НОРМАТИВЫ

ПО ЗАЩИТЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК ОТ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Свердловск, 1981

gost.e-ecolog.ru

УДК 622.012.3:621.316.9(083.75)

Утверждаю:
Зам. министра черной
металлургии СССР
В. С. Виноградов
17 июня 1980 г.

Утверждаю:
Зам. министра цветной
металлургии СССР
И. В. Глушков
17 июня 1980 г.

Утверждаю:
Зам. министра промышленности
строительных материалов
А. Я. Анпилов
20 июня 1980 г.

Утверждаю:
Зам. министра угольной
промышленности СССР
М. И. Щадов
28 августа 1980 г.

Утверждаю:
Зам. министра химической
промышленности СССР
М. М. Милютин
18 июня 1980 г.

Согласовано:
Зам. председателя
Госгортехнадзора СССР
Д. З. Левицкий
15 декабря 1980 г.

НОРМАТИВЫ

ПО ЗАЩИТЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК ОТ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Свердловск, 1981

Разработаны правила и нормативы по защите электроустановок открытых горных разработок от атмосферных перенапряжений и рекомендации по обеспечению безопасности обслуживающего персонала во время грозовых явлений.

Рассмотрены вопросы выбора, устройства, монтажа и эксплуатации средств защиты электроустановок открытых горных разработок от атмосферных перенапряжений.

Нормативы разработаны Институтом горного дела Минчермета СССР и ВостНИИ Минуглепрома СССР. В работе использованы исследования Иркутского политехнического института Минвуза РСФСР и передовой опыт предприятий горнодобывающих отраслей промышленности. Нормативы разработали: В. А. Голубев, В. О. Жидков, Ю. М. Клесров, И. С. Лазовер, Л. И. Лотов, П. П. Мирошкин, Н. М. Тицкая, Г. И. Чумаков.

© Институт горного дела МЧМ СССР, 1981 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3
2. Характеристики грозовой активности и критерии грозовой поражаемости 4
3. Обеспечение электробезопасности людей при грозовых явлениях . 7
4 Правила и нормативы защиты от атмосферных перенапряжений электрических распределительных сетей 8
5 Правила и нормативы защиты от атмосферных перенапряжений передвижных трансформаторных подстанций и распределительных устройств 10
6. Правила и нормативы защиты вращающихся электрических машин 15
7. Правила и нормы устройства заземлений для средств защиты электроустановок от атмосферных перенапряжений 18
8. Выбор средств защиты электроустановок от атмосферных перенапряжений 24
9. Монтаж и установка средств защиты от атмосферных перенапряжений 28
10. Эксплуатация средств защиты от атмосферных перенапряжений 33

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. 1. Настоящие «Нормативы по защите электроустановок открытых горных разработок от атмосферных перенапряжений» распространяются на действующие и вновь проектируемые электроустановки открытых горных разработок утвердивших их министерств и ведомств.

1. 2. Защита от атмосферных перенапряжений на открытых горных разработках должна удовлетворять требованиям, предусмотренным общими разделами действующих «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» (раздел VIII) и требованиям настоящих нормативов.

1. 3. Требования настоящих нормативов распространяются:

на внутрикарьерные линии электропередачи;

на карьерные распределительные устройства и подстанции;

на электрооборудование передвижных электрифицированных горнотранспортных машин (экскаваторов, буровых станков, отвалообразователей и др.);

на электрооборудование стационарных электроустановок (насосов, землесосов, вентиляционных установок и т. д.).

1. 4. Защита от атмосферных перенапряжений сетей и подстанций, не относящихся к внутрикарьерным, а также защита стационарных карьерных распределительных устройств и подстанций с высшим напряжением 35—110 кВ осуществляется в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок» и «Руководящих указаний по защите от перенапряжений электроустановок переменного тока 3—500 кВ».

1. 5. Ответственность за общее состояние эксплуатации средств защиты от атмосферных перенапряжений в соответствии с требованиями настоящих нормативов возлагается на главного энергетика карьера (разреза) и подчиненный ему персонал в объеме их должностных инструкций.

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ И КРИТЕРИИ ГРОЗОВОЙ ПОРАЖАЕМОСТИ

2. 1. Основными характеристиками грозовой активности являются: число грозовых часов в году и число ударов молнии на 1 км² поверхности земли. В табл. 2. 1 приведены характеристики грозовой активности. В табл. 2. 2 приведена интенсивность грозовой деятельности для районов основных рудных, угольных и нерудных горнодобывающих предприятий. Для карьеров, расположенных выше 700 м над уровнем моря, данные табл. 2. 2 необходимо удваивать.

