

PASS M0

Элегазовые ячейки серии ПАСС М0 для современных подстанций на классы напряжения 110 и 150 кВ



ABB

1. Концепция

В современных условиях подстанция становится все более важным элементом энергосистемы. Она должна не только соответствовать установленным техническим требованиям, но и обеспечивать экономические интересы владельца. Известно, что к настоящему времени многие подстанции практически выработали установленный ресурс, однако простая замена устаревшего оборудования на аналогичное экономически нецелесообразна, т. к. при этом не будут улучшены такие важные показатели, как надежность, эксплуатационные расходы, охрана окружающей среды и т.п. При строительстве новых подстанций важно решить вопрос минимизации площади, необходимой для размещения распределительных устройств. Это же относится и к случаю расширения действующих подстанций. Однако в этом случае помимо задачи минимизации дополнительной необходимой площади приходится решать задачу минимизации времени отключения подстанции на период реконструкции.

Элегазовая ячейка ПАСС М0 – идеальный вариант оборудования, позволяющий решить одновременно не только все, перечисленные выше задачи, но и ряд других. Эта ячейка содержит все оборудование, необходимое для функционирования высоковольтного распределительного устройства *наружной установки* и позволяет реализовать любые схемы соединения.

2. Универсальность

В основе ячейки ПАСС – многолетний опыт АББ в области создания распределительных устройств как с воздушной, так и с элегазовой изоляцией.

ПАСС позволяет выполнить любую компоновку подстанции, наиболее эффективным образом используя имеющуюся площадь. Гарантия этому – профессионализм разработчиков и ноу-хау концерна АББ.

Основные достоинства ячейки ПАСС – модульная конструкция и компактность, позволяющие объединить в одном модуле следующие аппараты:

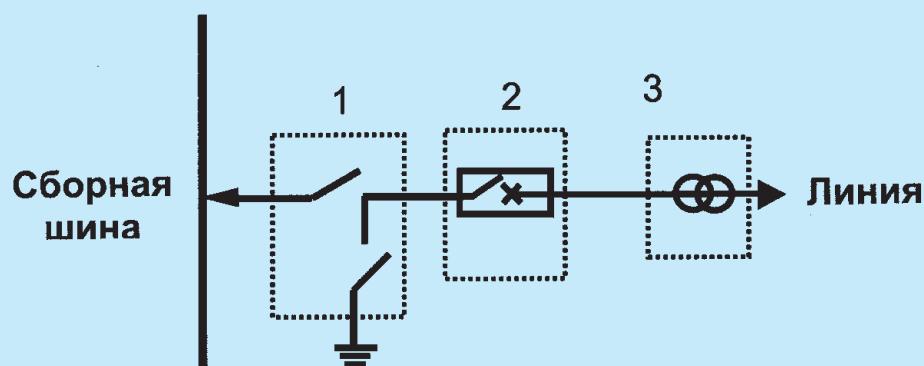
- силовой выключатель,
- один или несколько разъединителей и заземлителей,
- трансформатор тока,
- вводы, подсоединяемые к одной или двум системам сборных шин, реализуемых внутри ячейки.

При применении для управления ячейкой ПАСС М0 электронного блока дополнительно может быть реализована функция измерения высокого напряжения.

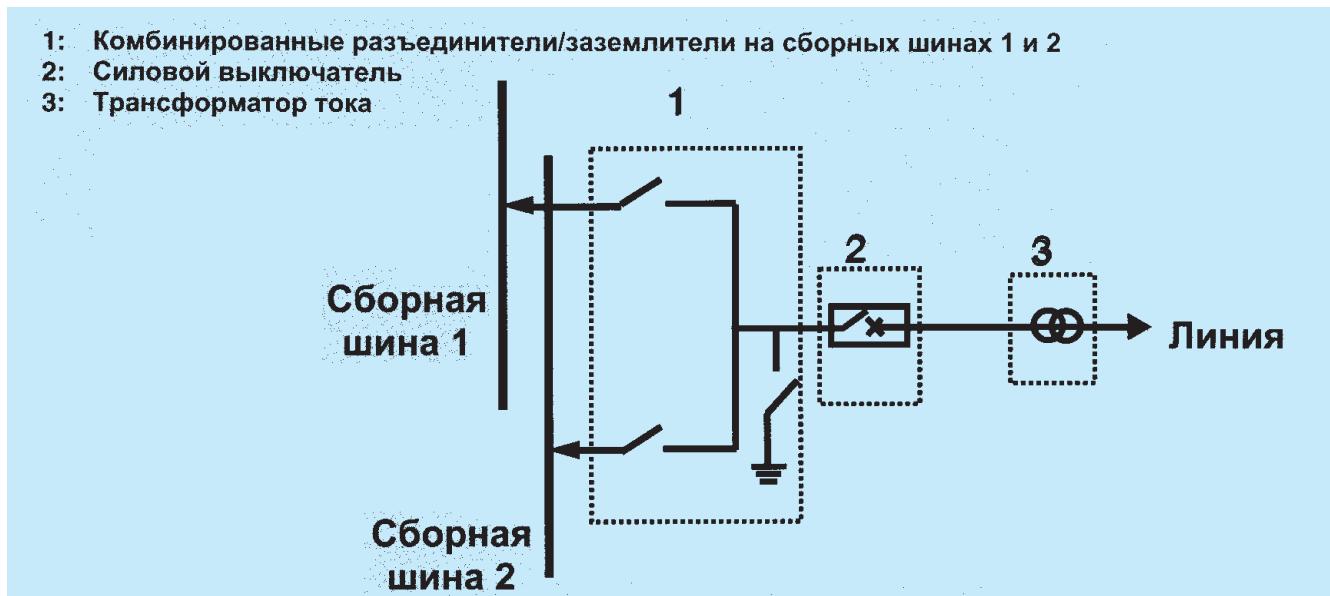
Все элементы ячейки, находящиеся под напряжением, заключены в заземляемый алюминиевый корпус, заполненный элегазом или смесью элегаза с азотом. Элементы каждой фазы находятся в отдельном корпусе.

На нижеследующем рисунке показана схема ячейки ПАСС М0 стандартной конфигурации с одной системой сборных шин.

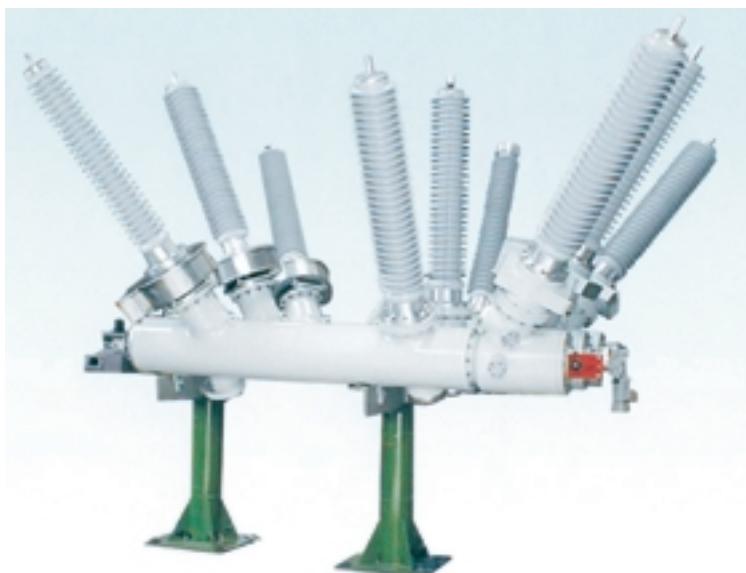
- 1: Комбинированный разъединитель/заземлитель
- 2: Силовой выключатель
- 3: Трансформатор тока



При необходимости в ячейке ПАСС М0 могут быть реализованы две системы сборных шин. Схема такой ячейки приведена ниже.



