

ЛЕКЦИЯ 8. Ограничители перенапряжений.

При нормальной работе электрической сети изоляция токоведущих частей находится под фазным напряжением. В процессе эксплуатации электрических систем нормальные режимы работы могут нарушаться по ряду причин, например, при производстве оперативных переключений, во время аварийных явлений в системе и, наконец, при атмосферных воздействиях на изоляцию аппаратов и линий передач. В этих случаях в отдельных звеньях электрической системы возникают кратковременные повышенные напряжения, значительно превосходящие значения, характерные для нормальных режимов, и, следовательно, опасные для изоляции, называемые перенапряжениями.

Перенапряжения представляют большую опасность, как для изоляции линий электропередач (ЛЭП), так и в особенности для оборудования станций и подстанций. Они могут привести к нарушению нормальной работы энергосистем с наиболее тяжёлыми последствиями при разрушении изоляции высоковольтных аппаратов, трансформаторов и генераторов. Для защиты изоляции ЛЭП и высоковольтных аппаратов применяются специальные защитные аппараты – нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Приведём наиболее известные компании – производители подобного оборудования.

Великолукский «Завод электротехнического оборудования».

ЗАО «ЗЭТО» обеспечивает внутренний рынок разъединителями на 65 %, а защитными аппаратами (ограничителями напряжений, разрядниками) – на 38 %. Потребности энергетики в защитных аппаратах удовлетворяются в первую очередь за счет нового поколения ОПН на классы напряжения 0,38–500 кВ с полимерной внешней изоляцией.

Технологические службы завода постоянно работают над внедрением новых технологических процессов, направленных на повышение качества выпускаемой продукции и снижение ее себестоимости. Имеющиеся на предприятии лазерные комплексы для раскройки металла, гибочный комплекс и трубогибочные станки, а также станки с программным управлением позволяют повышать производительность труда, точность, экономят энергию и материалы, позволяют реализовать принципиально новые технологические, конструктивные решения и использовать любые металлы и сплавы, повышают экологическую безопасность предприятия. Использование в технологии линий термодиффузионного цинкования и горячего цинкования позволяет улучшить качество покрытий изделия. Работа конструкторско-технологических служб, наличие опытного производства и испытательного центра позволяют предприятию в кратчайшие сроки про-

изводить разработку, испытание и освоение серийного производства новой продукции.

На ЗАО «ЗЭТО» действует система качества, включающая в себя входной контроль комплектующих изделий, сырья и материалов; сервисную поддержку поставляемого оборудования и выполнение гарантийных обязательств. Система качества была сертифицирована в соответствии с требованиями международного стандарта ЕН ИСО 9001-2000.

Ограничители перенапряжений нелинейные на класс напряжения 110, 220 кВ. Ограничители перенапряжений нелинейные с полимерной внешней изоляцией предназначены для защиты электрооборудования класса напряжения 110, 220 кВ, работающего в сети с эффективно заземленной нейтралью (коэффициент замыкания на землю не выше 1,4), от грозовых и коммутационных перенапряжений.

Ограничитель перенапряжений может эксплуатироваться в условиях открытого воздуха или внутри помещений при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 50 °С.

Высота установки над уровнем моря до 1000 м.

Относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С до 100 %.

Толщина корки льда до 20 мм.

Скорость ветра без гололеда не более 40 м/с.

Скорость ветра при гололеде не более 15 м/с.

Основные параметры нелинейных ограничителей перенапряжений производства ЗАО «ЗЭТО» приведены в табл. 8.1.

Конструктивно ограничители перенапряжений класса напряжения 110 кВ выполнены в виде блока последовательно соединенных оксидно-цинковых варисторов, заключенного в полимерную крышку. Зазор между колонкой варисторов и крышкой заполнен полимерной теплопроводящей композицией.

Ограничители перенапряжений класса 220 кВ выполнены в виде двух последовательно соединенных элементов. Каждый элемент выполнен в виде блока последовательно соединенных оксидно-цинковых варисторов, заключенного в герметичную полимерную крышку.

