



**МУЛЬТИГРАДИЕНТНЫЕ ОГРАНИЧИТЕЛИ
ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫЕ
В ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ
НА КЛАССЫ НАПРЯЖЕНИЯ 6-10 кВ**

Руководство по эксплуатации

ЗЭУ 56227313.204 РЭ



**Санкт-Петербург
2015**

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на нелинейные мультиградиентные ограничители перенапряжений производства Завода энергозащитных устройств для электрических сетей классов напряжения 6 – 10 кВ:

Краткое обозначение ограничителя	Полное обозначение ограничителя
МОПН-П-6 УХЛ1	МОПН-П/ЗЭУ-6/7,2/10/550 УХЛ1
МОПН-П-10 УХЛ1	МОПН-П/ЗЭУ-10/12,0/10/550 УХЛ1

В случае применения краткого обозначения, прочие параметры указываются в паспорте.

Пример расшифровки условного обозначения ограничителя
МОПН-П/ЗЭУ-6/7,2/10/550 УХЛ1:

- М - мультиградиентный;
- О - ограничитель;
- П - перенапряжений;
- Н - нелинейный;
- П - буква, обозначающая материал покрышки, П – полимер;
- ЗЭУ - фирма-изготовитель (Завод энергозащитных устройств);
- 6 - класс напряжения сети, кВ;
- 7,2 - наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение (действующее значение), $U_{нр}$, кВ;
- 10 - номинальный разрядный ток, кА;
- 550 - значение тока пропускной способности, А;
- УХЛ1 - климатическое исполнение по ГОСТ 15150;
- 1 - категория размещения по ГОСТ 15150.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Мультиградиентные ограничители перенапряжений предназначены для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений изоляции электрооборудования сетей переменного тока частоты 50 Гц классов напряжения 6 и 10 кВ.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 МОПН соответствуют требованиям ТУ 3414-023-56227313-2007, МЭК 60099-4, ГОСТ 16357 (пп.3.1.15, 3.5), ГОСТ 17412, ГОСТ12.2.007.0-75 п.п.3.3.1, 3.3.3 и изготавливаются в соответствии с технологическими инструкциями и рабочими чертежами, утвержденными в установленном порядке. Внешний вид и габаритные размеры даны в приложениях 1-2.

2.2 Основные характеристики

2.2.1. Основные технические параметры приведены в таблице 1.

2.2.2. Характеристика "напряжение-время" ограничителей перенапряжений приведена в Таблице 2 и на Рис 1 для случаев с предварительным и без предварительного воздействия на МОПН нормированной энергии, соответствующей двум импульсам тока пропускной способности (для ограничителей с током пропускной способности более 550 А). Допустимое время

приложения повышенного напряжения и его кратность по отношению к наибольшему длительно допустимому рабочему напряжению $U_{нр}$ должны быть не больше указанных в таблице 2 значений.

2.2.3 Пропускная способность

Ограничители выдерживают без повреждения 18 прямоугольных импульсов тока длительностью 2000 мкс с соответствующими амплитудами, указанными в таблице 1. Ограничители выдерживают без повреждения воздействие 20 импульсов номинального разрядного тока (8/20 мкс) и 2 импульсов большого тока (4/10 мкс) с соответствующими амплитудами, указанными в таблице 1.

2.2.4 Стойкость к внешним климатическим воздействиям

В части воздействия климатических факторов ограничители удовлетворяют требованиям ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543 и предназначены для эксплуатации на высоте не более 1000 м над уровнем моря и работы в районах с умеренным и холодным климатом в условиях, предусмотренных для климатического исполнения УХЛ категории размещения 1. Ограничители допускают смену температуры в диапазоне от - 60°С до + 55°С..

2.2.5 Характеристики внешней изоляции

2.2.5.1 Внешняя изоляция ограничителя выдерживает испытания напряжением грозового импульса и одноминутного напряжения промышленной частоты согласно требованиям ГОСТ 52725 и МЭК 60099-4. Соответствующие значения испытательных напряжений приведены в таблице 3.

2.2.5.2 Длина пути утечки внешней изоляции МОПН приведена в таблице 3.

