



Технический каталог ТК 501/05 Е

## ZX1.2

Распределительное устройство  
среднего напряжения с элегазовой  
изоляция

1	ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ	4
2	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
3	ВАШИ ВЫГОДЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НАШЕЙ ПРОДУКЦИИ	6
4	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	7
4.1	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯЧЕЙКИ	7
4.2	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ	10
4.3	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРЕХПОЗИЦИОННОГО РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ	11
5	ВАРИАНТЫ КОНЦЕПЦИЙ ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ	12
6	ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ЯЧЕЕК	13
7	КОМПОНЕНТЫ	20
7.1	ВАКУУМНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ, ТИП VD4X	21
7.2	ТРЕХПОЗИЦИОННЫЙ РАЗЪЕДИНИТЕЛЬ	25
7.3	СБОРНЫЕ ШИНЫ	28
7.4	СИСТЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ КАБЕЛЯ С ВНУТРЕННИМ КОНУСОМ	30
7.4.1	Подключение кабелей	30
7.4.2	Подключение полностью изолированных шин	31
7.4.3	Подключение ограничителей перенапряжений	31
7.5	ГЛАВНАЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩАЯ ШИНА	31
7.6	ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ	32
7.7	СИСТЕМЫ ЕМКОСТНОЙ ИНДИКАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ	33
7.8	УСТРОЙСТВА ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА	35
7.8.1	Трансформаторы и датчики опорного типа	38
7.8.2	Трансформаторы тока с кольцевым сердечником	40
7.8.3	Датчики с кольцевым сердечником	42
7.8.4	Размеры сердечников трансформаторов тока	43
7.8.5	Трансформаторы напряжения	44
7.9	ТЕРМИНАЛЫ ЗАЩИТЫ И УПРАВЛЕНИЯ	45
7.10	ВОЛНОВОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	46
7.11	ГЕКСАФТОРИД СЕРЫ (ЭЛЕГАЗ)	47
7.12	ГАЗОВЫЕ СИСТЕМЫ В ЯЧЕЙКАХ	47
7.13	СИСТЕМЫ РАЗГРУЗКИ ДАВЛЕНИЯ	48
7.14	ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТИ	49
8	ТИПЫ ЯЧЕЕК	49
8.1	ФИДЕРНЫЕ ЯЧЕЙКИ	50
8.1.1	Ячейки вводного и отходящего фидера	50
8.1.2	Ячейки кабельного подключения	52
8.1.3	Ячейки для подключения полностью изолированных шин	53
8.2	ЯЧЕЙКИ СЕКЦИОННОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ И СЕКЦИОННОГО РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ	54
8.2.1	Секционирование в пределах блока распределительного устройства	55
8.2.2	Секционирование с применением полностью изолированных шин	57
8.2.3	Секционирование с применением кабелей	59

8.3	ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЯЧЕЙКИ	60
8.4	ЯЧЕЙКА ОТХОДЯЩЕГО ФИДЕРА С ТРАНСФОРМАТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ НА СБОРНЫХ ШИНАХ	60
8.5	ЯЧЕЙКИ ДВОЙНОГО ФИДЕРА	61
8.6	ЗАКАЗНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЯЧЕЕК	62
8.7	ПРОХОДНЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ ЯЧЕЙКИ	63
8.8	ЯЧЕЙКИ ДЛЯ ВЕТРОСТАНЦИЙ	64
8.9	ЯЧЕЙКИ С НОМИНАЛЬНЫМ ТОКОМ БОЛЕЕ 2000 А	65
9	ЗАЗЕМЛЕНИЕ СБОРНОЙ ШИНЫ	67
9.1	ЗАЗЕМЛЕНИЕ СБОРНОЙ ШИНЫ ПОСРЕДСТВОМ ЗАЗЕМЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКТА	67
9.2	ЗАЗЕМЛЕНИЕ СБОРНОЙ ШИНЫ ПОСРЕДСТВОМ СЕКЦИОННОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ И СЕКЦИОННОГО РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ	67
10	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЯ	68
10.1	ТРЕБОВАНИЯ К МЕСТУ УСТАНОВКИ	68
10.2	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОСТРАНСТВУ ДЛЯ УСТАНОВКИ	69
10.3	МИНИМАЛЬНАЯ ШИРИНА ПРОХОДА И АВАРИЙНЫЕ ВЫХОДЫ	70
10.4	МИНИМАЛЬНАЯ ВЫСОТА ПОМЕЩЕНИЯ	70
10.5	ОТВЕРСТИЯ В ПОЛУ И ОСИ КАБЕЛЕЙ	71
10.6	НАПОЛЬНЫЕ РАМЫ	77
10.7	ЗАЗЕМЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА	78
10.7.1	Конструкции распределительных устройств с выполнением требований по напряжению прикосновения и теплового напряжения	78
10.7.2	Заземление распределительного устройства с учетом электромагнитной совместимости	78
10.7.3	Рекомендации по конфигурированию заземления распределительных устройств	79
10.8	ВЕС ЯЧЕЕК	80
11	НЕСТАНДАРТНЫЕ РАБОЧИЕ УСЛОВИЯ	81

# 1 Области применения

## Энергоснабжающие компании

- Электростанции
- Трансформаторные подстанции
- Распределительные подстанции

## Промышленность

- Metallургические предприятия
- Бумажное производство
- Цементная промышленность
- Текстильная промышленность
- Химическая промышленность
- Пищевая промышленность
- Автомобильная промышленность
- Нефтехимическая промышленность
- Сырьевая промышленность
- Трубопроводные системы
- Литейное производство
- Прокатное производство
- Горная промышленность

## Морской флот

- Платформы
- Буровые установки
- Береговые сооружения
- Суда обеспечения
- Океанские лайнеры
- Контейнерные суда
- Танкеры
- Кабелеукладочные суда
- Паромы
- Ветровые электростанции

## Транспорт

- Аэропорты
- Порты
- Железные дороги
- Метрополитен

## Сфера обслуживания

- Супермаркеты
- Торговые центры
- Больницы



## 2 Технические характеристики

### Основные характеристики

- Герметичная газоизолированная система под давлением с применением элегаза (гексафторид серы SF<sub>6</sub>)
- Номинальное напряжение до 36 кВ (40,5 кВ)
- До 2500 А и 31,5 кА
- Одинарная система сборных шин
- Корпус из нержавеющей стали, выполненный из листового металла с лазерной обрезкой
- Модульная конструкция
- Уровень утечки элегаза менее 0,1% в год
- Встроенная система проверки утечки
- Внутренней установки
- Ячейки шириною 400 мм, 600 мм и 800 мм

### Варианты исполнения ячеек

- Ячейки вводного и отходящего фидера
- Ячейки кабельного подключения
- Ячейки для подключения полностью изолированных шин
- Ячейки секционного выключателя
- Ячейки секционного разъединителя
- Измерительные ячейки
- Ячейки двойного фидера
- Ячейки кабельного ввода-вывода
- Ячейки для применения в ветроэлектрических станциях
- Заказные варианты ячеек

### Выключатель и трехпозиционный разъединитель

- Вакуумный выключатель
- Разъединитель/заземлитель (трехпозиционный разъединитель) с функциями:
  - соединение со сборными шинами
  - разъединение
  - заземление

### Соединения

- Штекерная кабельная система с внутренним конусом, типоразмер штекера 2 и 3 по EN 50181 и DIN 47637
- Возможность подключения ограничителей перенапряжений (ОПН)
- Возможность подключения полностью изолированных шин

### Измерения тока и напряжения

- Измерительные трансформаторы и датчики

### Защита и управление

- Комбинированные устройства защиты и управления
- Устройства дискретной защиты со стандартным управлением

### Защита от неправильных действий

- Электрические блокировки
- Опционально: дополнительные механические блокировки

### Разгрузка давления

- Через дефлектор плазмы в помещение РУ, или
- Через каналы разгрузки давления в помещение РУ, или
- Через каналы разгрузки давления наружу

### Установка

- Ячейки соединяются друг с другом посредством штекерных соединителей

## 3 Ваши выгоды при применении нашей продукции

### Максимальная безопасность обслуживающего персонала

- Все части под высоким напряжением недоступны для прикосновения для предотвращения случайного контакта.
- Вследствие того, что высоковольтные отсеки не подвержены влиянию факторов окружающей среды (степень защиты оболочки IP65), возможность возникновения внутреннего дугового замыкания практически сводится к нулю.
- Максимальная безопасность обслуживающего персонала (испытаны на локализацию внутреннего дугового КЗ).
- Для повышения безопасности канал отвода газов в случае дугового КЗ может быть выведен вне помещения.

### Минимальные суммарные затраты

- Компактная конструкция ячеек требует меньше пространства для их установки и, соответственно, меньшие размеры подстанции, что способствует уменьшению требуемых инвестиций.
- Отсутствие необходимости технического обслуживания достигается постоянством условий в отсеках высокого напряжения и выбором соответствующих материалов. Заполнение газовых отсеков высокого напряжения инертным газом исключает вредные воздействия пыли, паразитов, влаги, окисления и загрязненного воздуха.
- Как правило, таким образом, изоляция распределительного устройства не требует обслуживания.
- Ячейки изготовлены с расчетным сроком службы более 40 лет.
- Подбор применяемых материалов в процессе проектирования обеспечивает полное повторное применение этих материалов в конце срока их службы.

- Поставка ячеек производится исключительно после приемосдаточных испытаний с составлением соответствующих протоколов. Применение штекерной технологии к сборным шинам, кабелям и вторичным подключениям обеспечивает возможность быстрой установки.
- Как правило, на месте установки не требуется выполнение никаких операций с газом. Другими словами, на месте установки нет необходимости в вакуумировании и заполнении высоковольтных отсеков, испытаниях их на утечку и измерении точки росы изолирующего газа.

### Максимальный уровень эксплуатационной готовности

- Технология штекерных сборных шин без применения болтовых соединений обуславливает простую и безопасную сборку.
- Несмотря на исключительно малую вероятность отказа в системах распределительных устройств типа ZX, предусмотрено их быстрое введение в строй после замены компонентов в газовых отсеках.
- В КРУЭ заземление секции распределительного устройства осуществляется высококачественным вакуумным выключателем. Выключатель может быть включен на ток короткого замыкания значительно более часто и надёжней чем заземлитель с включающей способностью.

## 4 Технические характеристики

### 4.1 Технические характеристики ячейки

Таблица 4.1.1: Технические характеристики ячейки

			Номинальные значения по IEC			Специальные значения
			12	24	36	40,5
Номинальное напряжение / максимальное рабочее напряжение	$U_r$	кВ	12	24	36	40,5
Номинальное испытательное напряжение промышленной частоты <sup>1)</sup>	$U_d$	кВ	28	50	70	85
Номинальное испытательное напряжение полного грозового импульса <sup>1)</sup>	$U_B$	кВ	75	125	170	185
Номинальная частота <sup>2)</sup>	$f_r$	Гц		50		50
Номинальный ток сборных шин <sup>3)</sup>	$I_r$	А		...2500		...2500
Номинальный ток линии <sup>3)</sup>	$I_l$	А		...2500		...2500
Ток термической стойкости	$I_k$	кА		...31,5		...31,5
Ток электродинамической стойкости	$I_p$	кА		...80		...80
Номинальная длительность тока короткого замыкания	$t_k$	с		...3		...3
<b>Газоизоляционная система <sup>4) 5)</sup></b>						
Уровень сигнализации для изоляции	$p_{se}$	кПа <sup>6)</sup>		120		120
Номинальное давление заполнения для изоляции	$p_{f6}$	кПа		130		130
Степень защиты высоковольтных отсеков					IP65	
Степень защиты низковольтного отсека <sup>7)</sup>					IP4X	
Окружающая температура, максимум <sup>8)</sup>		°C			+40	
Окружающая температура, максимальная средняя за 24 часа <sup>8)</sup>		°C			+35	
Окружающая температура, минимум		°C			-5	
Высота установки над уровнем моря <sup>9)</sup>		м			...1000	

<sup>1)</sup> Более высокие уровни по международным стандартам доступны по заказу

<sup>2)</sup> Номинальный ток для частоты 60 Гц по заказу

<sup>3)</sup> Более высокие уровни по международным стандартам по заказу

<sup>4)</sup> Изолирующий газ: SF<sub>6</sub> (шестифтористая сера, серы гексафторид)

<sup>5)</sup> Все давления приводятся для нормального атмосферного давления при 20°C  
100 кПа = 1 бар

<sup>7)</sup> Более высокие уровни для защиты по заказу

<sup>8)</sup> Более высокие температуры окружающей среды по заказу

<sup>9)</sup> Большая высота установки по заказу

## Классификация по стойкости к внутреннему дуговому короткому замыканию

Ячейки проходят испытания по стойкости к внутреннему дуговому КЗ в соответствии с IEC 62271-200

Таблица 4.1.2: Классификация по стойкости распределительного устройства к внутреннему дуговому КЗ в соответствии с IEC 62271-200 1) 1)

Классификация по стойкости к внутреннему дуговому КЗ	Распределительное устройство с дефлектором плазмы (Раздел 6.11)	Классификация по стойкости к внутреннему дуговому КЗ IEC AFL 31,5 кА 1 с
	Распределительное устройство с разгрузкой давления через канал (Раздел 6.11)	Классификация по стойкости к внутреннему дуговому КЗ 31,5 кА 1 с
Номинальный кратковременный ток и длительность дуги в отсеке кабельных подключений	0.87 x 31.5 кА 1с 2)	

Ключ к таблице 4.1.2:

- IAC — Классификация требований по стойкости к внутреннему дуговому КЗ.
- AFLR — Доступ с задней стороны (R - rear, тыльный)
- ┌ — Доступ с боков (L – lateral, боковой)
- └ — Доступность с передней стороны (F - front, фронтальный)
- └ — Распределительное устройство установлено в закрытом помещении с ограниченным доступом только для уполномоченного персонала

Классификация IAC относится к системе, состоящей по меньшей мере из четырех ячеек.

<sup>1)</sup> IEC 62271-200 соответствует DIN EN 62271-200 и VDE 0671, раздел 200

<sup>2)</sup> В соответствии с IEC 62271-200, раздел A.5.2.1 (стр. 127), трехфазные замыкания в кабельном отсеке со штекерными соединителями обычно не возникают. «На практике это означает, что значение силы тока снижается ... приблизительно до 87% от установленной силы тока выдерживания внутренней дуги КЗ».



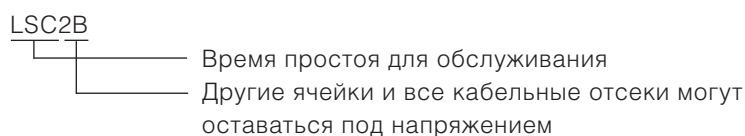
## Время простоя для технического обслуживания согласно IEC 62271-200

Различные категории этого стандарта для простоев при обслуживании определяют возможность держать другие отсеки и/или ячейки под напряжением при открытом положении отсека главного контура. Однако, газонаполненные отсеки не открываются, поскольку при этом они теряют свою функциональность. Это означает, что критерии потери времени на обслуживание недоступных для открывания отсеков отсутствуют.

Таблица 4.1.3: Время простоя для обслуживания распределительного устройства согласно IEC 62271-200e

Кабельные отсеки	LSC2B
Газовые отсеки	Газонаполненные отсеки не должны открываться при обслуживании, поэтому их классификация согласно LSC2B неприменима

Ключ к таблице 4.1.3:



## Класс разделительных перегородок по IEC 62271-200

Класс разделительных перегородок по IEC 62271-200 определяет тип перегородок между узлами под напряжением и открытыми для доступа узлами оборудования.

Таблица 4.1.4: Класс разделения в соответствии IEC 62271-200

Класс разделения	PM
------------------	----

Ключ к таблице 4.1.4:

PM: Металлические разделительные перегородки

Ячейки с классом разделительных перегородок PM имеют металлические заземленные перегородки между открытыми доступными отсеками и находящимися под напряжением деталями главного контура.

## 4.2 Технические характеристики выключателя

Таблица 4.2.1: Технические характеристики выключателя

			Номинальные значения по IEC			Специальные значения
			12	24	36	
Номинальное напряжение / максимальное рабочее напряжение	$U_r$	кВ	12	24	36	40.5
Номинальное испытательное напряжение промышленной частоты <sup>1)</sup>	$U_d$	кВ	28	50	70	85
Номинальное испытательное напряжение полного грозового импульса <sup>1)</sup>	$U_p$	кВ	75	125	170	185
Номинальная частота <sup>2)</sup>	$f_r$	Гц		50		50
Номинальный рабочий ток <sup>3)</sup>	$I_r$	А		...2500		...2500
Номинальный ток отключения	$I_{sc}$	кА		...31.5		...31.5
Номинальный ток включения	$I_{ma}$	кА		...80		...80
Ток термической стойкости	$I_k$	кА		...31.5		...31.5
Номинальная длительность тока короткого замыкания	$t_k$	с		...3		...3
Коммутационный цикл			O - 0.3 сек. - CO - 3 мин. - CO <sup>4)</sup>			
Время включения	$t_{cl}$	мс		Около 60		
Собственное время отключения	$t_3$	мс		≤ 45		
Полное время отключения	$t_b$	мс		≤ 60		
Номинальное напряжение питания вторичных цепей		V =	48, 60, 110, 220 <sup>5)</sup>			
Мощность, потребляемая приводом		Вт	макс. 240			
Мощность, потребляемая катушкой включения		Вт	250 - 310			
Мощность, потребляемая катушкой отключения		Вт	250 - 310			
Мощность, потребляемая блокировочным магнитом		Вт	10			
Мощность, потребляемая расцепителем минимального напряжения		Вт	11			
Мощность, потребляемая расцепителем максимального обратного тока		Вт	15			

### Допустимое количество рабочих циклов камеры вакуумного выключателя

20000 - 30000 <sup>6)</sup> x  $I_r$  ( $I_r$  = номинальный рабочий ток)

50 x  $I_{sc}$  ( $I_{sc}$  = номинальный отключаемый ток короткого замыкания)

- <sup>1)</sup> Более высокие уровни по международным стандартам по заказу  
<sup>2)</sup> Номинальный ток для частоты 60 Гц по заказу  
<sup>3)</sup> Более высокие номинальные токи по заказу  
<sup>4)</sup> Другие коммутационные циклы по заказу  
<sup>5)</sup> Другие напряжения управления по заказу  
<sup>6)</sup> Зависит от типа вакуумной камеры

## 4.3 Технические характеристики трехпозиционного разъединителя

Таблица 4.3.1: Технические характеристики трехпозиционного разъединителя

			Номинальные значения по IEC			Специальные значения
			12	24	36	
Номинальное напряжение / максимальное рабочее напряжение	$U_r$	кВ	12	24	36	40.5
Номинальное выдерживаемое напряжение промышленной частоты на участке разрыва		кВ	32	60	80	<sup>1)</sup>
Номинальное выдерживаемое напряжение полного грозового импульса на участке разрыва		кВ	85	145	195	<sup>1)</sup>
Номинальный рабочий ток <sup>2)</sup>	$I_r$	A	...2500			...2500
Ток термической стойкости	$I_k$	кA	...31.5			...31.5
Ток электродинамической стойкости	$I_p$	кA	...80			...80
Номинальная длительность тока короткого замыкания	$t_k$	с	3			3
Номинальное напряжение питания вторичных цепей	$U_a$	V =	48, 60, 110, 220 <sup>3)</sup>			
Номинальный рабочий ток		A	...1250		...2500	
Мощность, потребляемая приводом		Вт	Около 180			
Время работы привода для замыкания или размыкания разъединителя <sup>4)</sup>		с	Около 18	Около 20		
Время работы привода для замыкания или размыкания заземлителя <sup>4)</sup>		с	Около 18	Около 20		

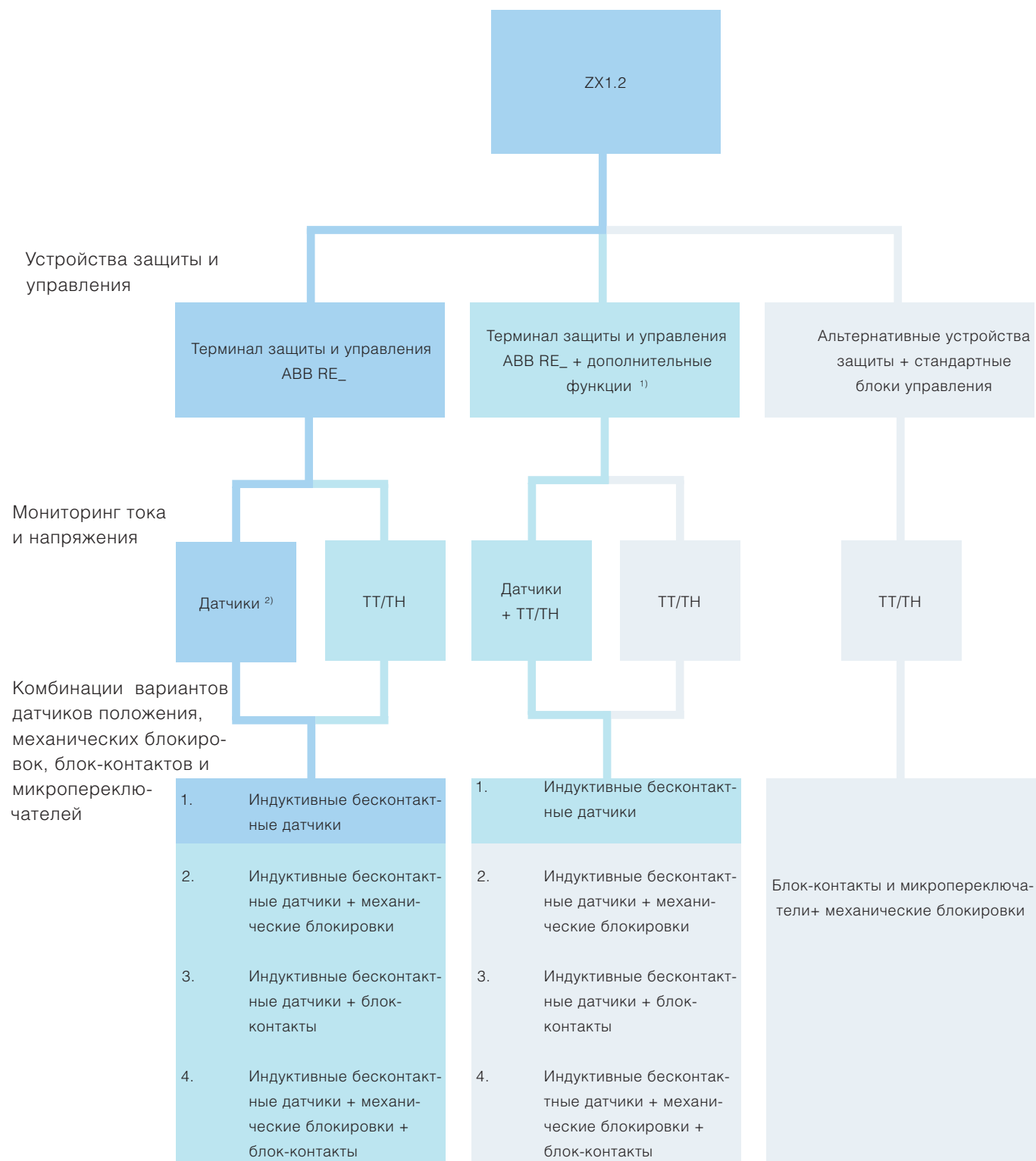
<sup>1)</sup> По заказу

<sup>2)</sup> Большой рабочий ток по заказу

<sup>3)</sup> Другие напряжения питания по заказу

<sup>4)</sup> При номинальном напряжении питания

## 5 Варианты концепций защиты и управления



<sup>1)</sup> Примеры дополнительных функций:  
 - Измерение и учет потребления электроэнергии  
 - Переходные КЗ на землю  
 - Дифференциальная защита  
 - Резервная защита

<sup>2)</sup> Измерение напряжений по всем ячейкам (измерение по сборным шинам) выполняется с использованием стандартных трансформаторов напряжения

## 6 Принципиальная конструкция ячеек

Рис. 6.1: Линейная ячейка на 800 А с дефлектором плазмы

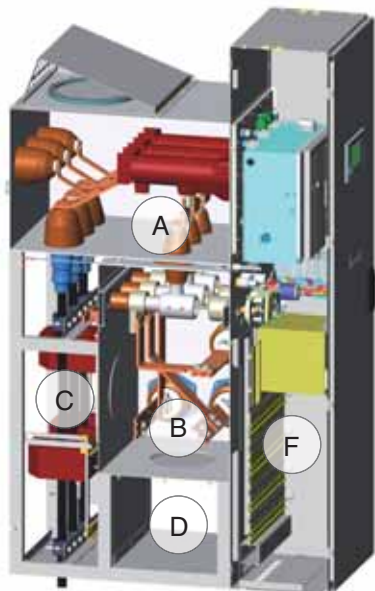
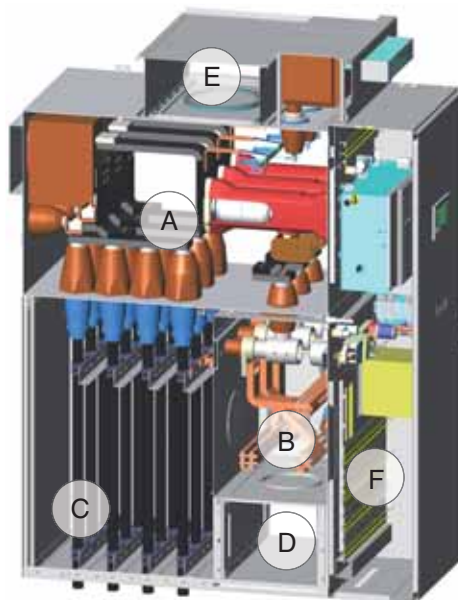


Рис. 6.2: Линейная ячейка на 2000 А с каналом разгрузки давления



### Модульная структура

Все фидерные ячейки состоят из отсека выключателя (А), отсека сборных шин (В), отсека кабельных подключений (С), нижний канала разгрузки давления (D), системы разгрузки давления для отсека выключателя (Е) и отсека низкого напряжения (F). Отсек выключателя и отсек сборных шин заполнены газом. Газовые контакты между этими двумя отсеками или с газовыми отсеками примыкающих ячеек отсутствуют.

## Отсек выключателя (А)

В отсеке выключателя (рис. 6.3 и 6.4) находятся кабельные разъемы (1.3), испытательные разъемы (1.4) и полюса выключателя (1.1).

Токонесущее соединение между выключателем и трехпозиционным разъединителем в отсеке сборных шин выполнено через однополюсные проходные изоляторы из эпоксидной смолы (1.12).

Предлагаются два базовых варианта отсека выключателя:

- с измерением тока посредством трансформаторов тока с кольцевыми сердечниками или датчиками вне газового отсека (рис. 6.3 и 6.6 соответственно);
- с измерением тока и/или измерением напряжения посредством опорных трансформаторов или датчиков (1.9) в газовом отсеке (рис. 6.4).

Для токов более 1250 А опорные трансформаторы или датчики обычно располагаются в отсеке выключателя. Измерение напряжения в фидерной ячейке (рис. 6.4) может выполняться штекерными трансформаторами напряжения (1.8). Опциональные изолируемые разъемы (1.6) для штекерных трансформаторов располагаются над

полюсами выключателя (1.1). Ручные операции с изолирующей системой (1.7) штекерных трансформаторов выполняются в отсеке низкого напряжения при открытой дверце.

Диск разгрузки давления (1.13) для отсека выключателя находится в верхней части корпуса. Система емкостной индикации напряжения (1.5) устанавливается на заднюю стенку корпуса ниже испытательных разъемов (1.4). Привод выключателя (1.2), датчик плотности элегаза (1.10) и наполнительный клапан (1.11) размещены на монтажной панели для выключателя (1.14), привинченной к передней стенке корпуса.

Компоненты имеют кольцевые прокладки, не подверженные воздействию ультрафиолетового излучения.

Отсеки выключателя в системах, состоящих из нескольких ячеек, не имеют газового контакта между соседними ячейками. Также отсутствуют газовые соединения отсеков сборных шин, расположенных ниже отсеков выключателей.

Рис. 6.3. Отсек выключателя (А), 800 А

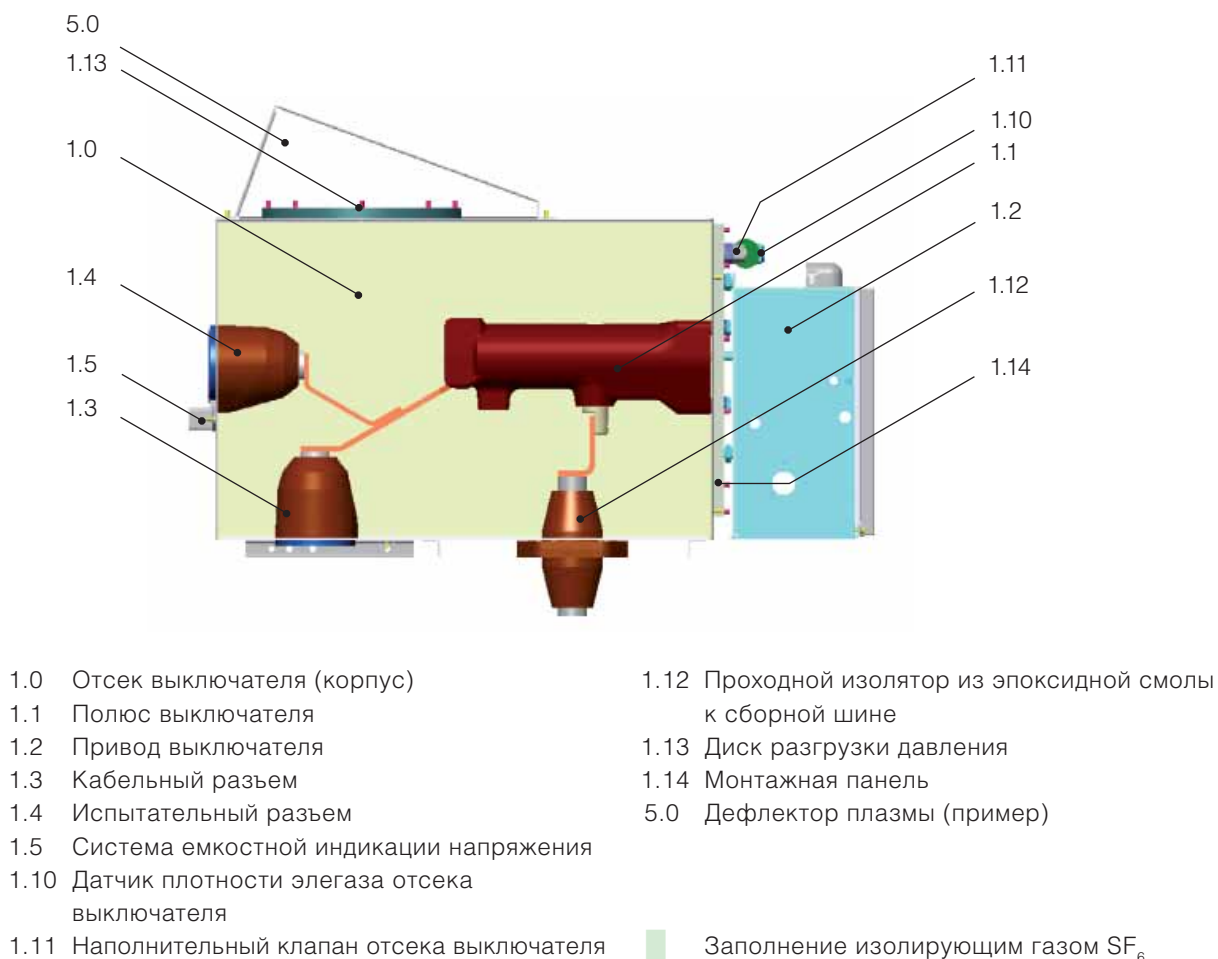
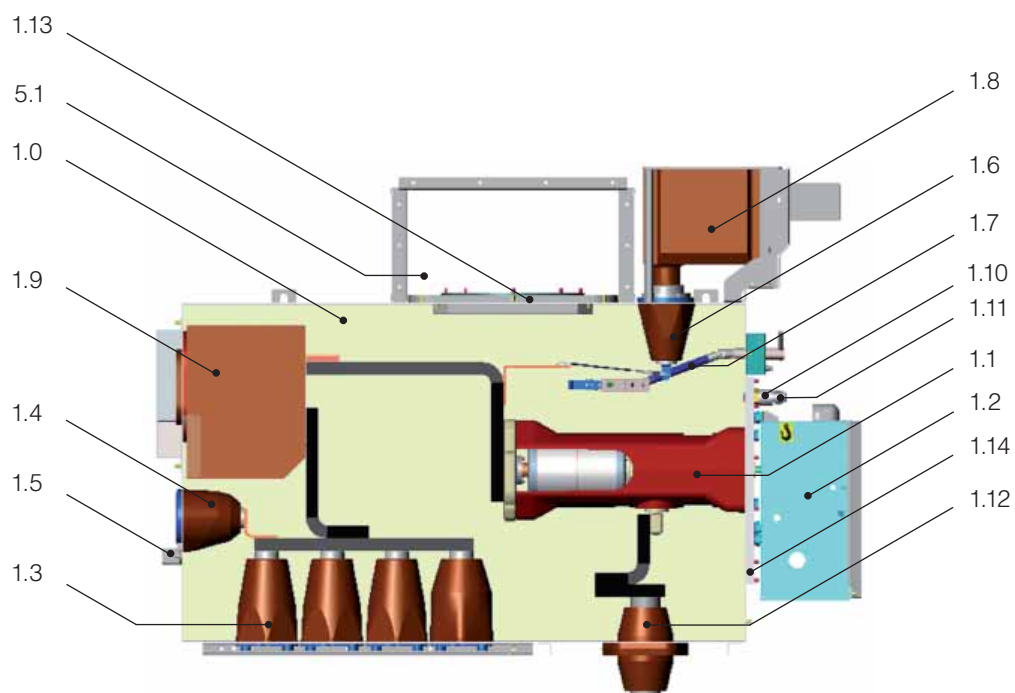


Рисунок 6.4: Отсек выключателя (А), 2000 А



- |     |  |      |   |
|-----|--|------|---|
| 1.0 | Отсек выключателя (корпус)                         | 1.10 | Датчик плотности газа отсека выключателя              |
| 1.1 | Полюс выключателя                                  | 1.11 | Наполнительный клапан отсека выключателя              |
| 1.2 | Привод выключателя                                 | 1.12 | Проходной изолятор из эпоксидной смолы к сборной шине |
| 1.3 | Кабельный разъем                                   | 1.13 | Диск разгрузки давления                               |
| 1.4 | Испытательный разъем                               | 1.14 | Монтажная панель                                      |
| 1.5 | Система емкостной индикации напряжения             | 5.1  | Канал разгрузки давления, верхний (пример)            |
| 1.6 | Разъемы для трансформаторов напряжения             |      |   |
| 1.7 | Изолирующая система для трансформаторов напряжения |      |   |
| 1.8 | Трансформатор напряжения                           |      |   |
| 1.9 | Трансформатор опорного типа или датчик             |      |   |
|     |  |      | ■ Заполнение изолирующим газом SF <sub>6</sub>        |

## Отсек сборных шин (В)

Отсек сборных шин (рис. 6.5) включает в себя систему сборных шин (2.1), которая подключена к расположенным сверху однополюсным изоляторам из эпоксидной смолы (1.12) через плоские проводники (2.8) и трехпозиционный разъединитель (2.3).

