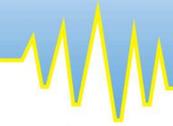


# КОМПЕНСАЦИЯ ПАССИВНОЙ МОЩНОСТИ СРЕДНИХ И ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ



## 1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Конструкционные решения батареи конденсаторов средних напряжений делятся на основные "семьи", которые зависят от степени изоляции:

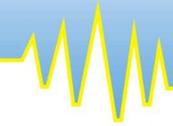
- батареи конденсаторов системы 12кВ (6,3; 7,56; 10,5; 11; 12кВ)
- батареи конденсаторов системы 24кВ (15; 15,75; 20; 21; 22; 24кВ)
- батареи конденсаторов системы 30-72кВ (30; 31,5; 35; 40; 55; 72,5кВ)
- батареи конденсаторов 110кВ и 220кВ.

**Батареи конденсаторов системы 12кВ** прежде всего предназначены для компенсации пассивной мощности в промышленных распределительных сетях. Обычно изготавливаются внутренние, реже наружные. Конструкционные решения предусматривают батареи без автоматического управления (для индивидуальной компенсации), так и автоматически управляемые, без резонансных дросселей или с дросселями в системе защиты или фильтров высших гармоник. Батареи могут быть встроены в стальные конструкции, размещены в корпусах или на базе существующих раздаточных ячеек.

**Батареи конденсаторов системы 24кВ** прежде всего предназначены для компенсации пассивной мощности в распределительных сетях 15кВ и 20кВ. Обычно изготавливаются наружные. В связи с ограниченным парком распределительной аппаратуры для высших напряжений от 12 кВ, батареи для этих напряжений обычно делаются для индивидуальной компенсации или в системе автоматически управляемых трансформаторных фильтров.

**Батареи конденсаторов системы 30-72,5кВ** предназначены для компенсации пассивной мощности приемников большой мощностью, таких как дуговые печи. Обычно делаются внутренние, реже наружные, в системе высших гармоник. Система, обычно состоит из нескольких фильтров, для индивидуальной компенсации, автоматически управляемых (включение с помощью вакуумных выключателей 36кВ) или как часть системы компенсации следящей SBC.

**Батареи конденсаторов 110кВ, 220кВ** предназначены для компенсации пассивной мощности в распределительных сетях высоких напряжений. Изготавливаются наружные, для индивидуальной компенсации.



## 2. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ

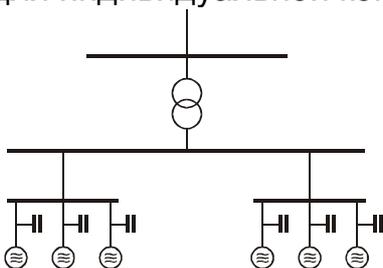
### 2.1. Размещение компенсационных устройств в сети

Выбор типа компенсации, и что с этим связано, размещение батареи конденсаторов в энергетической сети, совершается по заложенным эффектам компенсации пассивной силы. Выбранный тип компенсации имеет значение для номинального напряжения инсталляции и способа управления (выбор между батарея индивидуальной компенсации, автоприлагаемой, автоуправляемой).

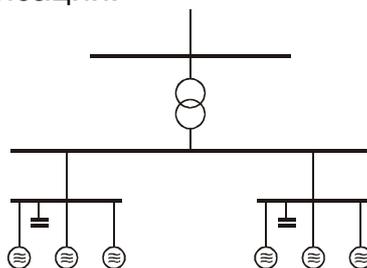
**Индивидуальная компенсация** — это непосредственное подключение конденсатора к зажимам компенсированного устройства и наиболее часто - прилагаемого с помощью одного и того же включения. Благодаря такому решению, сеть в максимальной степени облегчена, так как пассивная сила генерируется в одном приёмнике. Недостатком такого решения следует назвать отсутствие работоспособности конденсаторов во время простоя компенсированных приемников, а следовательно потребность установки компенсационных устройств большой мощности. Для такого типа компенсации чаще всего применяются батареи конденсаторов для индивидуальной компенсации.

Наиболее часто применяется метод групповой компенсации — компенсация группы приёмников питаемых из одной раздаточной. Батарея конденсаторов обычно автоуправляется. Автоматизация процесса компенсации пассивной мощности требует применения устройств включающих, кроме конденсаторов, измерительные цепи, предохраняющие, управляющие ёмкостной мощностью.

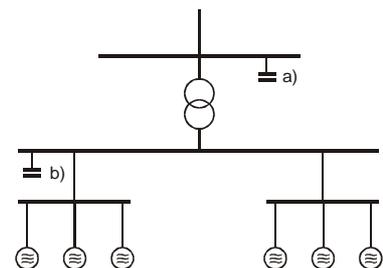
**Центральная компенсация** состоит в установлении одного компенсационного устройства или раздаточной станции для всего предприятия . Благодаря этому, минимизируется полная пассивная мощность нужная к установке, благодаря применению автоматического управления – величина коэффициента силы удерживается на уровне близком к заданному. Отрицательный аспект - нагрузка пассивным напряжением сети питания - распределения, трансформаторов и линий питающих приёмники. К центральной компенсации применяются автоматически управляемые батареи или, в случае постоянного спроса на пассивную мощность (напр. в раздаточных станциях), автоматически управляемые батареи или батареи для индивидуальной компенсации.



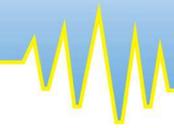
Индивидуальная компенсация



Групповая компенсация



Центральная компенсация со стороны высокого (а) и среднего (b) напряжения



## 2.2. Выбор способа управления

**Способ управления** батареей конденсаторов зависит от динамики спроса на пассивную ёмкостную мощность через компенсированные приёмники.

В случае, постоянного спроса, применяются **батареи для индивидуальной компенсации**. Это самое простое решение, часто без собственной распределительной аппаратуры, предохраняющей или отдельного поля питания (в случае батареи конденсаторов для индивидуальной компенсации).

**Батареи автоматического включения** - решение между батареей для индивидуальной компенсации и автоматически управляемой батареей. Батарея представляет собой один элемент, таким образом автоматическое управление проходит способом цепи. Автоматическое включение и выключение гарантируют отсутствие перекомпенсации.

**Автоматически управляемая компенсация:** батарея состоит из нескольких частей, где каждая из них представляет собой отдельный набор конденсаторов, дросселей или катушек, системы предохранения и распределительной аппаратуры.

В связи с этим цена автоматически управляемой батареи на много выше, чем батареи для индивидуальной компенсации той же мощности.

Выбор такого типа компенсации в сети среднего напряжения несёт с собой необходимость выбора, результатом которого будут финансовые затраты, связанные с покупкой, эксплуатационными расходами и производительностью компенсационных устройств:

- **Время разряда конденсаторов**, а следовательно время управления. Конденсатор, перед повторным подключением к сети, следует разрядить. Согласно норме IEC 60871, время разряда конденсатора - 10 минут для безопасной величины (75 В). Фирма „ ELMA энергия” применяет конденсаторные единицы, которые разряжаются в течение 5 минут к напряжению 50 В. Более короткое время разрядки, а следовательно более короткое время простоя элементов, возможно благодаря установке измерительных трансформаторов цепи быстрого разряда. Однако, следует помнить, что жизнеспособность распределительной аппаратуры среднего напряжения (особенно выключателей) ограничена и сокращение времени управления увеличивает эксплуатационные моменты.
- Мощность первого элемента (степень управления) батареи. Мощность первого элемента определяет количество уровней мощности, какого может достигнуть батарея. С одной стороны, его величина должна обеспечивать эффективную компенсацию при низких уровнях напряжения, с другой стороны – из чисто экономических соображений мощность не может быть низкой (батарея о той же мощности, но более

низкой степени управления требует применения большого количества элементов).

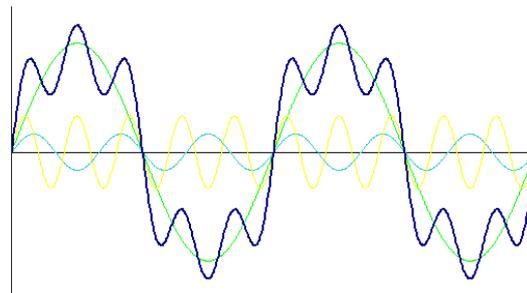
- Мощность отдельных элементов. В связи с необходимостью эффективного постепенно увеличения мощности батареи конденсаторов, мощность очередного элемента не может быть больше, чем двукратная величина силы прежнего элемента. Отношение силы отдельных элементов по отношению к первому элементу получила название - регулировочный ряд. Рядом, который обеспечивает наиболее комфортные условия работы конденсаторов, наиболее точное использование мощности компенсационных устройств и унификацию аппаратуры, ряд 1: 1: 1..., где мощность отдельных элементов одинаковая. Недостаток такого решения - большие финансовые затраты и большое пространство (примерно, батарея - 6 степени управления в ряду 1: 1: 1... состоит из шести элементов, в ряду же 1: 2: 3 – только с трех).
- Распределительная аппаратура.  
Для батареи конденсаторов о номинальном напряжении до 12 кВ в качестве распределительной аппаратуры применяются вакуумные контакторы. Для более высоких напряжений необходимо применение вакуумных выключателей или SF 6, жизнеспособность которых ограничена, а следовательно и высокие эксплуатационные расходы. Альтернативное решение - запатентованное фирмой „ ELMA энергия ” решение трансформаторных фильтров.

Компенсация следящей – это самый дорогой тип компенсации следящей, где мощность компенсационных устройств приспособляется для временного спроса сети в течение микросекунд. В случае компенсации следящей, применяются два основных решения:

- системы TSC, которые как и автоматически управляемые батареи состоят из элементов конденсаторов, только роль распределительной аппаратуры выполняют тиристорные соединители, фирма „ELMA энергия” рекомендует применение трансформаторных фильтров следящих ,
- системы TCR/FC, состоящие из подключенных к сети батареи конденсаторов FC и тиристорно управляемой дроссели TCR.

## 2.2. РАБОТА ПРИ ВЫСШИХ ГАРМОНИЧЕСКИХ

Широкое применение в промышленности энергоэлектронических устройств, прежде всего нелинейных преобразователей (станции выпрямителей электротяги, регулируемые электропривода, нагревательная техника) а также таких приёмников как сварочные машины, сварочные аппараты и дуговые печь, связано с генерированием высших гармонических, то есть синусоидальных ходов о частотах высших, чем основная частота (гармоническая 3 - тя: 150 Гц, гармоническая 5 - ая: 250 Гц, гармоническая 7 - ая: 350 Гц и тд.).



Синусоидальный ход тока искаженный высшими гармониками

Работа батареи конденсаторов в „загрязнённой” сети несёт с собой угрозы. связанные с:

- перенапряжением конденсаторов, связанные с высшей величиной искаженного электрического тока (согласно нормам, конденсаторы могут работать при напряжении не превышающем 130 % номинального тока),
- возможность выступления резонанса между ёмкостью батареи и индуктивностью сети питания, что может вызывать появление тока величиной сближенного к короткому замыканию.

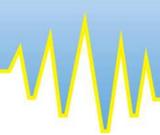
Возможность выступления резонанса можно оценить, подсчитывая резонансную частоту системы  $f_r$ : сеть питание-батарея конденсаторов, то есть такую частоту для которой сопротивление системы составляет ноль::

$$f_r = f_1 \times \sqrt{\frac{S_{zw}}{Q}}$$

где:  $S_{zw}$  – мощность короткого замыкания системы на месте установки батареи выражена в МВА;  
 $Q$  – мощность батареи в МВар;  
 $f_1$  – частота основной гармонической [Гц].

В сетях, в которых напряжение пробоя и токов искажено через выступающие высшие гармонические, применяются батареи с резонансными дросселями.

В устройствах этого типа, в ряд с конденсатором включён дроссель, которого индуктивность вместе с ёмкостью конденсаторов создаёт резонансную цепь о собственной резонансной частоте  $f_r$ .

A yellow waveform graphic is positioned at the top left of the page, extending horizontally across the top edge.

Для частот ниже  $f_r$ , в том для основной частоты 50 Гц, система имеет ёмкостный характер (компенсирует пассивную индуктивную силу). Для частоты выше величина  $f_r$ , цепь дроссель-конденсаторы имеет индуктивный характер, причем для этих частот невозможным является появление резонанса в цепи батареи – сеть.

В батареях с защитительными дросселями (т.к.н..фильтры высших гармоник), параметры конденсаторов и дросселей подбираются так, чтобы собственная резонансная частота  $f_r$  батареи имела величину ниже частоты, отвечающей наиболее низкому ряду зафиксированных в сети высших гармонических. Примерно, если в сети зафиксировано гармонические: 5г, 7г, 11г, 13г... параметры L и C элементов или батареи подбираются так, чтобы получить резонансную частоту в пределах от 174 Гц до 210 Гц (чаще всего 189 Гц). Фильтры высших гармоник применяются чаще всего в автоматически управляемых многоэлементных батареях.

В пассивных фильтрах высших гармоник, собственная резонансная частота  $f_r$  максимально сближенная, по мере толерантности, к применяемым параметрам LC, к частоте фильтрованной высшей гармонической. Фильтры применяются отдельно или как набор фильтров (напр. 2-ой, 3-ей, 4-ой и 5-ой и в случае дуговых печей или 5-ой, 7-ой, 11-ой и 13-ой в случае больших приемников питаемых с помощью шестипульсного выпрямителя). Обычно набор фильтров сделан без системы автоматического управления. Автоматическое управление связано с рядом проблем, которые следует решить при проектировании системы компенсации (например, вопрос правильной последовательности при включении фильтров).

При выборе типа фильтра следует обратить внимание на аспекты, связанные с качеством электроэнергии (применение фильтров с целью получить нужный уровень высших гармоник), а также экономические (в связи с большими нагрузками фильтров высших гармоник тока и связанными с этим понижением напряжения следует применять дроссели с на много высшей нагрузкой тока и конденсаторы о более высоких напряжениях, а следовательно и мощности).

При анализе работоспособности конденсаторов без резонансной дроссели следует иметь в виду факт, что высшие гармоники могут генерироваться как приемниками на предприятии, так и распределительной сетью (особенно в районе, где находятся большие промышленные предприятия), поэтому, сначала следует провести необходимые измерения с помощью анализатора сети, проверить присутствие гармоник в напряжении. Так как рядовое соединение конденсатора с дросселем приводит к повышению напряжения на клеммах конденсатора, в батареях конденсаторов с резонансными дросселями следует применять конденсаторные единицы с более высоким номинальным напряжением, чем напряжение сети. В связи с этим, после установки батареи конденсаторов без дросселей нет возможности встроить дроссели в случае, когда возникнет такая необходимость.