2.2.5.3 Изоляция МОПН удовлетворяет требованиям ГОСТ 52082 в части трекингово-эрозионной стойкости

2.2.5.4 Уровень частичных разрядов в МОПН, находящемся под напряжением 1,05 от наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения, не превышает 10 пКл.

Таблица 1 - Основные характеристики МОПН

Параметр	МОПН-П/ЗЭУ - 6/7,2/10/550 УХЛ1	МОПН-П/ЗЭУ - 10/12,0/10/550 УХЛ1
Класс напряжения сети, кВ	6,0	10,0
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение U_d , кВ	7,2	12,0
Номинальный разрядный ток 8/20 мкс, кА	10	10
Остающееся на МОПН напряжение при импульсе тока 30/60 мкс с амплитудой: - 250 А, кВ, не более - 500 А, кВ, не более - 1000 А, кВ, не более	17,1 17,9 19,0	28,5 29,8 31,7
Остающееся на МОПН напряжение при импульсе тока 8/20 мкс с амплитудой: - 5000 А, кВ, не более - 10000 А, кВ, не более - 20000 А, кВ, не более	21,3 23,0 25,9	35,5 38,4 43,2
Классификационное напряжение (при классификационном токе 1 мА), кВ действ. не менее	9,1	15,1
Амплитуда испытательного импульса большого тока 4/10 мкс, кА	100	100
Остающееся на МОПН напряжение при импульсе тока 1/10 мкс с амплитудой 10 кА, кВ, не более	23,7	39,4
Неравномерность распределения температуры варисторов по высоте колонки***), %, не более	5	
Ток пропускной способности (прямоугольный импульс тока длительностью 2 мс), А, не менее	550	550
Удельная рассеиваемая энергия), кДж/кВ, не менее	3,24	3,24
Примечания: *) Значение удельной рассеиваемой энергии приведено для одного импульса тока пропускной способности.		

Таблица 2 - Характеристика "напряжение-время" для МОПН по ТУ 3414-023-56227313-2007

Длительность приложения повышенного напряжения	Кратность превышения напряжения
0,1 с	1,55*/1,45**
1 с	1,48*/1,40**
10 с	1,42*/1,35**
100 с	1,36*/1,28**
1200 с	1,28*/1,20**
3600 с	1,24*/1,15**

• - без предварительного нагружения, ** - с предварительным нагружением

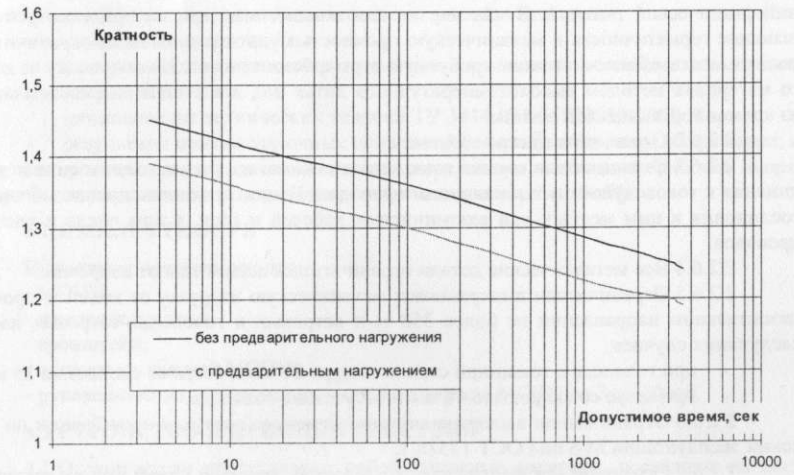


Рисунок 1 - Характеристика «Напряжение-время»

Таблица 3 - Длина пути утечки и значения испытательных напряжений МОПН 6-10 кВ

Нормируемый параметр	Тип ограничителя	
	МОПН-П-6 УХЛ1	МОПН-П-10 УХЛ1
Длина пути утечки внешней изоляции, см, не менее	34,0	42,0
Полный грозовой импульс по ГОСТ 1516.2 с амплитудой, кВ	60,0	75,0
Одноминутное испытательное напряжение частоты 50 Гц под дождем, кВ действ.	20,0	28,0

2.2.6 Конструкция ограничителей.