Внешний вид ячейки ПАСС М0 с двойной системой шин



Ячейка, показанная на рисунке, позволяет построить комплектную распределительную подстанцию; при этом

- крайние левые вводы подсоединяются к входящей линии,
- средние – к отходящей,
- крайние правые – к силовому трансформатору.

Как видно из схемы и внешнего вида такой ячейки, на подстанции, созданной на ее основе, отсутствуют традиционные сборные шины, т.к. они реализованы внутри ячейки.

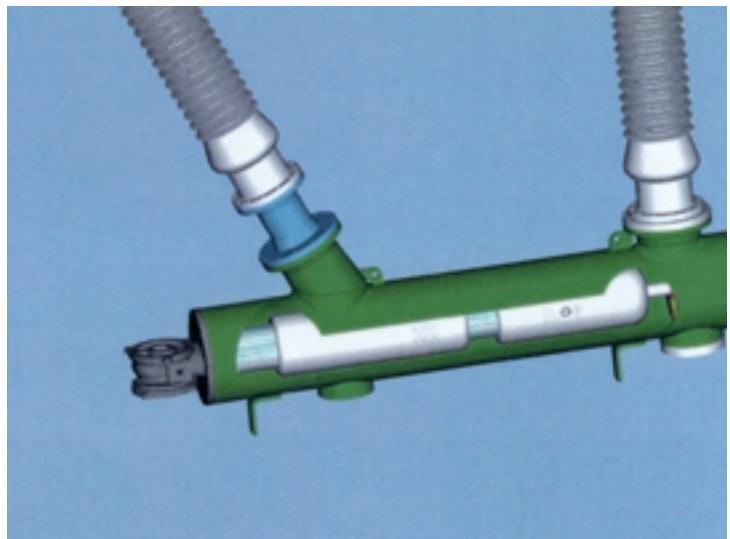
Ячейка ПАСС М0 такой конфигурации действительно является крупным техническим достижением (это подтверждено патентами ряда стран), являющимся концептуальным для современных необслуживаемых подстанций.

3. Общее описание

3.1. Силовой выключатель

Выключатель ячейки ПАСС М0 имеет одну дугогасительную камеру, действующую на основе хорошо отработанного принципа самогашения дуги. Для отключения тока кз используется, в том числе, и энергия самой дуги. За счет этого мощность, потребляемая от приводного механизма, составляет примерно 50% от мощности, потребляемой традиционными выключателями.

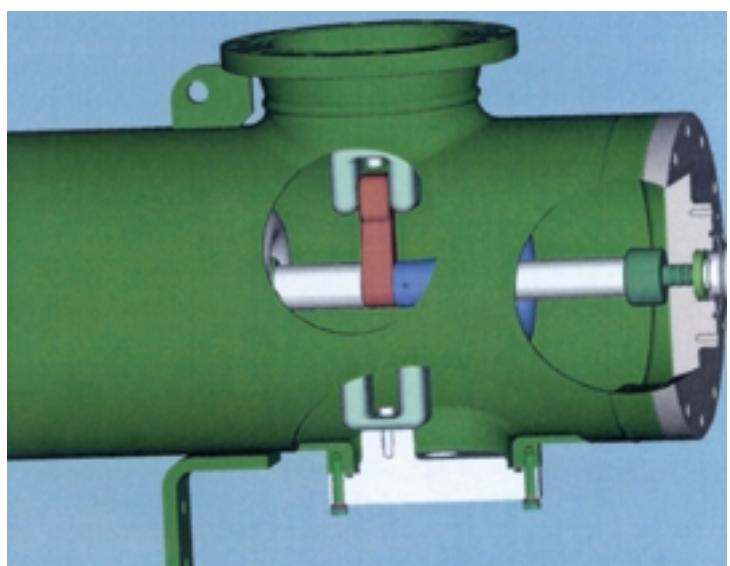
Выключатель управляет пружинным приводом.



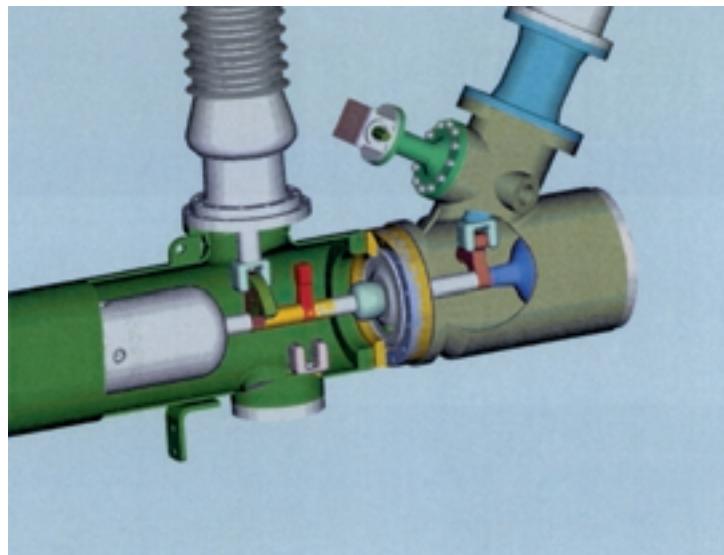
3.2. Комбинированный разъединитель-заземлитель

Ячейка ПАСС М0 укомплектована трехполюсным комбинированным разъединителем-заземлителем. Принцип действия (запатентован) основан на круговом движении контакта. По желанию Заказчика подвижный контакт может иметь либо три фиксированных положения: подключен к сборной шине ячейки, отключен и заземлен, либо только два – подключен к сборной шине и отключен с одновременным заземлением. Разъединитель состоит из минимального числа деталей, что обеспечивает его высокую надежность. Подобная конструкция применяется для ячеек как с одной, так и с двумя системами сборных шин. Кроме того, по желанию Заказчика разъединители могут быть установлены со стороны всех вводов ячейки. Возможны также любые комбинации.

Комбинированный разъединитель-заземлитель ячейки ПАСС М0 с одной системой сборных шин (подвижный контакт подключен к сборнойшине).



Двойной комбинированный разъединитель-заземлитель для применения с двойной системой сборных шин (на рисунке оба разъединителя показаны подключенными к различным сборным шинам)



При всех вариантах исполнения положение всех разъединителей однозначно определяется по внешним указателям, механически связанным с валами разъединителей. Кроме того, в корпусе ячейки имеются специальные окна, позволяющие визуально наблюдать положение контактов разъединителей. Разъединители управляются моторными приводами. При отсутствии оперативного тока возможно ручное управление разъединителями.

3.3. Трансформатор тока

Ячейка ПАСС М0 укомплектована традиционными трансформаторами тока на кольцевых магнитопроводах, устанавливаемых на вводах. Возможна поставка ячеек с различными комбинациями сердечников для защиты и измерения, имеющих любые классы точности. На каждом вводе может быть размещено до 5 сердечников.