Таблица 2. 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРОЗОВОЙ АКТИВНОСТИ

Грозовая активность	Число грозовых часов в год	Число ударов молний на 1 км² поверхности земли
Слабая	Менее 10	0,5
То же	10—20	1
Умеренная	20—40	2
То же	40—60	3
Сильная	60—80	4
То же	80—100	5

Таблица 2. 2

ИНТЕНСИВНОСТЬ ГРОЗОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Горнодобывающие предприятия (производственные объединения, горно-обогатительные и горнодобывающие комбинаты, города)	Среднее число грозовых часов в год	Среднее число грозовых дней в год	Среднее число ударов молний на 1 км² в год
Министерство черной металлургии СССР			
ОЛЕНЕГОРСКИЙ, ОЛЕНЕГОРСК	16	11	1
КОВДОРСКИЙ, КОВДОР . . .	16	12	1
МИХАЙЛОВСКИЙ, ЖЕЛЕЗНОГОРСК	62	28	3
ЛЕБЕДИНСКИЙ, ГУБКИН . . .	74	35	4
СТОЙЛЕНСКИЙ, СТАРЫЙ ОСКОЛ	74	35	4
ГОКи КРИВБАССА, КРИВОЙ РОГ .	72	29	4
КАЧКАНАРСКИЙ, КАЧКАНАР . .	52	25	3
БАКАЛЬСКОЕ, БАКАЛ	43	24	3
ЗЛАТОУСТОВСКОЕ, ЗЛАТОУСТ .	46	23	3
ПЕРВОУРАЛЬСКОЕ, ПЕРВОУРАЛЬСК	42	26	3
СОКОЛОВСКО-САРБАЙСКИЙ, РУДНЫЙ	35	22	2
ЛИСАКОВСКИЙ, ЛИСАКОВСК . .	35	22	2

Горнодобывающие предприятия (производственные объединения, горно-обогатительные и горнодобывающие комбинаты, города)	Среднее число грозовых часов в год	Среднее число грозовых дней в год	Среднее число ударов молний на 1 км² в год
ОРДЖОНИКИДЗЕВСКИЙ, ОРДЖОНИКИДЗЕ	72	29	4
ДНЕПРОВСКИЙ, КОМСОМОЛЬСК	58	26	3
КАЧАРСКИЙ, КАЧАР	35	22	2
КОРШУНОВСКИЙ, ЖЕЛЕЗНОГОРСК-ИЛИМСКИЙ	23	15	2
КАМЫШ-БУРУНСКИЙ, КЕРЧЬ	45	19	3
НИЖНЕТАГИЛЬСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ, НИЖНИЙ ТАГИЛ	58	29	4
МАГНИТОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ, МАГНИТОГОРСК	46	27	3
КУЗНЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ, НОВОКУЗНЕЦК	48	29	3
Министерство угольной промышленности СССР			
БАШКИРУГОЛЬ, КУМЕРТАУ	38	25	2
ВАХРУШЕВУГОЛЬ, КАРПИНСК	38	25	2
ВОСТСИБУГОЛЬ, ИРКУТСК	20	15	2
ГРУЗУГОЛЬ, КУТАИСИ	80	33	5
ДАЛЬВОСТУГОЛЬ, РАИЧИХИНСК	41	23	3
КИЗЕЛУГОЛЬ, КИЗЕЛ	41	23	3
КАРАГАНДАУГОЛЬ, КАРАГАНДА	42	21	3
КРАСНОЯРСКУГОЛЬ, КРАСНОЯРСК	34	23	2
КЕМЕРОВОУГОЛЬ, КЕМЕРОВО	48	29	3
НОВОМОСКОВСКУГОЛЬ, НОВОМОСКОВСК	74	32	4
ПРИМОРСКУГОЛЬ, ВЛАДИВОСТОК	12	8	1
РОСТОВУГОЛЬ, ШАХТЫ	40	24	3
СРЕДАЗУГОЛЬ, ТАШКЕНТ	25	26	2
ТУЛАУГОЛЬ, ТУЛА	74	32	4
ЧЕЛЯБИНСКУГОЛЬ, ЧЕЛЯБИНСК	35	23	2
ЭКИБАСТУЗУГОЛЬ, ЭКИБАСТУЗ	33	18	2
ЮЖКУЗБАССУГОЛЬ, НОВОКУЗНЕЦК	48	29	3
СЕВЕРОВОСТОКУГОЛЬ, МАГАДАН	1,5	1,3	0,5
ЯКУТУГОЛЬ, ЯКУТСК	16	13	1

Горнодобывающие предприятия (производственные объединения, горно-обогатительные и горнодобывающие комбинаты, города)	Среднее число грозовых часов в год	Среднее число грозовых дней в год	Среднее число ударов молний на 1 км² в год
Министерство цветной металлургии СССР			
БАЛХАШСКИЙ, БАЛХАШ . . .	34	19	3
СИБАЙСКИЙ, СИБАЙ	49	27	3
ПЕЧЕНГАНИКЕЛЬ, ЗАПОЛЯРНЫЙ	15	11	1
НОРИЛЬСКИЙ, НОРИЛЬСК . .	10	6	1
ГАЙСКИЙ, МЕДНОГОРСК . .	44	26	2
АЛМАЛЫКСКИЙ, АЛМАЛЫК . .	25	24	2
ДЖЕЗКАЗГАНСКИЙ, ДЖЕЗКАЗГАН	42	23	3
Министерство промстройматериалов СССР			
УРАЛАСБЕСТ, АСБЕСТ . . .	43	25	3
КУСТАНАЙАСБЕСТ, ДЖЕТЫГАРА .	36	22	2
ТУВААСБЕСТ, АК-ДАВУРАК . .	58	32	3
КИЕМБАЙАСБЕСТ, КИЕМБАЙ . .	48	30	3
Министерство химической промышленности СССР			
АПАТИТ, КИРОВСК	15	12	1
ФОСФОРИТ, КИНГИСЕПП . . .	27	16	2

