

УДК 621.316.5

В.А. БРЮХОВ, студент гр. ЭПб-221 (КузГТУ)  
Научный руководитель: Т.Л. ДОЛГОПОЛ, доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕГАЗА В ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИИ

Элегаз применяется в качестве газообразного диэлектрика в электротехнической промышленности. Впервые в 1941 г. советским физиком Б.М. Гохбергом было предложено использование элегаза в качестве электроизоляционной среды. Был установлен ряд положительных свойств газа, который выделял его на фоне других диэлектрических сред, использующихся в электротехнике.

Элегаз является электроотрицательным газом из-за способности его молекул захватывать свободные электроны и превращаться в тяжелые и малоподвижные отрицательно заряженные ионы. Этот процесс имеет наибольшую эффективность при подходе тока к нулю и приводит к рекомбинации положительно и отрицательно заряженных ионов, что обеспечивает эффективное гашение дуги.[1]

Элегаз представляет собой газ без цвета и запаха, обладает низкой теплоемкостью в канале столба дуги и повышенной теплопроводностью горячих газов, окружающих столб дуги (2000 К). Это характеризует его, как среду, обладающую высокими теплопроводящими свойствами. Элегаз является инертным газом, не вступающим в реакцию с кислородом и водородом, обладает высокой химической стойкостью, нетоксичен, хотя некоторые продукты разложения опасны. [2]

На рис. 1 приведена сравнительная характеристика свойств элегаза с другими газообразными диэлектриками.

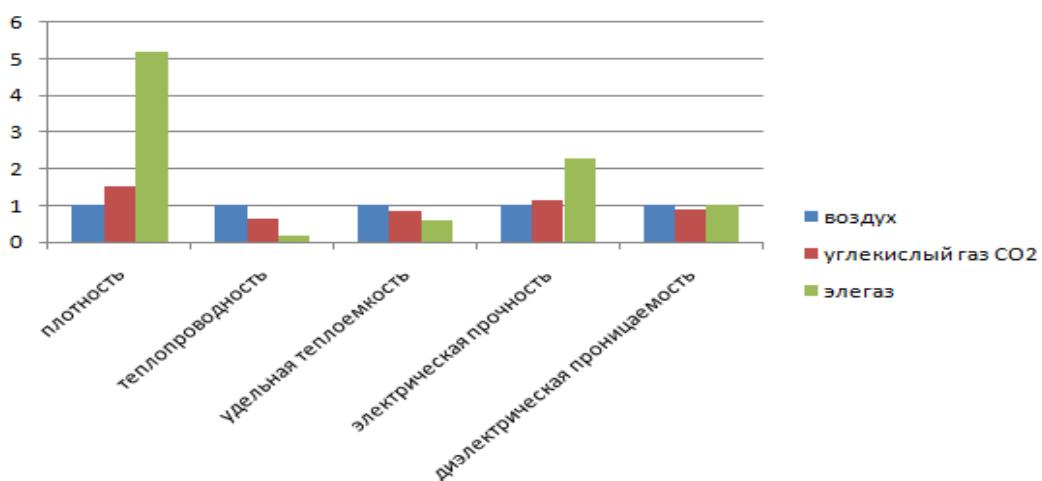


Рис. 1. Сравнительная оценка характеристик газообразных диэлектриков

Сравнение характеристик газов показало, что элегаз является тяжелым газом, его плотность превышает плотность воздуха и углекислого газа. Электрическая прочность выше, а удельная теплоемкость и теплопроводность ниже, чем у воздуха и углекислого газа.

Рассмотрим применение элегаза в высоковольтных выключателях, а так же приведем сравнительный анализ их отключающей способности по сравнению с масляными высоковольтными выключателями на номинальное напряжение 110 кВ.

Высоковольтные выключатели предназначены для коммутации электрической сети как в нормальных режимах работы, так и в аварийных ситуациях от действия релейной защиты. Отключающая способность выключателей - это максимальный ток, который способен отключить аппарат без повреждения.