3.4. Вводы

Внешние линии и силовые трансформаторы подсоединяются к ячейкам ПАСС М0 через полимерные вводы. Основой вводов служит стеклопластиковая труба, на которую нанесена оболочка из кремнийорганической резины, имеющая ребра, и образующая внешнюю изоляцию. Внутренний объем вводов сообщается с корпусом ячейки, т.е. заполнен элегазом. Алюминиевые фланцы насаживаются на трубу в горячем состоянии и дополнительно крепятся при помощи специального клея, что обеспечивает механическое соединение, надежно работающее при любых возможных изменениях температуры окружающей среды. Основными преимуществами таких вводов являются следующие:

- относительно малая масса,
- отсутствие необходимости технического обслуживания,
- высокая устойчивость к любым агрессивным средам,
- высокая безопасность (в том числе – взрывобезопасность).

3.5. Внутренняя изоляция

Внутренняя изоляция ячейки обеспечивается благодаря отличным электроизоляционным свойствам элегаза. В однородном электрическом поле при атмосферном давлении прочность элегаза в 2,5 раза выше, чем прочность воздуха. При увеличении давления эта разница существенно повышается. Все изоляционные промежутки внутри ячейки сконструированы таким образом, что их электрические поля являются практически однородными, что позволяет наиболее эффективно использовать изолирующие свойства элегаза.

Ориентировочное давление элегаза в ячейке на класс напряжения 110 кВ при температуре 20°C:

- Номинальное давление 680 кПа,
- Давление срабатывания предупредительного сигнала 620 кПа,
- Давление аварийного отключения 600 кПа

Давление при заполнении примерно на 15% выше номинального. Это гарантирует необходимую плотность элегаза в течение всего срока службы ячейки. После изготовления каждая ячейка тщательно проверяется на отсутствие течей элегаза.

Контроль плотности элегаза

Корпуса всех фаз одной ячейки являются сообщающимися сосудами, в которых после заполнения устанавливается единая плотность элегаза. Для контроля за его плотностью ячейка снабжена денситометром, имеющим две пары контактов, срабатывающих при снижении давления элегаза.

Сброс избыточного давления

Для защиты корпуса ячейки от разрушения при возникновении избыточного давления он снабжается металлической диафрагмой (разрывным диском). При повышении давления выше критического диафрагма разрывается и происходит сброс давления.

3.6. Опорная конструкция

Ячейка монтируется на стальной опорной конструкции, защищенной от коррозии методом горячего цинкования. Конструкция спроектирована таким образом, что обеспечивает максимальную устойчивость и прочность при минимальных затратах на строительные работы.

3.7. Связь ячейки с системой управления и защиты подстанции

Все аппараты ПАСС М0 оснащены вспомогательными контактами, цепи от которых выведены на клеммники в шкаф управления ячейкой. На эти же клеммники выведены вторичные обмотки трансформаторов тока и цепи кнопок управления. При реконструкции подстанции с применением ячеек ПАСС это позволяет традиционным образом связать ячейки с уже существующей системой управления и защиты подстанции. Необходимо только проложить два контрольных кабеля между ячейкой и пультом управления подстанцией.

3.8. Взаимодействие с окружающей средой и эксплуатационные издержки

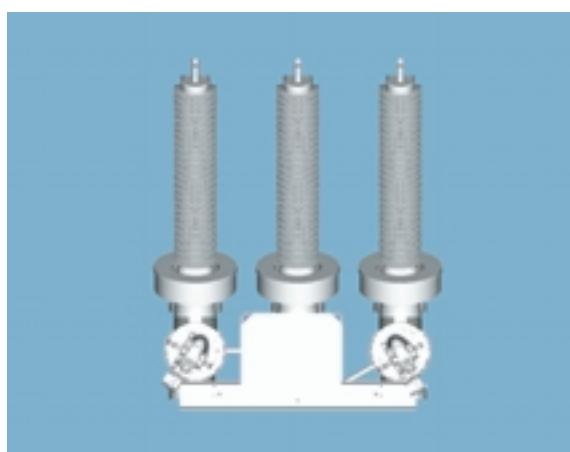
Т.к. с самого начала проектирования ячейки ПАСС М0 вопросам ее взаимодействия с окружающей средой и минимизации эксплуатационных расходов уделялось большое внимание, то все это нашло воплощение в конструкции. Основные показатели, характеризующие полученные результаты, следующие:

- количество элегаза в ячейке всего около двадцати пяти килограмм на три фазы,
- затраты на техобслуживание ячейки снижены на 38% по сравнению с традиционной,
- занимаемая площадь сокращается на 70%,
- общие эксплуатационные затраты уменьшены на 60%.

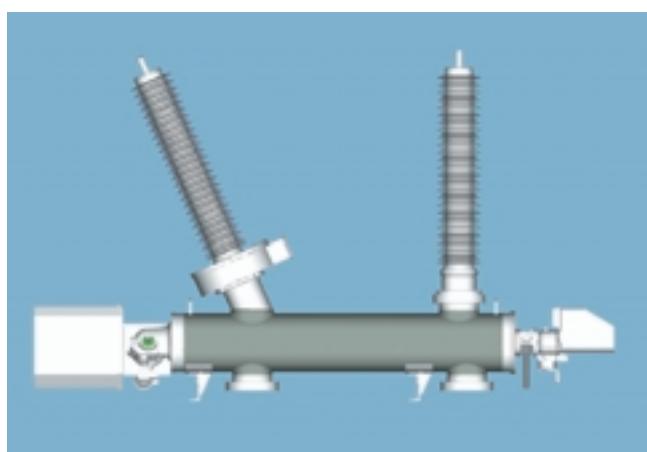
Если говорить в целом о подстанции, то, например, для ОРУ с 5 ячейками, собранными по схеме "мостик", применение ячеек ПАСС М0 приводит к снижению эксплуатационных затрат более, чем на 30%.

3.9. Транспортировка

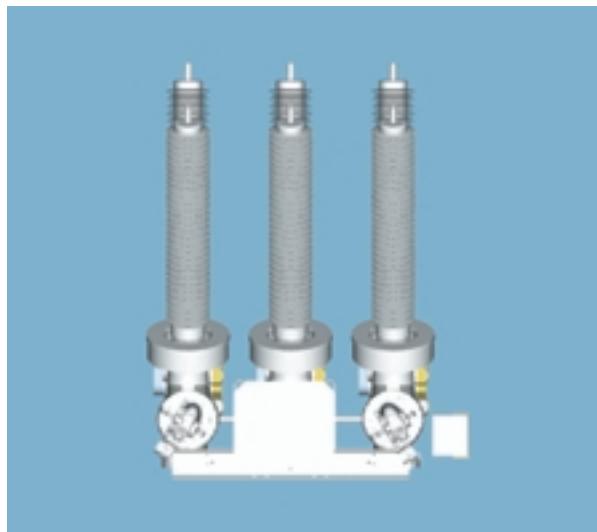
Для погрузки и перевозки ячейки не требуются какие-либо специальные устройства и приспособления. Ячейка ПАСС М0 в упаковке свободно размещается как на стандартной железнодорожной платформе, так и в кузове современного грузового автомобиля. После установки на фундамент корпуса крайних модулей ячейки разворачиваются на 30°. На нижеследующих рисунках показаны различные модификации ячеек в транспортном и рабочем положениях.