## **Программное обеспечение**

Фирма „ELMA энергия” располагает программным обеспечением высоко класса, позволяющим сделать полный анализ работоспособности батареи конденсаторов без резонансных дросселей и подобрать параметры для конденсаторов, дросселей и батареи с резонансными дросселями.

### 2.3. Величина электропитания

Конденсаторы — приёмники, характеризующиеся высокой чувствительностью к повышенному напряжению. Допустимая величина продолжительно удерживаемого напряжения на клеммах конденсатора - 110 % номинальной величины в теч. 8 часов в день. Превышение данной величины является причиной старения или уничтожения конденсаторной единицы.

В качестве защиты от перенапряжения можно применить подобранные соответствующим образом ограничители перенапряжения, которые устанавливаются на системе питания батареи, и которое "отрезают" импульсы напряжения, занимая энергию. Однако их применение не защищает от продолжительного роста напряжения выше 110 % номинальной величины, так как при таком напряжении ограничитель не среагирует.

В батареях конденсаторов автоматического управления функцию предохранения конденсатора перед ростом напряжения выше допустимой величины берет на себя регулятор, который в такой ситуации отключает элементы батареи.

### 2.4. Явление распределения

Включению конденсаторов сопутствуют явления, характеризующиеся наличием сверхтоков и перенапряжения. Согласно норме IEC60871, конденсаторы выдерживают некоторый диапазон:

- стократную величину номинального тока в течение 0,5 периода,
- кратковременные перенапряжения величиной  $2\sqrt{2}$  номинального напряжения конденсатора

Сверхтоки и перенапряжения длящиеся дольше могут привести к повреждению обмотки конденсатора, а следовательно потери емкости или уничтожение единицы.

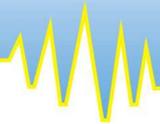
Особенно опасными являются случаи, когда конденсаторы подключаются к сети, в которой уже работают другие конденсаторы. В таком случае, для трехфазной системы максимальная величина тока насчитывает:

$$I_s = \frac{\sqrt{\frac{2}{3}} U_N}{\sqrt{(X_{C1} + X_{C2}) \times X_{L12}}},$$

где:  $U_N$  – номинальное напряжение между проводами сети,  
 $X_{C1}$  – емкостное сопротивление работающих конденсаторов,  
 $X_{C2}$  – емкостное сопротивление включаемых конденсаторов,  
 $X_{L12}$  – индуктивное сопротивление между емкостями C1 и C2.

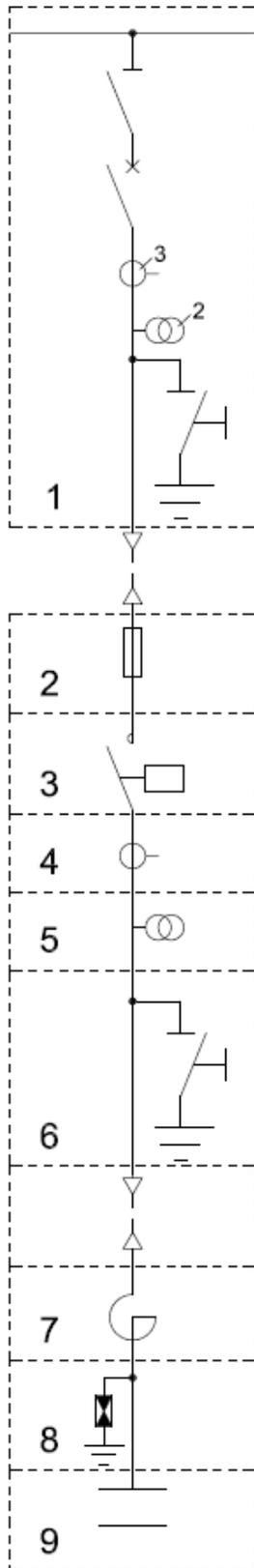
В случае отсутствия индуктивности в цепи, токи сопутствующие в процессе включения конденсатора достигают величины на уровне короткого замыкания.

Для ограничения этих явлений применяются катушки ограничивающие силу тока.

A yellow waveform graphic is positioned in the top left corner, extending from the left edge of the page towards the center. It consists of several sharp peaks and valleys, resembling an electrical signal or a pulse.

Отдельный вопрос - это правильный подбор распределительной аппаратуры. Могут применяться только выключатели обеспечивающие отсутствие повторного зажигания дуги (коммутационные, изолированные SF<sub>6</sub>). Применение такой аппаратуры как масляные выключатели может привести к повреждению компенсационной инсталляции.

### 3. ЭЛЕМЕНТЫ КОМПЕНСАЦИОННОЙ ИНСТАЛЛЯЦИИ



#### 1. Поле питания

В случае батарей без управления для индивидуальной компенсации при возможности подключения батареи к клеммам компенсированного устройства - нет необходимости выделения отдельного поля питания. В другом случае, следует использовать один из распределителей компенсированной секции, станции распределения для поля питания. Фирма „ELMA энергия” предлагает перестройки и адаптации существующих полей, а также доставку новых полей.

#### 2. Предохранители мощности

Основная защита компенсационных устройств от последствий короткого замыкания для устройств с номинальным напряжением до 12 кВ, включаемых с помощью вакуумных контакторов. Для более высоких напряжений, функцию предохранения принимают выключатели.

#### 3. Распределительная аппаратура

В случае батареи автоматического управления и автоматического подключения, применяются вакуумные контакторы (до 12 кВ) и вакуумные выключатели или SF 6 (для более высоких напряжений). В случае батареи без автоматического управления, существует возможность оснастить батареи разъединителем, который гарантирует безопасный изоляционный промежуток в случае необходимости консервации устройства.

#### 4. Устройства защиты от перенапряжения

Это выбор для батареи без автоматического управления и стандартное оснащение для батареи автоматического управления. Трансформаторы устанавливаются в каждом элементе батареи (два для батареи в системе двойной звезды или три для батареи в системе отдельной звезды и треугольника).

#### 5. Устройства защиты от перенапряжения

Дополнительная защита, в случае, когда отсутствует автоматическая защита в поле питания.

#### 6. Заземление (зануление)

Система блокировок, обеспечивающих безопасность обслуживания. Является стандартным оснащением поля управления автоматически управляемых батарей. Система блокировок закрывает ножи заземления при перекрытом выключателе в поле питания.

#### 7. Элементы сопротивления

Элементы сопротивления в цепи батареи конденсаторов могут выполнять следующие функции:

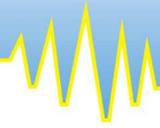
- ограничение нарушений при включении конденсаторов (ограничивающие катушки),
- защита батареи конденсаторов перед резонансными явлениями,
- фильтрация высших гармоник.

#### 8. Ограничители перенапряжения

Выбор для батареи без управления, и стандартное оснащение автоматически управляемых батарей. Ограничители устанавливаются на шинах питания батареи конденсаторов и на каждом элементе батареи.

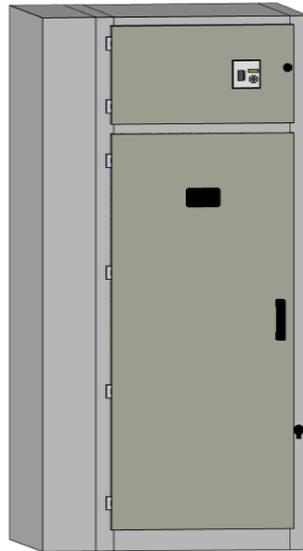
#### 9. Конденсаторы мощности

В батареях применяются трехфазовые конденсаторы (для напряжений до 12кВ и мощности элемента до 1МВар) и однофазовые в системе двойной звезды с измерительным трансформатором напряжения.



### Тип: АВ-3

<b>Напряжение сети:</b>	до 12кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 1000кВа
<b>Конденсаторы:</b>	трехфазные	<b>Система подключения:</b>	Δ
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- компенсация пассивной мощности без управления		



Батареи конденсаторов без управления типа АВ-3 предназначены для индивидуальной компенсации пассивной мощности (улучшение коэффициента мощности  $\cos\phi$ ) на предприятиях в распределительных электрических сетях среднего напряжения 6,3кВ а также 11кВ.

Корпус батареи – распределители из алюминка, степень защиты корпуса IP3x (по заказу: до IP54). Батареи снабжены набором блокировок, которые исключают неправильные операции при включении, а также обеспечивают безопасность эксплуатации (блокировка двери перед истечением времени разрядки конденсаторов).

Батареи типа АВ-3 могут включать:

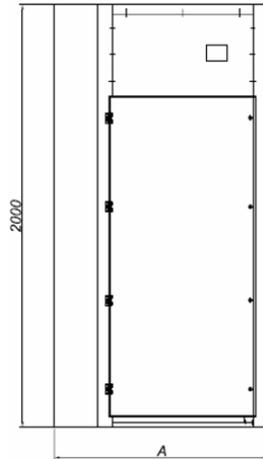
- Вставки предохранителей мощности,
- Катушки, ограничивающие ток включения, целью которых является ограничение токов включения к одобряемым нормам ценности.
- защита от перенапряжения,
- измерительные трансформаторы цепи быстрой разрядки.
- ограничители перенапряжения

#### Основные технические данные

Номинальное напряжение:	до 12кВ
Действительная номинальная мощность батареи:	50...1000кВа
Температурный класс:	-25/В или -25/Д
Потери активной мощности конденсаторов:	$\leq 0,15\text{В/кВа}$
Система подключения:	треугольник
Устройство разрядки:	внутри конденсаторов, разрядка до 50В/5 мин.
Защита корпуса:	IP3X (по заказу до IP54)

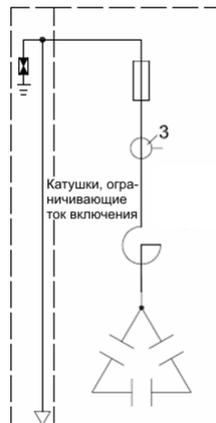


**Размер**



Гл: 850мм

**Схема**

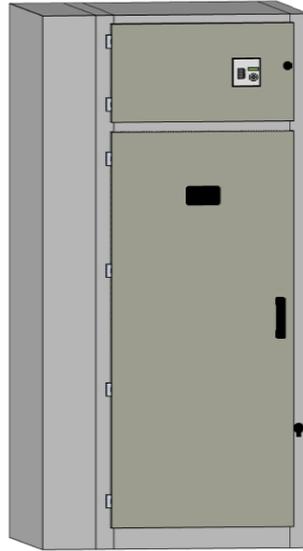


**Номинальная мощность**

Мощность установленных конденсаторов	Размер А мм
50	650
100	650
150	650
166,7	650
200	650
250	650
300	750
333,3	750
400	1000
500	1000
600	1000
666,7	1000
800	1200
900	1300
1000	1300

## Тип: АВ-2У

<b>Напряжение сети:</b>	до 12кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 3000кВаг
<b>Конденсаторы:</b>	однофазовые	<b>Система подключения:</b>	У – У
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- компенсация пассивной мощности без управления		



Батареи конденсаторов без управления типа АВ-2У предназначены для индивидуальной компенсации пассивной мощности (улучшение коэффициента мощности  $\cos\varphi$ ) на предприятиях в распределительных электрических сетях среднего напряжения 6,3кВ а также 11кВ.

Корпус батареи – распределители из алюминия, степень защиты корпуса IP3x (по заказу: до IP54). Батареи снабжены набором блокировок, которые исключают неправильные операции при включении, а также обеспечивают безопасность эксплуатации (блокировка двери перед истечением времени разрядки конденсаторов).

Батареи типа АВ-2У могут включать:

- Вставки предохранителей мощности,
- Катушки, ограничивающие ток включения, целью которых является ограничение токов включения к одобряемым нормам ценности.
- защита от перенапряжения,
- измерительные трансформаторы цепи быстрой разрядки.
- ограничители перенапряжения

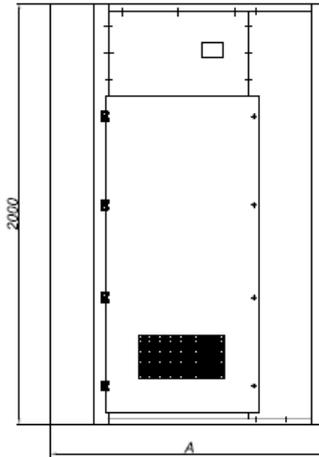
В стандарте батареи АВ-2У снабжены защитой ноль тока.

### Основные технические данные

Номинальное напряжение:	до 12кВ
Действительная номинальная мощность батареи:	600...3000кВаг
Температурный класс:	-25/В или -25/Д
Потери активной мощности конденсаторов:	$\leq 0,15$ В/кВаг
Система подключения:	двойная звезда
Устройство разрядки:	внутри конденсаторов, Разрядка до 50В/5 мин.
Защита корпуса:	IP3X (по заказу до IP54)

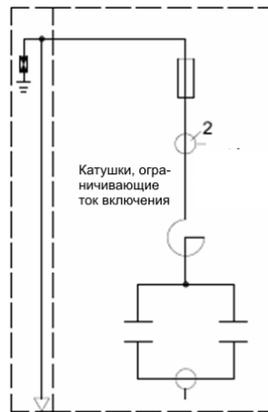


**Размер**



глубина: 850мм

**Примерная схема батареи**



**Мощность батареи конденсаторов**

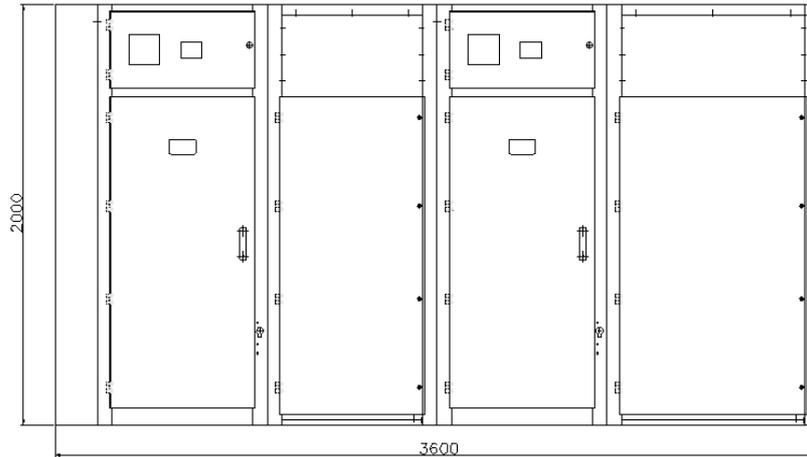
номинальная мощность батареи	Размер А мм	
	6,3кВ	10кВ
150	1100	1200
300	1100	1200
400	1100	1200
450	1100	1200
500	1100	1200
600	1100	1200
700	1100	1200
800	1100	1200
900	1100	1200
800	1100	1200
1000	1100	1200
1200	1100	1200
1400	1100	1200
1600	1100	1200
1800	1100	1200
2000	1100	1200



Батареи конденсаторов без управления типа АВ

## Тип: ACR-3

<b>Напряжение сети:</b>	до 12кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 5000кВар
<b>Конденсаторы:</b>	трехфазные	<b>Система подключения:</b>	Δ
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- автокомпенсация пассивной мощности		



Батарея конденсаторов ACR-3 мощностью 1200кВар и ур. регуляции 400кВар (2 части, 3 уровня регуляции)

Батареи конденсаторов с автоматическим управлением типа ACR-3 предназначены для компенсации пассивной мощности (повышение коэффициента мощности  $\cos\phi$ ) на предприятиях в распределительных электрических сетях среднего напряжения 6,3кВ и 11кВ.

