

Ю. Н. Зацаринная, Т. А. Нурмеев

СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ЭЛЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

*Ключевые слова: элегаз, шестифтористая сера.**Исследованы: элегаз, шестифтористая сера, элегазовые выключатели, высоковольтные распределительные устройства, трансформаторы, высоковольтные кабели, токопроводы.**Keywords: sulfur hexafluoride, sulfur hexafluoride.**Investigated: sulfur hexafluoride, sulfur hexafluoride, sulfur hexafluoride circuit breakers, high voltage switchgear, transformers, high voltage cables, conductors.*

В настоящей статье я рассматриваю открытие свойств электрического газа и как результат внедрение этого компонента в современные виды электрического оборудования высокого напряжения. Определение электрического газа для шестифтористой серы или наиболее известное под названием "элегаз" ввел советский ученый Ленинградского физико-технического института М.Б. Гохберг. Он первый сформулировал идею о возможном введении элегаза в качестве изоляционной среды для оборудования высокого напряжения, проведя многочисленные исследования электрических свойств ряда газов в 30-ых годах прошлого столетия.

Что же такое элегаз? Прежде всего это шестифтористая сера, именуемая как SF₆, в газообразном состоянии не имеет цвета, запаха, негорючий, без токсинов и взрывобезопасный. Элегаз - электроотрицательный газ, то есть его молекулы взаимодействуют с электроном, что способствует образованию устойчивому отрицательному иону. Молекулы элегаза представляют собой максимально компактное и максимально симметричное образование отрицательных атомов с большой молекулярной массой.

Элегаз нашел широкое применение высоковольтных распределительных устройствах (ВРУ). Беспрецедентные положительные характеристики элегаза, такие как: высокая компактность, низкий уровень шумов, защита от случайных контактов с токоведущими частями, металлическая оболочка, пожаробезопасность - все они нашли свое применение в высоковольтных распределительных устройствах. Пространство, которое требуется для РУ с элегазом примерно в 10 раз меньше пространства, требуемого для обыкновенной подстанции, как следствие такое элегазовое оборудование с изоляцией элегаза можно устанавливать на РУ в густонаселенных районах. Кроме того, элегаз обладает устойчивостью к внешним условиям, поэтому элегазовое РУ может применяться даже в химической промышленности.

Внедрение элегаза в выключатели высокого напряжения обусловлено его превосходным дугогасительным свойствам, а именно: дугогасительная способность электрического газа в 4-5 раз выше, чем у воздуха при равных условиях.

Благодаря составу плазмы обладает нагревостойкостью до 800 градусов по Цельсию, а также теплоемкостью, негорючестью, теплопроводностью и электропроводностью. Способность быстро восстанавливать электрическую прочность промежутка после угасания электрической дуги в элегазе позволяет выигрывать у воздуха на порядок. Все перечисленные выше характеристики позволяют использовать элегаз в выключателях.

Элегазовые выключатели обладают максимально высокой устойчивостью к самым строгим требованиям: выключение от питания максимальных токов короткого замыкания и бесперебойное напряжение токов громадных нагрузок. Элегазовые выключатели отличаются комфортабельностью в эксплуатации. Для стабильной работы элегазовых выключателей содержание влаги в элегазе не должно быть выше сто миллионных долей по объему. Для предоставления требуемого условия нужна сушка элегаза перед использованием оборудования и принятия тех важных мер, которые требуются для поддержания влажности на допустимом уровне на межремонтный срок примерно 10 лет.

В настоящее время элегаз начал широко применяться и в высоковольтных кабелях и токопроводах. Использование элегаза в высоковольтной изоляции кабелей объясняется очень высокой пропускной способностью элегаза, такие кабели применяются: в передаче электроэнергии в районы с многочисленной плотностью промышленных предприятий и обеспечивают соединение электрических станций с трансформаторными подстанциями или распределительными устройствами.