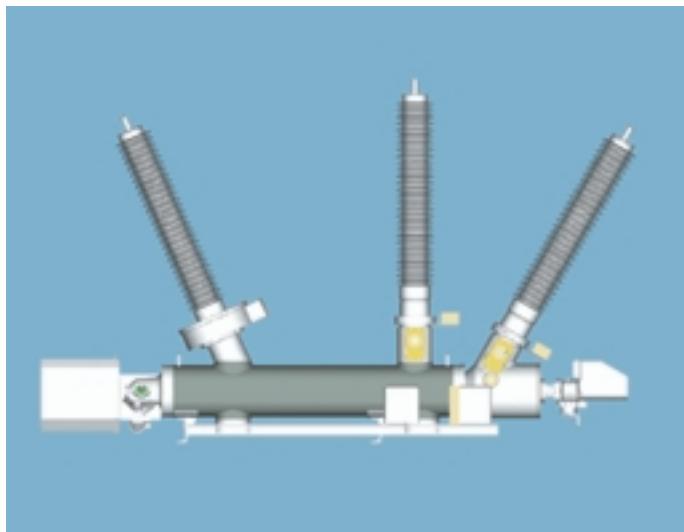
145 kV



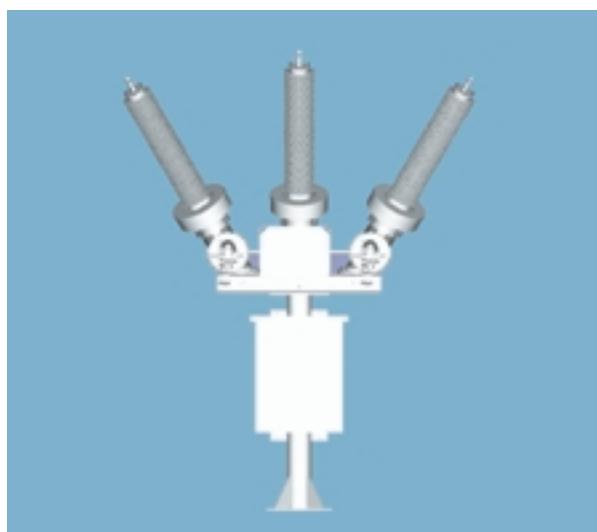
145 kV



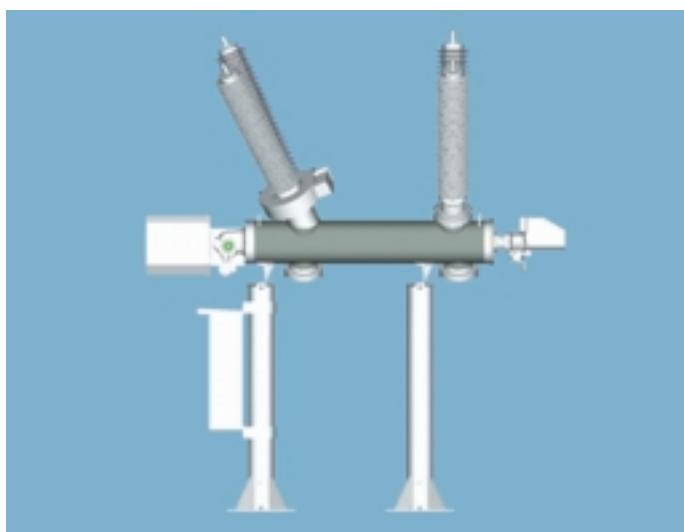
145 kV



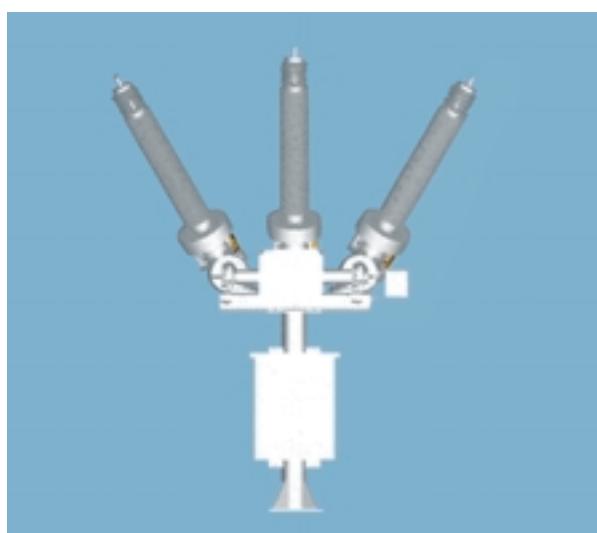
145 kV



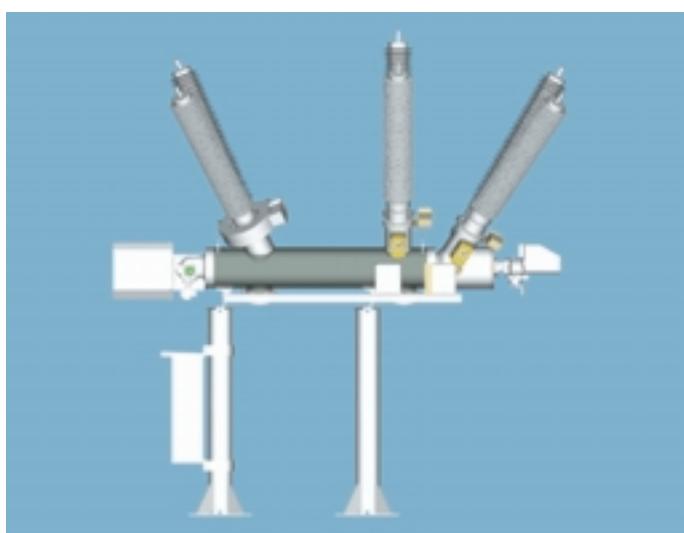
145 kV



145 kV



145 kV



145 kV

4. Производство и гарантия качества

4.1. Производство

В основе созданной компанией ABB T&D ячейки ПАСС М0 – результаты многолетних исследований и большой опыт производства и эксплуатации высоковольтных аппаратов. Комплектующие, не производимые в цехах компании ABB T&D, поставляются другими предприятиями концерна ABB, что гарантирует высокое качество ячейки. Все используемые материалы и комплектующие, а также весь процесс производства ячейки соответствует самому высокому уровню, что подтверждается международными сертификатами качества ISO 9001 и ISO 14001.

4.2. Монтаж

Т.к. ячейка ПАСС М0 поставляется заказчику в практически полностью собранном виде, то ее монтаж на подстанции проводится двумя рабочими в течение максимум одной смены. При монтаже ячейка ПАСС М0 может быть установлена на фундамент при помощи подъемного крана непосредственно с перевозившего ее грузовика. После монтажа осуществляется заправка ячейки элегазом (или смесью элегаза и азота), что занимает не более одного часа.

4.3. Соответствие стандартам

Ячейка ПАСС М0 удовлетворяет требованиям соответствующих стандартов МЭК и России (см. раздел 5.6), что подтверждено сертификатами Госстандарта России и российской ассоциации “ЭНЕРГОСЕРТ”.

