

**УДК 621.316.93**

С.А. ГВОЗДЕВ, студент гр. ЭЭб-154 (КузГТУ)

Д.В. НАРКЕВИЧ, студент гр. ЭЭб-154 (КузГТУ)

Научный руководитель И.Н. ПАСКАРЬ, старший преподаватель (КузГТУ)  
г. Кемерово

## **ЗАЩИТА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ОТ ПЕРНАПРЯЖЕНИЙ. ОПН И РЗАРЯДНИКИ**

В каждый квадратный километр Российской Федерации бьет в среднем три молнии за год. Следовательно, в ЛЭП протяженностью 100 км за сезон попадает 50 молний – то есть в среднем две в неделю. При попадании разряда в провод с большой вероятностью происходит пробой изоляции и отключение линии. Как правило, от прямого удара молнии (ПУМ) провода защищают тросовой системой грозозащиты.

Гораздо большее распространение в качестве УЗИП получили разрядники и нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). Сердце ОПН – нелинейный резистор, он же варистор. Для защиты электрооборудования от грозовых или коммутационных перенапряжений ОПН включается параллельно оборудованию. Пока напряжение в сети близко к номинальному, варистор ведет себя почти как диэлектрик (через него протекает ток в десятие доли миллиампера). Но если в сети появляются грозовые или коммутационные импульсы, сопротивление варистора резко снижается. И он сбрасывает импульс через себя. После чего опять «запирается». Напряжение на оборудовании в течение всего этого процесса остается в пределах допустимого.

ОПНы следует ставить на порталы – на месте захода ЛЭП на подстанцию. Системы защиты подстанций от воздействий молний известны и достаточны при их грамотном применении. Считаю полезным для повышения грозозащиты подстанции широко применять схемы с установкой ОПН на входе каждой воздушной линии. ОПН надежно защищают ЛЭП от индуцированных импульсов, но при прямых ударах молнии в токоведущий провод они часто выходят из строя. Как правило, ОПН используются для защиты воздушных линий с изолированным проводом. Тем не менее, нет принципиальных запретов на использование их для ЛЭП с голыми проводами, равно как нет причины при возведении ЛЭП с изолированным проводом отказываться от разрядников. Пожалуй, сегодня в России как раз идет процесс апробации и сравнения этих технологий. Надежность работы УЗИП на воздушных линиях определяется качеством ОПН, входящего в его состав, и схемой его установки. В

настоящее время ОПН хорошего качества выпускают многие производители. Наиболее надежной схемой разрядника представляется безыскровое присоединение ОПН к фазному проводу с отделителем в заземляющей цепи.

При этом полная замена тросовой защиты ВЛЭП разрядниками неразумна. Использование разрядников или ОПН вместо троса на воздушных линиях оправдано не всегда, а только в определенных случаях, а именно: в районах частого гололедообразования и повышенной грозовой активности, при плохой проводимости грунтов, при недопущении даже кратковременного перерыва электроснабжения потребителей. Применение разрядников вместо тросовой защиты связано с существенным увеличением капитальных затрат и эксплуатационных расходов. При этом следует продолжать работы по предотвращению (снижению темпа) коррозии грозозащитных тросов. Характеристики ОПН указаны в таблице 1. [1,2]

Таблица 1  
Технический характеристики ОПН

Основные технические характеристики	ОПН-6	ОПН-35	ОПН-110
Класс напряжения сети, кВ действующее	6	35	110
Номинальное напряжение, кВ действующее	9	51	91
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение (Unр), кВ действ.	7,2	40,5	73
Номинальный разрядный ток 8/20 мкс, кА	10	10	10
Остающееся напряжение при импульсном токе 30/60 мкс с амплитудой:			
- 250 А, кВ, не более	17,3	97,6	181
- 500 А, кВ, не более	17,9	100,4	188
- 1000 А, кВ, не более	18,5	103,7	194
Остающееся напряжение при импульсном токе 8/20 мкс с амплитудой:			
- 5 кА, кВ, не более	20,8	117,1	218
- 10 кА, кВ, не более	22,2	123,2	233
- 20 кА, кВ, не более	24,3	134,8	254
Остающееся напряжение при импульсном токе 1/(2-20) мкс с амплитудой 10 кА, кВ, не более	25,1	132,6	255
Пропускная способность:			
- 20 прямоугольных импульсов тока длительностью 2 мс с амплитудой, А,	400	550	400
- с удельной поглощаемой энергией одного импульса, кДж/кВ (Unр)	2,1	2,8	2,1

Классификационное напряжение при классификационном токе 3 мА, кВ, не менее	9,2	51,9	94
Одноминутное испытательное напряжение при частоте 50 Гц в сухом состоянии и под дождем, кВ действ. не менее	24	95	200
Испытательное напряжение полного грозового импульса, кВ, не менее	34	210	450
Длина пути утечки внешней изоляции, см, не менее	14,4	81	241
Масса, кг	4	29	112

[3]

Разрядник выполняет ту же работу, что и ОПН. Он так же работает диэлектриком при рабочем напряжении, и пропускает через себя скачки напряжения. Вот только принцип срабатывания у разрядника иной – вместо нелинейного резистора у него есть зазор между двумя электродами. При возникновении импульсного перенапряжения, зазор пробивается искрой, и импульс уходит в землю, не повредив оборудование. Главное, сразу после этого надо погасить электрическую дугу, образовавшуюся между электродами. Если этого не сделать, возникнет короткое замыкание и подстанция выключится из работы. Сегодня производители предлагают, по крайней мере, четыре типа разрядников, отличающихся механизмом гашения дуги: трубчатый разрядник, вентильный разрядник, магнитовентильный разрядник и разрядник длинно-искровой. Последний, впрочем, применяется почти исключительно для защиты ЛЭП.