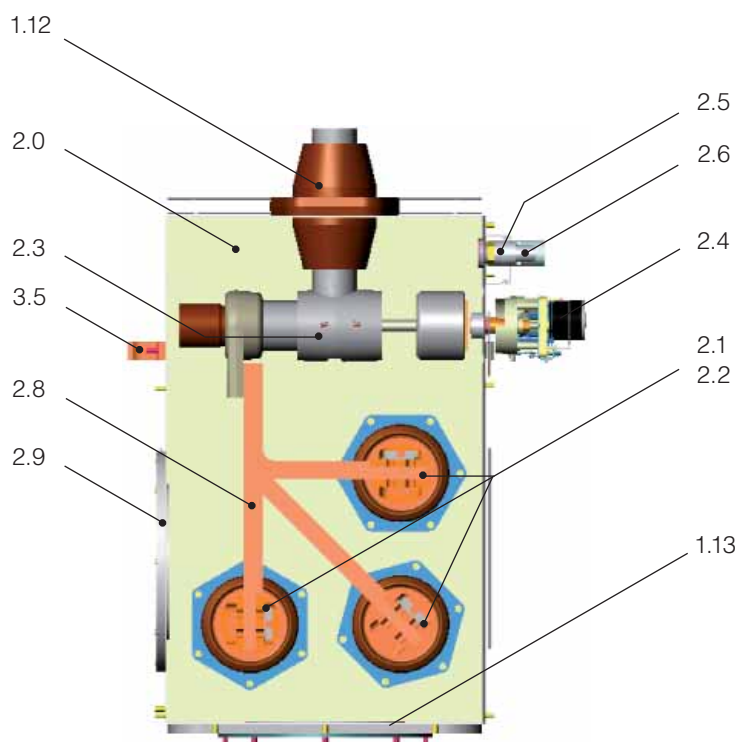
Диск разгрузки давления (1.13) для отсека сборных шин расположен на нижней панели корпуса. Сборочное отверстие в задней стенке корпуса предоставляет возможность сборки компонентов внутри корпуса. Главная шина заземления (3.5) ячейки привинчена к корпусу выше крышки доступа (2.9).

Привод трехпозиционного разъединителя (2.4), датчик плотности элегаза (2.5) и наполнительный клапан (2.6) расположены на передней панели корпуса.

Как и в отсеке выключателя, применены не подверженные воздействию ультрафиолетового излучения кольцевые прокладки.

Подключение сборных шин к смежным ячейкам выполнено посредством штекерных соединителей (2.2), расположенных с каждой из сторон корпуса. Отсеки сборных шин в распределительном устройстве, состоящем из нескольких ячеек, не имеют никаких газовых контактов между соседними ячейками. Также отсутствуют газовые контакты с отсеками выключателя, которые расположены над отсеком сборных шин.

Рис. 6.5. Отсек сборных шин (В), 2000 А



- |      |  |     |  |
|------|--|-----|--|
| 1.12 | Проходной изолятор из эпоксидной смолы   | 2.6 | Наполнительный клапан отсека сборных шин       |
| 1.13 | Диск разгрузки давления                  | 2.8 | Плоский проводник                              |
| 2.0  | Отсек сборных шин (корпус)               | 2.9 | Крышка доступа                                 |
| 2.1  | Система сборных шин                      | 3.5 | Главная шина заземления                        |
| 2.3  | Трехпозиционный разъединитель            |     |  |
| 2.4  | Привод разъединителя                     |     |  |
| 2.5  | Датчик плотности газа отсека сборных шин |     |  |
|      |  |     | ■ Заполнение изолирующим газом SF <sub>6</sub> |



## Отсек кабельных подключений (С) и нижний канал разгрузки давления отсека сборных шин (D)

Отсек кабельных подключений (рис. 6.6) и нижний канал разгрузки давления составляющие опорную раму для ячейки, изготовленные из отдельных алюминиевых секций.

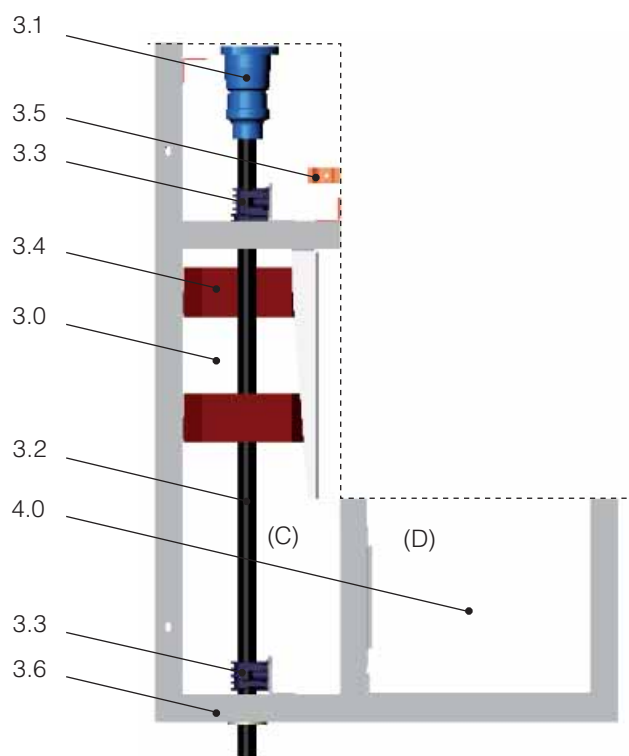
Отсек кабельного подключения включает в себя главную шину заземления (3.5), высоковольтные кабели (3.2) с установленными кабельными адаптерами (3.1) и кабельным крепежом (3.3). При необходимости устанавливается ограничитель перенапряжений. Опционально отсек кабельных подключений может включать трансформаторы тока с кольцевыми сердечниками или датчики тока (3.4) при применении одного кабеля на фазу или трансформаторы тока с кольцевыми сердечниками при применении двух кабелей.

Антимагнитная нижняя панель пола (3.6) со шлицом для кабеля служит для отделения отсека кабельного подключения от кабельного канала. Отсек кабельных подключений может быть установлен с разделительными панелями на боковых сторонах и сзади.

Отсек кабельного подключения является ударопрочным.

В маловероятном случае возникновения внутреннего дугового короткого замыкания в отсеке сборных шин или в опционально отделенном отсеке кабельного подключения, давление выпускается через нижний канал разгрузки давления (4.0).

Рис. 6.6. Отсек кабельных подключений (С) и нижний канал разгрузки давления (D)  
(Для примера: неразделенный, с трансформаторами тока с кольцевыми сердечниками).



3.0 Отсек кабельного подключения (С)  
3.1 Кабельный адаптер  
3.2 Высоковольтный кабель  
3.3 Крепеж кабеля  
3.4 Трансформатор с кольцевым сердечником или датчик

3.5 Главная шина заземления  
(установлена на корпусе сборных шин)  
3.6 Нижняя панель  
4.0 Канал разгрузки давления, нижний (D)

## Система разгрузки давления для отсека выключателя (Е)

Верхняя система разгрузки давления служит для разгрузки давления в маловероятном случае возникновения внутреннего дугового КЗ в отсеке выключателя.

## F - Низковольтный отсек

Привод выключателя (1.2), привод трехпозиционного разъединителя (2.4), датчики контроля плотности эле-

газа в газовом отсеке (1.10, 2.5), защитные устройства и остальные вторичные устройства и их проводка находятся в низковольтном отсеке (рис. 6.7). При применении многофункционального блока защиты и управления RE\_ глубина отсека низкого напряжения составляет 400 мм. Доступен вариант отсека низкого напряжения глубже на 100 мм, например, для применения в сочетании со стандартными системами управления с разделенными устройствами защиты.

Ввод для внешних вторичных кабелей (6.5) находится в основании низковольтного отсека.

Рис. 6.7. F - Низковольтный отсек



Допускается использование как комбинированных терминалов защиты и управления, таких как семейство блоков RE\_ от ABB, так и комбинации любых независимых устройств защиты со стандартными системами управления (см. главу 5).

На рис. 6.8 показана дверь ячейки с терминалом защиты и управления RE\_. Управление первичными коммутационными аппаратами осуществляется выбором соответствующих символов переключения на панели управления терминала защиты и управления. Доступные для измерения величины могут отображаться на дисплей RE\_. На рис. 6.9 показан вид двери отсека низкого напряже-

ния для применения со стандартными системами управления. Управление осуществляется посредством блока управления и сигнализации, расположенным на двери ячейки. Состояния коммутационных аппаратов отображаются посредством индикаторов, интегрированных в однолинейную схему блока управления и сигнализации. Сигналы отображаются устройствами, установленными на двери (то есть сигнальные лампы, указатели срабатывания реле и т.д.). Отображение измеряемых параметров требует применения дискретных измерительных устройств. Защита выполняется независимым устройством защиты (показано на примере устройства с установкой на двери).

Рис. 6.8. Дверь низковольтного отсека с устройствами защиты RE\_ (вид спереди)

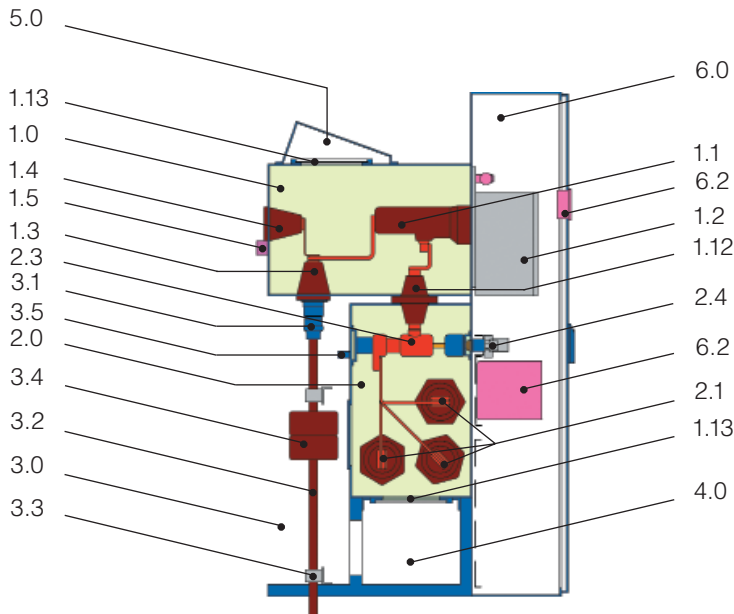


Рис. 6.9. Дверь низковольтного отсека с альтернативными устройствами защиты и стандартными блоками управления (вид спереди)



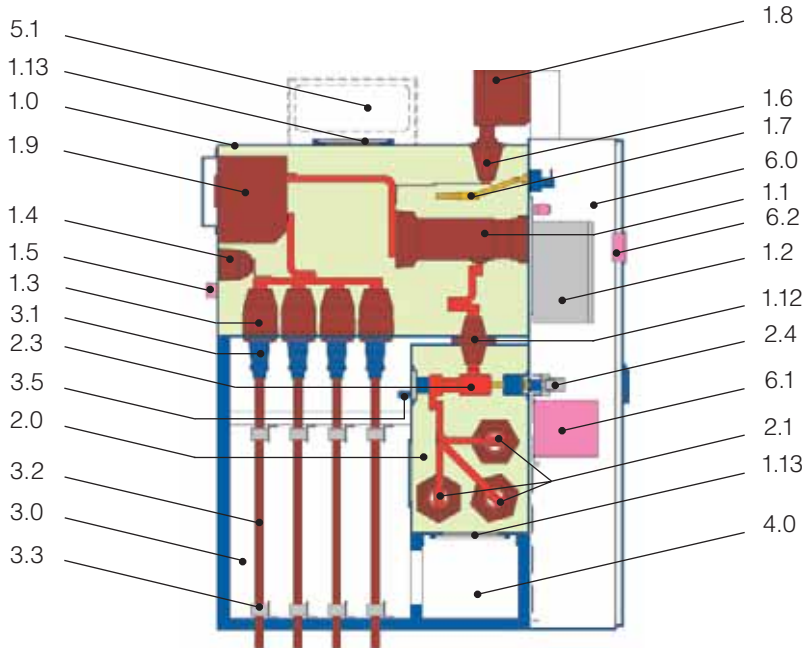
# 7 Компоненты

Рис. 7.1. Линейная ячейка на 800 А с дефлектором плазмы



- 1.0 Отсек выключателя
- 1.1 Полус выключателя
- 1.2 Привод выключателя
- 1.3 Кабельные разъемы
- 1.4 Испытательные разъемы
- 1.5 Емкостная система индикации напряжения
- 1.6 Разъемы для трансформаторов напряжения
- 1.7 Разъединитель трансформатора напряжения
- 1.8 Трансформатор напряжения
- 1.9 Трансформатор опорного типа или датчик
- 1.12 Проходной изолятор, выключатель / отсек сборных шин
- 1.13 Диск разгрузки давления
- 2.0 Отсек сборных шин
- 2.1 Система сборных шин
- 2.3 Трехпозиционный разъединитель
- 2.4 Привод трехпозиционного разъединителя

Рис. 7.2. Ячейка отходящего фидера на 2000 А с каналом разгрузки давления



- 3.0 Отсек подключения кабелей
- 3.1 Кабельный адаптер
- 3.2 Высоковольтный кабель
- 3.3 Крепеж кабеля
- 3.4 Трансформатор с кольцевым сердечником или датчик
- 3.5 Главная шина заземления
- 4.0 Канал разгрузки давления, нижний
- 5.0 Дефлектор плазмы
- 5.1 Канал разгрузки давления, верхний
- 6.0 Низковольтный отсек
- 6.1 Центральный блок комбинированного устройства защиты и управления
- 6.2 Интерфейс оператора (Интерфейс «Человек-Машина») комбинированного устройства защиты и управления

■ Изолирующий газ SF<sub>6</sub>

## 7.1 Вакуумный выключатель

Вакуумный выключатель с фиксированной установкой (рис. 7.1.1) представляет собой трехфазное переключающее устройство и в общем состоит из привода выключателя и трех полюсов. Полюса состоят из собственно переключающих элементов — вакуумных прерывателей. Полюса установлены на общей монтажной панели. Привод находится с противоположной стороны от монтажной панели. Полюса, монтажная панель и привод образуют один узел. Монтажная панель этого узла привинчена к передней стенке отсека выключателя с газоплотной установкой.

Полюсные части расположены в отсеке выключателя, который заполнен гексафторидом серы  $SF_6$  (элегазом) и таким образом защищен от внешних воздействий. Привод расположен в низковольтном отсеке, обеспечивая простоту доступа.

### Функции вакуумного выключателя

- Включение и выключение рабочего тока
- Операция отключения при КЗ
- Функция заземления в связке с трехпозиционным разъединителем

Для выполнения заземления трехпозиционный разъединитель подготавливает соединение с землей во время нахождения в отключенном состоянии. Непосредственно заземление выполняется выключателем. Функционирование выключателя в качестве заземляющего элемента обеспечивает заземление надежней любого заземлителя.

Рис. 7.1.1 Вакуумный выключатель

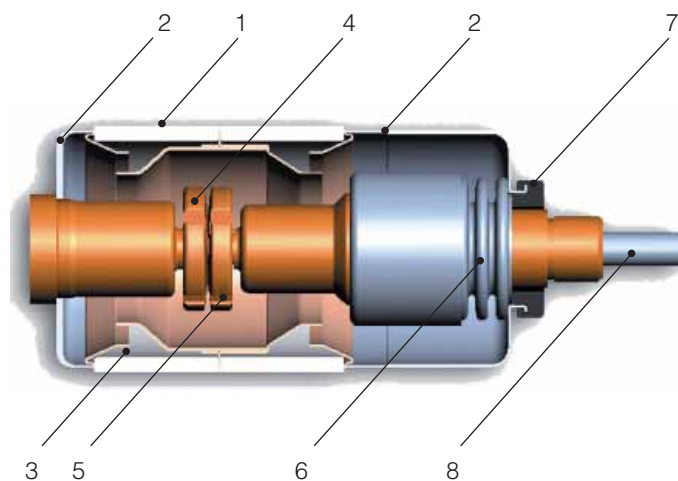


### Вакуумный прерыватель

Внешняя оболочка вакуумного прерывателя (рис. 7.1.2) состоит из керамических изоляторов (1), концы которых закрыты колпаками из нержавеющей стали (2). Контакты (4 и 5), окруженные беспотенциальным центральным экраном, выполнены из меднохромного композита. Вследствие исключительно низкого статического давления (менее чем от  $10^{-4}$  до  $10^{-8}$  гПа (гектопаскалей)), внутри камеры прерывателя для достижения высокой электрической прочности требуется относительно малый контактный промежуток. Усилие переключения передается в замкнутую систему вакуумного прерывателя посредством металлического сильфона (6). Антиротационный элемент (7) вставлен для предотвращения кручения сильфона и направления проводника, ведя его к подвижному контакту. Подсоединение к приводу осуществляется посредством нарезного стержня (8), прикрепленного к питающему проводнику.

Если токоведущие контакты разъединены в вакууме, в условиях короткого замыкания возникает дуговой разряд в парах металла. Эта дуга создает носителей заряда, необходимых для проведения тока внутри вакуумного прерывателя, и гасится при первом прохождении через ноль переменного тока после отключения, то есть после разъединения контактов. Таким образом, ток надежно прерывается с быстрым созданием контактного промежутка в вакууме.

Рис. 7.1.2 Вакуумный прерыватель



## Полюса

Прерыватель (9) внутри полюсной части залит смолой или находится в трубке полюсной части из эпоксидной смолы (10). При замкнутом выключателе ток течет от зажима выключателя (11) к фиксированному контакту в вакуумном прерывателе и оттуда через подвижный контакт к зажиму выключателя (12). Управление осуществляется изолированными приводными штангами (8).

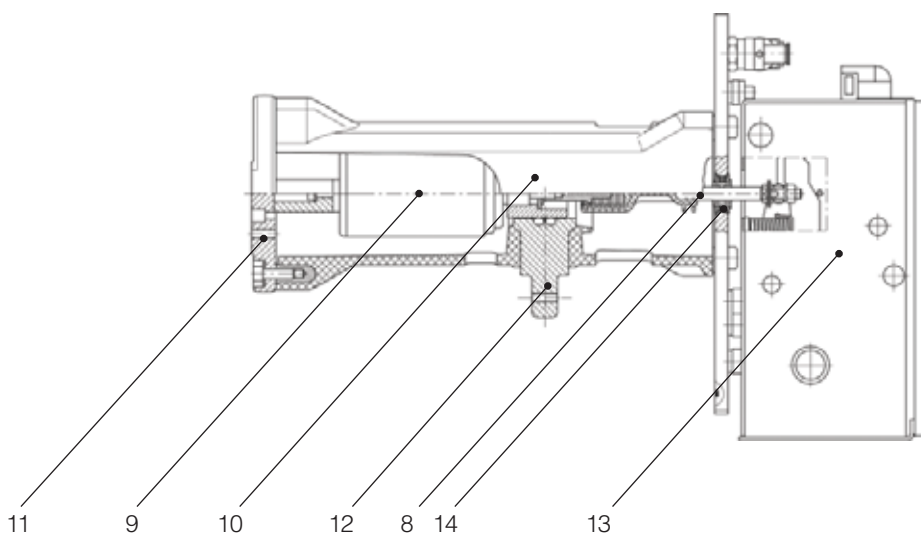
## Привод выключателя

Привод выключателя (рис. 7.1.3, номер 13) подсоединен к полюсам через газоплотные опорные изоляторы (14).

Выключатель оснащен пружинным приводом с накопителем механической энергии. Пружина с накопленной энергией может быть взведена как вручную, так и приводом. Отключение или включение устройства может совершаться как кнопками, так и автоматикой (включение, отключение и отключение при пониженном напряжении).

Привод может конфигурироваться для автоматического повторного включения (АПВ) и, благодаря короткому времени взвода пружины для многократного АПВ.

Рис. 7.1.3. Полюсная часть и привод



Передняя часть привода (рис. 7.1.4) имеет механические кнопки включения (1) и отключения (2), ручку для ручного взвода пружины (3), механические указатели «Выключатель включен», «Выключатель отключен» (4), «Пружина взведена», «Пружина разряжена» (5), счетчик срабатываний (6) и заводскую табличку выключателя (7).

Рисунок 7.1.4: Элементы управления выключателем



## Варианты механизма и вторичное оборудование

При комплексном применении устройств, таких как многофункциональный терминал защиты и управления серии RE\_ (в отношении ассортимента устройств защиты АВВ см. Раздел 7.9), для определения положения выключателя применяются бесконтактные индуктивные датчики. Со стандартными вторичными системами положение выключателя определяется посредством блок-контактов. Информация о вторичной аппаратуре для привода выключателя с разными вариантами защиты приведена в таблице 7.1.1.

Таблица 7.1.1: Опции вторичной аппаратуры для вариантов привода выключателя

Маркировка IEC	Маркировка VDE	Аппаратура	Концепции защиты и управления					
			Блок защиты и управления RE_		Блок защиты и управления RE_ + дополнительные функции		Отдельная защита + стандартное управление	
			Стандарт	Опция	Стандарт	Опция	Стандарт	Опция
-Mc	(-M0)	Привод для взведения пружины	•		•		•	
-BS	(-B0S)	Индуктивный бесконтактный датчик «Пружина взведена»	•					
-BS1	(-S1)	Блок-контакт «Пружина взведена»			•		•	
-MO1	(-Y2)	Пускатель отключения	•		•		•	
-MC	(-Y3)	Пускатель включения			•		•	
-BB1	(-B0A)	Индуктивный бесконтактный датчик «Выключатель ОТКЛ.»	•		•			
-BB2	(-B0E)	Индуктивный бесконтактный датчик «Выключатель ВКЛ.»	•		•			
-BB1	(-S3)	Блок-контакт «Силовой выключатель ВКЛ/ОТКЛ.»			•		•	
-BB2	(-S4)	Блок-контакт «Силовой выключатель ВКЛ/ОТКЛ.»			•		•	
-BB3	(-S5)	Блок-контакт «Силовой выключатель ВКЛ/ОТКЛ.»				•	•	
-KN	(-K0)	Реле предотвращения повторного включения				•	•	
-RL1	(-Y1)	Блокировочный магнит «Силовой выключатель ВКЛ.»		•		•	•	
-BL1	(-S2)	Блок-контакт для блокировочного магнита		•		•	•	
-BB4	(-S7)	Блок-контакт сигнализации отказа (время импульса 35 мс)				•	•	
-MU <sup>1)</sup>	(-Y4) <sup>1)</sup>	Расцепитель минимального напряжения		•		•		•
-MO3 <sup>1)</sup>	(-Y7) <sup>1)</sup>	Расцепитель максимального тока косвенного действия		•		•		•
-MO2	(-Y9)	Второй пускатель отключения		•		•		•

<sup>1)</sup> Комбинация -MU и -MO3 являются невозможной



## 7.2 Трехпозиционный разъединитель

Трехпозиционные разъединители представляют собой комбинированные разъединители и заземлителями. Три положения аппарата — замыкание, размыкание и заземление — четко устанавливаются конструкцией разъединителя. Таким образом, одновременное замыкание и заземление не является возможным.

Трехпозиционные разъединители имеют привод стержневого типа, части под напряжением находятся в заполненном элегазом отсеке сборных шин, в то время как сам привод легкодоступен и находится в низковольтном отсеке.

Разъединитель (рис. 7.2.1) в разомкнутом состоянии находится в среднем положении. В крайних положениях разъединителя «ВКЛ.» и заземлителя «ВКЛ.», подвижный контакт (скользящая часть) (2), ведомый стержнем (1) доходит до фиксированных контактов (контакт разъединителя (3) или заземляющий контакт (4)), которые имеют один или два спиральных контакта.

Последовательно соединенные герконовые контакты (управляемые постоянными магнитами) определяют положение трех контактов в заземленном положении (рис. 7.2.2 и 7.2.3).

### Привод трехпозиционного разъединителя

Узел привода трехпозиционного разъединителя состоит из следующих функциональных групп (рис. от 7.2.4 до 7.2.7):

- Привод (1)
- Определение положения индуктивными бесконтактными датчиками (2) или блок-контактами (3)
- Встроенный светодиодный индикатор для отображения положения при применении индуктивных бесконтактных датчиков
- Механический указатель положения (4)
- Отверстие для рычага аварийного ручного управления (5)
- Механическая блокировка доступа для ручного управления (6), когда выключатель находится в замкнутом положении (опционально с индуктивными бесконтактными датчиками).

Различные опции для вторичной аппаратуры при разных вариантах привода приведены в таблице 7.2.1

Рис. 7.2.1. Трехпозиционный разъединитель в положении «ВКЛ.»

