

УДК 621.316.9

**УСТРОЙСТВО ГРОЗОЗАЩИТЫ И ЗАЗЕМЛЕНИЯ НА ПОДСТАНЦИЯХ
LIGHTNING PROTECTION AND GROUNDING AT SUBSTATIONS**

П.А. Матусевич, М.А. Шешко

Научный руководитель – Н.С. Петрашевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

P. Matusevich, M. Sheshko

Supervisor – N. Petrashevich, Senior Lecturers
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: Сектор энергетики, связанный с электрической энергией, включает в себя множество электроустановок, для работы которых требуются устройства грозозащиты и заземление. В данной статье рассматривается их назначение и принцип работы на подстанциях. Устройство грозозащиты и заземления должны выполнять функции электробезопасности, которая нужна для обеспечения работы электроустановок, защиты при эксплуатационных повреждениях, например, коротком замыкании, и опасностях, возникающих вследствие удара молнии.

Abstract: The energy sector related to electrical energy includes many electrical installations that require lightning protection devices and grounding. In this article we will consider their purpose and the principle of operation at substations. The lightning protection and grounding device must perform the functions of electrical safety necessary to ensure the operation of electrical installations, protection in case of operational damage, for example, a short circuit, and hazards arising from a lightning strike.

Ключевые слова: устройство грозозащиты, устройство заземления, электрическая подстанция, перенапряжение, молния, грозозащитный разрядник.

Key words: lightning protection device, grounding device, electrical substation, overvoltage, lightning, lightning arrester.

Введение

Молниезащита компонентов энергосистемы (линий, подстанций и высоковольтных электроприборов) очень важна для стабильной изолированной работы. Поэтому для обеспечения приемлемых мер и мер молниезащиты необходимо соблюдать требования ПУЭ и руководства по защите электросети 6-1150 кВ от перенапряжения. Надежная молниезащита обеспечивается комплектом защитного оборудования, и его характеристики должны соответствовать характеристикам импульсного перенапряжения и прочности электрической изоляции во время грозы.

Основная часть

Надежность молниезащиты и защиты от перенапряжения на электростанциях и подстанциях должна быть значительно выше, чем в линиях электропередачи. Потому что это определяется относительно большим ущербом, вызванным ударами молнии и перенапряжением на подстанциях. Внутренняя

изоляция силовых трансформаторов и другого оборудования, расположенного на подстанциях, имеет меньший запас электрической прочности, чем у линий электропередачи, и не обладает характеристиками самовосстановления после гашения дуги грозового перекрытия [1].

Превышение рабочего напряжения (перенапряжение) из-за ударов молнии может произойти двумя способами. Перенапряжение прямого воздействия возникает, когда молния непосредственно ударяет в подстанцию. Индукция происходит из-за удара о землю рядом с объектом. Хотя продолжительность воздействия невелика (около 100 микросекунд), ущерб может быть очень значительным. В дополнение к тому, что молния обладает огромным напряжением, температура разряда в основном канале может достигать 30 000 °С. Конечно, повреждение подстанции или ее компонентов может быть довольно значительным.

Превышение рабочего напряжения на установке может быть вызвано ударом молнии в участок воздушной линии вблизи подстанции. Эти участки специалисты называют подходом или опасной зоной. Поэтому грозозащита линий электропередач также можно отнести к комплексу мер по защите подстанций от молний.

Защитой оборудования подстанций от прямых ударов молнии служат стержневые молниеотводы. Устройство было изобретено в середине 18 века и не теряет актуальность и по сей день. Молниеотводы могут быть тросовыми и стержневыми. Тросовые используются для защиты от молнии протяженных объектов, типа шинных мостов, и применяются довольно редко. Вторые же более распространены и обеспечивают молниезащиту зданий и опор воздушных ЛЭП.