Корпус батареи – распределители из алюминия, степень защиты корпуса IP3x (по заказу: до IP54). Батареи снабжены набором блокировок, которые исключают неправильность при включении, а также обеспечивают безопасность эксплуатации.

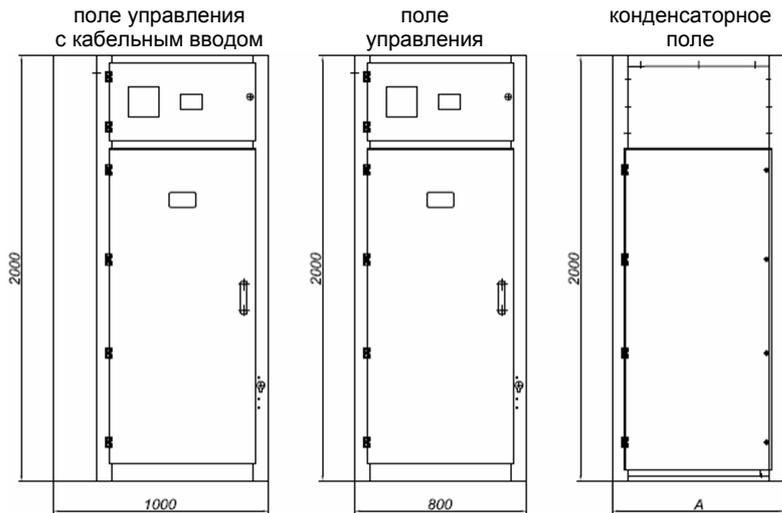
Каждая часть состоит из трех распределителей: поле управления и конденсаторное поле.

Поле управления первой части шире, обеспечивает кабельный ввод. В альтернативном варианте, батарея конденсаторов может содержать дополнительное поле питания (разделительное для батареи полной мощностью до 950кВар или выключательное). При выборе мощности отдельных полей следует помнить, что соотношение мощности последующих частей не должно превышать 1:2. Рекомендуется 1:1:1..., 1:2:2..., 1:2:3..., 1:2:4...

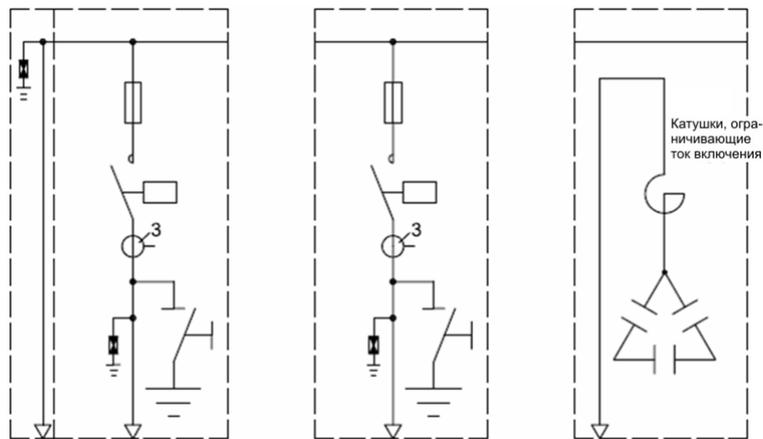
Конденсаторные поля содержат катушки, целью которых является ограничение токов при включении к соответствующим нормам.

### Основные технические данные

Номинальное напряжение:	до 12кВ
Номинальная действительная мощность батареи:	100...5000кВар
Номинальная действительная мощность частей:	50...1000кВар
Резонансная частота:	189...250Гц
Температурный класс:	-25/В или -25/D
Потери активной мощности конденсаторов:	$\leq 0,15$ В/кВар
Система подключения:	треугольник
Устройство разрядки:	внутри конденсаторов, Разрядка до 50В/5 мин.
Защита корпуса:	IP3X (по заказу до IP54)



Гл.: 850мм

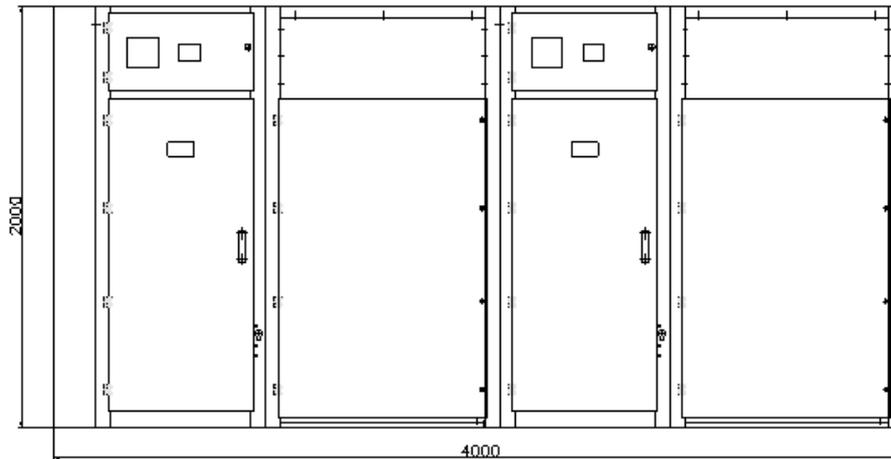


### Мощность конденсаторных частей

Мощность установленных конденсаторов	Размер А мм
50	450
100	450
150	450
166,7	450
200	450
250	450
300	550
333,3	550
400	800
500	800
600	800
666,7	800
800	1000
900	1100
1000	1100

## Тип: ACR-2Y

<b>Напряжение сети:</b>	до 12кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 10000кВар
<b>Конденсаторы:</b>	Однофазные	<b>Система подключения:</b>	Y – Y
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- автокомпенсация пассивной мощности		



Батарея конденсаторов ACR-2Y с резонансными дросселями мощностью 2700кВар и ур. регуляции 900кВар (2 части, 3 уровня регуляции)

Батареи конденсаторов типа ACR-2Y с автоматическим управлением предназначены для компенсации пассивной мощности (повышение коэффициента мощности  $\cos\phi$ ) на предприятиях в распределительных сетях среднего напряжения 6,3кВ а также 11кВ.

Корпус батареи – распределители из алюминия, степень защиты корпуса IP3x (по заказу: до IP54). Батареи снабжены набором блокировок, которые исключают неправильные операции при включении, а также обеспечивают безопасность эксплуатации.

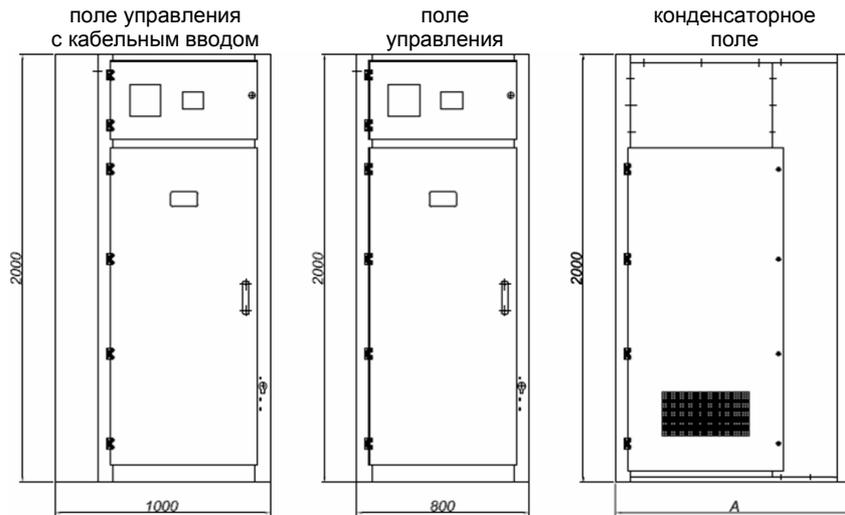
Каждая часть состоит из двух распределителей: поле управления и конденсаторное поле.

Регуляционное поле первой части шире, обеспечивает кабельный ввод. В альтернативном варианте, батарея конденсаторов может содержать дополнительное поле питания (разделительное для батареи полной мощностью до 950кВар или выключательное). При выборе мощности отдельных полей следует помнить, что соотношение мощности последующих частей не должно превышать 1:2. Следует применять ряды 1:1:1..., 1:2:2..., 1:2:3..., 1:2:4...

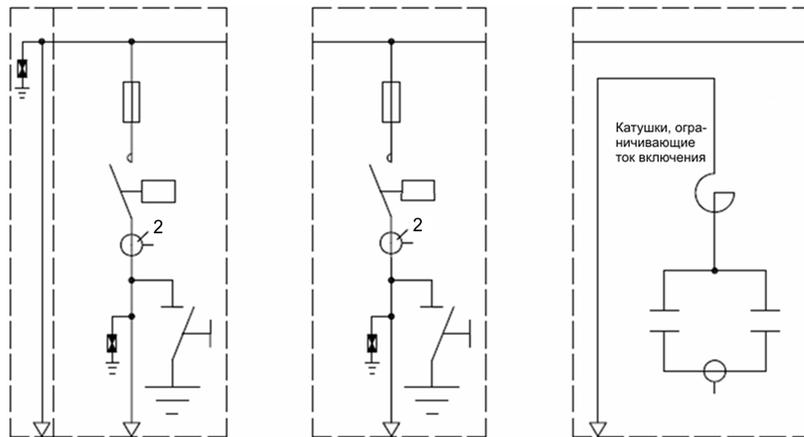
Конденсаторные поля снабжены катушками, целью которых является ограничение токов к одобряемым нормам величинам.

### Основные технические данные

Номинальное напряжение:	6,3,11кВ
Номинальная мощность батареи:	450...10000кВар
Номинальная мощность частей:	150...2000кВар
Температурный класс:	-25/В или -25/Д
Потери активной мощности конденсаторов:	$\leq 0,15\text{В/кВар}$
Система подключения:	двойная звезда с измерительным трансформатором Защита ноль тока
Устройство разрядки:	внутри конденсаторов, Разрядка до 50В/5 мин.
Защита корпуса:	IP3X (по заказу до IP54)



Гл: 850мм

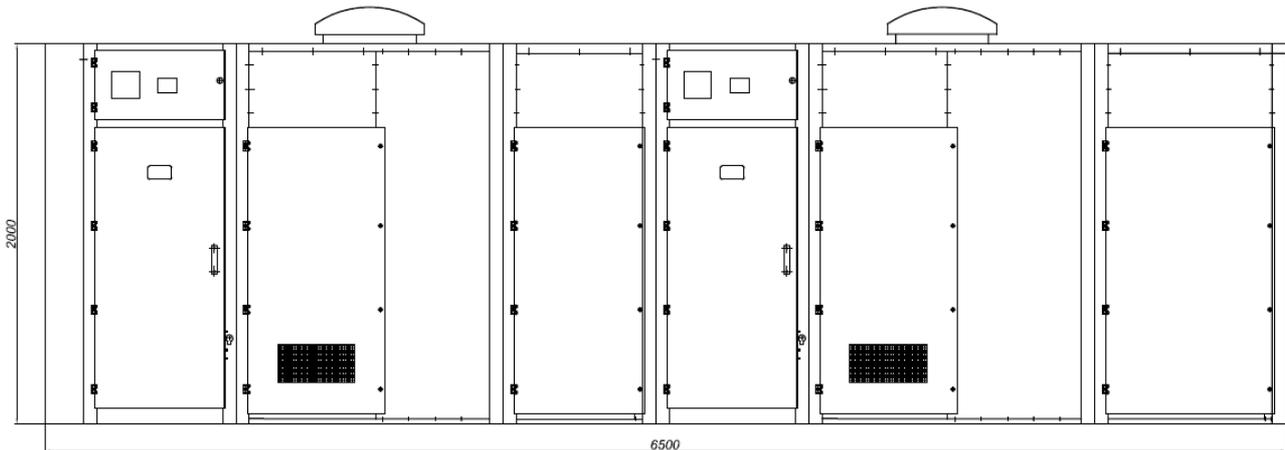


### Мощность частей конденсаторов

Номинальная мощность частей	Размер А мм	
	6,3кВ	10кВ
150	1100	1200
300	1100	1200
400	1100	1200
450	1100	1200
500	1100	1200
600	1100	1200
700	1100	1200
800	1100	1200
900	1100	1200
800	1100	1200
1000	1100	1200
1200	1100	1200
1400	1100	1200
1600	1100	1200
1800	1100	1200
2000	1100	1200

## Тип: ACRD-3

<b>Напряжение сети:</b>	6,3кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 5000кВаг
<b>Конденсаторы:</b>	трехфазные	<b>Система подключения:</b>	$\Delta$
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- автокомпенсация пассивной мощности		



Батарея конденсаторов ACRD-3 с резонансными дросселями мощностью 900кВаг и ур. регуляции 300кВаг (2 части, 3 уровня регуляции)

Батареи конденсаторов типа ACRD-3 с автоматическим управлением предназначены для компенсации пассивной мощности (повышение коэффициента мощности  $\cos\phi$ ) на предприятиях в распределительных электрических сетях среднего напряжения 6,3кВ при высших гармонических тока и напряжения. Рядовое соединение дросселя и объема конденсаторов создает резонансную систему с резонансной частотой  $f_r = 134\text{Гц}$  (3-ья гармоническая), 189Гц или 210Гц (5-ая гармоническая). Для гармонических ниже резонансной частоты (в том для основной гармонической 50Гц), батарея конденсаторов является емкостным приемом, для гармонических выше – индукционным приемом, включая возможность резонансных явлений.

