

# BENNING

World Class Power Solutions



## **Выпрямители**

для стационарных  
аккумуляторных батарей в  
атомных электростанциях

### 1.1 Применение

Выпрямители с электронной регулировкой в сочетании со свинцово-кислотными или никель-кадмиевыми аккумуляторами образуют установки надежного электропитания ответственных потребителей АЭС как при наличии питающей сети, так и при повреждении этой цепи. Типичными потребителями постоянного тока на электростанциях и других энергетических объектах, которые требуют надежного электропитания, являются:

- электронная аппаратура
- реле сигнализации, управления и защиты
- телеметрическое и телекоммуникационное оборудование
- инверторы
- двигатели постоянного тока
- соленоидные приводы

В основном применяются выпрямители с напряжением на выходе 110В или 220В. При исправной питающей сети выпрямители обеспечивают питание потребителей, а также подзаряд и заряд аккумуляторных батарей. Режим подзаряда обеспечивает постоянную готовность аккумуляторной батареи питать нагрузку при повреждениях в питающей сети. При этом режиме аккумуляторная батарея всегда имеет полную емкость. Электропитание техники управления производится выпрямителями 26В или преобразователями тока DC-DC.

Эти выпрямители могут использоваться как на обычных электростанциях (тепловые, газовые или гидроэлектростанции) так и на атомных станциях.

На приборах, которые применяются на атомных станциях, при разработке и производстве учитываются соответствующие предписания КТА.

Для проведения необходимых повторных контролей на атомных станциях, за дополнительную стоимость предоставляется контрольный прибор (см. рис. 1).



Рис. 1: Контрольный прибор

### 1.2 Выходные характеристики

Выходная IU характеристика выпрямителя соответствует DIN 41773, при этом допускаются отклонения параметров питающей сети:

- напряжения  $\pm 10\%$
- частоты  $\pm 5\%$
- изменение нагрузок 0–100 %

#### Напряжение длительного подзаряда: 2,23 В/эл.

Это напряжение, при котором поддерживается номинальный уровень напряжения на нагрузке и обеспечивается оптимальный режим подзаряда аккумуляторов.

#### Напряжение стабилизированного подзаряда 2,4 В/эл.

При использовании более высокого уровня напряжения можно осуществить ускоренный заряд аккумуляторной батареи после исчезновения напряжения сети.

Доступ к необходимому для переключения выключателю 2,23В/эл.–2,4В/эл., а также к потенциометру регулировки заданного значения обеспечивается после открытия передней двери шкафа.



#### Режим ручного заряда: 2,7В/эл

Для ввода в эксплуатацию аккумуляторных батарей и возможно необходимых выравнивающих зарядов, установ-ка электропитания оснащена дополнительной W-характеристикой. При беступенчатом регулировании тока заряда напряжение батареи повышается до 2,7В/эл. Переключение характеристики на заряд или режим ручного заряда заблокировано через вспомогательный контакт распределительного питающего выключателя.

Для никель-кадмиевых аккумуляторов подобные характеристики могут быть получены при величинах стабилизированного напряжения соответственно 1,45В/эл и 1,55В/эл. Максимальное ручное напряжение заряда составляет 1,8 В/эл.

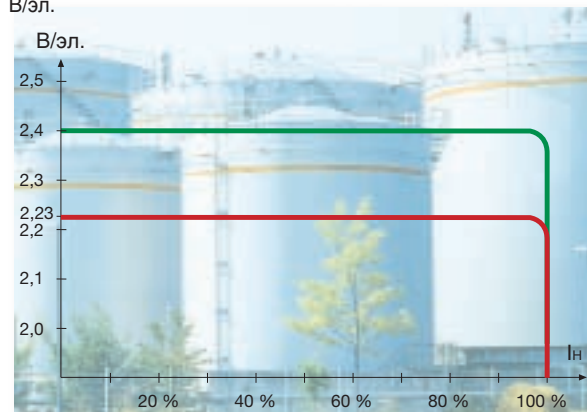


Рис. 2 Выходная IU характеристика выпрямителя, соответствующая DIN 41773 для свинцово-кислотных аккумуляторов

### 1.3 Управление

В выпрямителе управление осуществляется с помощью транзисторных регуляторов в сочетании с тиристорами в качестве исполнительного звена. Комплекты выпрямителей имеют в принципе исполнение в виде полностью регулируемой (6-и импульсной) трехфазной мостовой схемы.

