

# О применении КРУЭ в ОАО «Ленэнерго»

В конце прошлого столетия произошёл качественный скачок в технологии изготовления высоковольтных коммутационных аппаратов. На смену масляным и воздушным выключателям пришли элегазовые, в которых в качестве изоляционной и дугогасительной среды стал использоваться газообразный гексафтор серы ( $SF_6$ ) — элегаз.

Андрей МАМОНТОВ,  
директор по эксплуатации и ремонту  
ОАО «Ленэнерго»

Элегаз представляет из себя бесцветный, нетоксичный, негорючий тяжёлый газ, при нормальных условиях он в 6 раз тяжелее воздуха. Обладает высокими электроизолирующими и дугогасящими свойствами, высоким напряжением пробоя, при этом практически инертен — инертность выше, чем у азота, и почти равна инертности гелия.

Высокие изоляционные свойства элегаза были положены в основу создания комплектных распределительных устройств с элегазо-

вой изоляцией — КРУЭ, — в которых элегазовые выключатели являются одним из важнейших элементов.

Кроме выключателей в состав КРУЭ входят разъединители, заземлители, трансформаторы тока и напряжения, сборные и соединительные шины и т.д. Каждый из этих элементов оборудования находится в герметизированной металлической заземлённой оболочке, необходимой для сохранения изолирующей среды (элегаза) под определённым избыточным давлением.



ПС-65 «Стрельна»



ПС-167 «Волковская»



ПС-167 «Волковская 2»

Основным преимуществом КРУЭ по сравнению с открытыми распределительными устройствами (ОРУ) является его компактность, что особенно актуально в условиях плотной городской застройки. Также современные КРУЭ обладают высокой степенью надёжности в работе — количество отказов примерно в 4 раза меньше по сравнению с отказами оборудования ОРУ. Корпус КРУЭ может быть изготовлен из алюминия, что значительно снижает его вес и позволяет отказаться от строительства мощных дорогостоящих фундаментов. Эти и другие преимущества КРУЭ способствовали его широкому применению при строительстве и реконструкции подстанций в России и за рубежом.

ОАО «Ленэнерго», являясь крупнейшей электросетевой компанией Северо-Запада России, одним из первых начало установку КРУЭ на подстанциях 35–110 кВ. Впервые в ОАО «Ленэнерго» КРУЭ-110 кВ было смонтировано в 1995 году на ПС-34 «Мирная», которая обеспечивает электроснабжение потребителей Невского района Санкт-Петербурга. Необходимо отметить, что КРУЭ-110 кВ было изготовлено в ОАО «Энергомеханический завод», расположенном в Санкт-Петербурге. Предприятие выпускает КРУЭ с 1978 года и в настоящее время является единственным российским производителем данного вида оборудования. Несмотря на то, что КРУЭ, установленное на ПС-34 «Мирная», является одной из первых разрабо-

ток Энергомеханического завода, оно и сейчас находится в эксплуатации, что говорит о высокой степени надёжности оборудования. На протяжении более чем 30 лет КРУЭ, произведённые в Санкт-Петербурге, успешно эксплуатируются в России. ОАО «Ленэнерго» планирует и в дальнейшем продолжать взаимовыгодное сотрудничество с Энергомеханическим заводом.

Оценив опыт эксплуатации КРУЭ на ПС-34 «Мирная», ОАО «Ленэнерго» в начале 2000-х годов приступило к внедрению данного вида оборудования в своём электросетевом комплексе. В настоящее время КРУЭ-110 кВ установлены на ПС-14 «Балтийская», ПС-65 «Стрельна», ПС-140 «Рижская», ПС-45 «Московская», ПС-369 «Кораблестроитель-

ный институт», ПС-96 «Озеро Долгое», ПС-185 «Пушкин Южная», ПС-167 «Волковская». Оборудование установлено как на вновь построенных подстанциях, так и на подстанциях, которые были реконструированы. В каждом конкретном случае выбор КРУЭ производился с учётом их технических характеристик, размеров, особенности эксплуатации. При этом необходимо отметить, что некоторые КРУЭ являются составными элементами модульных мобильных подстанций (ММПС) 110/10 (6) кВ с трансформаторами мощностью 25 МВА.