2.2.6.1 Ограничители перенапряжений представляют собой одноколонковую конструкцию опорно-подвесного исполнения. Рабочее положение – вертикальное. Допускается отклонение от вертикального положения на угол до 90° для ограничителей перенапряжений для сетей классов напряжения от 6 до 10 кВ. Внешний вид, габаритные и присоединительные размеры МОПН даны в приложении 1.

Конструктивно каждый МОПН представляет собой заключенное в защитную оболочку из полимерных материалов высоконелинейное сопротивление, состоящее из соединенных последовательно оксидно-цинковых варисторов. При сборке колонки МОПН из подготовленного комплекта варисторов, последние размещаются по высоте с учетом характеристик каждого варистора из комплекта так, чтобы минимизировать неравномерность распределения температуры варисторов по высоте (защищено патентом Российской Федерации)

Мультиградиентные ограничители изготавливаются по литьевой технологии, по которой высоконелинейное сопротивление инкапсулируется в крышку из морозостойкого и уда-

ропрочного композитного материала, обладающего высокой адгезионной прочностью с кремнийорганической резиной. В капсуле из композитного материала предусмотрены не нарушающие герметичность и механическую прочность мультиградиентного ограничителя ослабленные места, обеспечивающие требуемую взрывобезопасность. На покрышку из композитного материала методом высокотемпературного литья под давлением напрессовываются ребра из кремнийорганической резины.

2.2.6.2 Ограничители герметичны.

2.2.6.3 Ограничители имеют контактные зажимы из алюминиевого сплава для присоединения к токоведущим и заземляющим проводам. Вводные зажимы приспособлены для присоединения к ним медных или алюминиевых кабелей и шин, в том числе и расщепленных проводов.

2.2.6.4 Все металлические детали ограничителей защищены от коррозии.

2.2.6.5 Ограничители выдерживают механическую нагрузку от тяжения проводов в горизонтальном направлении не более 350 Н и ветровых и гололедно-ветровых нагрузок для следующих случаев:

- при гололеде с толщиной стенки льда до 20 мм и ветра со скоростью 15 м/с;
- при ветре со скоростью 40 м/с и отсутствии гололеда.

2.2.6.6 Ограничители выдерживают механические нагрузки от вибрации по группе условий эксплуатации М 6 по ГОСТ 17516.1.

2.2.6.7 Ограничители выдерживают вибрацию, тряску и удары при их транспортировании по ГОСТ 23216 для условий транспортирования Ж.

2.2.6.8 Ограничители выдерживают воздействия землетрясений с интенсивностью до 7 баллов включительно по шкале MSK-64

2.2.6.9 Ограничители выдерживают без опасного взрывного разрушения значения большого и малого тока КЗ (действующие значения) не менее 40 кА при длительности 0,2 с и 800 А при длительности 2 с соответственно.

2.2.6.10 Все используемые при сборке МОПН комплектующие (варисторы, кремнийорганическая резина, герметики, металлические фланцы, хомуты и т.п.) подвергаются 100% контролю на соответствие требованиям СТП "Входной контроль", технологических регламентов и конструкторской документации.

2.2.6.11 В ограничителях приняты специальные запатентованные конструктивные решения, обеспечивающие при воздействии рабочего напряжения промышленной частоты равномерность распределения температуры вдоль МОПН не более 5%.

2.3 Надежность и гарантии изготовителя

2.3.1 Срок службы ограничителей - не менее 40 лет.

2.3.2 Гарантийный срок эксплуатации МОПН не менее 6 лет с момента ввода в эксплуатацию, но не более 8 лет с момента отгрузки.

2.3.3 Срок сохраняемости до ввода в эксплуатацию не более 2 лет с момента отгрузки. Условия хранения должны соответствовать ГОСТ 15150.

2.4 Маркировка

2.4.1 На каждом ограничителе устанавливается металлическая табличка с указанием:

- товарного знака АО «Завод энергозащитных устройств»;
- условного обозначения с основными параметрами;
- порядкового номера по системе нумерации предприятия-изготовителя, с указанием года выпуска.