Размеры полупроводниковых компонентов выбраны так, что при самоохлаждении они могут постоянно работать при полной нагрузке.

В качестве защиты от короткого замыкания для кремниевых полупроводников встроены сверхбыстрые предохранители, которые при номинальном токе выше 100А выполнены в виде предохранителей элементов аккумуляторов.

### 1.4 Сглаживание

Так как чувствительные потребители из-за такой пульсации могут быть повреждены, на выходе выпрямителя встраивается сглаживающее устройство, которое ограничивает пульсации в режиме работы выпрямителя без аккумуляторной батареи до 5% (двойная амплитуда колебаний).



## 2. УСТРОЙСТВА СИГНАЛИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ

Выпрямитель оснащен системой контроля, выполненной в виде отдельных блоков, которые собраны в общую панель сигнализации и контроля (см. Рис.3)

### 2.1 Блок контроля входного напряжения DUW-III

Данный блок предназначен для осуществления контроля за входным переменным напряжением. Он контролирует:

- понижение входного напряжения ниже ( $U_n - 15\%$ )
- повышение входного напряжения более ( $U_n + 15\%$ )
- симметрию входного напряжения

При возникновении отклонения параметра входного напряжения засвечивается желтый светодиод на лицевой панели блока и с некоторой регулируемой задержкой времени (0,1-15 секунд) выдается сигнал на центральный модуль SME I (см. п. 2.6), в котором формируется сигнал на отключение выпрямителя, при этом засвечивается красный светодиод. После восстановления параметра входного напряжения выпрямитель автоматически включается. Сигнал квитируется кнопкой-(нажать кнопку).

При повышении входного напряжения дополнительно срабатывает защита, которая блокирует регулятор на время перенапряжения (но не менее 200мс) с целью предотвращения заброса выходного напряжения выпрямителя.

### 2.2 Блок контроля токов короткого замыкания и внутренних повреждений GКУ-I

Данный блок предназначен для осуществления контроля за внутренними повреждениями выпрямителя (не приведшими к полной потере функций), а также для формирования сигнала о внешнем коротком замыкании. При наличии внутреннего повреждения, которое определяется по факту снижения выходного напряжения ниже 2,1В/эл при выходном токе менее 80% номинального, формируется вызывной сигнал без отключения выпрямителя и засвечивается желтый светодиод. При внешнем коротком замыкании, которое определяется по факту снижения входного напряжения ниже 1,6В/эл при выходном токе более 100% номинального, происходит формирование сигнала нарушения как описано выше. Обработка сигналов сообщений в SME I, а также в приборе производится как описано в п. 2.1, повторное включение прибора однако произойдет только после квитирования сигнала на только после квитирования на SME I.

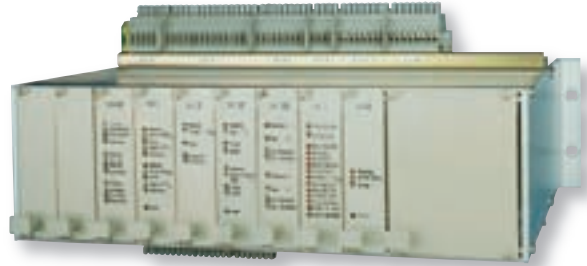


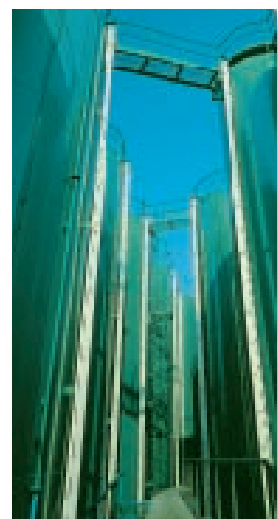
Рис. 3 Кассета сигнализации и контроля в соответствии с нормами КТА

### 2.3 Блок контроля выходного напряжения GSR-VII

Данный блок предназначен для защиты потребителей от повышенного напряжения на выходе выпрямителя. Блок контролирует:

- динамическое повышение напряжения
- статическое повышение напряжения

При динамическом изменении напряжения более, чем на 15% величины номинального значения, происходит мгновенная ( $t < 10\text{мс}$ ) блокировка регулятора на время не менее 200мс, что предотвращает дальнейшее нарастание напряжения. При этом загорается желтый светодиод. Если происходит четыре подобных скачка напряжения в течение 30с, в блок SME I выдается сигнал для формирования команды на отключение выпрямителя. Постоянно осуществляется контроль эффективного значения выходного напряжения. При превышении заданного значения поступает сигнал о нарушении и засвечивается желтый светодиод. Обработка сообщений происходит как описано уже в п. 2.2.