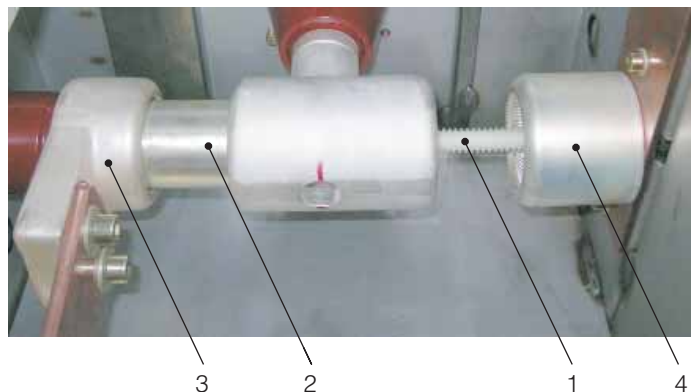


Рис. 7.2.3. Трехпозиционный разъединитель в заземленном положении (вид в разрезе) (герконовый контакт замкнут постоянным магнитом)

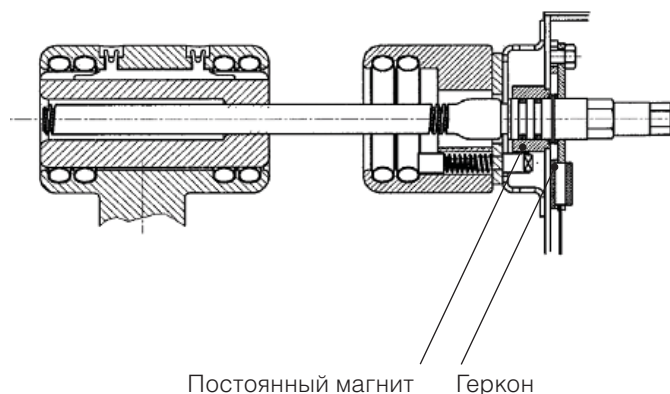


Рис. 7.2.3. Трехпозиционный разъединитель в заземленном положении (вид в разрезе) (герконовый контакт замкнут постоянным магнитом)

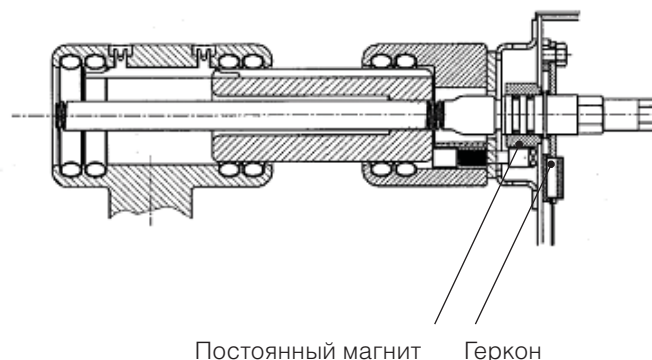


Рис. 7.2.4. Привод трехпозиционного разъединителя с блок-контактами (3) и механической блокировкой для аварийного ручного управления (6)



Рис. 7.2.5. (Деталь А рисунка 7.2.4 — без крышки) Вспомогательные микропереключатели для определения положения разъединителя (3) и механическая блокировка доступа (в закрытом положении) для аварийного ручного управления (6)

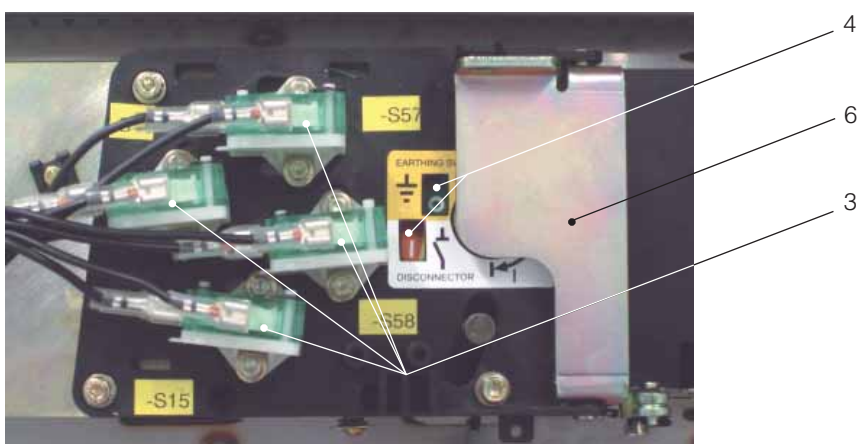
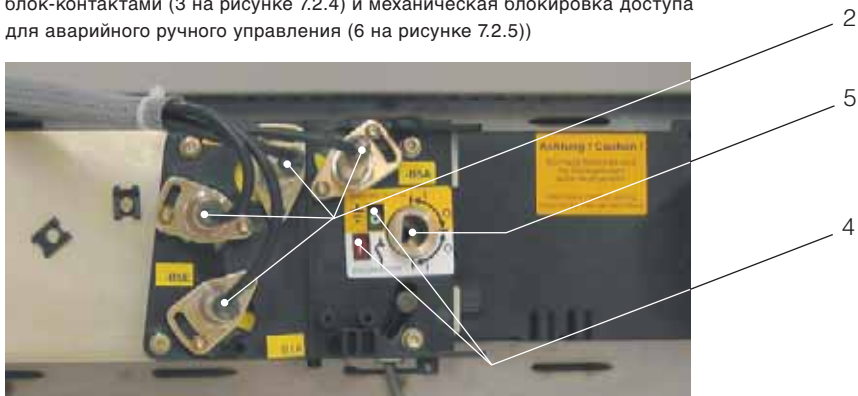


Рис. 7.2.6. Привод трехпозиционного разъединителя с индуктивными бесконтактными датчиками для определения положения выключателя



Рис. 7.2.7. (Деталь В на рисунке 7.2.6) индуктивные бесконтактные датчики (2) для определения положения выключателя (опциональные с блок-контактами (3 на рисунке 7.2.4) и механическая блокировка доступа для аварийного ручного управления (6 на рисунке 7.2.5))



## Варианты привода и вторичная аппаратура

При использовании комбинированных устройств, таких как многофункциональный блок защиты и управления серии RE (в отношении ассортимента устройств защиты ABB см. Раздел 7.9), для определения положения выключателя применяются индуктивные бесконтактные датчики. При применении стандартных вторичных систем определение положения 3-позиционного разъединителя выполняется посредством вспомогательных микропереключателей. Информация о вторичной аппаратуре для трехпозиционного разъединителя с разными вариантами защиты приведена в таблице 7.2.1

Таблица 7.2.1: Опции для вторичного оборудования для привода разъединителя в фидерной ячейке

Маркировка IEC	Маркировка VDE	Аппаратура	Концепции защиты и управления				
			Блок защиты и управления RE_		Блок защиты и управления RE_ + дополнительные функции		Отдельная защита + стандартное управление
			Стандарт	Опция	Стандарт	Опция	
-Mc	(-M0)	Привод взвода пружины	•		•		•
-BI1	(-B1A)	Индуктивный бесконтактный датчик для определения положения «Разъединитель ОТКЛ.»	•		•		
-BI2	(-B1E)	Индуктивный бесконтактный датчик для определения положения «Разъединитель ВКЛ.»	•		•		
-BE8	(-B5A)	Индуктивный бесконтактный датчик для определения положения «Заземлитель ОТКЛ.»	•		•		
-BE9	(-B5E)	Индуктивный бесконтактный датчик для определения положения «Заземлитель ВКЛ.»	•		•		
-BI1	(-S15)	Микропереключатель для определения положения «Разъединитель ОТКЛ.»					•
-BI2	(-S16)	Микропереключатель для определения положения «Разъединитель ВКЛ.»					•
-BE8	(-S57)	Микропереключатель для определения «Заземлитель ОТКЛ.»					•
-BE9	(-S58)	Микропереключатель для определения «Заземлитель ВКЛ.»					•
-BI1	(-S11)	Блок-контакт «Разъединитель ОТКЛ.»			•		•
-BI2	(-S12)	Блок-контакт «Разъединитель ВКЛ.»			•		•
-BE1	(-S51)	Блок-контакт «Заземлитель ОТКЛ.»			•		•
-BE2	(-S52)	Блок-контакт «Заземлитель ВКЛ.»			•		•
-BE5/6/7	(-B5E1,2,3)	Герконовые контакты для определения положения выключателя «Заземлитель ВКЛ.»	•		•		•
-BL1	(-S151)	Микропереключатель для (опциональной) блокировки доступа к отверстию для ручки аварийного ручного управления		•			•
-BL2	(-S152)						•

## 7.3 Сборные шины

Сборные шины, расположенные в газовых отсеках ячеек, соединены между собой штекерными шинными соединителями (рис. от 7.3.1 до 7.3.3). Шинное соединение состоит из шинного разъема из эпоксидной смолы (1), смонтированного в шинном отсеке с внутренней стороны, силиконовой изолирующей детали (2), контактной трубки (3) и спиральных контактов (4).

Электропроводное соединение от встроенной части шинного разъема из эпоксидной смолы к контактной трубке осуществляется одним или двумя спиральными контактами, в зависимости от номинального тока сборной шины. Силиконовая изолирующая деталь изолирует потенциал высокого напряжения от потенциала земли. Поверхности всех электропроводящих компонентов (встроенная деталь, спиральный контакт и контактная трубка), доступные извне, покрыты серебром. Так как контактная трубка имеет подвижность в осевом на-

правлении, нет необходимости в компенсации удлинения в сборных шинах, проходящих через распределительное устройство.

Выключатель и отсек сборных шин являются отдельными камерами в газовой системе. То есть сборные шины могут оставаться в работе в случае дуги в отсеке выключателя в линейной ячейке. Газовые системы смежных отсеков сборных шин также не соединены друг с другом (исключение — ячейки двойного фидера).

Система штекерных соединителей с одной стороны обеспечивает возможность поставки ячеек испытанными на заводе-изготовителе на утечку и диэлектрическую прочность, а с другой стороны — отсутствие необходимости в проведении газовых работ на месте установки вплоть до номинальных токов 2000 А.

Рис. 7.3.1. Шинный разъем (1) с изолирующей деталью, контактной трубкой (3) и спиральными контактами (4)

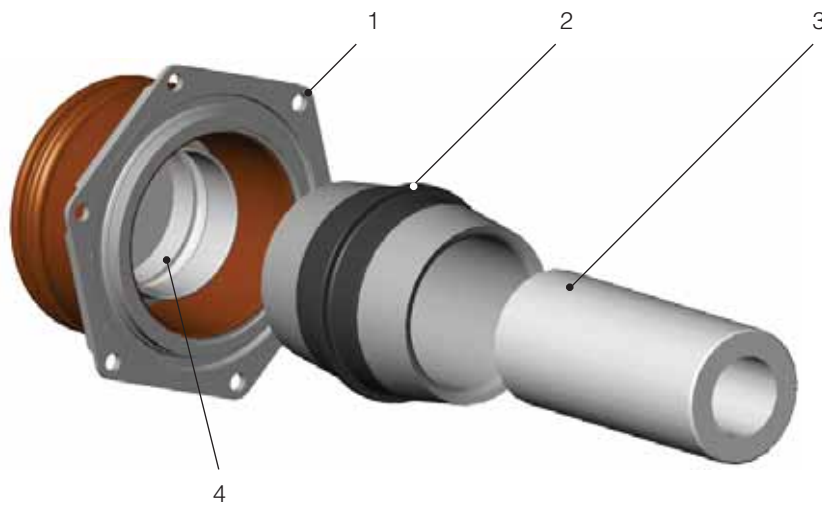


Рис. 7.3.2. Концевое шинное соединение

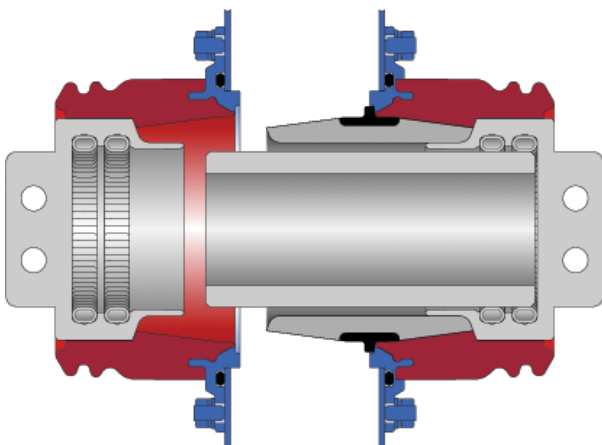
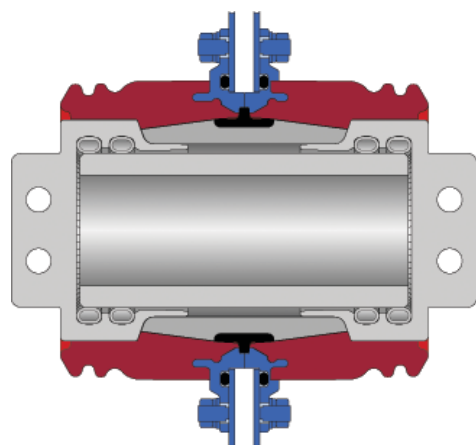


Рис. 7.3.3. Шинное соединение между ячейками



## Концевые ячейки

Концевые ячейки могут поставляться в вариантах, которые допускают расширение. В этих вариантах шинные разъемы (рис. 7.3.4) диэлектрически изолированы заглушками. Если возможность расширения не требуется, на месте стандартных шинных разъемов устанавливаются концевые шинные изоляторы (рис. 7.3.5).

## Удаление промежуточных ячеек

Шинное соединение с шинным разъемом, изолирующая часть и контактная трубка могут демонтироваться, когда шина заземлена, элегаз тщательно откачен и шинный отсек открыт. Таким образом, возможно удаление любой

ячейки из середины распределительного устройства. Сборная шина, прерванная удалением ячейки, может быть временно сочленена мостом в форме соединительной коробки.

## Прямое соединение полностью изолированных шин к сборной шине

Полностью изолированные шины могут подсоединяться с применением специальных разъемов на концевой ячейке (рис. 7.3.6).

Рис. 7.4.1. Вид газоизолированного отсека выключателя с внутренними конусными разъемами

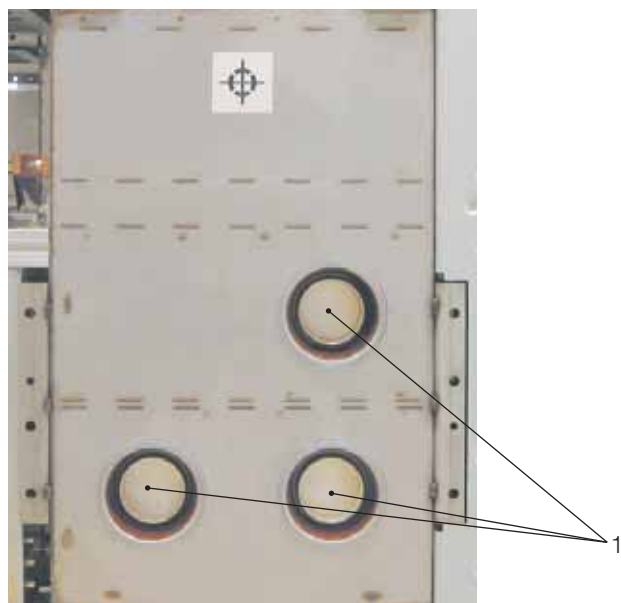


Рис. 7.3.5. Корпус сборной шины с концевыми шинными изоляторами (2)

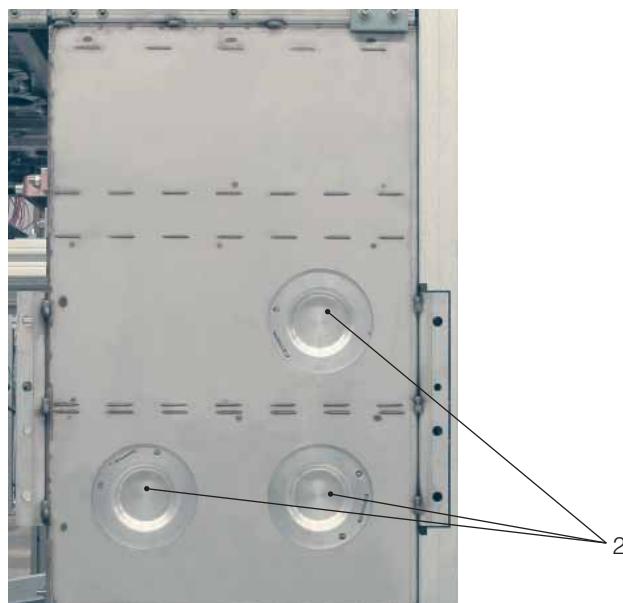


Рис. 7.3.6. Прямое подсоединение полностью изолированных шин к сборным шинам



## 7.4 Система подключения кабеля с внутренним конусом

Внутренние конусные разъемы (рис. 7.4.1) в соответствии с EN 50181 (типоразмеры 2 или 3) установлены газоплотно на нижней панели отсека выключателя для обеспечения штекерных подключений (рис. 7.4.1.1), кабелей, полностью изолированных шин или ограничителей перенапряжений.

Система подключения с внутренним конусом примечательна прежде всего ее полной изоляцией и, соответственно, защитой от случайного контакта. Расположение точек подключения на высоте 1,25 м обеспечивает хороший доступ во время установки кабелей.

Рис. 7.4.1. Вид газоизолированного отсека выключателя с внутренними конусными разъемами



### 7.4.1 Подключение кабелей

Сведения по сечению подключаемых кабелей приведены в таблице 7.4.1.1. Так как выбор размеров адаптеров для применяемых кабелей может зависеть от дополнительных сведений о кабелях, выбор рекомендуется обсудить с поставщиком кабельных адаптеров. В зависимости от конструкции ячейки, может применяться до четырех кабелей на одну фазу.

Рис. 7.4.1.1. Вид открытого отсека кабельных подключений с кабельными адаптерами и кабелями



Таблица 7.4.1.1: Выбор кабелей по сечению

Номинальное напряжение [кВ]	Размер адаптера	Сечение кабеля [мм <sup>2</sup> ]
12	2	95-300
	3	240-630
24	2	50-300
	3	150-630
36	2	50-240
	3	95-630

## 7.4.2 Подключение полностью изолированных шин

Подключение полностью изолированных шин (рис. 7.4.2.1) вместо кабелей возможно с применением разъемов типоразмера 3 (до 1250 А) или специальных разъемов (до 2500 А).

## 7.4.3 Подключение ограничителей перенапряжений

Вместо кабелей допускается установка штекерных ограничителей перенапряжений типоразмеров 2 (12 – 36 кВ) и 3 (24 – 36 кВ) (рис. 7.4.3.1).

Рекомендуется использовать ограничители напряжения марки ABB-Polim®. Ограничители состоят из цинк-оксидных варисторов, обеспечивающих оптимальную защиту от опасных перенапряжений. Варисторы располагаются в алюминиевой оболочке и залиты силиконом.

Рис. 7.4.2.1. Подключение полностью изолированной шины с применением штекерного разъема типоразмера 3



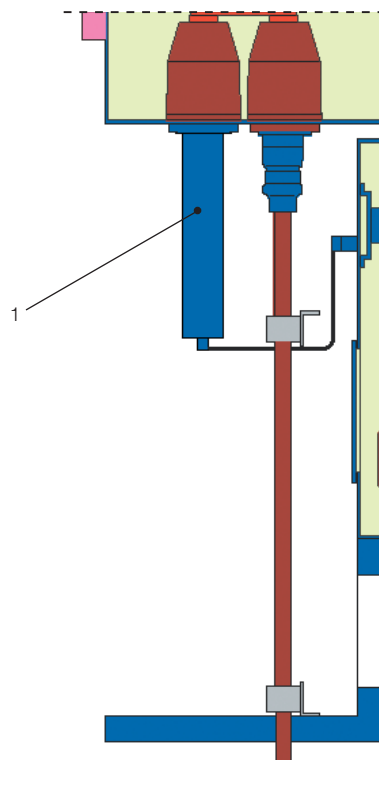
## 7.5 Главная заземляющая шина

Главная заземляющая шина распределительного устройства проходит через отсеки кабельных подключений ячеек. Заземляющие шины отдельных ячеек подключаются друг к другу во время монтажа на площадке.

Сечение главной заземляющей шины 300 мм<sup>2</sup> (марка металла ECuFe30 сечением 30 мм x 10 мм).

Подробные сведения о заземлении распределительного устройства см. в разделе 10.7.

Рис. 7.4.3.1. Подключение ограничителей перенапряжений (1)



## 7.6 Испытательные разъемы

Линейные и вводные кабельные ячейки оснащены испытательными разъемами (рис. 7.6.1 и 7.6.2), которые находятся сзади. Эти испытательными разъемами используются для испытания кабелей, для испытания изоляции ячеек, для испытания систем защиты прогрузкой первичным током и для обеспечения заземления соответствующих фидерных ячеек. Для этой цели могут поставляться соответствующие испытательные и заземляющие комплекты (см. рис. 7.6.3 и 7.6.5).

Во время нормальной эксплуатации ячейки испытательные разъемы должны быть закрыты заглушками с высокой диэлектрической прочностью.

Рис. 7.6.2. Испытательные разъемы (располагаются над системами емкостной индикации напряжения, доступ ограничивается заглушками с высокой диэлектрической прочностью).



Рис. 7.6.4. Штекер для высоковольтных испытаний



Рис. 7.6.1. Вид на отсек выключателя: испытательные разъемы



Рис. 7.6.3. Штекер для токовых испытаний



Рис. 7.6.5. Комплект для заземления





## 7.7 Системы емкостной индикации напряжения

Для контроля разомкнутого состояния фидера предлагаются разные емкостные системы индикации напряжения с низким импедансом. Высоковольтные конденсаторы встраиваются в испытательные разъемы и — если дополнительная емкостная система индикации напряжения установлена на дверце низковольтного отсека — в кабельные разъемы.

Однофазная система LRM или система KVDS устанавливается на задней стороне ячейки. Кроме того, на двери низковольтного отсека могут устанавливаться трехфазная система LRM, система KVDS или система CAVIN (с переключающими контактами).

Все эти системы соответствуют IEC 61243-5.

### Однофазная система LRM (рис. 7.7.1)

- Необходим дополнительный блок индикации (рис. 7.7.3)
- Необходимо повторное тестирование

### Трехфазная система LRM (рис. 7.7.2)

- Необходим дополнительный блок индикации (рис. 7.7.3)
- Необходимо повторное тестирование

### Система KVDS (Рис. 7.7.4)

- LC-дисплей
- Три фазы
- Дополнительный блок индикации не требуется
- Встроенное самотестирование без обслуживания:
- Отсутствие символов:

Отсутствие напряжения

- Отображение половины стрелки:

Наличие напряжения

- Отображение всей стрелки:

Наличие напряжения и завершение самотестирования

Рис. 7.7.1. Однофазная система LRM (ниже испытательных разъемов)



Рис. 7.7.2. Трехфазная система LRM



Рис. 7.7.3. Блок индикации для систем LRM

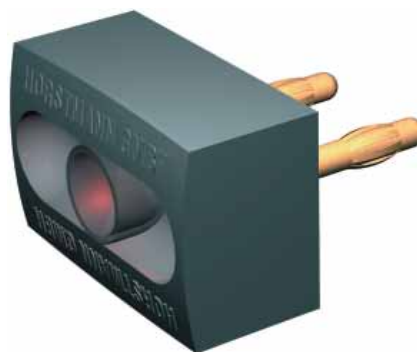


Рис. 7.7.4. Система KVDS



## Система CAVIN (рис. 7.7.5)

Как и для системы KVDS, плюс:

- Два встроенных релейных контакта для сигналов и блокировок
- Светодиодный дисплей состояния реле:
- Нет сбоев: замкнуто реле 1 (все три проводника имеют одинаковое напряжение, наличие вторичного напряжения питания)
- Сбой: разомкнуто реле 1 (напряжение трех проводников неодинаковое или нет вторичного напряжения питания)
- HV OFF (высокое напряжение отключено): Реле 2 замкнуто ( $U_1 = U_2 = U_3 < \text{напряжения «фаза — земля»}$  при измерении одного из напряжений)
- HV ON (высокое напряжение включено): Реле 2 разомкнуто (по крайней мере для одной фазы состояние  $U / \sqrt{3} > \text{напряжения «фаза - земля»}$  при измерении одного из напряжений или нет вторичного напряжения питания)
- Для реле требуется наличие вторичного источника напряжения



Таблица 7.7.1: Функциональность систем емкостной индикации напряжения

Система	Технические характеристики			Место установки	Необходимость дополнительных блоков индикации	LC Дисплей	Встроенное само-тестирование	Необходимость дополнительного питания для реле	Два релейных контакта
LRM	Однофазная	Низкий импеданс	Стандарт	Задняя часть ячейки	•				
LRM	Трехфазная	Низкий импеданс	Опция	Дверь ячейки	•				
KVDS	Трехфазная	Низкий импеданс	Опция	Задняя часть ячейки / Дверь отсека низкого напряжения		•	•		
CAVIN	Трехфазная	Низкий импеданс	Опция	Дверь отсека низкого напряжения		•	•	•	•

## 7.8 Устройства измерения напряжения и тока

Областями применения устройств измерения напряжения и тока являются:

- Защита
- Измерение
- Учет потребления

Опционально могут применяться стандартные трансформаторы тока и напряжения и/или датчики тока и напряжения.

### Трансформаторы тока

Принцип индуктивной передачи трансформаторов тока основывается на применении ферромагнитного сердечника. Независимо от его устройства (проходной или опорного типа, с первичной шиной или с первичной обмоткой), в трансформаторах тока наблюдаются эффекты гистерезиса и насыщения. В пределах номинального тока первичные и вторичные токи пропорциональны и совпадают по фазе.

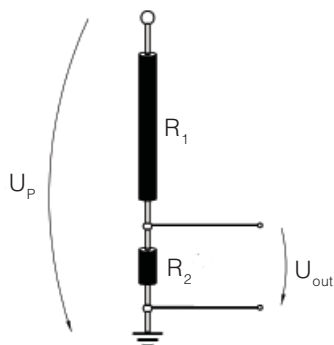
### Трансформаторы напряжения

Индуктивные трансформаторы напряжения являются трансформаторами малой емкости, в которых первичные и вторичные напряжения пропорциональны и совпадают по фазе. Первичная и вторичная обмотки гальванически развязаны.

### Датчики напряжения

Датчики напряжения работают на принципе потенциометрического резистора. Выходной сигнал датчика напряжения пропорционален первичному напряжению и линеен в рабочем диапазоне.

Рис. 7.8.1. Принцип действия датчика напряжения



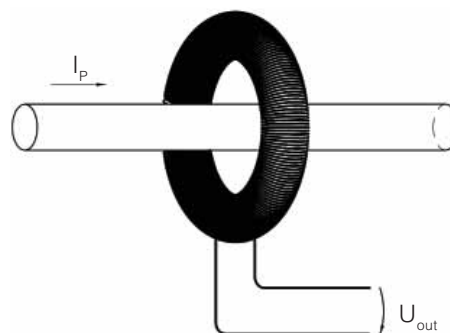
### Датчики тока

Датчик тока работает по принципу катушки Роговского. Это катушка, которая состоит из равномерной обмотки на замкнутом немагнитном сердечнике постоянного сечения. Индуцируемое напряжение во вторичной цепи пропорционально изменению во времени первичного тока. То есть токовый сигнал датчика имеет сдвиг по фазе на  $90^\circ$ , который должен компенсироваться для интегрирования при последующей обработке сигнала.

### Преимущества сенсорной технологии

- Применима для защиты и измерения
- Размер: датчики значительно меньше индуктивных измерительных трансформаторов
- Большой динамический диапазон (амплитуда и полосу частот)
- Датчики нечувствительны к феррорезонансу и постоянной компоненте тока
- Устойчивость к коротким замыканиям
- Универсальность применения
- Устойчивость компонентов к испытаниям переменным и постоянным токами
- Высокая надежность и доступность
- Отсутствие опасности от оголенных соединений
- Малый нагрев.

Рис. 7.8.2. Принцип действия датчика тока



Могут применяться следующие устройства измерения напряжения и тока (см. рис. 7.8.3):

- Устройство А: Трансформатор опорного типа, датчик опорного типа или комбинированный опорный трансформатор / датчик в отсеке выключателя;
- Устройство В: Для измерения тока: Трансформатор с кольцевым сердечником или кольцевой датчик (1 кабель на фазу) в отсеке подключения кабелей;
- Устройство С: Трансформатор тока нулевой последовательности под ячейкой (в кабельном канале);
- Устройство D: Опциональный трансформатор тока между трехпозиционным разъединителем и выключателем в ячейке секционного выключателя и секционного разъединителя;
- Устройство E: Трансформатор напряжения (только вне газового отсека, штекерного типа и изолируемый в условиях заземления).

Стандартные трансформаторы тока и напряжения могут быть сертифицированы.

Рис. 7.8.3. Устройства измерения тока и напряжения

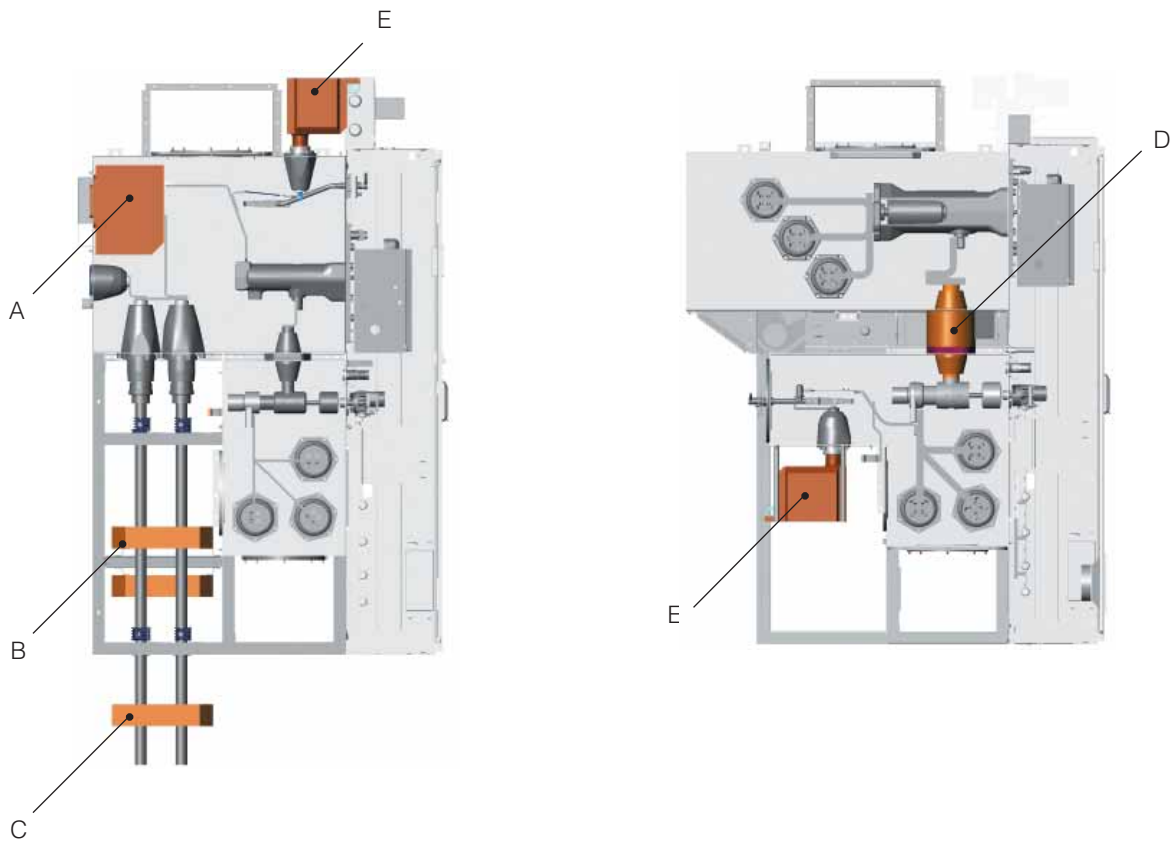


Таблица 7.8.1: Применение устройств измерения тока и напряжения при различных концепциях защиты и управления (см. также раздел 5)

Устройство:	Состав	Концепция защиты и управления		
		Блок защиты и управления RE_	Блок защиты и управления RE_ + дополнительные функции <sup>1)</sup>	Альтернативные устройства защиты + стандартные устройства управления
A	Несколько трансформаторов тока	•	•	•
	Датчик тока	•		
	Датчик тока + трансформатор тока		•	
	Датчик тока + датчик напряжения	•		
	Датчик тока + трансформатор тока + датчик напряжения		•	
B	Датчик тока (1 кабель на фазу)	•		•
C	Трансформатор тока	•	•	•
D			•	•
E	Трансформатор напряжения	•	•	•

<sup>1)</sup> Примеры дополнительных функций:  
 - Измерение для учета  
 - Переходные замыкания на землю  
 - Дифференциальная защита  
 - Резервная защита

## 7.8.1 Трансформаторы и датчики опорного типа

Опорный трансформатор или опорный датчик (рис. 7.8.1.1 и 7.8.1.2) заливается в смолу и устанавливается в газовом отсеке, таким образом защищается от внешних воздействий. Клеммник зажимов легкодоступен с внешней стороны. Сечение соединительных проводов равно  $2.5 \text{ мм}^2$  (большие сечения по запросу).

Клеммник зажимов уплотняемый. Преимущество опорных трансформаторов перед трансформаторами с кольцевым сердечником заключается в том, что требуется только один трансформатор при применении нескольких кабелей на фазу. Для трансформаторов тока с кольцевым сердечником при установке кабеля никакие дополнительные действия не требуются.

Возможные комбинации датчиков тока, трансформаторов и датчиков напряжения представлены в таблице 7.8.1.

### Датчик тока

Датчики тока для номинальных токов до 1250 А имеют три отвода. Датчик может быть отрегулирован для соответствия рабочему диапазону тока посредством соответствующего подсоединения вторичной обмотки на клеммнике (см. рис. 7.8.1.3).

Датчик тока для номинальных токов до 2500 А имеет один отвод (см. рис. 7.8.1.4).

Точность измерения выше 1%.

### Датчик напряжения

Датчик напряжения для рабочих напряжений до 6 кВ имеет коэффициент трансформации 5000:1, для рабочих напряжений до 6 кВ коэффициент 10000:1 и для напряжения 36 кВ коэффициент 20000:1 (см. рис. 7.8.1.3 и 7.8.1.4).

Точность измерения выше 1%.

### Трансформатор тока

Когда используются только трансформаторы тока с сердечниками, устройство может включать до трех сердечников в ячейке шириной 600 мм и до пяти сердечников в ячейке шириной 800 мм (см. также раздел 7.8.4).