2.4.2 Паспорт ограничителя составляется в соответствии с ГОСТ 2.601. В паспорте указывается:

- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год и месяц выпуска ограничителя

- ток пропускной способности
- ток КЗ, при котором обеспечивается взрывобезопасность
- номинальная частота, Гц
- величины остающихся напряжений при нормированных значениях импульсов тока;
- масса в кг;
- наименование технических условий ТУ 3414-023-56227313-2007.
- результаты приемосдаточных испытаний (классификационное напряжение; величина тока проводимости и уровень частичных разрядов при наибольшем рабочем напряжении аппарата; сопротивление изоляции, измеренное мегаомметром 2,5 кВ).

3 КОМПЛЕКТНОСТЬ

В комплект поставки входят

- МОПН;
- комплект крепежа;
- кронштейн;
- паспорт на каждый МОПН;
- руководство по эксплуатации – одно на партию МОПН от 3 до 30 шт.

4 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

4.1 Ограничители представляют собой защитные аппараты, состоящие из последовательно соединенных высоколинейных оксидноцинковых сопротивлений (варисторов) без искровых промежутков, заключенных в полимерный синтетический корпус. При изготовлении внешней изоляции применяется высококачественная кремнийорганическая резина.

4.2 Для установки на месте монтажа и присоединения к сети ограничитель снабжен фланцами и специальным хомутом, из коррозионностойкого металла.

4.3 Защитное действие МОПН обусловлено высокой нелинейностью варисторов ограничителя, сопротивление которых резко уменьшается при возникновении в сети перенапряжений, вследствие чего через аппарат начинает протекать значительный импульсный ток. В результате максимальное значение перенапряжения снижается до уровня безопасного для изоляции защищаемого оборудования. При снижении напряжения в сети до величины длительного рабочего, сопротивление варисторов возрастает до первоначального состояния. Вольтамперная характеристика ограничителя перенапряжений приведена на рисунке 2.

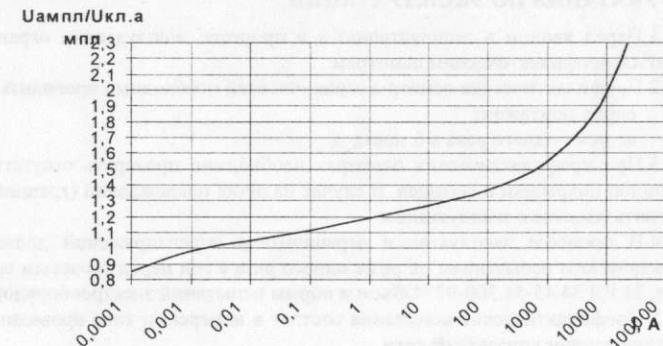


Рисунок 2 - Вольтамперная характеристика

5 МОНТАЖ

5.1 К монтажу допускаются ограничители, прошедшие профилактический осмотр.

5.2 МОПН подвергаются визуальному осмотру на отсутствие внешних повреждений (вздутия, надрывы, порезы изоляции, трещины, вмятины на фланцах и т.п.).

5.3 Перед монтажом ограничителя необходимо:

5.3.1 очистить его поверхность от пыли, и грязи сухой ветошью, не оставляющей волокон. В случае сильного загрязнения поверхность изоляции промывают мыльным раствором. Места сильных загрязнений очищают тампоном, смоченным ацетоном с последующим обмывом струей водопроводной воды. Не допустимо при очистке поверхностей ограничителя применение масел, бензина, бензола и металлических щеток.

5.3.2 проконтролировать ток проводимости ограничителя в соответствии с п. 6.5 Руководства и сопротивление изоляции с помощью мегаомметра на 2,5 кВ.

5.4 Подъем и перемещение ограничителя проводится только за верхний (или, одновременно верхний и нижний фланцы). Желательно, чтобы при перемещении аппарат находился в вертикальном положении.

ВНИМАНИЕ!

Не допускается поднимать ограничитель за ребра крышки. Необходимо полностью исключить механические воздействия на ограничитель (соприкосновения изоляции с колющими и режущими предметами, воздействие ударных нагрузок на аппарат в целом и т.п.).