В конце девятнадцатого столетия появились масляные выключатели в связи со своей способностью отключать большие токи. Но их существенные недостатки - пожароопасность и высокая стоимость обслуживания привели к появлению в конце XX века элегазовых выключателей, применяемых в сетях 110 кВ и выше, которые по конструкции схожи с масляными, но при этом используют для гашения дуги элегаз, так как он имеет высокую электрическую прочность и высокую теплопроводность.[4]

Преимущества: возможность применения на все классы напряжений выше 1 кВ; гашение дуги происходит в замкнутом объеме без выхлопа в атмосферу; относительно малые габариты и масса; пожаро- и взрывобезопасность; быстрота действия; высокая отключающая способность; надежное отключение малых индуктивных и емкостных токов в момент перехода тока через нуль без среза и возникновения перенапряжений; малый износ дугогасительных контактов; бесшумная работа; возможность создания серий с унифицированными узлами; пригодность для наружной и внутренней установки. К недостаткам элегазовых выключателей можно отнести сложность и дороговизну изготовления.

Элегазовые выключатели преимущественно используются на высокие классы напряжения: от 110 кВ и выше. По конструктивному исполнению элегазовые выключатели делятся на колонковые и баковые. В конструкцию баковых выключателей входят измерительные трансформаторы тока.

Основными параметрами высоковольтных выключателей являются: номинальное напряжение, номинальный ток, номинальный ток отключения, номинальный ток термической стойкости, номинальный ток электродинамической стойкости, номинальный ток включения, собственное время включения и отключения, полное время включения и отключения.[5]

Произведем сравнение технических характеристик масляного выключателя МКП-110, который до сих пор используется на подстанциях и элегазовых колонкового типа (ВГТ-110) и бакового (ВЭБ-110).[6]

На рис. 2 приведены значения номинальных токов отключения указанных типов выключателей.

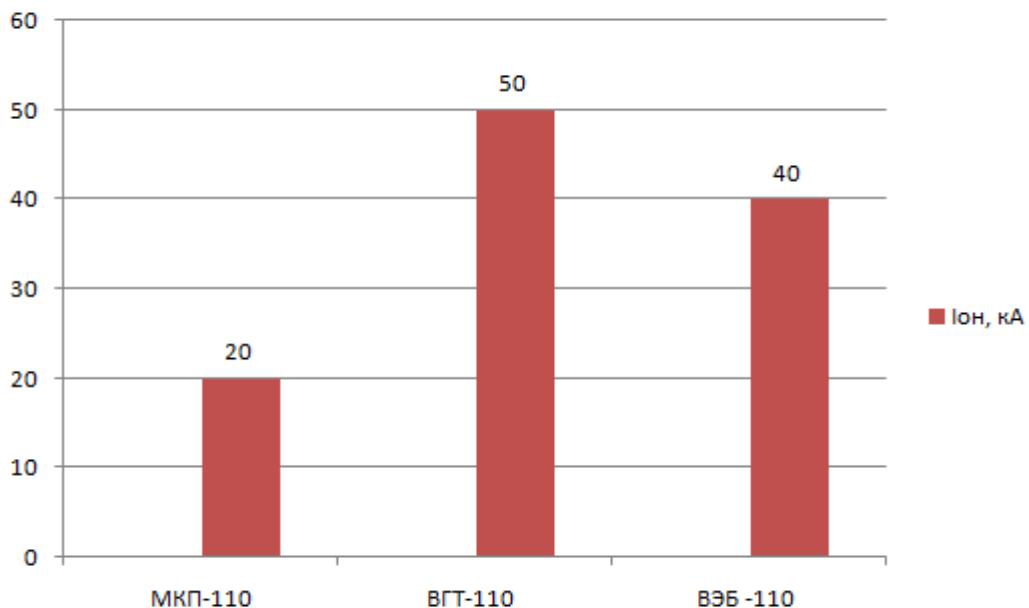


Рис. 2. Сравнение коммутационных аппаратов по отключающей способности

У баковых элегазовых выключателей отключающая способность в два раза превышает аналогичную способность масляного выключателя, а у колонкового она выше в 2,5 раза.

На рис. 3 приведены значения токов электродинамической и термической стойкости анализируемых коммутационных аппаратов.