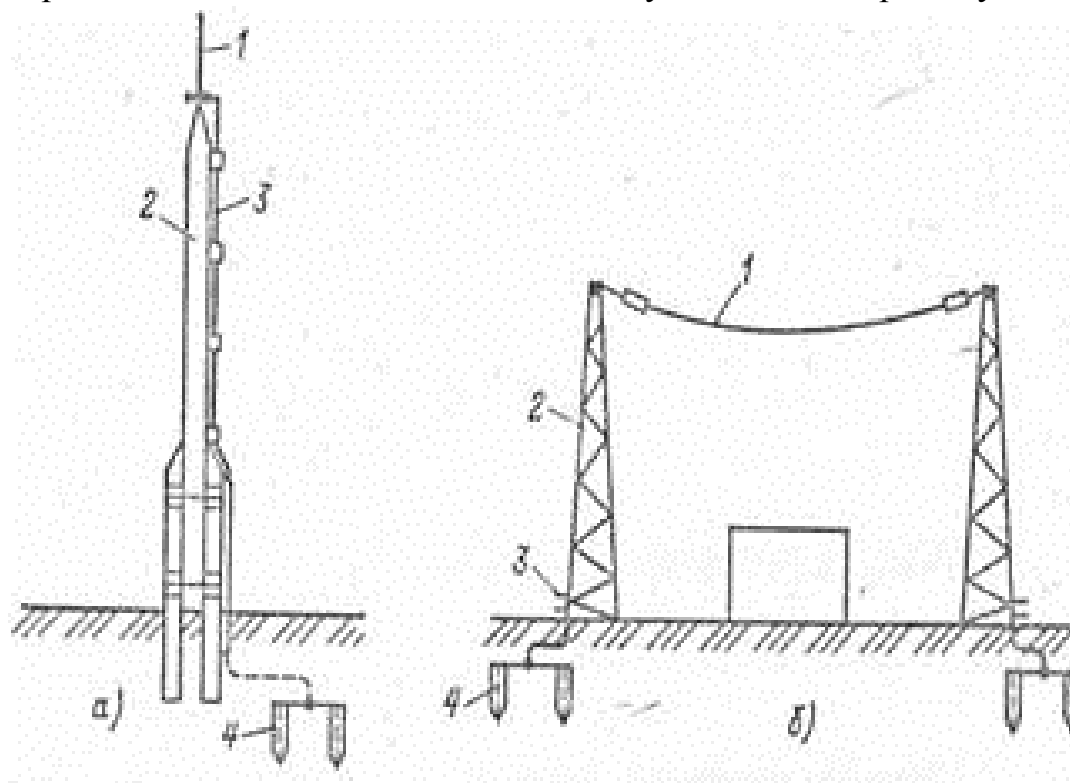


Рисунок 1 – стержневой (а) и тросовый (б) молниеотводы

Стержневой молниеотвод состоит из молниеприемника, токопровода и заземлителя. Он и принимает на себя удар молнии, так как располагается выше всех остальных конструктивных элементов сооружения, как минимум на 3 метра (ПУЭ). Молниеприемники устанавливают на порталах, прожекторных мачтах и крышах зданий. Металлоконструкции порталов и мачт при этом используются как токоотводы, которые соединяют молниеприемники с заземлителем.

Защиту подстанции при непрямом попадании молнии обеспечивают специальные аппараты, которые осуществляют защиту от импульсного перенапряжения. Все входы и выходы подстанции оснащаются разрядниками или более совершенными ограничителями перенапряжения (ОПН), так как заранее неизвестно, куда попадет молния.

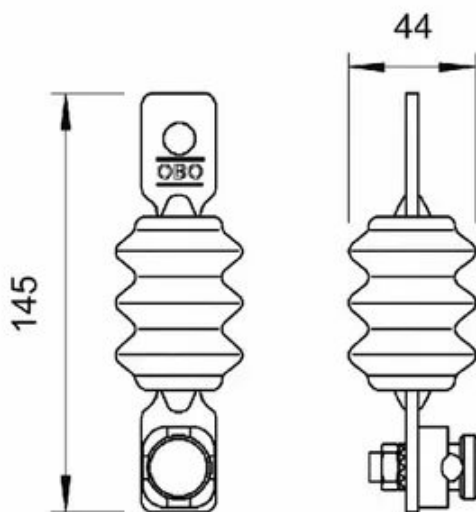


Рисунок 2 – искровой разрядник

Принцип работы искрового промежутка основан на образовании дуги между двумя стержневыми электродами. Один электрод заземлен, а второй электрод подключен к фазному проводу. Они разделены защитными промежутками. Когда последний ломается, возникает искра, и все электрическое устройство отключается для обеспечения молниезащиты.

Более совершенным устройством защиты от молнии с индуктивной волной является искровой разрядник вентильного типа. В дополнение к использованию для зазоров в пластах, он также включает герметичные керамические шины и резисторы с нелинейными вольтамперными характеристиками (ВАХ). Стоит отметить, что согласно ПУЭ, существует ограничение на максимальное расстояние от искрового промежутка до трансформатора на подстанции, составляющее от 60 до 90 м, в зависимости от типа воздушной линии.