В плане защиты проводки и оборудования в зданиях и сооружениях наилучшие перспективы сегодня у вентильных и магнитовентильных разрядников. В отличие от трубчатых и длинноискровых, они не выбрасывают раскаленные газы в момент срабатывания и обладают еще рядом полезных качеств.

Разрядники бывают вентильные (РВ) и трубчатые (РТ). Вентильные применяют на станциях (С) и подстанциях (П), трубчатые – на линиях. На ВЛ разрядники устанавливают в конце и в начале линий и через 150 м от начала и от конца ВЛ.

Условия эксплуатации разрядников: разрядники предназначены для эксплуатации в районах с умеренным и тропическим климатом. Температура окружающего воздуха от -45 до +40°С. Высота установки над уровнем моря не более 1000м. Относительная влажность воздуха при температуре +28° С до 100%. Характеристики разрядников указаны в таблице 2. [1,2]

Таблица 2

## Технические характеристики разрядников

Наименование параметра	PBO-6	PBC-35	PBC-110
Класс напряжения сети, кВ действующее	6	35	110
Номинальное напряжение, кВ действующее	7,5	40,5	102
Пробивное напряжение при частоте 50 Гц в сухом состоянии и под дождем, кВ действующее: - не менее - не более	16 19	78 98	200 250
Импульсное пробивное напряжение при предразрядном времени от 2 до 20 мкс, кВ - не более	32	125	285
Остающееся напряжение при волне импульсного тока 8/20 мкс, кВ, не более - с амплитудой тока 3000А - с амплитудой тока 5000А	25 27	122 130	315 335
Токовая пропускная способность: - 20 импульсов тока волнной 16/40 мкс, кА - 20 импульсов тока прямоугольной волной длительностью 2000 мкс, А	5 75	10 150	10 150
Длина пути утечки внешней изоляции, см, - не менее	18	115	345
Допустимое тяжение проводов, Н, - не менее	300	300	500
Масса, кг - не более	3,2	73	175

[4]

ОПН имеют несколько преимуществ перед разрядниками (сравнение характеристик приведено в таблице 3):

1) Отсутствие необходимости в обслуживании (заявленные параметры остаются неизменными на протяжении всего срока службы). В ОПН (ограничитель перенапряжения нелинейном) отсутствует традиционный для разрядников искровой промежуток. Срабатывание вентильных разрядников и горение дуги в искровом промежутке сопровождается эрозией контактов. Это приводит к изменению пробивного напряжения и необходимости замены разрядника во избежание повреждения защищаемого оборудования. Разрядники состоят из искровых промежутков и нелинейных резисторов, заключенных в

герметично закрытую фарфоровую покрышку. А ограничители перенапряжения ОПН состоят из нескольких герметичных модулей, состоящих из одной колонки металлооксидных нелинейных резисторов (варисторов), которые изготовлены из окиси цинка с малыми добавками оксидов других металлов;

2) Надёжная защита оборудования при любых аварийных режимах. Ограничители перенапряжений ОПН, не имея искрового промежутка, постоянно подключены в сеть и непрерывно защищают дорогостоящее оборудование, в отличие от вентильных разрядников, в которых происходит задержка в срабатывании при воздействии перенапряжений высокой частоты;

3) ОПН ставят на новые подстанции, так как они надежней, безопаснее, чувствительней и меньше в габаритах.

Таблица 3

Сравнение характеристик ОПН и разрядников (ОПН относительно разрядников)

Класс напряжения сети, кВ действующее	6	35	110
Номинальное напряжение, действующее	Больше на 20%	Больше на 26%	Меньше на 11%
Одноминутное испытательное напряжение при частоте 50 Гц в сухом состоянии и под дождем, действующее	Больше на 56%	Больше на 21,8%	0%
Остающееся напряжение при волне импульсного тока 8/20 мкс: - с амплитудой тока 5 кА	Меньше на 23%	Меньше на 10%	Меньше на 35%
Токовая пропускная способность: - 20 импульсов тока прямоугольной волной длительностью 2000 мкс	Больше на 433%	Больше на 267%	Больше на 167%
Длина пути утечки внешней изоляции	Меньше на 20%	Меньше на 30%	Меньше на 30%
Масса	Больше на 25%	Меньше на 60%	Меньше на 36%

ОПН – это высокотехнологичное, взрывобезопасное и высокоэффективное средство защиты от перенапряжений.

Список литературы

1. Грозозащита [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energoproekt.com>
2. Защита от перенапряжений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.baurum.ru/>
3. Основные технические характеристики ОПН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://opn.ru>
4. Основные технические характеристики разрядников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ot74.ru>