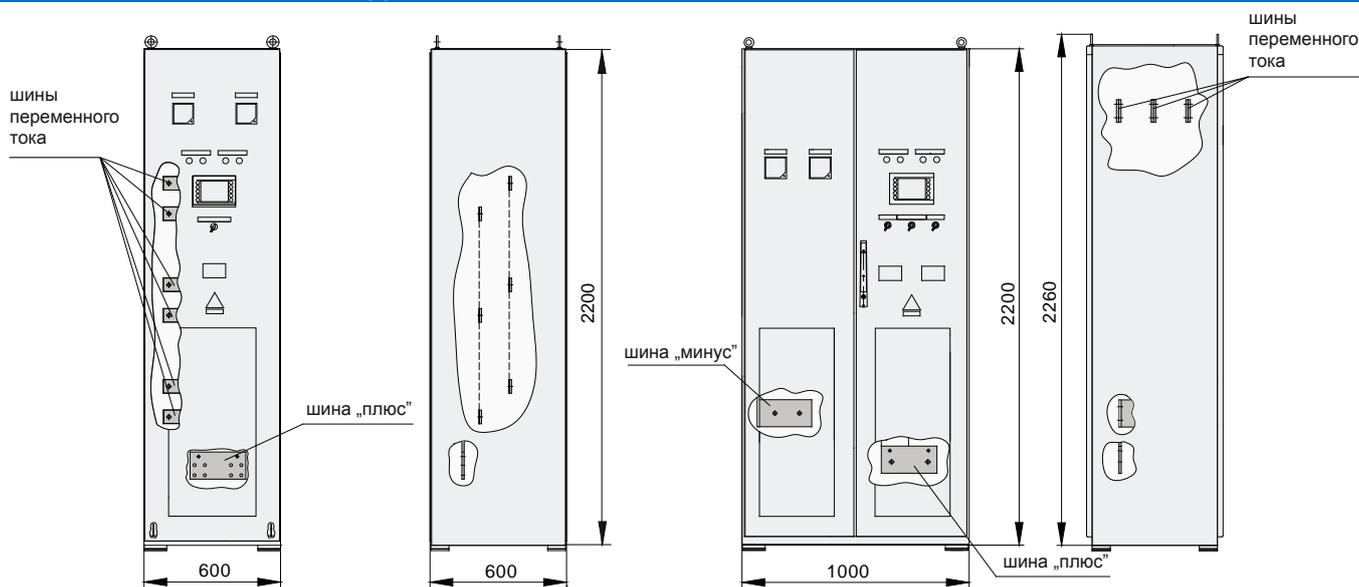
\*\*\* Для выпрямителей на 800А и 1000 А допускается перегрузка 2,4 кА в течение 60 с, с аналогичной циклическостью и условиями.

## СТРУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ В-ТПЕД-600

### В-ТПЕД-XXX-600X УХЛ4

- В** выпрямитель;
- Т** род тока питающей сети: трехфазный;
- П** вид тока на выходе: постоянный;
- Е** способ охлаждения: воздушное естественное;
- Д** вид примененных основных полупроводниковых приборов силовой схемы: диоды;
- XXX** значение номинального выходного тока: 800 А; 100 А; 1,25 кА; 2,0 кА;
- 600** значение номинального выходного напряжения в вольтах;
- X** схема выпрямления: М – мостовая, Н – нулевая;
- XXX** климатическое исполнение;
- 4** категория размещения.

## ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ В-ТПЕД-600



а) Габаритный чертеж ПС выпрямителя В-ТПЕД-2,0к-600Н

б) Габаритный чертеж ПС выпрямителя В-ТПЕД-2,0к-600М