



<b>3.1</b>	<b>Высоковольтные подстанции</b>	<b>66</b>
3.1.1	Решения «под ключ»	66
3.1.2	Высоковольтные подстанции - обзор	67
3.1.3	Схемы подстанций	68
3.1.4	Открытые распределительные устройства	71
3.1.5	Смешанные решения (компактные/гибридные решения)	79
3.1.6	КРУЭ для подстанций	83
<b>3.2</b>	<b>Распределительные устройства среднего напряжения</b>	<b>94</b>
3.2.1	Введение	94
3.2.2	Основные сведения о коммутационных устройствах	95
3.2.3	Требования к распределительным устройствам среднего напряжения.	98
3.2.4	Распределительные устройства среднего напряжения	100
3.2.5	Распредустройства для генераторов и больших токов.	115
3.2.6	Подстанции для промышленных энергоузлов	117
<b>3.3.</b>	<b>Распределительные устройства низкого напряжения</b>	<b>121</b>
3.3.1	Требования к электроэнергетическим системами в зданиях	121
3.3.2	Определение основных характеристик систем распределения энергии	124
3.3.3	Распределительные устройства низкого напряжения	127
3.3.4	Замечания по проектированию распредустройств низкого напряжения	130
3.3.5	Распредустройство низкого напряжения- пример	133
3.3.6	Защитные и коммутационные аппараты для распределительных устройств низкого напряжения	134
3.3.7	Требования к коммутирующим устройствам в трех типах цепей	136
3.3.8	Шинопроводные системы	138

# 3 Распределительные устройства и подстанции

## 3.1 Высоковольтные подстанции

### 3.1.1 Решения «под ключ»

#### Введение

Высоковольтные подстанции являются узлами в сетях передачи и распределения энергии между регионами и странами. Различное назначение подстанций приводит к тому, что существуют подстанции с силовыми трансформаторами и без них:

- Повышение генераторного напряжения до напряжения высоковольтных сетей
  - Электростанции (в центрах нагрузки)
  - Возобновляемые источники энергии (например, ветровые электростанции)
- Преобразование напряжения внутри высоковольтной сети
- Понижение напряжения до среднего уровня напряжения распределительных сетей
- Соединения на одном и том же уровне напряжения

#### Объем оборудования

Высоковольтные подстанции включают в себя не только высоковольтное оборудование, необходимое для работы в энергосистеме. Компания Сименс разрабатывает и создает высоковольтные подстанции, включающие в себя распределительные устройства высокого и среднего напряжения, основное оборудование, такое как высоковольтное оборудование и трансформаторы, а так же вспомогательное оборудование, такое как вторичные цепи, системы управления, оборудование защиты и т.д. в качестве решения «под ключ» или даже в качестве генподрядчика. Подстанции строятся по всему миру от самых простых с одной системой шин до узловых подстанций с несколькими системами шин или с «полупортной схемой» с номинальным напряжением до 800 кВ, номинальным током до 8000 А и токами короткого замыкания до 100 кА. Компания Сименс предлагает так же услуги начиная от разработки проекта до ввода его в эксплуатацию и пост-продажного сервиса, в том числе и услуги по обучению персонала заказчика.

#### Управление проектами

Процесс обработки такого решения «под ключ» начинается с подготовки расчета и проходит через разъяснение заказа, разработку проекта, изготовление, поставку и оценку затрат. Последней стадией является оплата проекта. Обработка такого заказа зависит от методичной обработки данных, что в свою очередь требует системного подхода к управлению проектами.

#### Инжиниринг

Ко всем высоковольтным подстанциям применяются высокие требования при инжиниринге, которые охватывают все аспекты, такие как силовая часть, стальные конструкции, строительная часть, пожарная безопасность, защита окружающей среды и системы управления (см. рис. 3.1-1). Каждый аспект технологии и каждая стадия работ проводится под управлением опытных инженеров. Использование высокопроизводительных компьютерных программ, например метода конечных элементов, позволяет спроектировать подстанцию так, что она будет надежна даже при экстремальных нагрузках, таких, например, какие возникают при землетрясениях.



Рис. 3.1-1: Проектирование высоковольтного РУ

Проектная документация изготавливается в современных CAD-системах; обмен данными с другими CAD-системами возможен через интерфейсы. Благодаря своему участию в национальных и международных ассоциациях и организациях по стандартизации, наши инженеры всегда располагают наиболее актуальной информацией, даже если стандарт еще не был опубликован.

#### Сертификация применяемой системы управления качеством

Система управления качеством была внедрена в начале 1980-х годов. Основой системы управления качеством являются документы, относящиеся ко всем процессам контроля качества, обеспечения безопасности и охраны окружающей среды.

Система защиты окружающей среды была применена на базе существующей системы управления качеством и была сертифицирована по DIN ISO 14001 в 1996 году. Безопасность сотрудников и забота об их здоровье всегда играли важную роль для Siemens AG и его подразделений. Когда был введен стандарт BS OHSAS 18001, были созданы условия для сертификации.

#### Ноу-хау, опыт и присутствие по всему миру

Сеть представительств и офисов продаж по всему миру, а так же департаменты в Германии оказывают поддержку сетевым компаниям во всем, что связано с высоковольтным оборудованием.

### 3.1.2 Высоковольтные подстанции – обзор

Высоковольтные подстанции включают распределительные устройства и аппараты с различным типом изоляции: воздушной (открытой установки) или элегазовой ( $SF_6$ ). При проектировании высоковольтной подстанции необходимо ответить на некоторые основные вопросы, что позволит определить тип высоковольтного распределительного устройства:

Какую функцию оно имеет в энергосистеме и где расположено?  
 Каковы климатические условия и условия окружающей среды?  
 Имеются ли специфические требования по месту установки?  
 Необходимы ли экономия места или снижение затрат?

В зависимости от ответов правильным выбором может быть ОРУ, КРУЭ или даже гибридное решение.

#### Открытые распределительные устройства (ОРУ)

Такие РУ являются предпочтительными в смысле цены для номинальных напряжений до 800 кВ. Это решение популярно в том случае, если нет экологических ограничений или ограничений по площади. Отдельные электрические и механические части ОРУ собираются на месте установки. Открытые РУ не вполне безопасны и подвержены влиянию погодных факторов и факторов окружающей среды (рис. 3.1-2).

#### Комплектные РУ с элегазовой изоляцией (КРУЭ)

Компактное исполнение и малые размеры КРУЭ позволяют устанавливать подстанции с номинальным напряжением до 550 кВ прямо посреди центров нагрузки в городах или промышленных районах. Каждая ячейка КРУЭ собрана в заводских условиях и включает в себя полный комплект разъединителей и заземлителей (обычных или с включающей способностью), измерительных трансформаторов, устройств управления и защиты, а так же устройств блокировки и мониторинга, обычно применяющихся для такого типа подстанций. Заземленный металлический корпус КРУЭ обеспечивает не только низкий износ, но и электробезопасность (рис. 3.1-3).

#### Смешанные РУ (компактные и гибридные решения)

Кроме двух основных (традиционных) решений, существует так же и компактное решение, которое может быть реализовано с применением компонентов открытой установки и с элегазовой изоляцией.



Рис. 3.1-2: Открытое распределительное устройство

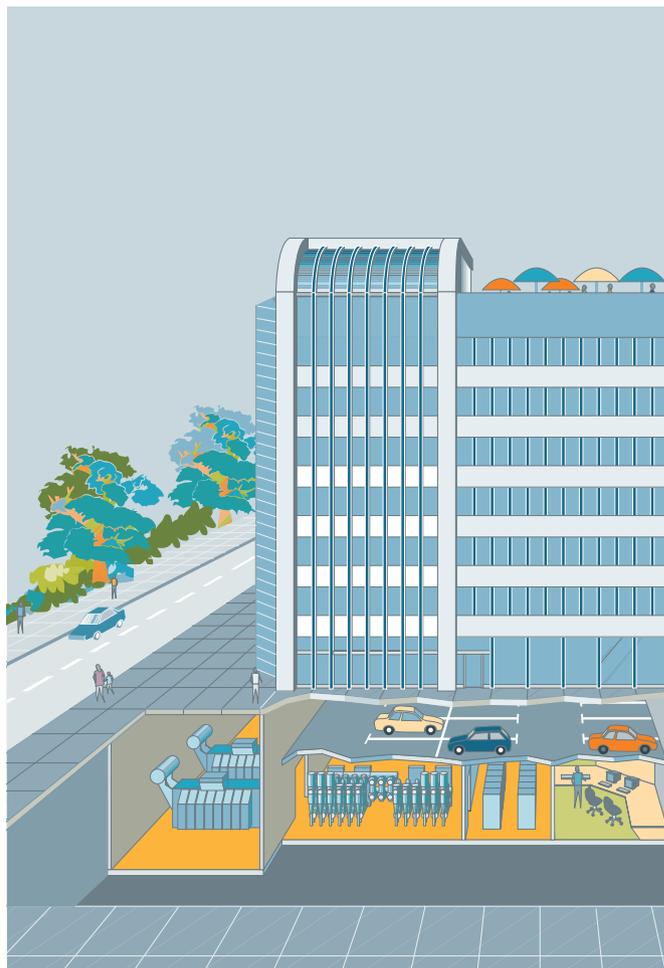


Рис. 3.1-3: Подстанция на базе КРУЭ в мегаполисе

### 3.1.3 Схемы подстанций

Высоковольтные подстанции являются узлами энергосистемы, в которой энергия от центров генерации передается, трансформируется, распределяется и доставляется к центрам нагрузки. Подстанции соединены между собой, поэтому энергосистема является сетью. Это повышает надежность системы энергоснабжения, обеспечивая альтернативные пути протекания мощности, а так же непрерывность снабжения потребителей мощностью и загрузку генераторов. Высоковольтная подстанция является критически важным элементом энергосистемы, а надежность энергосистемы зависит от подстанции. Таким образом, схему подстанции следует выбирать очень тщательно.

Шины являются частью подстанции, где вся мощность от входящих присоединений собирается и распределяется по отходящим присоединениям. Это означает, что надежность любой подстанции зависит от надежности шин. Короткое замыкание на шинах может привести к тяжелым последствиям для энергосистемы. Короткое замыкание на шинах ведет к отключению линий, присоединенных к ней. В результате мощность течет по оставшимся в работе линиям, что приводит к их перегрузке. Это приводит к отключению этих линий и каскадному развитию аварии до полного отключения энергосистемы или чего-то подобного. При рассмотрении возможных вариантов систем шин следует помнить о важности надежности шин.

#### Схема «мостик»

Такая схема применяется для распределительных подстанций, питающих промышленных потребителей (рис. 3.1-4). Так как в схеме только одна система шин и минимальный набор оборудования, это решение дешево и обеспечивает малую надежность. При отказе шин и во время обслуживания происходит полное отключение подстанции. Для увеличения надежности должна быть добавлена еще одна система шин.

#### Схема с двойной системой шин

Более сложная схема с двумя системами шин обеспечивает большую гибкость и надежность при эксплуатации подстанции (рис. 3.1-5). По этой причине такая схема применяется для узловых подстанций энергосистемы. Контролировать перетоки мощности возможно при использовании систем шин независимо друг от друга и переключением присоединений с одной системы шин на другую. Так как шинные разъединители не могут отключать токи нагрузки, происходит кратковременный перерыв в подаче мощности.

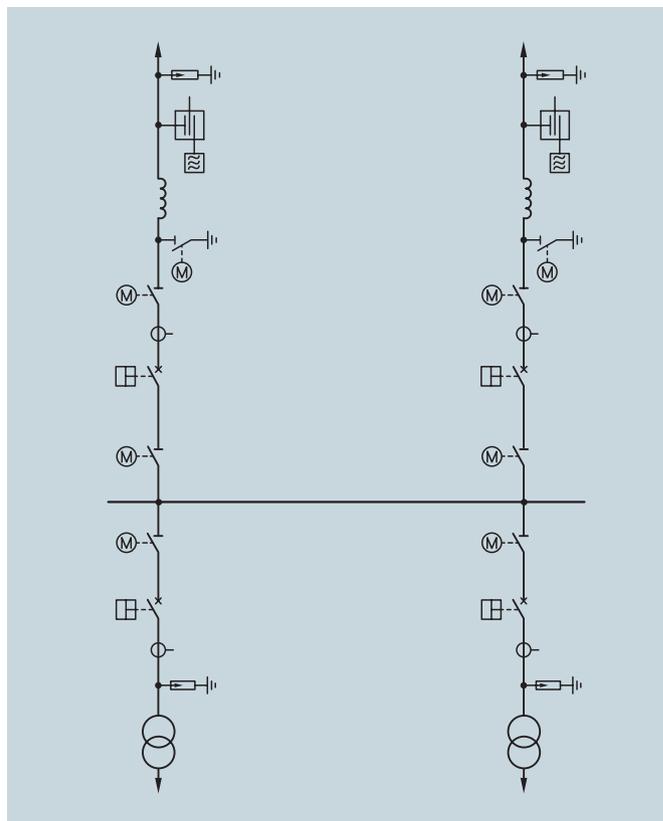


Рис. 3.1-4: Схема «мостик»

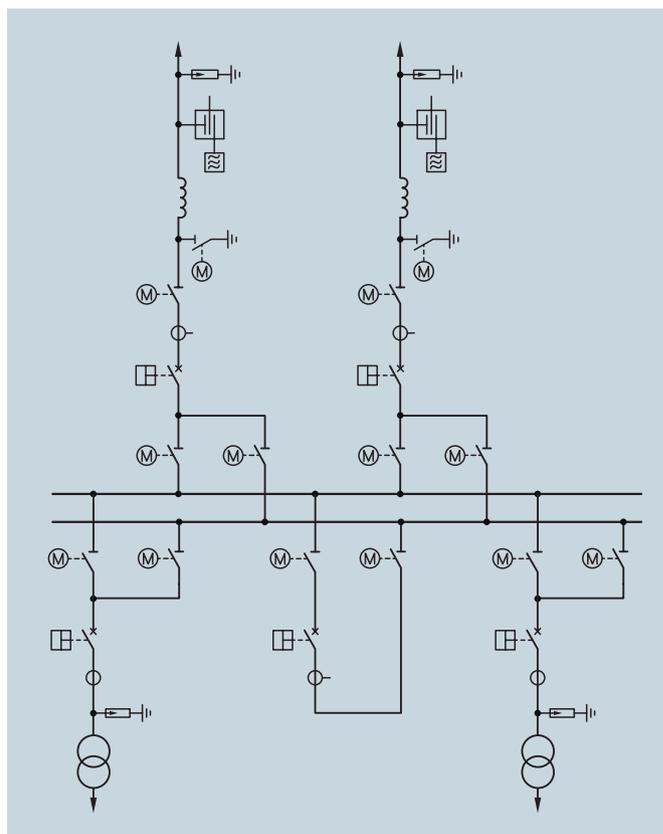


Рис. 3.1-5: Двойная система шин

### Схема с развилкой выключателей

Для того, чтобы иметь возможность переключения между системами шин без отключения, необходимо два выключателя на присоединение. Это наиболее дорогое решение, которое применяется для самых важных присоединений (рис. 3.1-6).

### «Полуторная» схема

«Полуторная» схема является компромиссом между схемами с двумя выключателями и с двойной системой шин. Эта схема повышает надежность и гибкость, т.к. даже в случае полного погасания шины не происходит перерыва в питании присоединений (рис. 3.1-7).

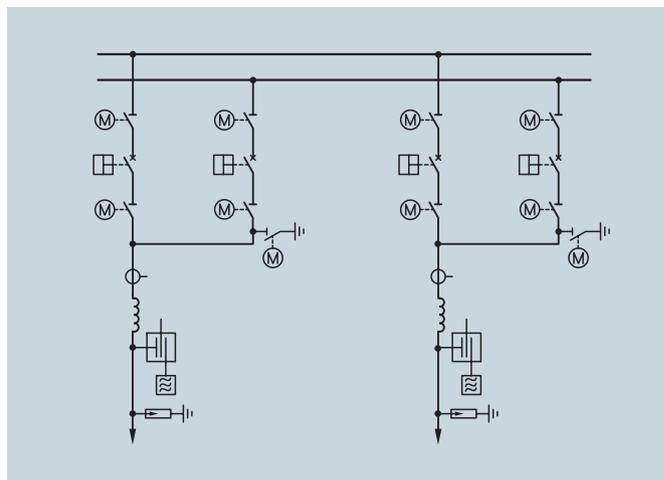


Рис. 3.1-6: Развилка выключателей

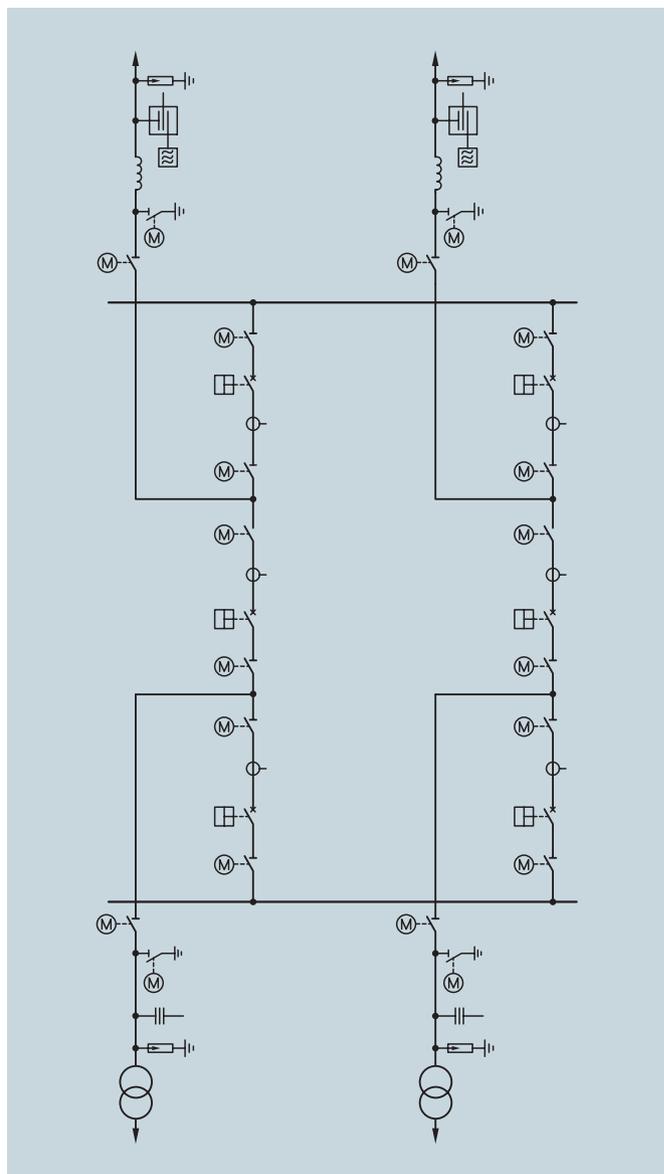


Рис. 3.1-7: «Полуторная» схема

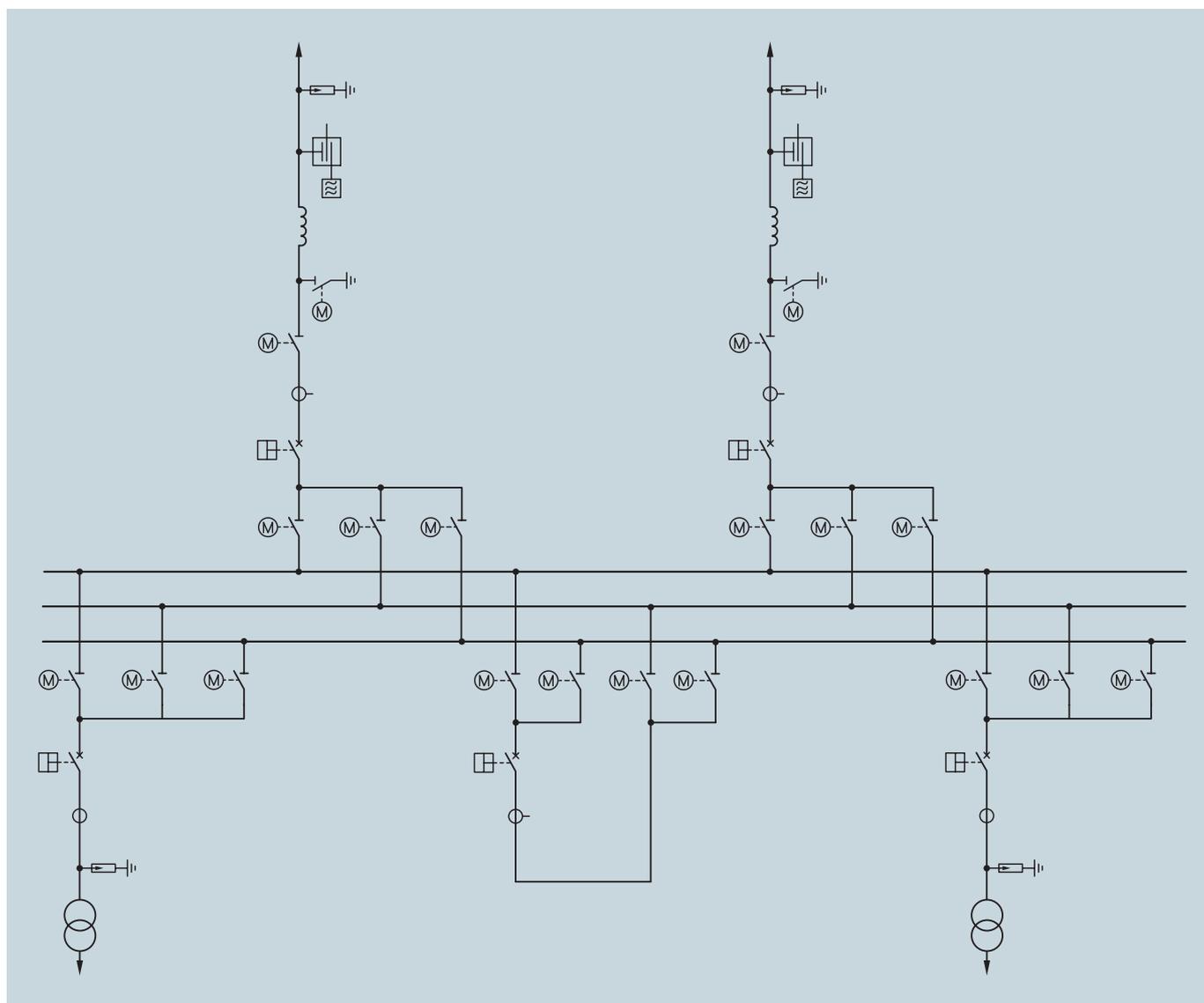


Рис. 3.1-8: Тройная система шин

### Схема с тройной системой шин

Такая схема применяется для важных узлов энергосистемы на высоких напряжениях. Эта схема обычно применяется в Германии на напряжении 380 кВ. (рис. 3.1-8).

### 3.1.4 Открытые распределительные устройства

В открытых распределительных устройствах (ОРУ) все части, находящиеся под напряжением, не имеют другой изоляции, кроме воздуха, и не закрыты. По этой причине ОРУ всегда огорожены. Доступ в ОРУ имеет только оперативный персонал. Необходимо соблюдать национальные и международные требования, которые применяются для ОРУ. В Европе применяется стандарт IEC 61936. Координация изоляции, в том числе минимальные расстояния между фазами и между фазой и землей определяются по IEC 60071.

Открытые распределительные устройства подвергаются воздействию факторов внешней среды. Соответственно, они должны быть спроектированы с учетом условий окружающей среды. В настоящее время не существует общего международного стандарта, описывающего ОРУ. Компания Сименс разрабатывает ОРУ в соответствии со стандартами IEC, национальными стандартами и требованиями заказчика. В стандарте IEC 61936-1 "Электроустановки с напряжением выше 1 кВ" приведены типовые меры защиты и нагрузки, которые необходимо учитывать для ОРУ.

#### Меры защиты

Меры защиты можно разделить на меры защиты персонала и меры обеспечения работоспособности подстанции.

- Меры защиты персонала
  - Меры по защите от прямого прикосновения путем ограничения доступа, закрытия токоведущих частей, создания существенного расстояния, расположенных соответствующим образом защитных устройств и т.д.
  - Меры по защите от непрямого прикосновения путем создания заземления по IEC 61936, DIN VDE 0101 или иному стандарту
  - Меры по защите при работе с оборудованием, т.е с соблюдением требований DIN EN 50110 (VDE 0105) при проектировании)
- Меры обеспечения работоспособности подстанции
  - Меры защиты при эксплуатации, например, применение блокировочных устройств
  - Меры защиты от перенапряжения и молниезащита
  - Меры защиты от пожара, воды и, если необходимо, шума
- Нагрузки
  - Электрические нагрузки, например, номинальные токи, токи короткого замыкания, соответствующие длины пути утечки и изоляционные расстояния
  - Механические нагрузки (нормальные) – вес, статические и динамические нагрузки, обледенение, ветер
  - Механические нагрузки (особые) – вес и постоянные нагрузки в сочетании с максимальными нагрузками при переключениях или от токов короткого замыкания и т.п.
  - Особые нагрузки, возникающие при установке электрооборудования на высоте более 1000 м над уровнем моря и при землетрясениях

#### Параметры, влияющие на ОРУ

Исполнение РУ существенно зависит от:

- Минимальных изоляционных расстояний между различными устройствами под напряжением и между устройствами под напряжением и землей (зависят от номинального напряжения)
- Номинальных токов и токов короткого замыкания
- Подготовки оперативного персонала
- Ремонтопригодность, резервируемость
- Доступность площадки и топография
- Тип и способ установки шинных разъединителей

При проектировании ПС определяется ее доступность и подготовка оперативного персонала. Для этого необходимо тесное взаимодействие с эксплуатирующей организацией. Применяется следующий принцип: доступность увеличивает количество шин. В то же время, как правило, степень подготовки персонала ее снижает. Подстанции с одной системой шин требуют минимума вложений, при этом они предлагают ограниченную гибкость в эксплуатации и при обслуживании. Применение «полупорной» схемы обеспечивает высокую резервируемость, но при этом требует больших вложений.

Схемы со вспомогательными или обходными шинами доказали свою экономичность. Обходной выключатель позволяет заменить собой любой из выключателей присоединений без перерыва в энергоснабжении. Для шин и ВЛ как правило применяются алюминиевые провода. Расщепление фаз применяется при больших номинальных токах. Из-за дополнительных усилий от короткого замыкания, возникающих между проводами расщепленной фазы, провода расщепленной фазы вызывают повышенные механические нагрузки в точках крепления. При применении расщепленной фазы растут так же нагрузки при пляске проводов и обрыве провода. Это в свою очередь приводит к повышенным механическим нагрузкам на аппараты РУ. Эти воздействия могут быть рассчитаны методом конечных элементов (рис. 3.1-9).

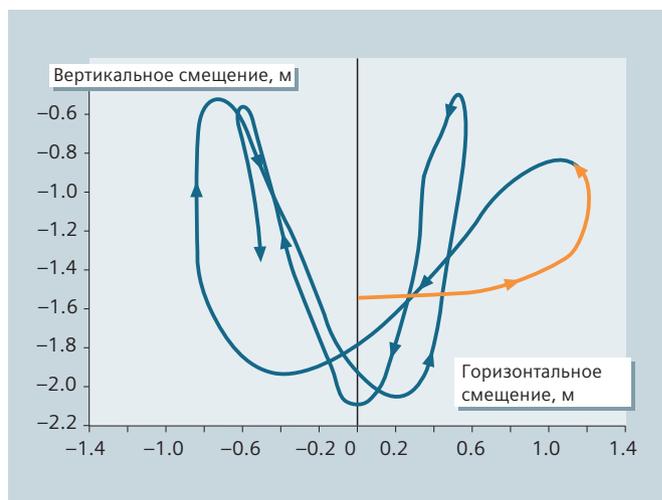


Рис. 3.1-9: Отклонение проводов при КЗ, рассчитанное методом конечных элементов

# Распределительные устройства и подстанции

## 3.1 Высоковольтные подстанции

### CAE/CAD-системы

При проектировании ОРУ учитывается множество факторов. В современных условиях CAE-программы с поддержкой баз данных применяются при проектировании ПС. База данных ускоряет процесс проектирования за счет применения разработанных ранее решений и повышает качество (рис. 3.1-10).

### Проектирование ОРУ

При больших номинальных токах и токах КЗ вместо проводов для шин и присоединений применяются алюминиевые трубы. Они могут проводить номинальный ток до 8000 А и выдерживать токи КЗ до 80 кА. Другими факторами, учитываемыми при проектировании является доступность площадки, расположение площадки, доступность и расположение подходящих и отходящих ВЛ, а так же количество трансформаторов и уровни напряжения. Решение с одной или двумя линиями или с U-образной системой шин может быть подходящим. Таким образом, каждое РУ, особенно РУ повышающих ПС соединяющих электростанции с подстанциями высокого напряжения электросистемы, уникально в зависимости от местных условий. Распределительные подстанции среднего и низкого напряжения, использующие типовое оборудование и имеющие одну входящую и одну отходящую линии, а так же два трансформатора и РУ среднего напряжения и вспомогательное оборудование, как правило, строятся по типовому проекту.

### Предпочтительные решения

Среди возможных вариантов схемы ПС имеются предпочтительные, которые часто зависят от типа и способа установки шинных разъединителей.

### Схема «мостик»

Схема «мостик» часто применяется для питания промышленных потребителей. Две ВЛ присоединены к двум трансформаторам и соединены между собой перемычкой. Таким образом, каждое присоединение может быть выведено в ремонт без отключения остальных присоединений (рис. 3.1-11, 3.1-12, 3.1-13, 3.1-14).

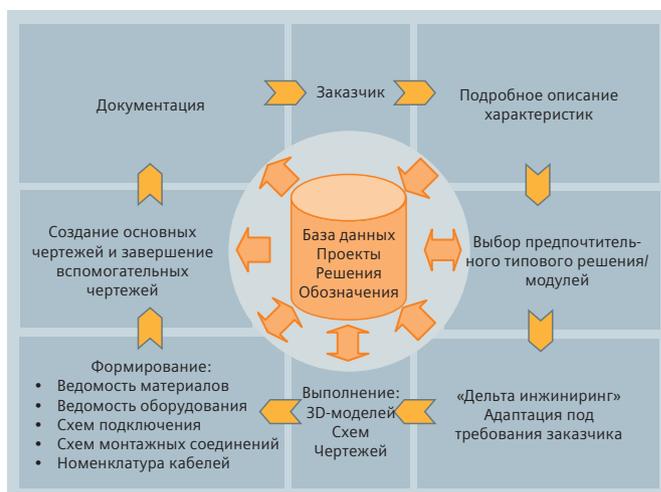


Рис. 3.1-10: Инжиниринг с применением баз данных

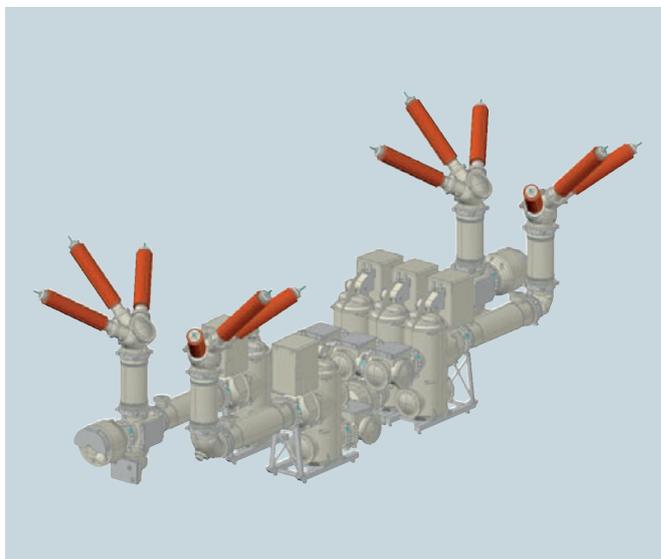


Рис. 3.1-11: Схема «мостик» на базе КРУЭ 123 кВ

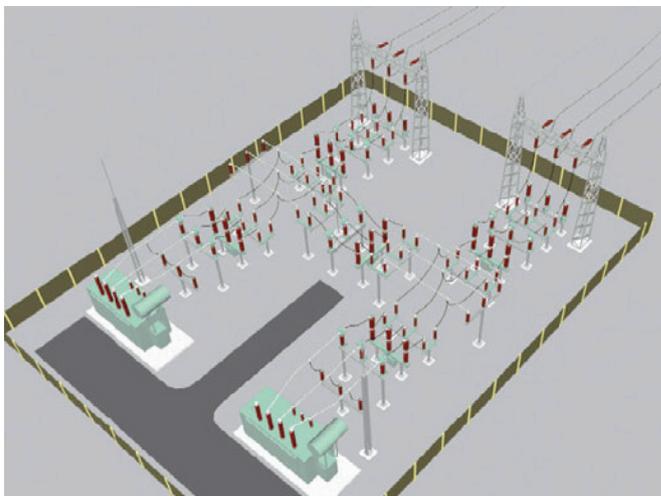


Рис. 3.1-12: Схема «мостик» на базе традиционного ОРУ 110 кВ

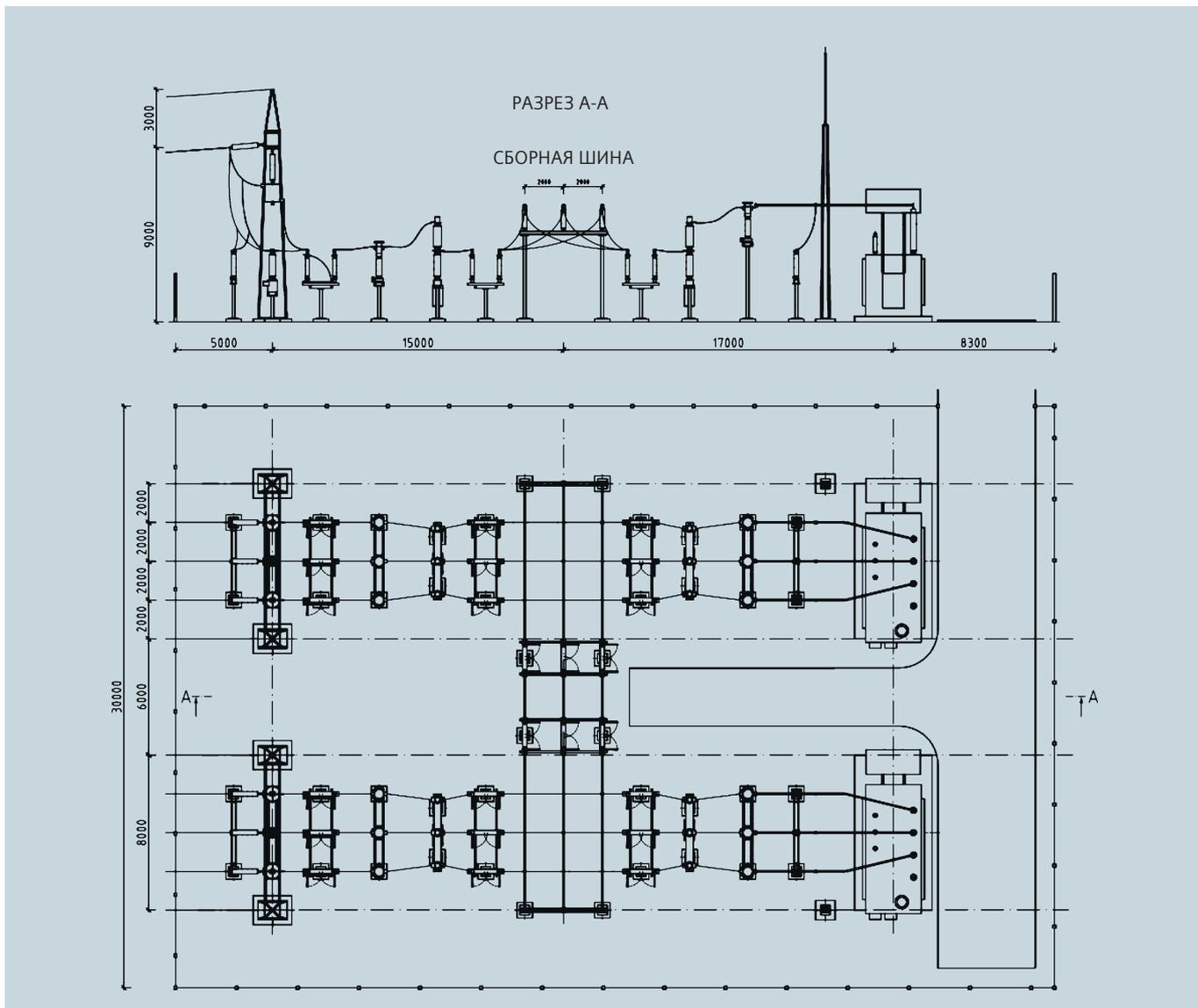


Рис. 3.1-13: План РУ 110 кВ по схеме «мостик»



Рис. 3.1-14: РУ 110 кВ по схеме «мостик», Германия

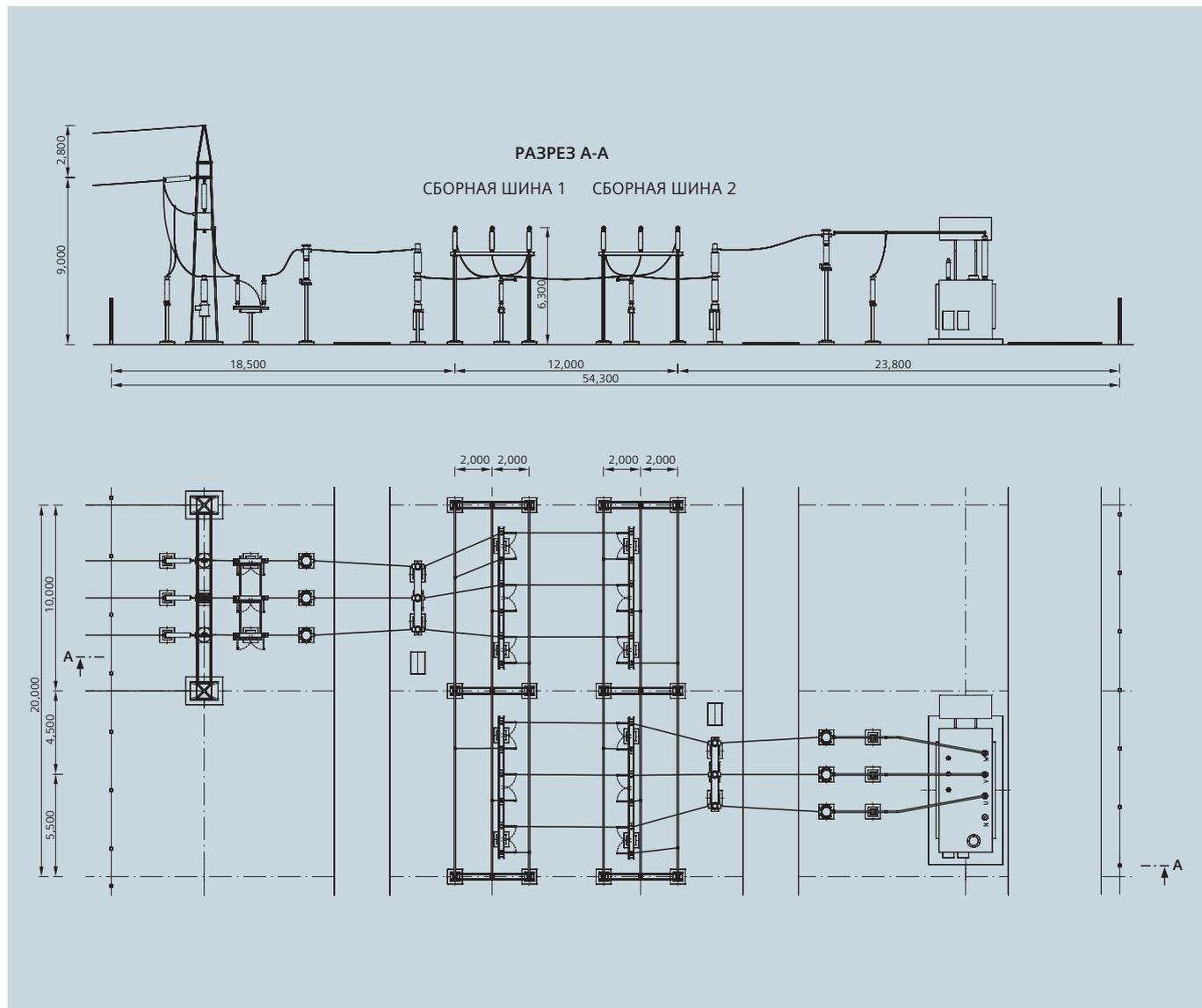


Рис. 3.1-15: Продольное расположение оборудования, РУ 110 кВ

Продольное расположение разъединителей с применением горизонтально-поворотных разъединителей, применяется для ПС 110 и 220 кВ.