4.4. Испытания

4.4.1. Типовые испытания

Ячейка успешно прошла все типовые испытания, регламентированные стандартами МЭК и России. Методики всех испытаний являются общепринятыми и приведены в соответствующих стандартах. Повторные испытания могут быть проведены по требованию заказчика, но за его счет. Копии протоколов испытаний и сертификатов могут быть предоставлены заказчику по его запросу.

4.4.2. Приемо-сдаточные испытания

Перед отправкой заказчику ячейка проходит на предприятии-изготовителе следующие приемо-сдаточные испытания:

- Высоковольтные испытания изоляции напряжением промышленной частоты.
- Испытание изоляции вторичных цепей напряжением промышленной частоты.
- Испытание корпуса повышенным давлением по методике CENELEC-EN 50052 1986 TC 176 WG MPE. При этом корпус подвергается в течение 1 минуты воздействию избыточного давления, которое в два раза превышает номинальное рабочее давление газа внутри корпуса. Это испытание соответствует требованиям стандарта МЭК 60517.
- Испытание на утечку элегаза.
- Механические испытания всех подвижных частей.
- Испытание вспомогательного оборудования и приборов.
- Измерение характеристик частичных разрядов.

Перечисленные выше испытания проводятся для подтверждения работоспособности и качества всех элементов ячейки. Протоколы приемо-сдаточных испытаний поставляются заказчику вместе с ячейкой. Если заказчик хочет присутствовать при приемо-сдаточных испытаниях поставляемых ему ячеек, то он должен уведомить об этом на стадии согласования контракта на их поставку.

4.4.3. Испытания на месте установки

После монтажа ячейки на подстанции и заправки ее элегазом она должна быть подвергнута следующим испытаниям:

- Механические испытания выключателя и комбинированного разъединителя-заземлителя.
- Испытание на утечку элегаза.
- Проверка содержания влаги в отдельных компонентах.
- Проверка функционирования устройств управления и вспомогательных устройств.

5.1. Основные характеристики

Номинальная частота.....	50 Гц
Номинальное напряжение.....	110 кВ/150 кВ
Номинальный ток.....	2500 А

Испытательные напряжения

a) фаза-земля

- промышленной частоты в течение 1 минуты.....275/325 кВ
- грозового импульса.....650/750 кВ

b) между контактами

- промышленной частоты в течение 1 минуты.....315/375 кВ
- грозового импульса.....750/860 кВ

Ток термической устойчивости (1 сек).....	40 кА
Ток электродинамической устойчивости.....	100 кА

Температура окружающей среды

- минимальное значение.....-45°C
- максимальное значение.....+55°C

Утечка элегаза в год.....	<1%
---------------------------	-----

Масса

- с одинарной системой шин.....1900кГ
- с двойной системой шин.....2150кГ
- с разъединителями у каждого из вводов.....2300 кГ

Давление элегаза при температуре +20°C

- номинальное рабочее давление.....680/700 кПа
- давление срабатывания предупредительного сигнала.....620/660 кПа
- давление срабатывание аварийного отключения.....600/640 кПа

5.2. Силовой выключатель

Типа LTB-D, с одной дугогасительной камерой,	
Номинальный ток отключения.....	40кА
Номинальный ток включения.....	100 кА

Номинальный отключаемый ток заряда воздушной линии.....	63 А
Номинальный отключаемый ток заряда кабельной линии.....	160А

Привод.....	пружинный, общий на три фазы
Тип.....	BLK222
Номинальный цикл.....	О-0,3 сек-ВО-1 мин-ВО
Собственное время отключения.....	<=25мсек
Полное время отключения.....	<=47мсек
Время включения.....	<=42мсек
Номинальное напряжение цепей управления.....	=110 В
В аварийных ситуациях возможно ручное управление приводом.	

Примечание: ячейка ПАСС М0-145 предназначена для применения в сетях с номинальным напряжением 110 кВ, а ячейка ПАСС М0-170 – в сетях с номинальным напряжением 150 кВ

5.3. Разъединитель-заземлитель

Привод..... моторный, общий на три фазы
Номинальное напряжение цепей управления..... =110 В
Время включения заземлителя..... 5,5 сек

В аварийных ситуациях возможно ручное управление приводом.
Положение контактов можно наблюдать через специальные окна в корпусе.

5.4. Трансформатор тока

Тип..... с кольцевыми магнитопроводами
Класс точности измерительной обмотки..... 0,2 – 1 (по заказу)
Класс защиты..... IP54 по МЭК 60144

5.5. Вводы

Тип..... композитные, с внешней изоляцией из кремнийорганической резины
Номинальное напряжение..... 110/150кВ
Разрядное расстояние..... 1304/1633 мм
Длина пути утечки тока..... 4670/5462мм
Максимально допустимая статическая нагрузка на вывод..... 1000/1000 Н

5.6. Стандарты

Ячейка ПАСС М0 соответствует следующим стандартам:

Корпус (сосуд под давлением)..... CENELEK EN 50052

Гарантия качества..... ISO 9001, ISO 14001

Для аппаратов и вспомогательного оборудования, входящего в состав ячейки:

- Высоковольтное распределительное устройство..... МЭК 60694-1996
- Элегазовое распределительное устройство..... МЭК 60517-1990
- Вводы МЭК 60137-1995
- Трансформатор тока..... МЭК 60044-1-1996, МЭК 60185-1987
- Разъединитель-заземлитель МЭК 60129-1984, МЭК 60517-1986
- Выключатель..... МЭК 60056-1987

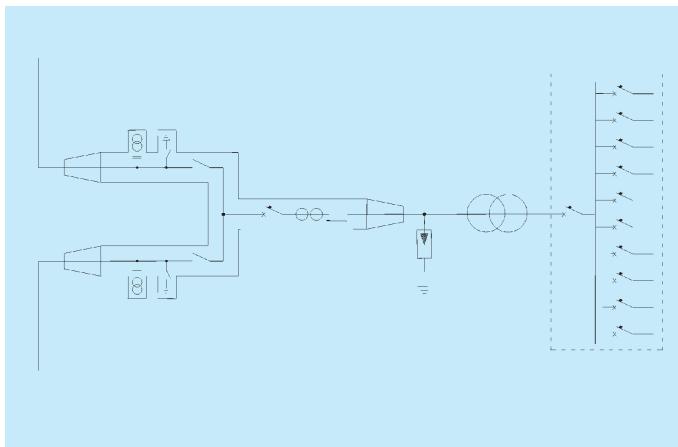
Ячейка и аппараты, входящие в ее состав, также соответствуют следующим Российским стандартам:

ГОСТ 14693-90 (п.п. 2.8.1, 2.8.2, 2.8.5, 3.22.1, 3.22.3, 3.22.5), ГОСТ 1516.3-96 (п.4.14),
ГОСТ 12.2.007.3-75 (п.п. 2.1, 2.2, 2.7), ГОСТ 12.2.007.4-75 (п.п. 2.4.1, 2.4а, 2.4ж, 2.5, 2.7, 2.8,
2.14, 2.15), ГОСТ 687-78, ГОСТ 689-90, ГОСТ 1516.3-96, ГОСТ 7746-89, ГОСТ 8024-84, ГОСТ
15150-69 (климатическое исполнение У1).