Рис. 7.8.1.1. Трансформатор или датчик опорного типа

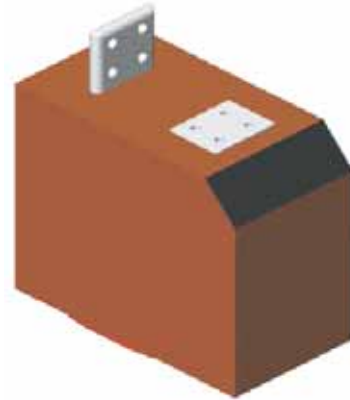


Рис. 7.8.1.2. Схема трансформатора / датчика опорного типа (пример)

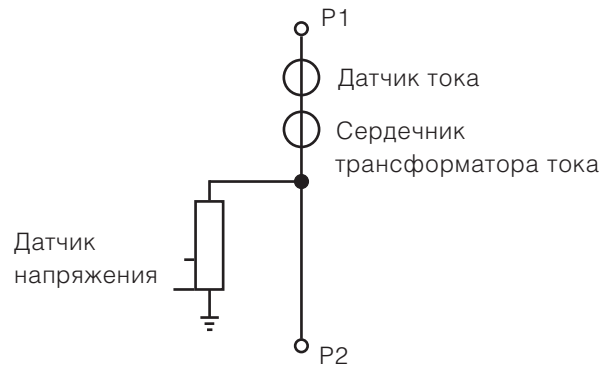


Рис. 7.8.1.3. Схема устройств измерения тока и напряжения в газовом отсеке, пример с датчиками тока и напряжения, номинальный ток  $\leq 1250$  А

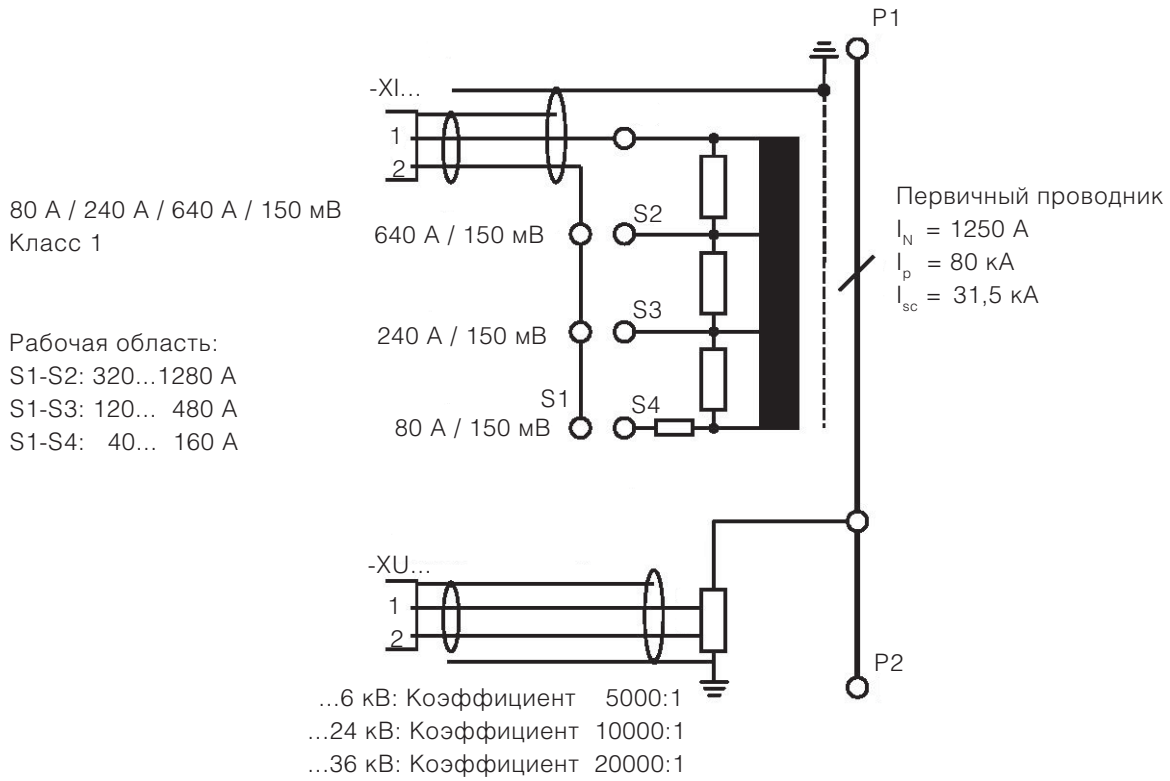
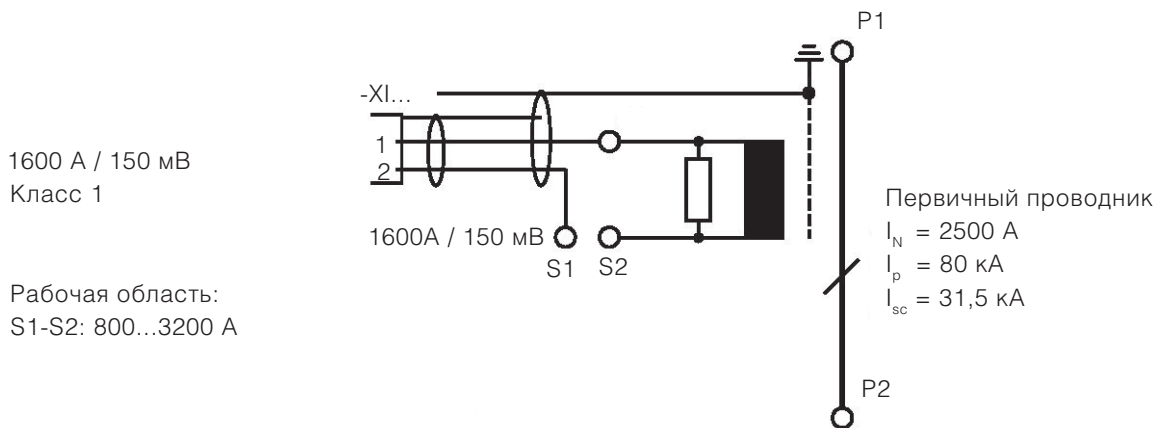


Рис. 7.8.1.4. Схема устройств измерения тока и напряжения в газовом отсеке, пример с датчиками тока и напряжения, номинальный ток 2500 А



## 7.8.2 Трансформаторы тока с кольцевыми сердечниками

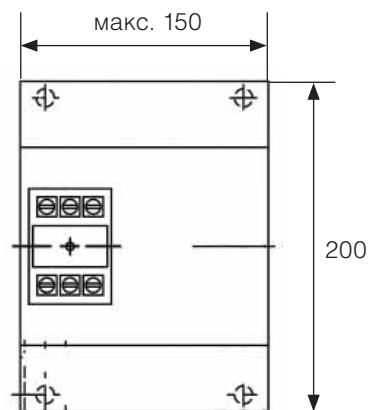
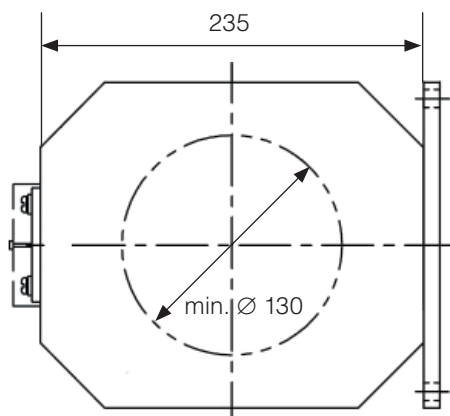
Обмотка трансформатора с кольцевым сердечником находится в оболочке из эпоксидной смолы. Трансформатор имеет клеммник с выводами обмотки или встроенные соединительные кабели. Сечение соединительных проводов равно  $2.5 \text{ мм}^2$  (большие сечения по заказу). В зависимости от первичного тока в трансформаторе с кольцевым сердечником могут находиться до трех сердечников. Обычно используется один трансформатор на фазу.

Рис. 7.8.2.1. Трансформатор тока с кольцевым сердечником



Предлагаются следующие модели:

Рис. 7.8.2.2. Трансформатор тока с кольцевым сердечником (один кабель на фазу, типоразмер штекера 2)





В показанных моделях первичный кабель с установленным адаптером может пройти через трансформатор. Могут поставляться другие типы трансформаторов с кольцевым сердечником (то есть с меньшим внутренним диаметром или большей высотой) и по заказу возможна установка двух трансформаторов на фазу.

### Трансформаторы тока нулевой последовательности

Трансформаторы тока нулевой последовательности являются специальными трансформаторами с кольцевыми сердечниками. Так как все силовые кабели проходят через трансформатор, отверстие трансформатора должно быть большим. Из-за большого размера трансформаторы тока нулевой последовательности устанавливаются в кабельном канале под ячейкой.

Рис. 7.8.2.3. Трансформатор тока с кольцевым сердечником (один кабель на фазу до типоразмера штекера 3)

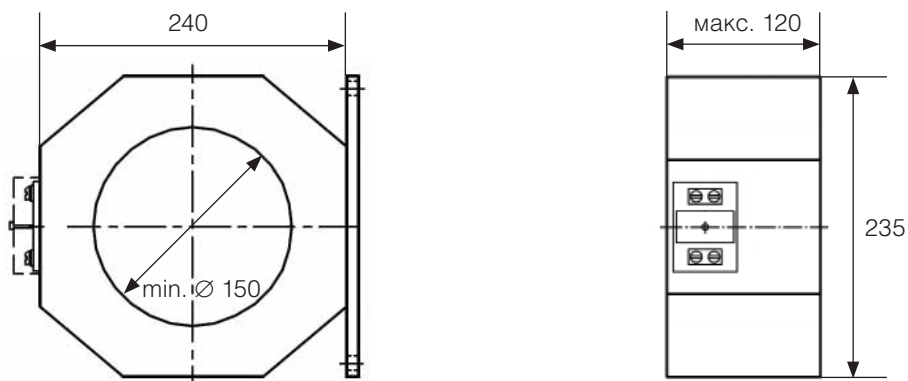


Рис. 7.8.2.4. Трансформатор тока с кольцевым сердечником (два кабеля на фазу до типоразмера штекера 2)

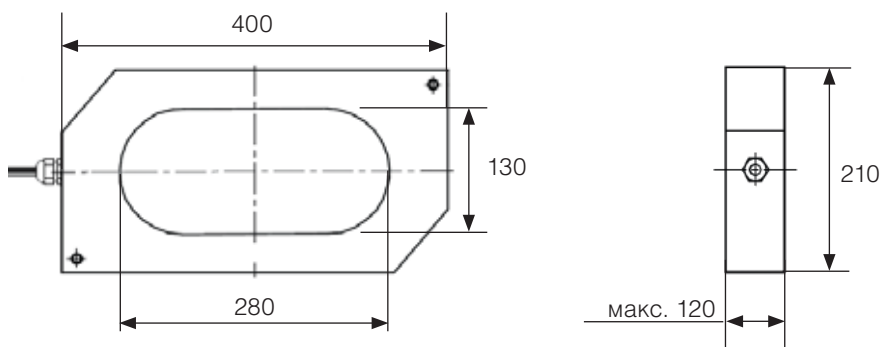
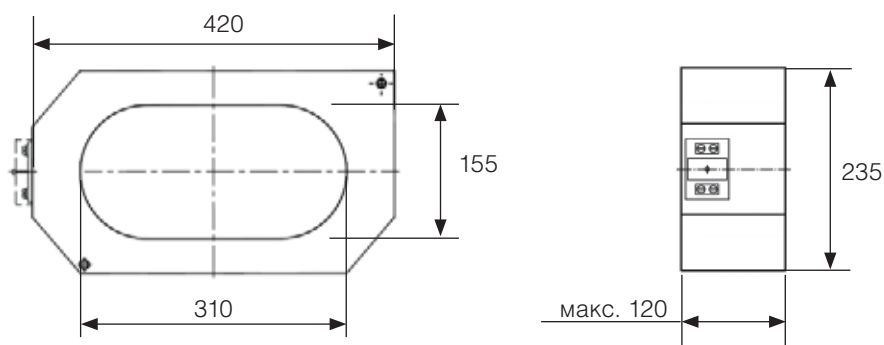


Рис. 7.8.2.5. Трансформатор тока с кольцевым сердечником (два кабеля на фазу до типоразмера штекера 3)



## 7.8.3 Датчики с кольцевыми сердечниками

Катушка Роговского датчика с кольцевым сердечником (рис. 7.8.3.1) заключена в оболочку из эпоксидной смолы. Датчик имеет клеммник с тремя выводами обмотки. Рабочий диапазон датчика устанавливается на клеммнике. Подсоединенная вторичная проводка без разрыва направляется к устройству защиты. Датчики с кольцевыми сердечниками могут применяться в ячейках с одним кабелем на фазу.

Кабельные адаптеры устанавливаются после прохождения кабелей через соответствующие датчики.

Вес датчика с кольцевым сердечником составляет около 2,5 кг.

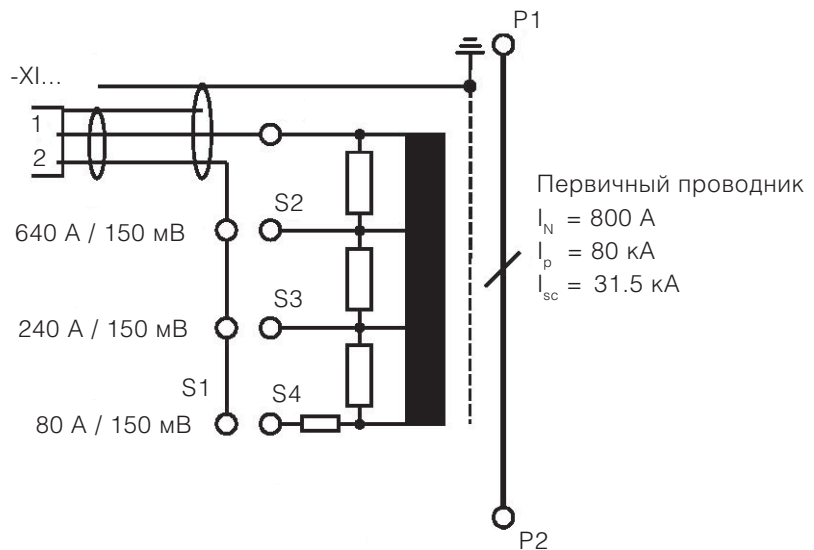
Рис. 7.8.3.1. Датчики с кольцевыми сердечниками



Рис. 7.8.3.2. Схема датчика с кольцевым сердечником

80 А / 240 А / 640 А / 150 мВ  
Класс 1

Рабочая область:  
S1-S2: 320...1280 А  
S1-S3: 120... 480 А  
S1-S4: 40... 160 А



## 7.8.4 Размеры сердечников трансформаторов тока

Размеры сердечников трансформаторов тока определяются в соответствии с заказом, принимая во внимание следующие факторы:

- Применение (защита, измерение или учет энергопотребления)
- Первичные и вторичные переменные (номинальный, короткого замыкания и вторичный токи)
- Характеристики точности и преобразования
- Мощность трансформатора

Таблица 7.8.4.1: Технические характеристики трансформаторов тока опорного типа (Устройство А)

Номинальное напряжение		кВ	24	36
Максимальное рабочее напряжение		кВ	24	40,5
Номинальное выдерживаемое испытательное напряжение промышленной частоты	$U_d$	кВ	50	70 (85)
Номинальное выдерживаемое напряжение полного грозового импульса	$U_p$	кВ	125	170 (185)
Номинальная частота	$f_r$	Гц	50 <sup>1)</sup>	
Номинальный ток термической стойкости	$I_{therm}$		100/250 x $I_r$ , макс. 31.5 кА / 3 с	
Номинальный ток электродинамической стойкости	$I_p$	кА	80	

Таблица 7.8.4.3: Характеристики сердечника (Устройство А)

Ширина ячейки		мм	600	800	
Номинальный первичный ток		А	...1250	...1250	...2500
Номинальный вторичный ток		А	1 или 5		
Максимальное количество сердечников			3	5	5
Измерительные сердечники	Мощность <sup>2)</sup>	ВА	2.5 до 15		
			0.2 / 0.5 / 1		
Сердечники для защит	Мощность <sup>2)</sup>	ВА	2.5 до 30		
	Класс <sup>2)</sup>		5P до 10P		
	Коэффициент перегрузки <sup>2)</sup>		10 до 20		

<sup>1)</sup> 60 Гц по заказу

<sup>2)</sup> В зависимости от номинального первичного ток

## 7.8.5 Трансформаторы напряжения

Трансформаторы напряжения (рис. 7.8.5.1) всегда располагаются вне газовых отсеков. Они являются трансформаторами штекерного типа (типоразмер штекера 2 в соответствии с DIN 47537 и EN 50181). Изолирующие системы в газовых отсеках (рис. 7.8.5.2) подключены последовательно с разъемами. Таким образом, трансформаторы напряжения могут быть изолированы для испытательных целей с заземлением и отсутствует не-

обходимость в их демонтаже для испытания. Изолирующая система разъемов трансформаторов напряжения в системах измерения для сборных шин также предусматривает функцию заземления для изолированных трансформаторов.

Ширина ячейки, которая требуется для разных номинальных напряжений, и другие технические характеристики приведены в таблицах 7.8.5.1 и 7.8.5.2.

Рис. 7.8.5.1. Трансформатор напряжения на ячейке кабельного подключения

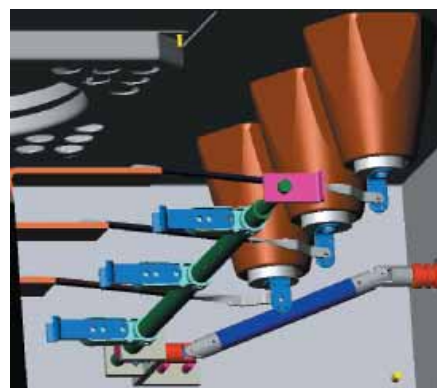


Рис. 7.8.5.2. Разъемы для трансформатора напряжения с последовательными изолирующими системами

Таблица 7.8.5.1: Технические характеристики трансформаторов напряжения

Номинальное напряжение	Ширина ячейки	Максимальная мощность	Класс	Номинальное вторичное напряжение измерительной обмотке	Номинальное вторичное напряжение обмотки напряжения нулевой последовательности	Номинальный ток термической стойкости в обмотке измерения с номинальным коэффициентом напряжения 1,2 / постоянно	Номинальный длительный ток термической стойкости обмотки напряжения нулевой последовательности с номинальным коэффициентом напряжения 1,9 / 8 ч
[кВ]	[мм]	[ВА]		[В]	[В]	[А]	[А]
до 24 кВ	600	15	0.2	100 / $\sqrt{3}$ 110 / $\sqrt{3}$	100 / 3 110 / 3	4	4
		45	0.5				
		100	1				
	800	30	0.2	100 / $\sqrt{3}$ 110 / $\sqrt{3}$	100 / 3 110 / 3	6	6
		75	0.5				
		150	1				
> 24 до 36 кВ	800	30	0.2	100 / $\sqrt{3}$ 110 / $\sqrt{3}$	100 / 3 110 / 3	6	6
		75	0.5				
		150	1				

Таблица 7.8.5.2: Номинальное выдерживаемое напряжение промышленной частоты

Номинальное напряжение	Номинальное выдерживаемое напряжение промышленной частоты (1 мин.)
[кВ]	[кВ]
< 6	5 x U <sub>n</sub>
6 до 12	28
> 12 до 17.5	38
> 17.5 до 24	50
> 24 до 36	70

## 7.9 Терминалы защиты и управления

Компания ABB предлагает соответствующие решения для защиты и автоматизации для всех сфер применения. В таблице 7.9.1 ниже приведен обзор наиболее важных устройств защиты с указанием сфер их применения. Более подробная информация приведена в Интернете (<http://www.abb.de/mediumvoltage>). Также Вы можете обратиться за консультацией к уполномоченным представителям ABB.

Таблица 7.9.1.

	Обозначение устройства	Вводная ячейка	Фидер	Измерительная ячейка	Управление подсобным и измерение	Защита батареи конденсаторов	Защита двигателя	Защита генератора	Защита трансформатора	Регулирование напряжения	Резервная защита	Автоматизация фидера	Кабельная дифференциальная защита	
Основной ряд	SPAM 150 C						•							
	SPAJ 140 C	•	•								•			
	SPAJ 160 C					•								
	SPAU 140 C	•	•											
	SPAF 140 C						•	•						
	REC 501											•		
Средний ряд	REU 610	•	•											
	REM 610						•							
	REF 610	•	•								•			
	SPAU 341 C									•				
	SPAD 346 C						•	•	•					
	REX 521B01	•	•											
	REX 521B02	•	•											
	REX 521M01	•	•											
	REX 521M02	•	•											
	REX 521H01	•	•											
	REX 521H02	•	•											
	REX 521H03	•	•											
	REX 521H04	•	•											
	REX 521H05	•	•						•					
	REX 521H06			•										
	REX 521H07						•							
	REX 521H08	•	•											
	REX 521H09	•	•											
	REX 521H50	•	•											
	REX 521H51						•							
REF 615	•	•								•				
RED 615												•		
RET 615								•						
REM 615						•								
Расширенный ряд	REM 543	Двигатель					•							
		Генератор					•							
	REM 545	Двигатель					•							
		Генератор					•	•						
	RET 541	Control								•				
	RET 543	Basic							•	•				
	RET 545	Multi							•	•				
	REF 541	Control				•								
	REF 543	Basic	•	•	•	•	•				•			
	REF 545	Multi	•	•	•	•	•				•			
	REC 523											•		
	REF	542plus	Basic low	•	•	•	•							
			Basic	•	•	•	•							
			Multi low	•	•	•	•							
		Multi	•	•	•	•	•							
		Differential Distance	•	•	•	•	•		•	•	•			
REF 630		•	•	•	•			•						
RET 630								•						
REM 630						•								

## 7.10 Волноводная технология

Волновод является новой опциональной коммуникационной средой для распределительных устройств среднего напряжения, которая поддерживает международный стандарт связи IEC 61850. Пустотелая секция проводника используется в качестве передающей среды вместо медного или оптоволоконного кабеля. Алюминиевая трубка прямоугольного сечения вставляется во все низковольтные отсеки ячейек среднего напряжения, формируя непрерывный волновод вдоль системы распределительного устройства. Электрическое подключение устройств защиты и управления к пустотелому проводнику осуществляется посредством волноводной точки доступа WGA631. Она преобразует выходные сигналы устройств защиты и управления в радиосигналы, которые затем передаются в соответствующую часть волновода посредством коаксиального кабеля и зонда. Волноводная точка доступа обеспечивает интерфейс для подключения до трех устройств защиты или управления.

Точка доступа WGA631 может быть размещена непосредственно среди проводных соединений или прямо подсоединяться к устройству защиты в низковольтном отсеке. В силу своей конструкции волноводная коммуникация невосприимчива к электромагнитным помехам. Так как радиосигнал передается исключительно в пределах волновода, система передачи сигнала является замкнутой. Сигнал не может восприниматься другими системами и другие системы не влияют на него. Ослабление в волноводе очень мало и составляет около 2 дБ на километр.

Для тестирования системы связи на заводе-изготовителе ячейки устанавливаются в ряд, чтобы образовать длинную волноводную связь вдоль распределительного устройства. В отличие от медных или оптоволоконных соединений, во время транспортировки на площадку коммуникационные линии не требуют рассоединения. Связь устанавливается автоматически на площадке при установке ячейек.

Рис. 7.10.1. Волноводная технология в качестве коммуникационной среды для распределительных устройств среднего напряжения

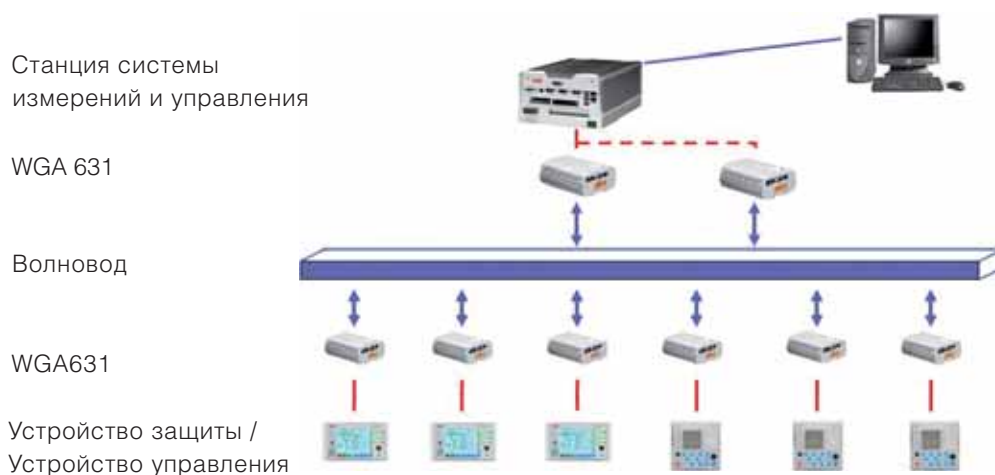
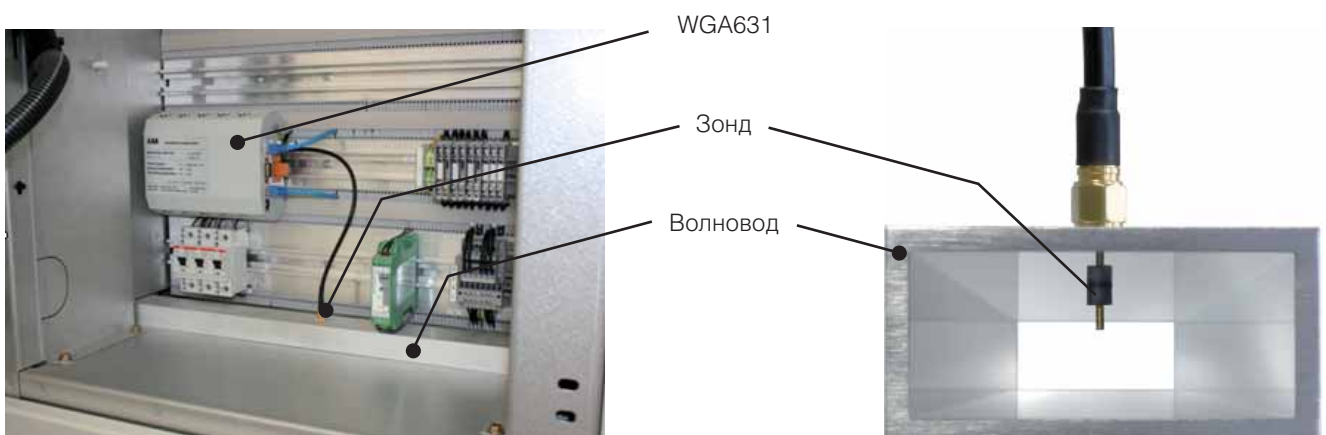


Рис. 7.10.2: WGA631 в низковольтном отсеке ячейки



## 7.11 Гексафторид серы – элегаз

Гексафторид серы (химическая формула  $SF_6$ ) представляет собой нетоксичный, невоспламеняющийся, химически инертный газ с высокой диэлектрической прочностью.

Его уникальные электрические и тепловые свойства сделали возможным создание новых, более совершенных распределительных устройств. Переход от обычной изоляции к невоспламеняющемуся, химически инертному и нетоксичному тяжелому газу  $SF_6$  обеспечил значительную экономию места и материалов и увеличил безопасность электроустановок. Распределительные устройства с применением элегаза оказываются особенно эффективными в условиях ограниченного пространства и необходимости в компактных устройствах. Ввиду их невосприимчивости к загрязнению воздуха, замкнутые системы с элегазом также применяются в химической промышленности, в пустынях и прибрежных зонах.

Элегаз применяется в распределительных устройствах высокого напряжения начиная с 1960 года.

## 7.12 Газовые системы в ячейках

Элегаз применяется в качестве изолирующей среды.

Газовые отсеки проектируются как герметически закрытые системы под давлением, заполненные элегазом, тем самым обеспечивая постоянные условия окружающей среды для всего высоковольтного пространства ячейки. Необходимость дозаправлять изолирующий газ отсутствует в течение всего срока службы системы. Также при нормальных условиях эксплуатации нет необходимости контролировать состояние изолирующего газа. Техническое обслуживание изолирующего газа не требуется.

Рис. 7.12.1. Газонаполнительный разъем (1) и датчик плотности (2)



Отсек выключателя и отсек сборных шин во всех ячейках являются отдельными газовыми отсеками с собственными газонаполнительными разъемами (рис. 7.12.1). Газовые отсеки отдельных ячеек в ряду не имеют соединений друг с другом (исключение: ячейки двойного фидера).

Рабочее давление в отдельных газовых отсеках контролируется отдельными датчиками плотности (датчики давления с температурной компенсацией, рис. 7.12.1). Любое снижение давления в газовом отсеке ниже уровня сигнализации (120 кПа) отображается сигнальной лампой блока защиты и управления. Допускается временная работа ячейки при атмосферном давлении (выше 100 кПа), если содержание газа не меньше 95% (исключение: для номинального напряжения более 36 кВ требуется давление 120 кПа, для двойного фидера и номинального напряжения более 17,5 кВ ячейки требуется давление 110 кПа).

В качестве опции, тепловое воздействие внутренней дуги может быть ограничено функцией защиты по величине  $I_{th}$ . Для этого сигнал от дополнительного переключающего контакта для всех датчиков плотности газа (порог 190 кПа) логически связывается с токовой защитой и используется для срабатывания определенных выключателей. Логическая операция выполняется комбинированным блоком защиты и управления RE\_, снижая время отключения до величины около 100 мс.

### Испытания газовой системы на утечку в процессе изготовления

Утечка в газовых отсеках определяется при общем испытании на утечку. Ячейка помещается в герметически закрытую испытательную камеру. Ячейка и испытательная камера вакуумируются. Газовые отсеки ячейки заполняются гелием. При этих условиях скорость утечки определяется измерением количества гелия в испытательной камере. После измерения гелий откачивается и одновременно газовые отсеки этой ячейки вакуумируются и заполняются элегазом при номинальном давлении для изоляции (130 кПа при температуре 20°C). Это значит, что системы заполняются  $SF_6$  только после успешного прохождения испытания.

## 7.13 Системы разгрузки давления

В маловероятном случае возникновения внутреннего дугового замыкания в газовом отсеке открывается соответствующий разгрузочный диск.

Система снабжается устройствами для разгрузки давления в каждой ячейке или для разгрузки давления в помещении распределительного устройства, или вверх через каналы разгрузки давления и абсорбер. Применение каналов для разгрузки давления требует наличия металлической оболочки отсека кабельных подключений.

### Разгрузка давления для отдельных ячеек (рис. 7.13.1)

Давление из отсека сборных шин выпускается через нижний канал разгрузки давления, обычно через ячейки секционного выключателя, секционного разъединителя или измерительные ячейки. В этих ячейках клапан разгрузки газа расположен сзади.

Давление из отсека выключателя разгружается с тыльной стороны ячеек через дефлекторы плазмы.