Шинные разъединители установлены один позади другого и параллельно продольной оси сборных шин. Такое решение применяется как с гибкими, так и с жесткими шинами. При применении жестких шин портал требуются только для ВЛ. При таком решении требуется размещение ошиновки только на двух уровнях, таким образом обеспечивается наглядность. Ширина ячейки довольно велика (параллельное расположение разъединителей), но длина – мала (рис. 3.1-15, 3.1-16).



Рис. 3.1-16: Продольное расположение оборудования, РУ 110 кВ, Германия

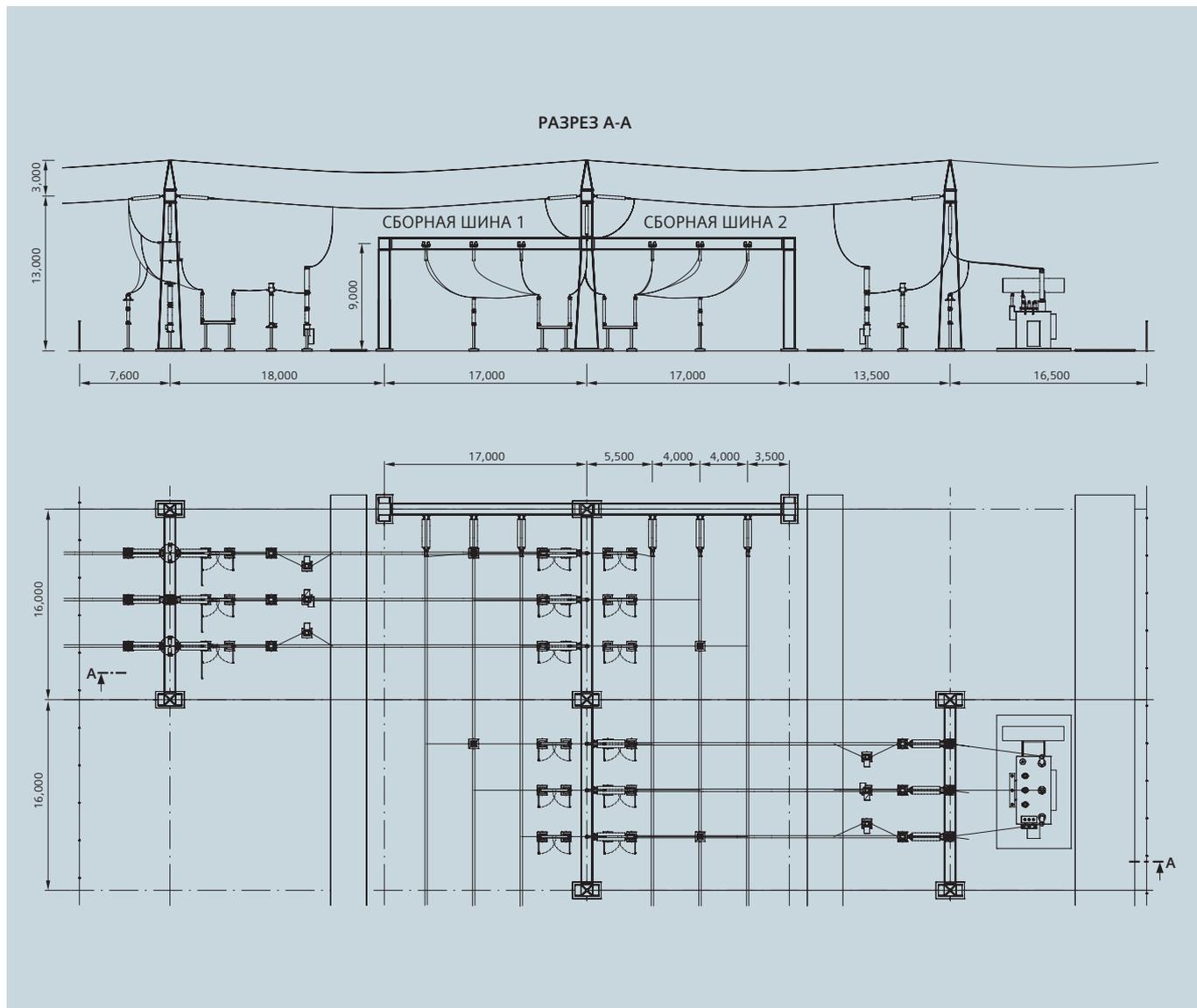


Рис. 3.1-17: Центральное расположение оборудования, РУ 220 кВ

Центральное (классическое) расположение разъединителей с применением горизонтально-поворотных разъединителей, применяется, как правило, для ПС 245 кВ

Шинные разъединители расположены параллельно друг другу и параллельно продольной оси присоединения. Как правило применяется гибкая ошиновка, расположенная сверху, но применение жестких шин так же возможно. Такое расположение позволяет легко пройти ошиновкой над выключателями и уменьшить ширину ячейке по сравнению с продольным расположением. При размещении ошиновки на трех уровнях схема довольно наглядна, однако, стоимость порталов довольно высока (рис. 3.1-17, 3.1-18).



Рис. 3.1-18: Центральное расположение оборудования, РУ 220 кВ, Египет

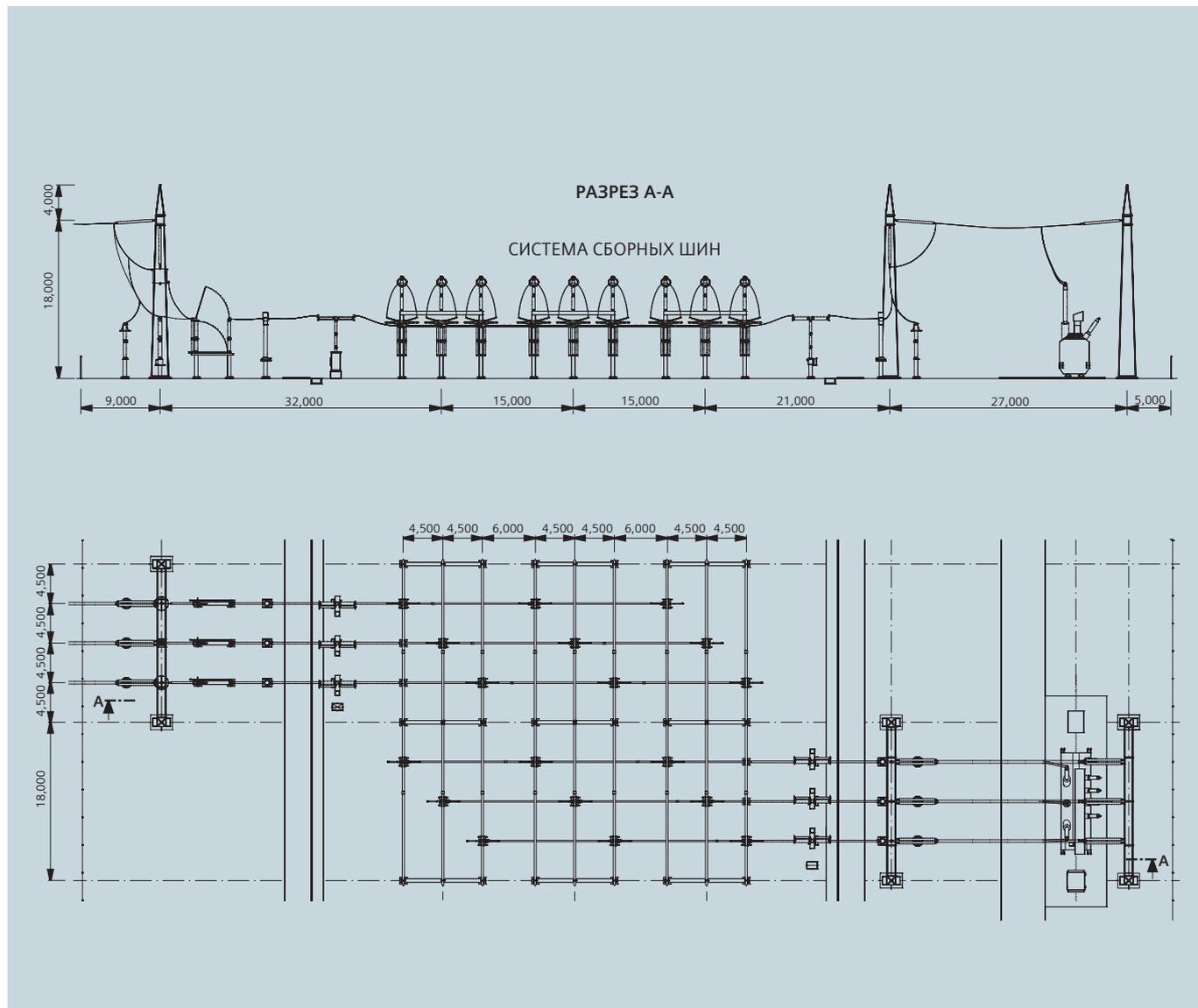


Рис. 3.1-19: Диагональное расположение оборудования, РУ 380 кВ

Диагональное расположение разъединителей с применением пантографных разъединителей, применяется для ПС 110-420 кВ. Пантографные разъединители расположены по диагонали к оси шин и присоединения. Это самое наглядное и экономичное по площади расположение. Возможно применение как гибких, так и жестких шин. Шина может быть расположена над или под проводами присоединения. (рис. 3.1-19, 3.1-20).



Рис. 3.1-20: Диагональное расположение шинных разъединителей, РУ 380 кВ, Германия

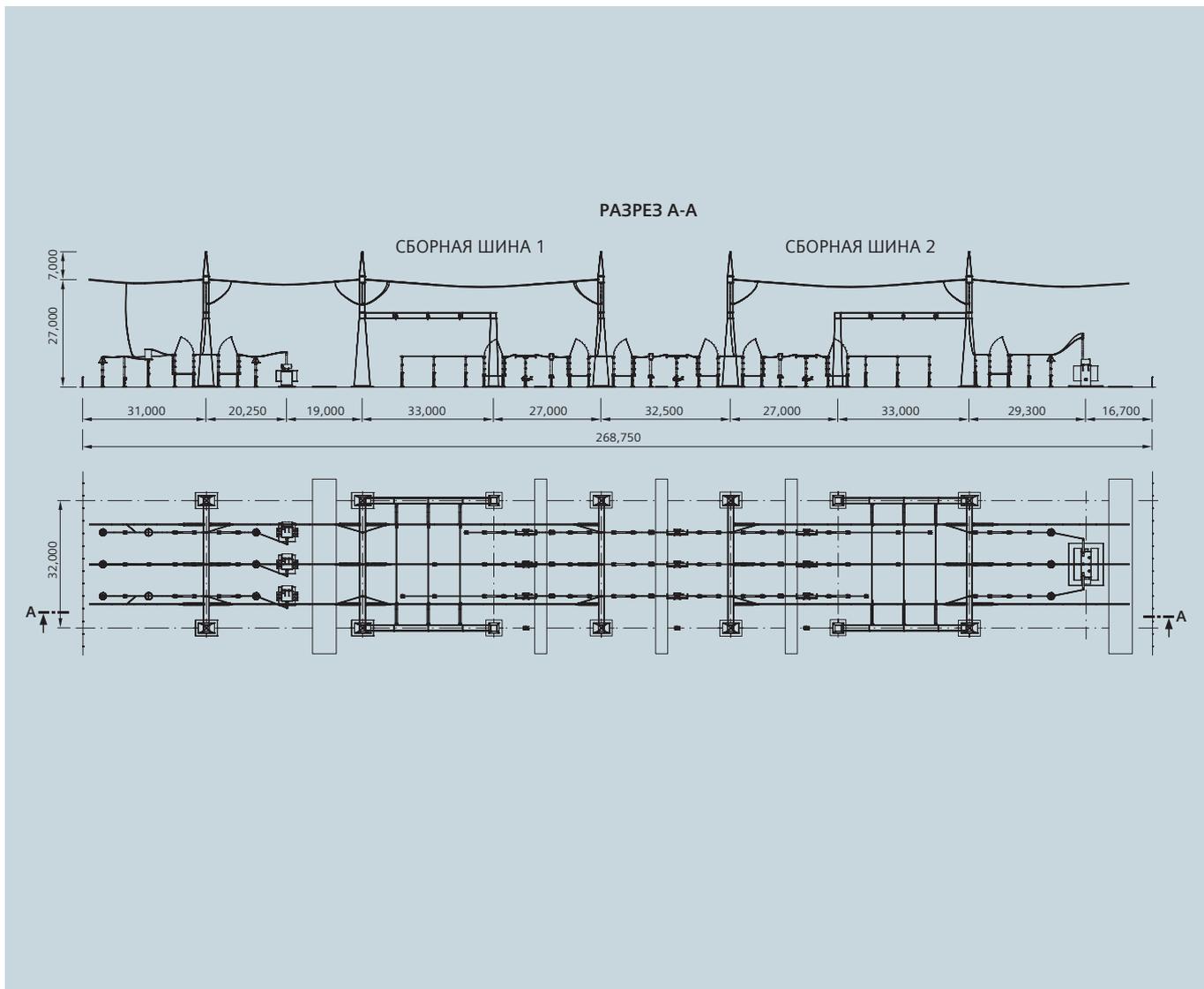


Рис. 3.1-21: План РУ 500 кВ, «полуторная» схема

«Полуторная» схема, применяется для ПС 220-800 кВ. Применение полуторной схемы обеспечивает высокую надежность электроснабжения. Однако, для этого требуется большое количество оборудования. Шинные разъединители могут быть вертикально-рубящего, горизонтально-поворотного или пантографного типа. Вертикально-рубящие разъединители предпочтительнее использовать для присоединений. Шины, расположенные сверху, могут быть как гибкими, так и жесткими. Возможны два варианта расположения:

- Шины с внутренней стороны, присоединения в Н-образном расположении при расположении проводов на двух уровнях
- Шины с наружной стороны, присоединения расположены в линию при расположении проводов на трех уровнях (рис. 3.1-21, 3.1-22, 3.1-23, 3.1-24)



Рис. 3.1-22: РУ 500 кВ, полуторная схема, Пакистан

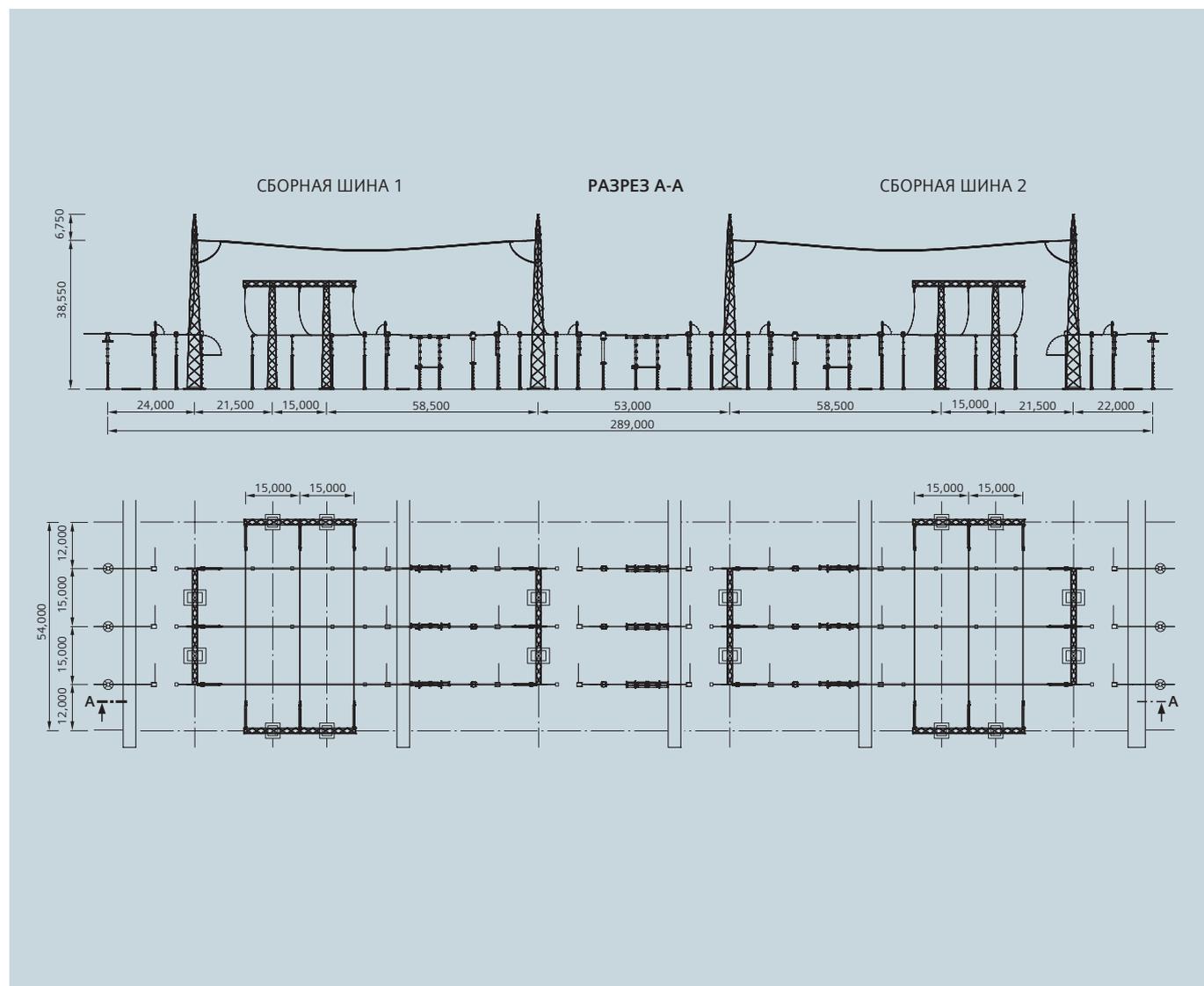


Рис. 3.1-23: План РУ 800 кВ, «полуторная» схема



Рис. 3.1-24: РУ 800 кВ, полуторная схема, Индия

### 3.1.5 Смешанные решения (компактные/гибридные решения)

При нехватке площади, сетевые компании ориентированы на ОРУ, занимающие мало места, особенно в регионах, где распространены ПС с трансформаторами небольшой мощности и для промышленных потребителей. Для ПС с номинальным напряжением от 72.5 до 170 кВ Siemens Energy предлагает два различных версии РУ для надежного электроснабжения.

- SIMOBREAKER, РУ открытой установки с горизонтально-поворотным разъединителем
- SIMOVER, РУ открытой установки с выдвигающимся выключателем
- HIS, высокоинтегрированные РУ
- DTC, компактные коммутационные модули

#### SIMOBREAKER – РУ с горизонтально-поворотным разъединителем

SIMOBREAKER основан на использовании горизонтально-поворотного разъединителя, который обеспечивает соединение между выключателем и трансформатором. Так как в составе SIMOBREAKER имеются выключатель, разъединитель и измерительный трансформатор, нет необходимости в сложных соединениях гибкими или жесткими шинами, отдельных фундаментах, стальных конструкциях или присоединениях к заземляющему устройству для каждого аппарата. Это означает, что сетевая компания получает стандартизированное устройство от одного производителя и не имеет необходимости закупать дополнительные компоненты. Работа по координации заметно уменьшена, а проблема взаимодействия оборудования даже не возникает.

SIMOBREAKER так же может быть использован для закрытых РУ (ЗРУ). Установка внутри здания обеспечивает защиту от воздействия погодных и климатических факторов. Это может быть существенным преимуществом, особенно в регионах с тяжелыми климатическими условиями, а так же для электроустановок предприятий, где есть высокая степень загрязнения атмосферы (рис. 3.1-25, 3.1-26).



Рис. 3.1-25: Модуль SIMOBREAKER

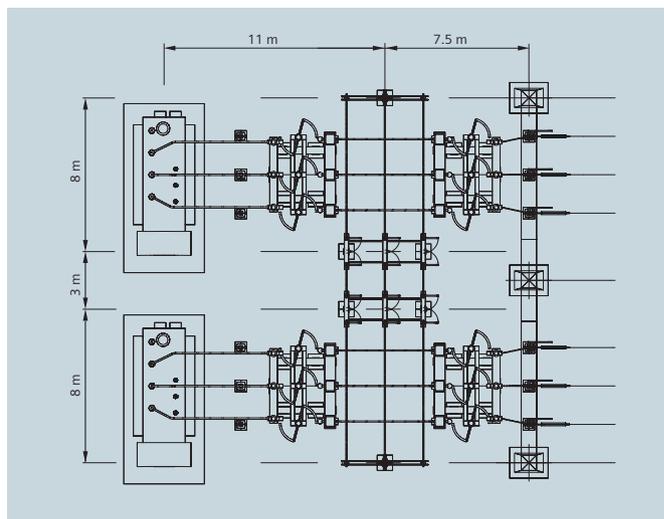


Рис. 3.1-26: Модуль SIMOBREAKER (схематично)

### SIMOVER – РУ с выдвигающимся выключателем

Компактное РУ SIMOVER, особенно хорошо подходящее для ПС с одной системой шин, имеет выдвигающийся выключатель. Оно превосходно подходит для использования на маленьких ПС таких как ветровые электростанции или любой завод, где площадь ограничена. В SIMOVER встроены все аппараты ячейки распределительного устройства. Не требуются шины или разъединители для присоединений. Соединения выполняются просто, а коммутационное положение всегда очевидно. Технология привода себя зарекомендовала, привод находится в защищенном корпусе. Поставка производится в виде узлов, что уменьшает время установки. В SIMOVER все аппараты ячейки РУ установлены в одном устройстве с учетом изоляционных расстояний. Измерительные трансформаторы и шкаф управления входят в состав модуля.

В составе SIMOVER применены испытанные компоненты, это обеспечивает высокую надежность. Благодаря экономии на разъединителе, установке измерительных трансформаторов и шкафу местного управления, затраты на внедрение значительно снижены. Все компоненты, необходимые для полноценного функционирования выдвигающегося выключателя поставляются из одного источника, при этом заказчику не нужно ничего допоставлять, работа по координации существенно упрощена, а проблемы взаимодействия не возникают (рис. 3.1-27, 3.1-28).

3

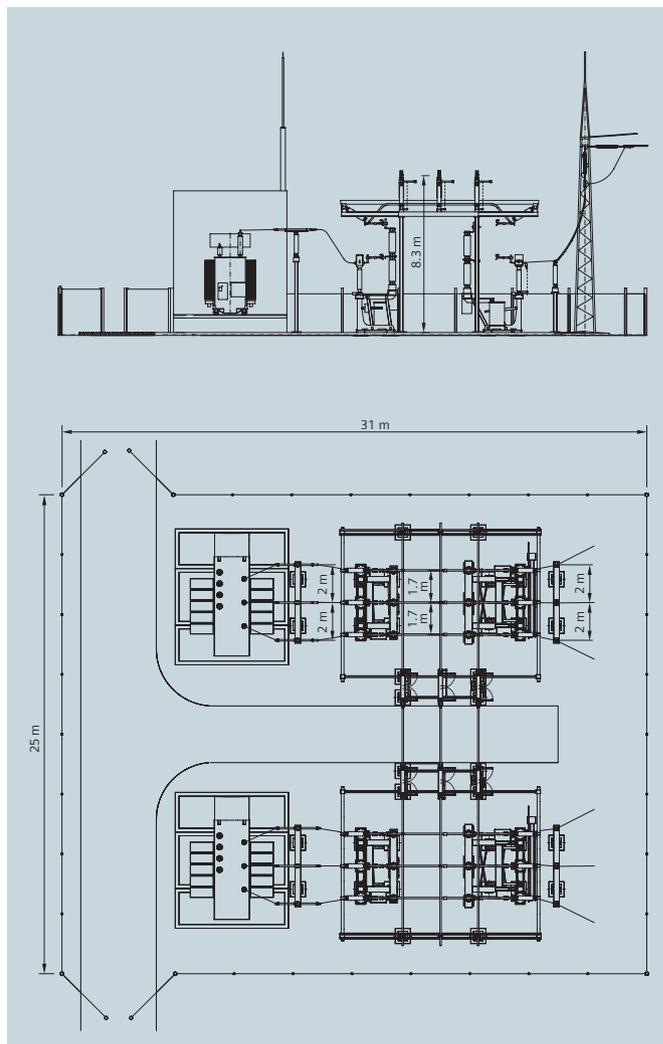


Рис. 3.1-27: Схема «мостик» на модулях SIMOVER (схематично)



Рис. 3.1-28: Схема «мостик» на модулях SIMOVER, РУ 145 кВ, Чехия

### Компактные коммутационные модули (DTC)

Еще одним компактным решением для напряжения 145 и 245 кВ является DTC. В его состав входят баковый выключатель и модули разъединителей КРУЭ (рис. 3.1-29, 3.1-30). Более подробная информация представлена в разделе 4.1.4.

### Высокоинтегрированные РУ (HIS)

Высокоинтегрированные РУ, рис. 3.1-31 и 3.1-32, совмещают в себе достоинства открытого РУ и КРУЭ. Эти РУ применяются для напряжений до 550 кВ. В особенности они предназначены для:

- новых ПС на ограниченной площади
- мест, где велика стоимость земли
- мест с тяжелыми условиями среды
- мест, где дорого обслуживание

Высокоинтегрированные РУ в основном применяются для реконструируемых или расширяемых ОРУ или ЗРУ, особенно в том случае, если сетевая компания хочет провести реконструкцию или расширение не выводя ПС из работы. При новом строительстве высокие цены на землю и сложность процедур по согласованию означают, что площадь ПС является основным фактором, влияющим на стоимость. В высокоинтегрированные РУ выключатели, разъединители и заземлители, измерительные трансформаторы находятся в герметичном корпусе, что делает РУ очень компактным.



Рис. 3.1-29: Компактный коммутационный модуль DTC

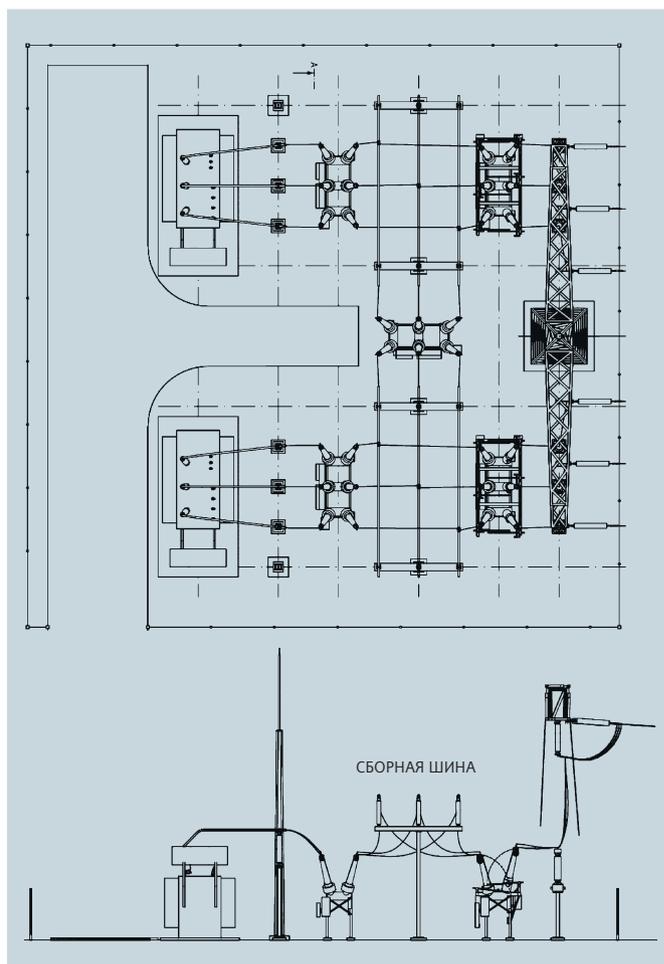


Рис. 3.1-30: Решение на базе DTC (схематично)

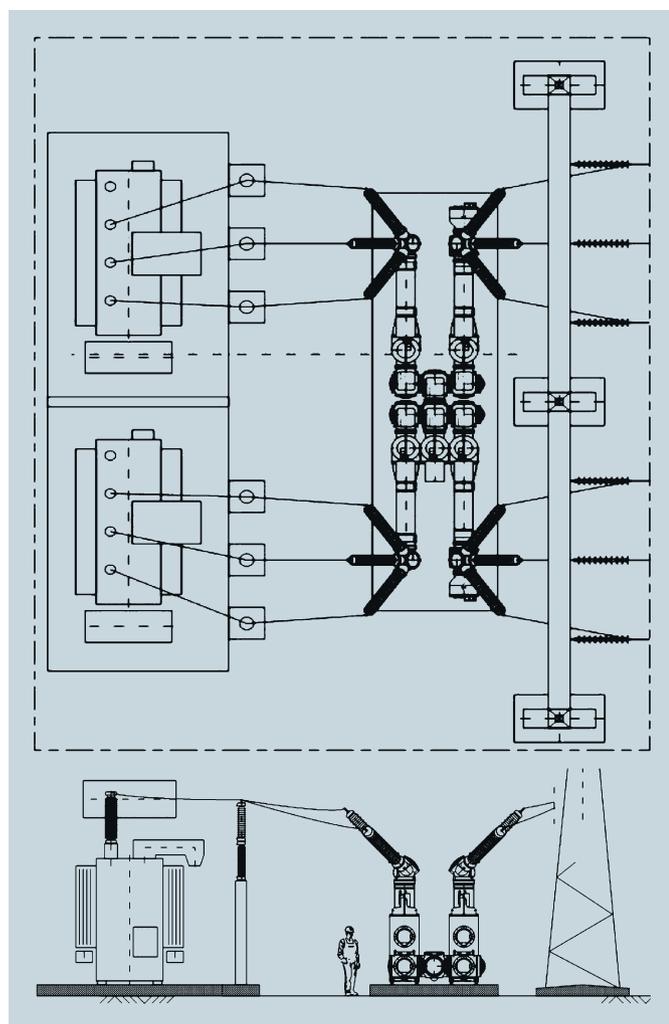


Рис. 3.1-31: Схема «мостик» на базе КРУЭ открытой установки

### Принципы проектирования

При проектировании ОРУ в расчет принимаются следующие требования:

- Высокая надежность
  - Надежность при работе под нормальными и повышенными нагрузками
  - Защита от перенапряжений и молниезащита
  - Защита от перенапряжений непосредственно на оборудовании (трансформаторы, высоковольтные кабели и т.д.)
- Наглядность и доступность
  - Наглядность РУ и малое количество уровней ошиновки
  - Легкая доступность (оборудование не расположено так, что до него нельзя добраться)
  - Соответствующие изоляционные расстояния для установки, обслуживания и транспортировки оборудования
  - Внутриплощадочные дороги соответствующего размера
- Архитектурные решения
  - Наименьшее возможное количество ВЛ
  - Незаметные стальные конструкции
  - Жесткая ошиновка вместо гибкой
  - Минимальный уровень шума и помех
  - Заземляющее устройство для ЭМС современных устройств управления и защиты
- Пожарная безопасность и защита окружающей среды
  - Соблюдение мер пожарной безопасности и применение негорючих и неподдерживающих горение материалов
  - Применение безвредных для окружающей среды технологий и материалов.

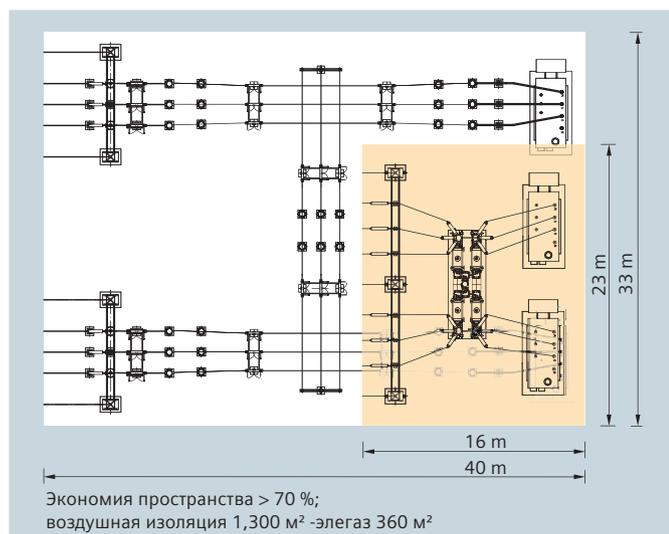


Рис. 3.1-32: Применение высокоинтегрированного решения при реконструкции ПС

### 3.1.6 КРУЭ для подстанций

#### Характеристики КРУЭ

Концепт КРУЭ производства компании Сименс подтверждает свои качества с 1968 года – по всему миру установлено более 29 000 ячеек (табл. 3.1-1). Никакой другой тип РУ не может сравниться с КРУЭ, т.к. оно предлагает следующие выдающиеся преимущества:

- Минимальная требуемая площадь:  
В местах, где доступность земли мала и/или велики цены на землю, например, в промышленных центрах и агломерациях, гористой местности с узкими долинами или на подземных ПС КРУЭ заменяет традиционные РУ благодаря очень малым требованиям по площади.
- Полная защита от контакта с частями РУ под напряжением:  
Металлический корпус обеспечивает максимальную безопасность персонала при работе с КРУЭ в нормальном и аварийном режиме.
- Защита от загрязнения:  
Металлический корпус полностью защищает внутренность РУ от воздействия факторов внешней среды таких как соляной туман, солевые отложения в прибрежных регионах, промышленные испарения и осадки, пыльные бури.
- Свободный выбор места установки:  
Малая занимаемая КРУЭ площадь снижает объем работ по землеустройству и фундаментам, например, в районах с вечномерзлыми грунтами. Другим преимуществом является быстрая установка на месте и ввод в эксплуатацию. Это возможно благодаря малому времени установки и использованию модулей и ячеек, поставляемых в состоянии заводской готовности.
- Защита окружающей среды:  
Необходимость в защите окружающей среды часто делает сложной установку традиционного ОРУ. Как правило, КРУЭ может быть изготовлено таким образом, чтобы хорошо вписаться в окружение. Благодаря модульному исполнению, КРУЭ весьма гибко и выполняет любые требования по конфигурации.

Каждая ячейка выключателя содержит полный набор разъединителей и заземлителей (обычных и с включающей способностью), измерительных трансформаторов, устройств управления и защиты, а так же устройств блокировки и мониторинга, применяемых для КРУЭ.

Кроме традиционных ячеек выключателей, могут быть поставлены ячейки других типов, таких как: ячейка одиночной системы шин, ячейка одиночной системы шин с обходной, шиносоединительный выключатели, ячейки для двойной и тройной систем шин.

#### Линейка КРУЭ для подстанций

Компания Сименс выпускает КРУЭ с номинальным напряжением от 72,5 до 800 кВ. В основную продуктовую линейку входят КРУЭ с номинальным напряжением до 550 кВ (табл. 3.1-2). Кроме того, в 2014 году продуктовая линейка расширилась за счет КРУЭ постоянного тока с номинальным напряжением  $\pm 320$  кВ (см. раздел 2.2.5).

Разработка этого РУ была основана на двух принципах: соответствие высоким техническим требованиям к высоковольтным РУ и обеспечение максимальной выгоды заказчика.

Более чем 45 лет опыта с элегазовыми распредустройствами	
1960	Начало фундаментальных исследований в изучении и развитии SF6 технологии
1964	Появление первого SF6 выключателя
1968	Появление первого элегазового РУ (РУЭ)
1974	Появление первого элегазовой линии (420 кВ)
1997	Представление интеллектуальной ячейки с интегрированным управлением, мониторингом и диагностикой
1999	Представление нового поколения РУЭ: Дугогасительная камера с автокомпрессией и механизмом с пружинным приводом
2000	Представление перспективной концепции распредустройства HIS (Распредустройство высокой степени интеграции) для расширения, модернизации и новых компактных подстанций с воздушной изоляцией.
2005	Первое РУЭ с высокой коммутационной стойкостью (класс E2)
2009	Новое поколение изоляторов с литой изоляцией для РУЭ
2010	Новое РУЭ 420 кВ/80кА -мощное и компактное
2011	Новое РУЭ 170 кВ/80кА -мощное и компактное
2011	Новое РУЭ 420 кВ/63кА -мощное и компактное

Таблица. 3.1-1: Опыт компании Сименс в области КРУЭ

Достижение этой цели стало возможно только благодаря при- ведение всех процессов в соответствие с системой управления качеством, которая была внедрена и сертифицирована по EN 29001 / DIN EN ISO 9001.

Производимые компанией Сименс КРУЭ соответствуют всем требованиям к эксплуатации, качеству и надежности, в том числе:

- Компактное и легкое исполнение:  
Малые размеры здания и низкие нагрузки на пол, широкие возможности по использованию пространства и малая площадь, занимаемая КРУЭ.
- Безопасный корпус:  
Выдающийся уровень безопасности, основанный на новых методах изготовления и оптимизации корпуса КРУЭ.
- Экологическая безопасность:  
Отсутствие ограничений по выбору площадки благодаря малой занимаемой площади; крайне низкий уровень шума и ЭМ-помех, а так же эффективная система герметизации (утечка элегаза <0,1% в год из одного газового объема). Современный пружинный привод выключателя, доступный для всех КРУЭ типа 8D – отсутствие необходимости применения гидравлического масла.



Рис. 3.1-33: КРУЭ типа 8DN8 с номинальным напряжением 110 кВ

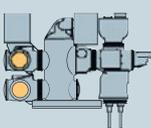
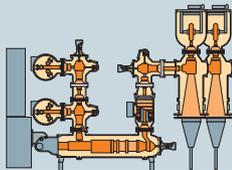
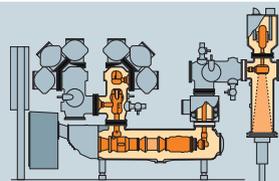
			
Тип распределительного устройства	8DN8	8DN9	8DQ1
Номинальное напряжение (кВ)	до 170	до 245	до 420/550
Испытательное напряжение промышленной частоты (кВ)	до 325	до 460	до 650/740
Испытательное напряжение грозового импульса (кВ)	до 750	до 1 050	до 1 425/1 800
Испытательное напряжение коммутационного импульса (кВ)	-	до 850	до 1 050/1 250
Номинальный ток, сборная шина (А)	до 4 000	до 4 000	до 6 300
Номинальный ток, фидер (А)	до 4 000	до 4 000	до 5 000
Ток отключения короткого замыкания (кА)	до 63	до 50	до 63
Ток термической стойкости (кА)	до 63	до 50	до 63
Ток электродинамической стойкости (кА)	до 170	до 135	до 170
Инспекция (лет)	>25	>25	>25
Ширина ячейки(мм)	650/800/1 000	1 500	2 200/3 600
Параметры в соответствии с МЭК, другие параметры по запросу			

Таблица. 3.1-2: Основная продуктовая ячейка КРУЭ

- Экономичная транспортировка:  
Упрощенная и более дешевая транспортировка благодаря малому количеству перевозимых устройств
- Низкие эксплуатационные расходы:  
КРУЭ практически не требует обслуживания – контакты выключателей и разъединителей имеют высокую стойкость к износу, привод выключателя не требует смазывания на всем сроке службы, корпус КРУЭ не подвержен коррозии. Это обеспечивает необходимость первой проверки только через 25 лет после ввода в эксплуатацию.
- Высокая надежность:  
Продолжительный опыт компании Сименс в проектировании, изготовлении и вводе КРУЭ в эксплуатацию. Более 330 000 часов наработки у более, чем 29 000 ячеек КРУЭ по всему миру являются доказательством того, что продукты компании Сименс имеют высокую надежность. Время между существенными отказами для одной ячейки составляет 950 лет. Система управления качеством, сертифицированная по ISO 9001, которая поддерживается высококвалифицированными сотрудникам, гарантирует высокое качество на всем производственном процессе. Наши службы оказывают всестороннюю поддержку на всех этапах – с самого начала, во время эксплуатации КРУЭ и до его переработки (рис. 3.1-34).
- Простая установка и ввод в эксплуатацию:  
Транспортные единицы полностью собраны и испытаны на заводе, а так же заполнены элегазом при пониженном давлении. Пронумерованные кабельные присоединения позволяют свести время установки к минимуму и сократить риск неправильных подключений.
- Заводские испытания:  
Все измерения автоматически документируются и сохраняются в электронной информационной системе, что позволяет быстро найти результаты измерений, произведенных в любое время.

КРУЭ в трехфазном исполнении типа 8DN8 с номинальным напряжением до 170 кВ позволяет получить компоненты малого размера.