УСТРОЙСТВА СИГНАЛИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ

3

#### 2.4 Блок контроля пульсации GUG III

Устройство GUG III осуществляет контроль за пульсациями выходного напряжения выпрямителя. При пульсациях, превышающих заданную величину, происходит сигнализация желтым светодиодом. Обработка сигналов через SME I происходит как уже описано в п. 2.2. На выпрямителях без усиленного сглаживания блок GUG III может применяться в качестве устройства контроля цепи заряда аккумуляторной батареи. Функция отключения прибора и самоудержание при этом отсутствует.

#### 2.5 Контроль предохранителей

Осуществляется контроль перегорания всех предохранителей. При срабатывании предохранителя поступает сигнал о срабатывании в блок SME I, который формирует команду на отключение выпрямителя со стороны сети и блокирует команду на включение. Эта блокировка снимается квитированием сигнала - (нажатием кнопки).

#### 2.6 Блок центральной сигнализации о нарушениях SME I

В блоке SME I фиксируются все сигналы о нарушениях и формируются обобщенные сигналы двух видов:

- неисправность
- информация о неисправности зафиксирована

Сигнал о неисправности автоматически снимается после устранения причины его вызвавшей, а сигнал "Информация о неисправности зафиксирована" остается до квитирования.

Блок SME I выполняет также следующие функции:

- запоминает и выдает информацию с помощью красного светодиода о первом нарушении, которое привело к отключению выпрямителя;
- формирует сигнал "Блок изъят", который информирует о снятии любого из контрольных блоков выпрямителя. При появлении этого сигнала выпрямитель отключается. На период проведения регламентных работ команда на отключение выпрямителя при снятии блока может блокироваться.
- обеспечивает возможность проведения тестирования контрольных блоков. При нажатии клавиши "Функциональная проверка" иницируются все функции блоков контроля, а также проверяется сигнал, выдаваемый на диспетчерский пункт. Этот тест длится около 20 секунд, после чего автоматически подается сигнал возврата блоков контроля в исходное положение.

Устройства контроля и сигнализации, описанные в пунктах 2.2-2.6 (исключая блок по пункту 2.5) выполнены в виде съемных плат стандартного размера.

Питание всех устройств осуществляется на напряжении 220В 50Гц от сети переменного тока, а также от сети постоянного тока через преобразователь DC-DC.

#### Дополнительные устройства для выпрямителей 26В, 110В и 220В (не серийное оснащение)

При необходимости, выпрямители могут быть укомплектованы дополнительными устройствами контроля и сигнализации.

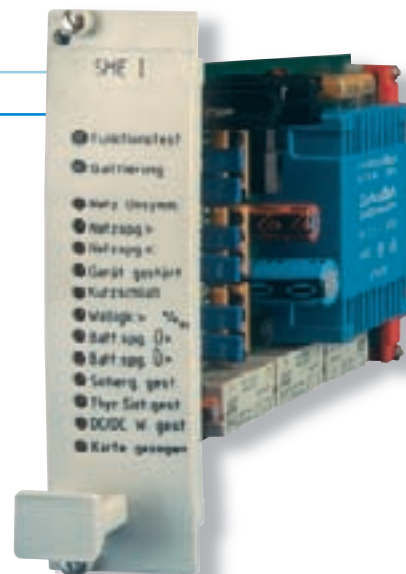


Рис.4. Блок SME I

#### 2.7 Устройство контроля цепи заряда аккумуляторной батареи

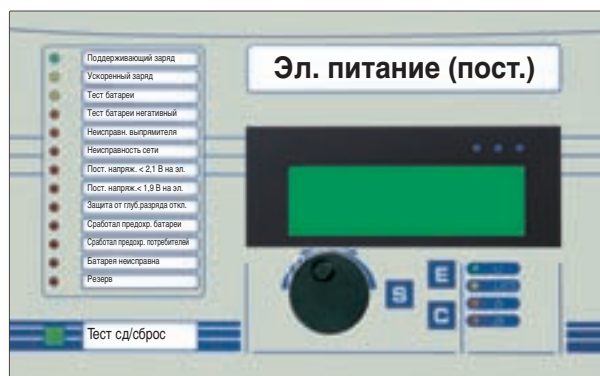
В режиме готовности к параллельной работе неисправности батареи или цепи заряда батареи могут оказаться незамеченными, что может приводить к значительным последствиям при обесточивании питающей сети. Поэтому следует установить устройство контроля батареи, которое непосредственно опознает такую неисправность.