Рис. 7.13.1. Разгрузка давления для отдельных ячеек

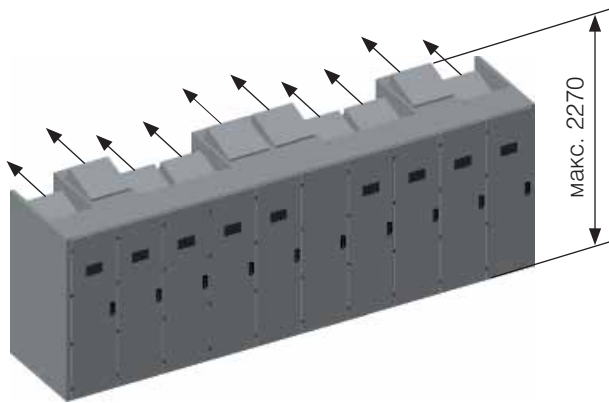
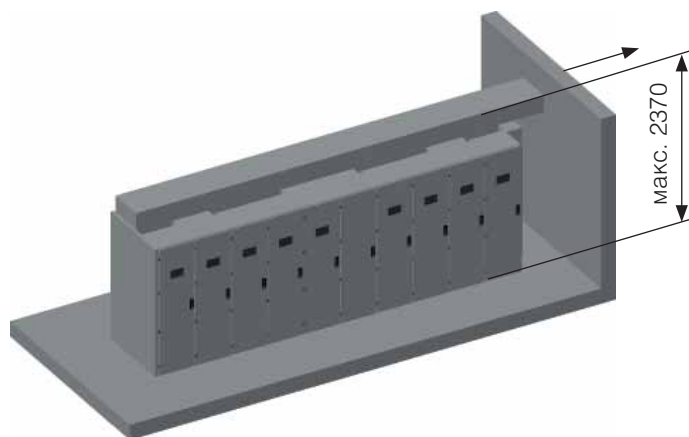


Рис. 7.13.2. Канал разгрузки давления (выпуск наружу)



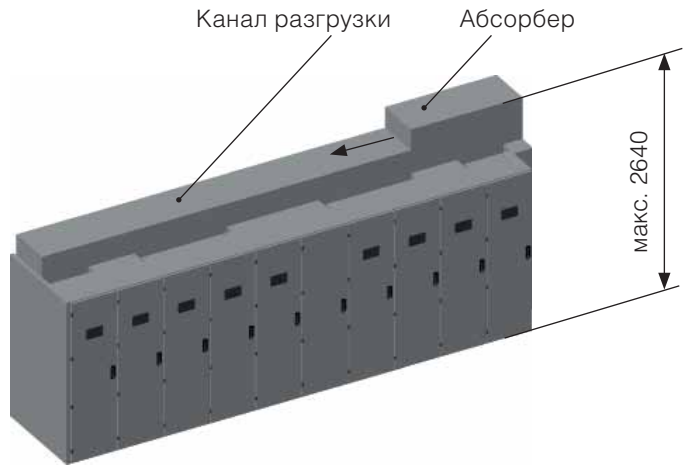
### Разгрузка давления через каналы разгрузки и абсорберы в помещение распределительного устройства (рис. 7.13.2)

В качестве опции, давление из закрытого отсека кабельных подключений может разгружаться в нижний канал разгрузки давления через верхний канал разгрузки давления, конструктивно устроенный как широкая торцевая крышка на торце блока распределительного устройства. Верхний и нижний каналы соединены в канале абсорбера в торцевой части распределительного устройства. Волна давления охлаждается и выпускается в помещение распределительного устройства через абсорберы плазмы.

### Разгрузка давления наружу через каналы разгрузки и абсорберы (рис. 7.13.3)

Принцип разгрузки давления аналогичен разгрузке давления через абсорберы. Давление разгружается в открытое воздушное пространство через изготовливаемое под заказ удлинение выпускного канала, который ведет к отверстию во внешней стене помещения распределительного устройства.

Рис. 7.13.3. Канал разгрузки давления (разгрузка в помещении)





## 7.14 Обработка поверхности

Газоплотная оболочка ячеек изготовлена из листов нержавеющей стали. Отсеки подключения кабелей, низковольтные отсеки, каналы разгрузки давления и дефлекторы плазмы изготовлены из листов гальванизированной углеродистой стали, потому эти поверхности не нуждаются в обработке.

Торцевые крышки на торцах распределительной системы и двери низковольтных отсеков покрыты методом горячего порошкового эмалирования и выполняются в цвете RAL 7035 (светло-серый).

По заказу доступен выбор других цветов для покраски.

## 8 Типы ячеек

- Предлагаются следующие ячейки следующих типов:
- Ячейки вводных и отходящих фидеров
- Ячейки кабельных подключений
- Ячейки для подключения полностью изолированных шин
- Ячейки секционного выключателя
- Ячейки секционного разъединителя
- Измерительные ячейки
- Проходные ячейки (Ячейки типа «Кабельный ввод — Кабельный вывод»)
- Ячейки для применения в ветростанциях
- Заказные варианты ячеек

## 8.1 Фидерные ячейки

### 8.1.1 Вводные и отходящие фидерные ячейки

Рис. 8.1.1.1. Линейная ячейка, 1250 А, с трансформаторами тока с кольцевыми сердечниками

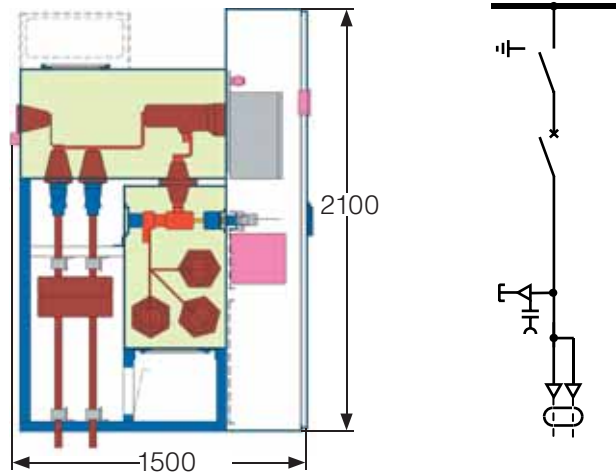


Рис. 8.1.1.2. Линейная ячейка, 800 А, с трансформаторами тока с кольцевыми сердечниками или датчиками

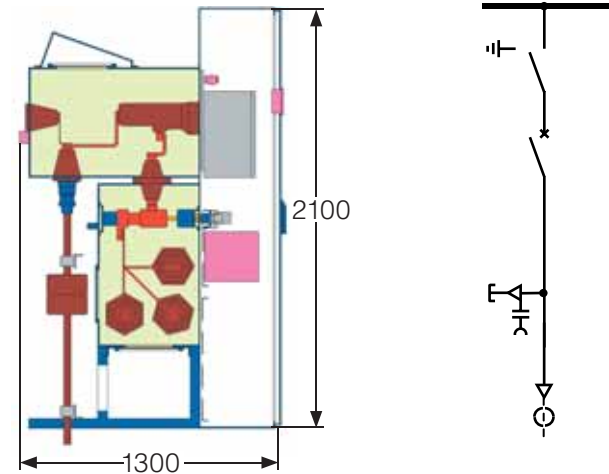


Рис. 8.1.1.3. Вводная ячейка, 2000 А

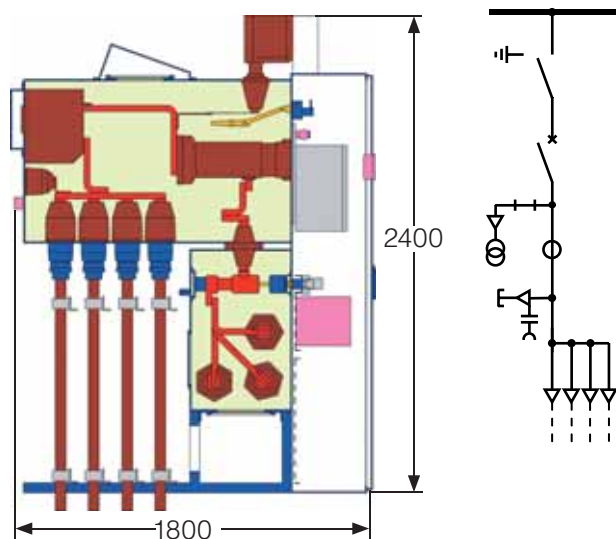


Рис. 8.1.1.4. Вводная ячейка, 1250 А

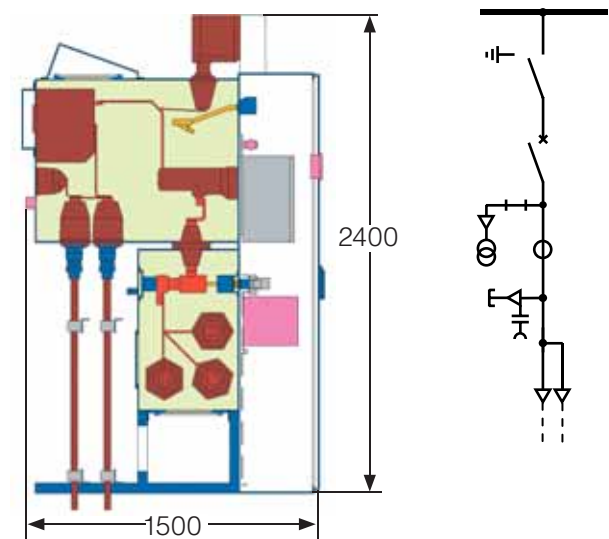


Рис. 8.1.1.5. Вводная ячейка, 2500 А, с вентиляторным охлаждением

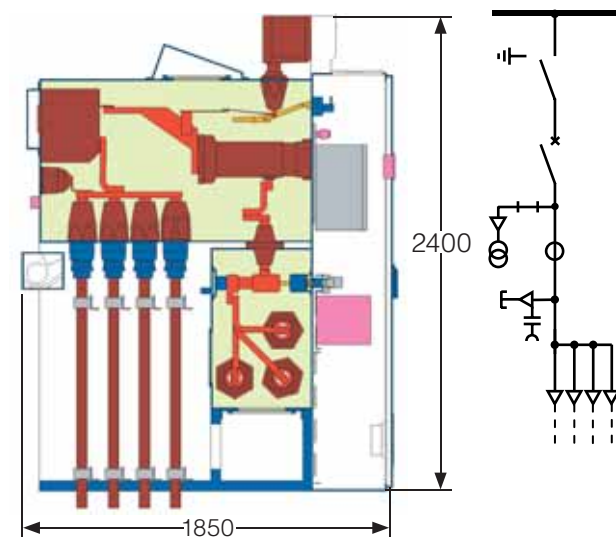
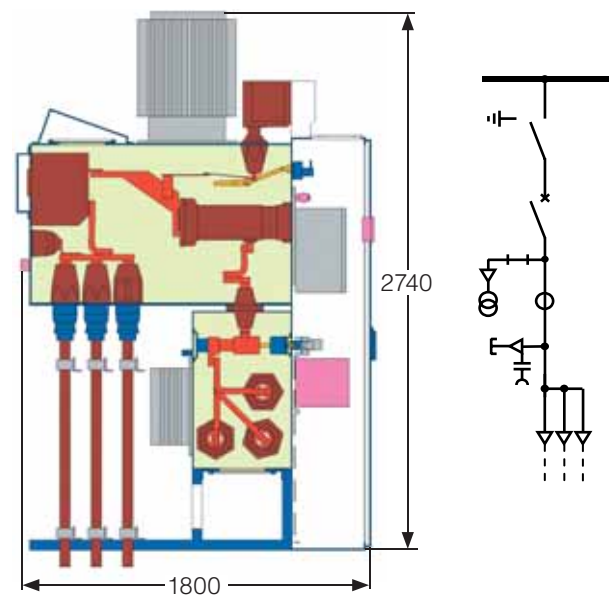


Рис. 8.1.1.5. Вводная ячейка, 2500 А, с радиаторным охлаждением



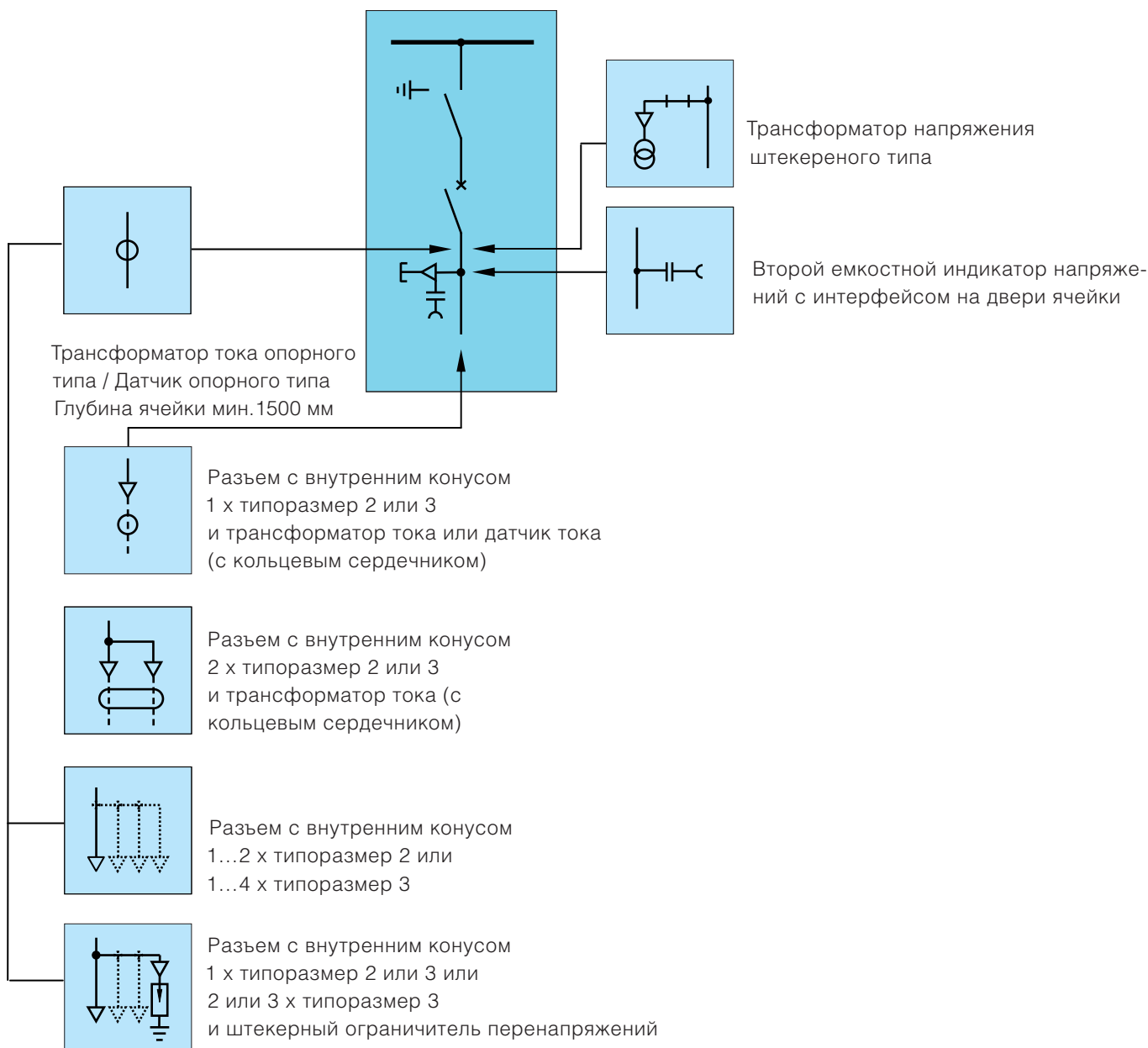


Таблица 8.1.1.1: Варианты для вводных и линейных ячеек

Ширина ячейки 600 мм:	$U_r$ :	...24 кВ (с трансформатором напряжения) > 24 кВ (без трансформатора напряжения)	
	$I_r$ :	...1250 А	
	$I_p$ :	...31,5 кА	
Ширина ячейки 800 мм:	$U_r$ :	...36 кВ (с трансформатором напряжения)	
	$I_r$ :	...2500 А	
	$I_p$ :	...31,5 кА	
Глубина ячейки 1300 мм:	$I_r$ :	... 800 А	1 разъем на фазу
Глубина ячейки 1500 мм:	$I_r$ :	...1250 А	2 разъема на фазу
Глубина ячейки 1850 мм:	$I_r$ :	...2500 А	4 разъема на фазу, принудительная вентиляция (вентилятор)
Глубина ячейки 1800 мм:	$I_r$ :	...2500 А	3 разъема на фазу, пассивное охлаждение (радиатор)

## 8.1.2 Ячейки кабельного подключения

Рис. 8.1.2.1. Ячейки кабельного подключения 1250 А

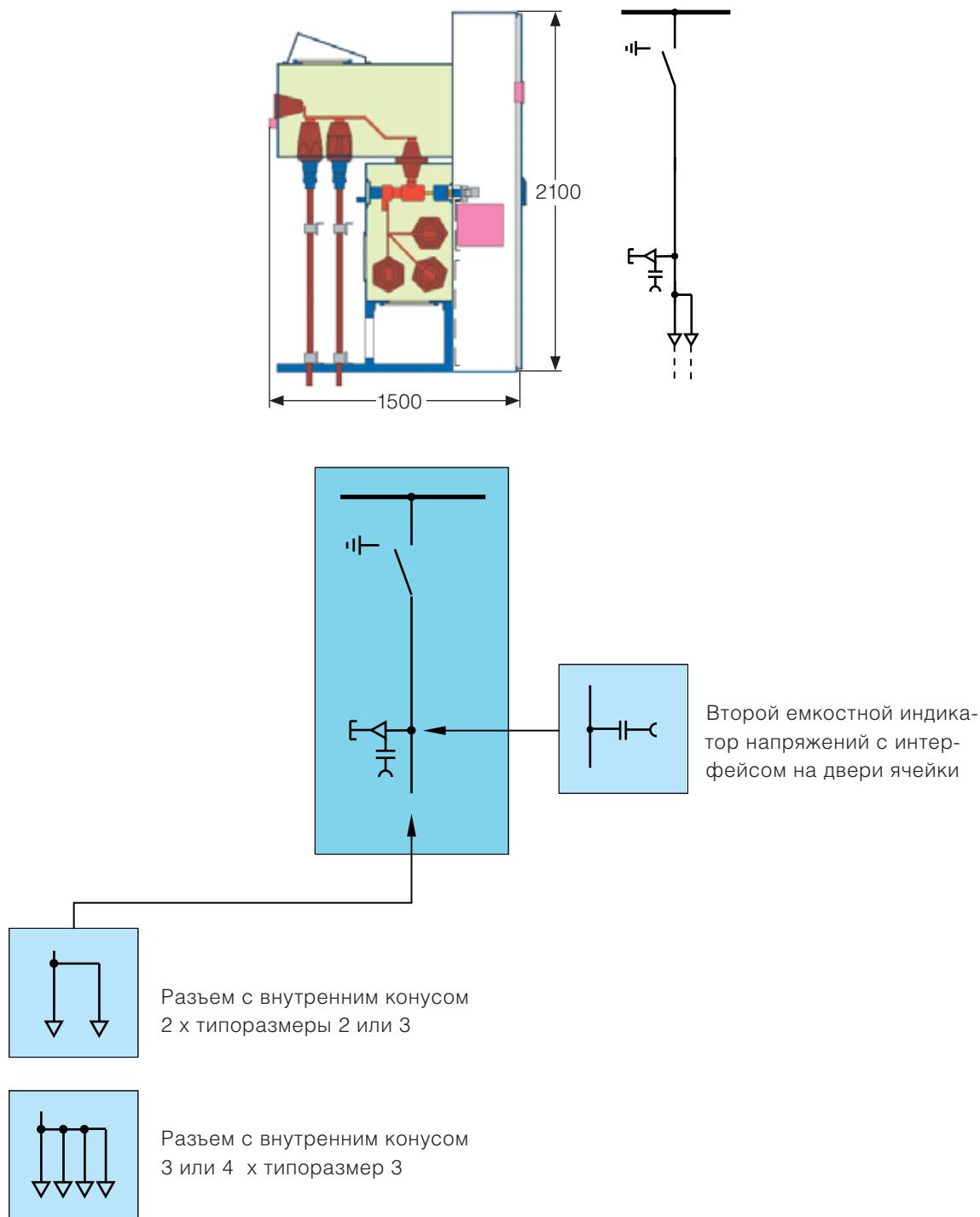


Таблица 8.1.2.1: Варианты ячеек кабельного подключения

Ширина ячейки 600 мм:	$U_r$ :	...36 кВ	
	$I_r$ :	...1250 А	
	$I_p$ :	...31.5 кА	
Ширина ячейки 800 мм:	$U_r$ :	...36 кВ	
	$I_r$ :	...2000 А	
	$I_p$ :	...31.5 кА	
Глубина ячейки 1500 мм:	$I_r$ :	...1250 А	2 разъема на фазу
Глубина ячейки 1800 мм:	$I_r$ :	...2000 А	3 и 4 разъема на фазу
Глубина ячейки 1850 мм:	$I_r$ :	...2500 А	4 разъема на фазу, принудительная вентиляция (вентилятор)
Глубина ячейки 1800 мм:	$I_r$ :	...2500 А	3 разъема на фазу, пассивное охлаждение (радиатор)

## 8.1.3 Ячейки для подключения полностью изолированных шин

В зависимости от варианта ячейки, полностью изолированные шины могут подключаться к ячейке сверху или снизу.

Рис. 8.1.3.1. Ячейки для подключения полностью изолированных шин, 2000 А, подключение шины сверху

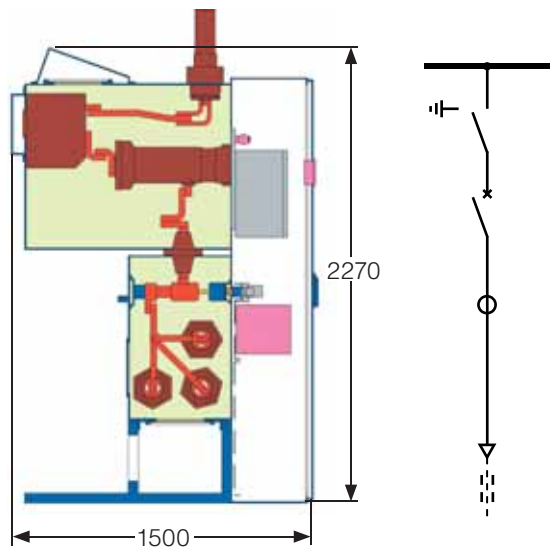
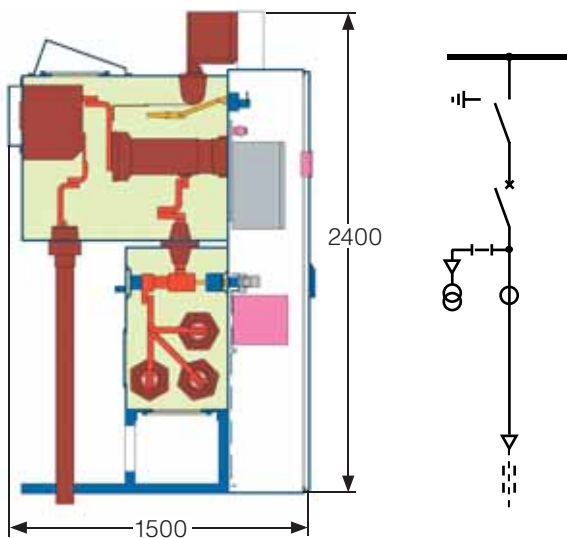


Рис. 8.1.3.2. Ячейки для подключения полностью изолированных шин, 2000 А, с трансформатором напряжения на линии, подключение шины снизу



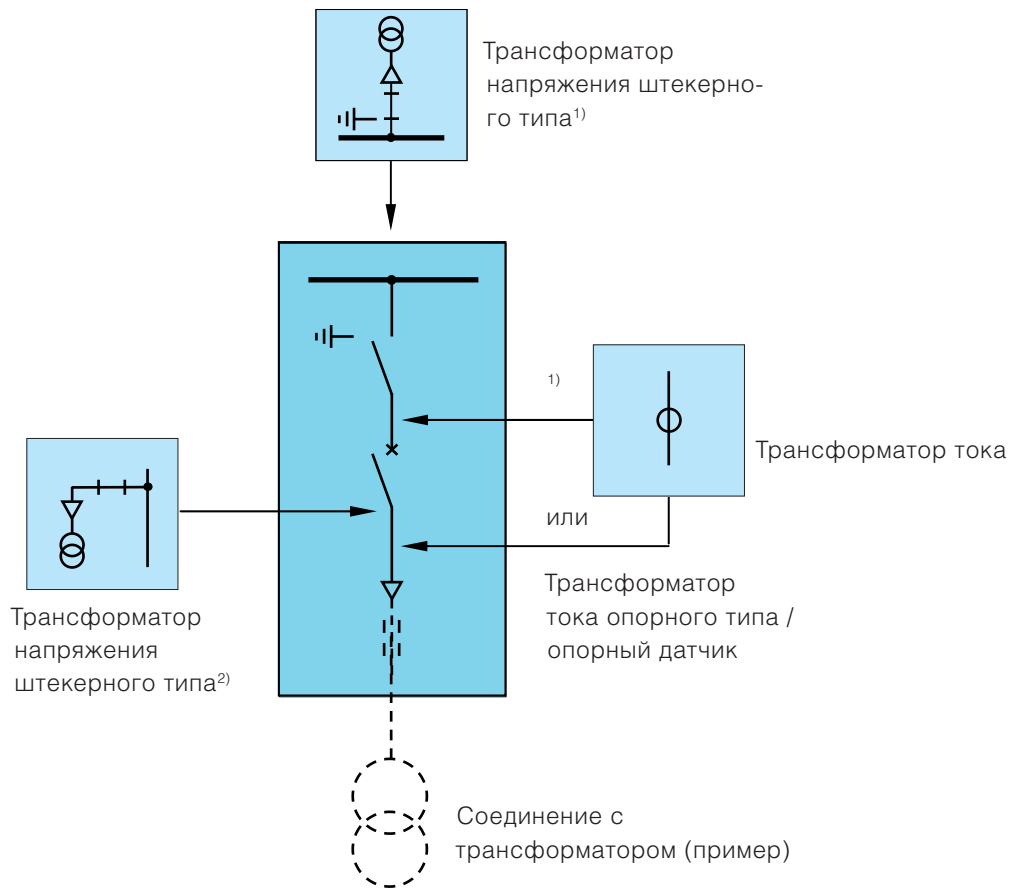


Таблица 8.1.3.1: Варианты ячеек для подключения полностью изолированных шин

Ширина ячейки 600 мм:	$U_r$ :	...24 кВ (с трансформатором тока) > 24 кВ (без трансформатора тока)
	$I_r$ :	...1250 А
	$I_p$ :	...31.5 кА
Ширина ячейки 800 мм:	$U_r$ :	...36 кВ
	$I_r$ :	...2500 А
	$I_p$ :	...31.5 кА
Глубина ячейки 1500 мм:	$I_r$ :	...2000 А
Глубина ячейки 1560 мм:	$I_r$ :	...2500 А, принудительная вентиляция (вентилятор)
Глубина ячейки 1750 мм:	$I_r$ :	...2500 А, пассивное охлаждение (радиатор)

<sup>1)</sup> Для 2500 А – Поставляется вариант с подключением шины сверху

<sup>2)</sup> Для 2000 А – Поставляется вариант с подключением шины снизу

## 8.2 Ячейки секционного выключателя и секционного разъединителя

Ячейки секционного выключателя и секционного разъединителя используются для секционирования шин. Секционирование шин может интегрироваться в распределительное устройство. Соединения сборных шин и секционные соединители являются штекерными и для них применяются шинные разъемы. Секционирование между системными блоками (между напротив стоящими секциями) реализуется с применением кабелей или полностью изолированных гибких шин.

Опционально может устанавливаться трансформатор напряжения на сборных шинах.

### 8.2.1 Секционирование в пределах блока распределительного устройства

Вместе с трехпозиционным разъединителем, ячейка секционного выключателя включает в себя выключатель, а также, при необходимости, трансформатор тока между трехпозиционным разъединителем и выключателем. Секционный разъединитель оснащается трансформатором тока опорного типа или датчиком. Возможны варианты монтажа «секционный выключатель слева — секционный разъединитель справа» и наоборот.

Рис. 8.2.1.1. Ячейка секционного выключателя, 2000 А, с измерением напряжения на сборных шинах

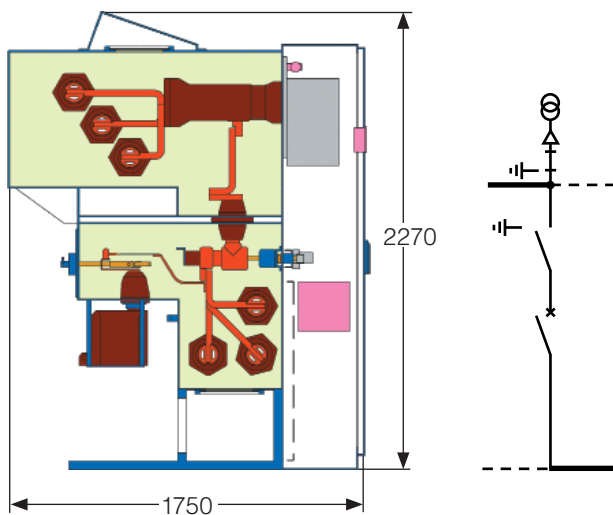
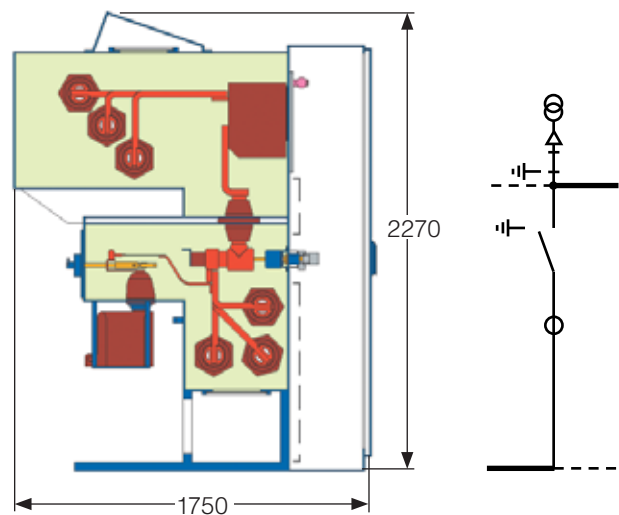


Рис. 8.2.1.2. Ячейка секционного разъединителя, 2000 А, с измерением напряжения на сборных шинах



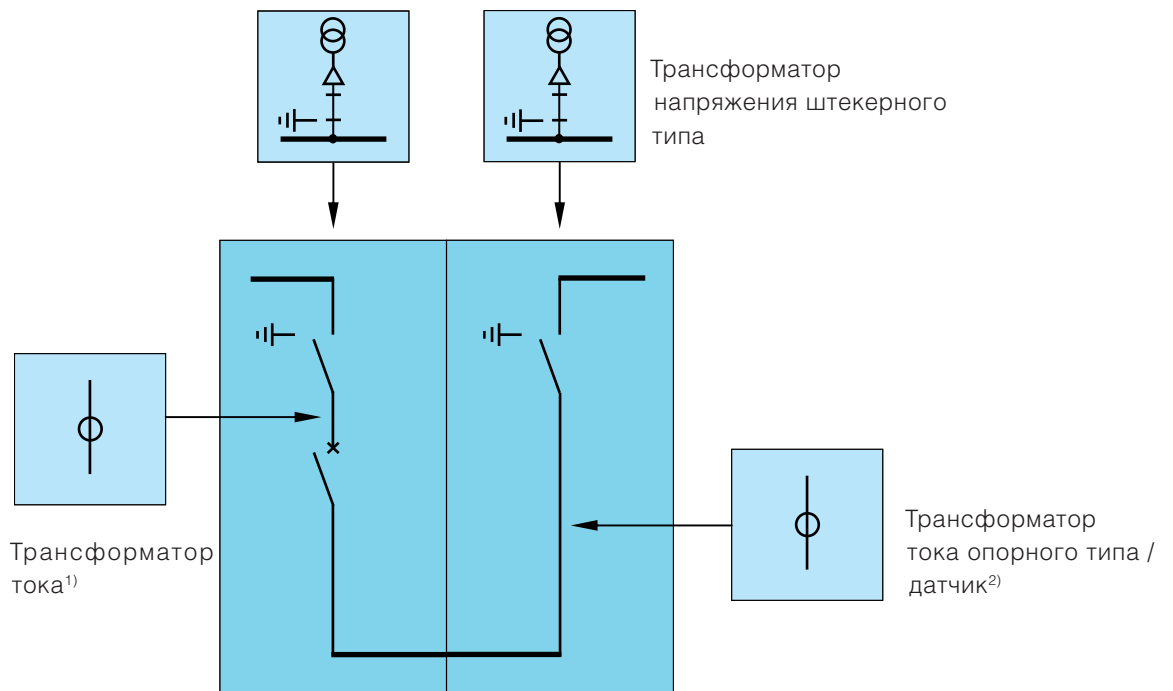


Таблица 8.2.1.1: Варианты ячеек секционного выключателя и секционного разъединителя для установки в блоке распределительного устройства

Ширина ячейки 600 мм:	$U_r$ :	...24 кВ (с трансформатором напряжения) > 24 кВ (без трансформатора напряжения)
	$I_r$ :	...1250 А
	$I_p$ :	...31.5 кА
Ширина ячейки 800 мм:	$U_r$ :	...36 кВ (с трансформатором напряжения)
	$I_r$ :	...2500 А
	$I_p$ :	...31.5 кА
Глубина ячейки 1250 мм:	$I_r$ :	...1250 А (без трансформатора напряжения)
Глубина ячейки 1450 мм:	$I_r$ :	...1250 А (с трансформатором напряжения)
Глубина ячейки 1750 мм:	$I_r$ :	...2500 А

<sup>1)</sup> Предлагаются для модификаций на 2000 А и 2500 А

<sup>2)</sup> Трансформатор тока опорного типа или датчик



## 8.2.2 Секционирование с применением полностью изолированных шин (соединение двух системных блоков)

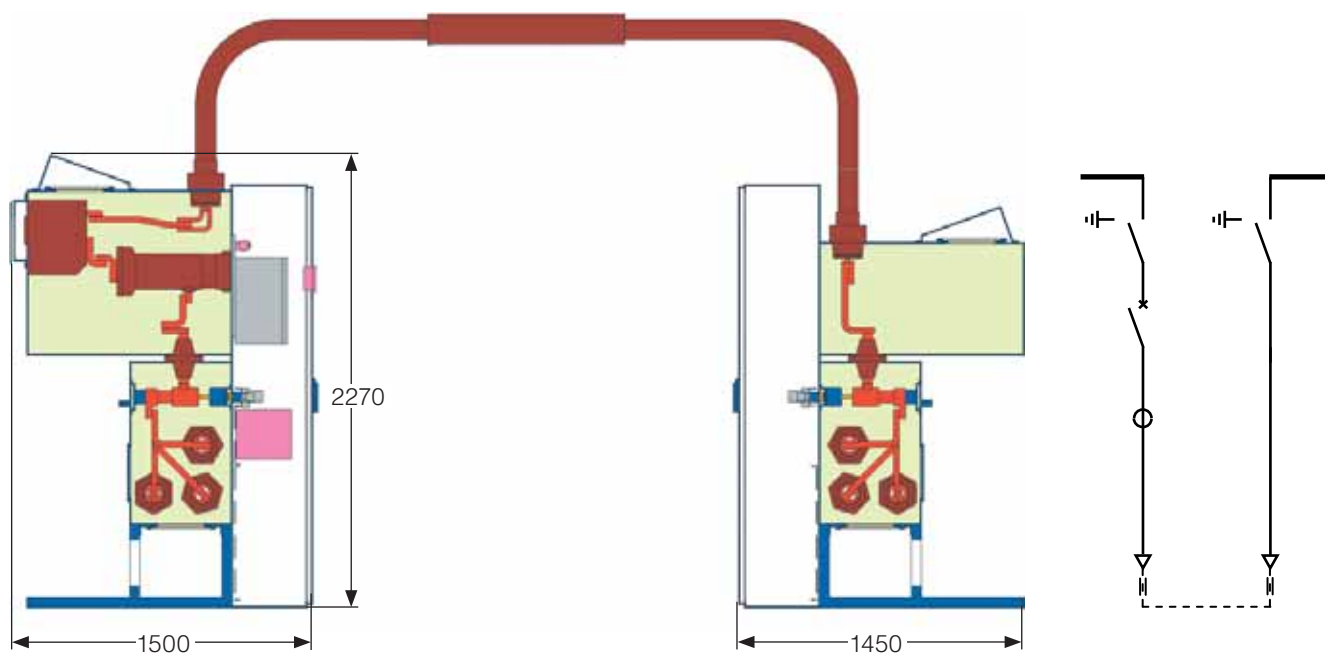
Предлагаются ячейки с шинными соединениями сверху и снизу. Полностью изолированные шины могут подводиться над ячейками или через кабельный канал. Шины прикрепляются крепежом или к потолку помещения распределительного устройства, или к полу кабельного канала.