2. 2. Основным критерием грозовой поражаемости объектов является среднее число прямых ударов молнии в рассматриваемый объект. Прямой удар молнии является наиболее опасным видом грозового воздействия и вызывает перекрытие и пробой изоляции. Число ударов молнии в год в линию электропередачи определяется по формуле

$$N = 6nh_{ср}l \cdot 10^{-6}, \qquad (2.1)$$

где n — среднегодовое число ударов молнии на 1 км² земной поверхности в данной местности;

$h_{ср}$ — средняя высота подвеса верхнего провода линии, м;

l — длина линии, км.

Число ударов молнии в год в горнотранспортные машины и электроустановки определяется формулой

$$N = (S + 6h_0)(L + 6h_0)n \cdot 10^{-6}, \qquad (2.2)$$

где L, S, h_0 — соответственно, длина, ширина и высота объекта, м;

n — среднее число ударов молнии на 1 км² поверхности земли для данного района.

2. 3. Атмосферные перенапряжения в электроустановках появляются при прямых ударах молнии, но значительно чаще возникают в виде индуктированных перенапряжений, вызванных близки-

ми разрядами молнии (вследствие электростатической и электромагнитной индукции).

Величина индуктированных перенапряжений в воздушных ЛЭП определяется выражением

$$U_{\text{инд}} = 25 \frac{I_m h_{\text{ср}}}{b} \text{ В}, \qquad (2.3)$$

где $h_{\text{ср}}$ — средняя высота подвеса верхнего провода, м;

b — расстояние от воздушной ЛЭП до места удара молнии, м;

I_m — амплитуда тока молнии, кА.

2. 4. Основным критерием грозоупорности подстанций и передвижных электрифицированных горнотранспортных машин является число лет между появлениями двух последовательных перенапряжений, превышающих испытательное напряжение изоляции основного электрооборудования.

Показатель грозоупорности равен:

$$M = \frac{1}{m}, \qquad (2.4)$$

где m — число случаев возникновения опасных атмосферных перенапряжений на оборудовании объекта в год.

2. 5. Максимальное значение тока молнии, при котором грозовой разряд еще не вызывает перекрытия изоляции, называется уровнем грозоупорности электроустановки. Этот уровень не нормируется и служит только для сравнительной оценки.

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ ПРИ ГРОЗОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ

3. 1. Источниками повышенной опасности для людей при обслуживании и ремонте электроустановок во время грозовых разрядов являются:

импульсные напряжения прикосновения, возникающие на корпусах передвижного и стационарного оборудования, магистральных заземляющих проводах, заземлителях средств защиты от атмосферных перенапряжений, электросетевых устройствах, вызванные близкими разрядами молнии;

импульсные шаговые напряжения, возникающие на значительных площадях при ударах молнии в горнотранспортные машины или непосредственно в грунт.

3. 2 Для обеспечения безопасности людей во время грозы запрещается выполнение работ:

на воздушных и кабельных линиях электропередачи;

на линиях связи и телемеханики;

на контактных сетях и рельсовых путях электрифицированного и неэлектрифицированного железнодорожного транспорта;

на вводах и коммутационной аппаратуре закрытых распределительных устройств, непосредственно присоединенной к воздушным линиям;

на заземляющих устройствах и на расстоянии менее 100 м от них;

на стрелах экскаваторов, копрах буровых станков и на расстоянии ближе 100 м от них;

на электрооборудовании экскаваторов и буровых станков (ремонтные работы);

размотка и переноска кабелей;

электросварочные работы;

работы с гидромониторами при ручном (недистанционном) управлении ими.

3. 3. Работа горнотранспортных машин во время грозы разрешается при наличии защиты от атмосферных перенапряжений в соответствии с разделом 6 настоящих нормативов.

При этом выход экипажа из горнотранспортных машин запрещается.

3. 4. Выполнение требований по ограничению работ обеспечивает безопасность людей при условии достаточной заблаговременности получения информации о приближении грозы, и возможности принятия мер к отводу людей из опасной зоны.

Информация о грозовой опасности должна немедленно передаваться диспетчером к местам работы по каналам внутрикарьерной связи. Горные участки должны быть оборудованы эффективными средствами оповещения всех работающих о наступлении грозовой опасности.

3. 5. При отсутствии средств защиты в объеме, предусмотренном в разделе 6, передвижные электроустановки должны быть отключены. Работа экскаваторов и буровых станков прекращается по указанию горного диспетчера или начальников смен (мастеров) и участков.