Элегаз может применяться и в трансформаторах, так как характеристики, позволяющие использовать электрический газ во внутренней изоляции трансформатора, не только отвечают строгим требованиям, но и превосходят изоляции с иными наполнителями: высокий коэффициент теплоотдачи, негорючесть, нетоксичность, легкий вес, а высокая эксплуатационная безопасность нашла своё применение и в горной промышленности.

Подводя итог публикации касательно электрического газа, считаем очень важным обратить

внимание на отрицательные особенности элегаза. Эксплуатационная способность элегаза замечательно служит в равномерном поле, в котором электрическая плотность рассчитывается по формуле:

$$U_p = 8,9 \times p \times l,$$

где p - давление, l - расстояние между электродами. Следует обратить внимание, что в резко неоднородном поле появляются перенапряжения электрического поля, что приводит к возникновению коронного разряда. Появление короны, несмотря на её грациозный и впечатляющий вид со стороны, пагубно влияет на элегаз, так как происходит его разложение на низшие фториды, именуемые в таблице Менделеева как SF₂ и SF₄ соответственно. Они разрушают многие конструкционные материалы, которые используются в дугогасительных устройствах. Еще одно отрицательное свойство элегаза переход из газообразного состояния в жидкое при относительно высоких температурах.

Но большинство отрицательных сторон элегаза устраняются, например: бак элегазового выключателя нагревают до 12 градусов по Цельсию для того, чтобы исключить переход элегаза в жидкое состояние. Для того чтобы элегаз не терял своих технических свойств конструкций аппарата, на его части наносят тонкую алюминиевую пленку.

На основе анализа научно-технической литературы можно сделать следующий вывод. Элегаз, как дугогасительная среда нашла широкое применение в различных электротехнических устройствах, в силу ряда своих преимуществ перед

уже существующими диэлектрическими средами, используемых в электротехническом оборудовании. Это такие характеристики, как пожаро- и взрывобезопасность, высокая диэлектрическая прочность, высокая теплопроводность, способность захватывать свободные электроны и малое время, необходимое для восстановления электрической прочности после пробоя и др. Благодаря этим свойствам, у оборудования, использующего элегаз, существенно уменьшаются масса и габариты, безопасность, срок службы, а так же снижаются затраты на обслуживание. Таким образом, элегазовое оборудование имеет хорошие перспективы для дальнейшего распространения, развития и усовершенствования.

Литература

1. Кузин П.В., Якобсон И.А. Накладка элегазового оборудования. / П.В. Кузин, И.А. Якобсон. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 112 с.
2. Кох Д., «Свойства SF₆ и его использование в коммутационном оборудовании среднего и высокого напряжения» / Д. Кох – г. Гренобль.
3. М.А. Аронов, Т.В. Лопухова 'элегазовое оборудование высокого напряжения.
4. Балобанов Р.Н., Лопухова Т.В., Зацаринная Ю.Н. Влияние времени эксплуатации элегазового оборудования на состояние изоляции / Балобанов Р.Н., Лопухова Т.В., Зацаринная Ю.Н. // Вестник Казанского технологического университета. . – 2012. – №14.
5. Зацаринная Ю.Н., Габбасов М.Ф., Зорин А.П. Элегаз и его применение в энергетике / Зацаринная Ю.Н., Габбасов М.Ф., Зорин А.П. // Вестник Казанского технологического университета. . – 2014. – №6.

© Ю. Н. Зацаринная – канд. техн. наук, доцент кафедры электрических станций КГЭУ, доцент кафедры автоматизированных систем сбора и обработки информации КНИТУ, zac_jul@mail.ru; Т. А. Нурмеев – студент группы ЭП-3-11, КГЭУ.

© J. N. Zatsarinna – Candidate, Associate Professor, Department of electric power stations, KSREU, Associate Professor, Department of Automated systems for the collection and processing of information KNRTU, zac_jul@mail.ru; T. A. Nurmeev – student group EP-3-11 KSPEU.