5.5 Аппарат собирается согласно приложению 1 и закрепляется болтами М8 с помощью кронштейна. К фланцам присоединяются проводники. На контактных поверхностях ошеровки и крепежных изделий не должно быть следов коррозии и краски. Момент затяжки болтов при подсоединении фазного и заземляющего проводников к МОПН должен составлять не более 25 ± 5 Нм. С целью обеспечения надежного контактного соединения между МОПН и токопроводящими шинами, в резьбовом соединении должны использоваться пружинные шайбы.

5.6 Рекомендуется подключать ограничители к сети:

- для класса напряжений 6-10 кВ гибким неизолированным проводом сечением не менее 16 мм²;

5.7 При осмотре ограничителей после монтажа необходимо проверить правильность и надежность электрических соединений.

6 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1 Перед вводом в эксплуатацию и в процессе эксплуатации ограничители должны подвергаться профилактическим осмотрам.

6.2 Профилактические осмотры ограничителей необходимо проводить:

- перед монтажом;
- не реже одного раза в 6 месяцев.

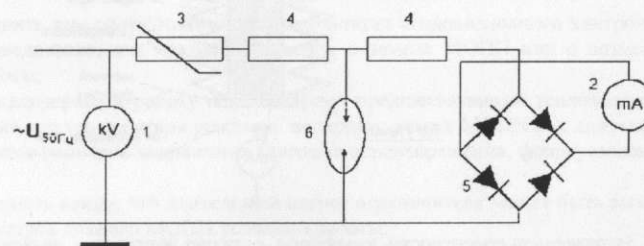
6.3 При профилактических осмотрах необходимо проверять отсутствие повреждений изоляционной крышки и фланцев. В случае наличия повреждений (трещин, разрывов) необходимо снять изделие с эксплуатации.

6.4 В процессе эксплуатации ограничители перенапряжений должны подвергаться профилактическим испытаниям не реже одного раза в год перед грозовым сезоном в соответствии с п. 21 РД 34.45-51.300-97 "Объем и нормы испытаний электрооборудования"

6.5 Профилактические испытания состоят в измерении тока проводимости и выполняются с отключением аппарата от сети.

Ток проводимости ограничителей измеряют с помощью миллиамперметра постоянного (типовая схема измерения тока проводимости с отключением ограничителя от сети приведена на

рисунке 3) или переменного тока. Результаты измерений должны фиксироваться в рабочих журналах.



1. киловольтметр (например типа Э196);
2. миллиамперметр постоянного тока класса точности 0,5 (может быть использован микроамперметр типа М253);
3. испытуемый ограничитель;
4. резисторы типа МЛТ-2-15 кОм;
5. диодный мост, рассчитанный на ток 10 мА (например, на диодах Д217 или Д218 или Д219А);
6. разрядник типа Р350.

Рисунок 3 - Схема для измерения тока проводимости при отключении ограничителя от сети

Поскольку ток проводимости зависит от температуры окружающего воздуха и значения напряжения, результаты измерений следует приводить к нормальным условиям ($T=20^{\circ}\text{C}$) по следующей формуле:

$$I_n = \frac{I}{1 + 0,0018(T - 20^{\circ})} \times \frac{U_{нр}}{U_{изм}}$$

где I - измеренный ток проводимости в мА действ.
 T - температура окружающего воздуха при выполнении измерений, $^{\circ}\text{C}$.
 $U_{изм}$ - напряжение в момент измерений, действ., кВ.
 Значение тока I_n заносят в рабочий журнал.

При проведении профилактических испытаний внешняя изоляционная поверхность должна быть чистой и сухой.

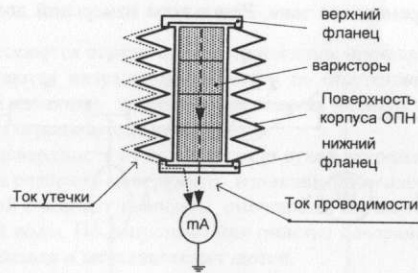
Ограничитель признается годным к эксплуатации, если значение тока не превышает предельное значение тока проводимости аппарата, равное 1мА. Если при проведении профилактических испытаний значение тока проводимости превосходит 1мА, ограничитель следует снять с эксплуатации и связаться с изготовителем для определения возможности его дальнейшего использования.