Когда два блока распределительного устройства установлены один напротив другого в зеркальном порядке и полностью разделены, трехфазная система шин про-

водится параллельно, при этом необходимо изменение чередования фаз на обратное на подключениях ячеек секционирующего выключателя или секционирующего разъединителя.

Для этого при выполнении монтажных работ в отсеке сборных шин между сборными шинами и трехпозиционным разъединителем подключения соединительных шины L1 и L3 меняются местами. При этой операции сохраняется правильное чередование фаз в системе сборных шин в ячейках.

Рис. 8.2.2.1. Секционирование полностью изолированных шин (соединение двух блоков распределительного устройства), 2000 А (Пример: шины размещаются над ячейками).



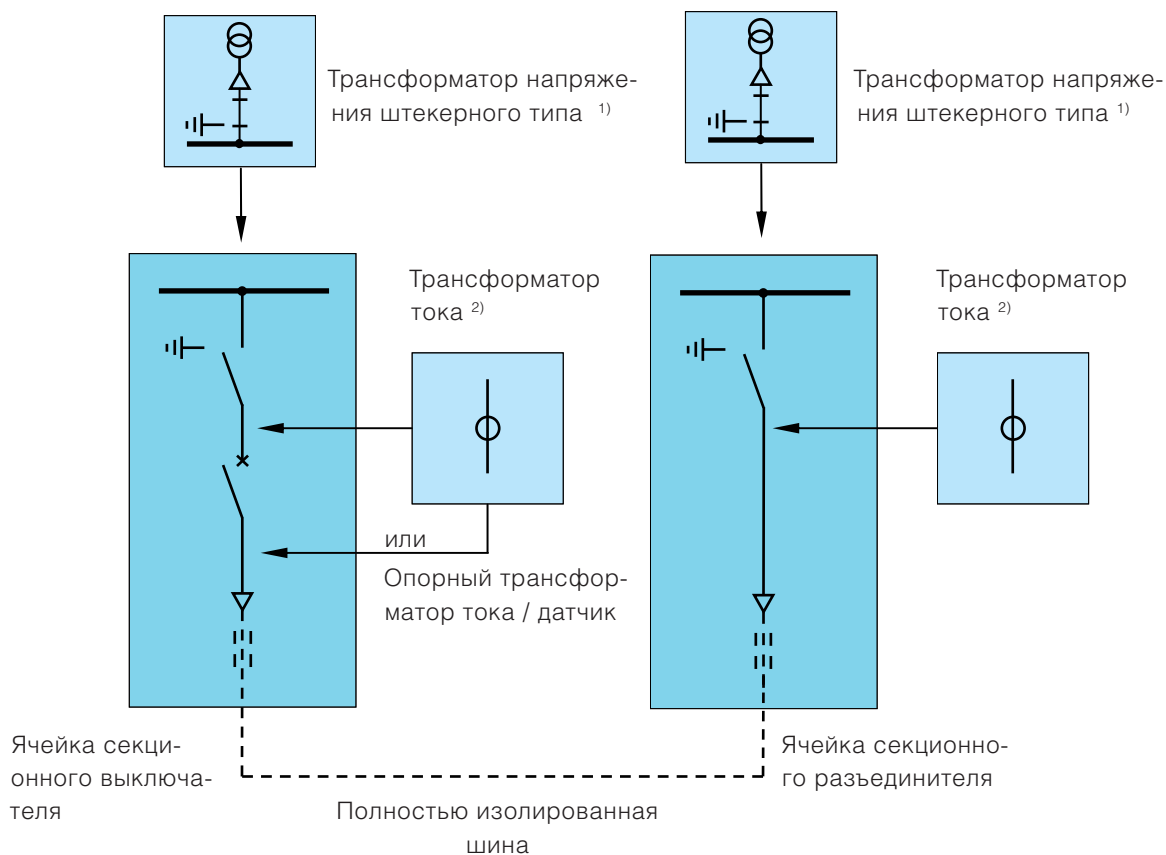


Таблица 8.2.2.1: Варианты секционирования с полностью изолированными шинами (соединение двух блоков системы)

Ширина ячейки 600 мм:	$U_r$ :	...24 кВ (с трансформатором напряжения) > 24 кВ (без трансформатора напряжения)
	$I_r$ :	...1250 А
	$I_p$ :	...31.5 кА
Ширина ячейки 800 мм:	$U_r$ :	...36 кВ
	$I_r$ :	...2500 А (соединение сверху)
	$I_p$ :	...31.5 кА
Глубина ячейки 1250 мм:	$I_r$ :	...1250 А ячейка секционного разъединителя
Глубина ячейки 1500 мм:	$I_r$ :	...1250 А ячейка секционного выключателя
Глубина ячейки 1450 мм:	$I_r$ :	...2000 А ячейка секционного разъединителя
Глубина ячейки 1500 мм:	$I_r$ :	...2000 А ячейка секционного выключателя
Глубина ячейки 1560 мм:	$I_r$ :	...2500 А, принудительная вентиляция (вентилятор)
Глубина ячейки 1750 мм:	$I_r$ :	...2500 А, пассивное охлаждение (радиатор)

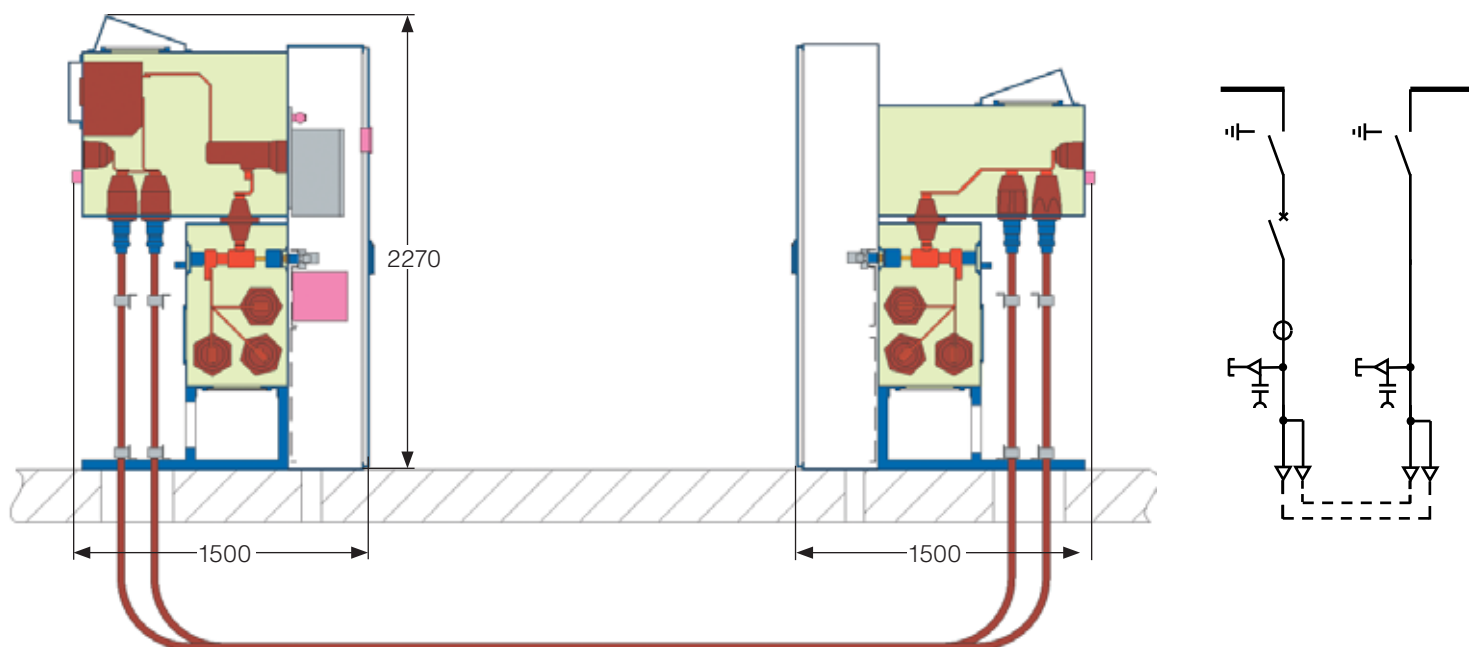
<sup>1)</sup> Предлагаются варианты на 2000 А и 2500 А с подсоединением шин сверху

<sup>2)</sup> Предлагается вариант на 2500 А с подсоединением шин сверху

## 8.2.3 Секционирование с применением кабелей (соединение двух системных блоков)

Варианты приведены в разделах 8.1.1 и 8.1.2

Рис. 8.2.3.1. Секционирование кабелями, 1250 А



## 8.3 Измерительные ячейки

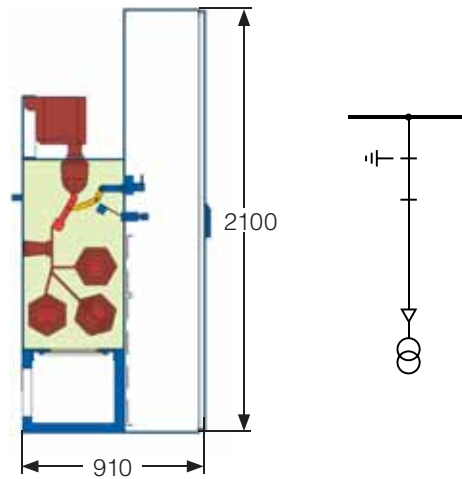


Таблица 8.3.1: Варианты измерительных ячеек

Ширина ячейки 600 мм:	$U_r$ :	...24 кВ
Ширина ячейки 800 мм:	$U_r$ :	...36 кВ
Глубина ячейки 910 мм:	Все варианты	

## 8.4 Линейная ячейка с трансформатором напряжения на сборных шинах

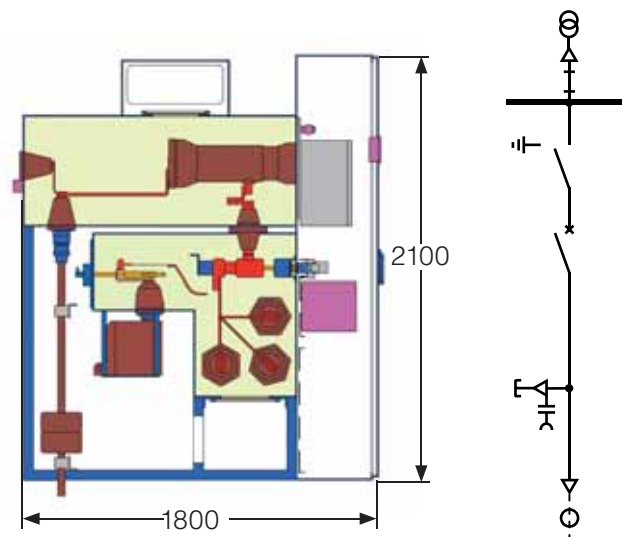


Таблица 8.4.1: Варианты линейных ячеек с трансформатором напряжения на сборных шинах

Ширина ячейки 800 мм:	$U_r$ :	...36 кВ
	$I_r$ :	...800А
	$I_p$ :	...31.5 кА
Глубина ячейки 1800 мм:	1 разъем на фазу типоразмера 2 или 3	

## 8.5 Ячейки двойного фидера

Структура ячейки двойного фидера отличается от стандартной линейной ячейки:

- Ширина (= транспортная ширина) ячейки двойного фидера составляет 800 мм, она состоит из двух фидерных ячеек шириной 400 мм, сгруппированных в одну двойную ячейку.
- Отсек сборных шин для двух фидеров в ячейке двойного фидера является неразделенным газовым отсеком, протяженным по ширине ячейки на 800 мм.
- Два отсека выключателей для ячейки двойного фидера являются двумя независимыми блоками.
- Используется только штекерная система с внутренним конусом типоразмера 2 (1 или 2 х на фазу) согласно EN 50181.
- Используются только трансформаторы тока с кольцевыми сердечниками (для одного или двух кабелей на фазу) или датчики с кольцевым сердечником (для одного кабеля на фазу). Кабельные адаптеры вставляются после того, как кабели будут проведены через соответствующие трансформаторы или датчики.

- Устанавливаются две отдельные дверцы низковольтного отсека (шириной по 400 мм).
- Технические характеристики отличаются от стандартной ячейки (сравните с Разделом 4):

$U_r$ :	...24 кВ
$I_k$ :	...25 кА
$I_r$ (фиде):	...630 А
$I_r$ (сборная шина):	...2500 А

### Классификация по стойкости ко внутреннему дуговому КЗ IEC 62271-200

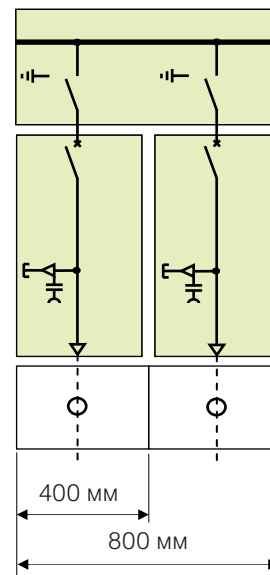
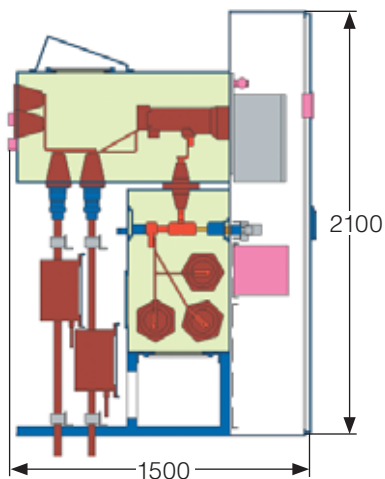
Распределительное устройство с каналом разгрузки давления:

Классификация IAC	AFLR
Внутреннее дуговое КЗ	25 кА 1 с

Распределительное устройство с дефлектором плазмы:

Классификация IAC	AFL
Внутреннее дуговое КЗ	25 кА 1 с

Рис. 8.5.1. Ячейка двойного фидера, вариант с одним кабелем на фазу



■ Заполнение изолирующим газом SF<sub>6</sub>

## 8.6 Заказные конструкции ячеек

В разделах 8.1 – 8.5 описаны стандартные конструкции ячеек. Если при разработке Вашего распределительного устройства Вам нужны ячейки, отличные от приведенных в описании, пожалуйста, обратитесь в офис АВВ в Вашем регионе. Наша группа конструкторов будет рада рассмотреть и осуществить Ваши технические предложения.

Квалификация по стойкости к внутреннему дуговому КЗ в соответствии с IEC 62271-200 для специальных ячеек не всегда может быть осуществима.

Рис. 8.6.1. Пример конструкции ячейки по заказу: ячейка со штекерной системой с внутренним конусом. типоразмер 4, 2 х на фазу (36 кВ, 31,5 кА, 2500 А), ширина ячейки 800 мм.

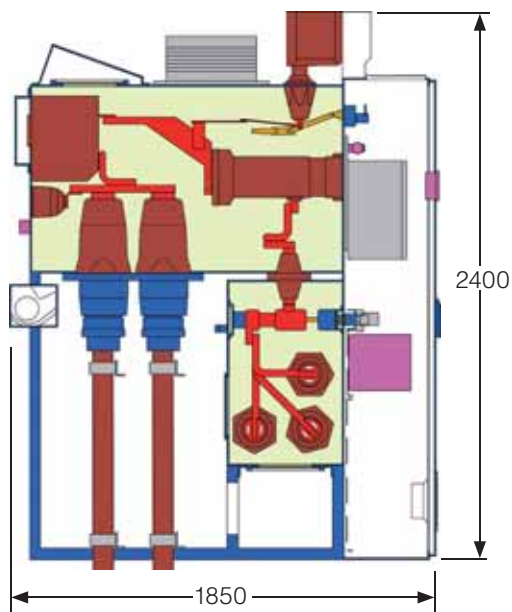


Рис. 8.6.2. Пример конструкции ячейки по заказу: учет электропитания (12 кВ, 16 кА, 630 А)

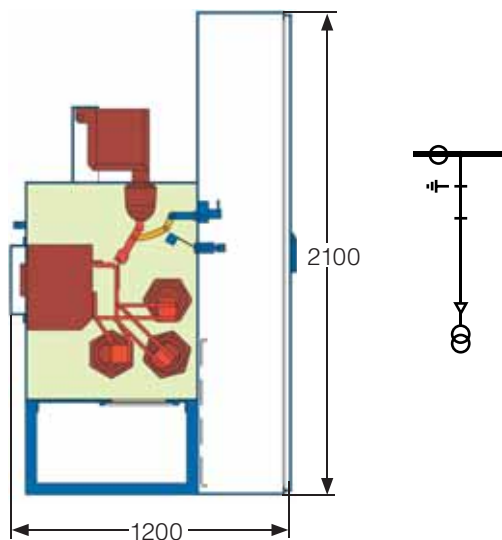
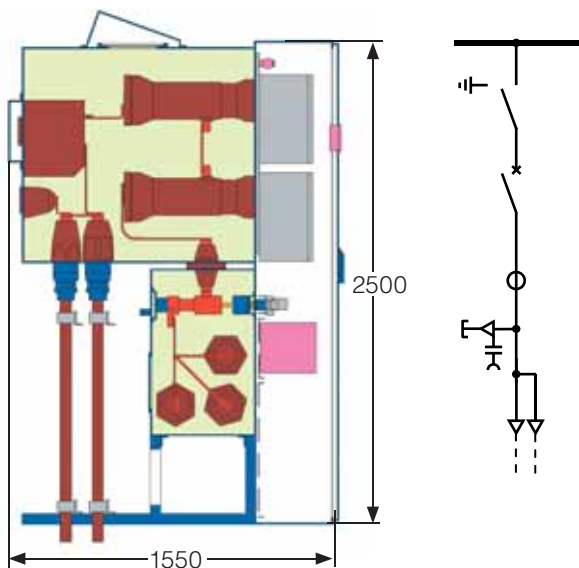
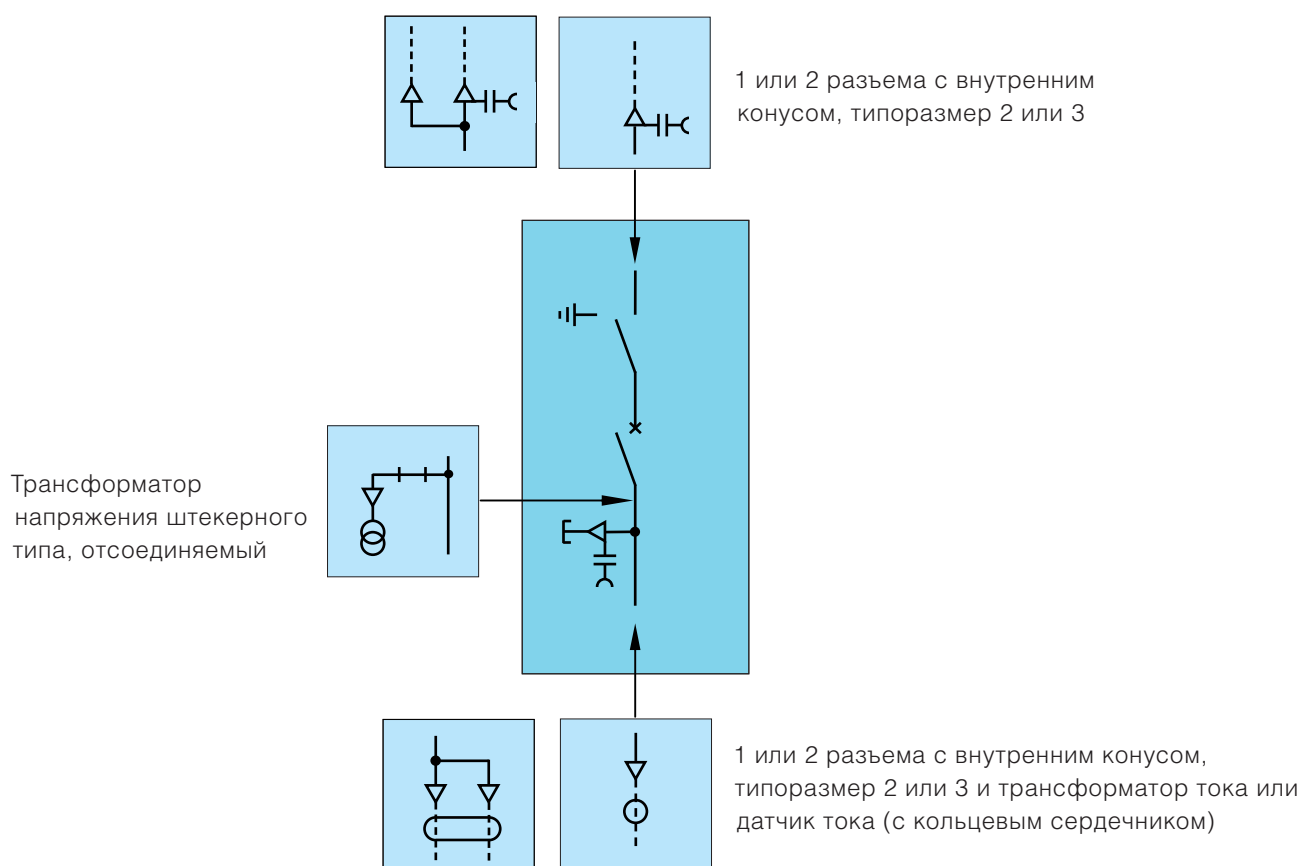
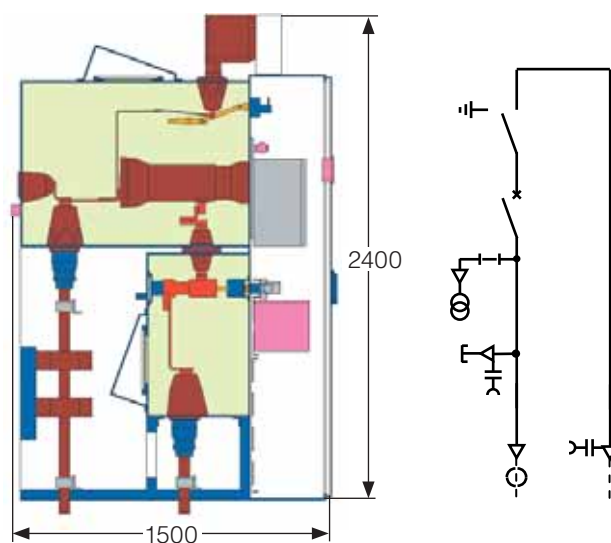


Рис. 8.6.3. Пример конструкции ячейки по заказу: ячейка для коммутации емкостной нагрузки (36 кВ, 31,5 кА, 800 А)



## 8.7 Ячейки кабельного ввода/вывода



Квалификация по стойкости к внутреннему дуговому КЗ в соответствии с IEC 62271-200 для ячеек кабельного ввода/вывода отсутствует.

Таблица 8.7.1: Варианты ячеек кабельного ввода/вывода

Ширина ячейки 800 мм:	$U_r$ :	...36 кВ
	$I_p$ :	...31.5 кА
Глубина ячейки 1500 мм:	$I_r$ :	...800 А (1 разъем на фазу, типоразмер 2 или 3)
Глубина ячейки 1800 мм:	$I_r$ :	...1250 А (2 разъема на фазу, типоразмер 2 или 3)

## 8.8 Ячейки для ветростанций

Главной проблемой при постройке ветростанций является эксплуатационная готовность системы в целом при локальных отказах (например, в подводных кабелях). Применение выключателей вместо выключателей нагрузки очень выгодно, так как выключатели могут выключать токи короткого замыкания несколько раз.

Уместным решением является конфигурирование системы в виде кольцевой сети. Максимальная эксплуатационная готовность достигается установкой трех выключателей на каждый генератор. В случае короткого замыкания на кабеле устройство защиты отключает только поврежденный кабель. Все генераторы продолжают оставаться подключенными к части системы, которая остается в работе.

При меньшем количестве выключателей в случае отказа отключиться может большая часть системы или даже вся кольцевая сеть.

Рис. 8.8.1. Эксплуатационная готовность при локальном отказе с применением трех выключателей на один генератор.

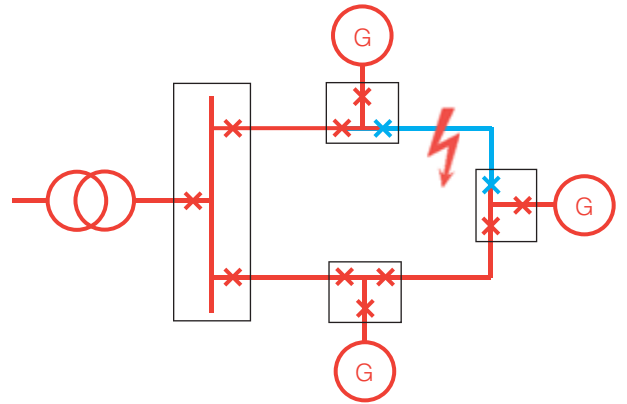


Рис. 8.8.2. Прямое подключение к кольцевой сети

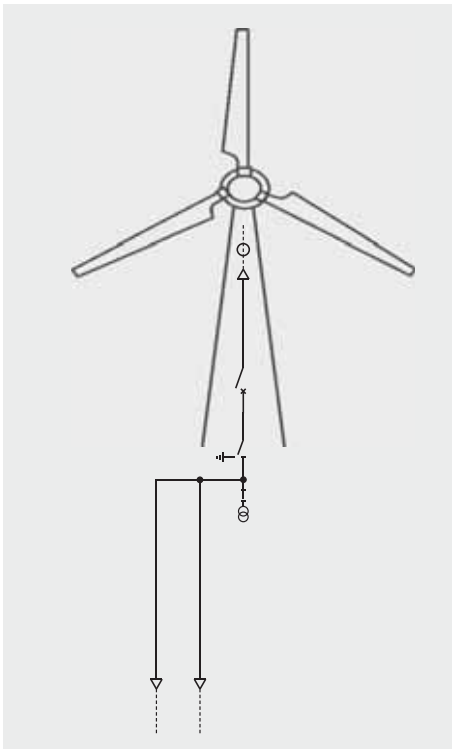


Рис. 8.8.3. Прямое подключение к кольцевой сети через выключатель

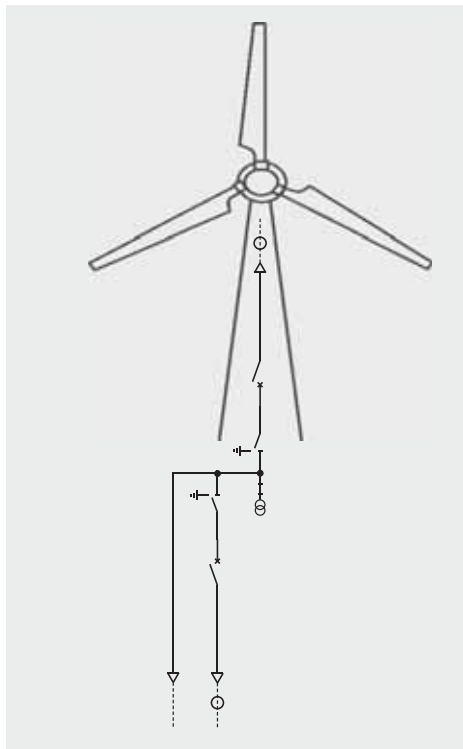
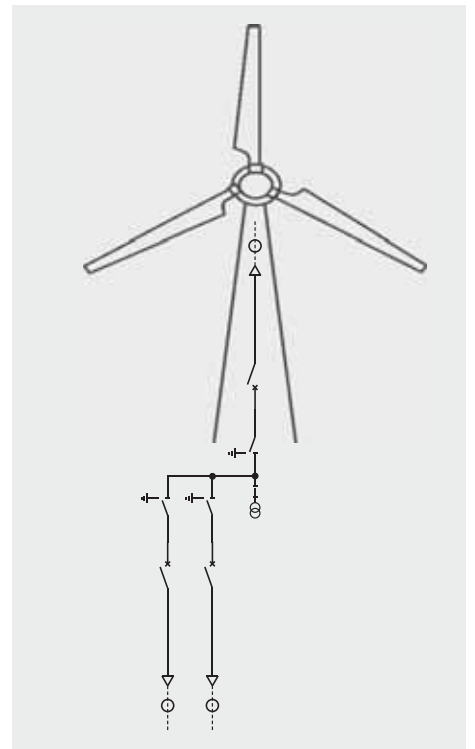


Рис. 8.8.4. Оптимальное подключение к кольцевой сети через два выключателя



### Преимущества применения ячеек ZX1.2

- Подключение подводных кабелей с сечением до 1600 мм<sup>2</sup>
- Герметичное уплотнение с классом защитного исполнения IP65 для высоковольтных секций
- Возможность полного дистанционного управления
- Номинальные токи от 1250 до 2500 А
- Совместимость со всеми системами защиты
- Применимость для подключения к ветровым турбинам с мощностью свыше 5 МВт
- Применимость для установки в разомкнутых и замкнутых кольцевых сетях
- Вакуумные выключатели для надежного и не требующего обслуживания подключения к ветровым турбинам в разомкнутой или замкнутой кольцевой сети



## 8.9 Ячейки с номинальным током более 2000 А

При максимальной температуре окружающего воздуха 40°C, максимальной среднесуточной температуре окружающего воздуха 35°C и номинальной частоте 50 Гц (стандартные рабочие условия) для устройств с номинальным током вплоть до 2000 А дополнительные устройства для охлаждения не требуются.