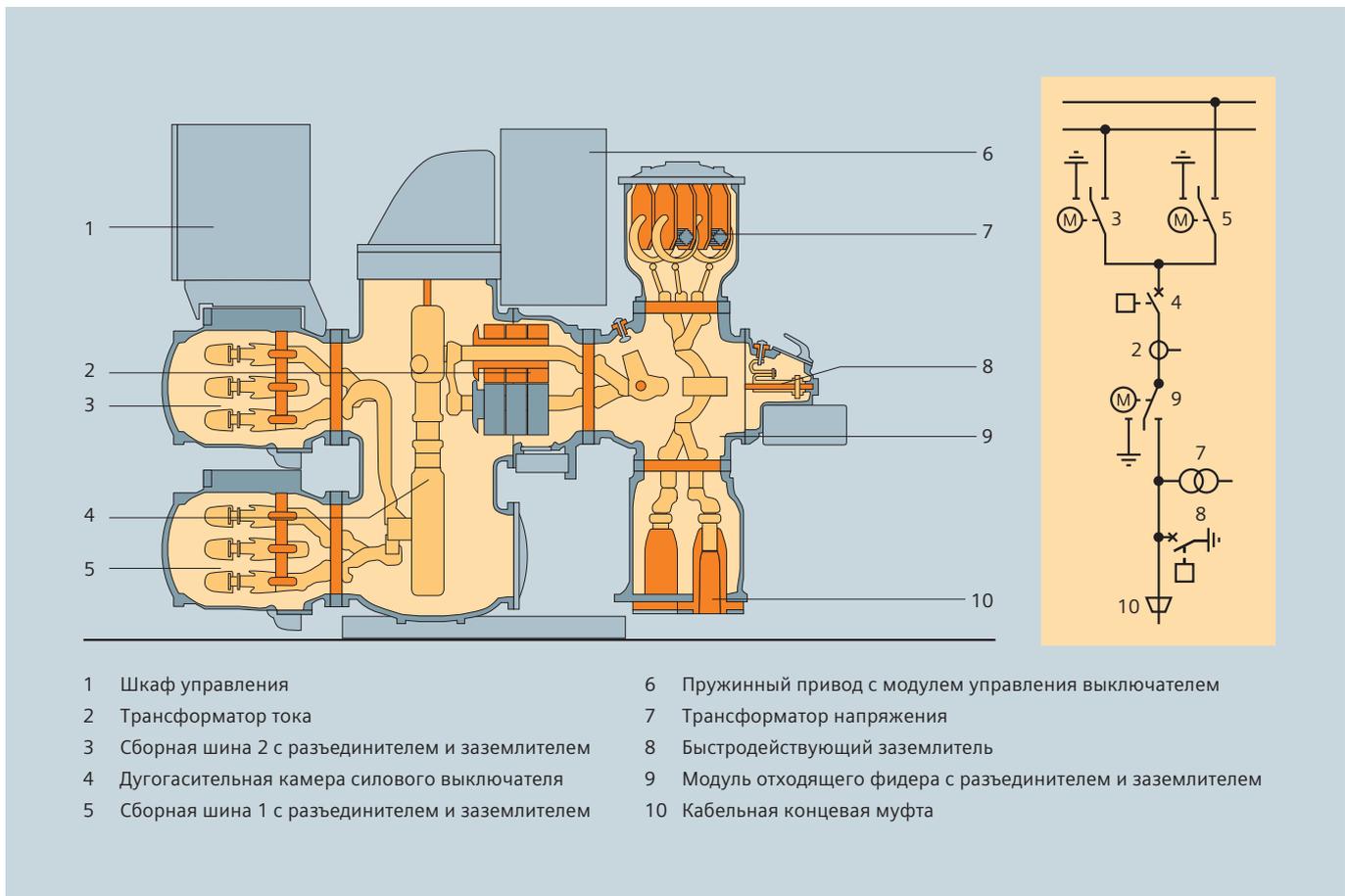
Малый вес ячеек обеспечивает малые нагрузки на пол, а так же помогает снизить затраты на строительные работы и уменьшить общую площадь. Компактное исполнение при малом весе позволяет установить КРУЭ практически где угодно. Капитальные затраты снижаются при применении небольших или уже существующих зданий, например при замене РУ среднего напряжения на КРУЭ 145 кВ (рис. 3.1-35).

В основе ячейки КРУЭ, установленной на несущей раме, лежит выключатель (рис. 3.1-33). Специальный многофункциональный соединительный модуль совмещает функции разъединителя и заземлителя в трехпозиционном коммутационном аппарате. Он может быть использован как:

- Шина с встроенным разъединителем и рабочим заземлителем (рис. 3.1-33, поз. 3 и 5)
- Модуль отходящего присоединения с встроенным разъединителем и рабочим заземлителем (рис. 3.1-33, поз. 9)
- Модуль секционирования шины с шинным заземлителем

Модули кабельного присоединения могут быть оснащены традиционными заделками или появившимися позже кабельными муфтами (рис. 3.1-33, поз. 10). Гибкие однопольные модули применяются для соединения трансформаторов и ВЛ с модулем-разделителем, который соединяет трехпольное КРУЭ с однофазным модулем присоединения.

Благодаря своему компактному исполнению, полностью собранная и испытанная ячейка может быть доставлена как одна транспортная единица. Быстрая установка и ввод в эксплуатацию обеспечивают высочайшее качество.



- |                                                  |                                                            |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1 Шкаф управления                                | 6 Пружинный привод с модулем управления выключателем       |
| 2 Трансформатор тока                             | 7 Трансформатор напряжения                                 |
| 3 Сборная шина 2 с разъединителем и заземлителем | 8 Быстродействующий заземлитель                            |
| 4 Дугогасительная камера силового выключателя    | 9 Модуль отходящего фидера с разъединителем и заземлителем |
| 5 Сборная шина 1 с разъединителем и заземлителем | 10 Кабельная концевая муфта                                |

Рис. 3.1-34: Объем деятельности при заказе КРУЭ



Рис. 3.1-35: КРУЭ типа 8DN8 с номинальным напряжением 145 кВ

Устройства управления и защиты могут быть установлены в шкафу управления ячейки, размещенном на передней стороне каждой ячейки (рис. 3.1-33, поз. 1). Кроме того, самые современные устройства мониторинга доступны по заказу, например для контроля частичных разрядов в режиме on-line.



Рис. 3.1-36: Ячейка КРУЭ типа 8DN8 с номинальным напряжением 145 кВ.

# Распределительные устройства и подстанции

## 3.1 Высоковольтные подстанции

3

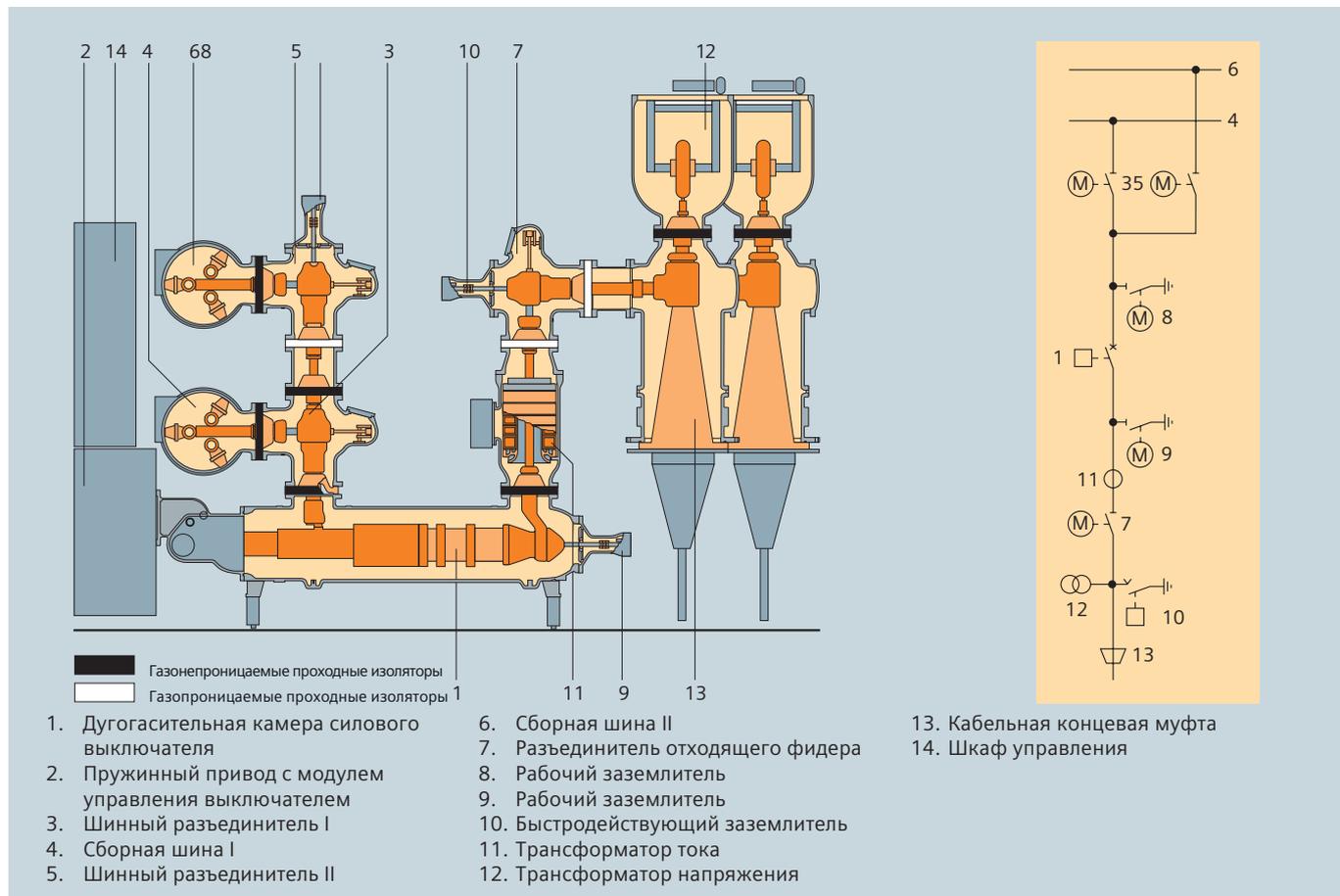


Рис. 3.1-37: КРУЭ типа 8DN9 с номинальным напряжением 245 кВ, шины в трехполюсном исполнении

### КРУЭ типа 8DN9 (напряжение до 245 кВ)

Конфигурация ячеек легкого и компактного КРУЭ 8DN9 очевидна с первого взгляда. Приборы управления и мониторинга легко доступны несмотря на компактное исполнение КРУЭ.

Горизонтально расположенный выключатель является основой ячейки любой конфигурации. Привод выключателя легко доступен из зоны управления. Модули остальных ячеек КРУЭ однополюсного исполнения, например, модуль разъединителя, располагаются наверху выключателя. Трехполюсный пассивный модуль сборных шин отделен от активного оборудования (рис.3.1-36, 3.1-37).

Благодаря принципу «один модуль – одна функция» и модульной структуре, возможно реализовать даже нетрадиционное расположение КРУЭ с помощью всего 20 различных модулей. Модули соединяются друг с другом с помощью стандартных соединений, что позволяет реализовать широкий круг ячеек. Исполнение КРУЭ на стандартных модулях и объем работ гарантируют, что все типы ячеек могут быть установлены на небольшой площади. Компактное исполнение позволяет доставлять готовые ячейки, которые собраны и испытаны на заводе, обеспечивая быстрые и эффективные установку и ввод в эксплуатацию.



Рис. 3.1-38: КРУЭ типа 8DN9 с номинальным напряжением 245 кВ

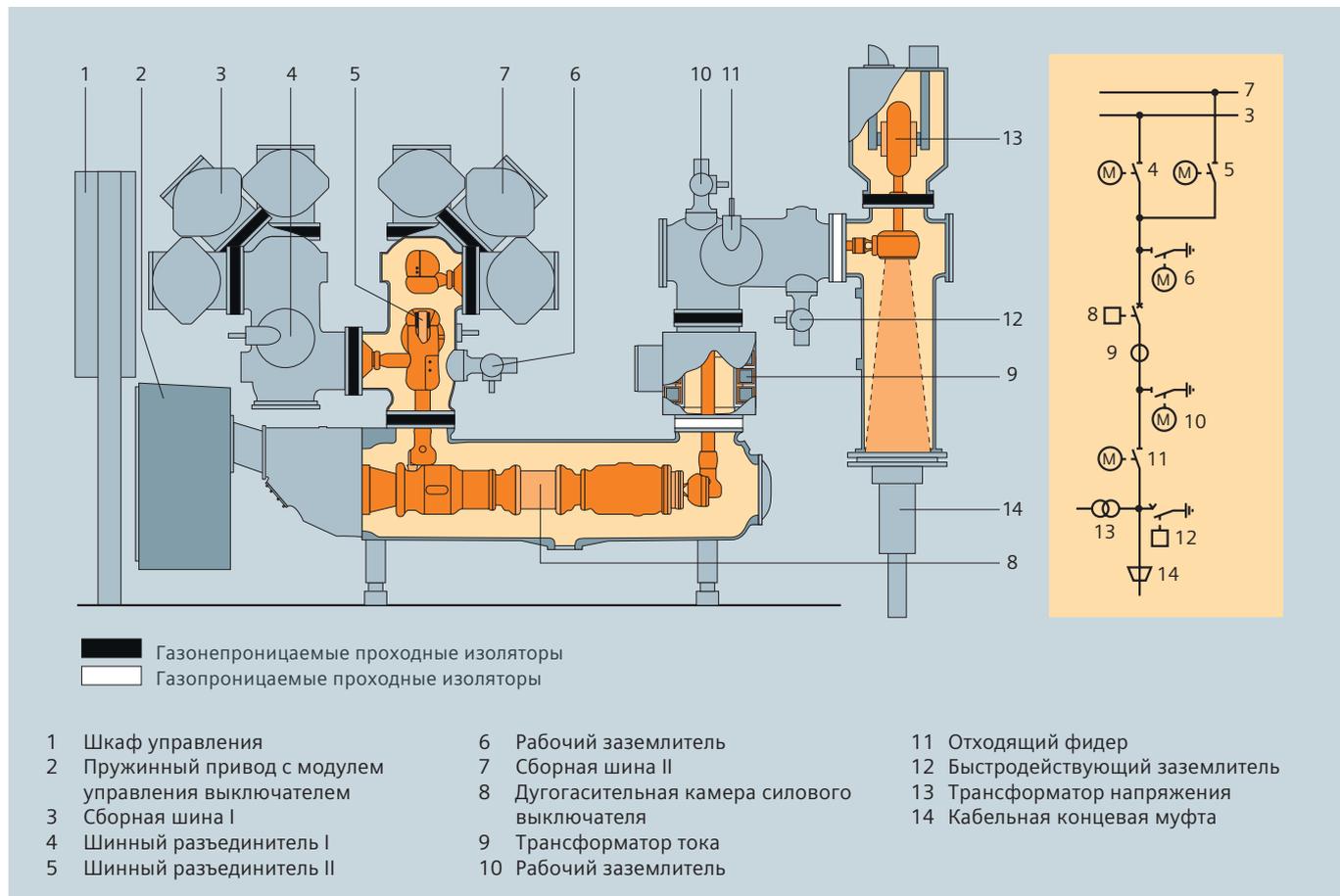


Рис. 3.1-39: КРУЭ типа 8DQ1 с номинальным напряжением 500 кВ

### КРУЭ типа 8DQ1 (напряжение до 550 кВ)

КРУЭ типа 8DQ1 с номинальным напряжением до 550 кВ имеет однополюсное исполнение. Каждый модуль расположен в собственном корпусе.

Основой ячейки КРУЭ является горизонтально расположенный выключатель, на верхней части корпуса которого установлены разъединители, заземлители, трансформаторы тока и прочие модули. Модули сборных шин отделены от активного оборудования (рис. 3.1-38, 3.1-39).

### Некоторые другие характеристики КРУЭ:

- Выключатель с одной дугогасительной камерой для номинальных напряжений до 420 кВ и с двумя дугогасительными камерами для номинального напряжения 550 кВ (рис.3.1-38)
- Номинальные токи отключения до 63 кА (при двух циклах) для 50/60 Гц и до 80 кА для напряжений до 420 кВ
- Горизонтальное расположение выключателя обеспечивает низкий центр тяжести КРУЭ
- Применение транспортировочной рамы силового выключателя в качестве опорной конструкции КРУЭ
- Уменьшенная площадь уплотнительных поверхностей и, таким образом, снижение риска утечки благодаря использованию нескольких модулей в одном корпусе.



Рис. 3.1-40: Ячейка КРУЭ типа 8DQ1 с номинальным напряжением 420 кВ

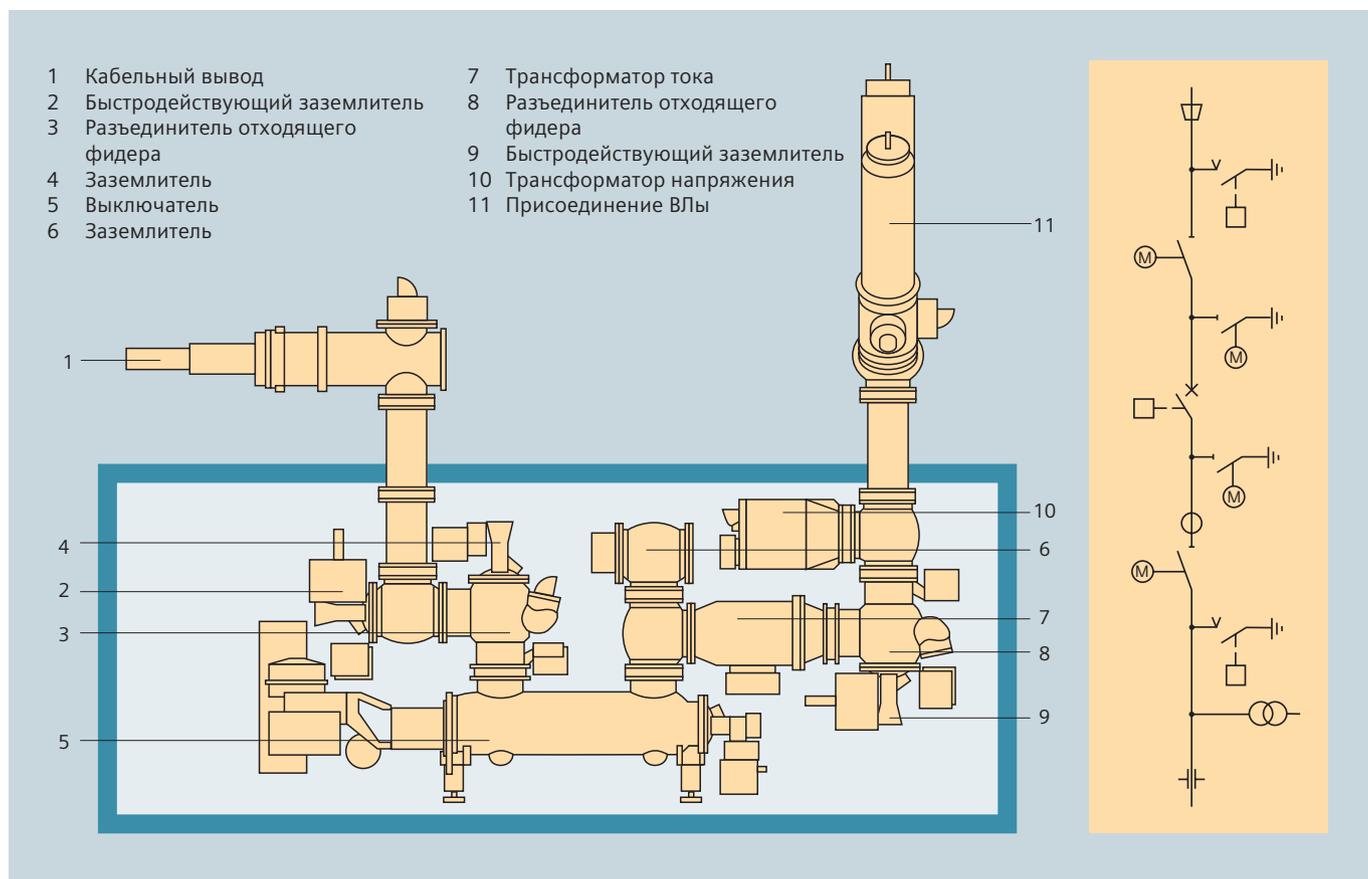


Рис. 3.1-41: КРУЭ типа 8DQ1 с номинальным напряжением 420 кВ

### Специальные компоновки

Элегазовые распределительные устройства, размещенные обычно в зданиях, целесообразны в тех местах, где очень высокая стоимость земли или того требуют условия окружающей среды. Случаи с малыми ПС или в случаях расширения, где установка в здании не обеспечивает никаких преимуществ, хорошим решением является установка подстанции в контейнер.

### Мобильные контейнерные распределительные устройства

На уровне среднего напряжения, контейнерные распределительные устройства являются наилучшим решением. И даже ПС высокого напряжения могут быть выполнены таким же образом и быть экономически оправданными во многих случаях. Ядро системы - КРУЭ, установленное либо в контейнере из листовой стали, либо в блочном здании из готовых бетонных блоков. В отличие от обычного стационарного РУ здесь нет необходимости в сложных конструкциях, т.к. мобильные ПС приходят уже со своим «зданием» (рис. 3.1-40, рис. 3.1-41).

Мобильные контейнерные ПС могут состоять из одной ячейки или нескольких с большим числом различных схем и компоновок. Допустимо применять все обычные компоненты для подключения, включая наружные проходные изоляторы, переходные кабельные муфты и элегазовые токопроводы. При необходимости все управляющее и защитное оборудование, в т.ч. и для местной сети может быть смонтировано в контейнере. Это дает широкие возможности по установке на месте. Контейнерные РУ уже заранее собраны на заводе и готовы к работе. Из работ на месте требуется только установка контейнера, монтаж наружных частей системы и подключение внешних соединений. Перенос работ по сборке РУ на завод повышает качество и эксплуатаци-



Рис. 3.1-42: Контейнерная ячейка КРУ 8DN9

онную надежность. Мобильные контейнерные РУ занимают мало места и обычно хорошо вписываются в окружающую обстановку. Для операторов значительным преимуществом является высокая доступность и малое время ввода в эксплуатацию. Значительное снижение расходов достигается в проектировании, работах по возведению и сборке.

Получение разрешения департамента архитектуры либо не требуется вообще, либо требуется в упрощенной форме. Установка также может работать в различных местах по очереди. Адаптация к конкретной обстановке не представляет проблем. Следующие возможные применения для контейнерных станций:

- Временное решение во время модернизации ПС.
- Дешевое промежуточное решение в тех местах, где возведение трансформаторной подстанции включает в себя утомительные формальности, такие как получение земли или прокладка кабелей.
- Быстровозводимая аварийная станция в случае сбоя в работе существующего РУ.
- ПС для передвижных геотермальных электростанций.

*КРУЭ напряжения до 245 кВ в стандартном контейнере*

Размеры КРУЭ 8DN9 позволяют разместить все активные компоненты распределительного устройства (выключатель, разъединитель, заземлитель) и шкаф управления в стандартный контейнер. Занимаемая площадь равна 6.1 м x 2.44 м и соответствует стандарту ISO 668. Хотя контейнер превышает стандартный размер 2.44 м, это не вызовет никаких проблем при транспортировке, что было подтверждено несколькими доставками оборудования. Немецкий Ллойд (утверждающий орган) уже выдал сертификат для конструкции контейнера еще большего размера. Стандартные размеры и угловые фитинги по ИСО облегчают процесс транспортировки в 6.1-ти метровой раме контейнерного судна и на низкорамном тягаче. Две двери обеспечивают персоналу доступ в контейнер.

*КРУЭ в аренду*

Siemens также предлагает контейнерные элегазовые высоковольтные подстанции в аренду в случаях срочной необходимости, очень быстро и экономически выгодно. Сервис Siemens по быстрым системам энергоснабжения предлагает экономичное решение для временных периодов от нескольких недель до 3 лет.

### Технические характеристики КРУЭ

Примечание: приведенные ниже характеристики не являются исчерпывающими, однако, представляют собой важную информацию. Они применимы для КРУЭ, предназначенных для работы с воздушными и кабельными линиями и трансформаторами. Основные технические характеристики КРУЭ указаны в спецификации и на принципиальной схеме, приложенной к опросному листу.

Принципиальная схема и эскиз расположения КРУЭ на ПС является частью предложения. Любое заказанное КРУЭ будет комплексным, функциональным, безопасным и надежным устройством, даже если некоторые части, необходимые для этого, не были специально указаны в опросном листе.

- Применяемые стандарты:  
Оборудование разработано, изготовлено, испытано и установлено в соответствии с последними редакциями применимых стандартов IEC, таких как:
  - IEC 62271-1 «Высоковольтные коммутационные аппараты и устройства управления. Общие требования»
  - IEC 62271-203 «Высоковольтные коммутационные аппараты и устройства управления. Коммутационные аппараты с газовой изоляцией в металлическом корпусе с номинальным напряжением выше 52 кВ»
  - IEC 62271-100 «Высоковольтные коммутационные аппараты и устройства управления. Выключатели переменного тока»
  - IEC 62271-102 «Высоковольтные коммутационные аппараты и устройства управления. Разъединители и заземлители переменного тока»
  - IEC 60044 «Измерительные трансформаторы. Трансформаторы тока»
  - Национальные стандарты по запросу

### Местные условия

Оборудования испытано для внутренней и наружной установки. Заказчик должен обеспечить ровный бетонный пол с отверстиями для прохода кабелей, если это необходимо. КРУЭ поставляется с регулируемыми опорами (ногами). Если требуются стальные опорные конструкции, они будут поставлены компанией Сименс. В соответствии с исполнением, температура в зале КРУЭ должна находиться в пределах от -5 °C до +40 °C, температура вне здания (при открытой установке) от -30 °C до +40 °C (+50 °C). Для модулей, устанавливаемых вне здания (модули присоединения ВЛ), должны быть соблюдены условия по IEC 62271-203. Для корпусов применяется алюминий или сплавы алюминия.

Минимум работ по установке на площадке обеспечивает максимальную надежность. В одной транспортной единице могут быть поставлены до шести ячеек с одной сборной шиной или до трех с двумя сборными шинами. Ячейки полностью собраны, протестированы и комплектны. Размер сборочного узла ограничивается только требованиями к транспортным габаритам. Поставляемые КРУЭ имеют корпус такой толщины и из такого материала, чтобы он мог выдержать воздействие дуги при внутреннем КЗ при отказе первой ступени защиты, и не прогореть насквозь. Толщина корпуса зависит от типа КРУЭ и номинального тока КЗ.

Все модули изготовлены таким образом, чтобы компенсировать температурные расширения и сжатия, возникающие при изменении температуры. Для этого в КРУЭ установлены металлические компенсаторы. Для контроля давления газа в корпусах КРУЭ имеются денсиметры с электрическими контактами. Каждый денсиметр имеет как минимум два уровня давления срабатывания сигнализации. Давление газа в выключателе может быть определено с помощью денсиметров, установленных в шкафу управления выключателя.

Компания Сименс гарантирует, что снижение давления в каждом отдельном газовом объеме, не превышает 0.1% в год для одного газового объема. Каждый газовый объем оснащен фильтрами, которые впитывают водяной пар, проникающий внутрь КРУЭ в течение как минимум 25 лет. Промежутки времени между проверками достаточно длинные, что сводит затраты на обслуживание к минимуму. Первая проверка проводится через 10 лет. Первая серьезная проверка проводится как правило через 25 лет эксплуатации, если до этого не было совершено предписанное число коммутаций.

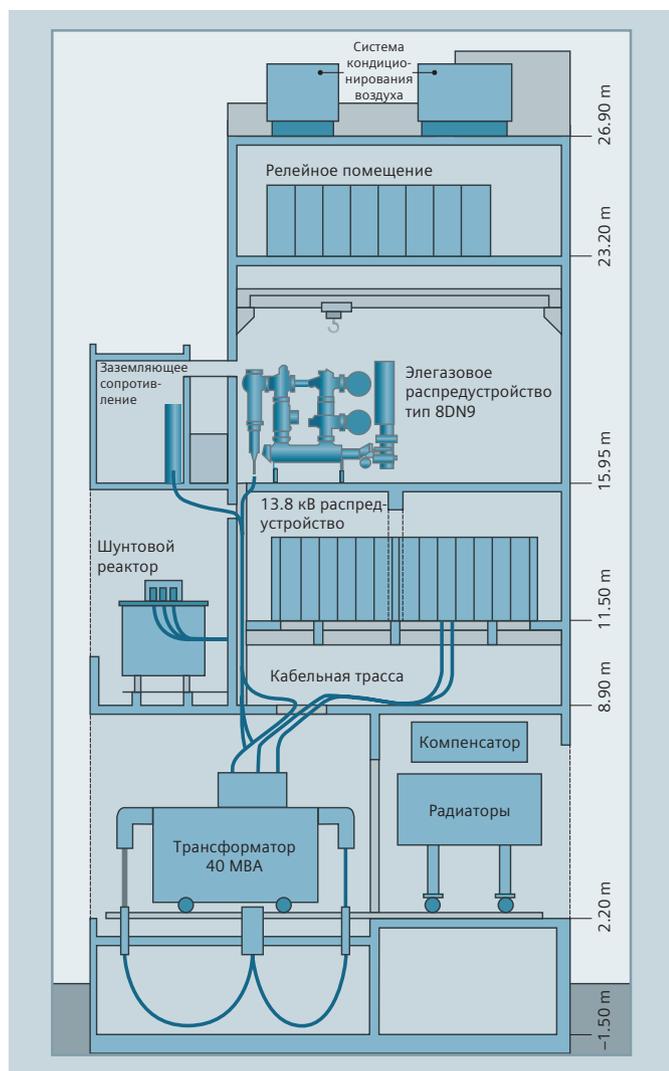


Рис. 3.1-43: Специальная компоновка для ограниченного пространства. Вид в разрезе постройки, показывающая компактность элегазовых подстанций

### Расположение и модули

#### Расположение

#### Расположение

КРУЭ может иметь одно- или трехполюсный корпус. КРУЭ состоит из полностью отделенных друг от друга объемов и спроектировано таким образом, чтобы свести к минимуму риск для оперативного персонала или соседних частей КРУЭ даже в случае неполадок. Разрывные мембраны предохраняют газовые объемы от взрыва. Газоотводные патрубки обеспечивают безопасность персонала. Для обеспечения максимальной надежности, внутренние устройства сброса давления не установлены, так как они могли бы повлиять на соседние газовые объемы. Модульный принцип, полное разделение газовых объемов, вводы, защищенные от воздействия дуги и втычные соединения позволяют убрать и заменить любой модуль при минимальном воздействии на соседние модули. При этом даже не надо откачивать из них элегаз.

#### Модуль сборных шин

Модули сборных шин соседних ячеек соединены между собой через компенсаторы, воспринимают допуски и температурные изменения длины в продольном и поперечном направлениях. Скользящий контакт между токопроводами компенсирует температурные изменения длины токопровода.

#### Выключатели

(см. раздел 4.1.1 Выключатели 72,5-800 кВ)

Выключатели используют принцип динамической автокомпрессии. Количество дугогасительных камер на полюс зависит от назначения выключателя. Дугогасительные камеры и контакты выключателей легко доступны. Выключатели могут функционировать в режиме рассогласования фаз и спроектированы так, чтобы создавать минимальные перенапряжения. Отключающая способность выключателей позволяет им отключать токи начиная с зарядных токов ВЛ и заканчивая токами КЗ.

Конструкция выключателей позволяет им выполнять как минимум 10 коммутаций (в зависимости от уровня напряжения) при токе КЗ. Открытие газового объема выключателя для обслуживания или ремонта не требуется. Разница во времени при срабатывании выключателя составляет 3 мс, это разница во времени между включением или отключением первого и последнего полюса. Стандартная АКБ, которая применяется для питания цепей управления, может так же быть использована для питания двигателя взведения пружины. Привод и взведенная пружина привода обеспечивают привод энергией, достаточной для выполнения всех коммутационных операций по ИЕС. Система управления предает предупреждающие сигналы и обеспечивает блокировки, а так же запрещает оперирование выключателем при не до конца взведенной пружине или при низком давлении элегаза в выключателе.

#### Разъединители

Все разъединители имеют один разрыв. Разъединители имеют привод постоянного тока с напряжением 110, 125, 220 или 250 В, обеспечивающий удаленное управление, а так же механизм для ручного оперирования. Каждый привод имеет собственный корпус и оснащен вспомогательными выключателями в дополнение к механическим указателям коммутационного положения. Подшипники не требуют смазывания на всем сроке службы (рис. 3.1-43)

#### Заземлители

Рабочие заземлители обычно применяются с обеих сторон выключателя. Дополнительные заземлители могут быть использованы для заземления шин или иных узлов. Заземлители имеют привод постоянного тока с напряжением 110, 125, 220 или 250 В, обеспечивающий удаленное управление, а так же механизм для ручного оперирования. Каждый привод имеет собственный корпус и оснащен вспомогательными выключателями в дополнение к механическим указателям коммутационного положения. Подшипники не требуют смазывания на всем сроке службы. Быстродействующие заземлители с включающей способностью применяются для присоединений кабельных или воздушных линий. Они оснащены быстродействующим механизмом для включения, обеспечивающим возможность включения токов КЗ (рис. 3.1-44).

### Измерительные трансформаторы

Трансформаторы тока (ТТ) имеют сухую изоляцию. Эпоксидная смола для изоляции не применяется. Классы точности и нагрузки ТТ показаны на принципиальной электрической схеме. Трансформаторы напряжения (ТН) индуктивного типа и могут иметь нагрузку до 200 ВА.

### Модули кабельного присоединения

Для КРУЭ в одно- или трехполюсном исполнении поставляются модули кабельного присоединения. Производитель кабеля должен поставить концевую кабельную муфту и соответствующее уплотнение, чтобы избежать попадания газа или масла внутрь КРУЭ. Компания Сименс поставляет соответствующий кабельный разъем. Модуль кабельного присоединения может быть использован для масло- и газонаполненных кабелей, а так же кабелей с СПЭ-изоляцией. Дополнительно поставляется оборудование для надежного изолирования кабельного модуля и для высоковольтных испытаний кабельного присоединения (рис. 3.1-45).

### Модуль присоединения ВЛ

Модуль для присоединения ВЛ поставляется с вводом элегаз-воздух, но без аппаратных зажимов (рис. 3.1-46).

### Модуль присоединения трансформатора/реактора

Модуль предназначен для прямого присоединения маслонаполненного трансформатора или реактора к КРУЭ. Стандартные модули позволяют присоединить трансформаторы различных типов (рис. 3.1-47).

### Система управления и мониторинга

Стандартно для каждой ячейки поставляется электромеханическая система управления. Эта система управления предотвращает недопустимые операции. Мнемонические схемы и указатели коммутационного положения обеспечивают оперативный персонал всей необходимой информацией. Устройства для удаленного управления так же включены в объем поставки. Давление газа в газовых объемах постоянно контролируется датчиками плотности, которые передают предупреждения и сигналы блокировок

через свои контакты.

### Необходимые испытания

#### Проверка уровня частичных разрядов

Все изоляторы из литой смолы, установленные в КРУЭ подвергаются испытанию на уровень частичных разрядов перед установкой в КРУЭ. При напряжении 1,2 линейного напряжения частичных разрядов не обнаружено. Это испытание гарантирует максимальную безопасность в смысле отказа изоляции, возможность долгосрочной эксплуатации изоляторов и высокую степень надежности.

#### Испытания давлением

Каждый корпус модуля КРУЭ проходит испытание давлением, вдвое превосходящим рабочее давление.

#### Проверка на утечки

Испытание на утечки проводится для сборочных узлов, чтобы проверить что фланцевые поверхности и крышки изготовлены качественно, что гарантирует низкий уровень утечек.

#### Испытание напряжением промышленной частоты

Каждый узел КРУЭ подвергается испытанию напряжением промышленной частоты, при котором в том числе определяется уровень частичных разрядов, чтобы проверить правильность установки токопроводов и убедиться, что поверхности изоляторов чистые. Кроме того, это испытание показывает, что в КРУЭ не произойдет внутренне КЗ.

### Дополнительные технические данные

Компания Сименс предоставит любые размеры, веса или иную информацию о КРУЭ, которая может оказать влияние на местные условия или эксплуатацию КРУЭ. При заказе поставляются чертежи КРУЭ.



Рис. 3.1-44. КРУЭ в специальном здании

### Руководства по эксплуатации

В объем поставки КРУЭ входят подробные руководства по установке, эксплуатации и обслуживанию КРУЭ.

### Объем поставки

Компания Сименс для любого типа КРУЭ поставляет следующее:

- Ячейки КРУЭ, включающие выключатель, разъединители и заземлители, измерительные трансформаторы и модули сборных шин. Для различных типов ячеек поставляются:
  - Модули кабельного присоединения в соответствии с IEC 60859. В объем поставки КРУЭ входят корпус, соединительная деталь и соединительная пластина; в объем поставки кабеля должны входить кабельная муфта и уплотнение (рис. 3.1-45).
  - Модуль присоединения ВЛ поставляется с вводом элегаз-воздух, но без аппаратного зажима (рис. 3.1-46).
  - Модуль присоединения трансформатора: компания Сименс поставляет соединительный фланец для присоединения к КРУЭ и токопровод для присоединения к трансформатору. Ввод элегаз-масло должен быть установлен на трансформаторе, если специально не оговорено иное (рис. 3.1-47).  
Указание: для этого пункта всегда необходимо тесное взаимодействие между изготовителем КРУЭ и трансформатора.
- Каждая ячейка имеет площадки для присоединения заземляющего проводника. Заземляющее устройство и присоединения КРУЭ к заземляющему устройству не входят в объем поставки КРУЭ.
- Газ для заполнения КРУЭ входит в объем поставки. Так же компания Сименс поставляет все необходимые приборы для контроля давления газа.
- В объем поставки входят устройства защиты вторичных цепей.
- Шкафу местного управления поставляются для каждой ячейки и объединяются в систему управления КРУЭ. Так же поставляются устройства для удаленного управления.
- Компания Сименс поставляет так же опорные металлоконструкции. Закладные детали и работы по сооружению фундамента не входят в объем поставки КРУЭ.

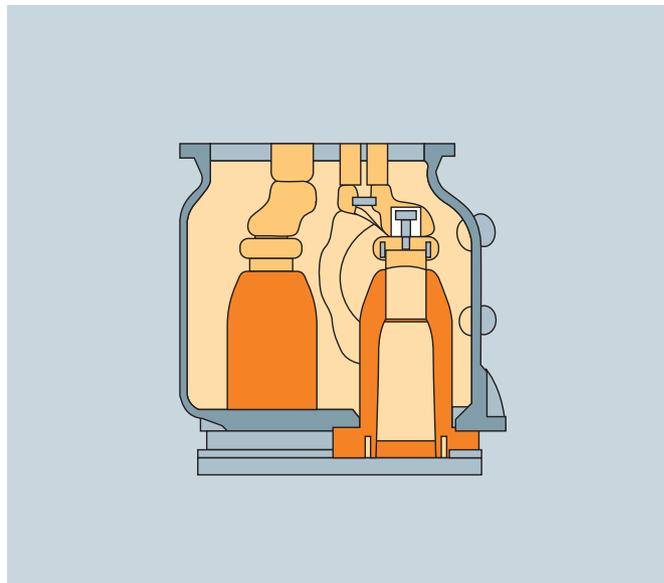


Рис. 3.1-45: Модуль кабельного присоединения.

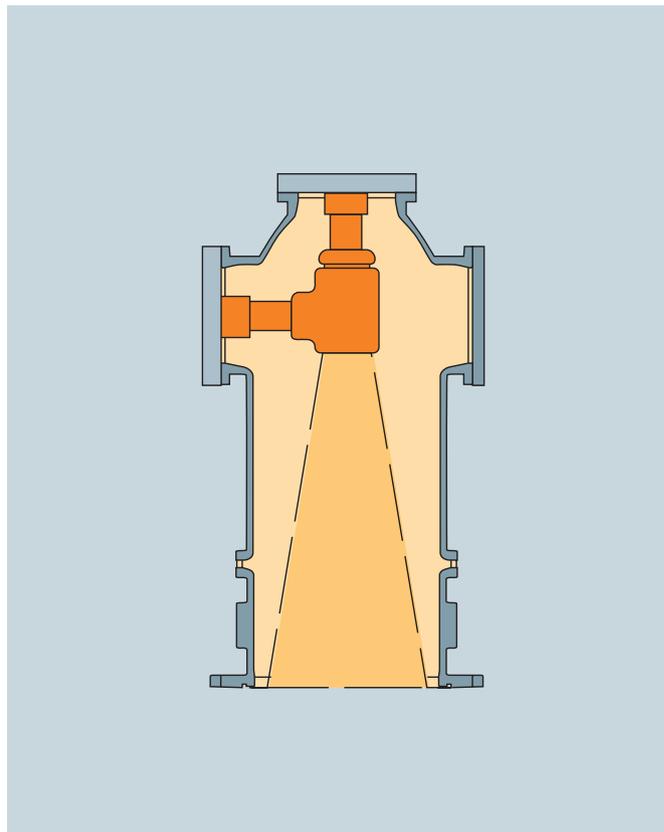


Рис. 3.1-46: Модуль кабельного присоединения: Доступен модуль подключения кабеля, соответствующий МЭК, для соединения распредустройства с высоковольтными кабелями. Стандартизованная конструкция этих модулей позволяет соединение кабелей с различным сечением и типом изоляции. Параллельное кабельное подключение для больших номинальных токов также доступно с таким же модулем.

