

УДК 621.316.9+621.316.37**КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА С
ЭЛЕГАЗОВОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ**

Маташкин В.С., студент гр. ЭОП-11м, 1 курс
Научный руководитель: Булавин В.Ф., к.т.н., доцент
Вологодский государственный университет
г. Вологда

Увеличение количества промышленных предприятий, а также стремительный рост городов приводят к значительному возрастанию потребления электроэнергии. В этих случаях возникает необходимость в максимальном приближении к потребителям высоковольтных линий электропередач. Однако при высоких уровнях напряжения минимальные изоляционные промежутки между токоведущими частями достигают больших величин. Это приводит к значительному увеличению размеров распределительных устройств, а также площадей, необходимых для их размещения. В таких случаях наиболее рациональным решением является применение герметизированных комплектных распределительных устройств (КРУЭ). В результате использования элегаза, общая площадь, которую занимает РУ на напряжение 110-220 кВ, может быть значительно уменьшена, вплоть до 10 раз. Шести фтористую серу в распределительных устройствах используют как дугогасящую и изолирующую среду [1]. Всё технологическое оборудование (выключатели, разъединители, токопроводы, заземлители, ТТ и ТН) заключено в герметичной металлической оболочке, которая заполнена внутри элегазом. Благодаря этому, элементы герметизированных КРУ имеют защиту от пагубных влияний окружающей среды: влажного и запыленного воздуха, дождя и снега. Ограждение токоведущих частей снижает риск возникновения опасных ситуаций при работе обслуживающего персонала, а также значительно снижает уровень радиопомех. В результате применения элегазовых выключателей, которые работают без выброса газа в атмосферу, работа герметизированных распределительных устройств становится практически бесшумной [2].

В конечном итоге, распределительные устройства с газовой изоляцией, в сравнении с открытыми распределительными устройствами, имеют малые габариты, значительную эксплуатационную надежность и стойкость к неблагоприятным воздействиям со стороны окружающей среды. Также комплектные распределительные устройства с применением инертного газа характеризуются относительно незначительными расходами на эксплуатацию. Даже несмотря на высокую стоимость КРУЭ относительно обычных ОРУ, их количество увеличивается. При сравнении затрат на установку КРУЭ и ОРУ,

стоимость оборудования комплектных РУ с газовой изоляцией оказывается в два раза дороже обычных открытых РУ. Однако полные затраты на строительство подстанции с ОРУ и с КРУЭ получаются практически одинаковыми, т.к. высокая стоимость элегазового оборудования, в значительной степени, компенсируется малыми затратами на строительно-монтажные, а также пусконаладочные работы. Учитывая реальные цены, а также экономию затрат на эксплуатацию, подстанции с герметизированными комплектными распределительными устройствами имеют преимущество перед подстанциями с ОРУ в долгосрочной перспективе.

Комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией, благодаря своей надежности, компактности и простоте обслуживания, применяются как в России, так, особенно широко, и за рубежом. Однако применение КРУЭ в России остается все еще на низком уровне, в отличие от стран Европы и Азии. Этому способствовали мировые финансово-экономические кризисы, которые затронули и нашу страну. В результате сокращения инвестиционных программ, а также, в целом, высокой стоимости оборудования, значительно сократилось число проектов с использованием КРУЭ. В стремлении максимально уменьшить затраты на строительство, а также невысокой стоимости земли для расположения подстанции, в России чаще всего отдают предпочтение стандартным ОРУ. В 1980-2010 г. в России ввели в эксплуатацию 350 ячеек КРУЭ на напряжение 110-220 кВ. За этот период, Япония выпустила 7 тыс. ячеек КРУЭ на напряжение до 800 кВ. Любая страна в условиях кризиса поддерживает в первую очередь собственных производителей, и Россия не является исключением. Однако сейчас в нашей стране серийно производятся КРУЭ только на напряжение 110-220 кВ. КРУЭ на сверхвысокие напряжения, по-прежнему, импортируются из-за рубежа. Производством КРУЭ в России занимаются «Энергомеханический завод» и «Электроаппарат» (г. Санкт-Петербург), «Электрозавод» (Республика Башкортостан). На рынке присутствует и оборудование зарубежных производителей, таких как: «Hyundai Heavy Industries», «Siemens», «ABB» [3].

Чтобы оборудование отечественного производителя могло конкурировать с зарубежными аналогами, соответствовало современным требованиям эффективности и безопасности нужны большие инвестиции, а также наличие достаточного объема заказов. Отечественные и зарубежные КРУЭ имеют разные габариты. Большинство КРУЭ ведущих западных производителей опережают отечественные по компактности, однако оказываются практически неремонтопригодными и трудны в обслуживании, поэтому российские производители стараются сделать оборудование легким для обслуживания и эксплуатации, а также максимально пригодным для ремонта [1,2].

На рисунке 1 представлена ячейка КРУЭ типа ЯТЭ-110Л и её принципиальная электрическая схема, где 1 - выключатель (Q), 2,3,4 - комбинированный разъединитель-заземлитель (QS-QSG), 5 - трансформатор

тока (ТА), 6 - заземлитель быстродействующий (QK), 7 - привод выключателя, 8,9 - сборная шина (КЕ), 10 - кабельная муфта.