Корпус батареи – распределители из алюминия, степень защиты корпуса IP3х (по заказу: до IP54). Батареи снабжены набором блокировок, которые исключают неправильность при включении, а также обеспечивают безопасность эксплуатации.

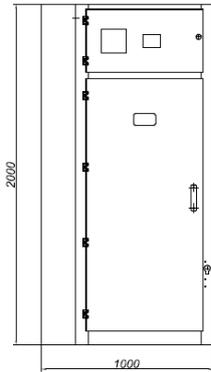
Каждая часть состоит из трех распределителей: регуляционное поле, поле дросселя, конденсаторное поле.

Регуляционное поле первой части шире, обеспечивает кабельный ввод. В альтернативном варианте, батарея конденсаторов может содержать дополнительное поле питания (разделительное для батареи полной мощностью до 950кВаг или выключательное). При выборе мощности отдельных полей следует помнить, что соотношение мощности последующих частей не должно превышать 1:2. Рекомендуется 1:1:1..., 1:2:2..., 1:2:3..., 1:2:4...

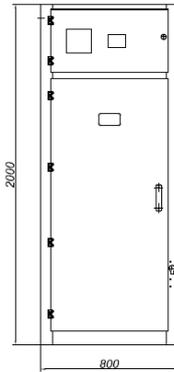
### Основные технические данные

Номинальное напряжение:	6,3кВ
Номинальная действительная мощность батареи:	100...5000кВаг
Номинальная действительная мощность частей:	50...1000кВаг
Резонансная частота:	189...250Гц
Температурный класс:	-25/В или -25/Д
Потери активной мощности конденсаторов:	$\leq 0,15\text{В/кВаг}$
Система подключения:	треугольник
Устройство разрядки:	внутри конденсаторов, Разрядка до 50В/5 мин.
Защита корпуса:	IP3X (по заказу до IP54)

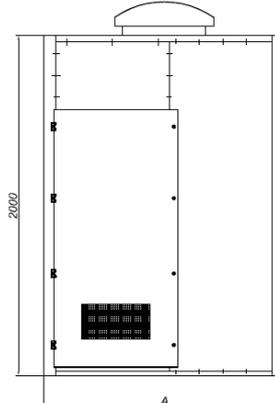
Поле управления  
с кабельным вводом



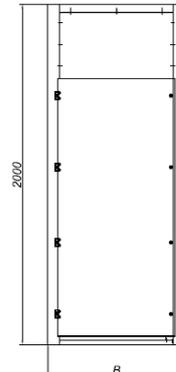
Поле  
управления



Поле  
дросселя

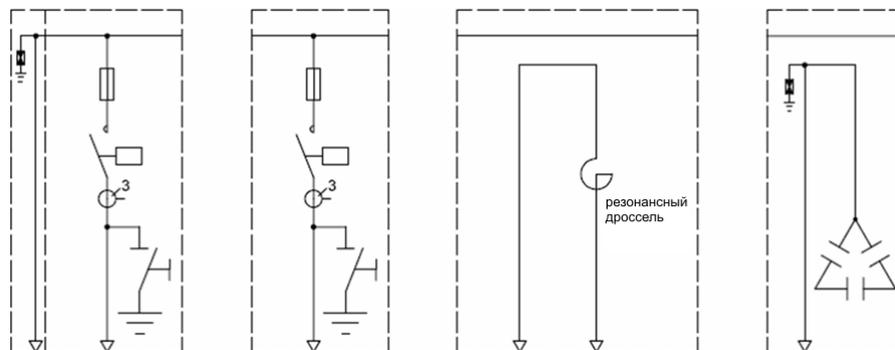


конденсаторное  
поле



Гл.: 850мм

**Схема**

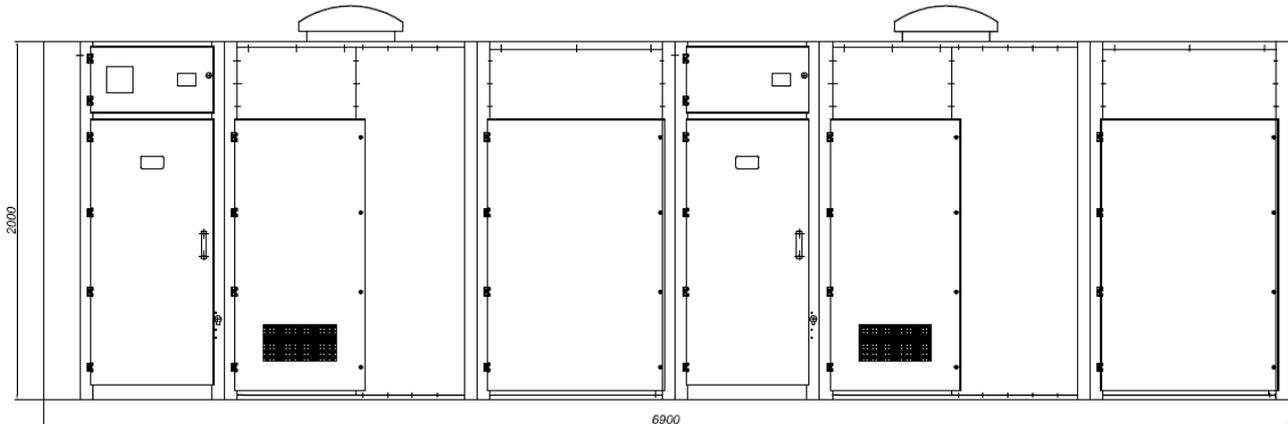


**Мощность конденсаторных частей для резонансной частоты  $f_r = 189\text{Гц}$**

Номинальн ая мощность части	Мощность установленных конденсаторов	Размер А мм	Размер В мм
50	66,7	1400	450
100	133,3	1400	450
150	200	1400	450
200	266,7	1400	450
225	300	1400	550
250	334	1400	550
300	400	1400	800
350	466,6	1400	800
400	534	1400	800
450	600	1400	800
500	666,6	1400	800
600	801	1500	1000
700	945	1500	1100
750	999,9	1500	1100
800	1066,8	1500	1200
900	1200	1500	1350
1000	1333,3	1500	1400

## Тип: ACRD-2Y

<b>Напряжение сети:</b>	до 12кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 7000кВа
<b>Конденсаторы:</b>	однофазовые	<b>Система подключения:</b>	Y – Y
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- автокомпенсация пассивной мощности		



Батарея конденсаторов ACRD-2Y с резонансными дросселями мощностью 1500кВа и ур. регуляции 500кВа (2 части, 3 уровня регуляции)

Батареи конденсаторов типа ACRD-2Y с автоматическим управлением предназначены для компенсации пассивной мощности (повышение коэффициента мощности  $\cos\phi$ ) на предприятиях в распределительных электрических сетях среднего напряжения 6,3кВ и 11кВ при высших гармонических тока и напряжения. Рядовое соединение дросселя и объема конденсаторов создает резонансную систему с собственной резонансной частотой  $f_r = 134\text{Гц}$  (3-ья гармоническая), 189Гц или 210Гц (5-ая гармоническая). Для гармонических ниже резонансной частоты (в том для основной гармонической 50Гц), батарея конденсаторов является емкостным приемом, для гармонических выше – индукционным приемом, исключая возможность резонансных явлений.

Окорпус батареи – распределители из алюминка, степень защиты корпуса IP3x (по заказу: до IP54). Батареи снабжены набором блокировок, которые исключают неправильность при включении, а также обеспечивают безопасность эксплуатации.

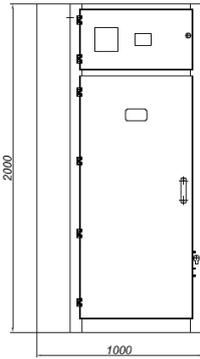
Каждая часть состоит из трех распределителей: регуляционное поле, поле дросселя, конденсаторное поле.

Регуляционное поле первой части шире, обеспечивает кабельный ввод. В альтернативном варианте, батарея конденсаторов может содержать дополнительное поле питания (разделительное для батареи полной мощностью до 950кВа или выключательное). При выборе мощности отдельных полей следует помнить, что соотношение мощности последующих частей не должно превышать 1:2. Рекомендуется 1:1:1..., 1:2:2..., 1:2:3..., 1:2:4...

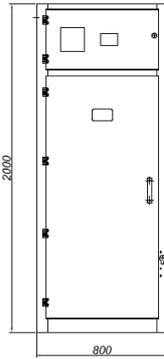
### Основные технические данные

Номинальное напряжение:	до 12кВ
Номинальная действительная мощность батареи:	200...7000кВа
Номинальная действительная мощность частей:	100...1400кВа
Резонансная частота:	189...250Гц
Температурный класс:	-25/В или -25/Д
Потери активной мощности конденсаторов:	$\leq 0,15\text{В/кВа}$
Система подключения:	двойная звезда с трансформатором тока
Устройство разрядки:	внутри конденсаторов, Разрядка до 50В/5 мин.
Защита корпуса:	IP3X (по заказу до IP54)

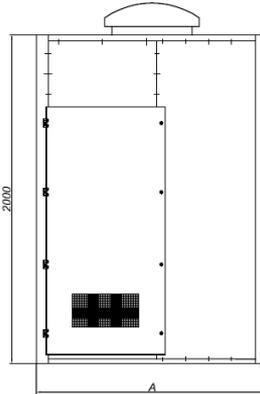
Поле управления с кабельным вводом



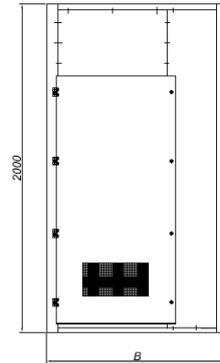
Поле управления



Поле дросселя

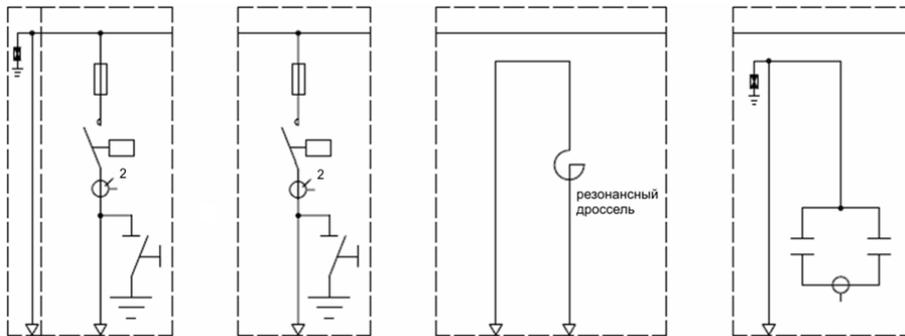


Конденсаторное поле



Гл.: 850мм

**Схема**

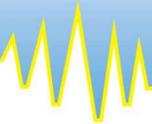


**Мощность конденсаторных частей для резонансной частоты  $f_r = 189\text{Гц}$**

Номинальная мощность части	Мощность установленных конденсаторов	Размер А мм		Размер В мм	
		6,3кВ	10кВ	6,3кВ	10кВ
100	140	1400	1500	1100	1200
150	200	1400	1500	1100	1200
200	275	1400	1500	1100	1200
225	300	1400	1700	1100	1200
250	333	1400	1700	1100	1200
300	400	1400	1700	1100	1200
350	470	1400	1700	1100	1200
400	540	1400	1700	1100	1200
450	600	1400	1700	1100	1200
500	670	1400	1700	1100	1200
600	800	1500	1700	1100	1200
700	930	1500	1700	1100	1200
750	1000	1500	1700	1100	1200
800	1070	1500	1700	1100	1200
900	1200	1500	1700	1100	1200
1000	1333	1500	1700	1100	1200
1200	1600	1500	2000	1100	1200
1400	1860	1700	2000	1100	1200
1500	2000	1700	2000	1100	1200



**Батареи конденсаторов типа ACR, ACRD**



## Регуляционные и питательные поля батареи с полями конденсаторов в конструкциях типа ACR...z, ACRD...z

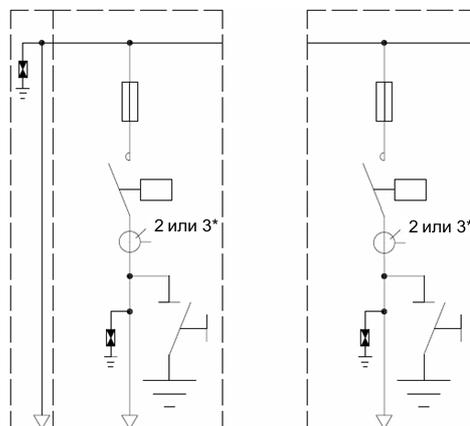
Батареи конденсаторов типа ACR...z и ACRD...z с автоматическим управлением предназначены для компенсации пассивной мощности (повышение коэффициента мощности  $\cos\varphi$ ) на предприятиях в распределительных электрических сетях среднего напряжения 6,3кВ и 11кВ.

Корпус батареи – распределители из алюминия, степень защиты корпуса IP3x (по заказу: до IP54). Конденсаторные поля и конденсаторно-дроссельные размещены на стальной конструкции. Часть с конденсаторами имеет защиту из сетки и дверь, снабженную датчиками напряжения и блокировками, ограничивающими доступ к части находящейся под напряжением. Такое решение обеспечивает комфортабельность работы конденсаторов. Благодаря неограниченным конструкторским возможностям конденсаторных полей, существует возможность подобрать размер системы в соответствующих помещениях (разные размеры конструкций, возможность встроить в существующие ячейки, возможность закрыть батарею на разных уровнях раздаточной, возможность поместить часть конденсаторной вне здания раздаточной).

Регуляционное поле первой части шире, обеспечивает кабельный ввод. В альтернативном варианте, батарея конденсаторов может содержать дополнительное поле питания (разделительное для батареи полной мощностью до 950кВаг или выключательное). При выборе мощности отдельных полей следует помнить, что соотношение мощности последующих частей не должно превышать 1:2. Рекомендуется 1:1:1..., 1:2:2..., 1:2:3..., 1:2:4...