За дополнительной информацией,  
пожалуйста, обращайтесь:  
e-mail: [h-gis.ptd@siemens.com](mailto:h-gis.ptd@siemens.com)

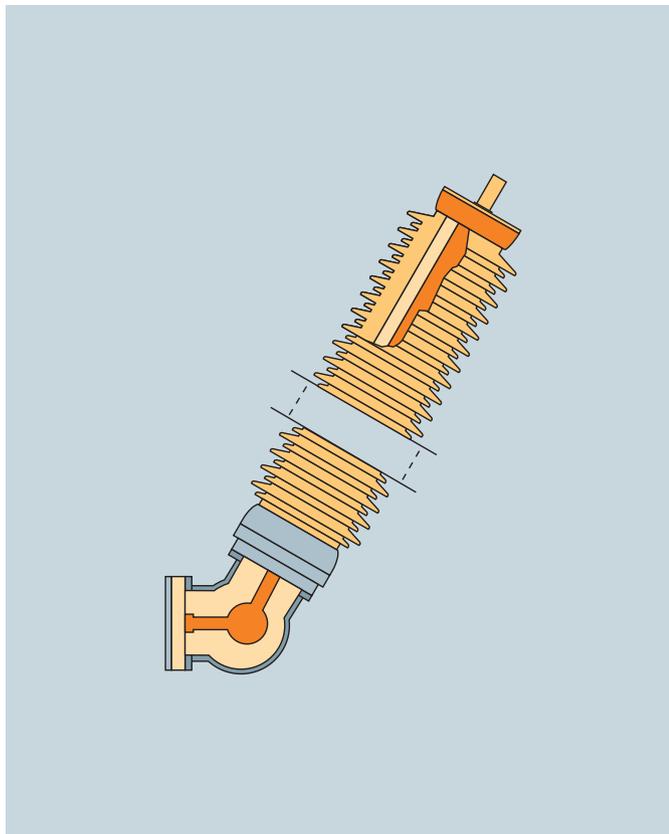


Рис. 3.1-47: Модуль присоединения ВЛ: эти модули применяются для присоединения ВЛ к КРУЭ. Модуль может быть изготовлен по специальным требованиям к изоляционным расстояниям и длине пути утечки. Они присоединяются к КРУЭ через угловые модули различных исполнений.

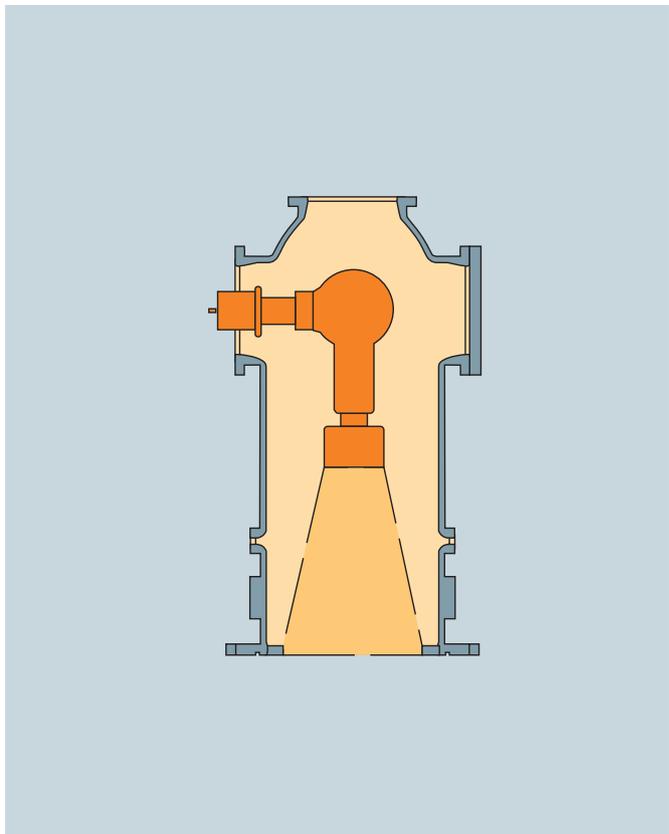


Рис. 3.1-48: Модуль присоединения трансформатора/реактора. Эти модули обеспечивают подключение к КРУЭ силовых трансформаторов или реакторов. Стандартизированные модули обеспечивают экономичное решение для различных размеров трансформаторов.



Рис. 3.1-49: Присоединение трансформатора к КРУЭ



Рис. 3.1-50: КРУЭ 8DQ1 550 кВ, полупотурная схема

### 3.2 Распределительные устройства среднего напряжения

#### 3.2.1 Введение

В соответствии с международными правилами, существуют только два уровня напряжений:

- Низкое напряжение: до и включая 1 кВ AC (или 1500 В DC)
- Высокое напряжение: свыше 1 кВ AC (или 1500 В DC)

Большинство электроприемников, использующихся в домах, коммерческих и промышленных приложениях работают с низким напряжением. Высокое напряжение используется не только для передачи энергии на очень большие расстояния, а также для регионального распределения энергии до энергоузлов через малые ветви. Из-за того, что высокое напряжение используется для передачи и областного распределения энергии, появился термин «среднее напряжение» для использования для напряжений, требуемых для областного распределения энергии, как часть диапазона высокого напряжения от 1 кВ AC до и включая 52 кВ AC (рис. 3.2-1). Наиболее используемые уровни напряжения в системах среднего напряжения лежат в диапазоне от 3 кВ до 40.5 кВ AC.

Электрические системы передачи и распределения энергии не только соединяют электростанции с потребителями электроэнергии, но и также со своими «смешанными системами», образуют наднациональную основу с резервами для надежного электроснабжения и для компенсации разницы в нагрузке. Высокое

рабочее напряжение (и поэтому малые токи) предпочтительны для передачи энергии с целью уменьшения потерь. Напряжение не преобразуется до обычных значений, пока не достигнет до энергоузлов, близких к потребителю.

Для электроснабжения общего пользования, системы среднего напряжения в основном работают с уровнями напряжения от 6 до 35 кВ(рабочее напряжение). Значения сильно разнятся в разных странах, в зависимости от исторического развития технологий и местных условий. Оборудование среднего напряжения

Отдельно от электроснабжения общего пользования, также существуют другие уровни напряжения для удовлетворения нужд потребителей на промышленных предприятиях с системами среднего напряжения; в большинстве случаев, решающее значение имеет рабочее напряжение используемых моторов. Рабочее напряжение от 3 кВ до 15 кВ часто используется в промышленных системах электроснабжения. В энергосистемах и системах распределения, оборудование среднего напряжения используется в:

- Электростанциях, для генераторов и системах электроснабжения станции
- Трансформаторных подстанциях первичного уровня распределения энергии (системы электроснабжения общего пользования и системы больших промышленных компаний), в которых энергия, полученная от систем высокого напряжения преобразуется в среднее напряжение.
- Местное электроснабжение, трансформаторные или клиентские подстанции передачи для больших потребителей(вторичный уровень распределения), в которых напряжение среднего уровня преобразуется в низкий уровень и распределяется потребителям.

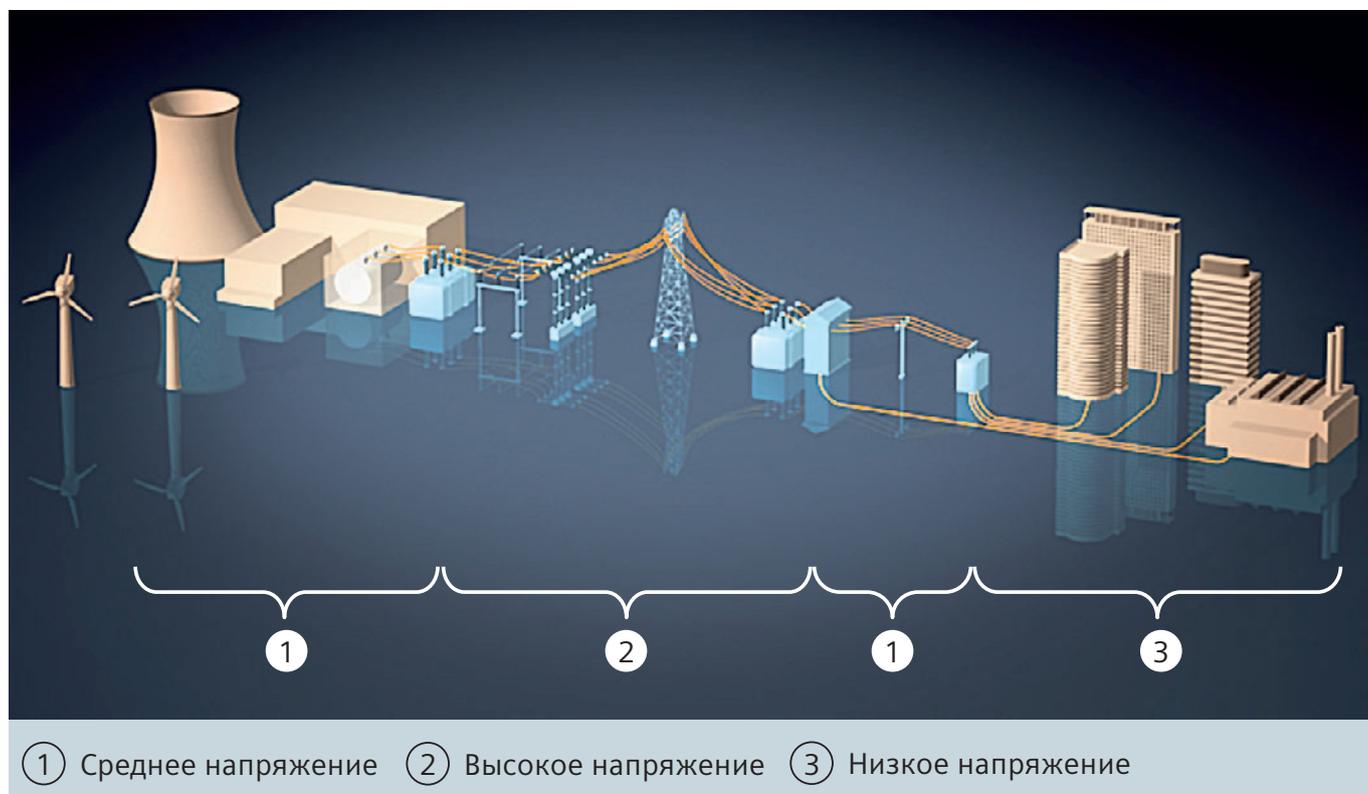


Рис. 3.2-1: Уровни напряжения от электростанции до потребителя



Рис. 3.2-2: Определение уровней напряжения

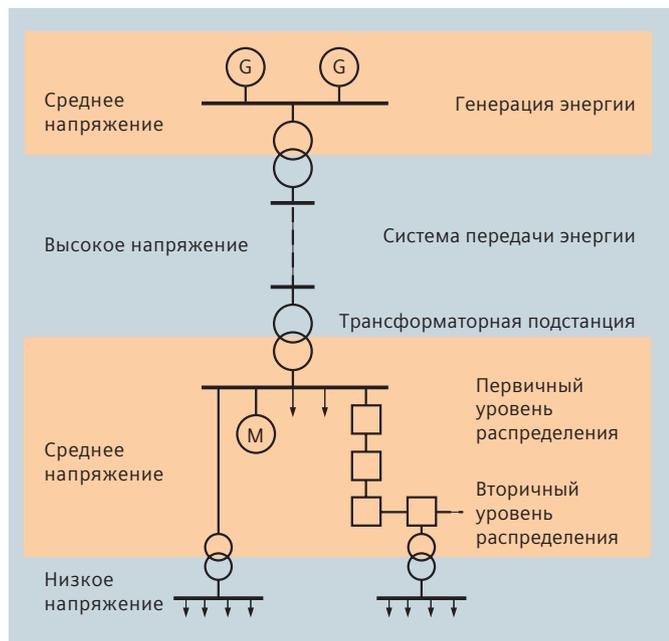


Рис. 3.2-3: Уровни напряжения с системах электроснабжения и распределения

- **Выключатели-разъединители (выключатель нагрузки):** Представляют собой комбинацию выключателя и разъединителя, или выключателя с изоляционным промежутком.
- **Контакторы:** Выключатели нагрузки с ограниченной включающей или отключающей способностью при коротком замыкании. Они используются для частых переключений.
- **Заземляющий выключатель:** Используются для заземления изолированных(отделенных) цепей.
- **Высоконадежный заземляющий выключатель (заземлитель с включающей способностью):** Используются для безопасного заземления цепей, даже если на них присутствует напряжения, т.е. даже в том случае, если цепь, которую нужно заземлить случайно не была заизолирована (отключена).
- **Плавкие предохранители:** Состоит из цоколя плавкого предохранителя и плавкой вставки. С применением цоколя предохранителя можно сделать изолирующий промежуток, вытащив плавкую вставку в условиях отсутствия напряжения (наподобие разъединителя). Плавкая вставка используется для одного срабатывания в случае короткого замыкания.
- **Разрядники для защиты от перенапряжений:** Используются для разрядки нагрузки, вызванной ударами молний (внешние перенапряжения) или в случае коммутационных операций или замыканий на землю (внутренние перенапряжения). Они защищают подключенное оборудование от недопустимых высоких напряжений.

### Выбор коммутационных устройств

Коммутационные устройства выбираются в соответствии с своими рабочими параметрами и исходя из задач, которые они должны выполнять, включая скорость коммутации. Приведенные Таблицы 3.2-2 - 3.2-5

### Выбор в соответствии с рабочими параметрами

Условия в системе, т.е. свойства основной цепи определяют требуемые параметры. Наиболее важные из них:

- **Номинальное напряжение:** Наивысшее напряжение в системе, на которое устройство спроектировано. Поскольку все высоковольтные коммутационные устройства являются прерывателями нулевого тока, за исключением некоторых плавких предохранителей, напряжение в системе является наиболее важным размерным критерием. Оно определяет нагрузку на диэлектрик восстанавливаемым напряжением, особенно, когда выключатель находится в положении отключено.
- **Номинальный уровень прочности изоляции:** Электрическая прочность диэлектрика от фазы до земли, между фазами и через открытый промежуток между контактами, или вдоль изоляционного промежутка. Электрическая прочность диэлектрика представляет собой способность электрического прибора выдерживать любое напряжение в пределах заданной последовательности в пределах до максимального выдерживаемого напряжения. Также могут быть рабочие напряжения или высокочастотные напряжения, вызванные операциями переключения, замыканиями на землю (внутренние перенапряжения) или ударами молний(внешние перенапряжения). Электрическая прочность диэлектрика проверяется тестом выдерживаемого грозового импульсного напряжения со стандартным импульсом 1.2/50 мкс и тест на выдерживаемое напряжение промышленной частоты (50 Гц/1 мин).

## 3.2.2 Основные сведения о коммутационных устройствах

### Что такое коммутационные устройства?

Коммутационные устройства - это устройства, используемые для замыкания и размыкания электрических цепей. Во время операций замыкания и размыкания могут возникнуть следующие нагрузки:

- Коммутация без нагрузки
- Размыкание рабочих токов
- Размыкание токов короткого замыкания

### Что могут делать различные коммутационные устройства?

- **Автоматические силовые выключатели:** Замыкать и размыкать любые токи в пределах своего рабочего диапазона, начиная от малых токов от индуктивной и емкостной нагрузки до полных токов короткого замыкания в любых условиях сбоя в энергосистеме, таких как замыкание на землю, противофазы и пр.
- **Выключатели нагрузки:** Коммутируют токи до нормальных номинальных значений и могут включаться на токи короткого замыкания (до их номинальной включающей способности при коротком замыкании)
- **Разъединители:** Используются для операций ненагруженного замыкания и размыкания Их задача - «изолировать» нижестоящие устройства, для того, чтобы на них можно было бы работать персоналу
- **Трехпозиционные разъединители:** Сочетают в себе функции разъединителя и заземлителя в одном устройстве. Трехпозиционные разъединители типичны для элегазовых распределительств.

# Распределительные устройства и подстанции

## 3.2 Распределительные устройства среднего напряжения

3

Устройство	Выдерживаемая способность, номинальная...				Коммутационная способность, номинальная...		
	Уровень прочности изоляции	Напряжение	Нормальные токи	Пиковое значение допустимого тока	Ток отключения	Ток отключения короткого замыкания	Ток включения короткого замыкания
Автоматический выключатель	x	x	x	x	x	x	x
Выключатель нагрузки (-разъединитель)	x	x	x		x		x
Разъединитель	x		x	x			
Заземлитель	x			x			
Высоконадежный заземлитель	x	x					x
Контактор	x	x	x	x		x <sup>1)</sup>	x <sup>1)</sup>
Плавкая вставка		x	x			x	
Цоколь плавкого предохранителя	x		x				
Разрядник *	x <sup>2)</sup>	x <sup>3)</sup>		x <sup>4)</sup>		x <sup>5)</sup>	
Токоограничивающий реактор	x		x	x			
Проходной изолятор	x		x	x <sup>6)</sup>			
Опорный изолятор	x			x <sup>6)</sup>			

x Выбор параметра  
<sup>1)</sup> Ограничено включающей или выключающей способностью при коротком замыкании  
<sup>2)</sup> Используется в качестве параметра выбора только в особых случаях, например высоких уровнях загрязнения  
<sup>3)</sup> Разрядники с искровым промежутком: номинальное напряжение  
<sup>4)</sup> Номинальный разрядный ток для разрядников  
<sup>5)</sup> Для разрядников: устойчивость к короткому замыканию в случае перегрузок  
<sup>6)</sup> Для высоковольтного ввода и изоляторов: Минимальная разрушающая нагрузка для растяжения, изгиба и кручения  
\* См. также главу 3.3

(Параметры для вторичного оборудования для исполнительных механизмов, управления и контроля не рассматриваются в этой таблице )

Таблица. 3.2-1: Выбор устройства в соответствии с данными первичной цепи

Класс	Коммутационные циклы	Описание	Тестовые токи: (старое)
M	M1	1 000	Механическая износостойкость
	M2	5 000	Увеличенная механическая износостойкость
E	E1	$10 \times I_{нар}$ $10 \times I_{нар}$ $I_{нар}$ $20 \times 0.05 \times I_{нагр}$ $10 \times I_{cc}$ $10 \times 0.2$ до $0.4 \times I_{cc}$ до $0.4 \times I_{cc}$ $10 \times I_{ef1}$	$I_{нар}$ Ток отключения активной нагрузки $I_1$
			$I_{лю}$ Ток отключения в замкнутом контуре $I_{2a}$
			$I_{cc}$ Ток отключения зарядных токов кабеля $I_{4a}$
			$I_{lc}$ Ток отключения зарядных токов линии $I_{4b}$
E2	$30 \times I_{нар}$ $20 \times I_{нар}$ $3 \times I_{ма}$	$I_{zb}$ Ток отключения батареи конденсаторов $I_{4c}$	
E3	$100 \times I_{нар}$ $20 \times I_{нар}$ $5 \times I_{ма}$	$I_{bb}$ Ток отключения компенсационной батареи конденсаторов $I_{4d}$	
C	C1	Повторные пробои допустимы(количество не определено)	$I_{of1}$ Ток разрыва при замыкании на землю $I_{6a}$
			$I_{of2}$ Ток отключения зарядных токов линии и кабеля в случае короткого замыкания на землю $I_{6b}$
	C2	Нет повторного пробоя	$I_{sa}$ Ток при включении на короткое замыкание $I_{7a}$

Таблица. 3.2-2: Классы выключателей нагрузки

Класс	Описание	Нормальная механическая износостойкость	
M	M1	2000 циклов коммутации	Нормальная механическая износостойкость
	M2	10 000 циклов коммутации	Увеличенная механическая износостойкость, сниженные затраты на обслуживание
E	E1	2 x C и 3 x O с 10 %, 30 %, 60 % и 100 % $I_{cc}$	Нормальная электрическая износостойкость (не покрываемая классом E2 )
	E2	2 x C и 3 x O с 10 %, 30 %, 60 % и 100 % $I_{cc}$	Без функции автоматического включения
		$26 \times C 130 \times O 10 \% I_{cc}$ $26 \times C 130 \times O 30 \% I_{cc}$ $4 \times C 8 \times O 60 \% I_{cc}$ $4 \times C 6 \times O 100 \% I_{cc}$	С функцией автоматического включения
C	C1	24 x O на каждые 10...40% $I_{lc}$ , $I_{cc}$ , $I_{lc}$ 24 x O на каждые 10...40% $I_{lc}$ , $I_{cc}$ , $I_{lc}$	Низкая вероятность повторного пробоя
	C2	24 x O на каждые 10...10,40% $I_{lc}$ , $I_{cc}$ , $I_{lc}$ 128 x O на каждые 10...10,40% $I_{lc}$ , $I_{cc}$ , $I_{lc}$	Очень низкая вероятность повторного пробоя
S	S1	Автоматический выключатель, используемый в кабельной сети	Операции отключения без повторных пробоев в 2 из 3 тестах
	S2	Автоматический выключатель, используемый в проводной сети, или кабельной сети с непосредственным подключением(без кабеля) к воздушным линиям	

\* Class C1 is recommendable for infrequent switching of transmission lines and cables  
\*\* Class C2 is recommended for capacitor banks and frequent switching of transmission lines and cables

Таблица. 3.2-3: Классы автоматических выключателей

Класс	Рабочие циклы	Описание
М	M0	1 000
	M1	2 000
	M2	10 000

Таблица. 3.2-4: Классы износостойкости для разъединителей

Класс	Рабочие циклы	Описание	
Е	E0	$0 \times I_{пл}$	Нет стойкости при включении на короткое замыкание
	E1	$2 \times I_{пл}$	Стойкости при включении на короткое замыкание
	E2	$5 \times I_{пл}$	

Таблица. 3.2-5: Классы износостойкости для заземляющих разъединителей

Класс	Описание		
С	C0	24 × 0 на каждые 10...40% $I_{св} I_{св} I_{св}$	Точно не определено
	C1	24 × 0 на каждые 10...40% $I_{св} I_{св} I_{св}$	Низкая вероятность повторного пробоя
	C2	24 × 0 на каждые 10...10,40% $I_{св} I_{св} I_{св}$ 128 × 0 на каждые 10...10,40% $I_{св} I_{св} I_{св}$	Очень низкая вероятность повторного пробоя

\* Класс C2 рекомендуется для наборов конденсаторов

Таблица. 3.2-6: Классы контакторов

- Номинальные рабочие токи:  
Ток, который основная цепь устройства может продолжительно пропускать в заданных условиях. Температура (особенно контактных групп) не должна превышать допустимых значений. Допустимый нагрев всегда связан с температурой окружающего воздуха. В случае если устройство смонтировано в корпусе, рекомендуется нагружать его ниже допустимого номинального тока, в зависимости от эффективности рассеивания тепла.
- Номинальное пиковое значение сквозного тока:  
Это пиковое значение тока во время короткого замыкания во время компенсационного процесса после начала течения тока, которое устройство может выдерживать во включенном (закрытом) состоянии. Это мера электродинамической (механической) нагрузки на электрический компонент. Для устройства с полной включающей способностью этот параметр не имеет значения (см. следующий пункт в списке)
- Номинальный ток включения при коротком замыкании:  
Пиковое значение тока включения в случае короткого замыкания на зажимах коммутационного устройства Эта нагрузка больше, чем выдерживаемое пиковое значение тока, поскольку динамические усилия могут работать против движения контактов.
- Номинальный ток отключения:  
Ток отключения нагрузки при нормальной работе. Для устройства с полной отключающей способностью и без критического диапазона токов этот параметр не имеет значения (см. следующий пункт)
- Номинальный ток отключения при коротком замыкании:  
Среднеквадратичное значение тока отключения в случае короткого замыкания на зажимах коммутационного устройства.

Выбор в соответствии с износостойкостью и скоростью коммутации, в случае если несколько устройств удовлетворяют электрическим требованиям и никакие другие дополнительные критерии не берутся в расчет. Требуемая скорость коммутации может использоваться в качестве дополнительного критерия при выборе. Таблицы 3.2-1 - 3.2-5 показывают износостойкость коммутационных устройств, давая рекомендации для надлежащего разделение между классами механической (М) и электрической (Е) износостойкости, вследствие чего они могут использоваться вместе для одного и того же устройства. Например, коммутационное устройство может иметь оба класса - механический M1 и электрический E3.

- Выключатели нагрузки:  
Стандарт МЭК 62271-103 / VDE 0671-103 устанавливает классы только для так называемых выключателей нагрузки общего назначения. Также существуют «специальные выключатели нагрузки» и «выключатели нагрузки ограниченного применения».
- Выключатели нагрузки общего назначения:  
Выключатели нагрузки общего назначения должны быть способны отключать различные типы рабочих токов (токи нагрузок, кольцевые токи, токи ненагруженных трансформаторов, зарядные токи ненагруженных кабелей и воздушных линий), а также работать при токах короткого замыкания. Выключатели нагрузки общего назначения, которые предназначены для использования в системах с изолированной нейтралью или с компенсацией замыкания на землю, должны иметь способность переключаться в условиях короткого замыкания на землю. Универсальность отражена в очень точных спецификациях для E классов.
- Элегазовые (SF<sub>6</sub>) выключатели нагрузки:  
Элегазовые (SF<sub>6</sub>) выключатели нагрузки подходят для случаев, когда коммутация осуществляется не чаще раза в месяц. Эти выключатели нагрузки обычно классифицируются как E3 в соответствии со своей высокой электрической износостойкостью.
- Воздушные и автогазовые выключатели:  
Воздушные и автогазовые выключатели подходят для случаев, когда коммутация осуществляется не чаще раза в год. Эти выключатели часто имеют простую конструкцию и относятся к классу E1. Хотя также доступны исполнения с классом E2.
- Вакуумные выключатели нагрузки:  
Коммутационная способность вакуумных выключателей нагрузки значительно выше, чем у M2/E3 классов. Они используются для специальных задач - в основном в промышленных системах электроснабжения, а также в случаях, когда коммутация осуществляется по крайней мере раз в неделю.
- Автоматические силовые выключатели:  
Поскольку число механических рабочих циклов специально оговорено в M классе, стандарт для автоматических силовых выключателей МЭК 62271-100/VDE 0671-100 не определяет электрическую износостойкость E-классов конкретными цифрами рабочих циклов; стандарт остается очень расплывчатым по этому вопросу. Нормы тестов короткого замыкания обеспечивают ориентир на так называемую «нормальную электрическую износостойкость» и «расширенную электрическую износостойкость». Число циклов включения и выключения указано в таблице 3.2-3.

\*Разъединители до 52 кВ могут переключать только незначительные токи до 500 мА (например, трансформаторы напряжения), или большие токи только в случае незначительного различия напряжения (например, во время коммутации сборных шин, когда шинный выключатель включен)



Современные вакуумные силовые автоматические выключатели в целом могут включать и отключать номинальные рабочие токи до указанного числа механических рабочих циклов. Число срабатываний не являются определяющим критерием выбора, поскольку автоматические выключатели всегда используются там, где требуется отключающая способность при коротком замыкании для защиты оборудования.

- **Разъединители:**  
Разъединители не имеют никакой коммутационной способности (допустимо применение в качестве переключателя только для ограниченных приложений). Для таких коммутационных задач, как переключение одной конденсаторной батареи, распараллеливание наборов конденсаторов, переключение кольцевых схем, образуемых трансформаторами, подключенными в параллель или переключение моторов в нормальном и заблокированном состоянии, существуют разъединители для специальных применений. Таким образом, классы определяют только число механических рабочих циклов.
- **Заземляющий разъединитель:**  
Для заземляющих разъединителей E класса определяют включающую способность при коротком замыкании (заземление при приложенном напряжении) E0 относится к нормальным заземляющим разъединителям, заземлители классов E1 и E2 также называются высоконадежными или высокоскоростными заземляющими разъединителями.  
Стандарт не устанавливает, как часто заземляющий разъединитель может быть приведен в действие чисто механически, здесь нет M классов для таких разъединителей.
- **Контакты:**  
На сегодняшний день стандарт не устанавливает никаких классов износостойкости для контакторов. Наиболее широко используемые контакторы имеют механическую и электрическую износостойкость в пределах 250 000 - 1 000 000 рабочих циклов. Они используются везде, где коммутационные операции выполняются очень часто, например чаще, чем раз в час.

Касательно приложений для конденсаторов, стандарт МЭК 62271-106 представляет классы для отключения емкостных токов. В случае, если контакторы используются для конденсаторных батарей, рекомендуется применять контакторы только C2 класса.

### 3.2.3 Требования к распределительным устройствам среднего напряжения.

Основные факторы влияния и нагрузки, которым подвергается распределительное устройство определяется его задачами и рангом в распределительной системе. Эти факторы влияния и нагрузки определяют выбор параметров и характеристики распредустройства (рис. 3.2-4).

#### Факторы влияния и величины нагрузок

##### Напряжение в сети

Напряжение в сети определяет номинальное напряжение распределительного устройства, коммутационных устройств и других установленных компонентов. Верхний предел максимального напряжения в сети является решающим фактором.

##### Заданные конфигурационные критерии для распредустройства

- Номинальное напряжение  $U_n$
- Номинальный уровень прочности изоляции  $U_d$ ;  $U_p$
- Номинальное первичное напряжение для трансформатора напряжения  $U_{pr}$

##### Ток короткого замыкания

Ток короткого замыкания характеризуется электрическими величинами пикового значения сквозного тока  $I_p$  (пиковое значение начального тока при симметричном коротком замыкании) и установившимся значением тока короткого замыкания  $I_{кз}$ . Требуемый уровень тока короткого замыкания предопределен динамической характеристикой нагрузки и требуемого поддерживаемого качества энергии и определяет включающую и отключающую способность и выдерживающую способность коммутационных устройств и распредустройства (таблица 3.2-7).

**Важные замечания:** Соотношение между пиковым и установившимся током короткого замыкания может быть значительно больше стандартного коэффициента  $I_p/I_{кз} = 2.5$  (50 Гц), используемого при производстве коммутационных и распределительных устройств. Например, возможный случай, - моторы, которые отдают энергию обратно в сеть в случае короткого замыкания. Это может значительно увеличивать пиковые токи.

##### Рабочие токи и потокраспределение

Номинальный (рабочий) ток относится к токоведущим частями вводных фидеров, сборной шины и отходящих фидеров. За счет пространственного расположения щитов и распределения мощности, вдоль проводящей цепи у соседних частей могут быть разные номинальные токи; типичными являются разные значения для сборных шин и фидеров.

При определении характеристик распредустройств необходимо запланировать резервы:

- В соответствии с температурой окружающей воздуха.
- Для планируемых перегрузок
- Временных перегрузок во время аварий

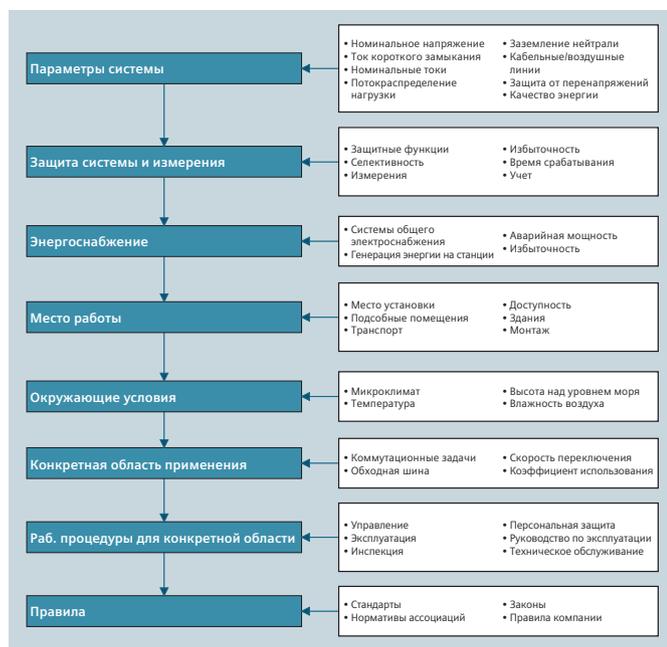


Рис. 3.2-4: Факторы влияния и нагрузки на распределительное устройство

Заданные конфигурационные критерии для распреедустройства	
Основные и заземляющие схемы	–Номинальное пиковое значение сквозного тока $I_p$ –Номинальный ток термической стойкости $I_k$
Коммутационные устройства	–Номинальный ток включения при коротком замыкании $I_{sc}$ –Номинальный ток отключения при коротком замыкании $I_{sc}$
Трансформаторы тока	–Номинальное пиковое значение сквозного тока $I_{k-фн}$ –Номинальный выдерживаемый ток термической стойкости $I_{th}$

Таблица. 3.2-7: Конфигурационные критерии для токов короткого замыкания

Для больших рабочих токов необходимо использовать большие сечения проводников или несколько параллельно соединенных кабелей; щит подключения должен иметь соответствующую конструкцию.

Заданные конфигурационные критерии для распреедустройства

- Номинальные токи сборных шин и фидеров
- Количество кабелей на каждую фазу в распределительном щите (параллельные кабели)
- Характеристики трансформатора тока

Категория	В случае, если доступный отсек в щите открыт,...
LSC 1	Другие распределительные щиты должны быть отключены, по крайней мере один
LSC 2	LSC 2 доступен только отсек подключения, когда сборная шина и другие распределительные щиты под напряжением
	LSC 2A все доступные распределительные щиты, за исключением сборной шины, можно открыть в то время, как другие щиты остаются под напряжением
	LSC 2B отсек подключения(кабели) может оставаться под напряжением в то время как другие доступные отсеки можно открыть, за исключением сборной шины и ее подключений, и сборная шина и другие распределительные щиты остаются под напряжением.

Таблица. 3.2-8: Категории нарушения непрерывности электроснабжения при обслуживании

Типы доступности к отсекам	Возможности доступа	Тип конструкции
Контролируется блокировками	Открытие при нормальной работе и для обслуживания, например замены плавкой вставки	Доступ контролируется конструкцией распреедустройства, например встроенной блокировкой, предотвращающая недовольное открытие.
Контролируется процедурой	Открытие при нормальной работе и для обслуживания, например замены плавкой вставки	Контроль доступа через процедуру(рабочая процедура для оператора) в сочетании с замковым устройством (замок).
Контролируется спец. инструментом	Не предусмотрено открытие при нормальной работе и для обслуживания, например проверка кабеля	Доступ только с помощью специального инструмента для открытия; специальная процедура доступа(инструкция для оператора).
Нет доступа	Открытие невозможно; открытие может разрушить отсек. Применяется в основном для элегазовых отсеков и элегазовых распреедустройств. Поскольку распреедустройство не требует обслуживания и не зависимо от климата, доступ не возможен и не требуется.	

Таблица. 3.2-9: Возможность доступа в отсеки

Классификация IAC,A ,FLR,	
IAC	Стойкость к внутренней дуге
A	Расстояние между индикаторами 300 мм, т.е. инсталляция в помещениях с доступом авторизованного персонала; эксплуатация в закрытом помещении.
FLR	Доступ спереди(F), с боков (L= боковой) и сзади (R)
I	Тестовый ток= Номинальный ток отключения при коротком замыкании (в кА)
t	Длительность горения дуги (в сек)

Таблица. 3.2-10: Стойкость к внутренней дуге IAC в соответствии с МЭК 62271-200

# Распределительные устройства и подстанции

## 3.2 Распределительные устройства среднего напряжения

### 3.2.4 Распределительные устройства среднего напряжения

Уровень распределения	Тип изоляции	Тип конструкции	Нарушение непрерывности электроснабжения при обслуживании	Класс перегорядок	Стойкость к внутренней дуге	
Первичный	Элегазовая изоляция	Расширяемая	LSC 2	PM (металлические)	IAC A FLR 31.5 кА, 1 сек	
			LSC 2	PM	IAC A FLR 31.5 кА, 1 сек	
			LSC 2	PM	IAC A FL 25 кА, 1 сек ** IAC A FLR 25 кА, 1 сек ***	
			LSC 2	PM (металлические)	IAC A FLR 31.5 кА, 1 сек	
			LSC 2	PM (металлические)	IAC A FLR 31.5 кА, 1 сек	
			LSC 2	PM	IAC A FLR 40 кА, 1 сек	
			LSC 2	PM (металлические)	IAC A FLR 40 кА, 1 сек	
	Воздушная изоляция	Расширяемая	LSC 2B	PM (металлические)	IAC A FLR 40 кА, 1 сек	
					IAC A FLR 25 кА, 1 сек	
			LSC 2B	PM (металлические)	IAC A FLR 50 кА, 1 сек	
			LSC 2B	PM (металлические)	IAC A FLR 50 кА, 1 сек	
			LSC 2A	PM (металлические)	IAC A FLR 25 кА, 1 сек	
			LSC 2B	PM (металлические)	IAC A FLR 31.5 кА, 1 сек	
			LSC 1	PM	IAC A FL 16 кА, 1 сек	
	Вторичный	Элегазовая изоляция	Не расширяемая	LSC 2	PM	IAC A FL 25 кА, 1 сек ** IAC A FLR 21 кА, 1 сек ***
			Расширяемая	LSC 2	PM (металлические)	IAC A FL 25 кА, 1 сек ** IAC A FLR 21 кА, 1 сек ***
Воздушная изоляция		Расширяемая	LSC 2	PM (металлические)	IAC A FLR 21 кА, 1 с	

\* Максимально возможная дугостойкость IAC \*\* Пристенная компоновка \*\*\* Свободно стоящая компоновка \*\*\*\* В зависимости от плавкой вставки ВН высокой отключающей способности.