Имеются два различных устройства контроля

- Устройство контроля цепи заряда батареи (регистрация тока заряда)
- Устройство контроля симметрии батареи (отбор со средней точки батареи)

#### 2.8 Блок измерения и сообщения MCU 2000

С помощью MCU 2000 значения измерений и сообщения системы постоянного напряжения могут через различные интерфейсы, например RS 232 передаваться дистанционно дальше. Последние сообщения в устройстве памяти событий могут быть вызваны в виде пакетного формата. На графическом дисплее и на панели светодиодов прибора производится индикация измеренных значений и сообщений.





### 3.1 Внешний вид

Приборы встраиваются в корпуса со сварочными профильными рамами со степенью защиты IP 20 и сконструированы для самоохладения. В альтернативном варианте, в "сейсмостойком исполнении" предусматриваются дополнительно конструктивные мероприятия в соответствии с заданными этажными спектрами ответов при испытаниях на сейсмостойкость (см. Рис. 6). Для транспортировки (погрузки и разгрузки) корпуса оснащены проушинами. На выбор шкафы могут быть оснащены замком с щеколдой или штанговым замыкающим устройством.

На передней двери шкафа расположены следующие элементы индикации и управления (см. рис. 5).

- выключатель ВКЛ-ОТКЛ
- амперметр класса 1,5, формат 96x96
- вольтметр класса 1,5, формат 96x96
- световое табло сигнализации неисправности
- световое табло "Информация о неисправности зафиксирована"
- кнопка теста ламп
- потенциометр регулирования режима ручного заряда



Рис.6. Вид выпрямителя при открытых дверях



Рис.5. Внешний вид выпрямителя

### 3.2 Внутреннее устройство

Сетевой трансформатор и сглаживающий дроссель расположены на нижней раме шкафа и крепятся к ней болтовыми соединениями. Силовой тиристорный блок расположен в верхней части шкафа, что улучшает охлаждение элементов, расположенных внутри шкафа.

Тиристоры оснащены специальными полупроводниковыми предохранителями с устройством контроля предохранителей. Вспомогательные цепи тока управления защищены установочными автоматами или защищены автоматами электродвигателя.

Блоки контроля и управления выполнены в виде сменных модулей, соответствующих Европейскому стандарту, и встроены в общую панель.

Соединения силовых элементов выполняется медными шинами. На входе выпрямителя устанавливается защитно-коммутационный аппарат, предназначенный для отсоединения выпрямителя от сети.

Вспомогательные цепи контроля и управления защищены автоматическими выключателями и предохранителями.

Клеммы для подключения силовых кабелей находятся в нижней части шкафа и легко доступны при открытых дверях.



КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

5

Тип:	см. таблицу типов
Выходная характеристика:	IU - характеристика в соответствии с DIN 41773
Режим работы:	Желаемый режим работы устанавливается с помощью переключателя: длительный подзаряд: режим параллельной работы с IU характеристикой при 2,23В/эл заряд при стабилизированном напряжении: режим параллельной работы с IU характеристикой при 2,4В/эл заряд при стабилизированном токе: режим стабилизации выходного тока при максимальном напряжении 2,7В/эл
Стабилизация выходных величин:	Напряжение $\pm 1\%$ Ток $\pm 2\%$
Допускаемые отклонения входных величин:	Напряжение $\pm 10\%$ при 2,4В/эл; $+10\% -15\%$ при 2,23В/эл Частота $\pm 5\%$ Диапазон изменения нагрузки: 0 - 100%
Схема выпрямителя:	полностью управляемая мостовая схема трехфазного тока
Регулирование:	Транзисторный регулятор с тиристорным исполнительным звеном
Защита:	Полупроводники защищены быстродействующими предохранителями. В зависимости от мощности выпрямителя предохранители устанавливаются в цепях силовых полупроводников или на выходе выпрямителя
Динамические характеристики (без батареи):	При резком возрастании нагрузки от 50% до 100% выходное напряжение не снижается менее 20В / 90В / 180В* на время не более 200мс. При резком снижении величины входного напряжения на 30% выходное напряжение не снижается менее 20В / 90В / 180В на время не более 200мс. При резком уменьшении нагрузки от 100% до 50% выходное напряжение не повышается более 33В / 135В / 270В. При резком увеличении величины напряжения входного тока от 70% на 100% выходное напряжение не повышается более 33В / 135В / 270В*.
Пульсация: (без батареи)	Максимальная пульсация двойной амплитуды выпрямленного напряжения не превышает 5% при изменении нагрузки от 0 до 100%
Пусковые характеристики:	При включении выпрямителя выходное напряжение возрастает по экспоненциальному закону
Режим разгона:	Замедленное увеличение напряжения при включении выпрямителя. Повышение напряжения по e-функции.
Измерительные приборы:	Амперметр - класс точности 1,5 Вольтметр - класс точности 1,5
Контролируемые параметры:	- повышение, понижение и асимметрия напряжения питающей сети; - состояние предохранителей; - динамическое и статическое повышение выходного напряжения; - уровень пульсации; - зависимость тока и напряжения на выходе; - короткое замыкание в нагрузке
Сигнализация:	<b>индикаторы внутри шкафа выпрямителя:</b> - асимметрия напряжения сети - высокое напряжение сети - низкое напряжение сети - неисправность блоков контроля и управления - короткое замыкание в нагрузке - высокая пульсация - высокое выходное напряжение (статическое) - высокое выходное напряжение (динамическое) - неисправность предохранителей - изъят блок контроля и управления
индикаторы на лицевой панели шкафа:	- обобщенный сигнал неисправности - информация о неисправности зафиксирована
Габариты:	Шкафы из листовой стали спереди с дверьми. Боковые и задние стенки отвинчиваются. Габариты см. таблицу типов. Степень защиты: IP 20 Покраска RAL 7035
Допускаемая температура окружающей среды:	- 5 до + 40 °C
Электромагнитная совместимость:	EN 50081-2 и EN 50082-2
Класс влажности:	класс влажности F по DIN 40040
Охлаждение:	Естественное
КПД:	см. таблицу
Питающая сеть:	3x400(380)В или 3x220В, 50Гц с нейтралью или без нейтрали
Прочие технические данные см. таблицу типов	

\*1 значения для установок 24В , 110В и 220В



### Установки 24В

Тип	Входной при 3 x 400В	Cos j при 29В и ном. токе	К.П.Д., при 29В и ном. токе	Мощность потерь, кВт	Габариты ВxШxГ, мм	Масса, кг
D 400 G 26/ 400 BWLrug-Dt	29	0,7	83 %	2,4	2200 x 800 x 800	680
D 400 G 26/ 600 BWLrug-Dt	43	0,7	84 %	3,3	2200 x 800 x 800	800
D 400 G 26/ 800 BWLrug-Dt	57	0,7	84 %	4,4	2200 x 1200 x 800	950
D 400 G 26/1000 BWLrug-Dt	71	0,7	85 %	5,2	2200 x 1200 x 800	1100
D 400 G 26/1200 BWLrug-Dt	85	0,7	85 %	6,2	2200 x 1200 x 800	1200
D 400 G 26/1600 BWLrug-Dt	112	0,7	86 %	7,6	2200 x 1600 x 800	1500
D 400 G 26/2000 BWLrug-Dt	138	0,7	87 %	8,7	2200 x 1600 x 800	1900
D 400 G 26/2500 BWLrug-Dt	173	0,7	87 %	10,8	2200 x 2000 x 800	2300
D 400 G 26/3000 BWLrug-Dt	207	0,7	88 %	12,9	2200 x 2000 x 800	2650

### Установки 110В

Тип	Входной при 3 x 400В	Cos j при 121В и ном. токе	К.П.Д., при 121В и ном. токе	Мощность потерь, кВт	Габариты ВxШxГ, мм	Масса, кг
D 400 G 108/ 200 BWLrug-Dt	54	0,7	90 %	2,5	2200 x 1000 x 800	620
D 400 G 108/ 300 BWLrug-Dt	80	0,7	90 %	3,6	2200 x 1200 x 800	850
D 400 G 108/ 400 BWLrug-Dt	105	0,7	91 %	4,4	2200 x 1200 x 800	1120
D 400 G 108/ 600 BWLrug-Dt	160	0,7	92 %	5,8	2200 x 1600 x 800	1500
D 400 G 108/ 800 BWLrug-Dt	210	0,7	92 %	7,7	2200 x 1600 x 800	1750
D 400 G 108/1000 BWLrug-Dt	265	0,7	93 %	8,4	2200 x 2000 x 800	1900
D 400 G 108/1200 BWLrug-Dt	315	0,7	93 %	10,1	2200 x 2400 x 800	2080
D 400 G 108/1600 BWLrug-Dt	420	0,7	94 %	11,6	2200 x 3200 x 800	2400