Таблица 8.1. Основные технические характеристики нелинейных ограничителей перенапряжений производства ЗАО «ЗЭТО»

Наименование параметра	Норма								
	ОПНН-П1-110/60/10/2(3*) УХЛП	ОПН-П1, П2-110/73/10/2(3*) УХЛП	ОПН-П1, П2-110/77/10/2(3*) УХЛП	ОПН-П1, П2-110/83/10/2(3*) УХЛП	ОПН-П1, П2-110/88/10/2(3*) УХЛП	ОПНН-П1-220/120/10/2(3*) УХЛП	ОПН-П1-220/154/10/2(3*) УХЛП	ОПН-П1-220/163/10/2(3*) УХЛП	ОПН-П1-220/172/10/2(3*) УХЛП
Класс напряжения сети, кВ действ.	110					220			
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ($U_{нр}$), кВ действ.	60	73	77	83	88	120	154	163	172
Номинальное напряжение (U_n), кВ действ.	75	91	96	104	110	150	193	204	215
Номинальный разрядный ток, кА	10								
Удельная энергоемкость одного импульса тока (2000 мкс, 550 А (850 А*)), кДж/кВ $U_{нр}$	2,75 (4,3*)								
Категория взрывобезопасности по ГОСТ 16357-83	А (40 кА)								
Длина пути утечки внешней изоляции, см, не менее	315					425	650		
Срок службы, лет	30								

Примечание. ОПН – ограничитель перенапряжений нелинейный, П – полимерная изоляция, 1 – опорная установка, 2 – подвесная установка.

Защитное действие ограничителей обусловлено тем, что при возникновении перенапряжения в сети через ограничители протекает значительный импульсный ток вследствие высокой нелинейности варисторов, в результате чего величина перенапряжения снижается.

Ограничители разработаны как в опорном, так и в подвесном исполнении, причем в подвесном варианте возможна установка экранного кольца сверху или снизу аппарата в зависимости от условий подключения. Бла-

годаря применению варисторов с большой удельной энергоемкостью эти ограничители соответствуют второму классу разряда линии по классификации МЭК. В конструкции предусмотрены теплоотводы, что облегчает работу варисторов и повышает надежность аппарата в целом.

Компания АВВ. ОПН на класс напряжения 110–220 кВ серии EXLIM. Ограничители выпускаются по техническим условиям ТУ 16-97 №1БП.768004ТУ, согласованным с РАО «ЕЭС России» и Главгосэнергонадзором РФ, соответствуют стандарту МЭК 99-4; имеют сертификаты безопасности и соответствия.

Ограничители состоят из одного или нескольких герметичных модулей, каждый из которых содержит одну колонку варисторов, выполненных на основе оксида цинка. Уплотнение на торцах модулей состоит из мембраны, изготовленной из нержавеющей стали, и кольцевых резиновых прокладок. Мембрана эксцентрически крепится к фланцу и создает постоянное давление на резиновую прокладку, лежащую на поверхности изолятора. Такая система обеспечивает эффективное уплотнение даже при старении прокладки (см. рис. 8.1).

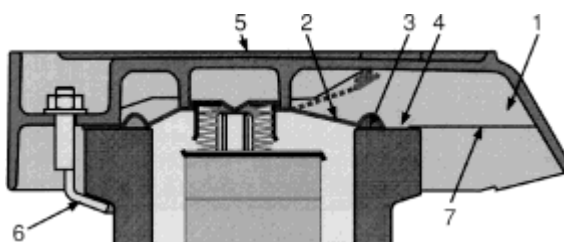


Рис. 8.1. Конструкция фланца, с защитным устройством:

- 1 – сопло; 2 – мембрана; 3 – резиновое уплотнительное кольцо; 4 – прокладка;
5 – фланец; 6 – зажим; 7 – индикаторная пластина

Уплотнительная система выполняет также роль предохранительного устройства. В случае, если по какой-либо причине ограничитель перегружается и при этом внутри модуля повышается давление, мембрана под давлением газов отгибается и ионизированный газ выходит через сопла. Сопла направлены встречно по отношению друг к другу, что создает встречное направление газовых потоков, предотвращая разрушение изолятора. Потоки истекающих газов выбрасывают из сопел индикаторные пластины яркого цвета, что указывает на происшедшую перегрузку ОПН, который после этого должен быть заменен.

Металлические фланцы крепятся к изоляторам либо специальными зажимами – клипсами, либо цементируются с фарфоровой крышкой. Крепление с клипсами является эластичным и позволяет избежать концентрации механических напряжений на изоляторе, например, при землетрясениях, или во время быстрых изменений температуры окружающего воздуха. Крепление фланцев цементированием придает ОПН более высокую механическую прочность. Особенно это касается ОПН, состоящих из нескольких модулей.

Предлагаемые к поставке ОПН комплектуются линейным выводным зажимом, заземляющим зажимом и изолирующим основанием.

Основные параметры нелинейных ограничителей перенапряжений производства компании АВВ приведены в табл. 8.2.

