

# КОММУТАЦИОННЫЙ АППАРАТ НОВОГО ТИПА — ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ С ФУНКЦИЕЙ РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ

АВТОРЫ:

ХЛЫЗОВ А.С.,  
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

ШЛЕЙФМАН И.Л.,  
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**П**рименение коммутационного аппарата — выключателя с функцией разъединителя — обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными схемами с использованием отдельных выключателей и разъединителей; позволяет повысить надеж-

ность работы распределительного устройства 110–330 кВ за счет уменьшения количества установленных аппаратов и снижения количества оперативных ошибок; уменьшить площадь, занимаемую распределительным устройством; снизить эксплуатационные издержки.

**Ключевые слова:** элегазовый выключатель, разъединитель, выключатель-разъединитель, заземлитель, техническое обслуживание, надежность, безопасность, устройство блокировки.



Выключатель-разъединитель  
фирмы ABB

В существующих схемах открытых распределительных устройств с обеих сторон выключателя установлены разъединители. Разъединители обеспечивают возможность создания видимого разрыва при проведении технического обслуживания и ремонта выключателя.

За последние годы технические характеристики выключателей значительно улучшились и объемы работ по их техническому обслуживанию существенно снизились. Для современных элегазовых выключателей выполнение ремонтных работ требуется с периодичностью в 15–20 лет.

Объем технического обслуживания разъединителей за последние 30 лет практически не изменился. Из-за наличия деформируемых механических частей и открытых контактов, не защищенных от воздействия окружающей среды и требующих постоянного контроля, разъединители имеют низкую надежность работы, а периодичность их технического обслуживания составляет 2–5 лет.

В связи с этим ведутся разработки комбинированных аппаратов, применение которых позволяет отказаться от использования традиционных разъединителей.

К таким аппаратам, в частности, относятся выключатели-разъединители (ВР) производства компании ABB, в которых контакты расположены внутри заполненного элегазом дугогасительного устройства и в отключенном положении выполняют функцию разъединителя [1]. Надежная система блокировки в сочетании со встроенным заземлителем, оснащенным моторным приводом, и четкая фиксация положения контактов обеспечивают безопасность работы персонала при техническом обслуживании и ремонте установленного на присоединении оборудования.

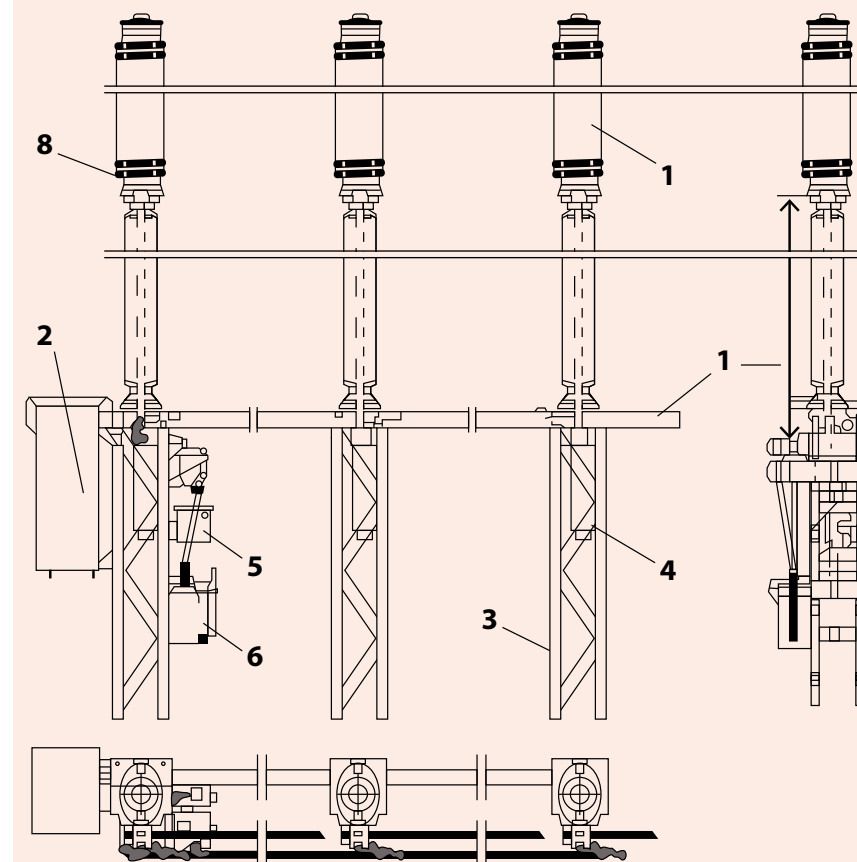
ВР созданы на основе элегазовых колонковых выключателей типов LTV или HPL с пружинными приводами с пополюсным или трехполюсным управлением (рис. 1 и 2).