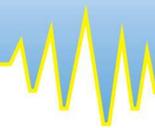
Гл.: 850мм



\*) 2 для батареи с однофазовыми конденсаторами в системе двойной звезды, 3 для батареи с трехфазовыми конденсаторами

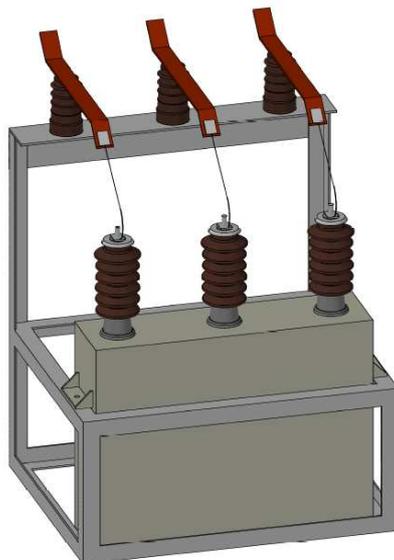


Регуляционные и питательные поля батарей с полями конденсаторов в конструкциях типа ACR...z, ACRD...z



### Тип: BSW-3

<b>Напряжение сети:</b>	до 12кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 1000кВа
<b>Конденсаторы:</b>	трехфазные	<b>Система подключения:</b>	треугольник
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- батареи для индивидуальной компенсации - части батареи конденсаторов с автоматическим управлением		

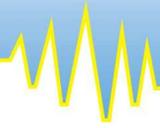


Батареи типа BSW построены на конструкциях их стальных профилей. Применяются как конденсаторные поля с автоматическим управлением или как отдельные батареи для индивидуальной компенсации пассивной мощности. Их конструкция дает возможность приспособления к условиям в помещении (форма конструкции для конденсаторов), а также возможность встроить их в существующие ячейки. Элементы компенсационной системы с автоматическим управлением, доставляются вместе с защитой из сетки и дверью, которая открывается только после разрядки конденсаторов.

Батареи типа BSW могут содержать также:

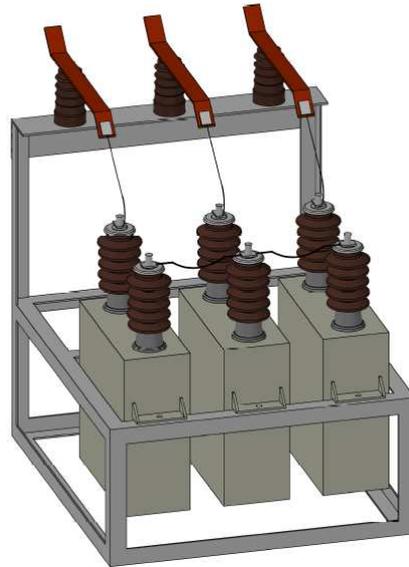
- Измерительные трансформаторы напряжения цепей быстрой разрядки (конструкция батареи),
- Катушки, ограничивающие ток включения (конструкция батареи),
- Измерительные трансформаторы защиты от перенапряжения (конструкция для батареи без регулировки или в регуляционном поле батареи с автоматическим управлением),
- Ограничители перенапряжения (конструкция для батареи без регулировки батареи в первом регуляционном поле батареи с автоматическим управлением).

Номинальная мощность	50...1000кВа
Номинальное напряжение:	6,0; 6,3; 7,6; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12кВ (др. по заказу)
Мощность конденсаторных единиц:	50...333кВа
Количество конденсаторных единиц:	1,2,3
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/В -25°C...+45°C или -25/D -25°C...+55°C
Допуск. рабочие напряжения:	1,10U <sub>N</sub> 12ч/сутки 1,15U <sub>N</sub> 0,5ч/сутки 1,20U <sub>N</sub> 5 минут 1,30U <sub>N</sub> 1 минута
Допуск. Перенапряжения при включении:	2√2U <sub>N</sub>
Допуск. постоянный рабочий ток :	1,30I <sub>N</sub>
Допуск. кратковременные перенапряжения тока (0,5 периода):	100I <sub>N</sub>
Потери активной мощности:	≤0,15В/кВа
Устройства разрядки:	разрядка до 50В в теч. 5 минут



## Тип: BSW-1Y

<b>Напряжение сети</b>	до 24кВ	<b>Диапазон мощности</b>	до 1000кВа
<b>Конденсаторы:</b>	однофазовый	<b>Система подключения</b>	звезда
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- батареи для индивидуальной компенсации - части батареи конденсаторов с автоматическим управлением		



Батареи типа BSW построены на конструкциях из стальных профилей. Применяются как конденсаторные поля с автоматическим управлением или как отдельные батареи для индивидуальной компенсации пассивной мощности. Их конструкция дает возможность приспособления к условиям в помещении (форма конструкции для конденсаторов), а также возможность встроить их в существующие ячейки. Элементы компенсационной системы с автоматическим управлением, доставляются вместе с защитой из сетки и дверью, которая открывается только после разрядки конденсаторов.

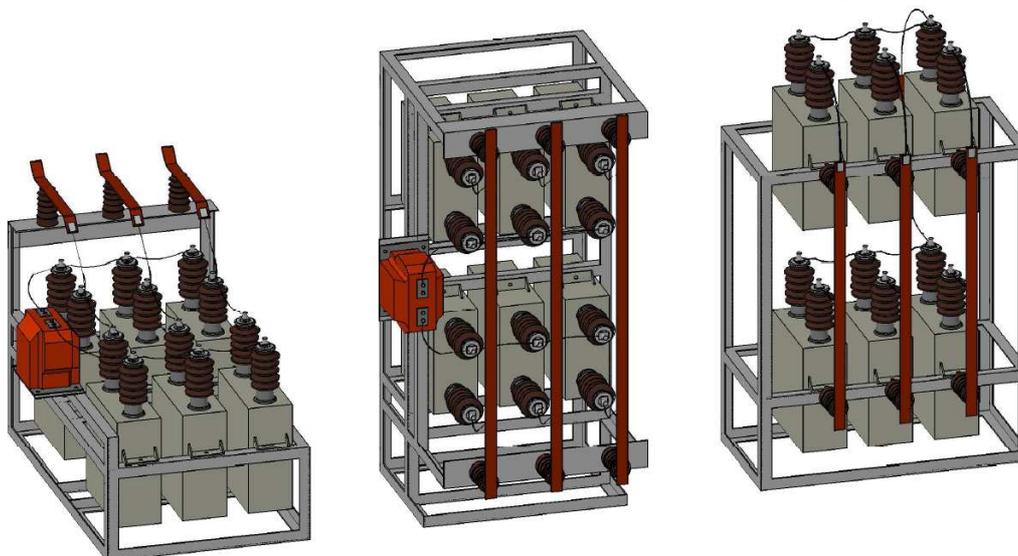
Батареи типа BSW могут содержать также:

- Измерительные трансформаторы напряжения цепей быстрой разрядки (конструкция батареи),
- Катушки, ограничивающие ток включения (конструкция батареи),
- Измерительные трансформаторы защиты от перенапряжения (конструкция для батареи без регулировки или в регуляционном поле батареи с автоматическим управлением),
- Ограничители перенапряжения (конструкция для батареи без регулировки батареи в первом регуляционном поле батареи с автоматическим управлением).

Номинальная мощность:	75...1000кВа
Номинальное напряжение:	6,0; 6,3; 7,6; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12; 15,75; 21; 24кВ (другие по заказу)
Мощность конденсаторных единиц:	25...333кВа
Количество конденсаторных единиц:	3
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/B -25°C...+45°C или -25/D -25°C...+55°C
Потери активной мощности:	≤0,15В/кВа
Устройство разрядки:	разрядка до 50В в теч. 5 минут (короче – по заказу)

## Тип: BSW-2Y

<b>Напряжение сети</b>	до 24кВ	<b>Диапазон мощности</b>	до 6000кВар
<b>Конденсаторы:</b>	однофазовый	<b>Система подключения</b>	Y-Y
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- батареи для индивидуальной компенсации - части батареи конденсаторов с автоматическим управлением		

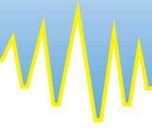


Батареи типа BSW построены на конструкциях из стальных профилей. Применяются как конденсаторные поля с автоматическим управлением или как отдельные батареи для индивидуальной компенсации пассивной мощности. Их конструкция дает возможность приспособления к условиям в помещении (форма конструкции для конденсаторов), а также возможность встроить их в существующие ячейки. Элементы компенсационной системы с автоматическим управлением, доставляются вместе с защитой из сетки и дверью, которая открывается только после разрядки конденсаторов.

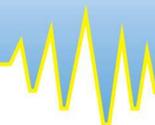
Батареи типа BSW могут содержать также:

- Измерительные трансформаторы напряжения цепей быстрой разрядки (конструкция батареи),
- Катушки, ограничивающие ток включения (конструкция батареи),
- Измерительные трансформаторы защиты от перенапряжения (конструкция для батареи без регулировки или в регуляционном поле батареи с автоматическим управлением),
- Ограничители перенапряжения (конструкция для батареи без регулировки батареи в первом регуляционном поле батареи с автоматическим управлением).

Номинальная мощность: - для батареи индивидуальной компенсации	150...6000кВар
- для частей батареи с автоматическим управлением:	150...2400кВар
Номинальное напряжение:	6,0; 6,3; 7,6; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12; 15,75; 21; 24кВ (другие по заказу)
Мощность конденсаторных единиц:	25...166,7кВар
Количество конденсаторных единиц:	6, 12
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/B -25°C...+45°C или -25/D -25°C...+55°C
Потери активной мощности:	≤0,15В/кВар
Устройство разрядки:	разрядка до 50В в теч. 5 минут (вр. короче – по заказу)

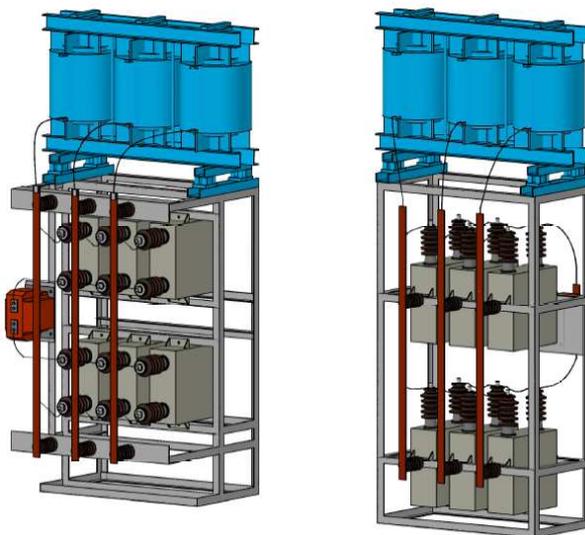


Батареи типа BSW



## Тип: BSWD-2Y

<b>Напряжение сети</b>	до 12kV	<b>Диапазон мощности</b>	до 7200kVar
<b>Конденсаторы:</b>	однофазовый	<b>Система подключения</b>	Y-Y
<b>Изготовление:</b>	Внутреннее, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- батареи для индивидуальной компенсации - части батареи конденсаторов с автоматическим управлением		



Батареи типа BSWD построены на конструкциях из стальных профилей. Применяются как конденсаторные поля с автоматическим управлением или как отдельные батареи для индивидуальной компенсации пассивной мощности. Их конструкция дает возможность приспособления к условиям в помещении (форма конструкции для конденсаторов), а также возможность встроить их в существующие ячейки. Элементы компенсационной системы с автоматическим управлением, доставляются вместе с защитой из сетки и дверью, которая открывается только после разрядки конденсаторов.

Батареи типа BSW могут содержать также:

- Измерительные трансформаторы напряжения цепей быстрой разрядки (конструкция батареи),
- Катушки, ограничивающие ток включения (конструкция батареи),
- Измерительные трансформаторы защиты от перенапряжения (конструкция для батареи без регулировки или в регуляционном поле батареи с автоматическим управлением),

Ограничители перенапряжения (конструкция для батареи без регулировки батареи в первом регуляционном поле батареи с автоматическим управлением).

Батареи снабжены резонансными дросселями, индуктивность дросселя вместе с емкостью конденсаторов создает резонансную схему с резонансной собственной частотой  $f_r = 134\text{Гц}$  (3-ья гармоническая, 189Гц или 210Гц (5-ая гармоническая)). Для гармоник ниже резонансной частоты (в том для основной гармоники 50Гц), батарея конденсаторов является емкостным приемом, для высших гармоник – индуктивный приём, исключая возможность выступления резонансных явлений.