6. Компоновка подстанций на основе ячеек ПАСС М0. Новаторские решения

6.1. ПАСС М0 с двойной системой сборных шин

В сотрудничестве с итальянской энергосистемой Enel создана совершенно новая (запатентованная) концепция распределительных подстанций. Суть этой концепции – в применении ячеек ПАСС, имеющих двойную систему сборных шин для комплектных высоковольтных подстанций с одной системой шин. Т.к. сборные шины находятся внутри ячейки, то полностью отпадает необходимость в стандартных внешних сборных шинах. Ячейка оснащена стандартными трансформаторами тока. При использовании электронной ячейки управления и контроля вместо трансформаторов тока могут быть установлены датчики тока, а также датчики напряжения для контроля величины напряжения на сборных шинах.



Однолинейная диаграмма (п/с ENEL)



ПАСС М0 для п/с ENEL

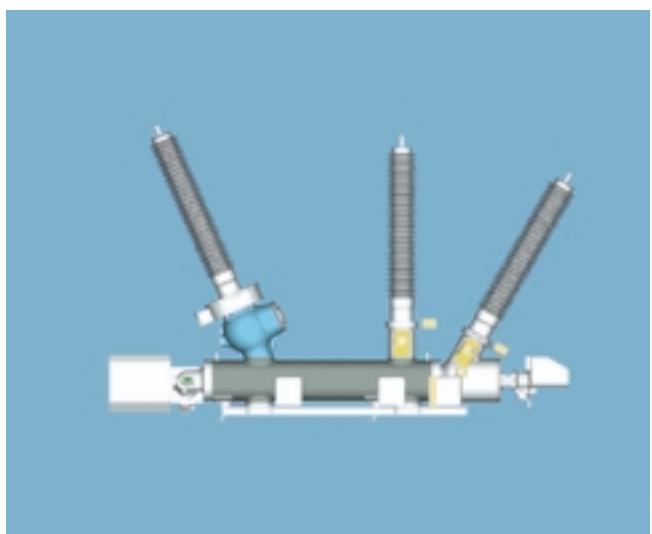
Применяя указанным образом ячейку ПАСС М0 дает следующие основные преимущества:

- сокращение площади, занимаемой распределителем,
- минимальное воздействие на окружающую среду (это особенно важно при размещении подстанции в центре населенного пункта),
- снижение потерь электроэнергии в сетях среднего и низкого напряжения, т.к. подстанция, на основе ячеек ПАСС может быть размещена у точки потребления наибольшей мощности (при этом длина линий распределительных сетей резко снижается),
- снижение токов кз,
- простота установки и монтажа,
- сокращение объемов и времени строительных работ,
- на основе ячейки легко может быть создана передвижная подстанция.
- резкое снижение эксплуатационных затрат, которые остаются постоянными на протяжении всего срока службы подстанции.

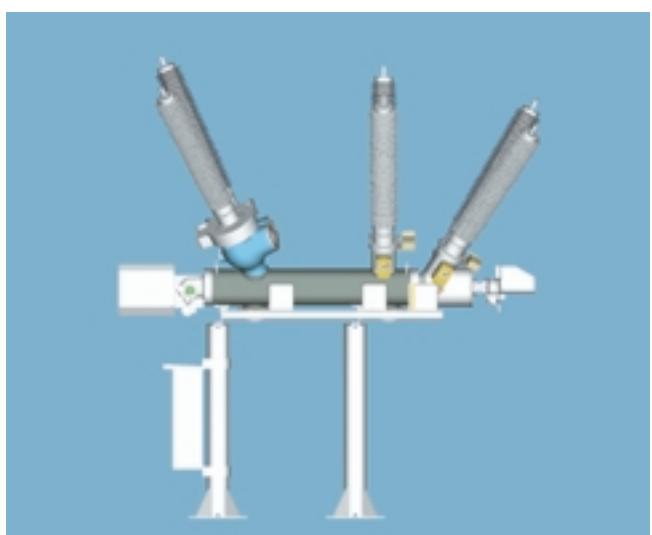
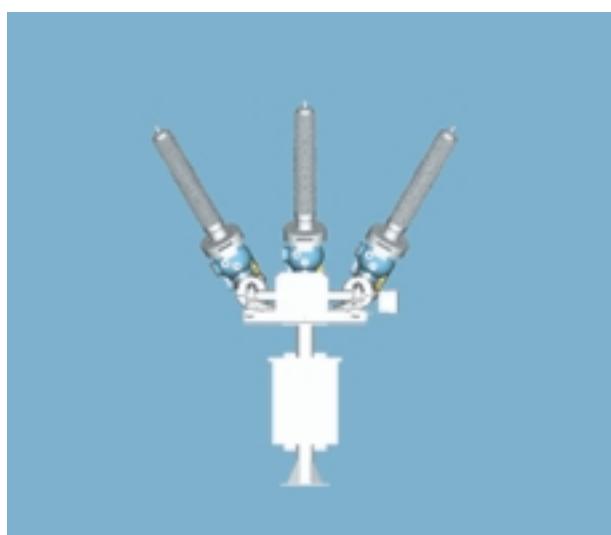


Транзит через подстанцию (ENEL)

6.1.1. Ячейка на классы напряжения 110-150 кВ в транспортном положении



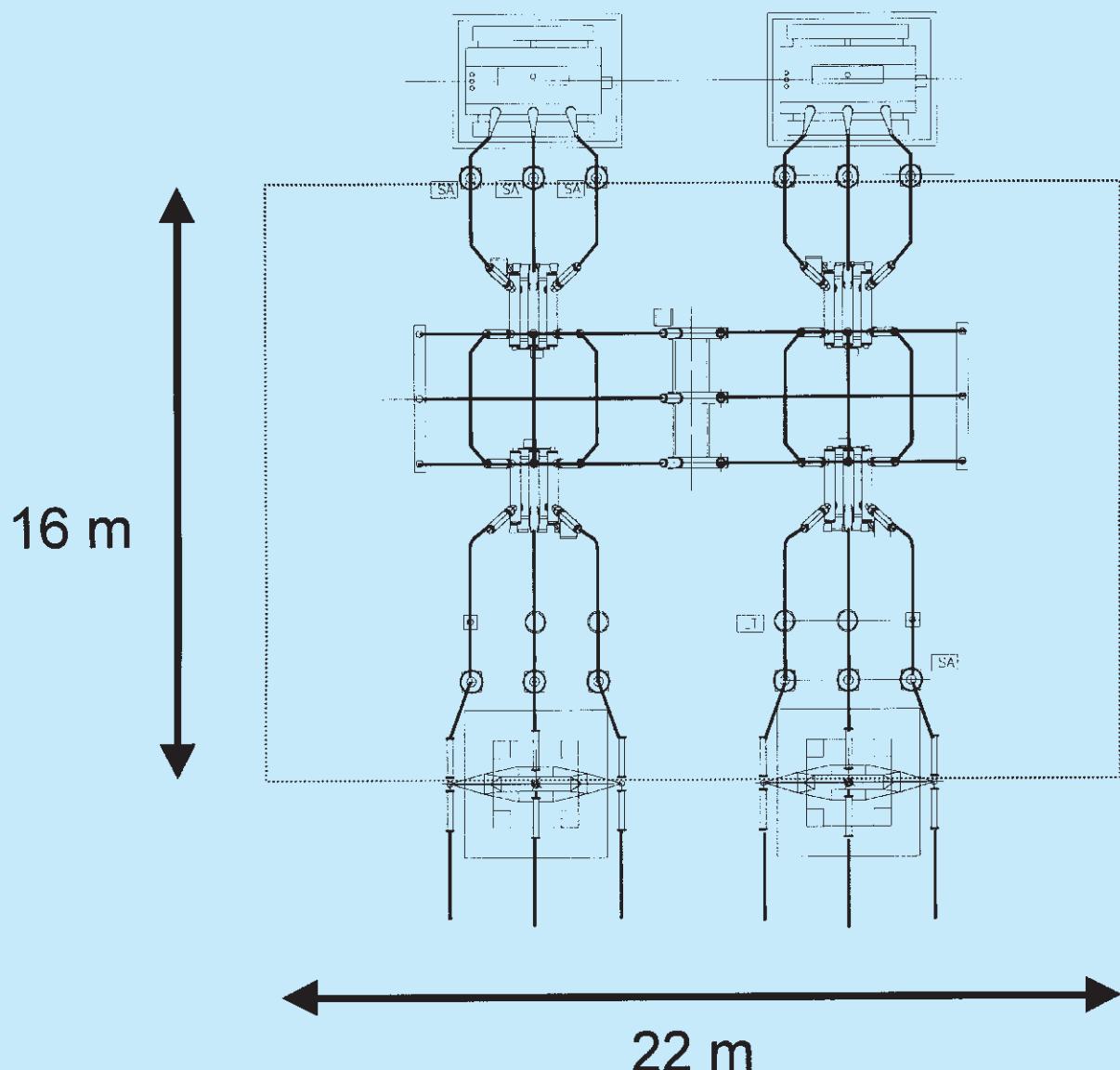
6.1.2. Ячейка на класс напряжения 110-150 кВ в рабочем положении