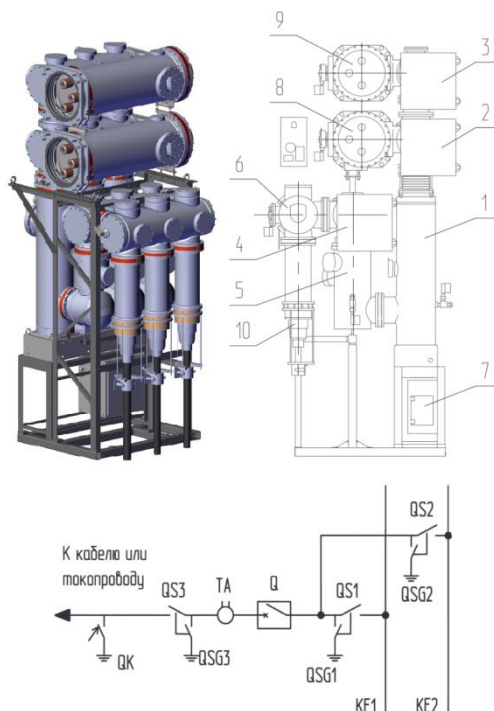


Рис. 1 - Ячейка КРУЭ ЯТЭ-110Л

Ячейка внутри заполнена элегазом под давлением, значение которого достигается 0,5 МПа для выключателя и 0,4 МПа для остальных модулей. Утечка инертного газа не превышает в год 0,5% от общей массы. Для контроля за его плотностью, ячейка снабжена денсиметром, имеющим две пары контактов, срабатывающих при снижении давления. Корпус ячейки снабжается металлической мембраной (разрывным диском) для защиты его от разрушения при возникновении избыточного давления. При повышении давления выше критического уровня мембрана разрывается и происходит сброс давления [4]. В силовом выключателе ячейки, при отключении токов КЗ, применяется принцип автокомпрессии. В результате действия дуги короткого замыкания сильно разогретый элегаз вызывает рост давления в контактном цилиндре и нагнетается с высокой скоростью в сопло дугогасительной камеры, производя гашение дуги. На рисунке 2 показана схема элегазового выключателя, применяемого в ячейках КРУЭ, где 1 - контактодержатель, 2 - сопло, 3 - главный контакт, 4 - дугогасящий контакт, 5 - контактный цилиндр, 6 - цоколь.

Очистка инертного газа внутри ячеек, поглощение из него влаги и посторонних примесей, осуществляется фильтрами-поглотителями, использующих адсорбционный метод. В качестве сорбента для очистки применяют синтетический цеолит в виде гранул.

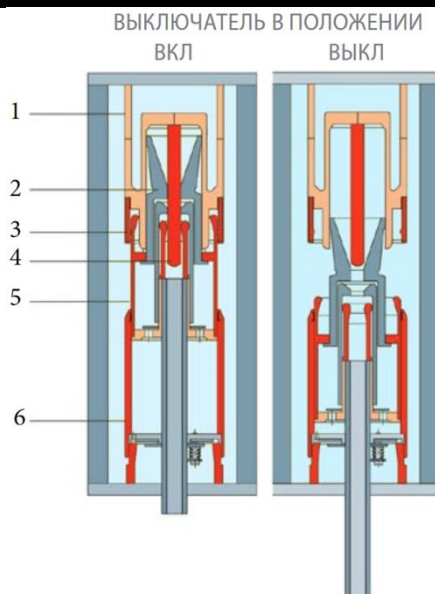


Рис. 2 - схема элегазового выключателя

Обслуживание при эксплуатации герметизированных комплектных распределительных устройств подразумевает в основном контроль за давлением элегаза в секциях. При низком давлении снижается электрическая прочность изоляционных промежутков. Давление контролируется приборами и должно проверяться при осмотрах оборудования. В случае утечки секция пополняется сухим элегазом из баллонов, которые через редуктор и влагопоглощающий фильтр подключаются через вентиль к секции.

В настоящее время интерес к КРУЭ увеличивается. Среди высоковольтных РУ это максимально компактное и эффективное решение, которое всегда будет востребовано в густонаселенных городах, где свободная земля для застройки стоит очень дорого, а иногда вообще отсутствует. Таким образом, КРУЭ могут быть максимально приближены к потребителям, что, в конечном итоге, позволит минимизировать потери электроэнергии.

Список литературы:

1. Опыт эксплуатации КРУЭ в мировой практике [Электронный ресурс]. URL: <http://forca.ru/knigi/oborudovanie/ekspluatatsiya-raspredelitelnyh-ustroystv> (дата обращения: 01.02.2018).
2. Есть ли КРУЭ в своем отечестве? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energyland.info/analitic-show-101029> (дата обращения: 01.02.2018).
3. КРУЭ кризису рознь [Электронный ресурс]. URL: <http://www.energyland.info/analitic-show-electroseti-31949> (дата обращения: 01.02.2018).
4. КРУЭ-110 Комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией [Электронный ресурс]. URL: http://www.zeto.ru/products_and_services/new_development/krue-110 (дата обращения: 01.02.2018).