Номинальная мощность:	100...7200kVar (высшая мощность по индивидуальному запросу)
Номинальное напряжение:	6,0; 6,3; 7,6; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12kV (другие по заказу)
Мощность конденсаторных единиц:	25...400kVar
Количество конденсаторных единиц:	6, 12, 24 (больше количество по индивидуальному запросу)
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/B -25°C...+45°C или -25/D -25°C...+55°C
Потери активной мощности:	$\leq 0,15\text{В/kVar}$
Устройство разрядки:	разрядка до 50В в теч. 5 минут



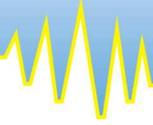
Батареи типа BSWD с регуляционными и питательными полями (батареи типа ACRD...z)



Батареи типа BSWD с регуляционными и питательными полями (батареи типа ACRD...z)

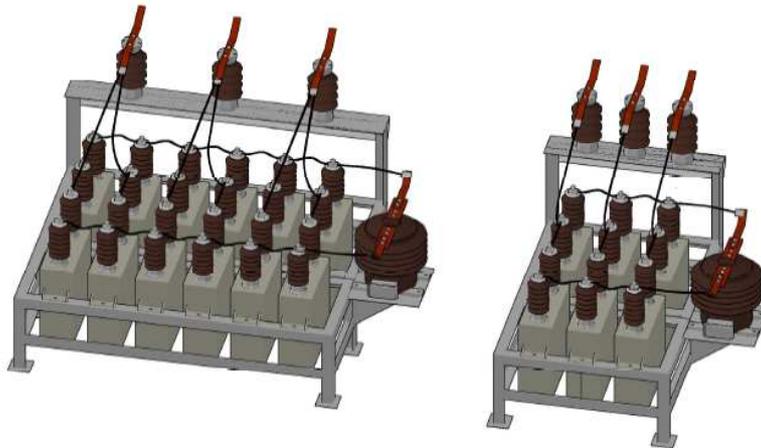


Батареи типа BSWD с регуляционными и питательными полями (батареи типа ACRD...z)



## Тип: BSN-2Y

<b>Напряжение сети</b>	до 24кВ	<b>Диапазон мощности</b>	до 6000кВар
<b>Конденсаторы:</b>	однофазовый	<b>Система подключения</b>	Y – Y
<b>Изготовление:</b>	наружное, без резонансных дросселей		
<b>Применение:</b>	- компенсация пассивной мощности без регулировки		

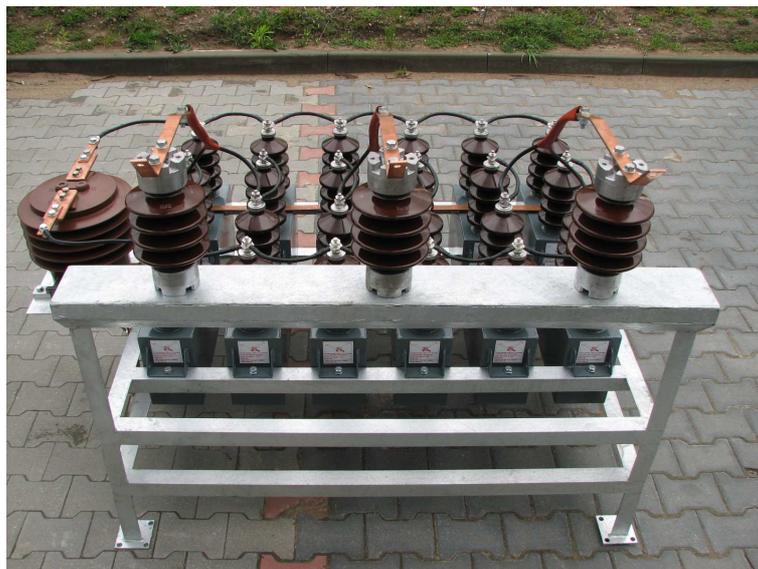
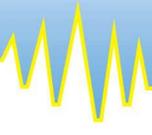


### Общая информация

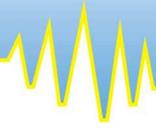
Батареи серии BSN-2Yz предназначены для индивидуальной и групповой компенсации пассивной мощности в распределительных сетях с номинальным напряжением до 24кВ. Содержат однофазовые конденсаторы, соединены в двойную звезду с измерительным трансформатором защиты ноль тока. Батареи приспособлены для подключения кабелей сверху и снизу.

### Основные технические параметры

Номинальная мощность:	300...4800кВар
Номинальное напряжение:	6,0; 6,3; 7,6; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 15,75; 21; 24кВ (другие по заказу)
Мощность конденсаторных единиц:	50...600кВар
Количество конденсаторных единиц:	6, 12, 24, 48
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/B -25°C...+45°C или -25/D -25°C...+55°C
Допуск. рабочие напряжения:	1,10U <sub>N</sub> 12ч/сутки 1,15U <sub>N</sub> 0,5 ч/сутки 1,20U <sub>N</sub> 5 минут 1,30U <sub>N</sub> 1 минута
Допуск. Перенапряжения при включении:	
Допуск. постоянный рабочий ток:	1,30I <sub>N</sub>
Допуск. кратковременные напряжения тока (0,5 периода):	100I <sub>N</sub>
Потери активной мощности:	≤0,15В/кВар
Устройство разрядки:	разрядка до 50В в теч. 5 минут

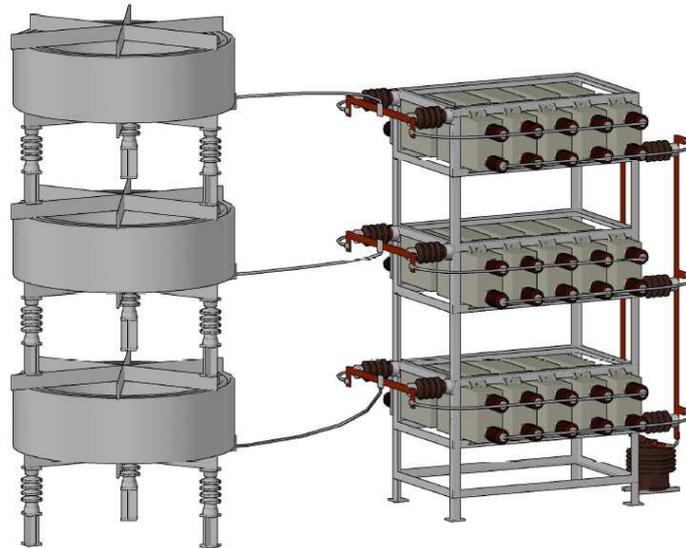


Батареи серии BSN-2Yz



## Тип: BSNL-2Y BSNLD-2Y

<b>Напряжение сети</b>	до 24кВ	<b>Диапазон мощности</b>	До 100МВар
<b>Конденсаторы:</b>	однофазовый	<b>Система подключения</b>	Y – Y
<b>Изготовление:</b>	наружное, без резонансных дросселей наружное, с резонансными дросселями		
<b>Применение:</b>	- компенсация пассивной мощности без управления - элементы батареи конденсаторов с автоматическим управлением		



### Общая информация

Батареи типа BSNL-2Y и BSNLD-2Y предназначены для индивидуальной и групповой компенсации пассивной мощности в распределительных сетях с номинальным напряжением до 24кВ. Снабжены однофазными конденсаторами соединенными в двойную звезду с измерительным трансформатором напряжения.

### Основные технические параметры

Номинальная мощность:	4,8...100МВар
Номинальное напряжение:	6,0; 6,3; 7,6; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 15,75; 21; 24кВ (другие по заказу)
Мощность конденсаторных единиц:	50...600кВар
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/B -25°C...+45°C или -25/D -25°C...+55°C
Допуск. рабочие напряжения:	1,10U <sub>N</sub> 12ч/сутки 1,15U <sub>N</sub> 0,5ч/сутки 1,20U <sub>N</sub> 5 минут 1,30U <sub>N</sub> 1 минута
Допуск. перенапряжения при включении:	2√2U <sub>N</sub>
Допуск. постоянный рабочий ток:	1,30I <sub>N</sub>
Допуск. кратковременные напряжения тока (0,5 периода):	100I <sub>N</sub>
Потери активной мощности:	≤0,15В/кВар
Устройство разрядки:	разрядка до 50В в теч. 5 минут

## Трансформаторные фильтры среднего напряжения

<b>Напряжение сети</b>	до 36кВ	<b>Диапазон мощности</b>	до 16МВар
<b>Изготовление:</b>	наружное, в системе фильтров высших гармоник		
<b>Применение:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- автоматически управляемая компенсация пассивной мощности</li> <li>- компенсация пассивной мощности следящей</li> </ul>		

**Данное решение запатентовано  
№ патента Р381458**

### Общая информация

Трансформаторные фильтры предназначены для автоматического улучшения коэффициента мощности  $\cos\varphi$ . Роль реактивного элемента в каждой части батареи исполняет трансформатор - параметры реакции подобраны так, чтобы вместе с конденсаторами создавать систему фильтров высших гармоник. Применение конденсаторов и распределительной аппаратуры низкого напряжения обеспечивает:

- большую жизнеспособность распределительной аппаратуры (до 1,000,000 операций в случае контакторов, практически неограниченное число операции в случае тиристорных контакторов),
- быстрое время разрядки (50 В в теч. 1 минуты),
- более низкие расходы оборудования и эксплуатации.

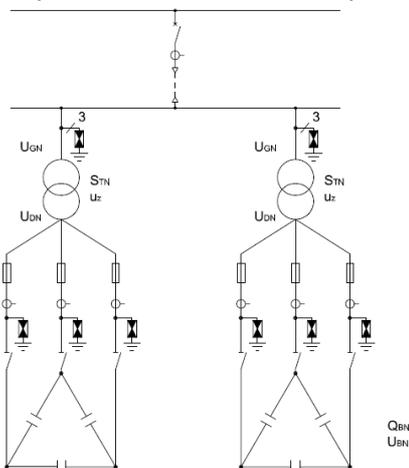
Дополнительно, трансформаторные фильтры вместе с тиристорными контакторами, характеризуются:

- следящим приспособлением мощности системы к временному спросу на пассивную ёмкостную мощность (в теч. 14-20мс),
- отсутствием неопределенного состояния при включении частей конденсаторов,
- редукцией до минимума явления перекомпенсации
- ограничением понижения напряжения и фликеринга

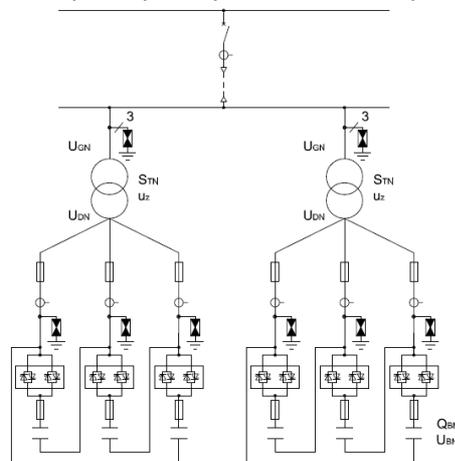
Безопасность работы фильтров обеспечивается благодаря применяемой системе защиты (перенапряжения, короткого замыкания).

### Схема компенсатора

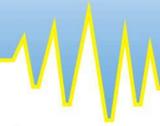
Компенсатор со стыковыми контакторами



Компенсатор с тиристорными контакторами



$S_{TN}$  – номинальная мощность трансформатора  
 $U_{GN}$  - верхнее напряжение трансформатора  
 $U_{DN}$  – нижнее напряжение трансформатора  
 $U_z$  – напряжение короткого замыкания трансформатора  
 $Q_{BN}$  – номинальная мощность установленных компенсаторов низкого напряжения  
 $U_{BN}$  – номинальное напряжение батареи пп



## Основные технические параметры

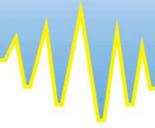
Номинальная мощность:	до 16МВар
Номинальное напряжение:	6,0; 6,3; 7,6; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 15,75; 21; 24; 36кВ (другие по заказу)
Уровень управления:	200...1800кВар
Частота:	50Гц ( по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/В -25°С...+45°С или -25/Д -25°С...+55°С
Допуск. рабочие напряжения:	1,10U <sub>N</sub> 12h/сутки 1,15U <sub>N</sub> 0,5h/сутки 1,20U <sub>N</sub> 5 минут 1,30U <sub>N</sub> 1 минута
Потери активной мощности:	≤0,15В/кВар
Устройство разрядки:	разрядка до 50В в теч. 1 минуты



Наружный трансформаторный фильтр 20кВ со стыковыми контакторами



Наружный трансформаторный фильтр 20кВ со стыковыми контакторами



## Наружные батареи среднего напряжения

<b>Напряжение сети:</b>	30 ... 72kВ	<b>Диапазон мощности:</b>	До 360МВар
<b>Изготовление:</b>	наружные в системе фильтров высших гармоник		
<b>Применение:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- индивидуальная компенсация пассивной мощности</li> <li>- автоматически управляемая компенсация пассивной мощности</li> <li>- батареи FC системы компенсации следящей SBC</li> </ul>		

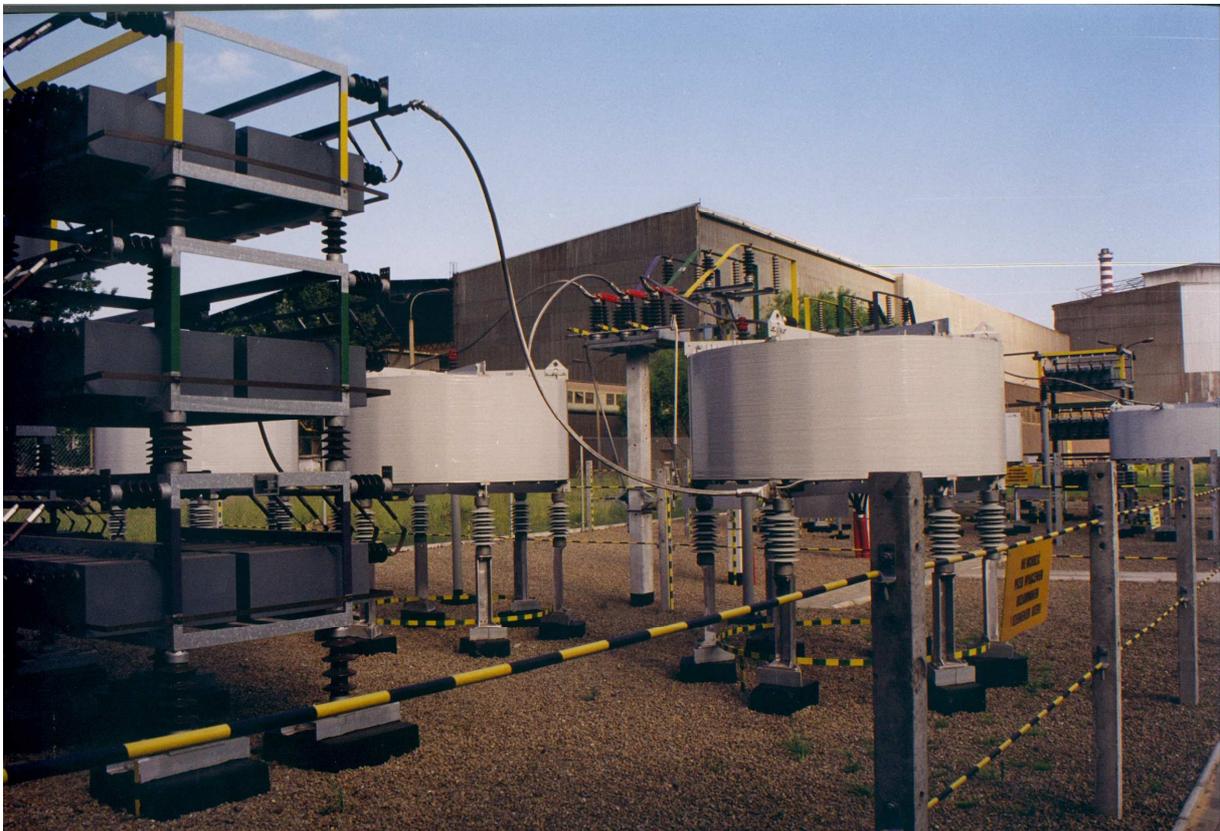


Батареи конденсаторов среднего напряжения 30...72кВ обычно проектируется для индивидуальной компенсации в системе фильтров высших гармоник. Они могут быть использованы как устройства индивидуальной компенсации, автоматически управляемые устройства (включаемые с помощью вакуумных выключателей) или батареи FC системы компенсации следящей SBC.