При стандартных рабочих условиях и номинальных токах больше 2000 А (максимум до 2500 А) предлагается два способа охлаждения:

### Применение дефлектора плазмы

- Пассивное охлаждение с применением одного или большего количества радиаторов
- Принудительное охлаждение вентилятором, при необходимости в комбинации с радиаторами

### Применение канала разгрузки давления

- Применение только принудительного охлаждения вентиляторами, при необходимости в комбинации с радиаторами

Размещение соответствующих вентиляторов и радиаторов показано на следующих рисунках, где:

- A: Вентилятор с радиальным потоком
- B: Малый радиатор на отсеке сборных шин
- C: Большой радиатор на отсеке сборных шин
- D: Верхний радиатор на отсеке выключателя
- E: Короткий радиатор на отсеке выключателя

Методы охлаждения для разных типов ячеек отображены в таблицах 8.9.1 и 8.9.2. Пожалуйста, придерживайтесь требований к минимальному количеству кабелей и к минимальным площадям сечения кабелей.

Рис. 8.9.1. Способы охлаждения для разгрузки давления с дефлектором плазмы (открытый отсек кабельного подключения)

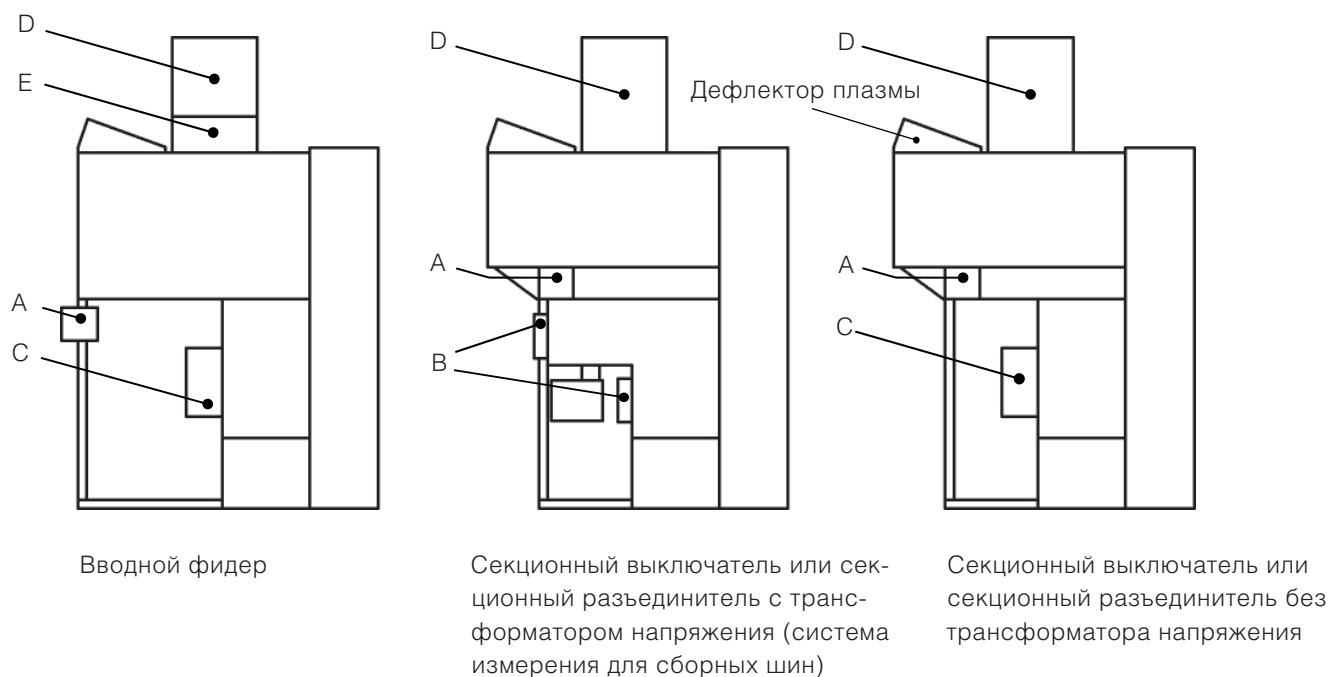


Таблица 8.9.1: Способы охлаждения для разгрузки давления с дефлектором плазмы (IAC: AFL)

Тип охлаждения	Тип ячейки	Метод охлаждения	Необходимое количество кабелей и их площадь сечения
Естественное охлаждение	Вводная ячейка	C + D	3 x 500 мм <sup>2</sup>
	Ячейка кабельного подключения	C	3 x 500 мм <sup>2</sup>
	Ячейка секционного выключателя и секционного разъединителя с измерением напряжения на сборных шинах	B + D	-
	Ячейка секционного выключателя и секционного разъединителя без измерения напряжения на сборных шинах	C + D	-
Принудительное охлаждение	Вводная ячейка	A + E	4 x 300 мм <sup>2</sup>
	Ячейка кабельного подключения	A	4 x 300 мм <sup>2</sup>
	Секционный выключатель и секционный разъединитель	A	-

Рис. 8.9.2. Способы охлаждения для разгрузки давления с каналом разгрузки давления (закрытый отсек кабельного подключения)

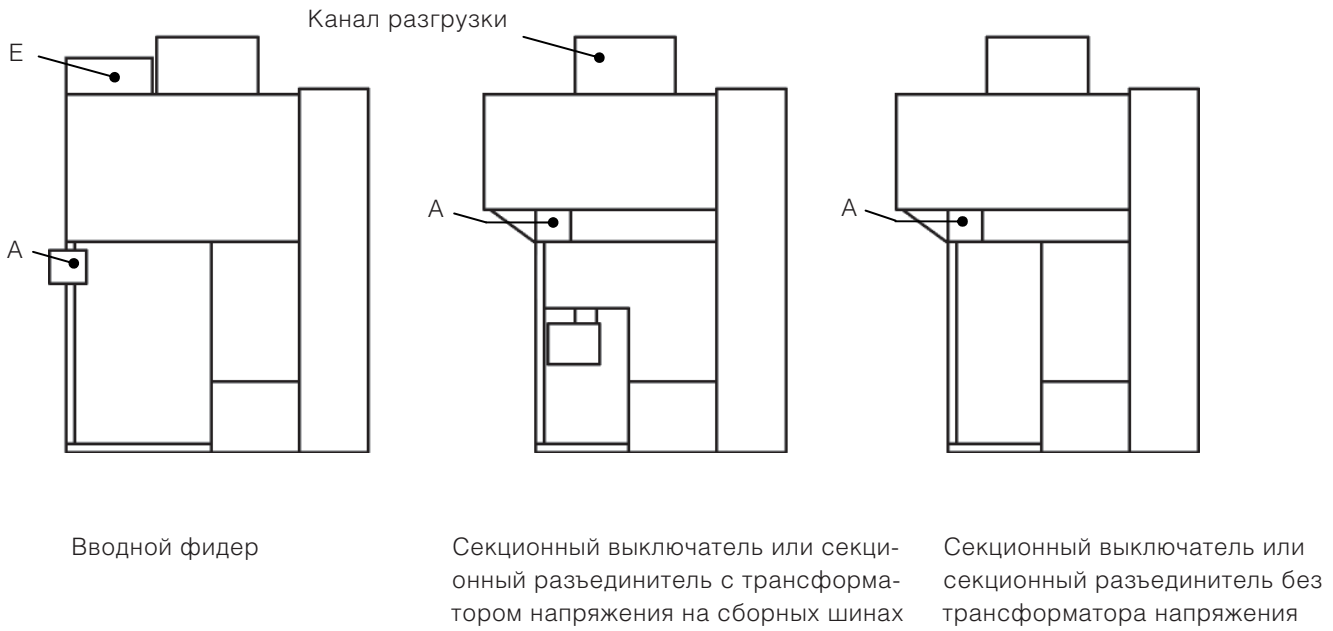


Таблица 8.9.2: Способы охлаждения для разгрузки давления через канал (IAC: AFLR)

Тип охлаждения	Тип ячейки	Метод охлаждения	Необходимое количество кабелей и их площадь сечения
Принудительное охлаждение	Вводная ячейка	A + E	4 x 300 мм <sup>2</sup>
	Ячейка кабельного подключения	A	4 x 300 мм <sup>2</sup>
	Ячейка секционного выключателя и секционного разъединителя с/без измерения напряжения на сборных шинах	A	-
Пассивное охлаждение	Не применяется		

Необходимые устройства охлаждения могут отличаться от описанных способов охлаждения при следующих условиях:

- более высокие температуры охлаждающего воздуха и/или
- более высокий номинальный ток и/или
- номинальная частота 60 Гц.

Такие особые случаи рассматриваются по запросу.

## 9 Заземление сборной шины

### ШИНЫ

В данном разделе приводится общая информация о способах заземления сборной шины. Подробные инструкции смотрите в соответствующих руководствах.

### 9.1 Заземление сборной шины с применением заземлительного комплекта

При заземленной линейной ячейке в испытательные разъемы можно устанавливать заземляющий комплект (рис. 7.6.5), с подсоединением к главной заземляющей шине. Заземление сборной шины выполняется через замкнутый разъединитель фидера и следом за ним замкнутый выключатель (см. рис. 9.1.1).

### 9.2 Заземление сборной шины с применением секционного выключателя и секционного разъединителя

Заземление выполняется с применением трехпозиционного разъединителя и выключателя в ячейках секционного выключателя / секционного разъединителя (см. рис. 9.2.1)

Рис. 9.1.1. Заземление сборной шины с применением заземлительного комплекта

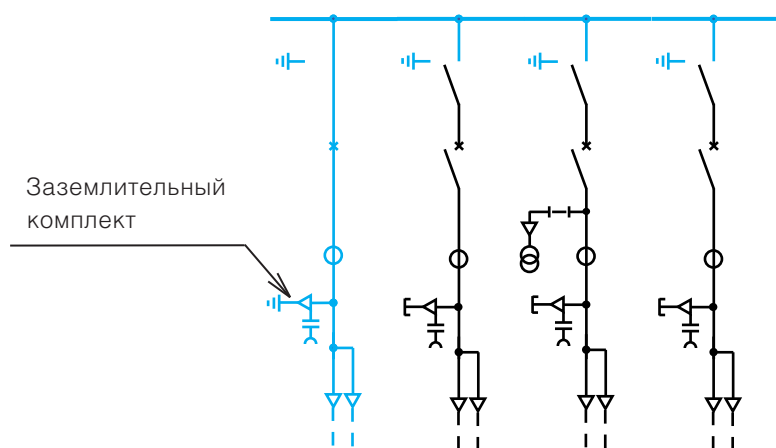
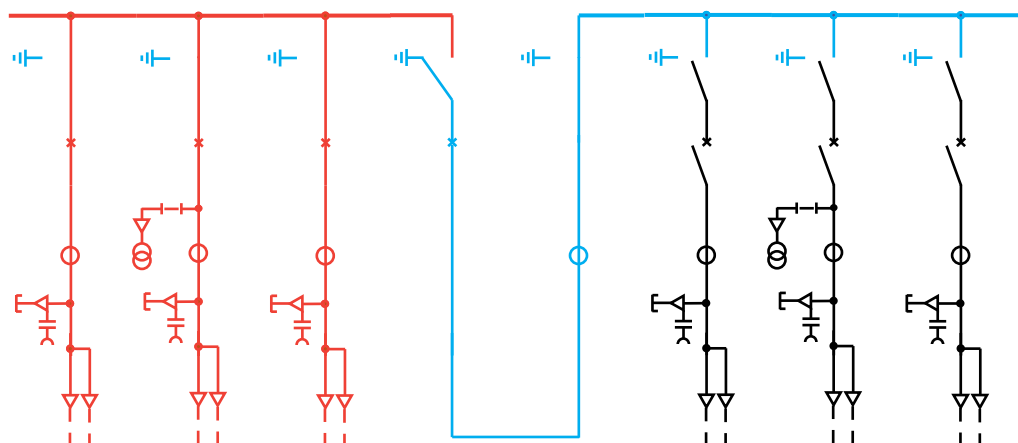


Рис. 9.2.1. Заземление сборной шины через секционный выключатель + секционный разъединитель



# 10 Проектирование здания

## 10.1 Требования к месту установки

Распределительное устройство можно устанавливать:

- на бетонном полу
- на промежуточном полу (фальшполу)

### Бетонный пол

Установка на бетонном полу требует применения напольных рам, которые встраиваются в напольное покрытие. Требуемые допуски плоскостности и прямизны основания распределительного устройства обеспечиваются напольной рамой. Напольные рамы могут поставляться компанией ABB. Отверстия в полу для силовых кабелей и кабелей управления могут быть отдельными для каждой ячейки, в виде сквозных проемов (один для силовых кабелей и один для кабелей управления) или в виде просверленных отверстий. Вокруг отверстий в полу не должны генерироваться вихревые токи (просверливать отверстия для трехфазных силовых кабелей необходимо без гребней между ними).

### Промежуточный пол

Фундаментом для ячеек под распределительным устройством служат опорные секции промежуточного пола. При этом установка напольной рамы, как правило, не требуется.

### Давление в помещении

В маловероятном случае возникновения внутреннего дугового КЗ и соответствующей разгрузки давления можно ожидать рост давления в помещении распределительного устройства, что необходимо учитывать при проектировании помещения. Расчет повышения давления может быть выполнен компанией ABB по запросу. Для обеспечения разгрузки давления в помещении распределительного устройства могут потребоваться отверстия в стенах.

### Вентилирование помещения

Рекомендуется боковая вентиляция помещения.

### Климатические условия

В низковольтных отсеках должны устанавливаться нагреватели для предотвращения конденсации (вне газоплотных корпусов), которая может возникать в результате быстрых изменений температуры и влажности. Также в помещении необходимо с применением обогревателей обеспечивать установленный температурный режим в соответствии с требованиями IEC 62271-1 ( $> -5^{\circ}\text{C}$ ).

## 10.2 Требования к пространству для установки

Рис. 10.2.1. Пример однорядной установки (размеры приведены в мм)

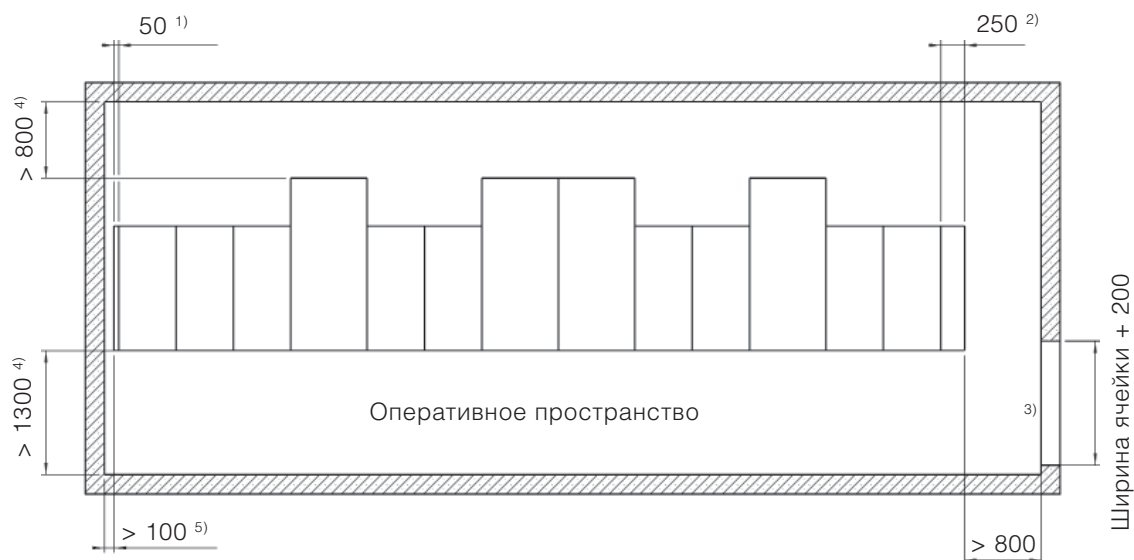
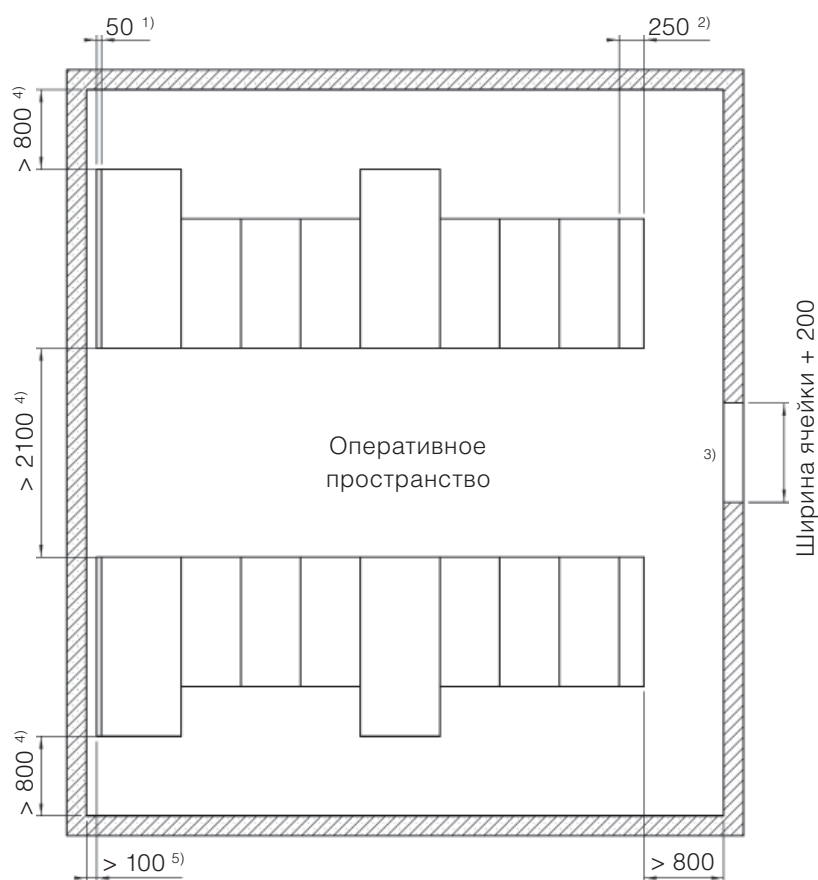


Рис. 10.2.2. Пример двухрядной установки (размеры приведены в мм)



- 1) Торцевая крышка
- 2) Канал разгрузки давления на торце (применяется при расположении канала разгрузки давления наверху распределительного устройства; в противном случае ширина торцевой крышки составляет 50 мм)
- 3) Высота двери > 2300 мм
- 4) Минимальный размер (допускается уменьшение, см. раздел 10.3)
- 5) См. примечания относительно организации эвакуации в Разделе 11.3

## 10.3 Минимальная ширина прохода и аварийные выходы

Таблица 10.3.1: Минимальная ширина прохода (рекомендуемая) перед распределительным устройством

	Ширина перед РУ, однорядная установка [мм]	Ширина прохода между блоками системы, двухрядная установка [мм]	Остаточная ширина прохода перед РУ при открытых дверях [мм]
Только ячейки шириной 600 мм	> 1100	> 1700	> 500
Блок, составленный из ячеек шириной 600 мм и 800 и только из ячеек шириной 800 мм	> 1300	> 2100	> 500

Требование к монтажу / демонтажу ячейки в установленном ряду: минимальная ширина прохода = максимальная глубина ячейки + 300 мм.

«Проходы должны быть шириной по меньшей мере 800 мм. ... Пространство для эвакуации всегда должно быть шириной по меньшей мере 500 мм, даже когда съемные части или открытые дверцы блокируют часть прохода. ... Выходы должны быть устроены так, чтобы протяженность пути эвакуации в пределах помещения ... не превышала... 20 м. ... Если путь при нормальной работе с оборудованием не превышает 10 м, достаточно одного прохода. Если превышает – необходимо предусмотреть возможность аварийного выхода с двух сторон. ... Минимальная высота аварийной двери [возможно второй двери] должна быть 2000 мм [высота просвета двери] и минимальный просвет открытия должен быть 750 мм.» <sup>1)</sup>

Таблица 10.3.2: Минимальная ширина прохода сзади распределительного устройства

Использование кабелей для высоковольтных испытаний			Использование адаптеров для высоковольтных испытаний		
Система с дефлектором плазмы <sup>2)</sup>	Система с каналом разгрузки давления (разгрузка давления в помещение РУ)	Система с каналом разгрузки давления (разгрузка давления наружу помещения РУ)	Система с дефлектором плазмы <sup>2)</sup>	Система с каналом разгрузки давления (разгрузка давления внутри помещения РУ)	Система с каналом разгрузки давления (разгрузка давления наружу помещения РУ)
[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
> 600	> 800	> 600	> 700	> 800	> 700

## 10.4 Минимальная высота помещения

Таблица 10.4.1: Минимальная высота помещения

Система с дефлектором плазмы <sup>2)</sup>	Система с каналом разгрузки давления (разгрузка давления в помещение РУ)	Система с каналом разгрузки давления (разгрузка давления наружу помещения РУ)	Система с каналом разгрузки давления, разгрузка давления внутри помещения РУ, плюс трансформаторы напряжения по меньшей мере на одном отсеке выключателя	Система с верхними радиаторами по меньшей мере на одном отсеке выключателя
[мм]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
> 2800	> 2950	> 2600	> 2700	> 3050

<sup>1)</sup> DIN VDE 0101, стр. 36

<sup>2)</sup> Классификация по стойкости к внутреннему дуговому КЗ в соответствии с IEC 62271-200: IAC AFL

## 10.5 Отверстия в полу и оси кабелей

Рис. 10.5.1. Фидерная ячейка, ширина ячейки 600 мм, глубина ячейки 1300 мм

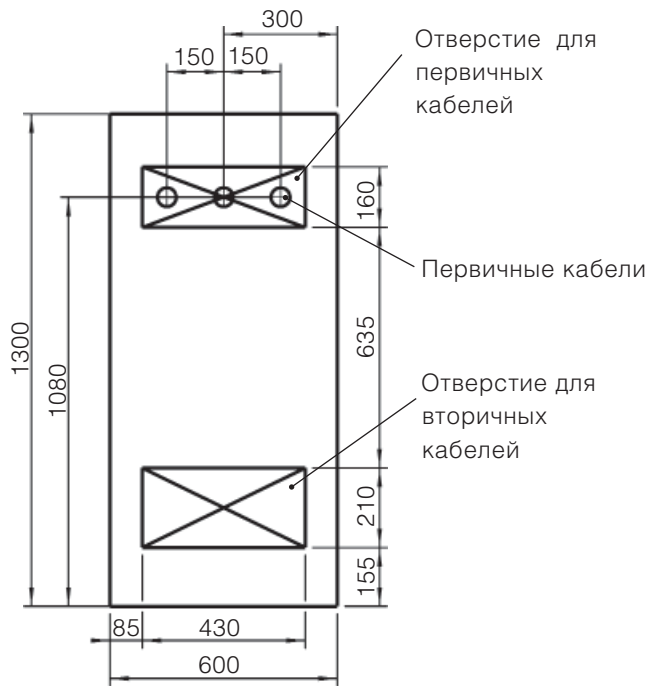


Рис. 10.5.2. Фидерная ячейка, ширина ячейки 800 мм, глубина ячейки 1300 мм

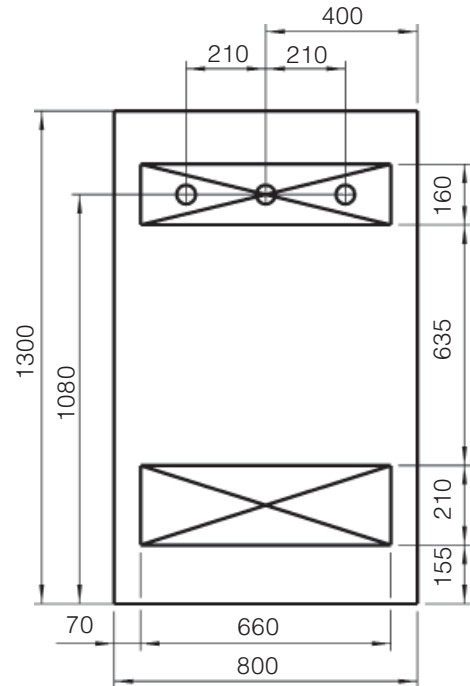


Рис. 10.5.3. Фидерная ячейка и ячейка кабельного подключения, ширина ячейки 600 мм, глубина ячейки 1500 мм

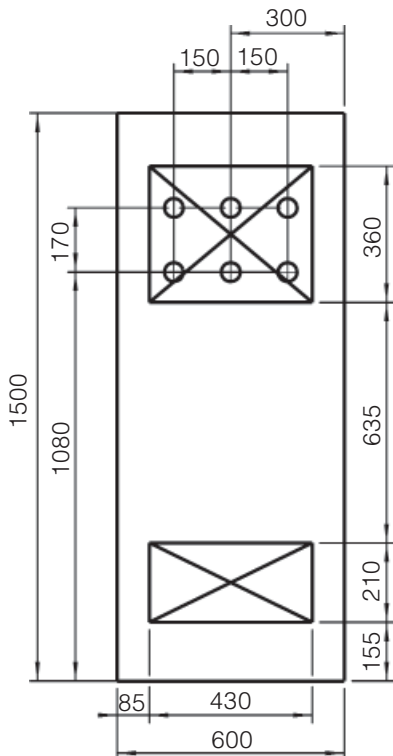


Рис. 10.5.4. Фидерная ячейка, ширина ячейки 800 мм, глубина ячейки 1500 мм

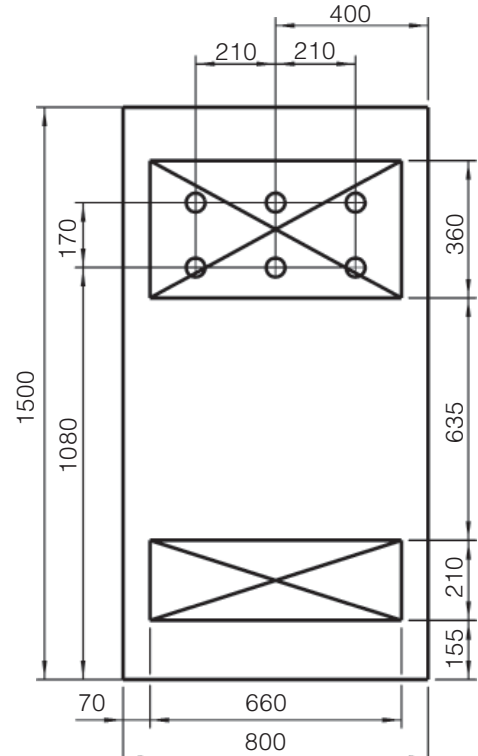


Рис. 10.5.5. Фидерная ячейка и ячейка кабельного подключения, ширина ячейки 800 мм, глубина ячейки 1800 мм (1850 с принудительным охлаждением)

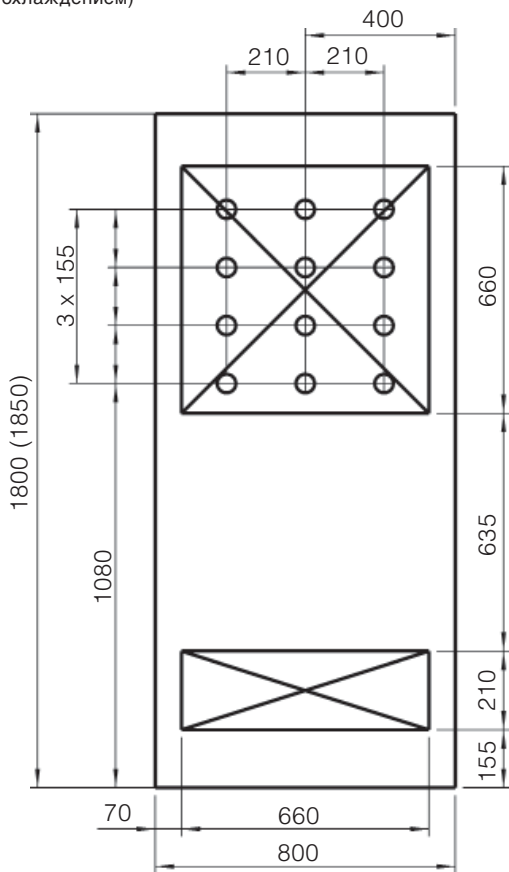


Рис. 10.5.6. Ячейка для переключения емкостной нагрузки (ZX1.2-С)