Основные отличия ВР от традиционных выключателей:

- межконтактный промежуток дугогасительной камеры ВР в отключенном положении выдерживает испытательные напряжения, нормированные

стандартами для межконтактного промежутка разъединителя. Так как после механических и коммутационных операций ВР электрическая прочность межконтактного промежутка может снижаться, требования к нормированному испытательному напряжению должны выполняться после наработки механического и коммутационного ресурса;

## СХЕМА ВР ТИПА DCB HPL 245B1 СО ВСТРОЕННЫМ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕМ



1 — Дугогасительное устройство. 2 — Привод выключателя-разъединителя. 3 — Опорная рама.  
Рис. 1. 4 — Узел блокировки тяги полюса. 5 — Механизм блокировки полюсных тяг. 6 — Привод заземлителя.  
7 — Нож заземлителя. 8 — Неподвижный контакт заземлителя

## ВР ТИПА DCB LTV 145 С ТРЕХПОЛЮСНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

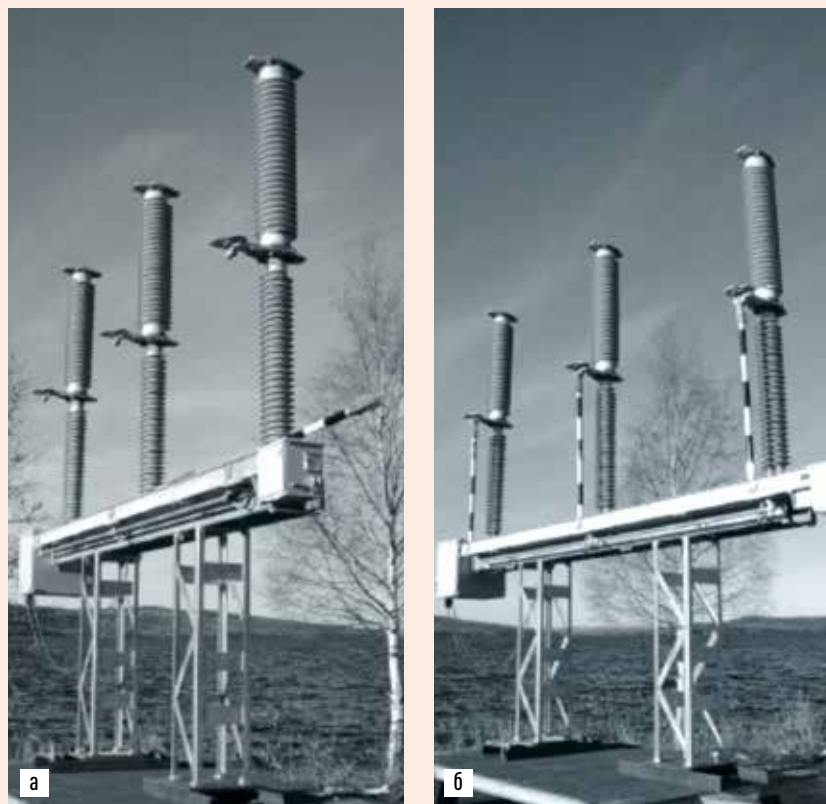


Рис. 2. (а) заземлитель отключен; (б) заземлитель включен

в отключенном положении ВР блокируется от ошибочного или случайного включения приводом специальным блокирующим механическим устройством с дистанционным и ручным управлением AD-100, которое фиксирует тягу, соединяющую привод с полюсами и исключает возможность ее перемещения (рис. 3).