Таблица. 3.2-11: Обзор распределительных устройств среднего напряжения

Тип распределительного устройства	Система сборных шин	Номинальное напряжение (кВ)	Номинальный ток термической стойкости (кА)		Номинальный ток, сборная шина (А)	Номинальный ток, фидер (А)
			1 сек	3 сек		
NXPLUS C	Одинарная	15	31.5	31.5	2 500	2 500
		24.0	25	25	2 500	2 000
NXPLUS C	Двойная	24	25	25	2 500	1 250
NXPLUS C Wind	Одинарная	36	25	20	1 000	630/1 000
NXPLUS	Одинарная	40.5	31.5	31.5	2 500	2 500
		36	31.5	31.5	2 500	2 500
8DA10	Одинарная	40,5	40	40	5 000	2 500
8DB10	Двойная	40,5	40	40	5 000	2 500
NXAIR	Одинарная	17.5	40	40	4 000	4 000
	Двойная	17.5	40	40	4 000	4 000
	Одинарная	24	25	25	2 500	2 500
	Двойная	24	25	25	2 500	2 500
NXAIR P	Одинарная	17.5	50	50	4 000	4 000
NXAIR P	Двойная	17.5	50	50	4 000	4 000
8BT1	Одинарная	24	25	25	2 000	2 000
8BT2	Одинарная	36	31.5	31.5	3 150	3 150
8BT3	Одинарная	36	16		1 250	1 250
8DJH Блочный тип	Одинарная	17.5	25	20	630	200 **** / 250 / 400 / 630
		24	20	20	630	200 **** / 250 / 400 / 630
8DJH одинарный распределительный щит	Одинарная	17.5	25	20	630	200 **** / 250 / 400 / 630
		24	20	20	630	200 **** / 250 / 400 / 630
SIMOSEC	Одинарная	17.5	25	21	1 250	1 250
		24	20	20	1 250	1 250

### NXAIR ≤ 17.5 кВ

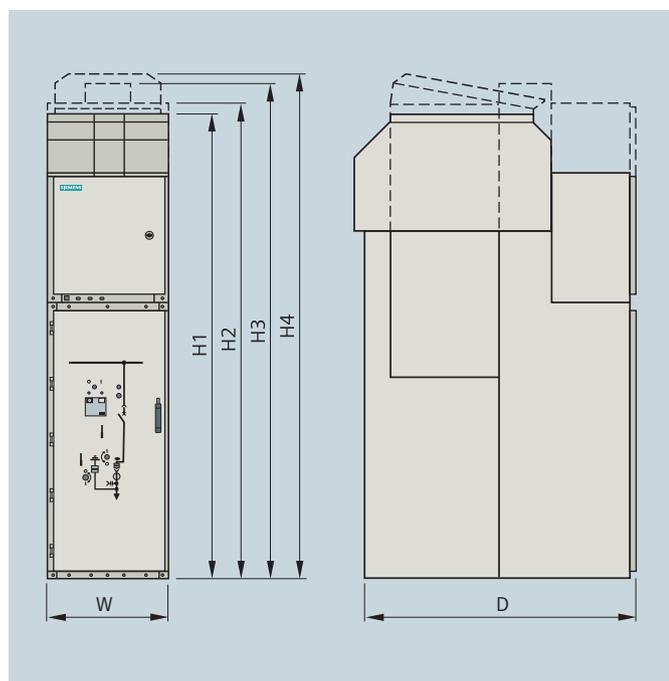


Рис. 3.2-5: NXAIR Распределительный щит

Номинальное				
Напряжение	кВ	7.2	12	17.5
Частота	Гц	50/60	50/60	50/60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	20*	28*	38
Наибольшее выдерживаемое напряжение грозового импульса (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	60	75	95
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	40	40	40
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	40	40	40
Ток включения при коротком замыкании	макс. кА	100/104**	100/104**	100/104**
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	100/104**	100/104**	100/104**
Рабочий(нормальный) ток сборной шины	макс. А	4 000	4 000	4 000
Рабочий(нормальный) ток фидеров:				
Щита автоматического выключателя	макс. А	4 000	4 000	4 000
Щита контактора	макс. А	400***	400***	-
Щита разъединителя	макс. А	4 000	4 000	4 000
Шинный секционный разъединитель	макс. А	4 000	4 000	4 000
Щит подключения сборной шины	макс. А	4 000	4 000	4 000

\* 32 кВ при 7.2 кВ и 42 кВ при 12 кВ опционально для исполнения по ГОСТ  
 \*\* Значения для 50 Гц 110 кА; для 60 Гц 104 кА  
 \*\*\* Значения токов зависят от плавкой вставки ВН. Выдерживаемое напряжение грозового импульса вдоль открытых контактов контактора: 40 кВ при 7.2 кВ, 60 кВ при 12 кВ

Таблица. 3.2-12: Технические данные NXAIR



Размеры		В мм	
Ширина	W	Щит автоматического выключателя	<1000 А 600* 1 250 А 800 2,500 А / 3,150 А / 4,000 А 1 000
		Щит контактора	< 400 А 435
	Щит разъединителя	1,250 А 800 2,500 А / 3,150 А / 4,000 А 1 000	
	Шинный секционный разъединитель	1,250 А 2 x 800 2,500 А / 3,150 А / 4,000 А 2 x 1,000	
	Щит измерений	800	
	Щит подключения сборной шины	< 4 000 А 800/1 000	
	Высота	H1	Со стандартным низковольтным отсеком, естественная вентиляция
H2		Со стандартным низковольтным отсеком и дополнительным отсеком для сборной шины	2 350
H3		С принудительной вентиляцией для 4000 А	2 450
H4		С опционально встроенным поглотителем дуги	2 500
Глубина	D	Одиная система сборных шин, все типы щитов (за исключением щита контактора)	< 31.5 кА 1 350 40 кА 1 500
		Щит контактора	< 40 кА 1,400*/1,500

\* < 31,5 кА

Рис. 3.2-6: Размеры NXAIR

#### Особенности исполнения:

Распределительное устройство NXAIR с воздушной изоляцией с корпусом из лакированного листа является инновационным распределительным устройством, предназначенным для распределения энергии до 17 кВ, 40 кА, 4000 А.

- Конструкция соответствует МЭК 62271-200, лакирована, категория нарушения непрерывности электроснабжения при обслуживании: LSC 2B; класс перегородок: PM; Стойкость к внутренней дуге IAC A FLR 40 кА, 1 сек
- Надежная включающая и отключающая способность автоматических выключателей и высоконадежных заземлителей внутри щита.

- Изолирующая воздушная среда всегда доступна
- Одиная система сборных шин, двойная система сборных шин (встречное задними фасадами или передними фасадами)
- Съемный вакуумный автоматический выключатель
- Съемный вакуумный контактор
- Общемировая концепция платформы; наличие местного производства
- Использование стандартизованных устройств
- Максимальная безопасность работы благодаря автономной логике управления
- Интервал обслуживания ≥ 10 лет

### NXAIR ≤ 24 кВ

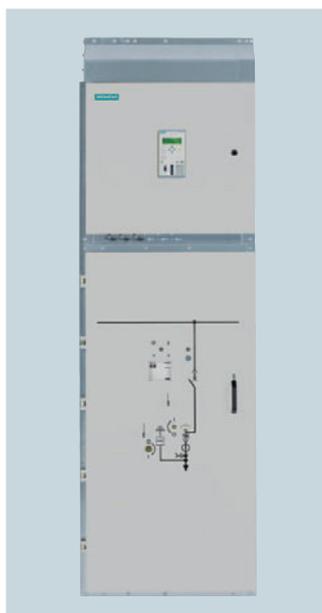
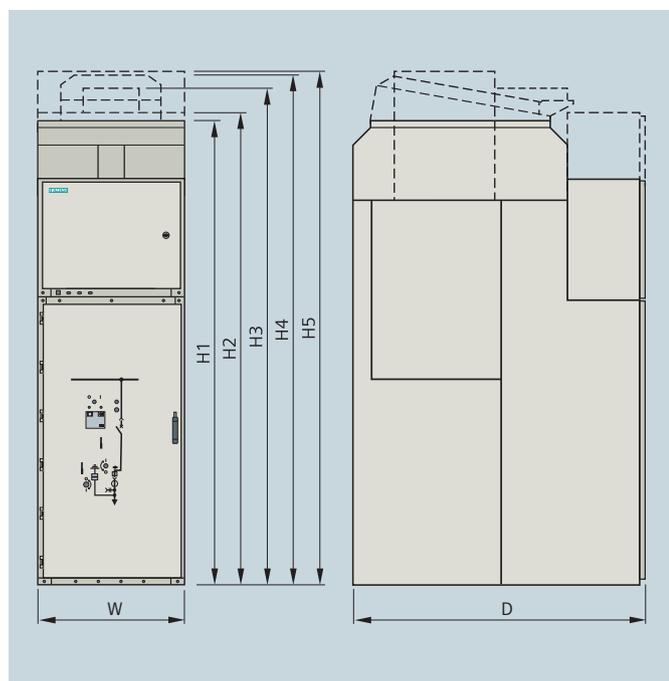


Рис. 3.2-7: NXAIR, 24 кВ щит

Номинальное		
Напряжение	кВ	24
Частота	Гц	50/60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	50*
Наибольшее выдерживаемое напряжение грозового импульса (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	125
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	25
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	25
Ток при включении на короткое замыкание	макс. кА	63/65**
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	63/65**
Рабочий(нормальный) ток сборной шины	макс. А	2 500
Рабочий(нормальный) ток фидеров:		
Щита автоматического выключателя	макс. А	2 500
Щита разъединителя	макс. А	2 500
Шинный секционный разъединитель	макс. А	2 500

\* 65 кВ опционально для исполнения по ГОСТ \*\* значения для 50 Гц 63 кА; для 60 Гц 65 кА

Таблица. 3.2-13: Технические данные NXAIR, 24 кВ



Размеры			В ММ
Ширина	W	Щит автоматического выключателя	< 1,250 А / 2,500 А
		Щит разъединителя	< 1,250 А / 2,500 А
		Шинный секционный разъединитель	1,250 А / 1 600 А / 2 000 А / 2 500 А
		Щит измерений	
Высота	H1	Со стандартным низковольтным отсеком	2 510
Высота	H2	С высоким низковольтным отсеком	2 550
Высота	H3	С естественной вентиляцией	2 680
Высота	H4	С опционально встроенным поглотителем дуги	2 750
Высота	H5	С дополнительным отсеком для компонентов сборной шины	2 770
Глубина	D	Одинарная система сборных шин	1 600

Рис. 3.2-8: Размеры NXAIR, 24 кВ

#### Особенности исполнения:

Распределительное устройство NXAIR с воздушной изоляцией с корпусом из лакированного листа является дальнейшим развитием серии распределительных устройств NXAIR, и предназначено для распределения энергии до 24 кВ, 25 кА, 2500 А.

- Конструкция соответствует МЭК 62271-200, лакирована, категория нарушения непрерывности электроснабжения при обслуживании: LSC 2B; Класс перегородок: PM; Стойкость к внутренней дуге IAC A FLR 25 кА, 1 сек
- Надежная включающая и отключающая способность автоматических выключателей и высоконадежных заземлителей внутри щита.

- Одинарная система сборных шин, двойная система сборных шин (встречное задними фасадами или передними фасадами)
- Изолирующая воздушная среда всегда доступна
- Съемный вакуумный автоматический выключатель
- Общемировая концепция платформы; наличие местного производства
- Использование стандартизованных устройств
- Максимальная безопасность работы благодаря автономной логике управления
- Интервал обслуживания ≥ 10 лет

### NXAIR P



Рис. 3.2-9: NXAIR P щит

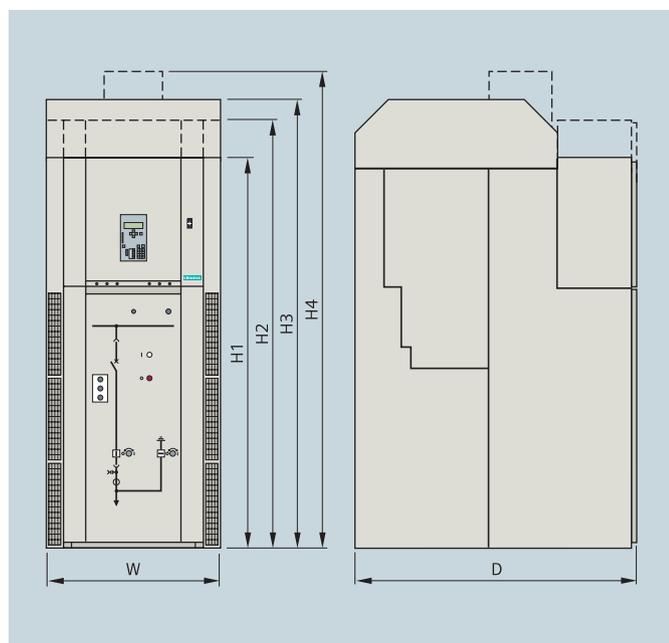
Номинальное				
Напряжение	кВ	7.2	12	17.5
Частота	Гц	50 / 60	50 / 60	50 / 60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	20*	28*	38
Наибольшее выдерживаемое напряжение грозового импульса (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	60	75	95
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	50	50	50
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	50	50	50
Ток включения при коротком замыкании	макс. кА	125/130**	125/130**	125/130**
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	125/130**	125/130**	125/130**
Рабочий(нормальный) ток сборной шины	макс. А	4 000	4 000	4 000
Рабочий(нормальный) ток фидеров:				
Щит автоматического выключателя	макс. А	4 000	4 000	4 000
Щит контактора		400***	400***	-
Щита разъединителя		4 000	4 000	4 000
Шинный секционный разъединитель		4 000	4 000	4 000

\* 32 кВ при 7.2 кВ и 42 кВ при 12 кВ опционально для исполнения по ГОСТ

\*\* Значения для 50 Гц 125 кА; для 60 Гц 130 кА, высоконадежный заземляющий разъединитель на 17.5 кВ до 100 кА

\*\*\* Зависит от номинального тока используемой плавкой вставки ВН высокой отключающей способности; диэлектрической прочности щита контактора: 20 кВ кратковременное напряжение промышленной частоты фаза-фаза, фаза-земля, открытый промежуток между контактами, или 60 кВ грозовой импульс фаза-фаза, фаза-земля, 40 кВ открытый промежуток между контактами

Таблица. 3.2-14: Технические данные NXAIR P



Размеры		В мм		
Ширина	W	Щит автоматического выключателя	< 2 000 А > 2 000 А	800 1 000
		Щит контактора	< 400 А	400
	Щит разъединителя	< 2 000 А > 2 000 А	800 1 000	
		Шинный секционный разъединитель	< 2 000 А > 2 000 А	2 x 800 2 x 1 000
	Щит измерений			800
	Высота	H1	Со стандартным низковольтным отсеком(<3150 А)	2 225
H2		С высоким низковольтным отсеком	2 485	
H3		С каналом сброса давления наверху, как стандарт	2 550	
H4		С принудительной вентиляцией( 4000 А)	2 710	
Глубина	D	Одинарная сборная шина (исключая щит контакторов)	1 635	
		Щит контактора	1 650	
	Двойная сборная шина в компоновке встречное задними фасадами(за исключением щита контакторов)		3 320	

Рис. 3.2-10: Размеры NXAIR, 24 P

#### Особенности исполнения:

Распределительное устройство NXAIR P с воздушной изоляцией с корпусом из плакированного листа основана на принципах распределительных устройств NXAIR и спроектировано для распределения энергии до 17.5 кВ, 50 кА, 4,000 А.

- Конструкция соответствует МЭК 62271-200, плакирована, категория нарушения непрерывности электроснабжения при обслуживании: LSC 2B; Класс перегородок: PM; Стойкость к внутренней дуге IAC A FLR 50 кА, 1 сек
- Изолирующая воздушная среда всегда доступна
- Одинарная система сборных шин, двойная система сборных шин (встречное задними фасадами или передними фасадами)

- Надежная включающая и отключающая способность автоматических выключателей и высоконадежных заземлителей внутри щита.
- Съемный вакуумный автоматический выключатель
- Съемный вакуумный контактор
- Максимальная надежность благодаря модульной конструкции
- Максимальная безопасность работы благодаря автономной логике управления
- Интервал обслуживания  $\geq 10$  лет

### 8BT1



Рис. 3.2-13: 8BT1 щит

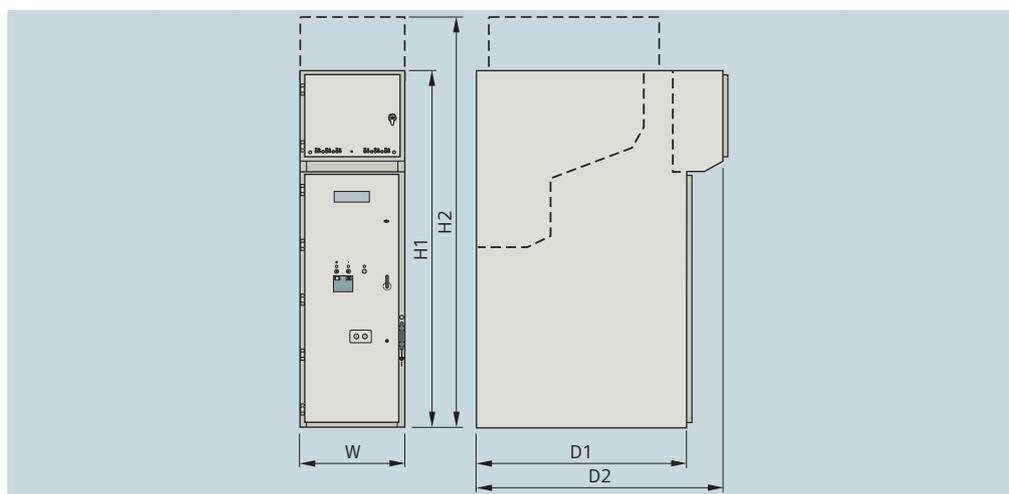
**Особенности исполнения:**  
 Распределительное устройство 8BT1 с воздушной изоляцией блочного типа, собранное на заводе, сертифицированная конструкция, для применений внутри помещений с пониженными номинальными мощностями в системах распределения энергии до 24 кВ, 25 кА, 2 000 А.

- Сертифицированная конструкция, МЭК 62271200, блочного типа, категория нарушения непрерывности электроснабжения при обслуживании: LSC 2A; класс перегородок: PM; Стойкость к внутренней дуге IAC A FLR ≤ 25 кА 1 с
- Изолирующая воздушная среда
- Всегда доступна
- Надежная включающая и отключающая способность автоматических выключателей и высоконадежных заземлителей внутри щита.
- Одинарная система сборных шин
- Съемный вакуумный автоматический выключатель
- Все коммутационные операции с закрытыми дверьми

Номинальное			
Напряжение	кВ	12	24
Частота	Гц	50	50
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	28	50
Наибольшее выдерживаемое напряжение грозового импульса (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	75	125
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	25	25
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	25	25
Ток при включении на короткое замыкание	макс. кА	63	63
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	63	63
Рабочий(нормальный) ток сборной шины	макс. А	2 000	2 000
Рабочий(нормальный) ток фидеров:			
С автоматическими выключателями	макс. А	2 000	2 000
С переключателем-разъединителем	макс. А	630	630
С выключателем-разъединителем и плавкими вставками	макс. А	200 А*	200 А*

\* Зависит от номинального тока используемой плавкой вставки ВН высокой отключающей способности.

Таблица. 3.2-16: Технические данные 8BT1



Любые типы щитов			Размеры в мм
<b>7.2/12 кВ</b>			
Ширина	W	Для автоматического выключателя макс. 1 250 А Для автоматического выключателя 2 000 А Для выключателя-разъединителя	600 800 600
Высота	H1	Со стандартным низковольтным отсеком С системой сброса давления С вводным каналом	2 050
	H2		2 300*
Глубина	D1	С низковольтным отсеком С низковольтным отсеком	1 200
	D2		1 410
<b>24 кВ</b>			
Ширина	W	Для автоматического выключателя макс. 1 250 А Для автоматического выключателя 2 000 А Для переключателя-разъединителя	800 1 000 800
Высота	H1	Со стандартным низковольтным отсеком С системой сброса давления С вводным каналом	2 050
	H2		2 300*
	H2		2 350*
Глубина	D1	С низковольтным отсеком С низковольтным отсеком	1 200
	D2		1 410

\* Для длительности дуги 1 сек

Рис. 3.2-14: Размеры 8BT1

### 8BT2

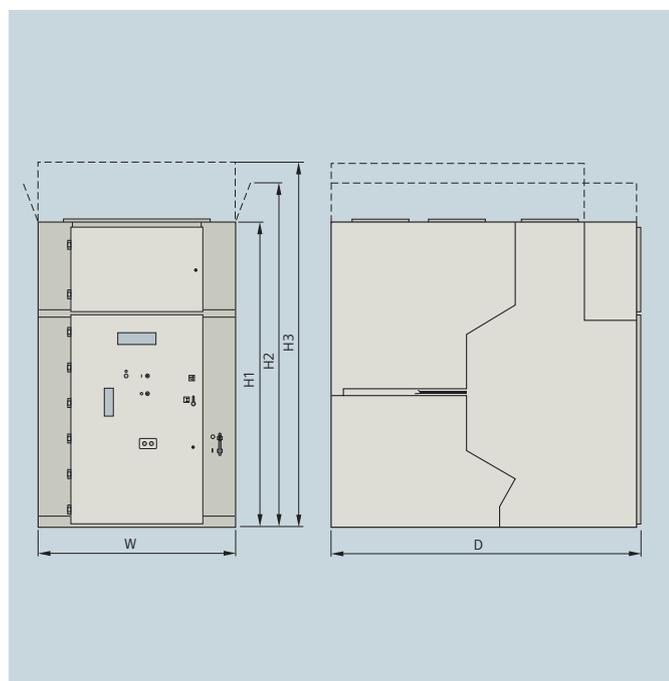


Рис. 3.2-15: Распределительное устройство 8BT2

Номинальное	
Напряжение	кВ 36
Частота	Гц 50/60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ 70
Наибольшее выдерживаемое напряжение грозового импульса (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ 170
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА 31.5
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА 31.5
Ток при включении на короткое замыкание	макс. кА 80/82*
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА 80/82*
Рабочий(нормальный) ток сборной шины	макс. А 3 150
Рабочий(нормальный) ток фидеров с автоматическим выключателем	макс. А 3 150

\* Значения для 50 Гц 80 кА; для 60 Гц 82 кА

Таблица. 3.2-17: Технические данные 8BT2



Размеры		В мм
Ширина	W	< 3,150 А ток фидера 1 200
Высота	H1	Средний щит 2 400
Высота	H2	Краевые щиты с боковыми дефлекторами 2 750 / 2 775*
Высота	H3	Щит с закрытым кабельным каналом 2 900**
Глубина	D	Настенный монтаж, IAC A FL 2 450
		Свободно стоящая компоновка IAC A FLR 2 700

\* H2 с боковыми дефлекторами для защиты от внутренней дуги

\*\* Закрытый канал для дугостойкости IAC A FLR

Рис. 3.2-16: Размеры 8BT2

#### Особенности исполнения:

Распределительное устройство 8BT2 с воздушной изоляцией и корпусом из лакированного листа, собранное на заводе, с сертифицированной конструкцией для применений в системах распределения энергии до 36 кВ, 31.5 кА, 3 150 А.

- Сертифицированная конструкция, МЭК 62271-200, из лакированного листа, категория нарушения непрерывности электропитания при обслуживании: LSC 2B; класс перегорелок: PM; Стойкость к внутренней дуге IAC A FLR 31.5 кА, 1 сек

- Изолирующая воздушная среда всегда доступна
- Надежная включающая и отключающая способность автоматических выключателей и высоконадежных заземлителей внутри щита.
- Одинарная система сборных шин
- Съемный вакуумный автоматический выключатель
- Все коммутационные операции с закрытыми дверями

### 8BT3



Рис. 3.2-17: Распределительное устройство 8BT3

**Особенности исполнения:**  
Распределительное устройство 8BT3 с воздушной изоляцией блочного типа, собранное на заводе, с сертифицированной конструкцией для применений внутри помещений с пониженными номинальными мощностями в системах распределения энергии до 36 кВ, 16 кА, 1 250 А.

- Сертифицированная конструкция, МЭК 62271-200, блочного типа, категория нарушения непрерывности электроснабжения при обслуживании: LSC 1;; Стойкость к внутренней дуге IAS A FL ≤ 16 кА 1 сек
- Изолирующая воздушная среда всегда доступна
- Высоконадежный заземлитель
- Одинарная система сборных шин
- Съемный вакуумный автоматический выключатель
- Все коммутационные операции с закрытыми дверями

Номинальное		
Напряжение	кВ	36
Частота	Гц	50/60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	70
Наибольшее выдерживаемое напряжение грозового импульса (фаза-фаза, фаза-земля)	кВ	170
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	16
Ток термической стойкости, 1 сек	макс. кА	16
Ток при включении на короткое замыкание	макс. кА	40/42*
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	40/42*
Рабочий (нормальный) ток сборной шины	макс. А	1 250
Рабочий (нормальный) ток фидеров:		
С автоматическими выключателями	макс. А	1 250
С переключателем-разъединителем	макс. А	630
С выключателем-разъединителем и плавкими вставками	макс. А	100**

\* Значения для 50 Гц 40 кА; для 60 Гц 42 кА.  
\* Зависит от номинального тока используемой плавкой вставки ВН высокой отключающей способности.

Таблица. 3.2-18: Технические данные 8BT3

Размеры			в мм
Ширина	W		1 000
Высота	H		2 400
Глубина	D		1 450

Рис. 3.2-18: Размеры 8BT3

### 8DA/8DB



Рис. 3.2-19: Распредустройство 8DA для применения с одинарной системой сборных шин (слева), 8DB для применения с двойной системой сборных шин (справа)

8DA/8DB представляют собой элегазовые с автоматическими выключателями распределительные устройства среднего напряжения до 40,5 кВ с преимуществами технологии вакуумных выключателей - для высокой степени независимости от окружающей среды во всех исполнениях. 8DA/8DB подходят для первичных систем распределения до 40,5 кВ, 40 кА, до 5 000 А.

#### Особенности исполнения:

- Сертифицированная конструкция в соответствии с IEC 62271-200
- Стандартизованные корпуса, изготовленные из стойкого к коррозии алюминиевого сплава.
- Безопасный для прикосновения корпус со стандартными подключениями для втычных кабельных адаптеров.
- Исполнительные механизмы и измерительные трансформаторы легко доступны за пределами корпуса.
- Металлический корпус, класс перегородок PM
- Нарушение непрерывности электроснабжения при обслуживании LSC 2
- Стойкость к внутренней дуге: IAC A FLR 40 кА, 1 сек

Номинальное					
Напряжение	кВ	12	24	36	40,5
Частота	Гц	50/60	50/60	50/60	50/60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты	кВ	28	50	70	85
Выдерживаемое напряжение грозового импульса	кВ	75	125	170	185
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	40	40	40	40
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	40	40	40	40
Ток при включении на короткое замыкание	макс. кА	100	100	100	100
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	100	100	100	100
Рабочий (нормальный) ток сборной шины	макс. А	5 000	5 000	5 000	5 000
Рабочий (нормальный) ток фидеров:	макс. А	2 500	2 500	2 500	2 500

Таблица. 3.2-19: Технические данные 8DA/8DB

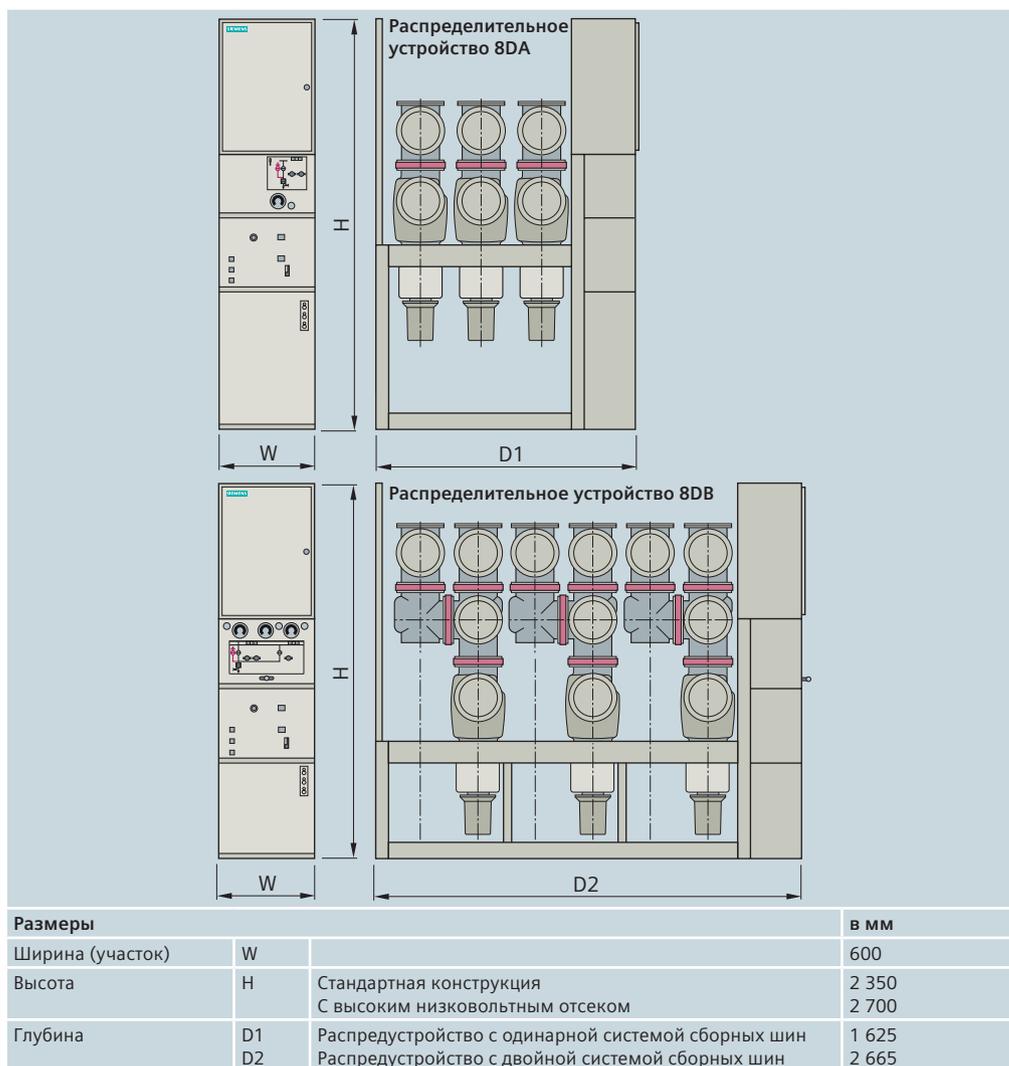


Рис. 3.2-20: Размеры 8DA/8DB

#### Преимущества

- Независимость от окружающих условий и климата
- Компактность
- Нет необходимости в техническом обслуживании
- Безопасность для персонала
- Эксплуатационная надежность
- Совместимость с окружающей средой
- Экономически эффективное решение

### 8DJH



Рис. 3.2-21: 8DJH Блочный тип

Элегазовое распреедурстройство среднего напряжения типа 8DJH используется для вторичных распределительных систем до 24 кВ. Фидеры кольцевой кабельной сети, фидеры с автоматическим вакуумным выключателем, фидеры для питания трансформаторов представляют собой части всеобъемлющей номенклатуры продукции для удовлетворения всех требований высокой эксплуатационной надежности, в т.ч. для экстремальных окружающих условий.

#### Особенности исполнения:

- Сертифицированная конструкция в соответствии с МЭК 62271-200
- Герметичная система, заполненная элегазом (SF6) на весь срок службы.
- Безопасный для прикосновения корпус со стандартными подключениями для втычных кабельных адаптеров.
- Трехполюсное распреедурстройство, с элегазовой изоляцией для коммутационных устройств и сборных шин.
- Доступны как блочные, так и одинарные щиты.
- Коммутационные устройства: трехпозиционный выключатель нагрузки (ВКЛ-ОТ-КЛ-ЗЕМЛЯ), комбинация выключателя с предохранителем с плавкой вставкой для защиты распределительного трансформатора, вакуумный автоматический выключатель, заземляющий разъединитель
- Функция заземления у коммутационных устройств, в основном, защищена от включения.

Номинальное						
Напряжение	кВ	7,2	12	15	17,5	24
Частота	Гц	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Кратковременное напряжение промышленной частоты	кВ	20	28*	36	38	50
Выдерживаемое						
Выдерживаемое напряжение грозового импульса	кВ	60	75	95	95	125
Рабочий (нормальный) ток фидеров кольцевой кабельной сети	А	400 или 630				
Рабочий (нормальный) ток сборной шины	макс. А	630				
Рабочий (нормальный) ток фидеров с автоматическими выключателями:	А	250 или 630				
Рабочий (нормальный) ток фидеров для питания трансформаторов:	А	200**				
Ток термической стойкости, 1 сек	макс. кА	25	25	25	25	20
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	20	20	20	20	20
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	63	63	63	63	50
Ток при включении на короткое замыкание фидеры кольцевой магистрали	50 Гц	макс. кА	63	63	63	50
фидеры с автоматическими выключателями		макс. кА	63	63	63	50
фидеры для питания трансформаторов		макс. кА	63	63	63	50
Ток термической стойкости, 1 сек	60 Гц	макс. кА	21	21	21	20
Ток термической стойкости, 3 сек		макс. кА	21	21	21	20
Номинальное пиковое значение сквозного тока		макс. кА	55	55	55	52
Ток при включении на короткое замыкание фидеры кольцевой магистрали	60 Гц	макс. кА	55	55	55	52
фидеры с автоматическими выключателями		макс. кА	55	55	55	52
фидеры для питания трансформаторов		макс. кА	55	55	55	52

\* 42 кВ в соответствии с некоторыми национальными стандартами  
 \*\* Зависит от типа плавкой вставки ВН высокой отключающей способности

Таблица. 3.2-20: Технические данные 8DJH

Размеры			Размеры в мм
Ширина	W	Число фидеров	
		2 фидера	620
		3 фидера	1 050
4 фидера	1 360		
Высота	H	Щит без низковольтного отсека	1 200/1 400/1 700
		Щит с низковольтным отсеком (опционально)	1 400 - 2 600
		Распреедурстройство с абсорбером давления (опционально)	1 800 - 2 600
Глубина	D	Стандартное распреедурстройство	775
		Распреедурстройство с абсорбером давления(опционально)	890

Рис. 3.2-22: Размеры 8DJH блочного типа

### 8DJH

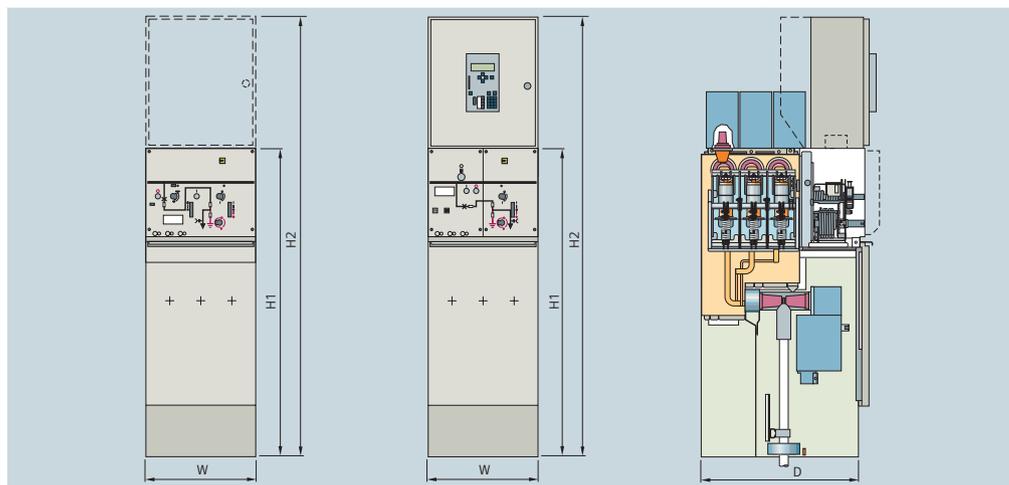


Рис. 3.2-23: 8DJH модульный тип

- Металлический корпус, класс перегородок PM
- Нарушение непрерывности электроснабжения при обслуживании LSC 2
- Стойкость к внутренней дуге(опционально):
  - IAC A FL 21 кА, 1 сек
  - IAC A FLR 21 кА, 1 сек

#### Преимущества

- Отсутствие работ с элегазом при монтаже
- Компактность
- Независимость от окружающих условий и климата
- Нет необходимости в техническом обслуживании
- Высокая безопасность эксплуатации и персонала
- Система блокировки распределительного устройства с логическим замковым устройством
- Эксплуатационная надежность и безопасность инвестиций
- Совместимость с окружающей средой
- Экономическая эффективность



Размеры		Размеры в мм	
Ширина	W	Фидеры кольцевой кабельной сети	310/500
		Фидеры для питания трансформаторов	430
		Фидеры с автоматическими выключателями	430/500
		Щит шинного секционного разъединителя	430/500/620
		Щит измерительный для сборной шины	430/500
Высота	H1 H2	Щиты без низковольтного отсека	1 200/1 400/1 700
		Щиты с низковольтным отсеком	1 400 - 2 600
		Распределительное устройство с абсорбером давления(опционально)	1 800 - 2 600
Глубина	D	Стандартное распределительное устройство	775
		Распределительное устройство с абсорбером давления(опционально)	890

Рис. 3.2-24: Размеры 8DJH, модульный тип

#### Типичные применения:

Распределительное устройство 8DJH используется для распределения энергии на вторичном уровне распределения:

- Системы распределения общественного электроснабжения:
  - Трансформаторные подстанции
  - Абонентские трансформаторные подстанции
  - Высотные здания
- Объекты инфраструктуры
  - Аэропорты и порты
  - Железные дороги и подземные станции метро

#### Вода и очистка сточных вод

- Промышленные предприятия
  - Автомобильная промышленность
  - Химическая промышленность
  - Карьеры
- Производство энергии из возобновляемых источников
  - Ветряные электростанции
  - Солнечные электростанции
  - Электростанции на биотопливе

### NXPLUS



Рис. 3.2-25: Распределительное устройство NXPLUS для применения с одинарной системой сборных шин (слева), NXPLUS для применения с двойной системой сборных шин (справа)

NXPLUS представляют элегазовые с автоматическими выключателями распределительные устройства среднего напряжения до 40,5 кВ с преимуществами технологии вакуумных выключателей - для высокой степени независимости от окружающей среды во всех исполнениях. NXPLUS может использоваться в первичных распределительных системах до 40,5 кВ, 31,5 кА, 2 000 А (для двойной системы сборных шин до 2 500 А)

#### Особенности исполнения:

- Сертифицированная конструкция в соответствии с МЭК 62271-200
- Герметичная система, заполненная элегазом (SF6) на весь срок службы.
- Безопасный для прикосновения корпус со стандартными подключениями для втычных кабельных адаптеров.
- Разделенные 3-х полюсные элегазовые резервуары для сборной шины с трехпозиционным разъединителем и для автоматического вакуумного выключателя
- Соединение резервуаров осуществляется с помощью однополюсных изолированных экранированных соединений
- Исполнительные механизмы и трансформаторы расположены снаружи резервуаров распределительного устройства и легкодоступны

Номинальное					
Напряжение	кВ	12	24	36	40,5
Частота	Гц	50/60	50/60	50/60	50/60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты	кВ	28	50	70	85
Выдерживаемое напряжение грозового импульса	кВ	75	125	170	185
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	31,5	31,5	31,5	31,5
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	31,5	31,5	31,5	31,5
Ток при включении на короткое замыкание	макс. кА	80	80	80	80
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	80	80	80	80
Рабочий (нормальный) ток сборной шины	макс. А	2 500	2 500	2 500	2 000
Рабочий (нормальный) ток фидеров:	макс. А	2 500	2 500	2 500	2 000

Таблица. 3.2-22: Технические данные NXPLUS

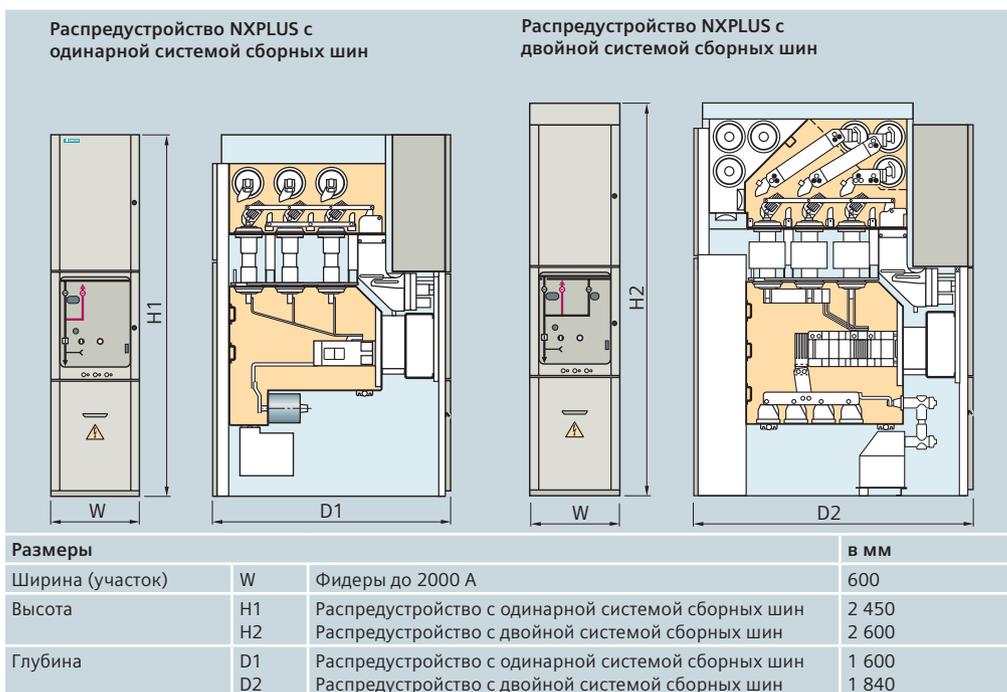


Рис. 3.2-26: Размеры NXPLUS

- Металлический корпус, класс перегородок РМ
- Нарушение непрерывности электроснабжения при обслуживании LSC 2
- Стойкость к внутренней дуге: IAC A FLR 31,5 кА, 1 с
- Отсутствие работ с элегазом при монтаже

#### Преимущества

- Независимость от окружающих условий и климата
- Компактность
- Нет необходимости в техническом обслуживании
- Безопасность для персонала
- Эксплуатационная надежность

- Совместимость с окружающей средой
- Экономическая эффективность

### NXPLUS C



Рис. 3.2–27: NXPLUS C щит

Компактное NXPLUS C представляет распределительное устройство среднего напряжения с автоматическим выключателем, которое сделало элегазовую изоляцию с испытанной технологией вакуумных выключателей экономичной в своем классе. NXPLUS C используется для первичных и вторичных систем распределения до 24 кВ, 31,5 кА и до 2000 А. Также может поставляться как распределительное устройство с двойной системой сборной шины с компоновкой задними фасадами друг другу (см. каталог HA35.41)