ВНИМАНИЕ!

При периодических испытаниях изоляции оборудования подстанций повышенным напряжением МОПН должны быть отключены.

ВНИМАНИЕ!

Из приведенного эскиза видно, что любой регистрирующий прибор, подключенный к нижнему заземляемому фланцу МОПН, будет показывать сумму тока проводимости (через колонку варисторов) и тока утечки (по поверхности корпуса МОПН).



Загрязненная поверхность изолятора, если она увлажнена, является проводником, причем нелинейным, а ток утечки по этой поверхности при неблагоприятном стечении обстоятельств может составлять миллиамперы, т.е. применительно к МОПН будет сравним или даже превосходить ток проводимости через колонку варисторов.

Приведенное в настоящем Руководстве предельное значение 1 мА тока в цепи заземления МОПН относится только к величине тока проводимости через варисторы. Суммарное значение тока проводимости и тока утечки, превышающее это значение, не является браковочным показателем!

При испытаниях от стороннего источника напряжения, перед проведением профилактических испытаний, внешняя изоляционная поверхность МОПН должна быть очищена от грязи и высушена, чтобы избежать влияния тока утечки на результаты измерений.

7 ТЕПЛОВИЗИОННЫЙ КОНТРОЛЬ МОПН В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Тепловизионный контроль МОПН является дополнительным по отношению к контролю тока проводимости.

При тепловизионном контроле фиксируются значения температуры по высоте и периметру крышки элемента МОПН, а также зоны с локальными нагревами.

Оценка состояния ограничителей и элементов ограничителей осуществляется путем пофазного сравнения измеренных температур (избыточная температура). Под избыточной температурой понимается превышение измеренной температуры контролируемого МОПН или элемента МОПН над температурой аналогичных МОПН или элементов МОПН других фаз, находящихся в одинаковых условиях.

Допускается избыточная температура до 5°C.

При избыточной температуре 5-10°C следует произвести осмотр МОПН на наличие внешних повреждений и провести измерение тока проводимости во время планового ремонта.

При избыточной температуре 10-30°C следует:

- 1) произвести осмотр МОПН на наличие внешних повреждений и загрязнений;
- 2) измерить ток проводимости. При невозможности измерения тока проводимости следует провести повторный тепловизионный контроль, но не ранее чем через 24 часа;
- 3) в случае если при повторном тепловизионном контроле, проведенном через 24 часа, избыточная температура МОПН будет более 10°C необходимо связаться с заводом-изготовителем для принятия совместного решения о возможности его дальнейшей эксплуатации, т.к. временный нагрев одной из фаз может быть вызван прохождением через МОПН импульсного тока.

При избыточной температуре более 30°C следует:

- 1) отключить МОПН от сети;
- 2) произвести осмотр МОПН на наличие внешних повреждений;

3) измерить ток проводимости. Если значение тока проводимости превышает указанный в паспорте предел, необходимо повторно измерить ток проводимости не раньше, чем через 24 часа;

4) сообщить заводу-изготовителю о результатах тепловизионного контроля и о изменении тока проводимости для принятия решения о замене МОПН или о возможности его дальнейшей работы;

5) проанализировать работу сети в период предшествующий тепловизионному контролю на наличие импульсов и/или режимов, воспринимаемых МОПН как длительное превышение допустимого рабочего напряжения (дуговые перенапряжения, феррорезонансные явления и т.п.).

Следует иметь в виду, что длительный нагрев ограничителя может быть вызван несоответствием параметров данного МОПН условиям работы.

8 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

8.1 К монтажу и обслуживанию допускается персонал, изучивший настоящее руководство по эксплуатации и имеющий допуск к обслуживанию высоковольтного оборудования.

8.2 Конструкция, монтаж и эксплуатация ограничителей соответствуют требованиям ГОСТ 12.2.007.3, а также «Межотраслевым правилам по охране труда (правилам безопасности) при эксплуатации электроустановок» (ПОТ Р М-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00), «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации» (РД 34.20.501-95).