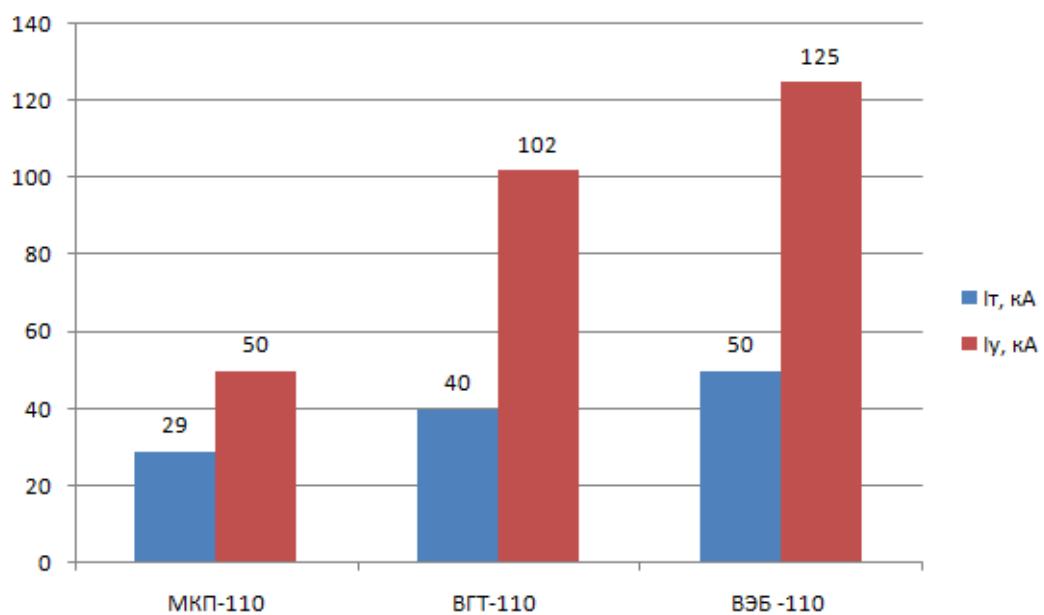


Рис. 3 - Сравнение электродинамической и термической стойкости коммутационных аппаратов

Сравнение электродинамической и термической стойкости выключателей показало, что наиболее высокой стойкостью обладают баковые элегазовые выключатели.

На рис. 4 приведена сравнительная характеристика показателей коммутационной способности высоковольтных выключателей, которая является одним из основных параметров для выбора и замены выключателя.

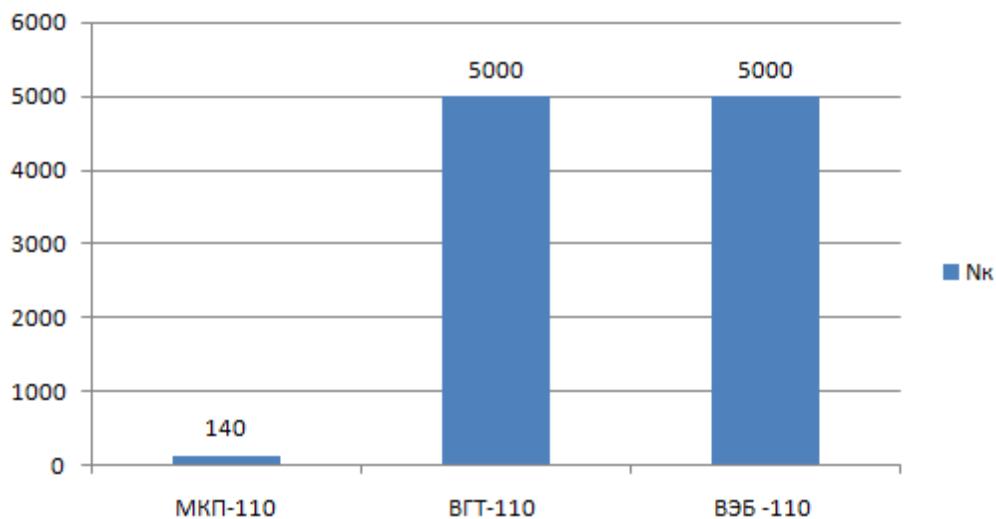


Рис .4-Сравнительная оценка показателей коммутационной способности выключателей

Сравнение коммутационной способности выключателей показало, что, элегазовые выключатели по сравнению с масляными, имеют наиболее высокий коммутационный ресурс, обеспечивающий длительный срок службы. Годовой расход электроэнергии на подогрев выключателей во время их работы при низких температурах приведен на рис.5.