Отключение экскаваторов на приключательном пункте, а буровых станков коммутационными аппаратами 0,4 кВ в КТП производят их экипажи, остающиеся на них до прохождения грозового фронта.

3. 6. Временно, до освоения отечественной промышленностью выпуска сигнализаторов грозовой опасности (СГО), начало и окончание грозы определяется диспетчером карьера в соответствии с грозовой обстановкой.

4. ПРАВИЛА И НОРМАТИВЫ ЗАЩИТЫ ОТ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

4. 1. Требования данного раздела распространяются на воздушные (ВЛ) и кабельные (КЛ) линии электропередачи карьеров.

4. 2. Для стационарных ВЛ карьеров (разрезов) защита от атмосферных перенапряжений в местах с ослабленной изоляцией должна быть выполнена:

а) в районах со слабой и умеренной грозовой активностью:

переходов воздушная линия — кабель;

пересечений с другой электрической линией либо с линиями связи;

б) в районах с сильной грозовой активностью, кроме вышеуказанных мест ослабления изоляции:

линейных разъединителей;

места перехода с опор одного типа (деревянных) на опоры другого типа (металлические, железобетонные).

4. 3. Для передвижных ВЛ защиту от атмосферных перенапряжений следует выполнять исходя из срока службы (или срока между передвижками) линии: при сроке службы более двух лет — как для стационарных ВЛ; менее двух лет — согласно п. 4. 7.

4. 4. Защита карьерных стационарных и передвижных ВЛ напряжением 6—35 кВ от прямых ударов молнии не требуется.

4. 5. Места перехода с ВЛ на кабельную линию должны защищаться одним комплектом трубчатых разрядников, устанавливаемых на опоре перехода. Кабельные вставки должны быть защищены с обеих сторон трубчатыми разрядниками.

4. 6. Места перехода с деревянных опор на железобетонные и металлические должны быть защищены трубчатыми разрядниками, устанавливаемыми на первых железобетонных или металлических опорах.

4. 7. При пересечениях между собой ВЛ на деревянных опорах должны устанавливаться трубчатые разрядники. Если расстояние от места пересечения до ближайшей опоры не превышает 40 м, то трубчатые разрядники устанавливаются только на этой опоре.

Не требуется установка трубчатых разрядников при расстояниях между проводами не менее:

при пересечениях между собой передвижных линий 6 — 10 кВ и ниже — 2 м;

при пересечениях между собой линий напряжением 20 кВ и ниже — 4 м;

при пересечениях линий 20 кВ и ниже с линиями 35 кВ и 110 кВ — 5 м;

при пересечениях линий 20 кВ и ниже с линиями 150 кВ и 220 кВ — 6 м;

при пересечениях линий 20 кВ и ниже с линиями связи и телемеханики — 4 м.

4. 8. На деревянных опорах ВЛ, ограничивающих пролет пересечения с линиями связи и сигнализации, должны устанавливаться трубчатые разрядники, если расстояние по вертикали между ними менее 4 м.

4. 9. Разъединители на ВЛ должны защищаться со стороны источника питания комплектом трубчатых разрядников. На лини-

ях с двусторонним питанием разъединитель должен быть защищен с обеих сторон трубчатыми разрядниками.

4. 10. В передвижных электрических распределительных сетях установки защитных промежутков не допускается.

4. 11. Для защиты от атмосферных перенапряжений на стационарных и передвижных контактных и питающих сетях должны предусматриваться вентильные и трубчатые разрядники.

4. 12. На тяговых сетях постоянного тока вентильные разрядники должны устанавливаться:

а) на стационарных контактных сетях — на каждой преданкерной опоре, или на опорах, расположенных не далее трех пролетов от анкеровок. На станциях и разъездах допускается осуществлять защиту одним разрядником нескольких анкерных участков ,находящихся в пределах каждого секционированного участка;

б) в местах перехода со стационарной контактной сети на анкерной опоре передвижной сети.

4. 13. На контактной сети переменного тока разрядники должны быть установлены:

а) в горловинах станций, не далее одного пролета от воздушных промежутков и линейных разъединителей со стороны перегона;

б) в конце консольных участков стационарной и передвижной контактной сети;

в) на питающих линиях — в местах присоединения контактной сети.

5. ПРАВИЛА И НОРМАТИВЫ ЗАЩИТЫ ОТ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ПЕРЕДВИЖНЫХ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

5. 1. Требования данного параграфа распространяются на передвижные трансформаторные подстанции и распределительные устройства.

5. 2. Открытые распределительные устройства (ОРУ) и передвижные трансформаторные подстанции (ПКТП) напряжением 35/6-10 кВ с трансформаторами единичной мощностью 1600 кВА и более в районах с числом грозовых часов в году более 20 должны иметь защиту от прямых ударов молнии.

5. 3. Защита от прямых ударов молнии не требуется для передвижных подстанций напряжением 35/6-10 кВ с трансформаторами единичной мощностью менее 1600 кВА независимо от числа грозовых часов в году, а также для всех ОРУ и подстанций напряжением 35/6-10 кВ в районах с числом грозовых часов в году не более 20.