Оперативный механизм имеет подвижный элемент, который механически блокирует выключатель-разъединитель. Подвижный элемент перемещается реверсивным универсальным двигателем, который управляется встроенным реле и контактором. Чтобы избежать механической перегрузки, оперативный механизм оборудуется предохранительной фрикционной муфтой. Двигатель защищен от перегрузки тепловой защитой с электромагнитным расцепителем.

Конечные положения контролируются концевым выключателем. Корпус оперативного механизма может

быть закрыт для доступа навесным замком.

Местное электрическое оперирование осуществляется с панели шкафа управления выключателя.

В случае аварийной ситуации (например, при потере напряжения и т. д.) можно заблокировать выключатель, оперируя механизмом AD100 вручную с помощью рукоятки (1).

Чтобы выполнить аварийное оперирование, необходимо снять фланец (3) с передней стороны корпуса устройства AD100. Фланец подсоединен к контакту (4), блокирующему двигатель, и при снятом фланце операции двигателем не могут выполняться.

Поскольку положение контактов ВР нельзя определить визуально, важным фактором обеспечения безопасности работ является наличие заземлителя, положение подвижных контактов которого легко контролировать.

При одиночной системе шин заземлитель встраивается в ВР (рис. 1 и 2). Неподвижные контакты заземлителя устанавливаются на нижних выводах ВР. В схемах, где напряжение может быть подано с двух сторон, например, при двойной системе шин или в полуторной схеме, более рационально устанавливать отдельный заземлитель.

Внедрение выключателей-разъединителей позволит:

- повысить надежность работы распределительного устройства в результате сокращения установленных элементов и снижения количества оперативных ошибок;
- уменьшить земельный участок, отводимый под ПС;