### Установки 220В

Тип	Входной при 3 x 400В	Cos j при 245В и ном. токе	К.П.Д., при 245В и ном. токе	Мощность потерь, кВт	Габариты ВxШxГ, мм	Масса, кг
D 400 G 212/ 100 BWLrug-Dt	54	0,7	93 %	1,9	2200 x 800 x 800	530
D 400 G 212/ 200 BWLrug-Dt	107	0,7	95 %	2,7	2200 x 1200 x 800	1030
D 400 G 212/ 300 BWLrug-Dt	160	0,7	95 %	3,9	2200 x 1600 x 800	1480
D 400 G 212/ 400 BWLrug-Dt	210	0,7	96 %	4,2	2200 x 1600 x 800	1700
D 400 G 212/ 600 BWLrug-Dt	316	0,7	96 %	5,8	2200 x 1600 x 800	1900
D 400 G 212/ 800 BWLrug-Dt	418	0,7	97 %	6,1	2200 x 2400 x 800	2300
D 400 G 212/1000 BWLrug-Dt	521	0,7	97 %	7,6	2200 x 3200 x 800	2800
D 400 G 212/1200 BWLrug-Dt	625	0,7	97 %	9,1	2200 x 3200 x 800	3200

### ГАБАРИТЫ ШКАФОВ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

Тип шкафа	В	Ш1	Г
PS 220808	2200	800	800
PS 221008	2200	1000	800

Тип шкафа	В	Ш2	Г
PS 221208	2200	1200	800
PS 221608	2200	1600	800
PS 222008	2200	2000	800

Таблица типов



#### Общие положения

Шкаф для подключения аккумуляторных батарей соединяет выпрямитель с соответствующей аккумуляторной батареей. Он выполнен из листовой стали, оснащен на передней стороне дверью и имеет соответствующее KKS-обозначение.

Данный шкаф устанавливается непосредственно у выпрямителя, составляет с ним единый блок и соединяется с последним силовыми медными шинами.

Присоединение аккумуляторной батареи может осуществляться через параллельные вводные кабели или шинами. Подвод кабелей или шин может выполняться как сверху, так и снизу.

Требования правил техники безопасности UVV BGV A2, особенно по отношению защиты против случайного прикосновения, выполнены.

#### Оборудование, устанавливаемое в шкафу:

Серийно шкаф для подключения аккумуляторных батарей оснащен следующим оборудованием:

- выключатель-предохранитель с контролем перегорания плавкой вставки
- устройство контроля цепи заряда аккумуляторной батареи (GIW-200) или устройство контроля симметрии напряжения (GUSW-100)
- 2-х полюсная кнопка, а также соответствующие предохранители и сопротивления для заряда сглаживающих конденсаторов выпрямителя перед установкой предохранителей батареи.
- амперметр со средней нулевой точкой для измерения тока батареи
- вольтметр
- табло аварийной сигнализации
- медные шины и пластины для подключения кабеля аккумуляторной батареи и потребителя, а также поперечные шины для подключения выпрямителя.
- фирменная табличка с гравированным KKS-обозначением.

#### Конструктивные данные

Шкафы для подключения аккумуляторных батарей поставляются на напряжение 24В, 110В и 220В с различными силами тока.

Серийное определение типов по току см. таблицу типов.

Габаритные размеры приведены в таблице

Тип шкафа	Тип предохранителя	Ток предохранителя, А	Габариты,			Масса, кг
			В	Ш	Г	
BES 250	NH 2	250	2200	800	800	150
BES 400	NH 3	400	2200	800	800	150
BES 630	NH 3	630	2200	800	800	150
BES 1250	NH 4	1250	2200	800	800	170
BES 1600	NH 4	1600	2200	800	800	170
BES 2500	2 x NH 4	2 x 1250	2200	1000	800	200
BES 3200	2 x NH 4	2 x 1600	2200	1000	800	200