

Высоковольтные сборки

Роберто Камерони

Либерализация рынков электроэнергии привела к быстрому изменению обстановки, в которой должны действовать энергетические компании. Потребители ждут повышения надежности, коэффициента готовности систем электроснабжения и эффективности управления системой.

Возрастающее потребление электроэнергии и постоянный рост числа генерирующих станций, включенных в сеть, только усиливает остроту проблемы. Энергетические компании обязаны гарантировать снабжение потребителей качественной энергией и сокращать число и продолжительность отключений.

На фоне сложившейся ситуации компания АББ разработала новый тип коммутирующих устройств: автоматический выключатель, совмещенный с одним или несколькими разъединителями и блоками управления. Такая комбинация подходит как для закрытой, так и для наружной установки.

Рабочая группа МЭК ведет подготовку нового стандарта (будущий документ IEC 62271-205) для классификации комбинированных коммутирующих устройств, являющихся «сборками» нескольких высоковольтных аппаратов. Ожидается, что международный стандарт вступит в силу в 2007 году. Рабочая группа Cigre, В3-02/03, также ведет работу над базовыми руководящими указаниями по сборке высоковольтных устройств на уже готовых подстанциях.



Сборки могут быть построены на базе классических распределительных устройств с воздушной изоляцией (AIS) или на основе достижений элегазовой техники (GIS), а также на базе гибридной технологии, обладающей преимуществами устройств обоих видов. Ниже перечислены основные преимущества гибридных модулей:

- компактная конструкция благодаря использованию элегазовой изоляции;
- полная сборка на заводе и заводские испытания;
- легкость транспортировки на площадку и в пределах площадки;
- малое время монтажа (испытания уже выполнены на заводе);
- малый объем работ по техническому обслуживанию, поскольку все высоковольтные контакты помещены в элегазовые камеры;
- малая продолжительность вывода на техническое обслуживание за счет высокой надежности;
- малые затраты за полный жизненный цикл благодаря невысокой стоимости оборудования;
- малые потери энергии и невысокие затраты на резервирование;
- простота замены в случае отказа;
- благоприятные экологические показатели за счет малых размеров.

Гибридные устройства типа PASS фирмы АББ

В 1990-х годах в АББ были разработаны гибридные коммутирующие устройства, получившие название PASS (Plug And Switch System, что значит: система, работающая по принципу «включи и коммутируй»), рассчитанные на напряжения от 72,5 до 170 кВ с токами отключения от 31,5 до 40 кА.

Модули PASS сочетают в себе несколько функций. Например, для повышения надежности разъединитель или заземлитель может быть объединен с дугогасительной камерой. Дугогасительная камера гарантирует включение линии на землю даже при возникновении короткого замыкания. Измерительные трансформаторы, установленные на наружной части проходных изоляторов, позволяют измерять ток.

Модульная конструкция подстанций

Модули PASS представляют собой стандартные блочные секции, использование которых позволяет заметно расширить применимость модульного подхода к проектированию подстанций. Подстанция делится на модули, в пределах которых проектировщики могут с высокой достоверностью проверять конструкцию и расчетные характеристики.

Определение цены и технической выполнимости проекта подстанции становится возможным в начале проектирования. Возможна быстрая разработка альтернативных вариантов с их последующим анализом, что позволяет оценить объемы предстоящих капиталовложений без глубокой проработки проекта. На получение результатов уходят считанные дни, а иногда даже часы, в отличие от классических систем, где на это могут потребоваться месяцы.

Далее рассмотрены основные особенности модулей PASS M0 и M00 фирмы АББ.

Модульная секция PASS M0

Изделие PASS M0 представляет собой универсальную модульную коммутационную секцию. В ее состав входит автоматический выключатель с разъединителем-заземлителем и трансформаторами тока, подходящими для большинства стандартных схем высоковольтных подстанций. Предусмотрены следующие варианты конфигурации: PASS M0 SBB для подстанций с одинарной системой сборных шин; PASS M0 SBB с дополнительным разъединителем-заземлителем со стороны линии (рис. 1); PASS M0 с трансформаторами напряжения с элегазовой изоляцией, монтируемыми на заводе (рис. 2); PASS M0 DBB для подстанций с двойной системой шин (рис. 3); PASS M0 IOS для систем с вводной и отходящей шиной и PASS M0 DCB для подстанций Н-образной схемы с мостиком (рис. 4).

Аппарат PASS M0 DCB позволяет построить очень компактную подстанцию Н-образной схемы с мостиком. При использовании всех перечисленных выше модулей время на распаковку, монтаж, заправку элегазом и пуско-наладочные работы резко сокращается.

Среди прочих важных технологических усовершенствований – батарея электролитических конденсаторов, накапливающая энергию, необходимая для обеспечения цикла АПВ «О-0,3с-ВО»,

и упрощенная конструкция, в которой единственной подвижной частью является ротор двигателя. Цифровое управление характеристиками хода позволяет отключать токи более низкой частоты, например, 16, (6) Гц, применяемые в железнодорожных сетях, без необходимости модификации камеры.

Передовой электронный привод выключателя типа Motordrive (рис. 5) отличается высокой точностью и стабильностью времени включения и отключения, что обеспечивает лучшие характеристики по отключению тока, чем у обычных приводов.

В 1990-х годах в АББ были разработаны гибридные коммутирующие устройства, получившие название PASS. Модули PASS сочетают в себе несколько функций.