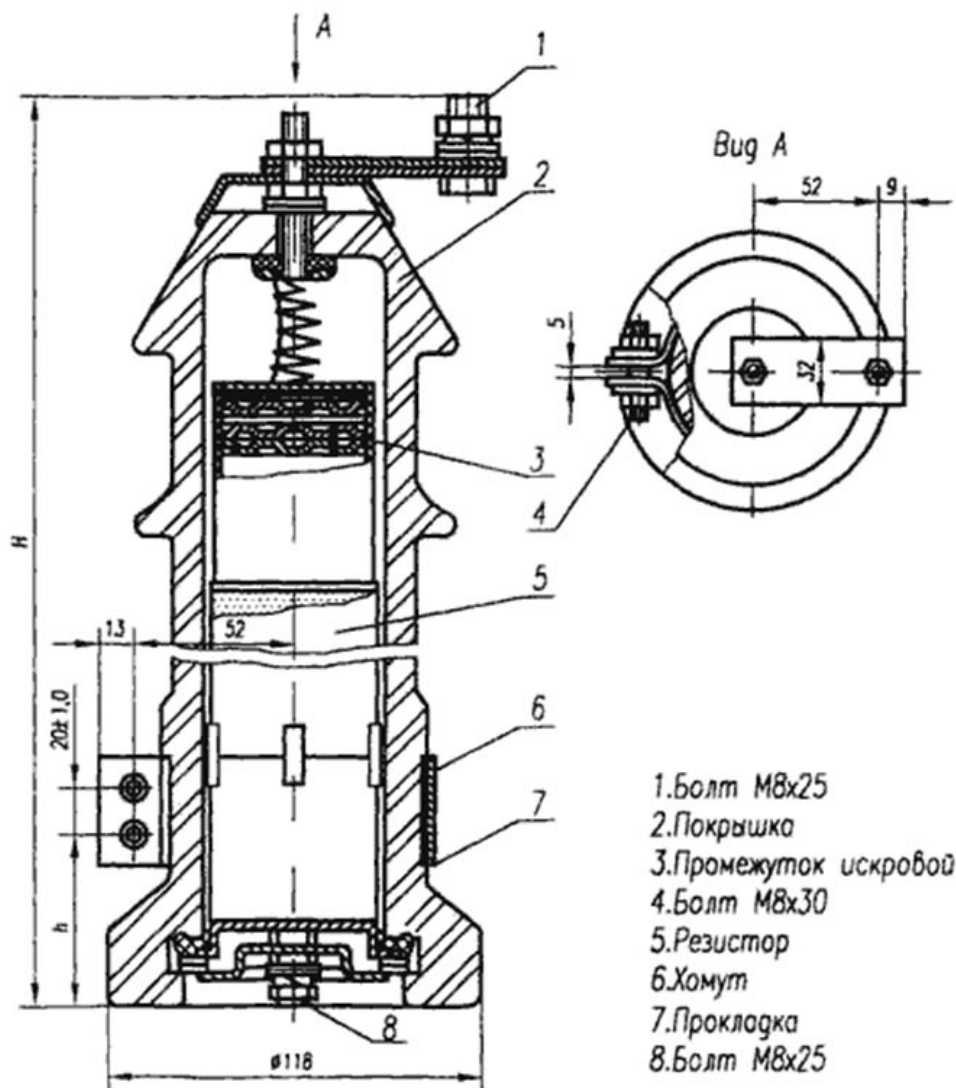


Рисунок 3 – вентильный разрядник

Молниеотводы используются все реже и реже для обеспечения молниезащиты на подстанциях. Сегодня их место постепенно занимает более совершенное оборудование. Их основные преимущества включают отсутствие искрового промежутка, малый размер и предельную глубину перенапряжения.

Принцип действия ОПН, его также можно назвать разрядник без искровых промежутков, достаточно прост в исполнении. Варистор (нелинейный резистор), который входит в состав устройства, ведет себя как сопротивление до того момента, пока не достигнет порогового напряжения. Если это значение превышено, устройство поддерживает напряжение на заданном уровне и отводит часть тока на землю.

При использовании разрядника без искровых промежутков в качестве молниезащиты, имеется проблема связанная с длительностью удержания рабочего напряжения. Но при правильном подборе типа прибора нелинейная молниезащита наиболее эффективна [2].