5. 4. Защита передвижных подстанций 35/6-10 кВ от волн перенапряжений, набегающих с линий, со стороны высшего напряжения должна осуществляться по схемам, приведенным на рис. 5. 1.

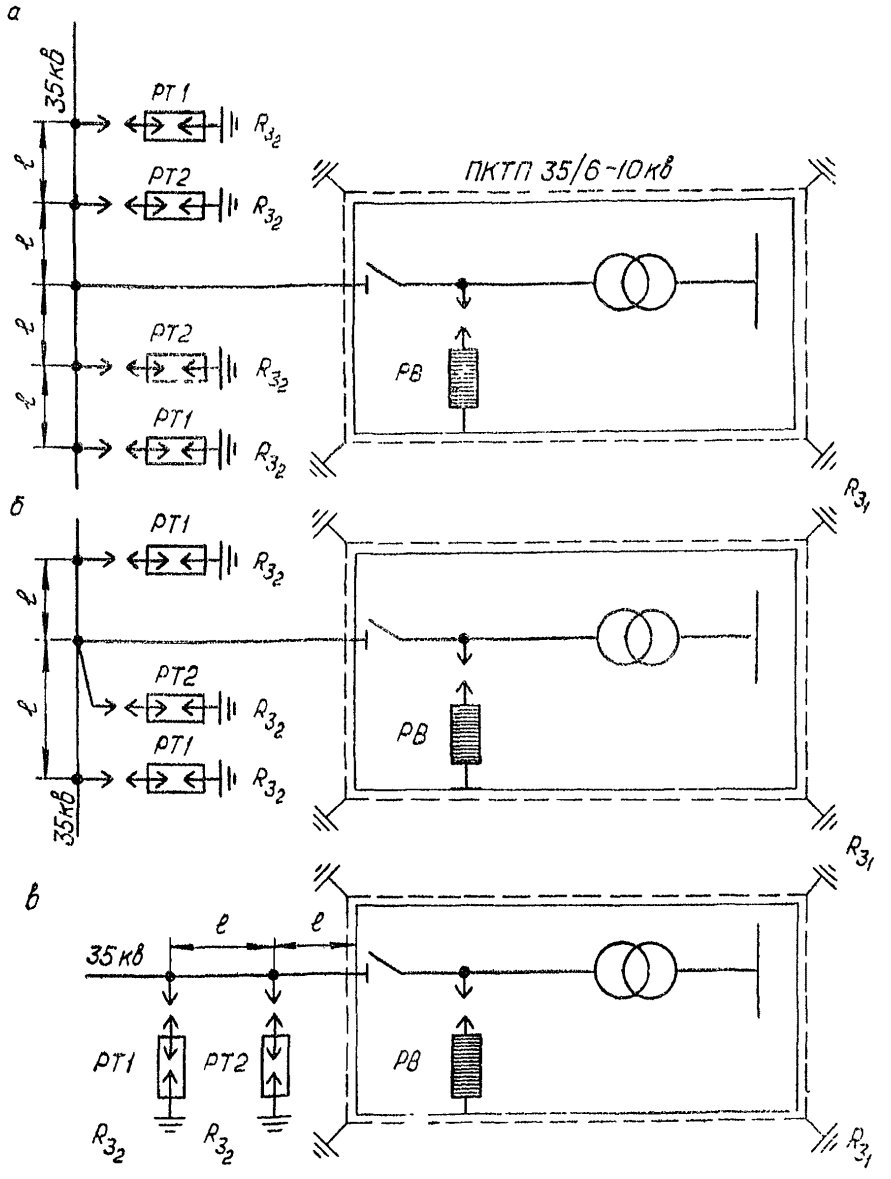


Рис. 5. 1. Схемы защиты со стороны высшего напряжения передвижных карьерных подстанций 35/6-10 кВ;

$R_{З1}$ — сопротивление защитного заземления подстанции (не более 4 Ом); $R_{З2}$ — сопротивление заземления трубчатых разрядников в соответствии с табл. 8. 1.; l — расстояние, равное 150—200 м.