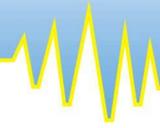
Фирма „ELMA энергия” предлагает комплексные услуги в сфере оборудования: от измерения, анализа и подбора параметров, через проект к доставке, строительные и монтажные работы, запуск устройства и приёмочные измерения.

### Основные технические параметры

Номинальная мощность:	до 360МВар
Номинальное напряжение:	30...72 kВ
Мощность конденсаторных единиц:	50...600кВар
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/В -25°С...+45°С или -25/Д -25°С...+55°С
Допуск. рабочие напряжения:	1,10U <sub>N</sub> 12h/сутки 1,15U <sub>N</sub> 0,5h/сутки 1,20U <sub>N</sub> 5 минут 1,30U <sub>N</sub> 1 минута
Допуск.перенапряжения при включении:	2√2U <sub>N</sub>
Допуск.постоянный рабочий ток:	1,30I <sub>N</sub>
Допуск.кратковременные перенапряжения тока (0,5 периода):	100I <sub>N</sub>
Потери активной мощности:	≤0,15В/кВар
Устройство разрядки:	разрядка до 50В в теч. 5 минут



**Наружные батареи среднего напряжения**



## Внутренние батареи среднего напряжения

<b>Напряжение сети:</b>	30 ... 72кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 360МВар
<b>Изготовление:</b>	внутренние, в системе фильтров высших гармоник		
<b>Применение:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- индивидуальная компенсация пассивной мощности</li> <li>- автоматически управляемая компенсация пассивной мощности</li> <li>- батареи FC системы компенсации следящей SBC</li> </ul>		



Батареи конденсаторов среднего напряжения 30...72кВ обычно проектируется для индивидуальной компенсации в системе фильтров высших гармоник. Они могут быть использованы как устройства индивидуальной компенсации, автоматически управляемые устройства (включаемые с помощью вакуумных выключателей) или батареи FC системы компенсации следящей SBC.

Изготовление внутренней батареи конденсаторов среднего напряжения — это альтернатива для батареи наружного типа, которая применяется в случае свободного места.

Данные решения являются эластичными и позволяют приспособлять устройства к размерам существующих помещений (возможность застройки батареи в нескольких помещениях или нескольких уровнях здания раздаточной станции).

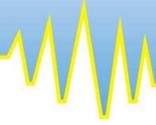
Фирма „ELMA энергия” предлагает комплексные услуги в сфере оборудования: от измерения, анализа и подбора параметров, через проект к доставке, строительные и монтажные работы, запуск устройства и приёмочные измерения.

### Основные технические параметры

Номинальная мощность:	до 360МВар
Номинальное напряжение:	30...72 кВ
Мощность конденсаторных единиц:	50...600кВар
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/В -25°С...+45°С или -25/Д -25°С...+55°С
Допуск. рабочие напряжения:	1,10U <sub>N</sub> 12h/сутки 1,15U <sub>N</sub> 0,5h/сутки 1,20U <sub>N</sub> 5 минут 1,30U <sub>N</sub> 1 минута
Допуск.перенапряжения при включении:	2√2U <sub>N</sub>
Допуск.постоянный рабочий ток:	1,30I <sub>N</sub>
Допуск.кратковременные перенапряжения тока (0,5 периода):	100I <sub>N</sub>
Потери активной мощности:	≤0,15В/кВар
Устройство разрядки:	разрядка до 50В в теч. 5 минут

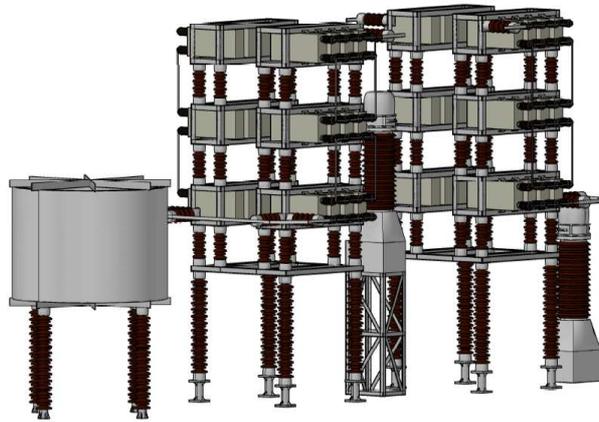


**Внутренние батареи среднего напряжения**



## Батарея конденсаторов высоких напряжений

<b>Напряжение сети:</b>	110, 220кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	До 360МВар
<b>Изготовление:</b>	наружные, в системе фильтров высших гармоник		
<b>Применение:</b>	- индивидуальная компенсация пассивной мощности - батареи FC системы компенсации следящей SBC		



Одна фаза батареи конденсаторов 110кВ

Батареи высоких напряжений предназначены для компенсации пассивной мощности в сетях 110 и 220кВ. обычно проектируется для индивидуальной компенсации в системе фильтров высших гармоник. Они могут быть использованы как устройства индивидуальной компенсации в раздаточной станции или как батареи FC системы компенсации следящей SBC.

Номинальная мощность:	до 360МВар
Номинальное напряжение:	110, 220кВ
Мощность конденсаторных единиц:	50...600кВар
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Температурный класс:	-25/B -25°C...+45°C или -25/D -25°C...+55°C
Допуск. рабочие напряжения:	1,10U <sub>N</sub> 12h/сутки 1,15U <sub>N</sub> 0,5h/сутки 1,20U <sub>N</sub> 5 минут 1,30U <sub>N</sub> 1 минута
Допуск. перенапряжения при включении:	2√2U <sub>N</sub>
Допуск. постоянный рабочий ток:	1,30I <sub>N</sub>
Допуск. кратковременные напряжения тока (0,5 периода):	100I <sub>N</sub>
Потери активной мощности:	≤0,15В/кВар
Устройство разрядки:	разрядка до 50В в теч. 5 минут

## Другие и специальные решения

Представленные в каталоге типы батареи представляют собой только основные решения. Гама проектов фирмы „ELMA энергия” включает также:

- однофазовые батареи :
  - в системе „Н” с измерительным трансформатором тока и защитой несбалансированности ветви батареи,
  - без дросселей и с резонансными дросселями,
  - для индивидуальной компенсации и с автоматически управляемые батареи,
- застройку в контейнерных станциях (поля управления или набором автоматически управляемых батареи),
- системы компенсации SBC, компенсации следящей пассивной мощности больших, быстрых-переменных приемников, таких как дуговые печи,
- изготовление батареи для специфической среды и климатических условий :
  - в подземельях, шахтах,
  - очень низкие или очень высокие температуры окружающей среды,
  - защита от животных (грызуны, птицы).

Тип: ВЖК

- Напряжение сети:** 6,3кВ **Диапазон мощности:** до 1200кВар
- Конденсаторы:** трехфазные **Система соединения** □
- Изготовление:** без резонансных реакторов для использования в шахтах (в том числе под угрозой взрыва)
- Применение:** - автоматически регулируемая компенсация реактивной мощности

Автоматически регулируемые конденсаторные батареи типа ВЖК предназначены для автоматической регулируемой компенсации реактивной мощности (улучшение коэффициента мощности  $\cos\phi$ ) в распределительных сетях среднего напряжения 6,3кВ шахт.

Благодаря применению огнеупорного корпуса типа MAR-2-400 батарея может работать в подземелье шахт, неметаллических и метановых раскопках, принадлежащих к „а“, „b“ и „с“ уровням опасности взрыва метана и помещениях класса "А" или "В" опасности взрыва угольной пыли.

Корпус изготовлен из огнеупорной стальной жести. Кроме того, корпус содержит полозья для монтажа колес, позволяющих транспортировать корпус по рельсам и ручки для подвешивания транспорта. Данные решения в значительной степени повышают мобильность батареи и облегчают процесс установки в различных условиях работы. Благодаря такой конструкции эксплуатация и монтаж является быстрым и простым.

Корпус состоит из пяти соединенных между собой взрывобезопасных отсеков, в которых помещены устройства для компенсации реактивной мощности, вместе с защитительной и соединительной аппаратурой. Примененная аппаратура обеспечивает защиту от последствий короткого замыкания, перегрузок и повреждения точек и изоляции.

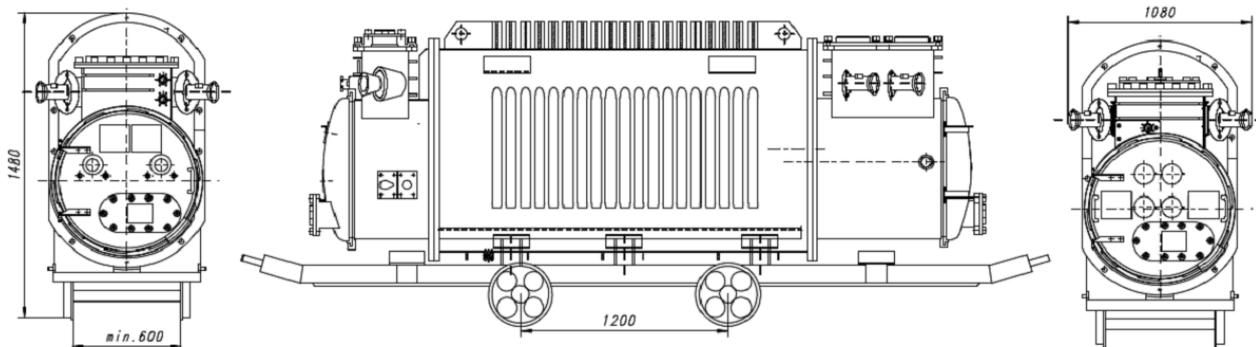
**Однолинейная схема**  
**Однолинейная схема**

**Диапазон номинальных мощностей**

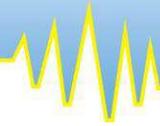
Тип батареи	Номиналь. мощность кВар	Уровень регулировки кВар
ВЖК300/100	300	100
ВЖК450/150	450	150
ВЖК600/200	600	200
ВЖК750/250	750	250
ВЖК900/300	900	300
ВЖК1000/500	1000	500
ВЖК1200/600	1200	600



**Размер**

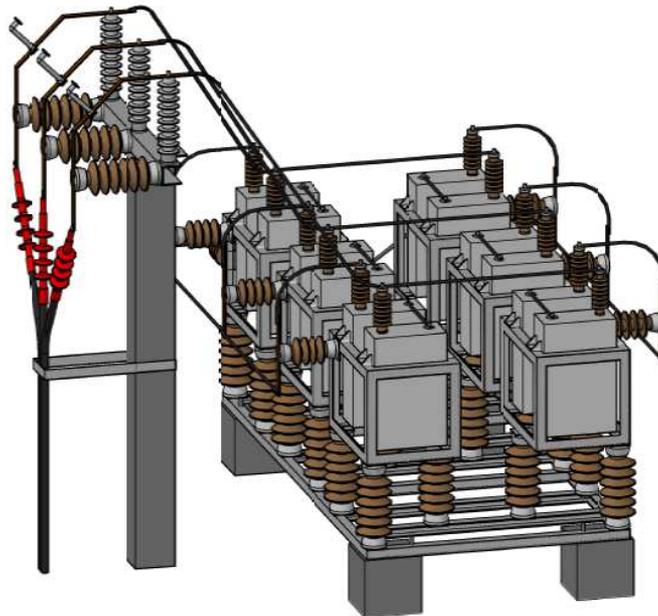


Размер: 3200x1080x1480мм  
Масса: 3400кг



Тип: BSN-2Yz-30, BSND-2Yz-30

<b>Напряжение сети:</b>	30кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 13000кВар
<b>Конденсаторы:</b>	однофазные	<b>Система соединения:</b>	Y – Y
<b>Изготовление:</b>	Наружная (на открытом воздухе), без резонансных реакторов или с резонансными реакторами		
<b>Применение:</b>	- нерегулируемая компенсация реактивной мощности		



Батарея 3,4МВар/30кВ, без резонансных реакторов

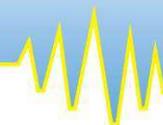
Батарея типа BSN-2Yz-30 и BSND-2Yz-30 предназначены для индивидуальной и групповой компенсации реактивной мощности распределительных сетей с номинальным напряжением 30кВ. Особым примером использования данного типа батареи являются распределительные станции ветровых электростанции. Батареи могут быть изготовлены в системе расстроенных фильтров ( $f_r = 189\text{Гц}$ ). Это необходимо при наличии высших гармоник в сети (напр. в случае ВЭС оснащенных генераторами старого поколения, без системы фильтров).

Батареи содержат однофазные конденсаторы соединенные двойной звездой с трансформатором нулевой токовой защиты и ограничителя перенапряжения. Батареи могут быть изготовлены для подключения кабелей сверху или снизу.

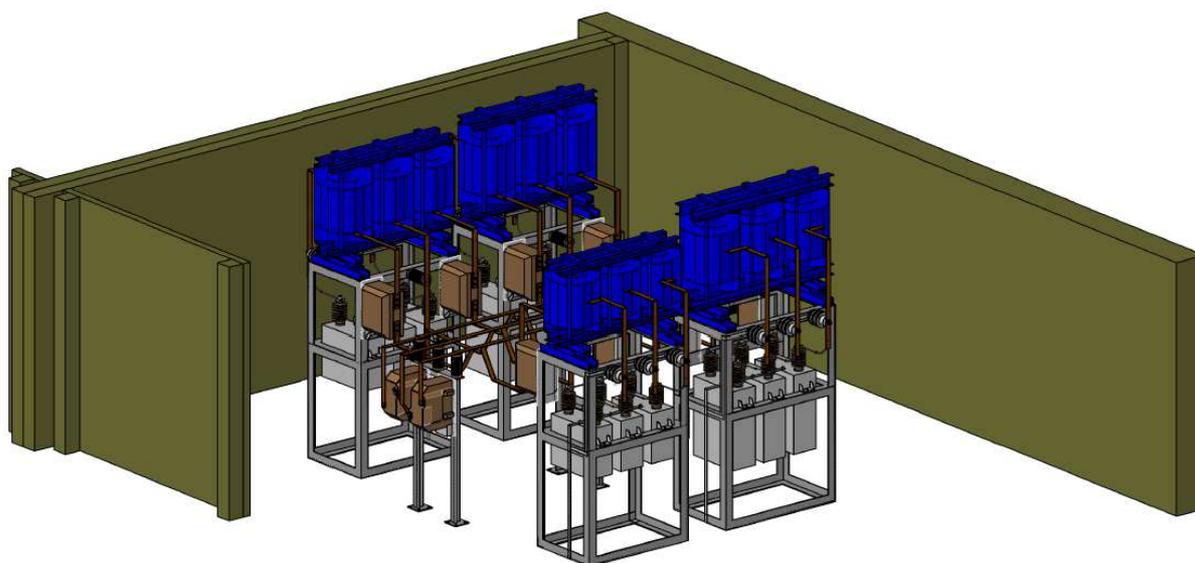
При желании, батареи могут быть оснащены трансформаторами напряжения быстрого разряда.