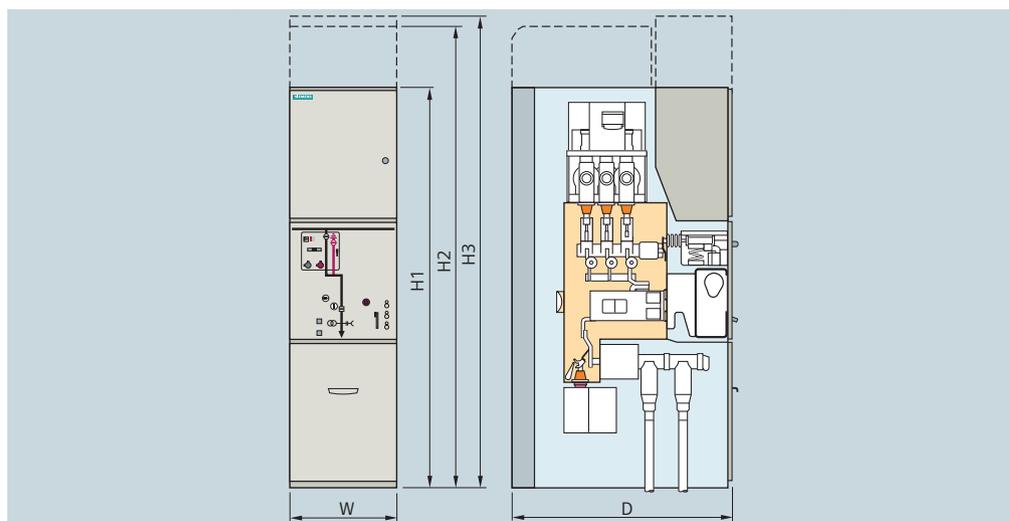
#### Особенности исполнения:

- Сертифицированная конструкция в соответствии с МЭК 62271–200
- Герметичная система, заполненная элегазом (SF6) на весь срок службы.
- Безопасный для прикосновения корпус со стандартными подключениями для втычных кабельных адаптеров.
- Нарушение непрерывности электроснабжения при обслуживании
  - Без плавких вставок ВН высокой отключающей способности LSC 2
- 1–полюсная изолированная и экранированная сборная шина
- 3–х полюсное распределительное устройство с элегазовой изоляцией для коммутационных устройств и сборных шин.
- Исполнительный механизм и трансформаторы расположены снаружи резервуара распределительного устройства и легкодоступны
- Металлический корпус, класс перегородок PM

Номинальное						
Напряжение	кВ	7,2	12	15	17,5	24
Частота	Гц	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты	кВ	20	28*	36	38	50
Выдерживаемое напряжение грозового импульса	кВ	60	75	95	95	125
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	31,5	31,5	31,5	25	25
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	31,5	31,5	31,5	25	25
Ток при включении на короткое замыкание	макс. кА	80	80	80	63	63
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	80	80	80	63	63
Рабочий(нормальный) ток сборной шины	макс. А	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
Рабочий(нормальный) ток фидеров:	макс. А	2 500	2 500	2 500	2 000	2 000

\* 42 кВ в соответствии с некоторыми национальными стандартами

Таблица. 3.2-23: Технические данные NXPLUS C



Размеры			В мм
Ширина	W	630 A / 1 000 A / 1 250 A 2 000 A/2 500 A	600 900
Высота	H1	Стандартная конструкция	2 250 (W = 600); 2 550 (W = 900)
	H2	С горизонтальным каналом сброса давления	2 640 (W = 600); 2 640 (W = 900)
	H3	С высоким низковольтным отсеком	2 650
Глубина	D	Пристенная компоновка	1 250
		Свободностоящая компоновка	1 250

Рис. 3.2-28: Размеры NXPLUS C

- С горизонтальным каналом сброса давления
- Увеличенное число циклов коммутаций (до 12 кВ, до 31,5 кВ, до 1250 А)
  - функция ОТКЛЮЧИТЬ 5 000 ×, 10 000 ×
  - функция ЗАЗЕМЛИТЬ 5 000 ×, 10 000 ×
  - функция АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ 30 000 ×

- Одобрения типа LR, DNV, GL, ABS, RMR
- Стойкость к внутренней дуге
  - Пристенная компоновка IAC A FL 31.5 кА, 1 сек
  - Свободностоящая компоновка: IAC A FLR 31.5 кА, 1 с

#### Преимущества

- Отсутствие работ с элегазом при монтаже
- Компактность

- Независимость от окружающих условий и климата
- Нет необходимости в техническом обслуживании
- Безопасность для персонала
- Эксплуатационная надежность
- Совместимость с окружающей средой
- Экономическая эффективность

### NXPLUS C Wind



Рис. 3.2-29: NXPLUS C Wind

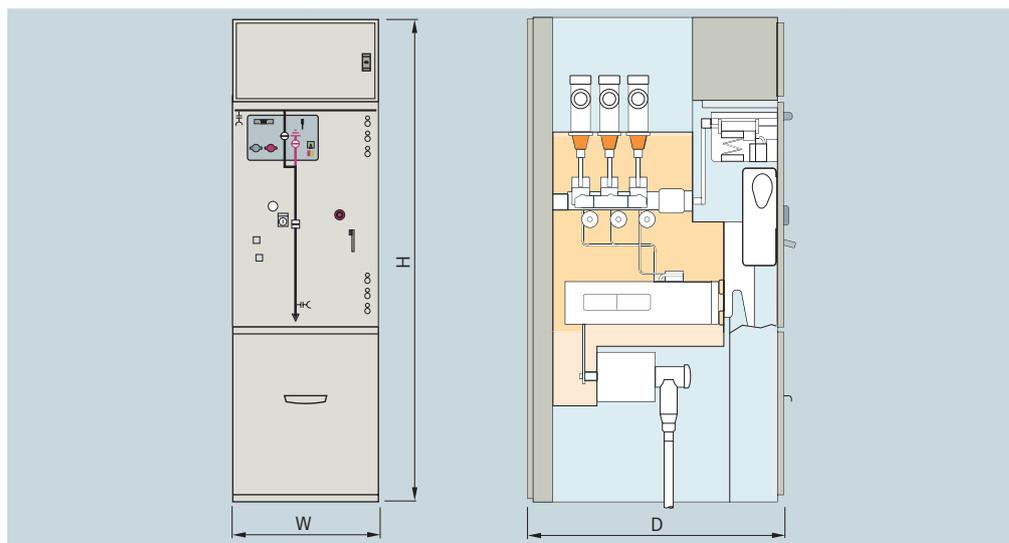
Компактное распределительное устройство среднего напряжения NXPLUS C специально спроектировано для ветряных турбин. Благодаря малым размерам они вписываются с ветряные турбины, где ограничено доступное пространство. NXPLUS C Wind доступны для 36 кВ, до 25 кА и токов сборной шины до 1000 А. NXPLUS C предоставляют щиты автоматического выключателя, разъединителя и выключателя-разъединителя (кольцевая магистраль).

**Особенности исполнения:**

- Сертифицированная конструкция в соответствии с МЭК 62271-200
- Герметичная система, заполненная элегазом (SF6) на весь срок службы.
- Безопасный для прикосновения корпус со стандартными подключениями для втычных кабельных адаптеров.
- Однополюсная изолированная и экранированная сборная шина
- 3-х полюсное распределительное устройство, с элегазовой изоляцией для коммутационных устройств и сборных шин.
- Исполнительный механизм и трансформаторы расположены снаружи резервуара распределительного устройства и легкодоступны
- Металлический корпус, класс

Номинальное		
Напряжение	кВ	36
Частота	Гц	50/60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты	кВ	70
Выдерживаемое напряжение грозового импульса	кВ	170
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	25
Ток термической стойкости, 1 сек	макс. кА	25
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	20
Ток при включении на короткое замыкание	макс. кА	63
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	63
Рабочий(нормальный) ток сборной шины	макс. А	1 000
Рабочий(нормальный) ток шкафа автоматического выключателя	макс. А	630
Рабочий(нормальный) ток шкафа разъединителя	макс. А	1 000

Таблица. 3.2-24: Технические данные NXPLUS C Wind



Размеры			В мм
Ширина	W	Щит автоматического выключателя Щит разъединителя, выключателя-разъединителя	600@@@450
Высота	H		1 900
Глубина	D		1 000

Рис. 3.2-30: Размеры NXPLUS C Wind

- Перегородок PM
- Нарушение непрерывности электроснабжения при обслуживании LSC 2B
- Стойкость к внутренней дуге
  - Пристенная компоновка IAC A FLR 25 кА, 1 сек
  - Свободностоящая компоновка IAC A FLR 25 кА, 1 сек

**Преимущества**

- Отсутствие работ с элегазом при монтаже
- Компактность
- Независимость от окружающих условий и климата
- Нет необходимости в техническом обслуживании

- Безопасность для персонала
- Эксплуатационная надежность
- Совместимость с окружающей средой
- Экономическая эффективность

### SIMOSEC



Рис. 3.2-31: Распределительное устройство SIMOSEC

Распредустройство с элегазовой изоляцией среднего напряжения типа SIMOSEC используется для первичного и вторичного уровня распределения энергии до 24 кВ и токами 1250 А. Модульный спектр продукции включает индивидуальные щиты для организации кольцевой кабельной сети, трансформаторные щиты и щиты автоматических выключателей, щиты для измерений, для полного удовлетворения всех требований энергоснабжения компаний и промышленных применений.

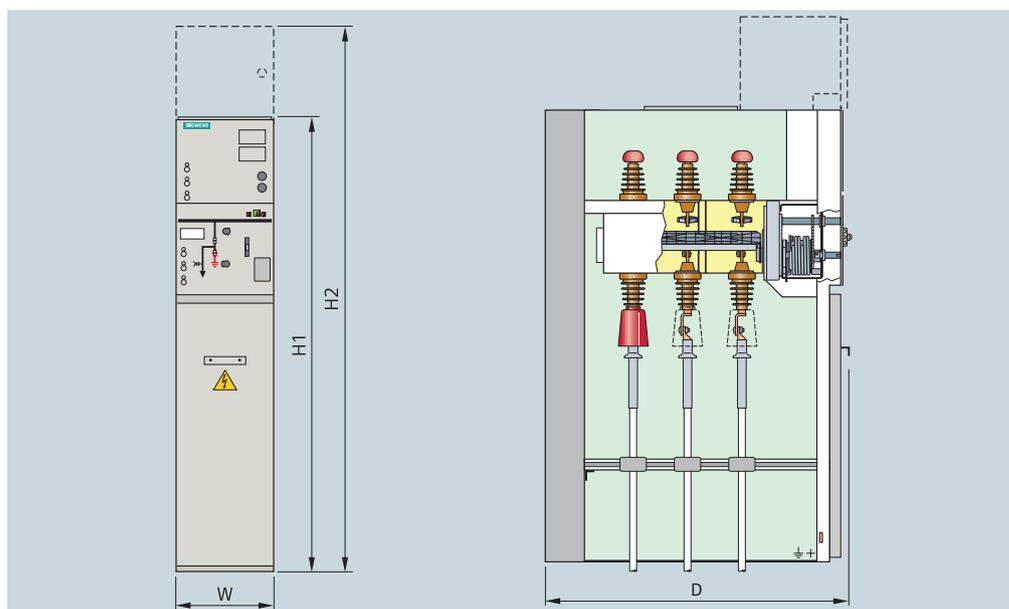
#### Особенности исполнения:

- Сертифицированная конструкция в соответствии с IEC 62271-200
- Фазы для сборных шин и кабельных подключений встроены одна за другой.
- Трехполюсное распредустройство с трехпозиционным разъединителем, автоматическим вакуумным выключателем и заземляющим разъединителем с герметичной элегазовой (SF6) системой, заполненной на весь срок службы.
- Система сборных шин с воздушной изоляцией
- Система подключения кабелей с воздушной изоляцией для обычной концевой разделки кабеля.
- Металлический корпус, класс перегородок PM
- Нарушение непрерывности электроснабжения при обслуживании LSC 2

Номинальное						
Напряжение		7.2 кВ	12 кВ	15 кВ, по треб. заказчика	17.5 кВ	24 кВ
Частота	Гц	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты	кВ	20	28*	36	38	50
Выдерживаемое напряжение грозового импульса	кВ	60	75	95	95	125
Ток отключения при коротком замыкании	макс. кА	25	25	25	25	20
Ток термической стойкости, 1 сек	макс. кА	25	25	25	25	20
Ток термической стойкости, 3 сек	макс. кА	-	21	21	21	20
Ток при включении на короткое замыкание	макс. кА	25	25	25	25	20
Номинальное пиковое значение сквозного тока	макс. кА	63	63	63	63	50
Рабочий(нормальный) ток сборной шины	А	630 или 1 250				
Рабочий(нормальный) ток фидеров:	макс. А	1 250	1 250	1 250	1 250	1 250

\* 42 кВ/75 кВ в соответствии с некоторыми национальными стандартами

Таблица. 3.2-25: Технические данные SIMOSEC



Размеры			в мм
Ширина (участок)	W	Фидеры для кольцевой кабельной сети, трансформаторные фидеры	375 или 500
		Фидеры с автоматическими выключателями, шинный секционный разъединитель	750 или 875
		Щит измерений	500/750/875
Высота	H1	Щиты без низковольтного отсека	1 760
	H2	Щиты без низковольтного отсека	2 100 или 2 300
Глубина	D	Стандарт	1 170 или 1 230

Рис. 3.2-32: Размеры SIMOSEC

- Стойкость к внутренней дуге
  - Пристенная компоновка IAC A FL 21 кА, 1 с
  - Свободностоящая компоновка IAC A FLR 21 кА, 1 с
- Может монтироваться или совместно бок о бок, или распределено по желанию.

#### Преимущества

- Компактная модульная конструкция
- Высокая безопасность эксплуатации и персонала
- Совместимость с окружающей средой
- Экономическая эффективность

### 3.2.5 Распредустройства для генераторов и больших токов.

Как центральный компонент, распредустройство для генератора и больших токов обеспечивает связь между генератором и трансформатором (при подаче в передающую и распределительные сети). Siemens предлагает различные типы генераторных распредустройств с номинальными напряжениями до 17,5 кВ и номинальными токами до 10 000 А, номинальными токами короткого замыкания до 72 кА для установки как снаружи так и внутри помещений.

Сердце генераторного распредустройства- автоматический выключатель. Его основная задача выдерживать очень большие токи и отключать экстремально высокие токи коротких замыканий. Генераторные автоматические выключатели Siemens, спроектированные с применением дружественной к окружающей среде вакуумной технологии, со способностью выдерживать максимальные рабочие токи и удовлетворять требованиям стандарта к генераторным автоматическим выключателям IEEE С37.013-1997.



Рис. 3.2-33: HIGS

Особенности исполнения:

- Высокая механическая стойкость
- Низкая пожарная нагрузка (количество теплоты, отнесенное к единице поверхности пола, которое может выделиться в помещении или здании при пожаре)
- Высокая эксплуатационная безопасность

#### HIGS (Генераторное устройство высокой степени интеграции)

HIGS представляет распредустройство с воздушной изоляцией в металлическом корпусе для напряжений и токов до 13,8 кВ, 63 кА, 3150 А для установки как внутри, так и снаружи помещений. Впервые в одном распредустройстве интегрирована система переключения нагрузки между фазами генератора, а также вспомогательный фидер (рис. 3.2-33).

Особенности исполнения:

- Автоматический выключатель генератора в соответствии с IEEE С37.013 в основном трансформаторном фидере
- Заземляющий разъединитель на стороне генератора и трансформатора
- Трансформаторы тока и напряжения
- Разрядники для защиты от перенапряжений:
- Конденсаторы для защиты от перенапряжений
- Интегрированный вспомогательный фидер с разъединителем и генераторный автоматический выключатель или выключатель-разъединитель и плавкие вставки.

Технические данные HIGS и генераторного распредустройства показаны в таблице 3.2-26.

Тип		HIGS	8BK40	HB1	HB1 Наружное исполнение	HB3
Установка		IR, FL	IR	IR	FL	IR, FL
Размеры L x W x H (длина x ширина x высота)	мм	3 430 x 1 200 x 2 500	2 300 x 1 100 x 2 500	4 000 x 1 900 x 2 500*	6 300 x 1 900 x 2 600*	2 900 x 4 040 x 2 400*
Номинальное напряжение:	кВ	13,8	макс. 17,5	17,5	17,5	17,5
Номинальное выдерживаемое напряжение грозового импульса (кВ)	кВ	110	95	110	110	110
Кратковременное выдерживаемое напряжение промышленной частоты	кВ	50	38	50	50	50
Номинальный ток отключения:	кА	31,5 - 63	50/63	50/63/72	50/63/72	50/63/72
Номинальные рабочие токи:	А	2 000 - 3 150		макс. 6100	макс. 5 400	макс. 10 000
сборной шины			5 000			
фидера			5 000			

\* Размеры могут отличаться в зависимости от типа

Таблица. 3.2-26: Технические данные HIGS и генераторного распредустройства

### 8BK40

8BK40 представляет генераторное распределительное устройство с воздушной изоляцией в металлическом корпусе с автоматическим вакуумным выключателем на выкатной тележке для установки внутри помещений до 17.5 кВ; 63 кА; 5 000 А (рис. 3.2-34)

#### Особенности исполнения:

- Генераторный автоматический выключатель в соответствии с IEEE C37.013 или в соответствии с МЭК 62271-100
- Функция разъединителя посредством выкатывания автоматического выключателя
- Заземляющий разъединитель на стороне генератора и трансформатора
- Трансформаторы тока и напряжения
- Разрядники для защиты от перенапряжений:
- Конденсаторы для защиты от перенапряжений

### НВ1, НВ1 наружного исполнения и НВ3

Это распределительное устройство с воздушной изоляцией, в металлическом корпусе с горизонтальной сборной шиной, не разделенное по фазам (НВ1, НВ1 наружного исполнения, рис. 3.2-35, рис. 3.2-36) или с разделенными фазами (НВ3, рис. 3.2-37).

#### Особенности исполнения:

- Генераторный автоматический выключатель в соответствии с IEEE C37.013
- Разъединитель
- Заземляющий разъединитель на стороне генератора и трансформатора
- Трансформаторы тока и напряжения
- Разрядники для защиты от перенапряжений:
- Конденсаторы для защиты от перенапряжений
- Дополнительные опции
  - Интегрированный статический стартер генератора
  - Интегрированный вспомогательный фидер с разъединителем и генераторный автоматический выключатель или выключатель-разъединитель и плавкие вставки.
  - Интегрированный фидер возбуждения
  - Тормозной выключатель



Рис. 3.2-34: 8BK40



Рис. 3.2-35: НВ1



Рис. 3.2-36: НВ1 Наружное исполнение



Рис. 3.2-37: НВ3

### 3.2.6 Подстанции для промышленных энергоузлов

#### Введение

Промышленные системы электроснабжения предусматривают максимальный уровень защиты для персонала, эксплуатационную надежность, экономическую эффективность и гибкость. Они также требуют комплексного подхода, который включает «пред» и «после» продажный клиентский сервис, который может удовлетворить всем требованиям, и, прежде всего, нацелен на конкретную ситуацию. Вместе с SITRABLOC® (рис. 3.2-38) такой подход может быть легко реализован.

#### Общие

SITRABLOC - это акроним для Siemens Трансформаторный БЛОКового типа. SITRABLOC питается энергией от подстанции среднего напряжения через комбинации: плавкая вставка - выключатель-разъединитель и радиальный кабель. В энергоузле, где SITRABLOC установлен, несколько SITRABLOC`ов соединены вместе с помощью кабелей или шин (рис. 3.2-39).

#### Особенности

- Благодаря комбинации: плавкая вставка - выключатель-разъединитель, ток короткого замыкания ограничен, что означает, что радиальный кабель может выбираться в соответствии с типоразмером трансформатора.
- В случае аварии кабеля сбой происходит только одного SITRABLOC.
- Устойчивость к короткому замыканию увеличивается за счет соединения нескольких станций в энергоузле. Эффект от этого заключается в том, что в случае аварии, мощные нагрузки селективно отключаются на очень короткое расстояние.
- Потери при передаче оптимизированы за счет того, что требуются короткие подключения к нагрузке.
- SITRABLOC имеет, в принципе, два трансформаторных выхода:
  - 1250 кВА в режиме естественной вентиляции (температура окружающего воздуха до 40 °C)
  - 1750 кВА в режиме принудительной вентиляции (140% с принудительным охлаждением)

Эти особенности гарантируют, что в случае сбоя одной станции, неважно по какой причине, энергоснабжение нагрузки поддерживается без прерываний.

#### Компоненты SITRABLOC:

- Трансформаторный шкаф с вентилятором на крыше для режима работы с принудительным охлаждением
- GEAFOL трансформатор
  - (С литой эпоксидной изоляцией) с высоконадежным заземляющим разъединителем
  - Режим с естественной изоляцией 100% нагрузки с температурой окружающего воздуха до 40 °C
  - Режим работы с принудительной вентиляцией: 140 % нагрузки
- Низковольтный автоматический выключатель на каждый трансформатор
- Оборудование для автоматической коррекции коэффициента мощности (настроенное/расстроенное)
- Щит измерения и управления, а также центральный пульт мониторинга
- Универсальное подключение к распределительной системе шинопроводов низкого напряжения (рис. 3.2-40)

В любой промышленности - автомобильной и пищевой, изостудия или разливающие линии, размещение SITRABLOC для работы в правильном месте значительно снижает потери при передаче. Энергия преобразуется на производственной площадке как можно ближе к нагрузке. Для установки данной системы не требуется ни специальных строений, ни противопожарных мер.

#### Доступны с любым уровнем мощности

SITRABLOC может оснащаться любым уровнем выходной мощности, которая управляется и защищается с помощью плавких вставок/выключателя-разъединителя.

Система сборных шин большого тока, в которую может подаваться мощность от четырех трансформаторов, гарантирует, что даже мощные нагрузки могут питаться без потерь энергии. За счет взаимосвязанных модулей также гарантируется, что мощные нагрузки отключаются селективно в случае аварии.



Рис. 3.2-38: система SITRABLOC

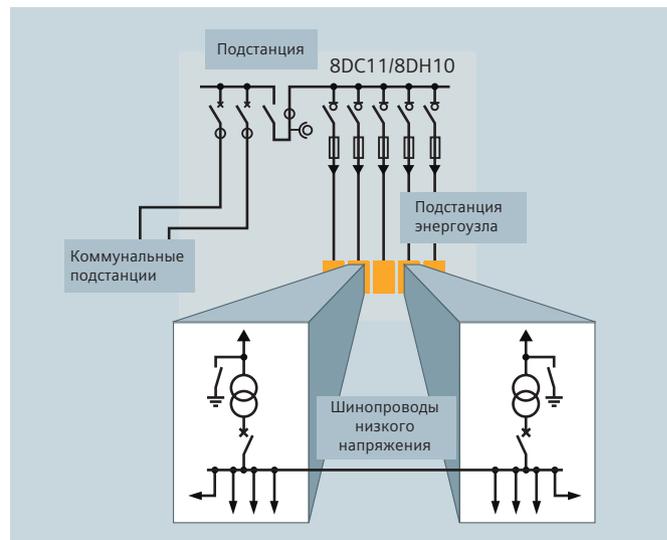


Рис. 3.2-39: Пример принципиальной схемы

### Интегрированная автоматическая коррекция коэффициента мощности

В системах SITRABLOC коррекция коэффициента мощности интегрирована еще с самого начала. Неизбежные потери энергии, например, из-за намагничивания в случае моторов и трансформаторов, уравниваются силовыми конденсаторами непосредственно в низковольтной сети. За счет этого увеличивается уровень передаваемой активной мощности, и стоимость энергии снижается (рис. 3.2-41).

### Надежность электроснабжения

С корректно спроектированным выходом трансформаторов, выполнение «критерия n-1» не является проблемой. Даже если один модуль отказывает (например, коммутационное устройство среднего напряжения, кабель или трансформатор), энергоснабжение продолжается без заметного прерывания. Ни один из приводов не останавливается, и целое предприятие продолжает надежно работать. С SITRABLOC мощность везде, где она нужна, - безопасно, надежно и экономично.

### режим работы n-1 критерий n-1

Для выполнения так называемого «критерия n-1» заводская сеть должна иметь соответствующую конструкцию, как на стороне среднего напряжения, так и низкого. В случае отказа одного из компонентов на линии трансформатора (например, автоматического выключателя или трансформатора, или кабеля до трансформатора) не произойдет прерывания энергоснабжения на стороне низкого напряжения (рис. 3.2-42)

Требуемая мощность 5 000 кВА = 4 x 1 250 кВА. В случае отключения одного энергоузла (SITRABLOC) от сети низкого напряжения, недостающая мощность будет поддерживаться за счет оставшихся трех (n-1) энергоузлов. SITRABLOC - это комбинация всего, что технология сегодняшнего дня может предложить. GEAFOL® трансформаторы с литой эпоксидной изоляцией только один из примеров этого.

Они отдают 100% мощности без вентиляторов и обладают резервом до 140% с вентиляторами. Гарантированная безопасность для эксплуатирующего персонала, даже в случае установки в непосредственной близости.

Другой пример- системы сборных шин большого тока SENTRON. Они могут прокладываться в любой компоновке, просты в монтаже и могут проводить ток там, где вам нравится почти без потерь. Самый важный момент, тем не менее, это единообразие SITRABLOC на всем своем протяжении, в не зависимости от компоновки модулей.

### Современная технология (табл. 3.2-27, рис. 3.2-44, следующая страница)

SITRABLOC может удовлетворять любым требованиям. Его особенности включают в себя:

- Трансформаторный шкаф без/с вентиляторами (работа с естественным или принудительным охлаждением).
- GEAFOL трансформаторы с литой эпоксидной изоляцией с высоконадежным заземляющим разъединителем - 1250 кВА с естественным охлаждением, 1750 кВА с принудительным (рис. 3.2-43, след. страница).
- Внешнее распрестройство среднего напряжения с плавкими вставками/выключателем-разъединителем.
- Автоматические выключатели низкого напряжения
- Автоматическая компенсация реактивной энергии: до 500 кВАр для неограниченного шкафа, до 300 кВАр для ограниченного.
- Система сборных шин большого тока SENTRON: подключение к системам сборных шин большого тока в любом направлении.
- SIMATIC ET 200/PROFIBUS интерфейс для системы текущего контроля и управления (если требуется).

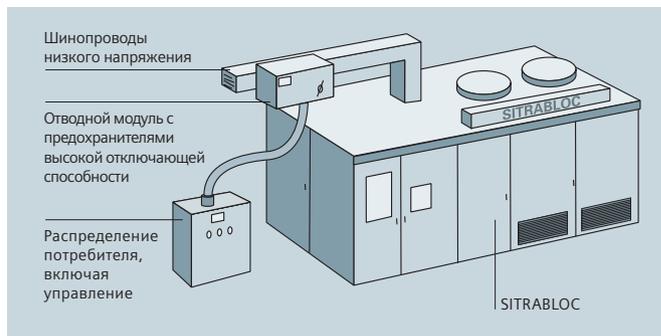


Рис. 3.2-40: Эскиз расположения

Номинальное напряжение:	12 кВ и 24 кВ
Мощность трансформатора (без/с охлаждением)	1 250 кВА/1 750 кВА
Режим работы трансформатора	100 % без принудит. охл. темп. до 40 °С 140 % с принудительным охлаждением
Коррекция коэффициента мощности	до 500 кВАр без реакторов до 300 кВАр с реакторами
Система шинпровода	1 250 А; 1 600 А; 2 500 А
Степень защиты	IP23 для трансформаторных шкафов IP43 для шкафов низкого напряжения
Размеры(мм)(ДхВхГ)	3 600 мм x 2 560 мм x 1 400 мм
Вес, примерно	6 000 кг

Таблица. 3.2-27: Технические данные SITRABLOC



Рис. 3.2-41: Батарея конденсаторов

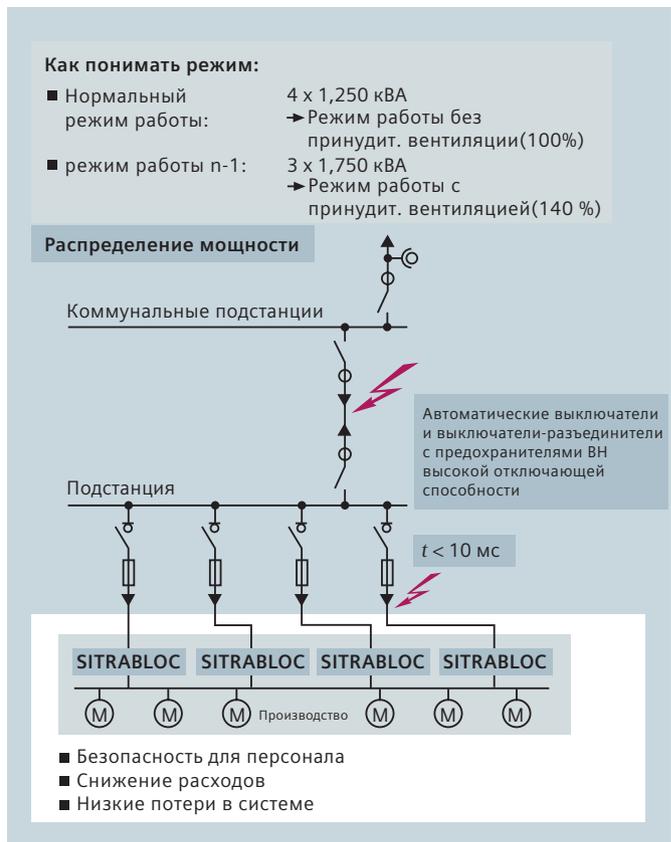


Рис. 3.2-42: режим работы n-1



Рис. 3.2-43: Трансформатор и заземляющий выключатель, блок НН

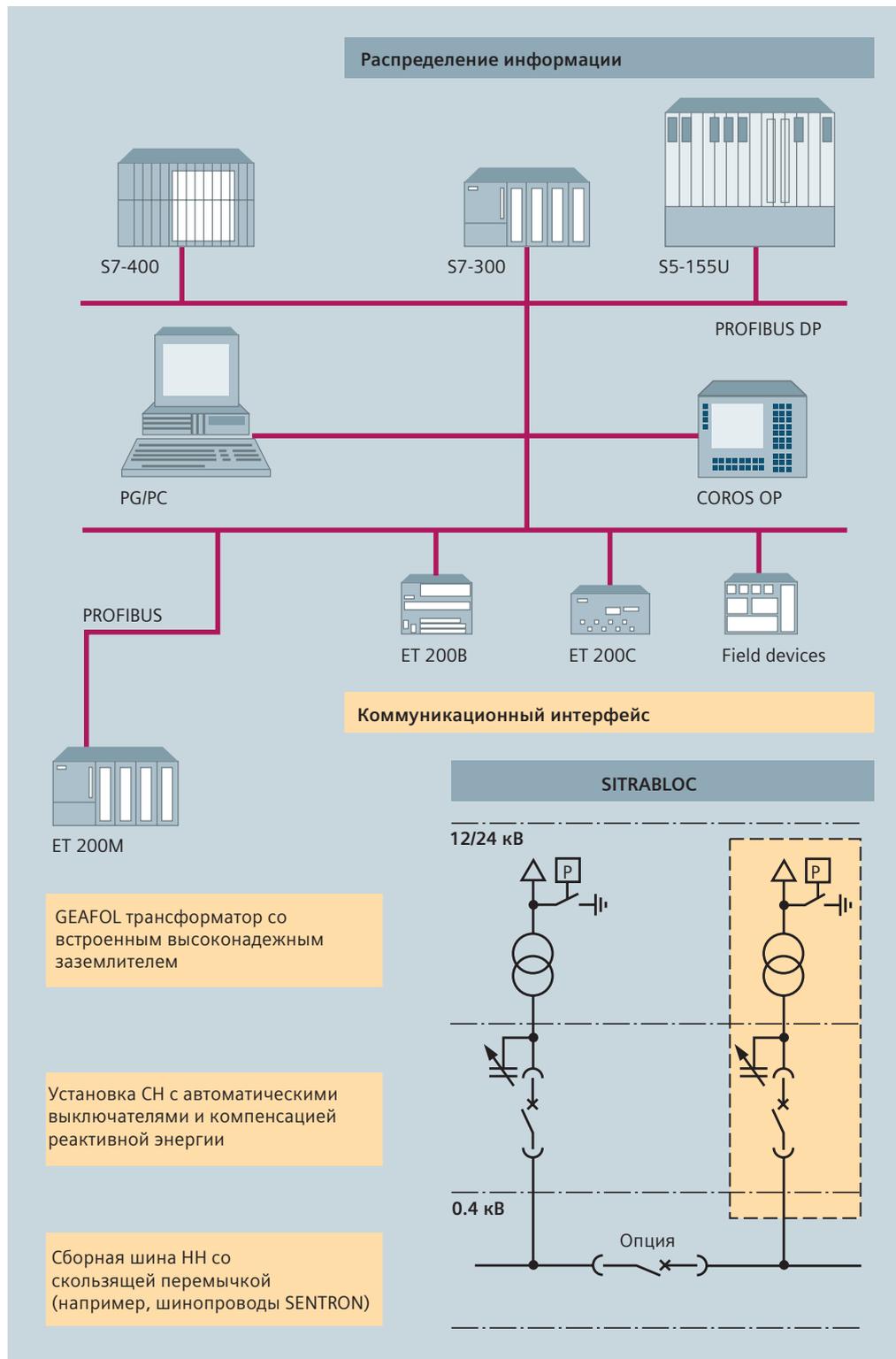


Рис. 3.2-44: SIMATIC ET 200/PROFIBUS интерфейс для системы управления и мониторинга

Для дальнейшей информации,  
пожалуйста, обращайтесь:  
Факс: + 7 495 737-10-10

### 3.3. Распределительные устройства низкого напряжения

#### 3.3.1 Требования к электроэнергетическим системами в зданиях.

Эффективность электроснабжения зависит от квалифицированного проектирования. Особенно в первой стадии проектирования, поиска концептуальных решений, проектировщик может использовать свои творческие способности для того, чтобы внести новые, инновационные решения и технологии. Они работают как базис для общего решения, которое должно быть экономически и технически оптимизировано с точки зрения энергообеспечения и связанных с ним требований.

Последующие стадии расчетов и выбора размеров схемы и оборудования представляют собой рутинные задачи, требующие больших усилий. Они могут эффективно выполняться с использованием современных инструментов подбора характеристик устройств, таких как SIMARIS®design, так что проектировщику остается больше свободы именно для творческого проектирования, связанного с поиском концептуальных решений (рис. 3.3-1).

Когда задача ограничена энергоснабжением только для инфраструктурных проектов, полезные возможности могут снизиться. При проектировании системы распределения электрической энергии необходимо брать на рассмотрение следующие аспекты:

- Упрощение оперативного управления за счет прозрачной и простой структуры энергосистемы
- Снижение затрат на потери энергии, например, за счет передачи электроэнергии среднего напряжения к центрам нагрузок.
- Высокая надежность электроснабжения и эксплуатационная безопасность установок даже в случае сбоев отдельного оборудования (дублированное питание, селективность защиты системы питания и высокая доступность)
- Простая адаптация к изменяющейся нагрузке и эксплуатационным условиям
- Низкие эксплуатационные расходы благодаря простому в обслуживании оборудованию
- Достаточная пропускная способность оборудования во время нормальной работы, а также в случае аварий, и с расчетом на будущее расширение системы.
- Хорошее качество энергоснабжения, т.е. малые изменения напряжения из-за колебаний нагрузки с достаточной симметрией напряжения и небольшими гармоническими искажениями.
- Соблюдение стандартов и технических условий, относящихся к проектам для специальных установок

#### Стандарты

Для минимизации технических рисков и/или защиты людей, работающих с электротехническим оборудованием, основные правила проектирования электроустановок были включены в стандарты. Стандарты предоставляют все самые современные правила и требования на сегодняшний день; они являются основой для оценочных и окончательных решений.

Технические стандарты представляют собой желаемые условия эксплуатации установок, оговариваемые профессиональными ассоциациями, но они, тем не менее, обязательны для исполнения, особенно в вопросах безопасности работ. Более того, соответствие техническим стандартам крайне важно для одобрения работающему персоналу субсидий от властей или страхового покрытия. Если несколько десятков лет назад, стандарты составлялись в основном на национальном уровне и обсуждались в региональных комитетах, то теперь существует соглашение, что

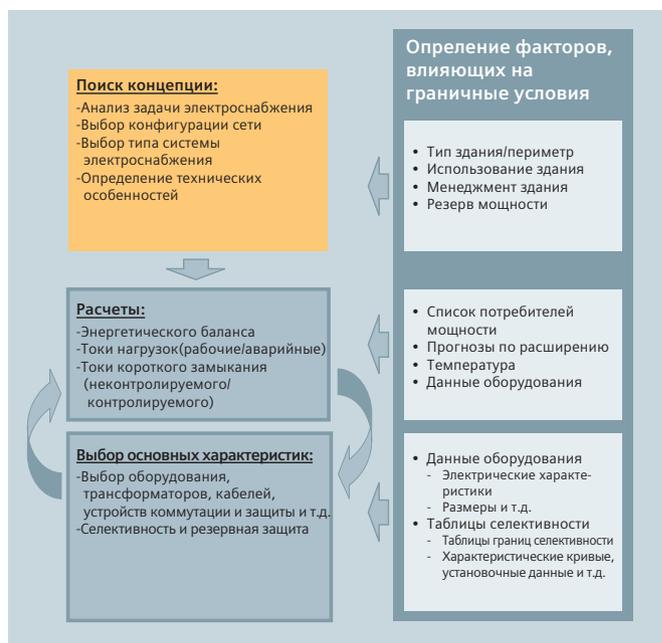


Рис. 3.3-1: Задачи проектирования системы электроснабжения

Региональные	Америка PAS	Европа CENELEC	Австралия	Азия	Африка
Национальные	США: ANSI	ДАНИЯ DIN VDE	АВСТРАЛИЯ: SA	КИТАЙ SAC	ЮЖНАЯ АФРИКА: SABS
	КАНАДА: SCC	ИТАЛИЯ CEI	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ: SNZ	ЯПОНИЯ: JISC	
	БРАЗИЛИЯ: COBEI	ФРАНЦИЯ UTE			
	...	АНГЛИЯ: BS			
ANSI	Американский национальный институт стандартов BS Английские стандарты				
CENELEC	Европейский комитет по электротехнической стандартизации				
CEI	Итальянский электротехнический комитет COBEI Бразильский электротехнический комитет DIN VDE Немецкий институт по стандартизации, Ассоциация немецких электротехников				
JISC	Японский промышленный комитет по стандартизации				
PAS	Стандарты тихоокеанской области				
SA	Стандарты Австралии				
SABS	Южноафриканское бюро по стандартам				
SAC	Администрация по стандартизации Китая				
SCC	Совет по стандартам Канады				
SNZ	Стандарты Новой Зеландии				
UTE	Коммуникационно-техническое объединение Электротехники и Связи				

Таблица. 3.3-1: Представление национальных и региональных стандартов в электротехнике

инициативы должны передаваться на рассмотрение централизованно (на уровне МЭК), а затем приниматься как региональные и национальные стандарты. Только в случае, если МЭК не заинтересован в решении этого вопроса или существуют ограничения по времени, составляется проект стандарта на региональном уровне.

Взаимосвязь различных уровней стандартизации показана в табл. 3.3-1. Полный список членов МЭК и дальнейшие ссылки можно получить на [www.iec.ch](http://www.iec.ch) → Members & Experts → List of Members (NC); <http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:5:0>.

# Распределительные устройства и подстанции

## 3.3. Распределительные устройства низкого напряжения

### Конфигурации системы

Таблицы 3.3-2 и 3.3-3 показывают технические аспекты и факторы влияния, которые необходимо учитывать при проектировании системы распределения электроэнергии и определения параметров сетевых компонентов.

- Простая радиальная система (топология отходящих линий)  
Все потребители централизованно питаются от одного источника энергии. Каждое подключение имеет однозначное направление потока электроэнергии.
- Радиальная система с переключаемыми соединениями в качестве резерва мощности - частичная нагрузка:  
Все потребители централизованно питаются от двух до  $n$  источников энергии. Они рассчитаны таким образом, что каждый из них способен питать все потребители, непосредственно подключенные к основной системе распределения энергии (автономная работа с отключенными межсетевыми соединениями). В случае аварии одного источника, оставшиеся источники могут осуществлять питание некоторых потребителей, подключенных к другому источнику энергии. В этом случае все второстепенные потребители должны отключаться (сброс нагрузки)
- Радиальная система с переключаемыми соединениями в качестве резерва мощности- полная нагрузка:  
Все потребители централизованно питаются от двух до  $n$  источников энергии (автономная работа с отключенными межсетевыми соединениями). Они имеют номинальную мощность, позволяющую в случае аварии одного источника, оставшимся источникам энергии полноценно питать все потребители, подключенные к вышедшему из строя источнику. Нет необходимости в отключении потребителей. В этом случае, мы говорим о выборе мощности источников энергии в соответствии с принципом  $(n-1)$ . С тремя параллельными источниками и более, возможны также другие принципы электроснабжения,

например принцип  $(n-2)$ . В этом случае, эти источники энергии будут иметь такую мощность, что, например, два из трех трансформаторов могут отключиться, и это никак не повлияет на постоянство электроснабжения всех потребителей.