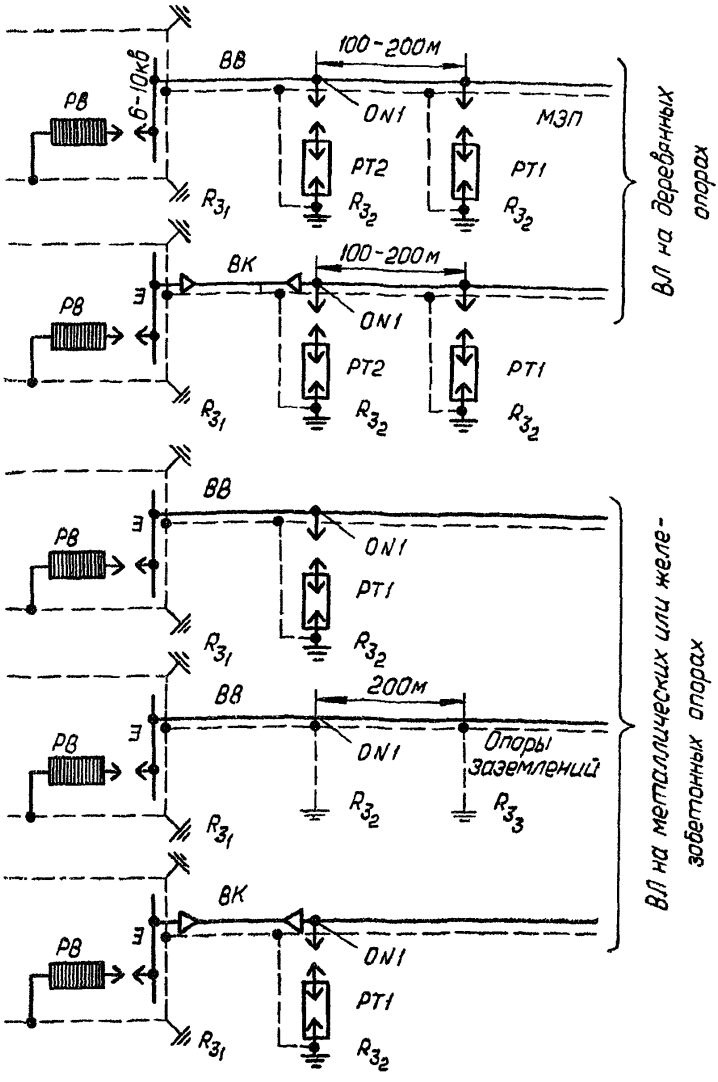


Рис 5. 2. Схема защиты со стороны низшего напряжения передвижных-карьерных подстанций 35/6-10 кВ и передвижных распредустройств напряжением 6-10 кВ;

$R_{З1}$ — сопротивление защитного заземления подстанции (не более 4 Ом); $R_{З2}$ — сопротивление заземления трубчатых разрядников, принимаемое в соответствии с табл. 8 1; $R_З$ — сопротивление заземления опор (не более 10 Ом); **ВВ** — первая опора (портал) от подстанции или РП; **МЗП** — магистральный заземляющий провод.

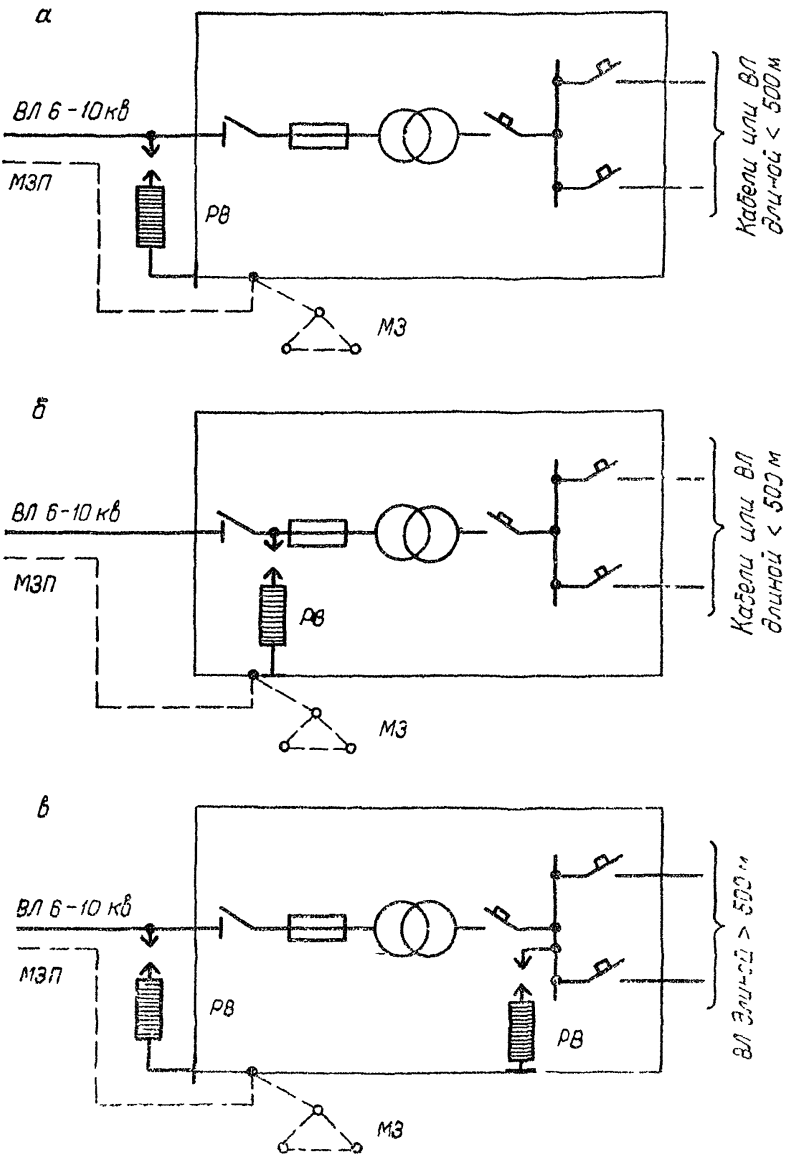


Рис 5. 3. Схемы защиты передвижных карьерных подстанций 6—10/0,4— — 0,23 кВ:
МЗП — магистральный заземляющий проводник общекарьерной сети заземления; **МЗ** — местный заземлитель.