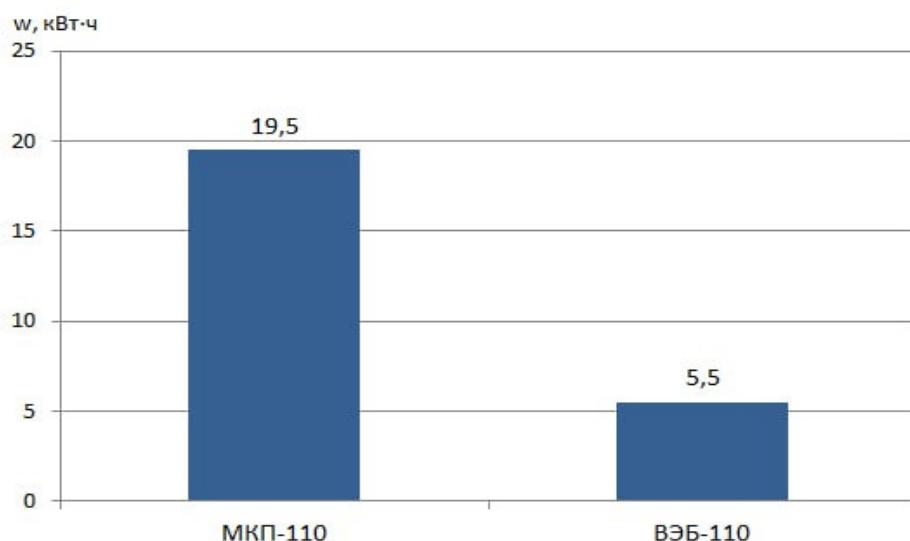


Рис .5. Годовой расход электроэнергии на подогрев выключателей

Сравнение расхода электроэнергии на подогрев выключателей показало, что для элегазовых выключателей он более чем в 3,5 раза меньше.

Подводя итог, можно сделать вывод, что элегазовые высоковольтные выключатели превосходят масляные, и их использование позволит значительно повысить энергоэффективность и энергобезопасность высоковольтных электрических сетей, а также снизить расход электроэнергии на собственные нужды подстанций при замене масляных выключателей на элегазовые.

### Список использованных источников

1. Зацаринная Ю.Н., Габбасов М.Ф., Зорин А.Р. Элегаз и его применение в электроэнергетике [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elegaz-i-ego-primenenie-v-elektroenergetike>, свободный. – Загл. с тит. экрана.
2. Есть ли будущее у элегаза? Электротехнический интернет-портал [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.elec.ru/publications/peredacha-raspredelenie-i-nakoplenie-elektroenergi/6979/?ysclid=loeouq8rr9967303982>
3. Латипов С. Т. Инновационные разработки в энергетической отрасли / С. Т. Латипов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 23 (103). — С. 175-177. — URL: <https://moluch.ru/archive/103/23799/> .
4. Ершов С.В. , Сухова Ю.В. Элегазовые выключатели в современной энергетике [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elegazovye-vyklyuchateli-v-sovremennoy-energetike-1/viewer>, свободный. – Загл. с тит. экрана.
5. Зацаринная Ю.Н., Нурмеев Т.А. Современные виды элегазового оборудования высокого напряжения [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://kruerf.ru/index.php/stati/2-uncategorised/41-sovremennoye-vidy-elegazovogo-oborudovaniya-vysokogo-napryazheniya>, свободный. – Загл. с тит. экрана.
6. МКП-110. Паспорт. Инструкция по эксплуатации, характеристики [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://stroystandart.info/index.php?name=files&op=view&id=4478>, свободный. – Загл. с тит. экрана.

### Информация об авторах:

Брюхов Владимир Андреевич, студент гр. ЭПб-221, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, 222020@kuzstu.ru  
Долгопол Татьяна Леонидовна, доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, dtl.egpp@kuzstu.ru