- Радиальная система в объединенной сети  
Индивидуальные радиальные сети, в которых потребители централизованно питаются от одного источника энергии, также дополнительно электрически соединены с другими радиальными сетями с помощью взаимных межсетевых соединений. Все межсетевые соединения нормально включены.

В зависимости от номинальной мощности источников энергии по отношению к полной подключенной нагрузке, применение принципов  $(n-1)$ ,  $(n-2)$ , и т.д. может обеспечить непрерывное и полноценное электроснабжение всех потребителей за счет дополнительных соединительных линий.

Направление потока энергии через взаимные межсетевые соединения может меняться в зависимости от линии подачи энергии, что необходимо брать в расчет при выборе мощности защитных/коммутационных устройств и, прежде всего, для расчета параметров защиты.

- Радиальная система с распределением энергии через шинно-провода  
В этом особом случае радиальных систем, которые могут работать в объединенной сети, используются системы шинно-проводов вместо кабелей.

В цепях взаимных межсетевых соединений, эти системы шинно-проводов используются либо для передачи электроэнергии (например, от радиальной системы А до радиальной системы В), либо распределения энергии до соответствующих потребителей.

Критерий качества	Системные конфигурации на стороне низкого напряжения																								
	Простая радиальная система					Радиальная система с переключаемыми соединениями в качестве резерва мощности										Радиальная система в объединенной сети					Радиальная система с распределением энергии через сборные шины				
						Частичная нагрузка					Полная нагрузка														
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Низкая стоимость инвестиций	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Низкая мощность потерь	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Высокая надежность электроснабжения	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Высокая стабильность напряжения	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Простая эксплуатация	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Простая и понятная система защиты	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Высокая адаптивность	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Низкая пожарная нагрузка	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Оценка: выполнение критерия качества от очень хорошего(1) до плохого (5)

Таблица. 3.3-2: Примерная качественная оценка в зависимости от конфигурации системы

### Системы электроснабжения в соответствии с типом заземления

TN-C, TN-C/S, TN-S, IT и TT системы

Реализация IT систем может требоваться национальными или международными стандартами.

- Для частей установок, которые должны соответствовать особенно высоким требованиям относительно эксплуатационной безопасности и безопасности для человека (например в медицинских кабинетах интенсивной терапии и пр.)
- Для установок, работающих на открытом воздухе (например, в горнодобывающей промышленности, подъемных кранах, станций переработки мусора и химической промышленности)

- В зависимости от мощности системы электроснабжения и номинальных напряжений могут быть различные требования ко времени отключения (защита человека от непрямого касания с частями, находящимися под напряжением, посредством автоматического отключения)
- В системах электроснабжения, в которых электромагнитное влияние играет важную роль, предпочтительно конфигурировать как TN-S непосредственно вниз от точки питания. В дальнейшем, будет достаточно дорого переводить существующие TN-C или TN-C/S системы в ЭМС-совместимые системы.

Самой совершенной из TN систем является ЭМС-совместимая конструкция, выполненная как система TN-S



Характеристики	TN-C/S			TN-C/S			TN-S			IT система			TT система		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Низкая стоимость инвестиций	●				●			●				●			
Низкая стоимость расширения системы	●				●			●				●			
Может использоваться любая технология РУ/защиты	●			●			●			●			●		
Может быть реализовано определение сбоя короткого замыкания на землю			●			●						●			●
Могут быть посчитаны аварийные токи и импедансные условия в системе	●			●			●			●			●		
Стабильность системы заземления	●			●			●			●			●		
Высокий уровень эксплуатационной безопасности		●			●			●			●			●	
Высокий уровень защиты	●			●			●			●			●		
Высокий уровень защиты от поражения электрическим током		●			●			●			●			●	
Высокий уровень пожарной безопасности		●			●			●			●			●	
Может быть реализовано автоматическое отключение для защитных целей	●			●			●			●			●		
ЭМС-совместимость			●			●			●			●			●
Работа оборудования сохраняется при замыкании на землю или корпус		●			●			●			●			●	
Локализация сбоя во время работы системы		●			●			●			●			●	
Снижение времени простоев за счет контролируемого отключения	●			●				●			●			●	

1= соответствует 2=условно соответствует 3=не соответствует

Таблица. 3.3-3: Примерная качественная оценка систем энергоснабжения в соответствии с типом заземления

### 3.3.2 Определение основных характеристик систем распределения энергии

После того, как утверждена базовая концепция системы электроснабжения, необходимо определить основные характеристики системы электроснабжения.

Определение основных характеристик означает выбор всего оборудования, которое используется в системе электроснабжения.

Задачей является обеспечить технически допустимую комбинацию переключающих, защитных устройств и соединительных линий для каждой цепи системы электроснабжения.

#### Основные правила

В общем, определение основных характеристик должно осуществляться в соответствии с техническими правилами стандартов, приведенных на рис. 3.3-2.

#### Определение размеров кросс-схемы

После выбора сетевых компонентов и систем, может быть разработана экономическая эффективность общей системы. Эти кросс-схемы сопоставления сетевых компонентов могут быть любой степени сложности, потому что последующие изменения некоторых компонентов, например, переключающих или защитных устройств, могут влиять на соседний высший уровень или низкоуровневые секции сети (высокие затраты на тестирование, высокие риски проектирования).

#### Принципы выбора основных характеристик

Для каждой цепи, процесс определения основных характеристик включает в себя выбор одного или более коммутирующих - защитных устройств, которые используются в начале и конце соединительной линии, и, после изучения технических особенностей коммутирующих - защитных устройств, выбор характеристик самой соединительной линии (кабельная линия или соединение шинопроводом). Для питающих линий, в особенности, процесс выбора основных характеристик также включает в себя выбор параметров источников энергии.

Задачи выбора характеристик могут варьироваться в зависимости от типа цепи. Задача выбора характеристик для защиты от перегрузок и коротких замыканий может быть решена в виде выбора места расположения защитного оборудования. Устройства, применяемые на конце линии, могут гарантировать хорошую защиту от перегрузок, но при этом не обеспечивать защиту от коротких замыканий.

#### Типы цепей

Основные правила выбора характеристик и стандартов, перечисленные на рис. 3.3-2, в принципе, могут применяться для всех видов цепей. Также существуют дополнительные специфические требования для этих типов цепей, которые рассматриваются детально ниже.

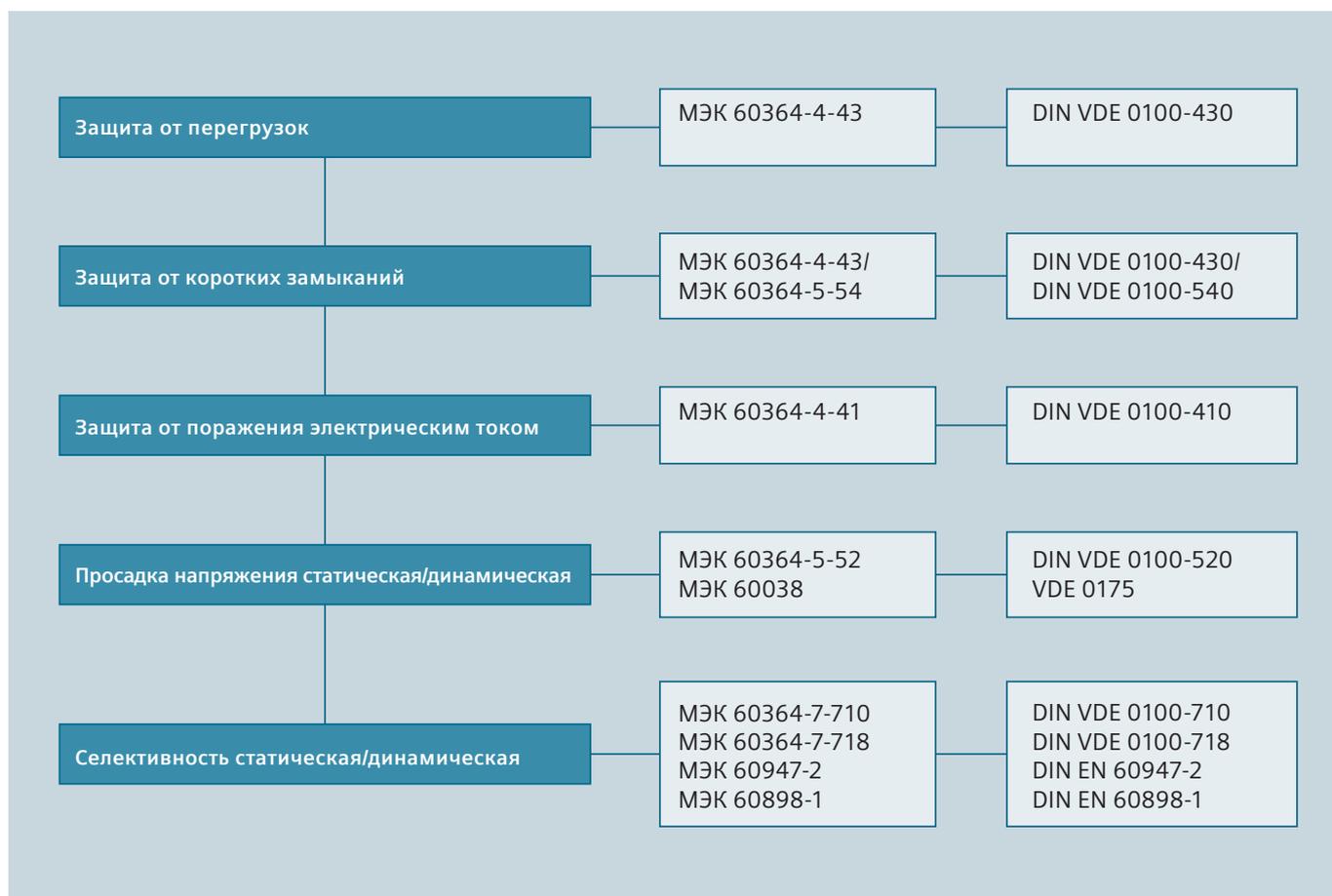


Рис. 3.3-2: Актуальные стандарты для выбора основных характеристик

### Цепи питания

Особенно серьезные требования предъявляются к выбору основных характеристик питающих цепей. Начинать следует с выбора номинальной мощности источников энергии. Мощность источников энергии выбирается в соответствии с максимальными ожидаемыми токами в системе, необходимым резервом мощности и уровнем надежности энергоснабжения в случае аварии (перегрузки, короткого замыкания).

Режимы нагрузок для всей системы устанавливаются путем принятия энергетического баланса (в «энергетическом расчете»). Резерв мощности и эксплуатационная надежность в системах электроснабжения обычно создается за счет соответствующей избыточности в системе, например:

- Обеспечение дополнительными источниками энергии (трансформаторами, генераторами, ИБП).
- Выбор мощности источников энергии в соответствии с аварийными принципами; n- или (n-1) принцип: применение принципа (n-1) означает, что два из трех источников энергии в принципе в состоянии обеспечить непрерывное электроснабжение всей нагрузки в системе без каких-либо проблем в случае аварии самого малого источника энергии в сети.
- Выбор таких источников энергии, которые временно могут работать в условиях перегрузок (например, трансформаторы с принудительной вентиляцией).

Вне зависимости от значения токов нагрузки, выбор характеристик любых последующих компонентов питающих линий ориентирован на номинальные мощности источников энергии, режимы работы системы и все состояния коммутирующих устройств в пределах энергосистемы.

Как правило, устройства коммутации и защиты должны выбираться таким образом, чтобы обеспечить передачу максимальной расчетной мощности в системе. Также, должны быть определены различные минимальные/максимальные токи короткого замыкания в системе электроснабжения, которые зависят от коммутационного состояния.

После того, как выбраны характеристики соединительных линий (кабелей или шинопроводов), необходимо рассмотреть соответствующие понижающие коэффициенты; данные коэффициенты зависят от числа систем, работающих параллельно и типа установки.

После выбора характеристик устройств, особое внимание нужно уделить их номинальной отключающей способности при коротком замыкании. Кроме того, высококачественные расцепители с различными уставками являются предпочтительными, поскольку они представляют собой основу для создания наилучшей селективности в направлении движения от вышестоящих устройств к нижестоящим.

### Распределительные цепи

Выбор характеристик кабельных трасс и устройств следует после определения максимальных токов нагрузки, ожидаемых на уровне распределения.

### Как правило

$$I_{b,max} = \Sigma \text{установленная мощность} \times \text{коэффициент одновременности}$$

Коммутирующие/защитные устройства и соединительные линии должны подбираться с учетом требований к защите от коротких замыканий и перегрузок.

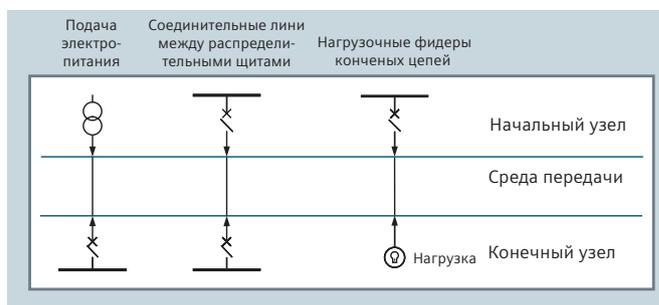


Рис. 3.3-3: Схематическое представление различных типов цепей

Для гарантированной защиты от перегрузок, необходимо соблюдать нормализованные рабочие не отключаемые токи, проходящие через устройства. Проверка, основанная только на номинальном токе устройства или значении параметра  $I_r$  может быть недостаточной.

### Основные правила для обеспечения защиты от перегрузок:

#### Правило номинального тока

- **Ненастраиваемое защитное оборудование**  
 $I_b \leq I_n \leq I_z$   
 Номинальный ток  $I_n$  выбранного устройства должен быть между расчетным максимальным током нагрузки  $I_b$  и максимальным допустимым током  $I_z$  линии передачи (кабеля или сборной шины).
- **Настраиваемое защитное оборудование**  
 $I_b \leq I_r \leq I_z$   
 Номинальный ток  $I_r$  расцепителя перегрузки должен быть между расчетным максимальным током нагрузки  $I_b$  и максимальным допустимым током нагрузки  $I_z$  линии передачи (кабеля или сборной шины).

#### Правило тока расщепления

$$I_2 \leq 1.45 \times I_z$$

Максимальный допустимый ток нагрузки  $I_z$  линии электропередачи (кабеля или сборной шины) должен быть выше номинального тока расщепления  $I_2/1.45$  выбранного устройства. Значение  $I_2$  стандартизовано и варьируется в зависимости от типа и характеристик применяемого защитного оборудования.

Значение  $I_2$  стандартизовано и различается в зависимости от типа и характеристик применяемого защитного устройства.

### Основные правила для обеспечения защиты от коротких замыканий:

#### Энергия короткого замыкания

$$K^2 S^2 \geq I^2 t$$

(K = Коэффициент материала; S = поперечное сечение)

Количество энергии, выделяемое во время короткого замыкания до момента срабатывания автоматической защиты должно быть меньше, чем может максимально передавать линия передачи, иначе могут произойти непоправимые повреждения. Как стандарт, это основное правило устанавливает максимальное время до срабатывания 5 с.

При времени отключения короткого замыкания менее 100 мс, необходимо учитывать максимальное значение сквозной энергии, проходящей через защитное устройство (в соответствии со спецификациями производителя оборудования).

При использовании устройств с отключающим модулем, необходимо проверить выполнение этого условия во всех точках кривой характеристики расцепления устройства.

Простой проверки в диапазоне максимальных токов короткого замыкания ( $I_{к, макс}$ ) не всегда достаточно, особенно в случае использования расцепителей с выдержкой времени.

### Время короткого замыкания

$$t_a(I_{к, мин}) \leq 5 \text{ с}$$

Итоговое время отключения при коротком замыкании защитного оборудования должно гарантировать, что минимальный ток ко-роткого замыкания  $I_{к, мин}$  на конце передающей защищаемой линии будет автоматически отключен в течении максимум 5 с.

Защита от перегрузок и коротких замыканий не обязательно должна обеспечиваться одним и тем же устройством. Если требуется, эти две задачи по защите могут выполняться с помощью комбинации устройств. Также можно рассмотреть использование отдельных коммутирующих и защитных устройств, т.е. в начале и конце кабельной линии. Как правило, устройства, применяемые на конце кабельной линии, могут гарантировать защиту от перегрузок только этой линии.

### Групповые конечные цепи

Метод координации защиты от перегрузок и коротких замыканий практически идентичен для конечных и распределительных цепей. Помимо защиты от перегрузок и коротких замыканий, во всех цепях также важна защита человеческой жизни.

### Защита от поражения электрическим током

$$t_a(I_{кл, мин}) \leq t_{а доп}$$

В случае возникновения однофазного замыкания на землю ( $I_{кл, мин}$ ), итоговое время срабатывания  $t_a$  для выбранного защитного оборудования должно быть меньше, чем максимально допустимое время отключения этих цепей  $t_{а доп}$  согласно МЭК 60364-4-41/ DIN VDE 0100-410 для обеспечения защиты человека.

Поскольку требуемое максимальное время отключения варьируется в зависимости от номинального напряжения системы и типа подключенной нагрузки (стационарная или нестационарная нагрузка), защитные требования по отношению к минимальному времени отключения  $t_{а доп}$  могут передаваться от одной нагрузочной цепи к другой. Альтернативно, эту задачу по защите человека можно решить с помощью ограничения максимального напряжения прикосновения.

Поскольку конечные цепи часто имеют длинные питающие линии, от их размеров часто зависит максимально допустимое падение напряжения.

При рассмотрении вопроса о выборе коммутирующих и защитных устройств необходимо всегда помнить о том, что длинные линии обладают высоким результирующим сопротивлением, что вызывает сильное ослабление расчетных токов короткого замыкания.

В зависимости от режима работы (секционный выключатель вкл./откл.) и источника питания среднего напряжения (трансформатор или генератор), защитное оборудование и его характеристики должны быть сконфигурированы для наиболее неблагоприятного сценария короткого замыкания.

В отличие от питающих и распределительных цепей, где выбор высококачественных расцепителей очень важен, в конечных цепях нет каких-либо специальных требований к защитному оборудованию относительно требуемой степени селективности. Использование расцепителей с характеристикой LI обычно достаточно.

### Резюме

В целом, процесс выбора основных характеристик прост для понимания и может быть выполнен с использованием простых средств.

Его сложность заключается в получении требуемых технических данных о продуктах и системах. Эти данные можно найти в различных технических стандартах и правилах, а также в многочисленных каталогах продукции.

Важный аспект в этом контексте – кросс-схемы управления определением размеров компонентов на основе их технических данных. Один такой аспект - выше отмеченное время отключения минимальных токов для цепей с нестационарной нагрузкой по отношению к другой цепи со стационарной нагрузкой или распределительной цепи.

Другой аспект - это взаимное влияние выбора характеристик и расчета параметров короткого замыкания, например для использования устройств ограничения токов короткого замыкания.

Также, сложность вопроса увеличивается, когда необходимо учитывать при расчетах различные национальные стандарты или практику монтажа.

По причинам минимизации рисков и эффективного использования времени, некоторые компании используют дополнительное программное обеспечение, например, такое как SIMARIS design для расчетов, при выполнении выбора характеристик оборудования и контроля процессов в электроэнергетических системах.

### 3.3.3 Распределительные устройства низкого напряжения

При разработке концепции распределения энергии, включая выбор характеристик системы и устройств, требования к ним и осуществимость должны согласоваться конечным пользователем и производителем.

При выборе низковольтного распределительного щита (ЩРНВ), предпосылками для его эффективной разработки является информация о его использовании, доступности и опции для дальнейшего расширения. Требования в области распределения энергии крайне разнообразны. Они начинаются со зданий, которые не предоставляют высоких стандартов к энергоснабжению, таких как офисные здания, и кончая приложениями с высокими требованиями, например, центрами обработки данных, для которых наиболее важным фактором является бесперебойная работа.

Поскольку нет необходимости в рассмотрении серьезных коммутирующих функций ЩРНВ при проектировании системы распределения энергии в коммерческих зданиях и отсутствия существенных требований дальнейшего расширения системы, то можно применять оптимизированную технологию с высокой плотностью размещения компонентов. В этих случаях, в основном используется оборудование со стационарной (несъемной) конструкцией и защитой плавкими вставками. Но, при проекти-

ровании системы распределения энергии для производственного предприятия, коэффициент использования системы, расширяемость, управление и визуализация представляют собой важные функции для сокращения вынужденных простоев в производстве. Важный принцип в этом случае - использование автоматических выключателей и конструкций с выдвигаемыми плавкими вставками. Также очень важна селективность для надежного электроснабжения. Между этими двумя крайними концепциями существует большое разнообразие конструкций для оптимального выполнения требований заказчика. Тем не менее, первостепенным приоритетом в любых системах является предотвращение увечий персонала и повреждения оборудования. При выборе соответствующего распределительного устройства, необходимо быть уверенным, что это распределительное устройство с сертифицированной конструкцией (в соответствии с МЭК 61439-2, соотв. DIN EN 61439-2, VDE 0660-600-2) с дополнительным тестированием поведения при внезапном возникновении дуги (МЭК 61641, VDE 0660-500, Приложение 2), а также что выбор осуществляется в соответствии с правилами, регулирующими всю систему (полная селективность, частичная селективность)

*Дальнейшая информация:  
Siemens AG: Распределительные щиты низкого напряжения, которые устанавливают новые стандарты; SIVACON S8 -безопасность, гибкость, экономическая эффективность;  
Заказной номер: E10003-E38-98-D0010-7600  
Для детального проектирования: [www.siemens.com/sivacou](http://www.siemens.com/sivacou)*



Рис. 3.3-4: Распределительное устройство SIVACON S8

### Обзор

Распределительное устройство низкого напряжения SIVACON S8 это конфигурируемое, многофункциональное с сертифицированной конструкцией распределительное устройство, которое может использоваться не только в административных и ведомственных зданиях, но также в промышленных и торговых. SIVACON S8 состоит из стандартизованных, модульных компонентов, которые могут комбинироваться в экономически эффективное общее решение, зависящее от специфических требований. SIVACON S8 имеет высокий уровень функциональности, гибкости и качества, а также компактные размеры и высокий уровень защиты для персонала и оборудования. Siemens или его уполномоченные партнеры выполняют следующее:

- Конфигурация с учетом требований заказчика
- Электрический и механический монтаж
- Тестирование тех задач, для которых используются сертифицированные функциональные модули.

Уполномоченные партнеры будут использовать предусмотренную документацию. SIVACON S8 может использоваться как сертифицированные распределительные щиты до 7000 А.

### Стандарты и правила

SIVACON S8 – это распределительная установка низкого напряжения с сертифицированной конструкцией в соответствии с МЭК 61439-2, VDE 0660-600-2. SIVACON S8 стоек к случайной дуге, в соответствии с МЭК 61641, VDE 0660-500, Приложение 2. SIVACON S8 доступен в нескольких монтажных конструкциях (рис. 3.3-5).

### Шкаф с автоматическим выключателем

Шкафы для установки автоматических выключателей 3WL и 3VL, используются для питания распределительного устройства (как вводный шкаф) и для отходящих фидеров, а также междушинных соединений (секционных шинных разъединителей или шинных соединителей). Для вводных шкафов используется правило – в шкафу этого типа может быть установлен только один автоматический выключатель (рис. 3.3-6).

Монтажное пространство используется для следующих функций:

- Входящие/отходящие фидеры с автоматическими выключателями 3WL со стационарной и выдвижной конструкцией с токами до 6300 А.
- Шинный секционный разъединитель и шинный соединитель с автоматическими выключателями 3WL со стационарной и выдвижной конструкцией с токами до 6300 А.
- Входящие/отходящие фидеры с автоматическими выключателями 3VL со стационарной конструкцией с токами до 1600 А или 3VA до 630 А.

### Шкаф с универсальной монтажной конструкцией

Шкафы для кабельных фидеров в стационарном и вставном исполнении с токами до 630 А используются для установки следующей коммутационной аппаратуры (рис. 3.3-7):

- Автоматические выключатели SIRIUS 3RV/3VL/3VA
- Выключатель-разъединитель 3K
- Выключатель-разъединитель 3NP
- Выключатель-разъединитель 3NJ6 вставного исполнения

Коммутационная аппаратура монтируется на монтажных панелях и подключается к вертикальным токораспределительным шинам со стороны питания. Вставной выключатель-разъединитель 3NJ6 входящей линии может устанавливаться при помощи адаптера. Передняя часть закрывается с помощью общих щитовых дверей или дверей отсеков.

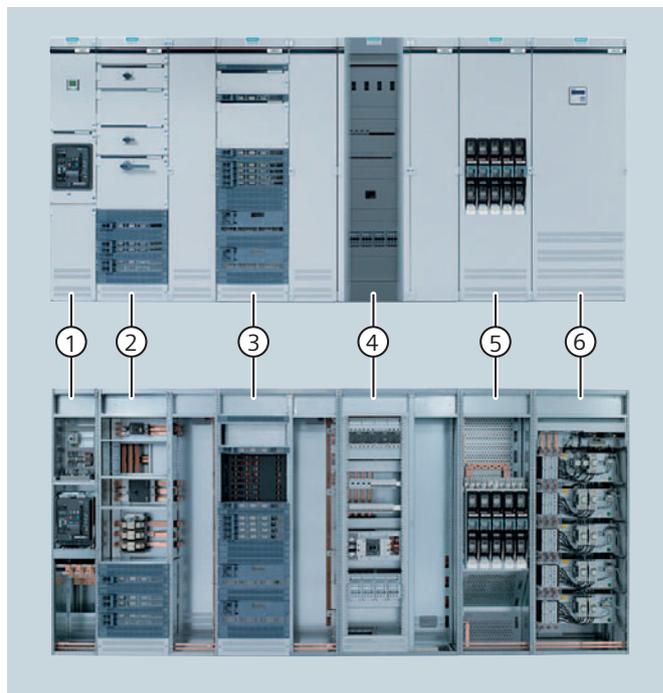


Рис. 3.3-5: Доступны следующие монтажные конструкции:

- (1) Вводный шкаф 3WL с током до 6300 А или 3VL с током до 1600 А
- (2) Шкаф с универсальной монтажной конструкцией для кабельных фидеров с токами до 630 А в стационарном и вставном исполнении (3NJ6)
- (3) Выключатель-разъединитель 3NJ6 (вставной) для кабельных фидеров до 630 А с вставной конструкцией.
- (4) Стационарный шкаф (с фронтальными панелями) для фидеров до 630 А и модульных устройств
- (5) Выключатель-разъединитель 3NJ4 (стационарный) для кабельных фидеров до 630 А.
- (6) Компенсация реактивной мощности до 600 кВАр

### Шкаф с вставным выключателем-разъединителем 3NJ6

Шкафы для кабельных фидеров во вставном исполнении с токами до 630 А используются для установки выключателей-разъединителей. Вставной контакт со стороны питания представляет собой экономически эффективную альтернативу выдвижной конструкции. Блочная конструкция вставных модулей позволяет быструю и простую модификацию или замену в рабочем состоянии. Пространство для монтажа устройств используется для вставных выключателей-разъединителей с расстоянием между полюсами 185 мм. Вертикальная система шин размещена сзади щита и защищена от прикосновения (опционально) с уровнем защиты IP20. Это позволяет заменять выключатели-разъединители без отключения распределительного устройства (рис. 3.3-8).

### Шкаф со стационарной конструкцией с передними крышками

Шкафы для кабельных фидеров в стационарном исполнении до 630 А используются для установки следующей коммутационной аппаратуры (рис. 3.3-9):

- Автоматический выключатель SIRIUS 3RV/3VL/3VA
- Выключатель-разъединитель 3K
- Выключатель-разъединитель 3NP
- Модульные устройства (доступны монтажные комплекты)

Коммутационная аппаратура монтируется на регулируемых держателях и подключается к вертикальным токораспределительным шинам со стороны питания. Фронт шкафов имеет крышки или дополнительные двери (с вырезами или без).

### Шкаф стационарного монтажа с выключателями-разъединителями 3NJ4

Шкафы для кабельных фидеров с токами до 630 А в стационарном исполнении используются для установки выключателей-разъединителей с предохранителями 3NJ4. За счет своей компактной конструкции, выключатели-разъединители с предохранителями предоставляют оптимальные условия для монтажа с высокой плотностью установки компонентов. Система сборных шин расположена горизонтально сзади шкафа. Эта система шин подключена к главной системе шин через поперечные элементы. Выключатели-разъединители с предохранителями устанавливаются непосредственно на систему сборной шин (рис. 3.3-10)

### Основное распределение на уровне низкого напряжения

При выборе низковольтного распределительного щита (ЩРНВ), подссылками для правильного выбора типоразмера является информация о его использовании, доступность и возможности для дальнейшего расширения. Требования в области распределения энергии чрезвычайно разнообразны.

Обычно частые переключения не рассматриваются при проектировании системы распределения электроэнергии для коммерческих, ведомственных и промышленных зданий, а также, как правило, не предусматривается расширение системы. Поэтому можно применять оптимизированную технологию с высокой плотностью размещения компонентов. В таких случаях Siemens, в основном, использует оборудование с защитой автоматическими выключателями стационарной конструкции. При проектировании системы распределения электроэнергии для производственного предприятия, коэффициент использования системы, расширяемость, управление и визуализация представляют собой важные функции для сокращения вынужденных простоев предприятия. Основной принцип в этом случае - использование автоматических выключателей с выдвижной конструкцией. Селективность также очень важна для надежного электроснабжения. Между этими двумя концепциями существует большое разнообразие конструкций для оптимального выполнения требований заказчика. Тем не менее, предотвращение увечий персонала и повреждения оборудования является первостепенным приоритетом в любых системах. При выборе соответствующего распределительного устройства, необходимо быть уверенным, что это распределительное устройство с сертифицированной конструкцией (в соответствии с МЭК 61439-2, соотв. DIN EN 61439-2, VDE 0660-600-2) с дополнительным тестированием поведения при возникновении внутренней дуги (МЭК 61641, VDE 0660-500, Приложение 2).

Системы распределения энергии мощностью до 3 МВА следует выбирать исходя из этих стандартов. До этой мощности, оборудование и распределительные системы низкого напряжения относительно недороги за счет ограниченных токов короткого замыкания.

Для номинальных токов до 3200 А распределение мощности посредством сборных шин достаточно, в случае если компоновка шкафов входящих/отходящих фидеров и секционных шкафов были выбраны в соответствии с наиболее эффективным по производительности вариантом. Температура окружающего воздуха, нагрузка на каждом конкретном фидере и максимальные потери на каждый шкаф оказывают непосредственное влияние на используемые устройства и требуемое число шкафов, а также плотность компонентов (количество устройств в каждом шкафу).



Рис. 3.3-6: Щит с автоматическим выключателем



Рис. 3.3-7: Щит с универсальной монтажной конструкцией



Рис. 3.3-8: Щит с выключателями-разъединителями 3NJ6 вставной конструкции



Рис. 3.3-9: Щит со стационарной конструкцией с передней крышкой



Рис. 3.3-10: Щит с выключателями-разъединителями 3NJ4 стационарной конструкции

### 3.3.4 Замечания по проектированию распределительных устройств низкого напряжения

#### Установка- зазоры и ширина проходов

Минимальный зазор между распределительным устройством и стенами определяется производителем и должен соблюдаться при установке щитов низкого напряжения (рис. 3.3-11). Минимальные размеры эксплуатационных и сервисных проходов согласно МЭК 60364-7-729 (DIN VDE 0100-729) должны быть учтены при планировании необходимой площади помещения щитовой (таблица 3.3-4, рис. 3.3-12, рис. 3.3-13).

**Внимание!** Если для вставки автоматических выключателей или выдвижных модулей используется подъемное устройство, минимальная ширина проходов должна адаптироваться к размерам этого устройства!

#### Транспортные модули

В зависимости от доступных маршрутов, имеющихсся в здании, в транспортный модуль могут быть объединены один или более шкафов. Максимальная длина транспортного модуля не должна превышать 2400 мм.

#### Необходимое пространство

Высота	2,000 мм и 2,200 мм (Опционально с высотой цоколя 100 или 200 мм)			
Ширина	Для получения требуемых данных по добавлению расстояния к шкафам смотрите описание шкафов			
Глубина	Размещение сборной шины	Номинальный ток основной сборной шины	Тип монтажа	Вход кабеля/ шинпровода
600 мм	Сзади	4 000 А	Только спереди	Сверху и снизу
800 мм	Сзади	7 010 А	Только спереди	Сверху и снизу
1 000 мм	Сзади	4 000 А	Две стороны	Сверху и снизу
1 200 мм	Сзади	7 010 А	Две стороны	Сверху и снизу
500 мм	Сверху	3 270 А	Только спереди	Снизу
800 мм	Сверху	3 270 А	Только спереди	Сверху и снизу
800 мм	Сверху	6 300 А	Только спереди	Снизу
1 200 мм	Сверху	6 300 А	Только спереди	Сверху и снизу

Таблица. 3.3-4: Размеры распределительное устройство SIVACON S8

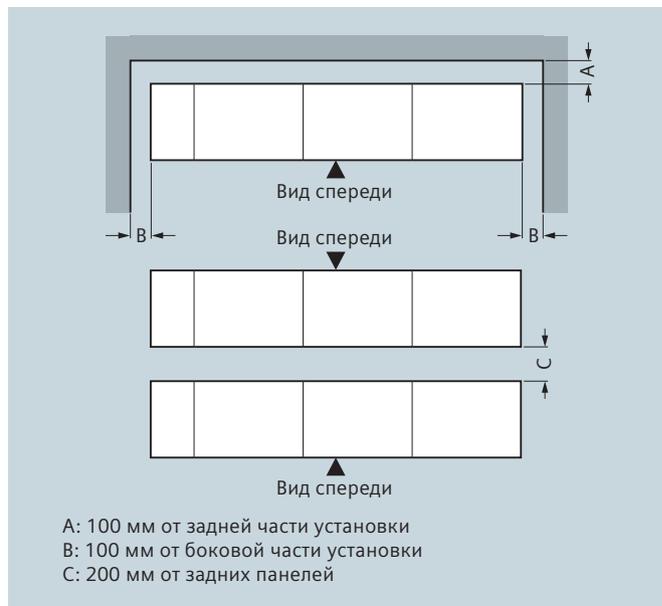


Рис. 3.3-11: Зазоры до стен

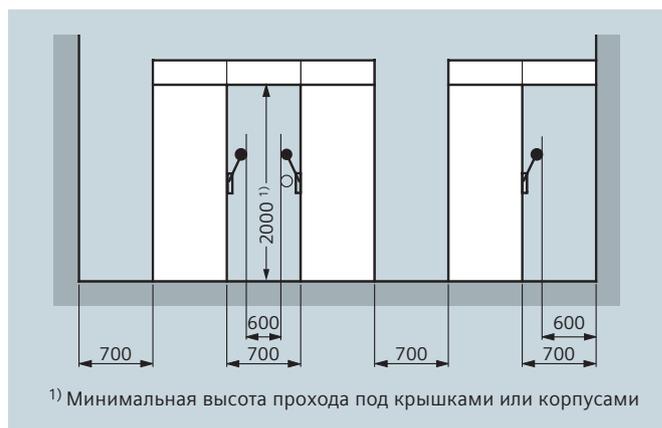


Рис. 3.3-12: Уменьшенные размеры проходов в пределах открытых дверей

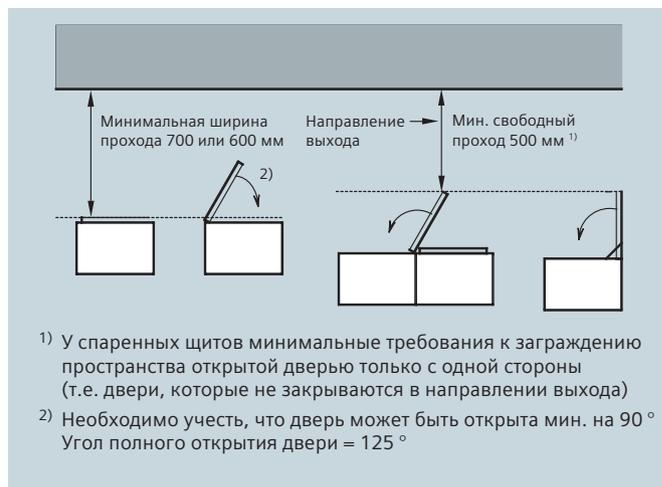


Рис. 3.3-13: Минимальная ширина проходов в соответствии с МЭК 60364-7-729 (DIN VDE 0100-729)

### Двухсторонний монтаж

При двухстороннем монтаже, шкафы располагаются в ряд и друг за другом. Основное преимущество установки двойного фронта - существенная экономия места за счет питания шкафов обеих сторон (фронтов) от одной главной системы шин.

Структура системы «блок двойного фронта» требует определенной конфигурации.

Блок двойного фронта (рис. 3.3-14) состоит как минимум из 2, как максимум 4 шкафов. Ширина двухстороннего блока определяется самым широким шкафом (1), входящим в его состав. Этот шкаф можно разместить как на задней, так и передней стороне двухстороннего блока. До 3-ех шкафов (2), (3), (4) можно поместить на противоположной стороне. Суммарная ширина шкафов (2) - (4) должна соответствовать ширине наиболее широкого шкафа (1). Комбинация шкафов в пределах двухстороннего блока может быть любой со следующими исключениями.

#### Исключения

Следующие шкафы определяют ширину блока двойного фронта и могут быть скомбинированы только с пустым шкафом.

- Шкаф секционного выключателя
- Шкаф вводного выключателя / отходящего фидера на 5 000 А
- Шкаф вводного выключателя / отходящего фидера на 6 300 А

#### Вес

Вес шкафов, приведенных в таблице 3.3-5, следует использовать для транспортировки и расчетов конструкций зданий, таких как кабельные подвалы и фальшполы.

### Двухсторонняя установка - вид сверху

Двухсторонняя установка только с одной системой главной системы шин сзади

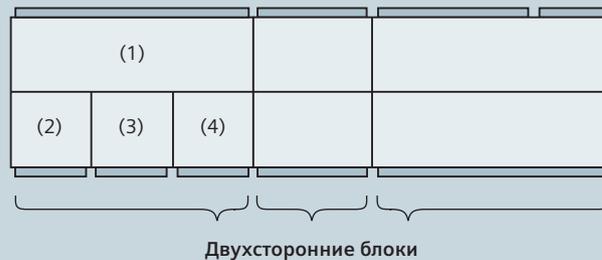


Рис. 3.3-14: Компоновка щитов при двухсторонней установке

### Условия окружающей среды для распределительных устройств

Климат и другие внешние условия (посторонние предметы, химически активные загрязняющие вещества, мелкие животные) могут влиять на распределительное устройство в различной степени. Эффект зависит от систем отопления или кондиционирования воздуха помещения распределительного устройства. При наличии высоких концентраций загрязняющих веществ необходимо применять меры по снижению загрязнения:

- Забор воздуха для помещения щитовой из менее загрязненной зоны
- Создание небольшого избыточного давления в помещении(- например, надув чистого воздуха в распределительное устройство)
- Кондиционирование помещения распределительного устройства (снижение температуры, относительной влажности <60 %, при необходимости использование воздушных фильтров)
- Снижение температуры (выбор завышенного типоразмера распределительного устройства и его компонентов, таких как сборные шины и распределительные шинопроводы)

### Потери мощности

Потери мощности, приведенные в таблице 3.3-6, представляют собой примерные значения для шкафов с главной системой шин и функциональными модулями, позволяют определить тепловыделение в помещении распределительного устройства.