## РАЗМЕЩЕНИЕ УСТРОЙСТВА БЛОКИРОВКИ И УКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛОЖЕНИЯ

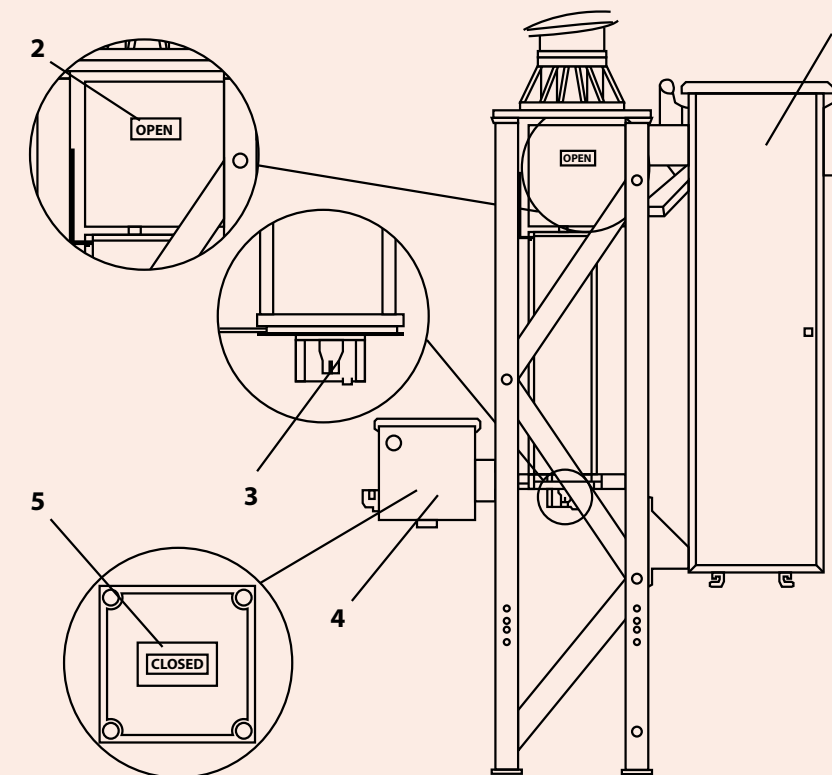


Рис. 3. 1 — Привод. 2 — Указатель положения ВР. 3 — Защелка тяги. 4 — Исполнительный механизм блокировки тяг AD-100. 5 — Указатель положения механизма блокировки «Блокирован» (BLOCKED)

- снизить эксплуатационные издержки.

Элегазовые колонковые выключатели АBB имеют интенсивность отказов 0,25/100 лет, при этом около 70% отказов выключателей приходится на вторичные цепи. Современные разъединители имеют интенсивность отказов 0,20 /100 лет, при этом почти все отказы приходятся на первичные цепи.

Интенсивность отказов выключателей сохранится и для ВР. Интенсивность отказов ВР будет существенно меньше, чем суммарная интенсивность отказов выключателей и разъединителей в традиционных схемах.

В традиционных схемах подстанций в случае повреждения выключателя он отключается от схемы подстанции разъединителями, после чего на нем проводятся необходимые для восстановления работы. Вывод из работы ВР осуществляется аналогично выводу из работы шинного разъединителя.

Для обеспечения безопасного обслуживания распределительных устройств с ВР применяются следующие дополнительные меры:

- использование в ВР только полимерных изоляторов для исключения травм персонала от осколков фарфора при повреждении изолятора;
- только дистанционное оперирование ВР и заземляющими ножами с запретом нахождения персонала на площадке распределительного устройства во время операций;
- контроль за индикаторами положения контактов и заземляющих ножей с помощью камер видеонаблюдения.

Разработанные конструкции клемм позволяют ускорить расшивку ВР и вывод его из работы. Например, вывод из работы ВР 420 кВ осуществляется за 2 часа.

В 2010 г. на ПС «Дмитров» МЭС Центра была проведена опытно-промышленная эксплуатация ВР типа DCB HPL 245B1 напряжением 220 кВ.

В период опытно-промышленной эксплуатации производились периодические внешние осмотры и контрольные испытания ВР. Продолжительность опытной эксплуатации — 1 год.

На основании обобщения опыта эксплуатации ВР за рубежом и результатов опытно-промышленной эксплуатации ВР типа DCB HPL 245B1 дано положительное заключение о целесообразности промышленного применения ВР.

За рубежом поставки ВР на энергетические объекты начались в 2000 г. В период 2005–2013 гг. было поставлено около 1500 ВР на энергетические объекты 32 стран мира. В 2005 г. введен стандарт МЭК на ВР с номинальным напряжением 72,5 кВ и выше [2].

ИНФОРМАЦИЯ

## ЭЛЕГАЗОВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Элегаз (химическая формула SF<sub>6</sub>) – не имеющий запаха и химически инертный газ, в пять раз тяжелее воздуха, содержит 22% серы и 78% фтора. Чистый элегаз совершенно безвреден, химически не активен, обладает повышенной теплоотводящей способностью и является хорошей дугогасительной средой. Электрическая прочность элегаза в 2,5 раза выше прочности воздуха.

Выпускаемые промышленностью элегазовые выключатели на высокие классы напряжения (100 кВ и выше) способны отключать большие токи.

В сравнении с воздушными и масляными выключателями элегазовые обладают рядом преимуществ: пригодностью для наружной и внутренней установки, взрыво- и пожаробезопасностью, высокой отключающей способностью, быстродействием и др. Из присущих им недостатков можно отметить: относительно высокую стоимость, необходимость наличия устройств для наполнения, перекачивания и очистки элегаза, а также применения высоконадежных уплотнений.