Таблица 8.2. Основные технические характеристики нелинейных ограничителей перенапряжений производства компании АВВ

Наименование параметра	Норма									
	R096-CM123	R108-CM123	R120-CH123	Q108-EM123	Q120-EH123	Q192-EH245	Q192-EV245	Q216-EH245	Q216-EV245	P192-GH245
Класс напряжения сети, кВ действ.	110					220				
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение $U_{нр}$, кВ действ.	96	108	120	108	120	192	192	216	216	192
Номинальное напряжение U_n , кВ действ.	77	84	98	84	98	154	154	175	175	154
Номинальный разрядный ток, кА	10									20
Удельная энергоемкость одного импульса тока: - (2000 мкс, 550 А (850 А*)), кДж/кВ $U_{нр}$ - (2000 мкс, 900 А (850 А*)), кДж/кВ $U_{нр}$ - (2000 мкс, 1350 А (850 А*)), кДж/кВ $U_{нр}$	2,5			—				4,5		—
	—			—				—		7.0

Ток взрывобезопасности, кА	50					65				
Удельная длина пути утечки изоляции, см/кВ	2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	3,1	2,5	3,1	2,5
	2,5	2,5	3,1	2,5	3,1					

Основные преимущества ОПН:

- возможность выбора ОПН, имеющего характеристики соответствующие требованиям наилучшей защиты конкретного участка сети или электрооборудования;
- высокая надежность конструкции в целом и стойкость к воздействию всех факторов окружающей среды;
- малые токи утечки;
- высокая поглощаемая энергия;
- отсутствие необходимости периодического контроля параметров ограничителя при эксплуатации;
- взрывобезопасность конструкции

Для контроля наличия и количества перенапряжений возникающих в месте установки ОПН, могут быть использованы счетчики импульсов разрядного тока типа EXCOUNT – А. Счетчик выполнен в корпусе из алюминия, обеспечивающем стойкость ко всем факторам воздействия окружающей среды. Конструкция счетчика гарантирует безопасность персонала и стабильную защитную характеристику ОПН.

Компания «Севзаппром». ООО «Севзаппром» – это разработка и производство защитных аппаратов – ограничителей перенапряжений – на классы напряжений от 0,4 до 750 кВ в фарфоровой и полимерной изоляционной крышке. ООО «Севзаппром» – новое имя на рынке электротехнической продукции.

Ограничители перенапряжений нелинейные на класс напряжения 110, 220 кВ. Ограничители перенапряжений нелинейные с полимерной внешней изоляцией предназначены для защиты электрооборудования класса напряжения 110, 220 кВ, работающего в сети с эффективно заземленной нейтралью (коэффициент замыкания на землю не выше 1,4), от грозных и коммутационных перенапряжений.

Ограничитель перенапряжений может эксплуатироваться в условиях открытого воздуха или внутри помещений при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 50 С.

Высота установки над уровнем моря до 1000 м.

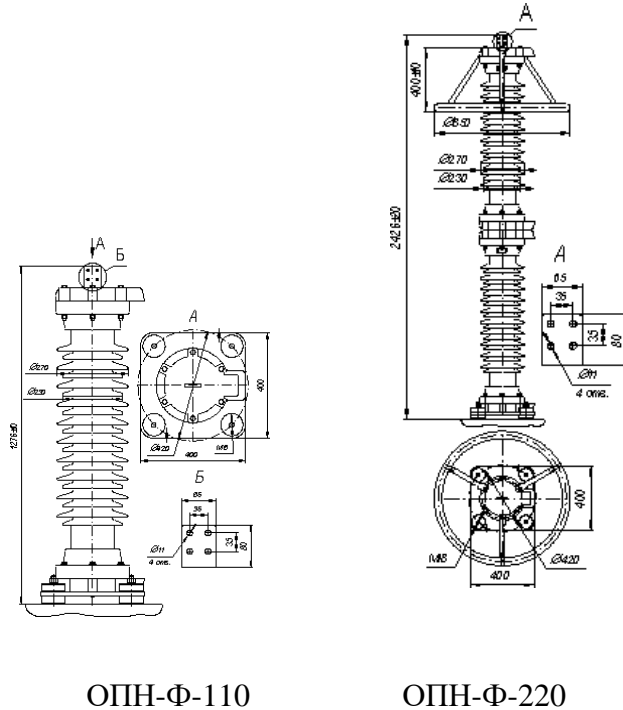
Относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С до 100 %.

Толщина корки льда до 20 мм.

Скорость ветра без гололеда не более 40 м/с.

Скорость ветра при гололеде не более 15 м/с.

Нелинейные ограничители напряжений собираются как фарфоровом, так и полимерном корпусе (изоляция). Конструкция ОПН с фарфоровой изоляцией показана на рис. 8.2.