	Номинальный ток [А] Размер	Максимальная ширина шкафа	Приблизит. вес [кг]
Вводной шкаф с ZWL (выдвижной модуль)	630-1,600 Размер I	400	340
	2,000-3,200 Размер II	600	510
	4,000 Размер III	800	770
	4,000-6,300 Размер III	1 000	915
Шкаф с универсальной монтажной конструкцией (вкл. выдвижные модули, стационарная конструкция с передними дверьми)		1 000	400
Шкаф с выключателями - разъединителями 3NJ4 стационарной конструкции		600	360
Шкаф выключателями-разъединителями 3NJ6 (втычной)		1 000	415
Шкаф компенсации реактивной мощности		800	860

Таблица. 3.3-5: Средняя масса шкафов, включая сборные шины (без кабелей)

	Тип автоматического выключателя	Прибл. P <sub>v</sub> [Вт] для % номинального тока выключателя	
		100 %	80 %
Шкаф с автоматическим выключателем с 3WL(выдвижной модуль)	3WL1106 630 A Размер I	215	140
	3WL1108 800 A Размер I	345	215
	3WL1108 1 000 A Размер I	540	345
	3WL1108 1 250 A Размер I	730	460
	3WL1108 1 600 A Размер I	1 000	640
	3WL1220 2,000 A Размер II	1 140	740
	3WL1220 2 500 A Размер II	1 890	1 210
	3WL1220 3 200 A Размер II	3 680	2 500
	3WL1340 4,000 A Размер III	4 260	2 720
	3WL1350 5,000 A Размер III	5 670	3 630
3WL1363 6,300 A Размер III	8 150	5 220	
Шкаф с универсальной монтажной конструкцией(вкл. выдвижные модули, стационарная конструкция с передними дверьми)			600 Вт
Шкаф с выключателем - разъединителем 3NJ4 стационарной конструкции			600 Вт
Шкаф выключателем-разъединителем 3NJ6 входящей линии (вставлен)			1 500 Вт
Шкаф со стационарной конструкцией с передними крышками			600 Вт
Шкаф компенсации реактивной мощности		С дросселем Без дросселя	1.4 Вт / кВар 6.0 Вт / кВар

Таблица. 3.3-6: Потери мощности на каждый шкаф (средние значения)

### Стойкость к дуге

Дуговые пробои могут быть вызваны неверным выбором характеристик, снижением сопротивления изоляции из-за загрязнений и пр., но они также могут быть результатом ошибочных действий оперативного персонала. Воздействие, вызываемое высоким давлением и очень высокой температурой, может иметь фатальные последствия для оператора, системы электроснабжения и даже для здания. SIVACON S8 обеспечивает безопасность персонала посредством тестирования при условиях воздействия электрической дуги с помощью специального теста, соответствующего МЭК 61641 (DIN VDE 0660-500 Приложение 2). Активные меры защи-

ты, такие как высококачественная изоляция токоведущих частей (например, сборных шин), стандартизованная и простая эксплуатация предотвращают дуговые пробои и связанных с этим увечья обслуживающего персонала. Пассивные меры защиты увеличивают безопасность системы и персонала во много раз. Они включают в себя: систему замков и петель, безопасную работу с выдвижными модулями или автоматическими выключателями за закрытыми дверями, запатентованные обратные клапаны на вентиляционных отверстиях спереди щита, дуговые барьеры или систему обнаружения дуги в сочетании с быстрым отключением аварий с возникновением дуги.

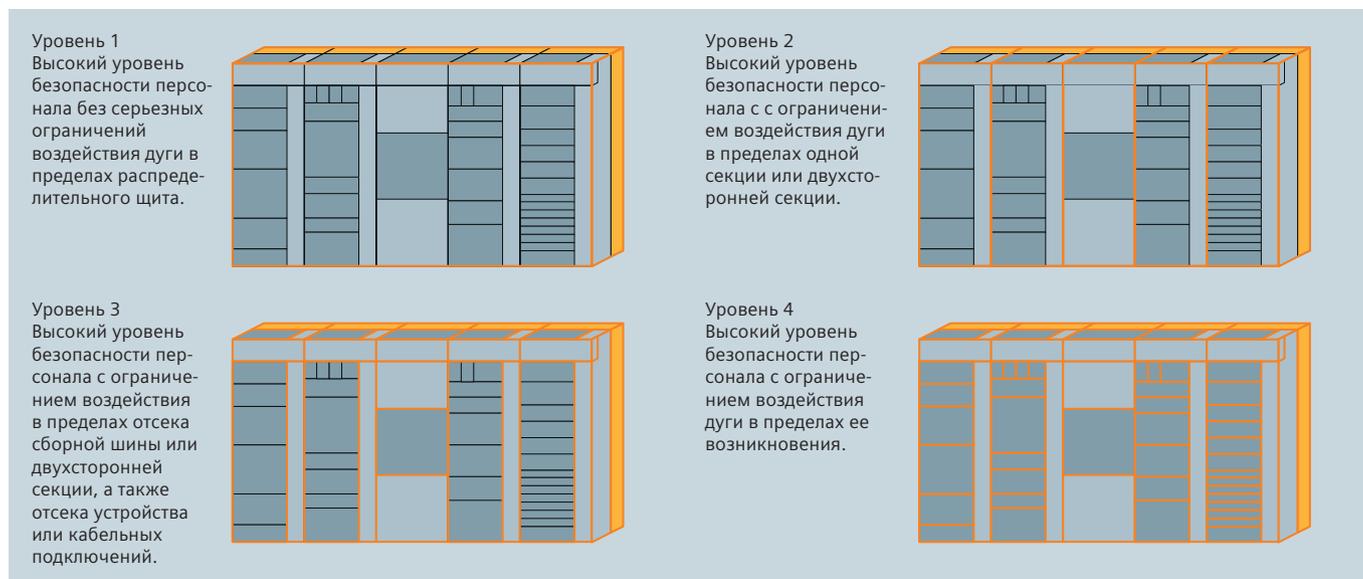


Рис. 3.3-15: Уровни дуговых сбоев описывают классификацию в соответствии с характеристиками во время возникновения дуги и ограничений ее воздействия на систему или ее секции системы.

### 3.3.5 Распределительное устройство низкого напряжения - пример

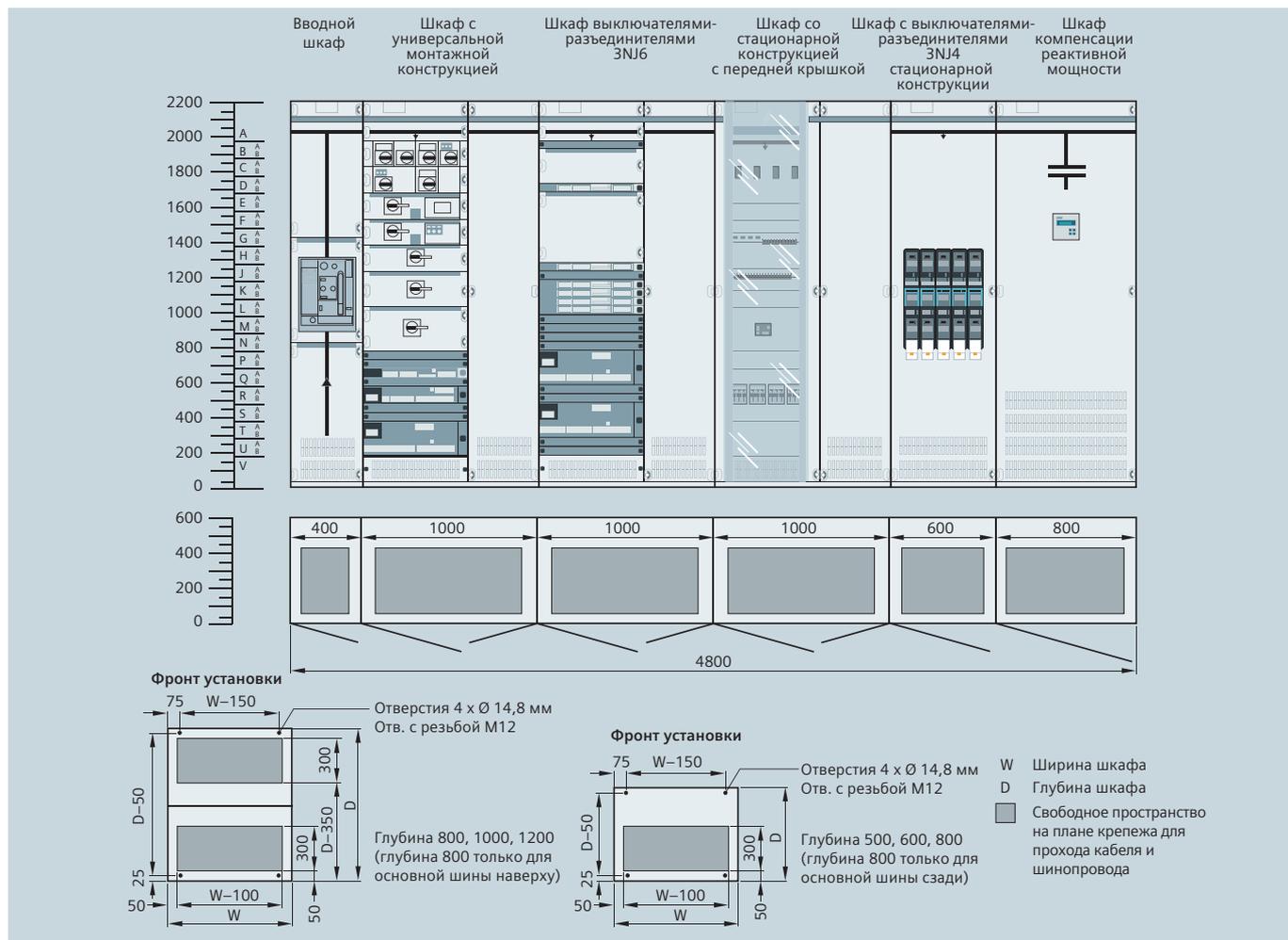


Рис. 3.3-16: SIVACON S8, положение сборной шины сзади 2,200 × 4,800 × 600 (В × Ш × Г в мм)

Тип шкафа	Шкаф с автоматическим выключателем	Шкаф с универсальной монтажной конструкцией	Шкаф с выключателями-разъединителями 3NJ6	Шкаф со стационарной конструкцией	Шкаф с выключателями-разъединителями 3NJ4	Шкаф компенсации реактивной мощности
Схема монтажа	Стационарный Выдвижной модуль	Стационарный Вставной Выдвижной модуль	Втычной	Щит со стационарной конструкцией с передней крышкой	Стационарный	Стационарный
Функция	Входящий фидер Отходящий фидер Соединение	Кабельные фидеры Моторные фидеры	Кабельные фидеры	Кабельные фидеры	Кабельные фидеры	Центральная компенсация реактивной энергии
Ток In	до 6300 А	до 630А /до 250 кВт	до 630 А	до 630 А	до 630 А	до 600 кВАр
Подключение	Спереди и сзади	Спереди и сзади	Передняя сторона	Передняя сторона	Передняя сторона	Передняя сторона
Ширина щита [мм]	400/600/800/ 1000/1200	600/1000/1200	1000/1200	1000/1200	600/800	800
Внутренние отсеки	1, 2b, 3a, 4b	4a, 3b, 4b	1, 3b, 4b	1, 2b, 3b, 4a, 4b	1, 2b	1, 2b
Сборные шины	Сзади/сверху	Сзади/сверху	Сзади/сверху	Сзади/сверху	Сзади	Сзади/сверху/нет

Таблица. 3.3-7: Различные варианты конструкции в зависимости от типа шкафа

### 3.3.6 Защитные и коммутационные аппараты для распределительных устройств низкого напряжения

При проектировании и применении систем электроснабжения глубокой интеграции (Totally Integrated Power -TIP) руководства представляют собой основу для выбора характеристик распределительных щитов и описанных основных компонентов. Далее будут показаны важные характеристики и критерии выбора соответствующих устройств, которые используются в основных цепях распределения энергии, коммерческих зданиях и промышленности.

**Примечание:**

Все цифры действительны для низковольтных энергосистем или распределительных щитов в МЭК приложениях. Для систем в соответствии со стандартом UL применяются другие правила и критерии.

В случае, если Вы имеете вопросы по UL приложениям, пожалуйста, свяжитесь со своим местным представителем Siemens. Мы предлагаем решения для обоих приложений, но рассматриваются они совершенно по-разному.

В зависимости от страны, стандартных спецификаций, местной практики, проектирующих инженеров, граничных технических критериев и т.д. системы распределения энергии низкого напряжения комплектуются разными защитными устройствами.

Коммутационные устройства с защитным выключателем (автоматический выключатель)		
ACB	<b>Воздушный автоматический выключатель</b> – Воздушный автоматический выключатель – Выключатель без токоограничения – Выключатель нулевого тока	
MCCB	<b>Выключатель в литом корпусе</b> – Выключатель в литом корпусе – Токоограничивающий выключатель	
MCB	<b>Автоматический выключатель с креплением на DIN-рейку</b> – Автоматический выключатель с креплением на DIN-рейку	
MSP	<b>Устройство защиты пуска электродвигателей (реде перегрузки)</b>	
MPCB	<b>Защитный моторный автоматический выключатель</b> – Автоматический выключатель для защиты электродвигателей	

Таблица. 3.3-8: Обзор защитных коммутационных устройств

Коммутационные устройства с предохранителями предохранитель-разъединитель / выключатель-разъединитель		
SD	<b>Выключатель-разъединитель</b> В зависимости от типа работы эти устройства делятся на две основные группы:	
<b>Оператор-зависимые</b>		
– Без разрывающего блокировочного механизма, с защитой(предохранители); с такими устройствами предохранитель вытаскивается/вставляется при выключении/отключении (=предохранитель-разъединитель)		
– С разрывающим блокировочным механизмом, с защитой(предохранители); с такими устройствами предохранитель не вытаскивается/вставляется при выключении/отключении (=выключатель-разъединитель с предохранителем)		
<b>Оператор-независимые</b>		
– С разрывающим блокировочным механизмом, без защиты(без предохранителей); эти устройства используются только для разрыва цепи, как и главный выключатель (выключатель-разъединитель без предохранителя)		

Таблица. 3.3-9: Обзор коммутационных устройств с предохранителями

### Цепи и применение устройств

(смотри также главу 3.3.2 «Определение основных характеристик систем распределения энергии»)

### Базовая конфигурация системы распределения электроэнергии низкого напряжения и использование защитных устройств

Основные функции в соответствующих цепях

Питающие цепи

Задача: Защита системы

Защитное устройство

- ACB (воздушный автоматический выключатель)

Распределительные цепи

Задача: Защита системы

Защитные устройства:

- ACB (воздушный автоматический выключатель)
- MCCB (выключатель в литом корпусе)
- SD (выключатель-разъединитель)

Групповые конечные цепи

Задача: Защита электродвигателей

Защитные устройства:

- MCCB (автоматический выключатель для защиты электродвигателей)
- SD (выключатель-разъединитель)
- MSP (3RT контактор, 3RU реле перегрузки, 3UF устройства защиты и управления Simocode)

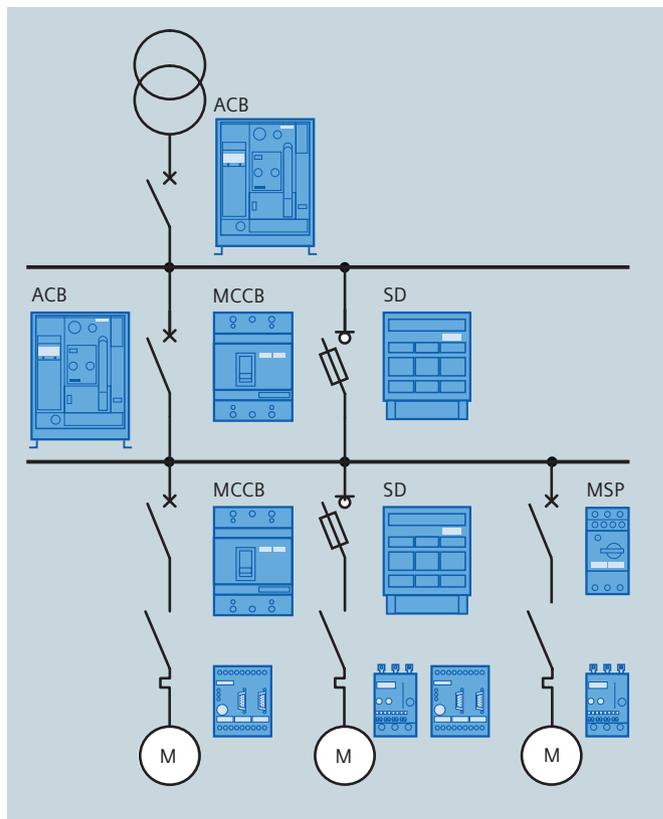


Рис. 3.3-17: Основные функции защитных устройств в конкретных цепях

### Критерии по выбору устройства

Защитные устройства являются частью цепей и должны удовлетворять соответствующим требованиям (см. также главу 3.3.2 «Определение основных характеристик систем распределения энергии») Наиболее важные критерии выбора указаны ниже.

### Основные критерии выбора

Рис. 3.3-18 показывает семь основных важных критериев выбора, которые необходимо учитывать при выборе устройства.

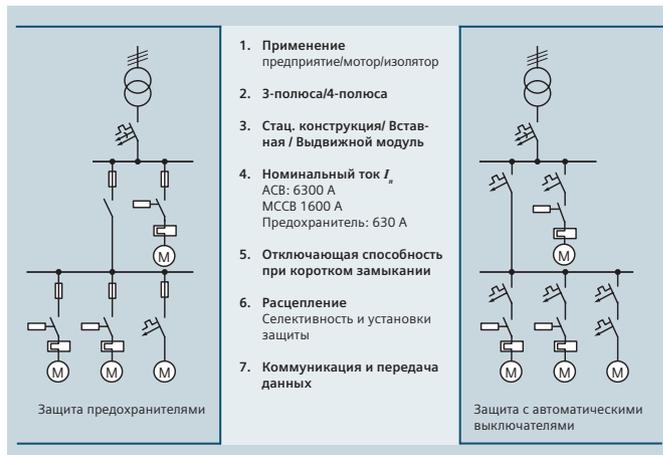


Рис. 3.3-18: Основные критерии выбора

### 3.3.7 Требования к коммутирующим устройствам в трех типах цепей

#### Применение устройств в питающих линиях

Питающая система - наиболее «чувствительная» цепь во всей системе распределения электроэнергии. Аварии в ней могут отразиться на всей сети и оставить здание или производство без электроэнергии. При проектировании необходимо рассмотреть наиболее неблагоприятный сценарий развития аварии. Избыточная система питания и селективная защита являются неизменными условиями для надежной и безопасной конфигурации сети. Выбор правильных устройств защиты имеет основополагающее значение для создания этих условий. Некоторые ключевые данные по выбору характеристик приведены ниже.

#### Номинальный ток

Вводной автоматический выключатель в ЩРНВ должен иметь характеристики в соответствии с максимальной нагрузкой трансформатора/генератора. При использовании трансформаторов с принудительной вентиляцией, необходимо брать в расчет максимальный рабочий ток до  $1.5 \times I_{ном}$  трансформатора.

#### Устойчивость к короткому замыканию

Устойчивость к короткому замыканию вводного автоматического выключателя определяется как  $(n-1) \times I_{к. макс.}$  трансформатора или трансформаторов ( $n$  = число трансформаторов). Это означает, что необходимо рассчитать максимальный ток короткого замыкания, который возникнет в месте установки защитного устройства для того, чтобы верно выбрать устойчивость к короткому замыканию защитного устройства ( $I_{св}$ ). Точные расчеты максимальных токов короткого замыкания, включая ослабление на уровне среднего напряжения и по длине кабеля можно выполнить, например, с помощью программного продукта SIMARIS design. ПО SIMARIS design определяет максимальные и минимальные токи короткого замыкания и автоматически подбирает характеристики защитного устройства.

#### Категория применения

При расчете селективной сети, необходимо произвести отстройку защит по времени срабатывания. При использовании ступени времени защиты до 500 мс, выбранный автоматический выключатель должен иметь способность пропускать через себя ток короткого замыкания течение установленного времени. Следует помнить, что чем ближе к трансформатору, тем токи короткого замыкания выше. Способность пропускать ток определяется значением  $I_{св}$  (номинальное выдерживаемое кратковременное значение тока) автоматического выключателя; это означает, что контактная система должна иметь способность пропускать максимальный ток короткого замыкания, т.е. заключенную в нем энергию, пока автоматический выключатель не сработает. Данные требования удовлетворяются автоматическими выключателями с категорией применения В (например, воздушные автоматические выключатели, АСВ) Токоограничивающие автоматические выключатели (выключатели в литом корпусе, МССВ) срабатывают во время роста тока. Поэтому они могут быть сконструированы более компактными.

#### Расцепление

Для селективной конструкции сети расцепитель коммутационного модуля прерывания фидерного автоматического выключателя должен иметь LSI-характеристику. Должна быть предусмотрена возможность деактивации мгновенного расцепления (I). В зависимости от кривых расцепления вышестоящих и нижестоящих защитных устройств, характеристики фидерного автоматического выключателя в диапазоне перегрузки (L), а также диапазон запаздывания при коротком замыкании (S) должны быть по возможности переключаемыми ( $I^t$  или  $F^t$  характеристики). Это облегчает адаптацию вышестоящих и нижестоящих устройств.

#### Вспомогательное оборудование

В зависимости от конкретной системы управления, требуются не только независимые расцепители, но и расцепители минимального напряжения.

#### Коммуникация

Потребность в информации о текущем состоянии, обслуживании, аварийных сообщениях и анализах постоянно растет, особенно от очень чувствительных линий питания. Также может потребоваться гибкость системы в отношении дальнейшего обновления или модернизации на желаемый тип передачи данных.

#### Применение устройств в питающих линиях(несколько сетей)

В случае, если соединение (между Сетью 1 и Сетью 2) открыто, автоматический выключатель (соединительный выключатель) выполняет функцию лишь изолятора или главного выключателя. Функции защиты (расцепление) в этом случае не являются необходимыми.

Следующие соображения применяются для режима работы с включенным(закрытым) выключателем:

#### Номинальный ток

Должен выбираться исходя из максимального возможного рабочего тока (компенсация нагрузки) Коэффициент одновременноности можно принять 0.9

#### Устойчивость к короткому замыканию

Устойчивость к короткому замыканию определяется суммой токовых компонентов короткого замыкания, протекающих через соединения. Это зависит от конфигурации компонентов сборных шин и их питания.

#### Категория применения

Для систем питания, требуется категория применения В для обеспечения пропускной способности по току (значение  $I_{св}$ ).

#### Расцепление

Необходимо учитывать частичное отключение с межсетевыми подключениями в вопросе надежности энергоснабжения. Т.к. через межсетевое подключение и вводной автоматический выключатель в случае короткого замыкания протекает одинаковый ток, также как и в случае параллельной работу двух трансформаторов, требуется LSI -характеристика устройства. Рекомендуется использовать специальную функцию «ступенчатой блокировки» (ZSI) для больших сетей и/или в случае, когда параметры защиты трудно определить.

#### Применение устройств в распределительных цепях

Распределительные цепи получают мощность от верхнего уровня (питающих цепей) и подают ее в следующий распределительный уровень (групповая конечная сеть).

В зависимости от страны, местной практики, и т.д., автоматические выключатели и предохранители могут использоваться для защиты системы.

Необходимо выполнить все спецификации по выбору характеристик цепи. АСВ выключатели имеют преимущества в случае, если требуется полная селективность. Однако, исходя из соображений стоимости, АСВ-выключатели часто используются только для распределительных сетей с номинальными токами 630 А или 800 А; АСВ не токоограничивающие устройства, что отличает их от других защитных устройств, таких как МССВ, МСВ и предохранителей.

Здесь нет возможности дать еще какие-то четкие рекомендации, таблица 3.3-10 показывает основные отличия и пределы для конкретных защитных устройств.

		АСВ воздушный автоматический выключатель	МССВ Выключатель в литом корпусе	Предохранитель-разъединитель	Выключатель-разъединитель с предохранителями	МСВ автоматический выключатель на DIN -рейку	Контрольные величины, спецификации
Стандарты	МЭК	Да	Да	Да	Да	Да	Регион
Применение	Защита системы	Да	Да	Да	Да	Да	Система электроснабжения
Установка	Стационарный	Да	Да	Да	Да	Да	Готовность
	Вставная	-	до 630 А	-	Частично	-	
	Выдвижной модуль	Да	Да	-	-	-	
Номинальный ток	$I_n$	6 300 А	1 600 А	630 А	630 А	125 А	Рабочий ток $I_B$
Отключающая способность при коротком замыкании	$I_{сн}$	до 150 кА	до 100 кА	до 120 кА	до 120 кА	до 25 кА	Максимальный ток короткого замыкания $I_{k макс}$
Пропускная способность по току	$I_{сн}$	до 80 кА	до 5 кА	-	-	-	Цепи
Число полюсов	3-полюса	Да	Да	Да	Да	Да	Система электроснабжения
	4-полюса	Да	Да	-	Частично	-	
Характеристика защиты	ETU	Да	Да	-	-	-	Система электроснабжения
	TM	-	до 630 А	Да	Да	Да	
Функция отключения	LI	Да	Да	Да*	Да*	Да	Система электроснабжения
	LSI	Да	Да	-	-	-	
	N	Да	Да	-	-	-	
	G	Да	Да	-	-	-	
Характеристики	Фиксированные	-	Да	Да	Да	Да	Система электроснабжения
	Настраиваемые	Да	Да	-	-	-	
	Опционально	Да	Да	-	-	-	
Защита от поражения электрическим током, условия отключения	Определение Iк мин	Нет ограничений	Нет ограничений *)	Зависит от длины кабеля	Зависит от длины кабеля	Зависит от длины кабеля	Минимальный ток короткого замыкания $I_{k мин}$
Коммуникация (передача данных)	Высокая	Да	-	-	-	-	Спецификация заказчика
	Средняя	Да	Да	-	-	-	
	Низкая	Да	Да	Да	Да	Да	
Активация	Местная	Да	Да	Да	Да	Да	Спецификация
	Удаленная(мотор)	Да	Да	-	Частичная	-	заказчика
Снижение нагрузки при росте температуры	Полный номинальный ток до	60 °С	50 °С	30 °С	30 °С	30 °С	Распредустройство
Синхронизация системы	Да	Да	до 800 А	-	-	-	Система электроснабжения

Таблица. 3.3-10: Обзор защитных устройств; \*) с ETU Нет ограничений/ с TMTU; зависит от длины кабеля

В данном случае привести какие-то четкие рекомендации невозможно. В табл. 3.3-10 приведены основные отличия и пределы для конкретных защитных устройств.

### Применение устройств для групповых конечных цепей

Групповые конечные цепи получают энергию от распределительной цепи и подают ее потребителю (например, мотор, лампа, нестационарная нагрузка (розетки) и т.д.). Защитные устройства должны удовлетворять требованиям потребителя, которого они

защищают.

### Примечание:

Все параметры защиты, сравнения, характеристические кривые, и т.д. всегда начинайте с нагрузки. Это означает, что нет необходимости применять защитные устройства с регулируемыми временными ступенями защиты в групповых конечных цепях.

### 3.3.8 Шинопроводные системы

#### Общие замечания

При разработке концепции системы энергоснабжения крайне важно не только соблюдать стандарты и правила, но и также обсудить и выяснить технико-экономические взаимосвязи. Выбор оборудования и его типоразмера, таких как распределительные щиты и трансформаторы, должен выполняться таким образом, чтобы обеспечить прежде всего наиболее оптимальный результат в целом, вместо фокусирования на конкретных компонентах.

Все компоненты должны иметь достаточную номинальную мощность, чтобы выдержать рабочие эксплуатационные условия, а также аварийные ситуации. Другие важные аспекты, которые необходимо рассмотреть для создания энергетической концепции:

- Тип, использование и форма здания (например, высотное здание, низкое здание, многоэтажное здание)
- Энергоузлы и возможные пути прокладки линий, а также расположение трансформаторов и основных распределительных щитов
- Удельные нагрузки в соответствии с типом использования здания
- Предписания и условия со стороны архитектурных бюро
- Требования оператора распределительной энергосети

Результатом никогда не будет только одно решение. Необходимо дать оценку нескольким вариантам исходя из технических и экономических аспектов. Следующие требования представляют наибольший интерес:

- Простое и прозрачное проектирование
- Длительный срок службы
- Высокий коэффициент готовности
- Низкая пожарная нагрузка
- Гибкая адаптация к изменениям в здании

Для удовлетворения этим требованиям во многих приложениях предлагается использование подходящих систем шинопроводов. По этой причине, проектировочные компании предпочитают использование системы шинопроводов вместо кабельной системы для передачи и распределения мощности. Siemens предлагает системы шинопроводов с токами от 25 А до 6300 А.

#### Замечания по проектированию

Рассматривая сложность современных строительных объектов, прозрачность и гибкость системы распределения мощности является обязательными требованиями. В промышленности фокус направлен на постоянство электроснабжения, как необходимое условие для производства в несколько смен. Система шинопроводов отвечает всем этим требованиям в области эффективного распределения энергии, будучи легко проектируемой, устанавливаемой и обеспечивая высокий уровень гибкости и безопасности. Преимущества системы шинопроводов:

- Прямолинейная конфигурация сети
- Малое занимаемое пространство
- Простая модификация в случае изменений расположения и потребительской нагрузки
- Высокая стойкость к коротким замыканиям и низкая пожарная нагрузка
- Увеличение эффективности проектирования

#### Передача мощности

Мощность от трансформатора до низковольтного распределительного устройства передается через компоненты системы шинопроводов. Эти компоненты установлены между трансформатором и основным распределительным щитом, затем идет разветвление к локальным распределительным системам.

Для передачи мощности используются элементы шинопровода без точек отбора мощности. Они доступны в стандартных размерах длины. Помимо стандартной длины, заказчик также может выбрать специфическую длину в широких пределах для соответствия индивидуальным конструктивным требованиям.

#### Распределение мощности

Распределение мощности является основной областью применения систем шинопроводов. Точки подключения могут варьироваться и меняться по желанию в пределах всей силовой распределительной системы.

Для того, что произвести съем мощности, необходимо установить отводной блок на шинопровод в точке подключения. Таким образом, могут создаваться прямолинейные системы распределения или в масштабах целых районов. Точки подключения выполняются либо на двух, либо только на одной стороне системы шинопроводов.

Для каждой системы шинопроводов доступно большое количество отводных блоков для подключения оборудования и электроснабжения.

Характеристика	Кабель	Шинопровод
Проектирование, расчеты	Высокая стоимость расчетов; местоположение потребителей должно быть определено	Гибкая локация потребителей, необходимо знать только суммарную мощность
Расширения, изменения	Высокая стоимость, прерывания в работе, риск повреждения изоляции	Низкая стоимость, т.к. отводные блоки можно подключать на "горячую"
Необходимое пространство	Большие требования к пространству за счет радиусов изгиба и требуемого расстояния между кабелями	Компактное изменение направления и подключения
Зависимость от температуры	Пределы определяются методом укладки и аккумуляцией кабеля. Коэффициент снижения мощности при росте температуры необходимо рассчитать/определить	Сертифицированное распрестройство, пределы берутся из каталогов
Без галогена	Кабели ПВХ содержат галоген; кабели без галогена очень дорогие	Принципиально не содержат галогена
Пожарная нагрузка	Пожарная нагрузка с кабелями ПВХ в 10 раз больше, а с полиэтиленовой изоляцией в 30 раз больше чем сборные шины	Очень низкая, смотри каталог
Сертифицированная конструкция распрестройства	Безопасность эксплуатации зависит от версии	Протестированная система, невзаимозаменяемые установки

Таблица. 3.2-11: Сравнение кабеля/сборной шины

### Системы

#### Система BD01 до 160 А

Система шинопроводов для распределения энергии в торговле и коммерции:

- Высокая степень защиты IP55
- Гибкое энергоснабжение
- Простое и быстрое проектирование
- Малые затраты по времени на монтаж
- Надежные механические и электрические соединения
- Высокая стабильность, низкий вес
- Малое количество основных модулей
- Модульная система снижает необходимый ЗИП
- Свободное изменение направления
- Многофункциональные модули съема мощности
- Принудительно открываемые и закрываемые точки подключения

#### Система BD2 до 1250 А

Система шинопроводов для распределения энергии в производстве:

- Высокая степень защиты IP55
- Простое и быстрое проектирование
- Экономичный и быстрый монтаж
- Безопасная и надежная работа
- Гибкая, модульная система, обеспечивающая простые решения для каждого приложения
- Продвинутое проектирование распределения энергии без четкого знания местоположения устройств
- Моментальная готовность к работе благодаря простому и быстрому монтажу
- Инновационная конструкция:
- Модули съема мощности и точки съема могут кодироваться на заводе
- Расширяемость

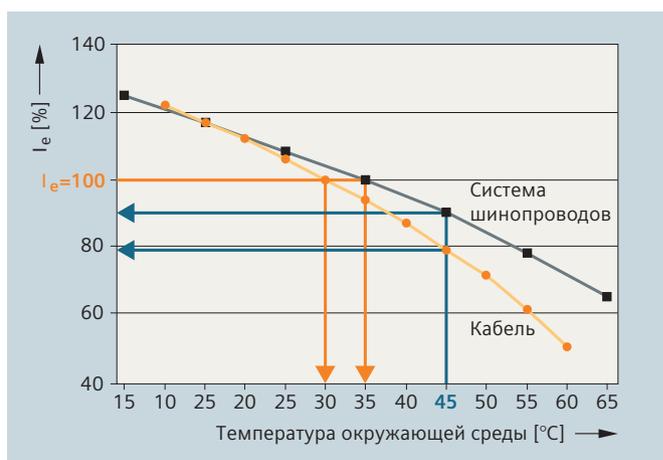


Рис. 3.1-19: Сравнение падение мощности от температуры окружающей среды

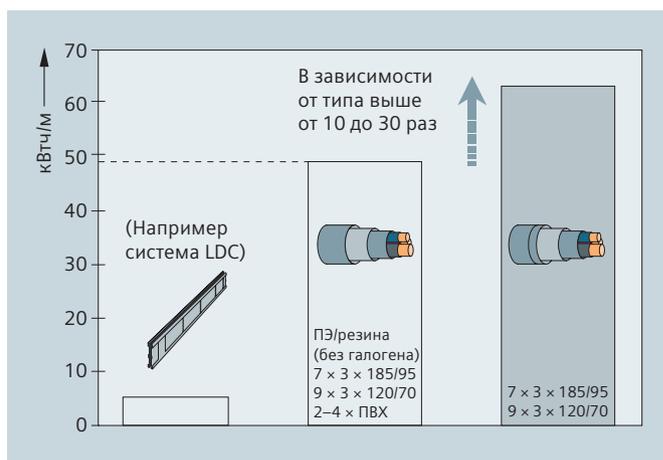


Рис. 3.1-20: Сравнение пожарной нагрузки при номинальном токе 2000 А

### Система LD до 5000 А

Наилучшая система шинопроводов для распределения энергии

- Степень защиты от IP34 до IP54
- Простой и быстрый монтаж
- Безопасная и надежная эксплуатация
- Экономия места, компактный дизайн, до 5000 А в одном корпусе
- Съёмные отводные блоки до 1250 А
- Сертифицированные подключения к распределительным щитам и трансформаторам

### Система LX до 6300 А

Система шинопроводов для передачи и распределения энергии в зданиях:

- Высокая степень защиты IP55
- Простой и быстрый монтаж
- Безопасная и надежная эксплуатация
- Отводные блоки до 1250 А
- Сертифицированные подключения к распределительным щитам и трансформаторам

### Система LR до 6150 А

Система шинопроводов для передачи энергии в экстремальных условиях окружающей среды (IP68):

- Надежная и безопасная работа
- Быстрый и простой монтаж
- Системы с литой изоляцией до 6150 А
- Безопасные подключения к распределительным щитам и трансформаторам
- Высокий уровень защиты IP68 для уличного применения

### Системы шинопроводов с возможностью коммуникации

Функциональные расширения для коммуникации комбинируются с модулями съема мощности:

- Для использования с системами BD01, BD2, LD и LX
- Применения:
  - Широкомасштабное управление освещением
  - Удаленное переключение и сигнализация в промышленных условиях
  - Учет потребления распределенных отводных блоков
- Подключение к KNX / EIB, AS-интерфейс и к шине PROFIBUS
- Простое подключение к шине с помощью метода удаления изоляции
- Простое и быстрое проектирование
- Гибкость для расширения и модификации
- Модульная система
- Возможна модернизация существующих установок

### Дальнейшая информация

#### Руководство по выбору систем сборных шин

Вы можете заказать систему шинопроводов до 1250 А вместе с руководством по выбору

Доступны следующие конфигурации:

- SIVACON 8PS система BD01, 40 ... 160 А
- SIVACON 8PS система BD2, 160 ... 1,250 А

Руководство по выбору доступно через Industry Mall ([www.siemens.com/industrymall](http://www.siemens.com/industrymall)) и содержится на DVD в каталоге CA 01. Этот DVD доступен бесплатно в Вашем офисе продаж Siemens

#### Руководство

Системы шинопроводов SIVACON 8PS –

Проектирование с SIVACON 8PS

- Немецкий: заказной номер A5E 01541017-02
- Английский: заказной номер A5E 01541117-02

#### Брошюра:

Чтобы энергия текла безопасно - SIVACON 8PS системы шинопроводов

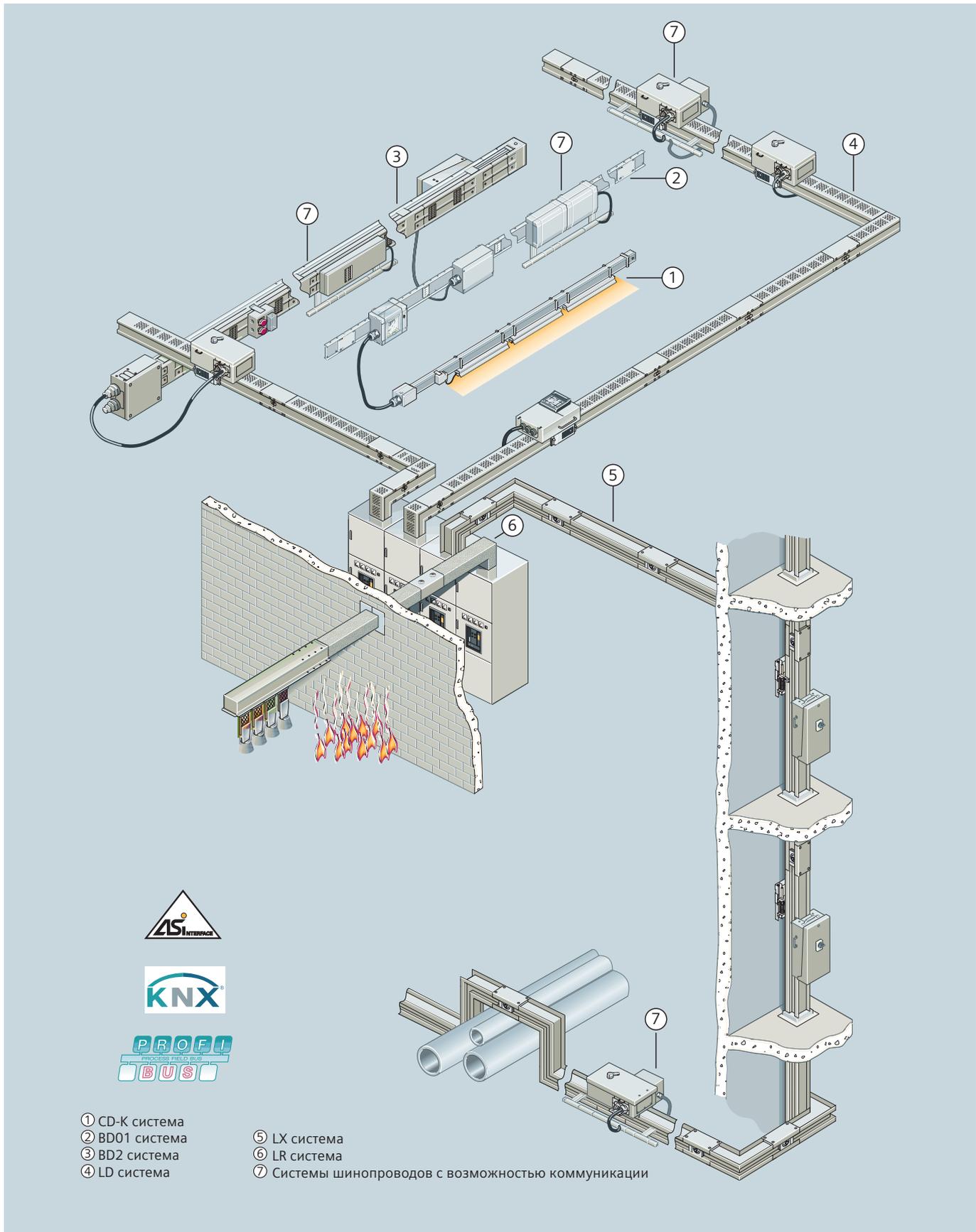
- Немецкий: заказной номер E10003-E38-9B-D0010
- Английский: заказной номер E10003-E38-9B-D0010-7600

Для дальнейшей информации:

<http://www.siemens.com/sentron>

<http://www.siemens.com/sivacon>

<http://www.siemens.com/tip>



- ① CD-K система
- ② BD01 система
- ③ BD2 система
- ④ LD система
- ⑤ LX система
- ⑥ LR система
- ⑦ Системы шинпроводов с возможностью коммуникации

Рис. 3.1-21: Обзор систем шинпроводов