Новая конструкция PASS M00

Модуль PASS M00 представляет собой модуль типа «plug and switch» разработки фирмы АББ на напряжение от 72,5 до 100 кВ при отключаемых токах до 31,5 кА. Стандартные функции модуля PASS M00 включают измерение тока, разъединение, отключение тока и заземление.

Число функций может быть увеличено в зависимости от потребностей конкретной подстанции. Уникальной особенностью модуля PASS M00 является пятипозиционный разъединитель, подвижные контакты которого объединены с основной камерой (рис. 6).

Высокоточное перемещение подвижных контактов позволяет осуществлять отключение линии,

отключение шины и заземление линии с шиной при работе выключателя с помощью всего одного привода.

Модуль PASS M00 обладает той же степенью модульности, что и PASS M0. Исполнение для двойной системы шин, например, обеспечивается путем добавления модуля с дополнительным разъединителем (рис. 7).

Работы по монтажу на площадке сводятся к монтажу опорных конструкций (рис. 8) и установке активных компонентов на опору (рис. 9).

Модульная конструкция подстанций

Модули PASS представляют собой стандартные блочные секции, использование которых позволяет заметно расширить применимость модульного подхода к проектированию подстанций. Подстанция делится на модули, в пределах которых проектировщики могут с высокой достоверностью проверить конструкцию и расчетные характеристики.

Определение цены и технической выполнимости проекта подстанции становится возможным в начале проектирования. Возможна быстрая разработка альтернативных вариантов с их последующим анализом, что позволяет оценить объемы предстоящих капиталовложений без глубокой проработки проекта. На получение результатов уходят считанные дни, а иногда даже часы, в отличие от классических систем, где на это могут потребоваться месяцы.

Анализ стоимости жизненного цикла (LCC)

Наиболее верный способ сравнить стоимость гибридных модулей и традиционной аппаратуры с воздушной изоляцией – это проведение анализа стоимости жизненного цикла (LCC, Lifecycle cost). При LCC-анализе учитывается не только сумма первичных капиталовложений, но и постоянные и переменные издержки, возникающие на протяжении всего срока эксплуатации подстанции.

1 Модуль PASS M0 SBB



2 Модуль PASS M0 SBB с трансформаторами напряжения.



3 Модуль PASS M0 DBB



Надежность сети

Капиталовложения (CI) охватывают основное оборудование, систему управления и защиты, строительные работы, прочие работы, получение землеотвода и т.п. Постоянные издержки (CF) включают обслуживание площадки, зданий и обо-

рудования, а также стоимость запасных частей, трудозатраты и затраты на плановые отключения энергоснабжения для проведения работ по техническому обслуживанию. Переменные издержки (CV) складываются из внеплановых затрат

вследствие отказов, простоев во время замены оборудования и штрафов за непоставку энергии потребителям.

Эти три показателя в сумме определяют стоимость жизненного цикла подстанции в соответствии с формулой:

$$LCC = CI + [(CF+CV) \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right)]$$

где i – процентная ставка, n – предполагаемый срок службы подстанции.

Надежность подстанции может быть рассчитана с помощью соответствующего программного обеспечения. На рис. 10 приведены процентные соотношения по трем категориям затрат и суммарной величине LCC, рассчитанным для подстанции 123 кВ с двойной системой шин и 10 отходящими линиями на базе обычного оборудования с воздушной изоляцией и модулей PASS M0.

Наиболее верный способ сравнить стоимость гибридных модулей и традиционной аппаратуры с воздушной изоляцией – это проведение анализа стоимости жизненного цикла.

Компактные модули PASS M0 и PASS M00 также позволяют сократить занимаемую площадь по сравнению с аппаратами с воздушной изоляцией на 50–70% (в зависимости от компоновки подстанции).

Выводы

Одним из важнейших преимуществ модульной системы PASS является универсальность и возможность применения на подстанциях большинства распространенных компоновок.

С применением гибридной коммутационной аппаратуры стала возможной разработка новых, упрощенных подстанций, отличающихся компактностью, сжатыми сроками монтажа, простотой замены оборудования при отказе, меньшим объемом работ по техобслуживанию и меньшей стоимостью жизненного цикла при более высокой надежности в сравнении с аналогичными системами с воздушной изоляцией.

Роберто Камерони

ABB T&D S. P. A.

Виа Павья, Лоди, Италия

roberto.cameroni@it.abb.com

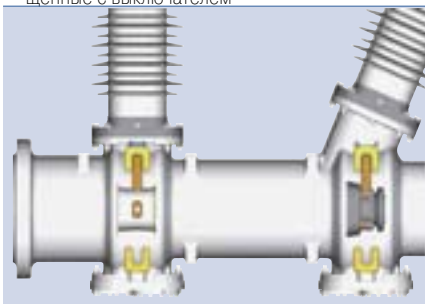
4 Модуль PASS M0 DCB



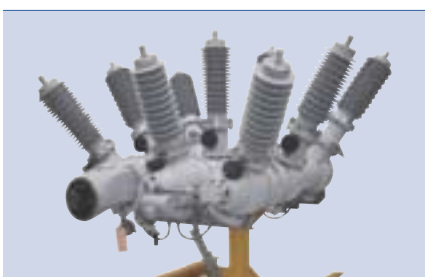
5 Модуль PASS M0 с приводом Motordrive



6 Подвижные контакты разъединителя, совмещенные с выключателем



7 Модуль PASS M00 DBB



8 Монтаж опорной конструкции



9 Активные компоненты на опорной конструкции.



10 Сопоставление стоимости жизненного цикла для подстанции 123 кВ с двойной системой шин и 10 отходящими линиями.