6.2. Схема “мостик“ для подстанции с одной системой сборных шин

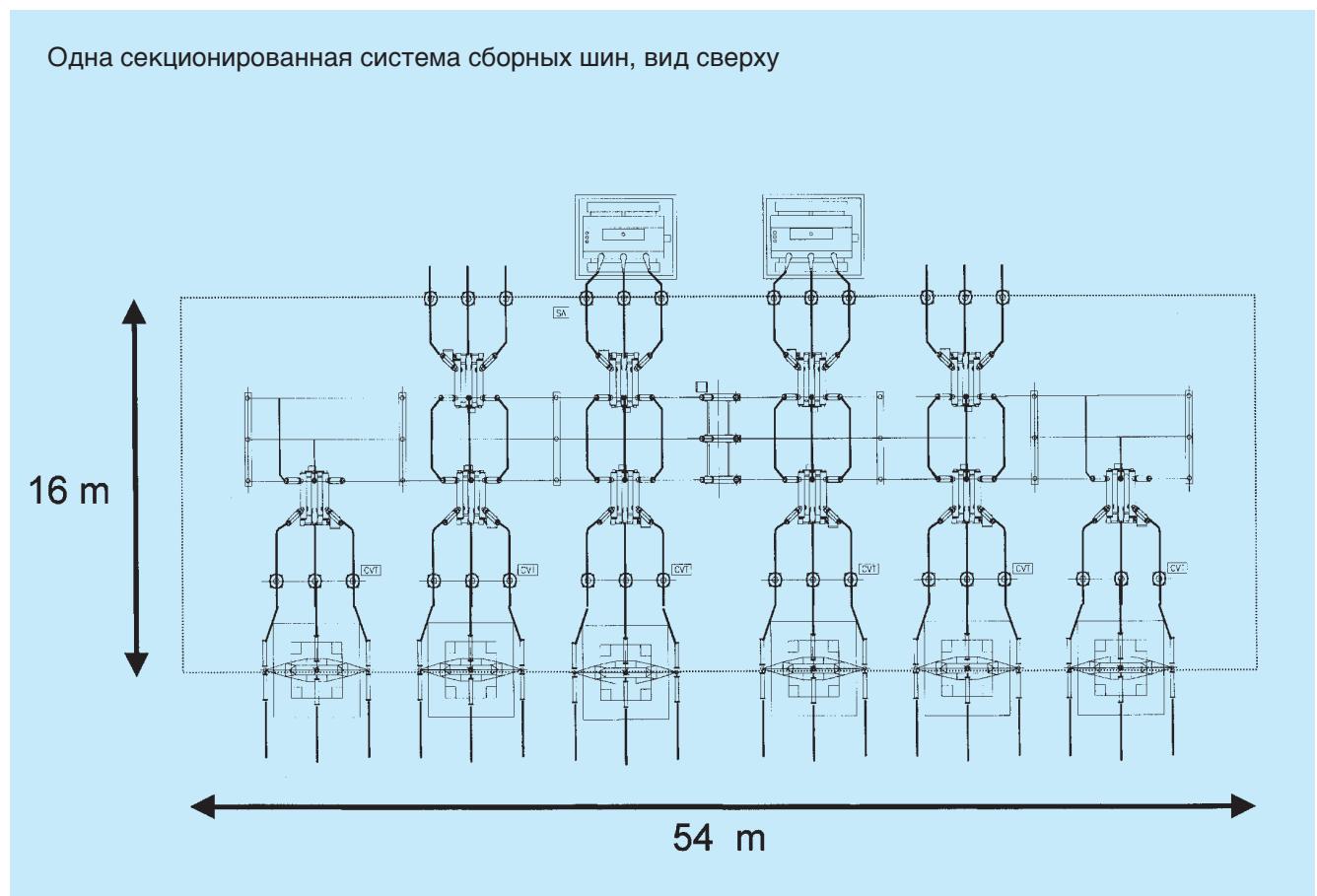
На нижеследующем рисунке показана подстанция, выполненная по схеме “мостик“, состоящая из двух линейных и двух трансформаторных ячеек. Также предусмотрена ячейка-перемычка. Площадь, занимаемая такой подстанцией, 16 x 22 м.