### МЕХАНИЗМ БЛОКИРОВКИ ВР ТИПА AD-100

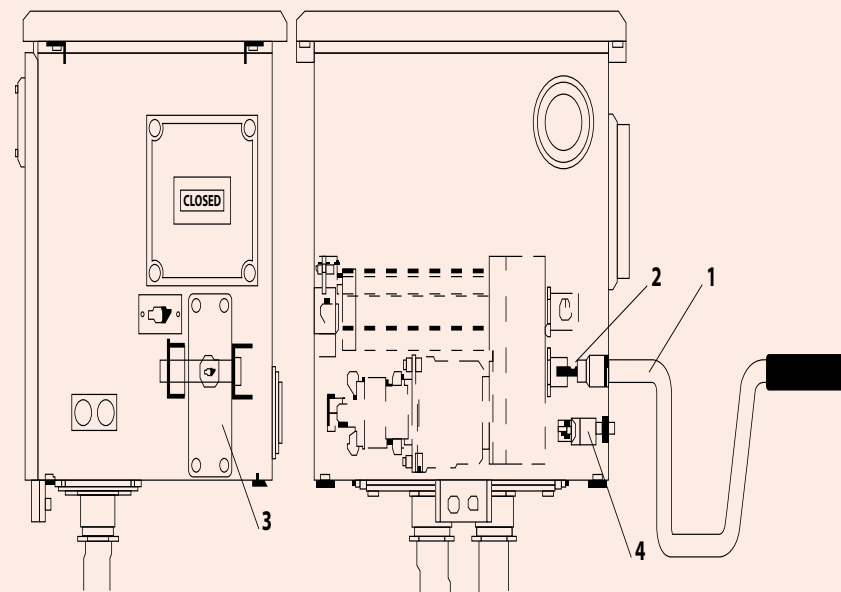


Рис. 4. 1 – Рукоятка для ручного включения. 2 – Наконечник; 3 – Фланец. 4 – Блокирующий контакт.

Для внедрения ВР на объектах ФСК ЕЭС разработаны и утверждены стандарты организации ФСК ЕЭС:

- СТО «Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Общие технические требования» [3];
- СТО «Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Методические указания по применению. Схемные решения» [4].

В РФ в 2010–2014 гг. установлено 15 ВР, в том числе 8 ВР 220 кВ и 7 ВР 110 кВ.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании опыта эксплуатации выключателей-разъединителей зарубежными электросетевыми организациями и результатов опытно-промышленной эксплуатации выключателя-разъединителя в МЭС Центра на подстанции «Дмитров»

220 кВ может быть рекомендовано внедрение выключателей-разъединителей в распределительных устройствах электрических сетей 110–330 кВ при подтверждении его технической целесообразности и экономической эффективности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Disconnecting Circuit Breaker. Buyers and Application Guide. ABB AB, High Voltage Products. Руководство для покупателя.
2. IEC 62271-108 High voltage Switchgear and controller – Part 108: High voltage alternating current disconnecting circuit-breakers for rated voltages of 72.5 kV and above. СТО 56947007-29.130.01.029-2009 Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Общие технические требования.
3. СТО 56947007-29.130.01.145-2013 Выключатели-разъединители 110-330 кВ. Методические указания по применению. Схемные решения. ■

**MOSCOW ENES EXPO 2014**

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

**III МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
20-22 ноября 2014**

Официальный партнер:  
**ЦЕНТР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ  
ИНТЕР РАО ЕЭС**

Партнеры образовательных программ:

Международная Ассоциация  
Непрерывного Образования  
International Association  
for Continuing Education

МИСиС  
Национальный исследовательский  
технический университет

**ENES-EXPO.RU**

Москва, ВК Гостиный двор, ул. Ильинка, д. 4

реклама