Среди производителей КРУЭ, установленных на подстанциях ОАО «Ленэнерго», можно назвать такие компании, как «AREVA», «ABB», «Siemens» и «LS Industrial Systems». Оборудование, выпускаемое этими концернами, рассчитано на различные номинальные токи (от 800 до 4000 А), номинальные токи отключения 40 А и имеет срок службы от 25 до 50 лет. Все КРУЭ, установленные на подстанциях ОАО «Ленэнерго», выполнены в модульном исполнении, что значительно сокращает срок их монтажа. За время эксплуатации не было зафиксировано ни одного случая серьёзного отказа.

Элегаз тяжелее воздуха, и его возможная утечка предопределяет необходимость контроля его концентрации на уровне пола и в подвальных помещениях и передачу сигнала об утечке на диспетчерский пульт. Кроме того, поиск и определение места утечки элегаза связаны с применением специальных тече-



ПС-14 «Балтийская»



искателей и требуют определённой квалификации персонала. При этом опыт эксплуатации КРУЭ в ОАО «Ленэнерго» показал, что утечки элегаза из современного оборудования являются редчайшим исключением.

Ещё одним свойством элегаза является возможность его сжижения при низких температурах. Это приводит к ухудшению электроизоляционных и дугогасящих свойств и требует применения соответствующих блокировок при работе оборудования. Для предотвращения сжижения элегаза при низких температурах возможно использование вместо чистого элегаза смеси элегаза с хладоном ( $CF_4$ ) или азотом. Однако следует отметить, что работы с газовыми смесями гораздо дороже, чем работы с чистым элегазом.

В настоящее время на подстанциях ОАО «Ленэнерго» эксплуатируется элегазовое оборудование различных ведущих российских и зарубежных производителей. В целях реализации концепции единого подхода при организации технического обслуживания элегазового оборудования в 2010 году были разработаны и утверждены типовые перечни работ по техническому обслуживанию КРУЭ типа ELK-0, EXK-0, 8DN8, модулей PASS MO, выключателей LTB-145, ВГТ-110, ВГБЭ-35, трансформаторов тока ТГ-145. В разработанных документах определены объёмы и сроки

проведения работ по техническому обслуживанию различных видов и типов элегазового оборудования, что позволило оптимизировать эксплуатационную деятельность электросетевой организации.

Подводя итоги, можно сказать, что многолетний опыт эксплуатации КРУЭ в ОАО «Ленэнерго» позволяет сделать вывод о целесообразности применения данного вида оборудования, особенно в условиях массовой городской застройки. Компактные размеры, высокая степень надёжности, отсутствие открытых токоведущих частей, большая степень заводской готовности, позволяющая сократить сроки ввода в эксплуатацию, — всё это определяет преимущества КРУЭ перед открытыми распределительными устройствами.

Вместе с тем, с учётом ограничения применения парниковых газов, определённого Киотским протоколом, в среднесрочной перспективе представляется целесообразным наряду с элегазовым оборудованием более широко

внедрять другие новейшие разработки отечественных и зарубежных производителей — вакуумные выключатели 35–110 кВ, оптические трансформаторы тока, токопроводы с литой изоляцией и т.д.

Представляется целесообразным искать пути и способы создания вакуумных комплексных распределительных устройств 110 кВ. В технической политике ОАО «Ленэнерго» однозначно отдаётся предпочтение в применении на подстанциях компании вакуумным выключателям.

Хорошо себя зарекомендовавшие в распределительной сети 6–10 кВ ОАО «Ленэнерго» элегазовые моноблоки типа RM6 также по условиям экологии необходимо переводить в вакуумное исполнение. По заявлению представителей фирмы ЗАО «Шнейдер Электрик», Россия, такая работа в настоящее время уже ведётся. Аналогичная работа необходима и по выключателям 110 кВ. ОАО «Ленэнерго» работает и в этом направлении. В начале ноября 2011 г. в филиале «Выборгские электрические сети» введён в опытно-промышленную эксплуатацию новый вакуумный выключатель 110 кВ типа ВРС-110. Аппарат установлен на ПС-318 «Возрождение» в качестве секционного выключателя 110 кВ.



Монтаж вакуумного выключателя 110 кВ в филиале ОАО «Ленэнерго» «Выборгские электрические сети»