ОПН-Ф-110

ОПН-Ф-220

Рис. 8.2. Конструкция ОПН с фарфоровой изоляцией

Основные параметры нелинейных ограничителей перенапряжений производства ООО «Севзаппром» приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.3. Основные технические характеристики нелинейных ограничителей перенапряжений производства ООО «Севзаппром»

Наименование параметра	Норма
------------------------	-------

	ОПН-П, Ф-110/73/10/400 (550*) УХЛ 1		ОПН-П, Ф-110/73/10/400 (550*) П* УХЛ 1		ОПН-П, Ф-110/77/10/400 (550*) УХЛ 1		ОПН-П, Ф-110/77/10/400 (550*) П* УХЛ 1		ОПН-П, Ф-110/82/10/400 (550*) УХЛ 1		ОПН-П, Ф-220/146/10/550 УХЛ 1		ОПН-П, Ф-220/146/10/550 П* УХЛ 1		ОПН-П, Ф-220/154/10/550 УХЛ 1		ОПН-П, Ф-220/154/10/550 П* УХЛ 1		ОПН-П, Ф-220/165/10/550 УХЛ 1	
Класс напряжения сети, кВ действ.	110						220													
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение $U_{нр}$, кВ действ.	91	91	96	96	102	182	182	192	192	206										
Номинальное напряжение U_n , кВ действ.	73	73	77	77	82	146	146	154	154	165										
Номинальный разрядный ток, кА	10																			
Удельная энергоемкость одного импульса тока: -(2000 мкс, 400 А), кДж/кВ $U_{нр}$ -(2000 мкс, 550 А), кДж/кВ $U_{нр}$	2,1 (2,8*)						– 2,8													
Взрывобезопасность при токе короткого замыкания 0,2 с, кА	40 кА																			
Длина пути утечки внешней изоляции, см, не менее	241	284	241	284	284	482	568	482	568	568										

Компания Siemens. Основанная в 1847 г. в Берлине молодым инженером и изобретателем Вернером Сименсом, механиком Иоганном Георгом Гальске и их компаньоном Иоганном Георгом Сименсом (двоюродным братом Вернера) «Телеграфно-строительная компания Сименс и Гальске» с момента своего создания принадлежала к числу наиболее динамичных предприятий, работающих в сфере электротехники. В течение считанных десятилетий с момента основания, фирма из небольшой мастерской, занимающейся точной электромеханикой, превратилась в одно из крупнейших электротехнических предприятий мирового уровня. Деловые связи между Россией и фирмой «Сименс» основываются на 150-летнем опыте плодотворной совместной работы. «Сименс» присутствует в крупнейших промышленных центрах России – от Санкт-Петербурга до Владивостока, рас-

полагая разветвленной сетью региональных бюро, сервисных центров и центров работы с заказчиками.

Ограничители перенапряжений нелинейные на класс напряжения 110, 220 кВ. Ограничители перенапряжений нелинейные предназначены для защиты электрооборудования класса напряжения 110, 220кВ, работающего в сети с эффективно заземленной нейтралью (коэффициент замыкания на землю не выше 1,4), от грозových и коммутационных перенапряжений.

Ограничитель перенапряжений может эксплуатироваться в условиях открытого воздуха или внутри помещений при температуре окружающей среды от минус 60 до плюс 50 °С.

Высота установки над уровнем моря до 1000 м.

Относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С до 100 %.

Толщина корки льда до 20 мм.

Скорость ветра без гололеда не более 40 м/с.

Скорость ветра при гололеде не более 15 м/с.

Основные параметры нелинейных ограничителей перенапряжений производства компании Siemens приведены в табл. 8.4.

Ограничители перенапряжения компании Siemens подходят для любой сферы применения, экономичны, рассчитаны на наивысший срок службы в стабильном режиме, сочетают надежную степень защиты с высокой перегрузочной способностью.

Таблица 8.4. Основные технические характеристики нелинейных ограничителей перенапряжений производства компании Siemens

Наименование параметра	Норма
------------------------	-------

	3 EP4 096-1 PD21-1NE1	3 EP4 096-2 PD21-1NE1	3 EP4 096-2 PD31-1NE1	3 EP2 192-2PD32-1NE1
Класс напряжения сети, кВ действ.	126			245
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение $U_{нр}$, кВ действ.	76	76	76	152
Номинальное напряжение U_n , кВ действ.	96	96	96	192
Номинальный разрядный ток, кА	10			
Удельная энергоемкость одного импульса тока: -(2000 мкс, 850 А), кДж/кВ $U_{нр}$ -(2000 мкс, 500 А), кДж/кВ $U_{нр}$	– 5	5 –	8 –	– –
Длина пути утечки внешней изоляции, см, не менее	249			519

Конструктивное исполнение и выбор материалов всех ОПН фирмы Siemens обеспечивают долгий срок службы и удовлетворяют всем требованиям защиты окружающей среды.