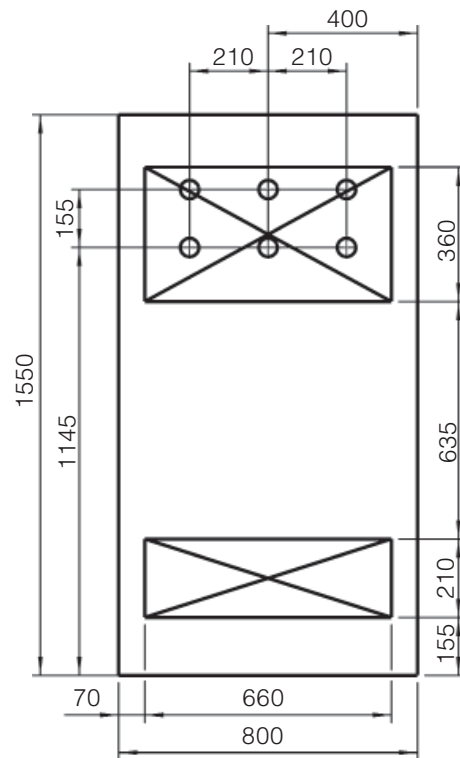


Рис. 10.5.7. Ячейка двойного фидера с одним кабелем на фазу

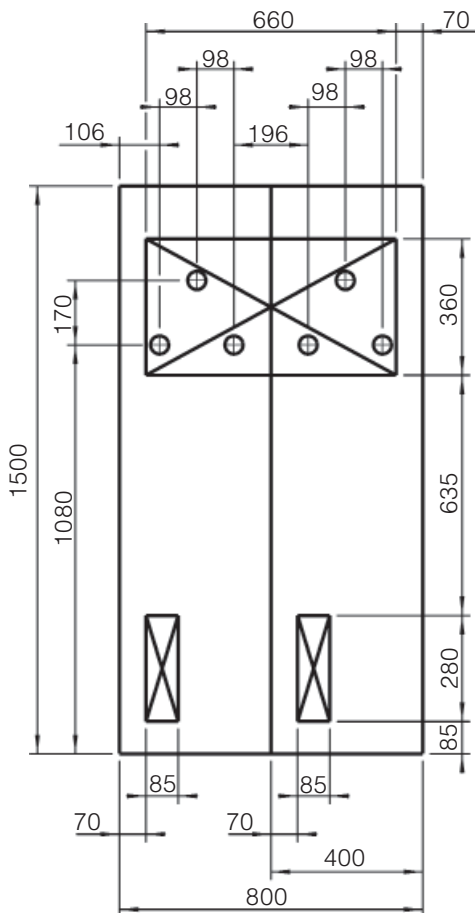


Рис. 10.5.8. Ячейка двойного фидера с двумя кабелями на фазу

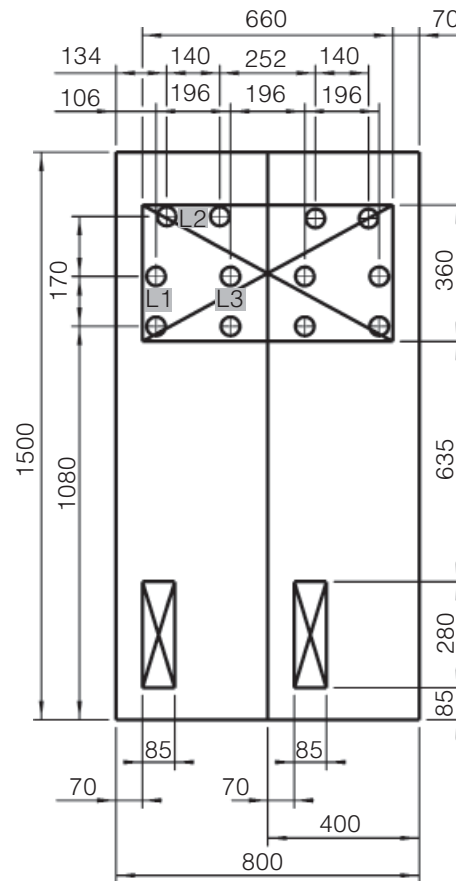




Рис. 10.5.9. Ячейка кабельного ввода/вывода, один кабель на фазу

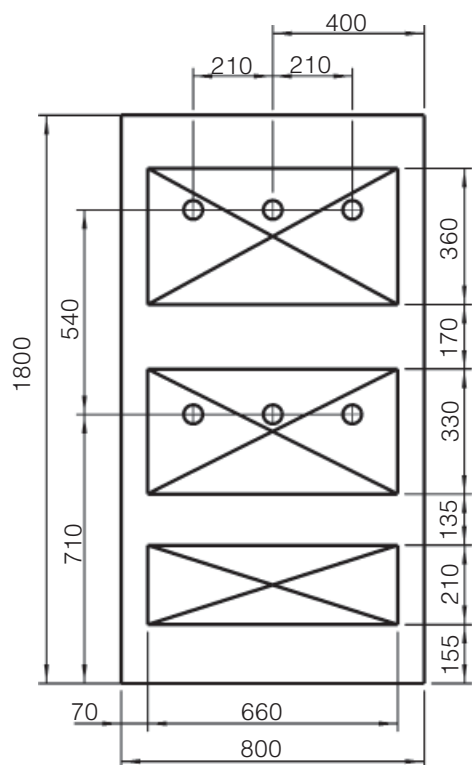


Рис. 10.5.10. Ячейка кабельного ввода/вывода, два кабеля на фазу

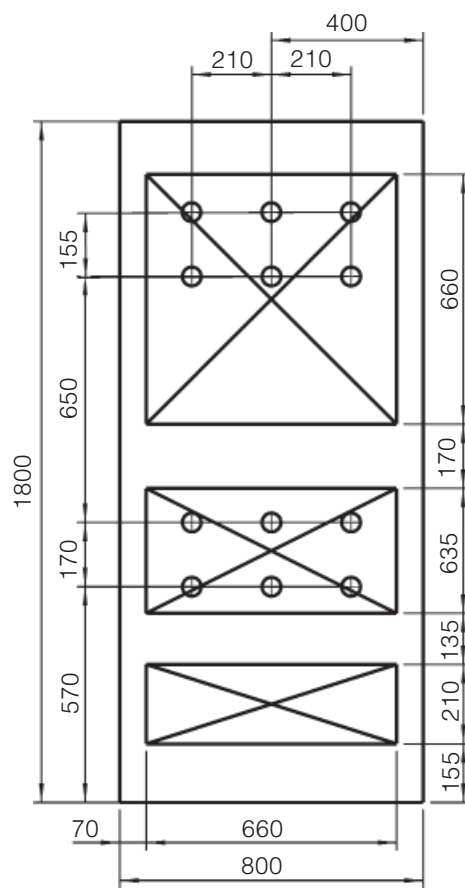


Рис. 10.5.11. Ячейка для подключения полностью изолированных шин (без выключателя -1250 А – подключение снизу), ширина ячейки 600 мм, глубина ячейки 1250 мм

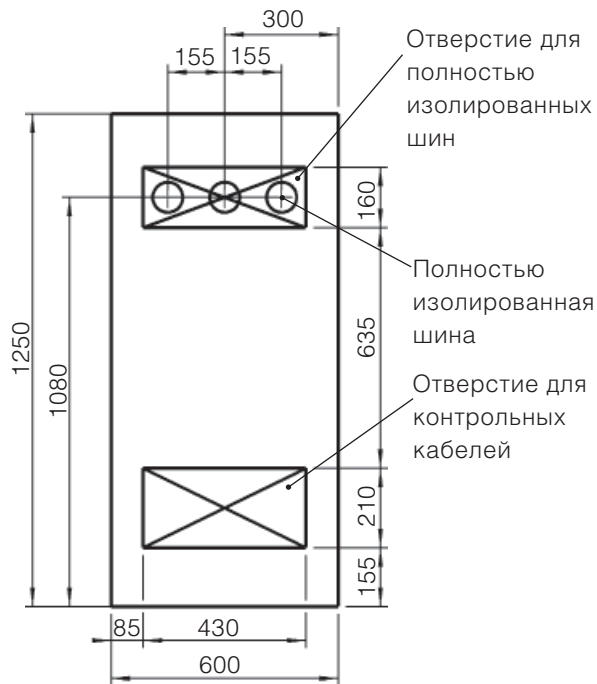


Рис. 10.5.1. Ячейка для подключения полностью изолированных шин (без выключателя -1250 А – подключение снизу), ширина ячейки 800 мм, глубина ячейки 1250 мм

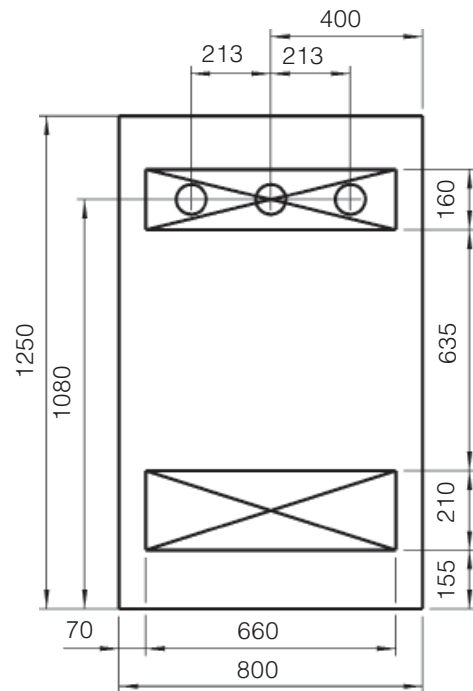


Рис. 10.5.13. Ячейка для подключения полностью изолированных шин(с выключателем -1250 А – подключение снизу), ширина ячейки 600 мм, глубина ячейки 1250 мм

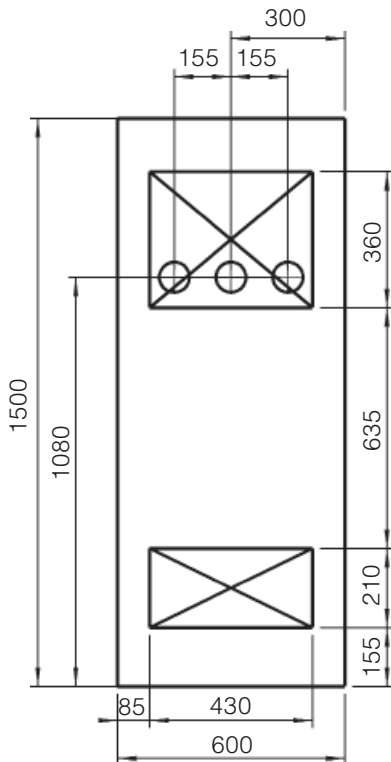


Рис. 10.5.1. Ячейка для подключения полностью изолированных шин(с выключателем -1250 А – подключение снизу), ширина ячейки 800 мм, глубина ячейки 1500 мм

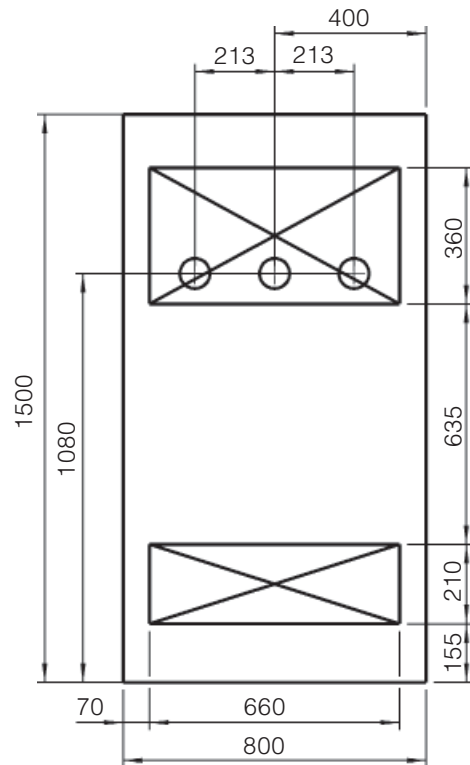
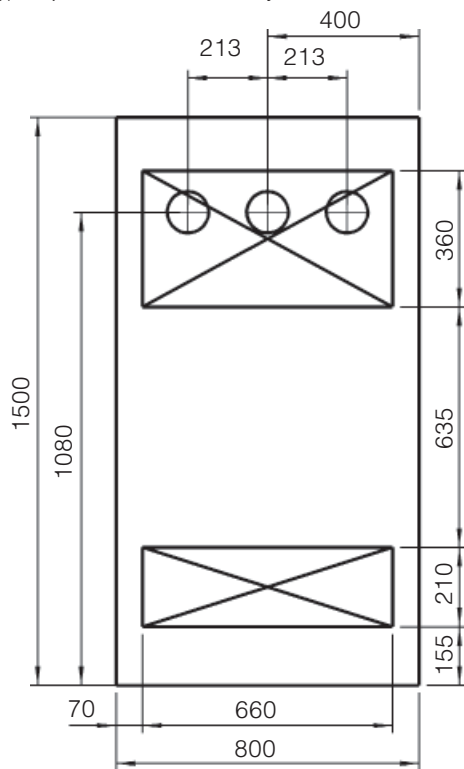


Рис. 10.5.15. Ячейка кабельного подключения с полностью изолированными шинами (с выключателем -2000 А – подключение снизу), ширина ячейки 800 мм, глубина ячейки 1500 мм

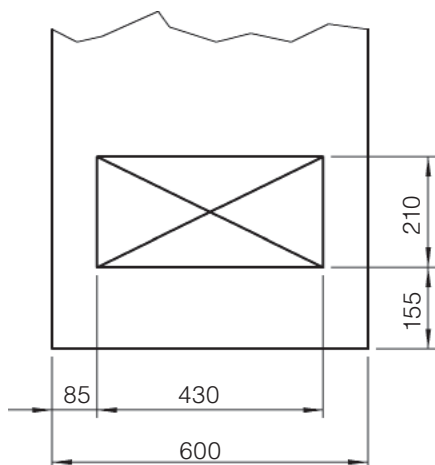


Для следующих ячеек в бетонном полу необходимы только отверстия для кабелей управления:

- Ячейки кабельного подключения с полностью изолированными шинами с подключением сверху
- Ячейки секционного выключателя и секционного разъединителя
- Измерительные ячейки

Глубину соответствующих ячеек см. в разделе 8.

Рис. 10.5.16. Отверстия для вторичных кабелей, ширина ячейки 600 мм, глубина низковольтного отсека 400 мм (стандарт)



### Низковольтный отсек глубиной 500 мм

Размеры на рисунках от 10.5.1 до 10.5.15 относятся к отсекам низкого напряжения глубиной 400 мм (стандарт). При применении низковольтных отсеков глубиной 500 мм глубина ячейки увеличивается спереди на 100 мм (см. также рисунки 10.5.18/19 и 10.6.1/2).

Рис. 10.5.18. Отверстия для вторичных кабелей, ширина ячейки 600 мм, глубина низковольтного отсека 500 мм

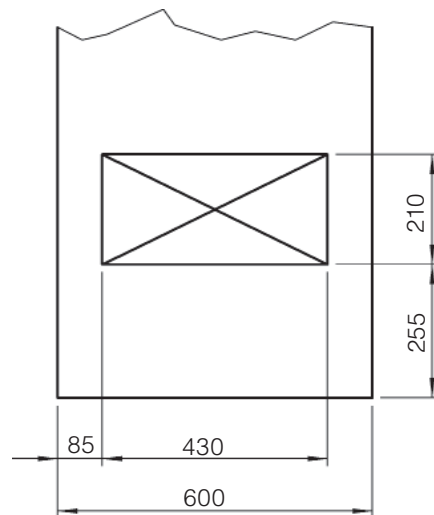


Рис. 10.5.17. Отверстия для вторичных кабелей, ширина ячейки 800 мм, глубина низковольтного отсека 400 мм

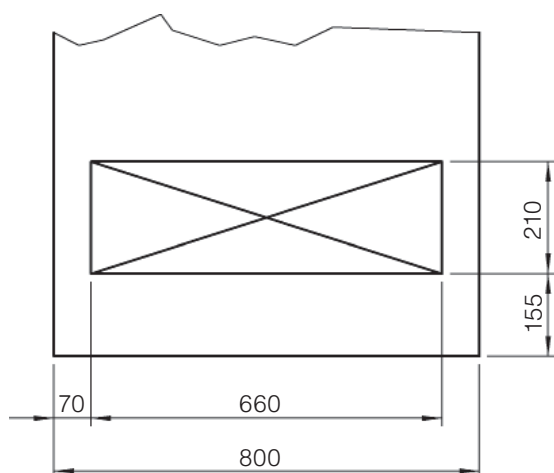
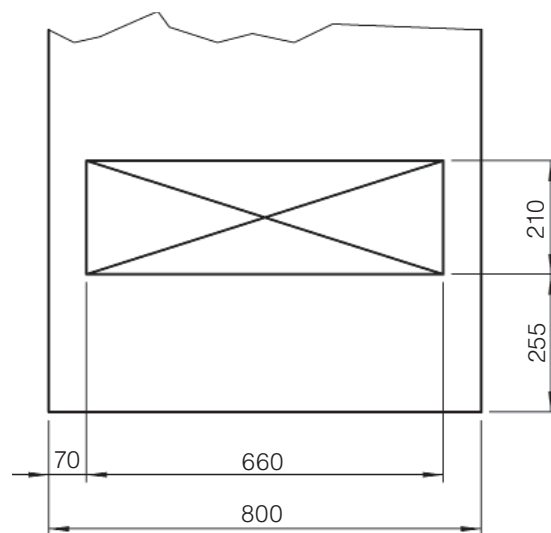


Рис. 10.5.19. Отверстия для вторичных кабелей, ширина ячейки 800 мм, глубина низковольтного отсека 500 мм



## 10.6 Напольные рамы

Оptionальные напольные рамы изготавливаются из алюминиевых секций. Поставляются частично собранными как блоки отдельных ячеек. Размеры напольных рам соответствуют ширине и глубине ячейки. Рамы шириной 800 мм также поставляются для двойных ячеек шириной 400 мм.

Напольные рамы устанавливаются и погружаются в бетонный пол. При установке напольных рам на площадке проверьте форму и допуски на соответствие документации заказа.

При применении низковольтного отсека глубиной 500 мм (опция), глубина ячейки увеличивается спереди на 100 мм (см. рисунки 10.6.1 и 10.6.2).

Рис. 10.6.1. Пример напольной рамы для ячейки шириной 600 мм и глубиной 1500 мм, глубина низковольтного отсека 400 мм (стандарт).



Рис. 10.6.2. Пример напольной рамы для ячейки шириной 600 мм и глубиной 1600 мм, глубина низковольтного отсека 500 мм (опция)

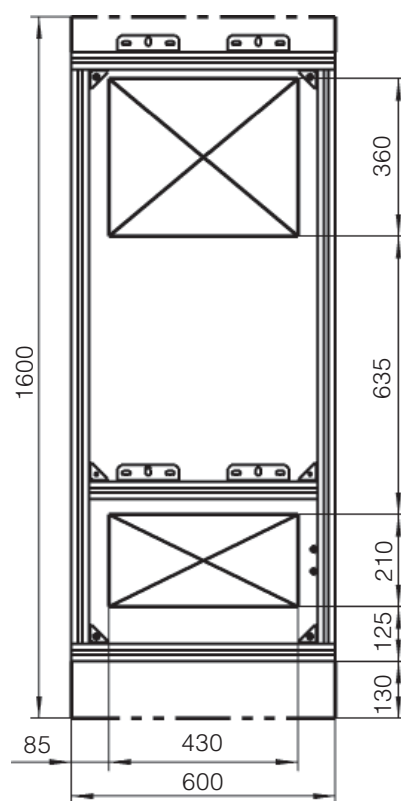


Рис. 10.6.3. Напольная рама, двухъячеечный вариант



## 10.7 Заземление распределительного устройства

### 10.7.1 Расчет заземления с учетом напряжения прикосновения и термической нагрузки

Система заземления для помещения подстанции и система заземления для распредустройства должны быть устроены в соответствии с требованиями IEC 61936. Система заземления распредустройства должна быть устроена с применением непрерывной медной шины сечением 300 мм<sup>2</sup> (Сплав ECuF30, 30 мм x 10 мм). Подключение этой заземляющей шины к системе заземления подстанции должно выполняться в соответствии с указанным стандартом.

Описанное в данном разделе заземление распределительного устройства не соответствует требованиям по ЭМС (ЭМС: электромагнитная совместимость). Заземление согласно требованиям ЭМС обеспечивается дополнительными мерами, описанными в следующем разделе.

### 10.7.2 Электромагнитно совместимое заземление распределительного устройства

Электромагнитная совместимость (ЭМС) должна проектироваться с количественной точки зрения. Требования интерфейсов в отношении излучения и восприимчивости к излучению рассматриваются с делением на отдельные зоны (зоны ЭМС). В наилучшем случае, эти требования могут выполняться прямо, то есть без каких-либо дополнительных действий. Если же эти требования не выполняются, необходимо обеспечить дополнительные меры для обеспечения совместимости, как правило, они применяются в отношении источника помех и мест соединения. Для зонирования имеет смысл рассматривать иерархическую структуру системы, выделяя такие уровни, как оборудование установки в целом, помещение, шкафные сборки, стоечные сборки, щит сети, секции и компоненты сети.

Конструкция системы заземления распределительного устройства имеет решающее значение для электромагнитной совместимости вторичного оборудования распределительного устройства. Соответствующую информацию можно найти в стандарте IEC 61936, раздел 10.5. Согласно IEC 62271-1, вторичное оборудование распределительного устройства должно удовлетворять требованиям раздела 7.9. Эти требования устанавливают, что допустимый по стандарту уровень помех не должен ухудшать устойчивость к помехам вторичного оборудования (см. также Приложение J стандарта IEC 62271-1). Дополнительные к системе заземления меры защиты описаны в разделе 10.7.1.

Ограничение уровня помех в пределах распределительной системы поддерживается следующими мерами:

- Раздельная прокладка силовых, управляющих и контрольных кабелей.
- Надлежащее экранирование и заземление оборудования.
- Изоляция потенциалов: гальваническая развязка сигнальных цепей на границе системы.
- Эквипотенциальные соединения: использование соединений с низким импедансом для систем и секций систем, чтобы разность потенциалов между системами и секциями была как можно меньше.
- Заземляющие проводники кабельных экранов необходимо проводить к заземляющей шине кратчайшим путем.
- Длина внешних кабелей управления не должна превышать 200 м. Для больших длин необходимо применять промежуточные реле или оптоволоконные кабели.

## 10.7.3 Рекомендации по конфигурированию заземления распределительных устройств

Рекомендуется, чтобы распределительное устройство было заземлено так, как это показано на рисунках 10.7.3.1 и 10.7.3.2.

Кольцо, состоящее из медной ленты сечением 80 мм x 5 мм, должно быть проложено под распределительным устройством и подключено в нескольких точках с максимальным расстоянием 5 м от заземляющей системы здания. Напольную раму, главную заземляющую шину в ячейках и заземляющую шину в низковольтных отсеках

необходимо подсоединять к нескольким точкам кольца, которое расположено под распределительным устройством.

Подробная информация о применении материалов и необходимом количестве точек соединения приведена на рисунках 10.7.3.1 и 10.7.3.2. При проектировании распределительного устройства, пожалуйста, принимайте во внимание примечания, приведенные в разделах 10.7.1 и 10.7.2.

Рис 10.7.3.1: Рекомендации по заземлению. Схематический вид в разрезе нижней части ячейки, включая бетонный пол.

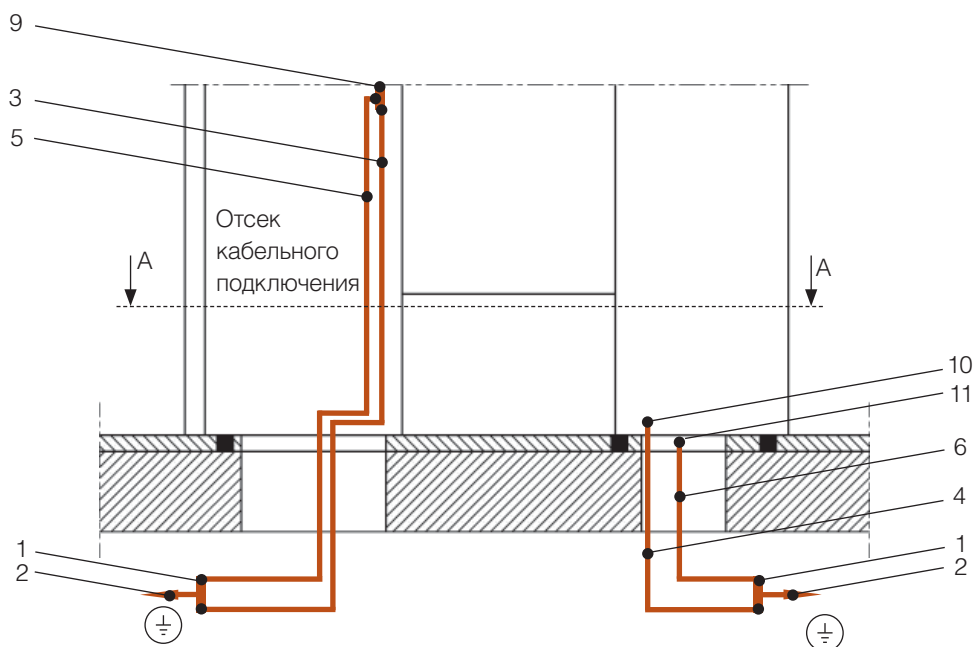
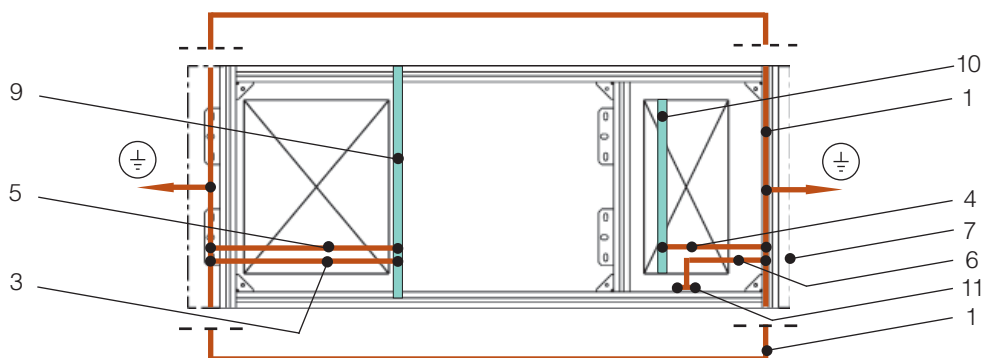


Рис. 10.7.3.2: Рекомендации по заземлению, вид в разрезе (разрез A-A на рисунке 10.7.3.1)



- 1 Кольцо под распределительным устройством, материал ECuF30, сечение 80 мм x 5 мм
- 2 Несколько подключений от (1) к заземлению здания с расстояниями макс. 5 м, материал ECuF30, сечение 80 мм x 5 мм
- 3 Заземление со стойкостью к КЗ на обоих торцевых ячейках и по крайней мере на каждой третьей ячейке: материал ECuF30, сечение: 30 мм x 10 мм
- 4 Низкоимпедансное заземление заземляющей шины в отсеке низкого напряжения каждой ячейки, материал: луженный медный жгут, сечение: 20 мм x 3 мм
- 5 Низкоимпедансное заземление распределительного устройства в каждой ячейке, материал: луженный медный жгут, сечение: 20 мм x 3 мм
- 6 Заземление напольной рамы (по меньшей мере каждой третьей напольной рамы), материал: гальванизированная стальная лента, поперечное сечение: 30 мм x 3.5 мм
- 7 Габаритный контур ячейки
- 8 Напольная рама
- 9 Главная заземляющая шина
- 10 Заземляющая шина в отсеке низкого напряжения
- 11 Точка заземления на напольной раме

## 10.8 Вес ячеек

Таблица 10.8.1: Вес ячеек

Варианты ячеек 800 – 1250 А <sup>1)</sup>	Приблизительно от 550 кг до 1000 кг
Варианты ячеек 2500 А <sup>2)</sup>	До 1650 кг

<sup>1)</sup> Веса зависят от варианта, конструкции, ширины ячейки и встроенного оборудования.

<sup>2)</sup> Веса зависят от варианта, конструкции и встроенного оборудования.



# 11 Нестандартные рабочие условия

Для эксплуатации оборудования в нестандартных рабочих условиях могут потребоваться дополнительные технические решения. Наша группа конструкторов будет рада рассмотреть и осуществить Ваши технические предложения.

## Нестандартные рабочие условия включают, в частности:

- высота площадки > 1000 м над уровнем моря,
- повышенная температура окружающего воздуха (максимальная температура > 40 °С и максимальная среднесуточная температура >35 °С (см. рисунок 11.1))
- окружающий воздух загрязнен пылью, копотью, агрессивными или воспламеняющимися газами или солями.

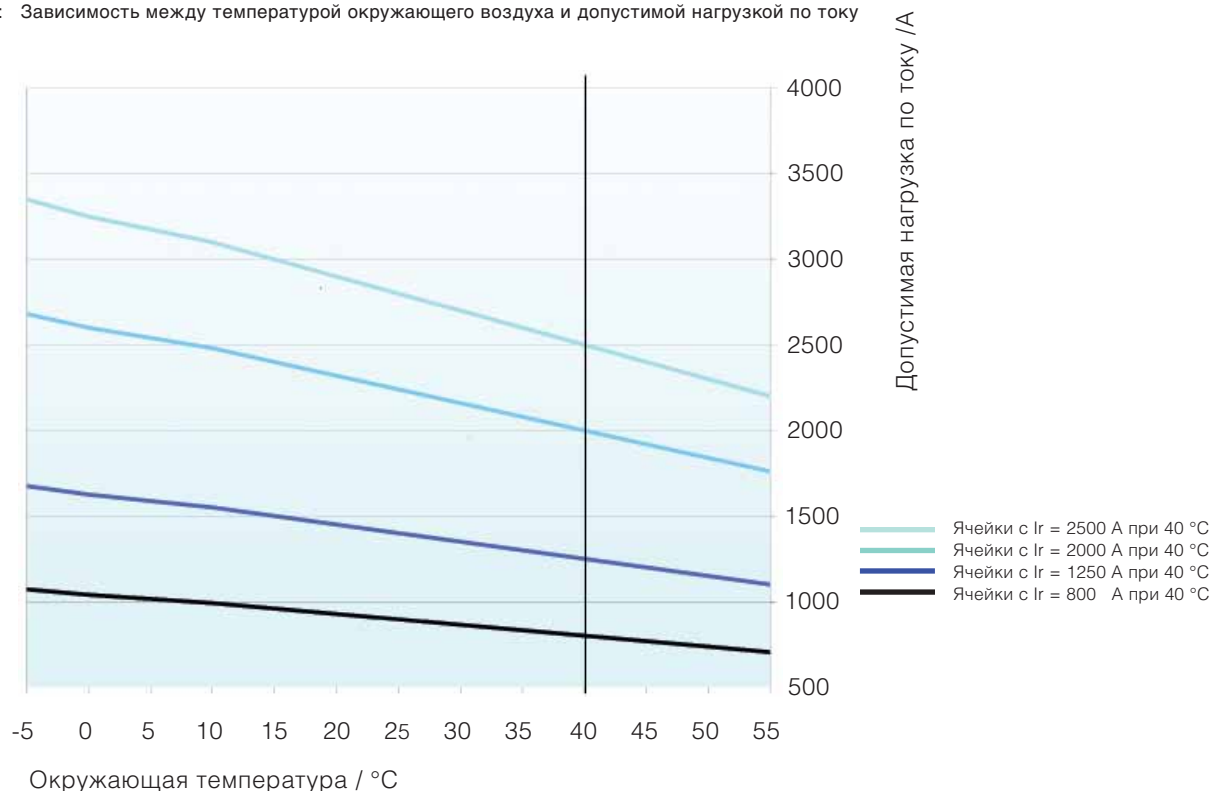
## Устойчивость к сейсмическим воздействиям

Ячейки испытаны на соответствие стандарту IEEE 693 <sup>1)</sup>

## Климатические условия

При высокой влажности и/или резких температурных колебаниях необходимо устанавливать электрические нагреватели в отсеках низкого напряжения.

Рис. 11.1: Зависимость между температурой окружающего воздуха и допустимой нагрузкой по току



<sup>1)</sup> Требуется дополнительные меры (по запросу)





ABB AG

Calor Emag

Электротехническая продукция среднего напряжения

ГЕРМАНИЯ

ЗАВОД в г. РАТИНГЕН

АББ Лтд.

Украина, 03038, Киев  
ул. Н. Гринченко, 2/1  
тел. +380 44 495 22 11  
факс +380 44 495 22 10

Украина, 61000, Харьков  
проспект Гагарина, 21-а  
тел. +380 577 14 97 90  
факс +380 577 14 97 91

Украина, 83017, Донецк  
бул. Шевченко, 42-а  
тел. +380 62 332 79 04  
факс +380 62 332 79 03

Украина, 69002, Запорожье  
ул. Грязнова, 4а, 3-й этаж  
тел. +380 612 13 50 67  
факс +380 612 13 50 50

Украина, 79000, Львов  
ул. Грабовского, 11, к. 201  
тел./факс +380 32 297 46 80  
+380 32 297 46 80

Украина, 54002, Николаев  
ул. М. Морская, 108, оф. 704  
тел. +380 512 500 215  
факс +380 512 500 225

[www.abb.ua](http://www.abb.ua)

**Примечание:**

Компания сохраняет за собой право на технические изменения или изменения содержания данного документа без предварительного уведомления. В отношении заказов на покупку, превалируют согласованные детали. Компания ABB AG не принимает на себя никакой ответственности за возможные ошибки или отсутствие информации в данном документе.

Компания сохраняет за собой все право на данный документ, его содержание и размещенные в нем иллюстрации. Любое воспроизведение, передача третьим сторонам или применение содержащихся в нем материалов, в целом или в части, воспрещается без предварительного письменного согласия со стороны компании ABB AG.

Все права защищены ©2009 ABB