Схема “мостик”, вид сверху

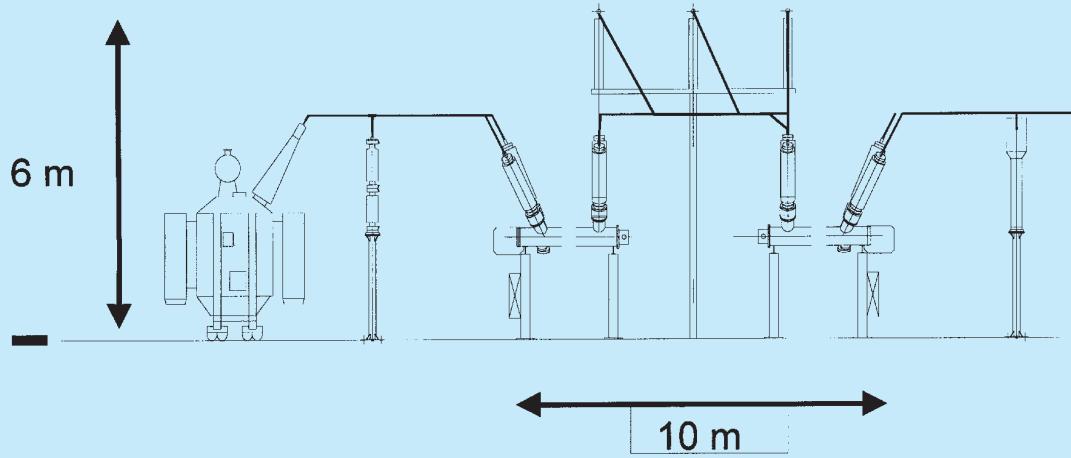


6.3. Одинарная система сборных шин

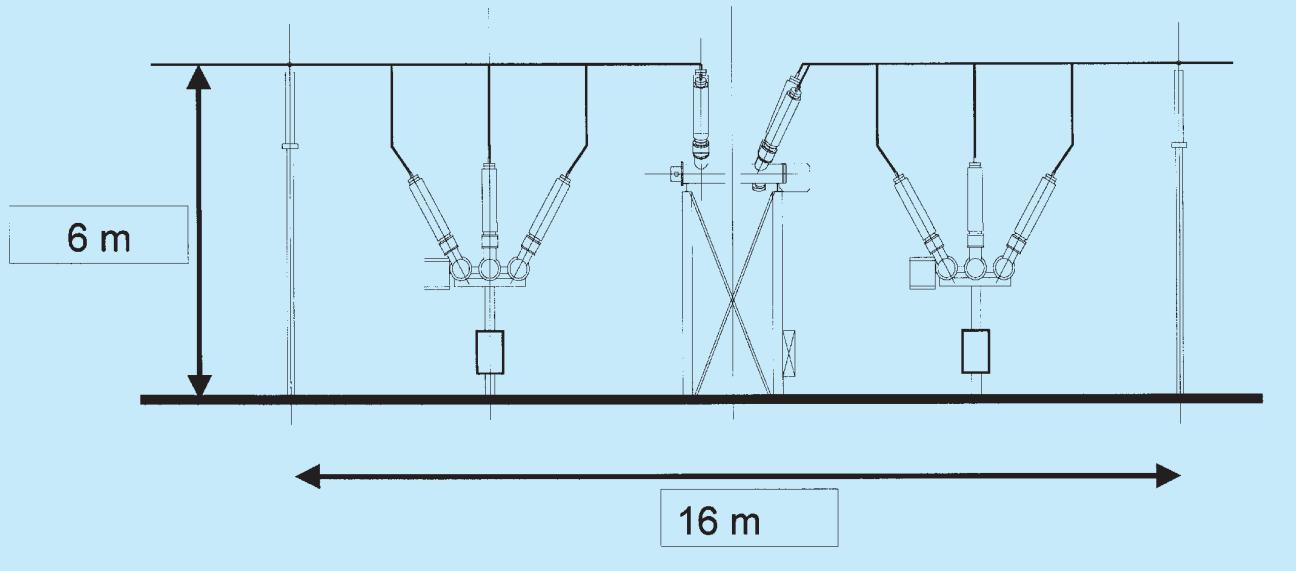
На нижеследующем рисунке показана подстанция с одной системой сборных шин, состоящая из 6 линейных, 2 трансформаторных, 1 секционной и 2 резервных ячеек (с учетом дальнейшего расширения). Как видно, подстанция содержит 11 ячеек ПАСС М0. Площадь, занимаемая такой подстанцией, 54 x 16 м.



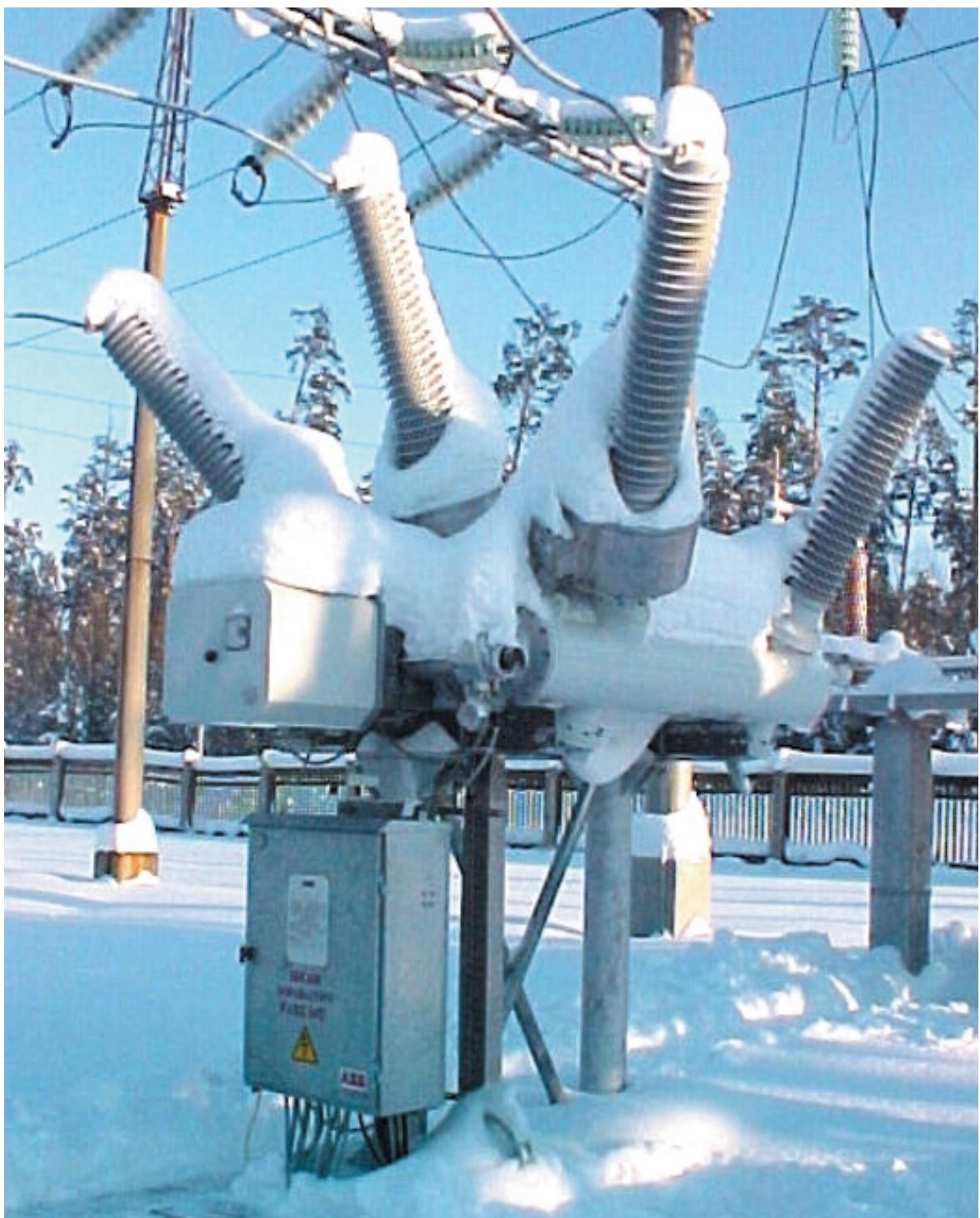
Трансформаторная и линейная яуейки, разрез



Секционная яуейка, разрез



In consideration of the continuous updates, ABB T&D SpA - Divisione Adda reserves the right to change engineering specification without notice



FD 549/RU/January 2001



ABB Trasmissione & Distribuzione SpA
Divisione Adda

Offices and Factory
Viale Pavia, 3
I-26900 Lodi

Tel. +39 0371 452.1
Fax +39 0371 452.222
E-mail: abb-adda.itadd@it.abb.com
Internet: <http://www.abb.com/it>