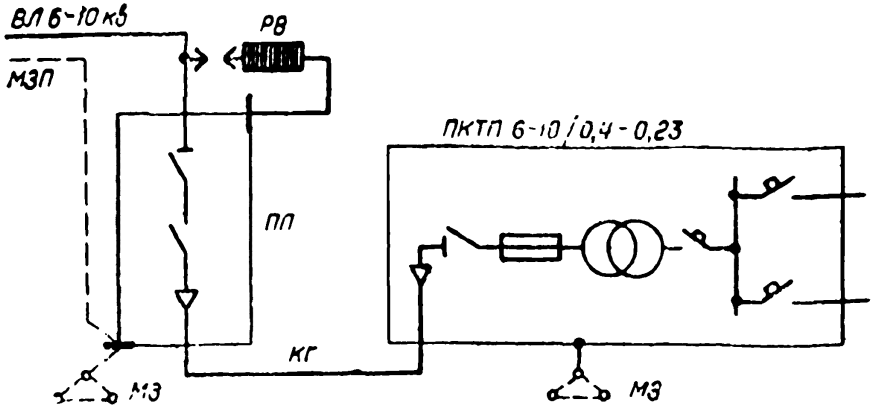


Рис. 5. 4. Схема защиты передвижной карьерной подстанции 6—10/0,4—0,23 кВ, подключаемой к ВЛ 6—10 кВ через приключательный пункт: КГ — гибкая кабельная перемычка длиной до 100 м; ПП — приключательный пункт.

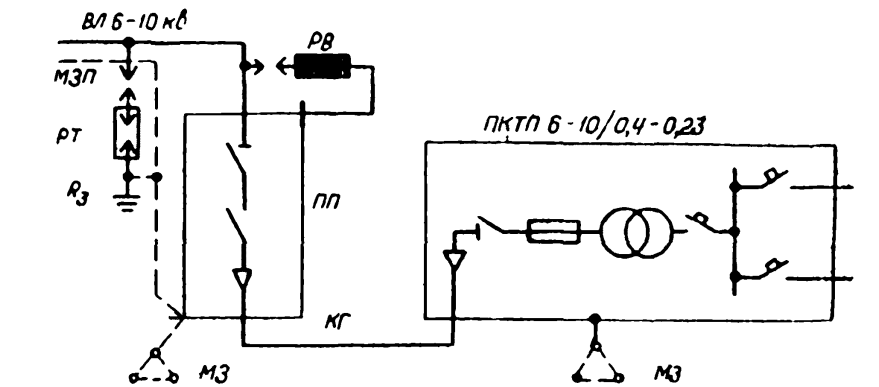


Рис. 5. Б. Схема защиты передвижной подстанции 6—10/0,4—0,23 кВ с ослабленной импульсной прочностью изоляции трансформатора: РВ — разрядник вентильный; РТ — разрядник трубчатый; $R_з$ — сопротивление заземлений разрядников.

5. 5. Защита отходящих линий напряжением 6—10 кВ от передвижных подстанций 35/6-10 кВ, а также передвижных распределительных пунктов и разделительных подстанций напряжением 6—10 кВ с питающими и отходящими воздушными линиями, должна осуществляться по схемам, приведенным на рис. 5. 2. Если воздушные линии выполнены на металлических или железобетонных опорах, установка трубчатых разрядников (комплектов РТ1 и РТ2) не требуется. При этом опоры на подходе к подстанции должны быть заземлены с сопротивлением не более приведенных в п. 7. 2.

5. 6. Защита передвижных комплектных трансформаторных подстанций напряжением 6-10/0,23-0,4 кВ при мощности трансформатора 630 кВА и менее должна осуществляться со стороны высшего напряжения установкой комплекта вентильных разрядников на вводе подстанции или на сборке у трансформатора (до предохранителей) (рис. 5. 3.). При этом замена вентильных разрядников на трубчатые не допускается.

Защита трансформаторных подстанций 6-10/0,23-0,4 кВ, работающих на отходящие воздушные линии длиной более 500 м и имеющие изолированную нейтраль со стороны низшего напряжения, должна выполняться установкой низковольтных вентильных разрядников, присоединенных к шинам РУ соответствующего напряжения (рис. 5. 3, в).

5. 7. Защита передвижных подстанций напряжением 6-10/0,23-0,4 кВ не требуется, если они к воздушным линиям подключены через промежуточные приключательные пункты, оборудованные вентильными разрядниками (рис. 5.4).