### Основные технические параметры

Номинальная мощность:	BSN-2Yz-30:	...13000кВар
	BSND-2Yz-30:	...10000кВар
Номинальное напряжение:		30кВ (другие по заказу)
Максимальное постоянное напряжение $U_{\text{роб}}$ :		31,5кВ
Мощность конденсаторных единиц:		50...600кВар
Количество конденсаторных единиц:		12, 24
Частота:		50Гц (по заказу 60Гц)
Минимальная рабочая температура:		-25°C (от -40°C по заказу)
Максимальная рабочая температура:		+45°C (до +55°C по заказу)
Максимальное рабочее напряжение:		1,10 $U_{\text{роб}}$ 12ч/сутки
		1,15 $U_{\text{роб}}$ 0,5ч/сутки
		1,20 $U_{\text{роб}}$ 5 минут
		1,30 $U_{\text{роб}}$ 1 минута
Потери активной мощности конденсаторов:		$\leq 0,15\text{W/кВар}$
Устройства разрядки:		разрядка до 50V в течении 5 минут



	<b>Тип:</b> FWH	
<b>Напряжение сети:</b>	до 12кВ	<b>Диапазон мощности:</b> до 13000кВар
<b>Конденсаторы:</b>	трехфазные однофазные	<b>Система соединения:</b> <input type="checkbox"/> Y, Y – Y
<b>Изготовление:</b>	внутренние, с резонансными реакторами в системе фильтров высших гармоник	
<b>Применение:</b>	- системы фильтров высших гармоник	



*Пример: Нерегулируемая система фильтров высших гармоник 5е, 7е, 11е, 13е*

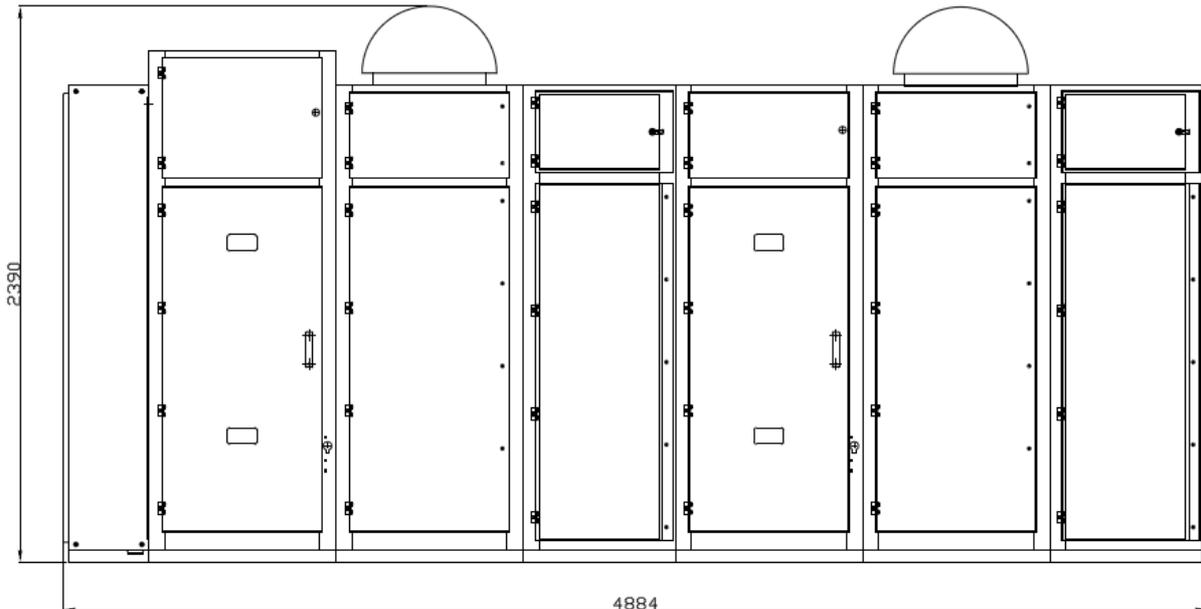
Системы фильтров высших гармоник FWH предназначены для компенсации реактивной мощности и фильтрации высших гармоник в распределительных сетях с номинальным напряжением до 12кВ. Системы проектируются индивидуально, в зависимости от потребностей клиента, условий и инвестиционных средств. Возможные реализации включают:

- нерегулируемые системы (включение с помощью выключателя в поле питания по команде Диспетчерской службы электрических сетей), автоматически включаемые (оснащенные контакторной схемой, которая включает всю систему фильтров), автоматически регулируемое (каждый фильтр оснащен собственной контакторной схемой).
- системы фильтрации гармоник: 5-ой, 7-ой, 11-ой, 13-ой, 23-ей, 25-ой; система может состоять из фильтров одной или больше гармоник (чаще всего: 5-ой, 7-ой, 11-ой и 13-ой),
- оснащенные конденсаторами одно- или трехфазными в системе треугольника, звезды или двойной звезды (в зависимости от мощности, требуемого обеспечения и по требованию заказчика),
- защита от перегрузки: всей системы или отдельных фильтров,
- оборудованы трансформаторами напряжения цепей быстрой разрядки

Каждый фильтр оснащен ограничителем перенапряжения.

Номинальное напряжение:	6,0; 6,3; 7,6; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 12кВ (другие по заказу)
Номинальная мощность:	по 7200кВар (более высокая мощность после запроса)
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Минимальная рабочая температура:	-25°C (от -40°C по заказу)
Максимальная рабочая температура:	+45°C (до +55°C по заказу)
Потери активной мощности конденсаторов:	≤0,15W/кВар
Устройства разрядки:	разрядка до 50V в течение 5 минут (короче по заказу)

**Напряжение сети:** 6,3кВ  
**Тип:** ACRDG  
**Диапазон мощности:** до 5400кВар  
**Конденсаторы:** трехфазные  
**Система соединения:** □  
**Изготовление:** С резонансными реакторами для применения в подземелье шахт с „а” уровнем опасности взрыва  
**Применение:** - автоматическая компенсация реактивной мощности



Батарея конденсаторов ACRDG 900кВар с уровнем регулировки 300кВар (2 части, 3 уровня регулировки)

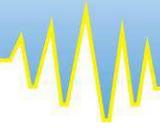
Батареи конденсаторов типа ACRDG предназначены для компенсации реактивной мощности в подземелье шахт с „а” уровнем опасности взрыва. Из-за низкого значения мощности короткого замыкания в подземных сетях, и, следовательно, в связи с высоким риском резонансных явлений при относительно высоком уровне высших гармоник в подземных сетях, конденсаторные батареи оснащены резонансными реакторами в системе расстроенных фильтров ( $f_r = 189\text{Гц}$ ).

В корпусе батареи находятся распределительные устройства (РУ) изготовленные из алюминка. Степень защиты корпуса - IP54. Батареи оборудованы набором замков, препятствующих неправильным переключениям и обеспечивающим безопасность работы.

Каждая часть состоит из трех РУ: поле регулировки, поле реактора, поле конденсатора. Поле регулировки первой части батареи шире и обеспечивает подключение проводов.

### Основные технические параметры

Номинальное напряжение:	6,3кВ
Номинальная мощность батареи:	...5400кВар
Номинальная мощность частей:	150...900кВар
Потери активной мощности конденсаторов:	≤0,15W/кВар
Система соединения:	треугольник
Устройство разрядки:	внутри конденсатора разрядка до 50V/5 мин.
Степень защиты корпуса:	IP54



**Тип:** ATSC

<b>Напряжение сети:</b>	до 30кВ	<b>Диапазон мощности:</b>	до 5550кVar
<b>Конденсаторы:</b>	трехфазные	<b>Система соединения:</b>	□
<b>Изготовление:</b>	Внутренняя или наружная (на открытом воздухе), в системе расстроенных фильтров высших гармоник		
<b>Применение:</b>	- следящая компенсация реактивной мощности		

Системы динамической компенсации ATSC предназначены для динамической (следящей) компенсации реактивной мощности в трехфазных распределительных сетях с напряжением до 30кВ. Отдельная часть состоит из конденсаторной батареи nn, включаемой с помощью тиристорных коммутаторов и понижающего трансформатора SN/nn с параметрами реактанции, которые подобраны таким образом, чтобы вместе с конденсаторами создать систему расстроенного фильтра высших гармоник.

Использование конденсаторов низкого напряжения и тиристорных коммутаторов обеспечивает:

- быстрое время разрядки после отключения системы (50V в течение 1 минуты),
- низкие затраты на монтаж, обслуживание, эксплуатацию
- практически неограниченный срок службы коммутаторов,
- следящая система: система определяет мощность мгновенного спроса на реактивную емкостную мощность в течение 14-20мс. Применена логика контроллера позволяет в случае необходимости включить или выключить несколько или все части в один момент, тем самым ограничивая понижение напряжения и явление фликеринга, который сопровождается быстрые изменения потребления реактивной мощности.
- практически мгновенное отключение частей в случае снижения спроса гарантирует отсутствие перекомпенсации.

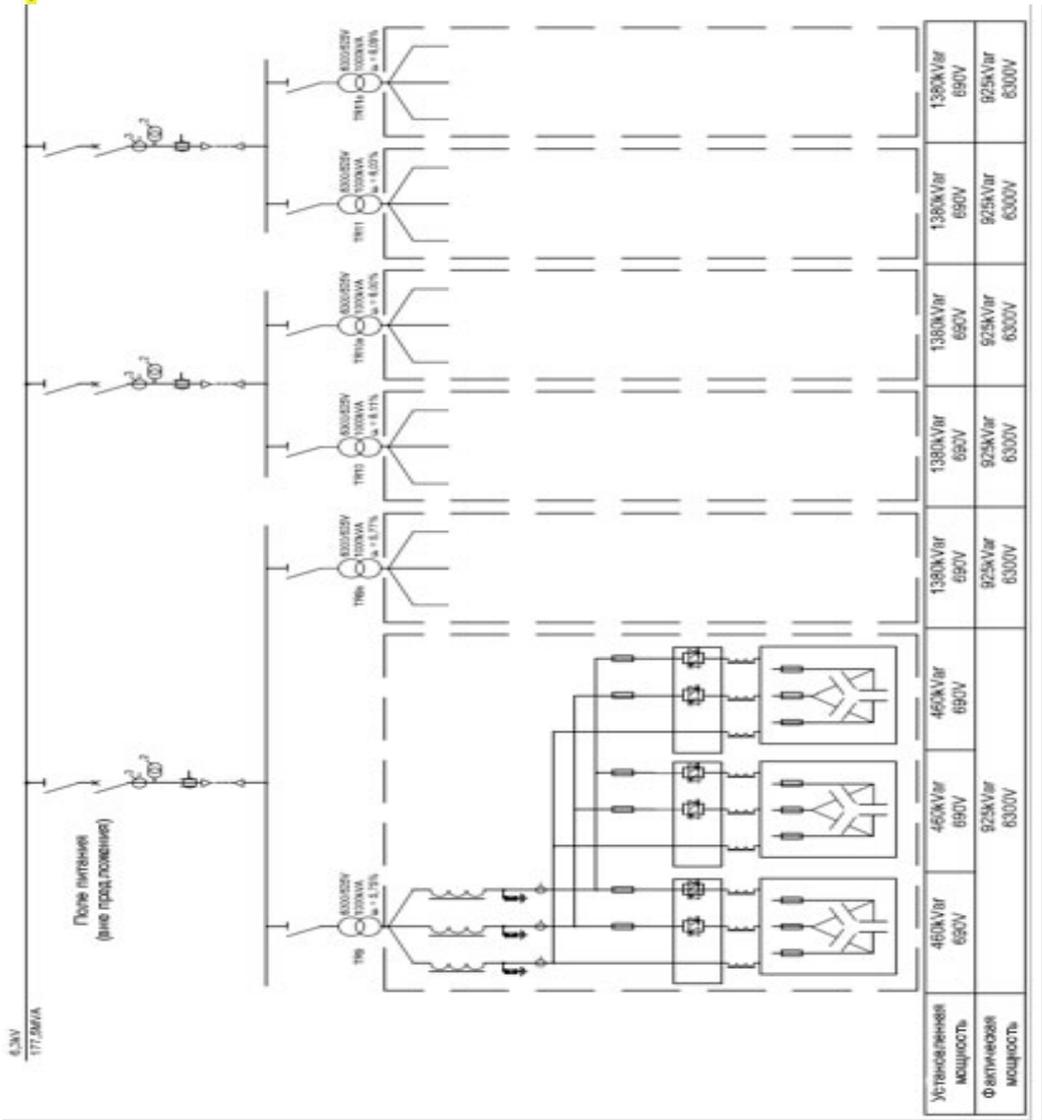
Безопасность работы фильтров обеспечивает ряд защит (от перенапряжения, перегрузки, короткого замыкания).

Вместе с активными фильтрами, системы ATSC могут стать фильтро-компенсирующей установкой.

**Основные технические параметры**

Номинальная мощность::	до 5,5MVar
Номинальное напряжение:	6,0; 6,3; 7,6; 10,0; 10,5; 11,0; 11,5; 15,75; 21; 24; 30; 36кВ (другие по заказу)
Уровень регулировки:	300...925кVar
Частота:	50Гц (по заказу 60Гц)
Минимальная рабочая температура:	-25°C (от -40°C по заказу)
Максимальная рабочая температура:	+45°C (до +55°C по заказу)
Устройство разрядки:	разрядка до 50V в течение 1 минуты





Пример: Схема установки коммутации АТЭС с понижающими реакторами