9 УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ

9.1 Ограничители упаковываются в деревянные ящики, предохраняющие их от повреждения при транспортировании и хранении. Требования к упаковке соответствуют ГОСТ 23216.

9.2 Транспортирование может осуществляться железнодорожным транспортом без перегрузок или в сочетании с автомобильным транспортом с общим числом перегрузок не более 5.

9.3 Транспортирование автомобильным транспортом может производиться с общим числом перегрузок не более 4.

- по дорогам с асфальтированным и бетонным покрытием (дороги 1 категории) на расстояние от 200 до 1000 км со скоростью 60 км/ч.

- по булыжным (дороги 2 и 3 категории) и грунтовым дорогам на расстояние до 250 км со скоростью не более 40 км/ч.

9.4 Транспортирование должно производиться при соблюдении мер предосторожности. Во время транспортирования и выполнения погрузо-разгрузочных работ необходимо обеспечить полную сохранность упаковок.

9.5 Изделия необходимо хранить в заводской упаковке или распакованные в вертикальном положении. Допускается хранить изделия при температуре окружающего воздуха не ниже -5°C и относительной влажности воздуха не более 98 % при температуре 25 °C.

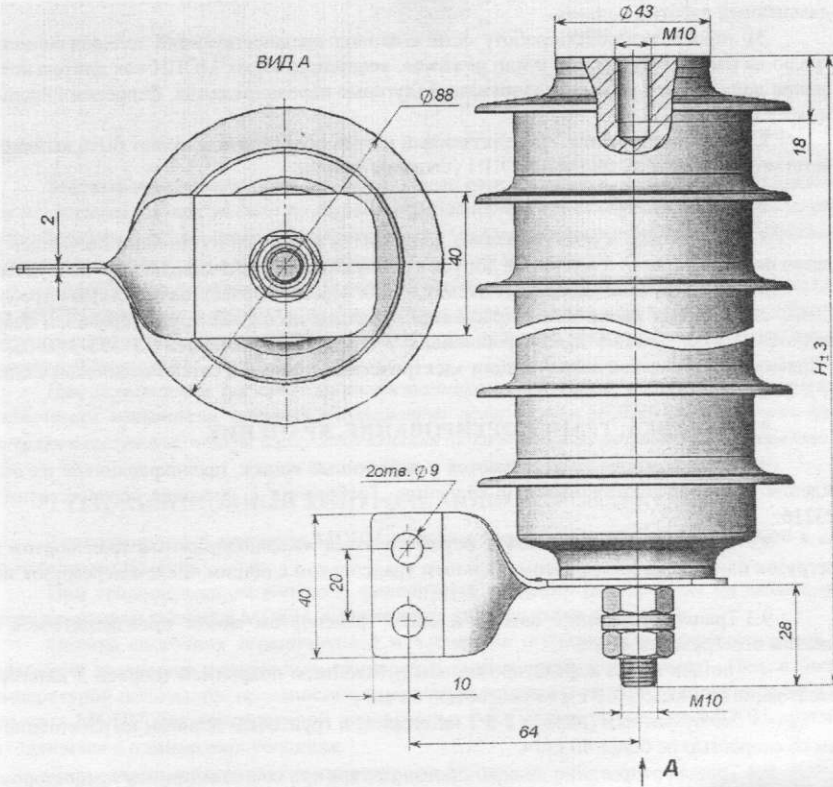
9.6 При длительном хранении (более одного года) ограничители подвергаются ежегодному осмотру в соответствии с разделом 6.3 настоящего документа.

АО «ЗАВОД ЭНЕРГОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ»

194100, Россия, г.Санкт-Петербург,
Лесной пр., дом 63, лит.А, пом.1-Н.
Тел./факс: (812)438 10 88; (812)438 10 87;
E-mail: opn@zeu.ru, <http://www.zeu.ru>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Общий вид, габаритные и присоединительные размеры МОПН
с кронштейном**



Тип ОПН	Высота H, мм	Масса, кг
МОПН-П-6 УХЛ1	170	1,4±0,1
МОПН-П-10 УХЛ1	220	2,0±0,1