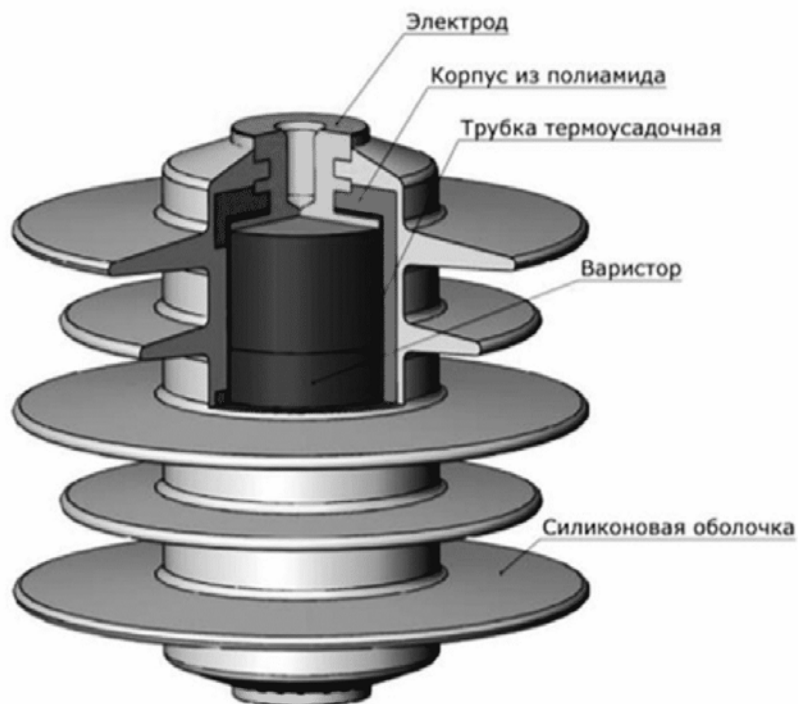


Рисунок 4 – ограничитель перенапряжения

Заземляющие устройства - это электрические устройства, использующиеся для создания надежного и низкоомного заземления для определенных частей двигателей, оборудования, линий тока и громоотводов для обеспечения распознаваемых режимов работы электроустановок, защиты персонала от поражения электрическим током и выполнения молниезащиты от перенапряжения. Исходя из вышесказанного, существует рабочее, защитное и молниезащищенное заземление.

Рабочее заземление используется для обеспечения нормальной работы электроустановок, их компонентов и сетей. К рабочему заземлению мы можем отнести заземление нейтралей силовых и измерительных трансформаторов, реакторов и т.д.

При ремонте электроустановок необходимо защитное заземление для обеспечения безопасности персонала. Этот тип заземления включает заземление внешних металлических частей двигателей, трансформаторов, электроустановок и токовых труб, которые не находятся под напряжением в обычном режиме. Защитное заземление относится к точечному заземлению вторичной цепи ТТ и ТН.

Грозозащитное заземление обеспечивает защиту электроустановки от грозовых перенапряжений. К этой категории относят заземления стержневых и тросовых молниеотводов, металлических крыш зданий и сооружений, порталов ОРУ и металлических железобетонных опор ЛЭП.

Как правило, заземляющие устройства используются для выполнения всех трех типов заземления электроустановок. Он состоит из проводника заземления,

находящегося в непосредственном контакте с землей, и системы проводников, соединяющей элемент заземления с проводником заземления. Существуют естественные и искусственные заземляющие устройства. Искусственные заземлители выполняют контурными.

Заземляющие устройства для объектов напряжением 110 кВ и выше выполнены из вертикальных заземлителей, соединительных полос и выравнивающих полос. Соединительные полосы расположены вдоль оборудования, а плоские полосы уложены горизонтально, образуя сеть заземления с переменным шагом. Значение сопротивления заземляющего устройства должно быть отрегулировано в соответствии с ПУЭ.

Заземляющее устройство, используемое для установки незаземленных или резонансно заземленных нейтральных точек, выполнено в виде прямоугольной формы горизонтальных и вертикальных заземляющих проводников [3].

Заключение

Таким образом, устройства грозозащиты и заземление необходимо для работы и автоматизации электрических машин и оборудования, что помогает управлять и контролировать рабочие процессы и функции электрического оборудования. Это необходимо для защиты электрооборудования от аварий и отказов, а также для предотвращения самих аварий. Если эти устройства не организованы должным образом или вообще не существуют, появляется риск того, что в результате аварийной ситуации электрооборудование перестанет работать в течение времени, необходимого для обнаружения и устранения его причины. В течение всего этого периода может пройти несколько часов или даже дней, и потребители от жилых зданий до регионов или городов будут лишены электричества. Кроме того, последствиями отключений электроэнергии могут быть экономические потери, вызванные остановками производства и угрозами, связанными с отключениями жизнеобеспечения. Во избежание отключения подачи электроэнергии очень важно обеспечить бесперебойную работу объекта.

Литература

1. Средства защиты от перенапряжений [Электронный ресурс]/. Средства защиты от перенапряжений -Режим доступа: https://www.studmed.ru/halilov-f-h-sredstva-zaschity-ot-perenapryazheniy-molniezaschita-i-elektromagnitnaya-sovmestimost-v-elektroenergetike_f5f9889 /. – Дата доступа: 20.10.2021.
2. Молниезащита подстанций [Электронный ресурс]/. Молниезащита подстанций -Режим доступа: <https://evosnab.ru/ustanovka/molnija/zashhita-podstancij> /. – Дата доступа: 16.10.2021.
3. Описание грозозащиты и заземления подстанции [Электронный ресурс]/. Описание грозозащиты и заземления подстанции -Режим доступа: <https://helpiks.org/9-9006.html> /. – Дата доступа: 16.10.2021.