В случаях применения рудничных подстанций ТСШВП и ТКШВП и других с пониженной импульсной прочностью изоляции трансформаторов защиту выполнять согласно схеме по рис. 5.5.

6. ПРАВИЛА И НОРМАТИВЫ ЗАЩИТЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

6. 1. Требования данного раздела распространяются на электроустановки, работающие (не отключаемые) во время грозы.

6. 2. Защита от атмосферных перенапряжений для электрифицированных агрегатов, отключаемых во время грозы, не требуется.

6. 3. Защита экскаваторов, не отключаемых во время грозы от атмосферных перенапряжений, питающихся по гибким кабелям, должна выполняться по следующим схемам:

а) одноковшовых экскаваторов с емкостью ковша 13 м³ и более, роторных комплексов, многоковшовых экскаваторов, отвалообразователей и транспортно-отвальных мостов — комплектом вентильных разрядников, установленных в приключательном пункте (рис. 6. 1, а);

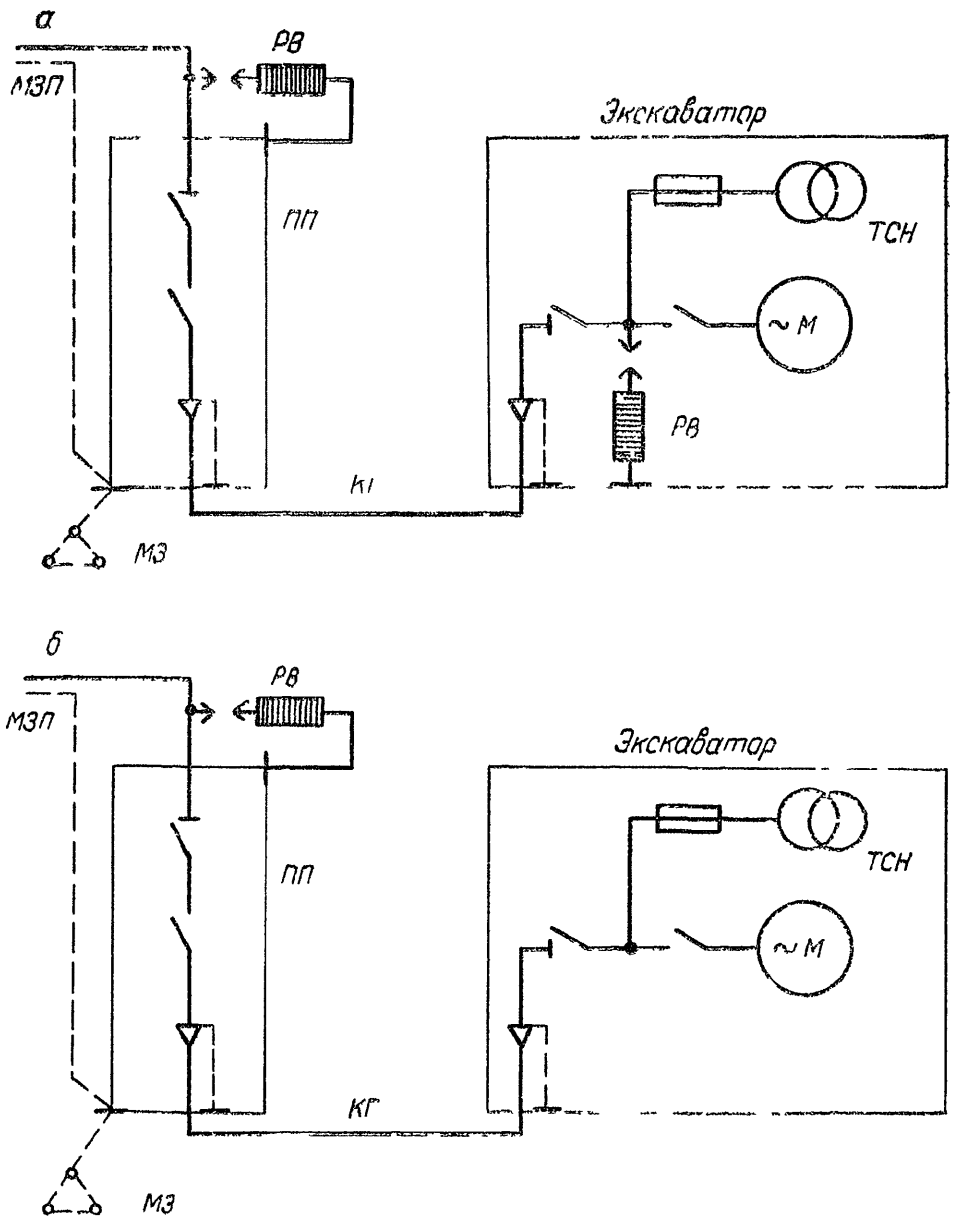


Рис. 6 1. Схема защиты одноковшовых карьерных экскаваторов:
а) с емкостью ковша, равной или превышающей 13 м³, б) с емкостью ковша менее 13 м³.

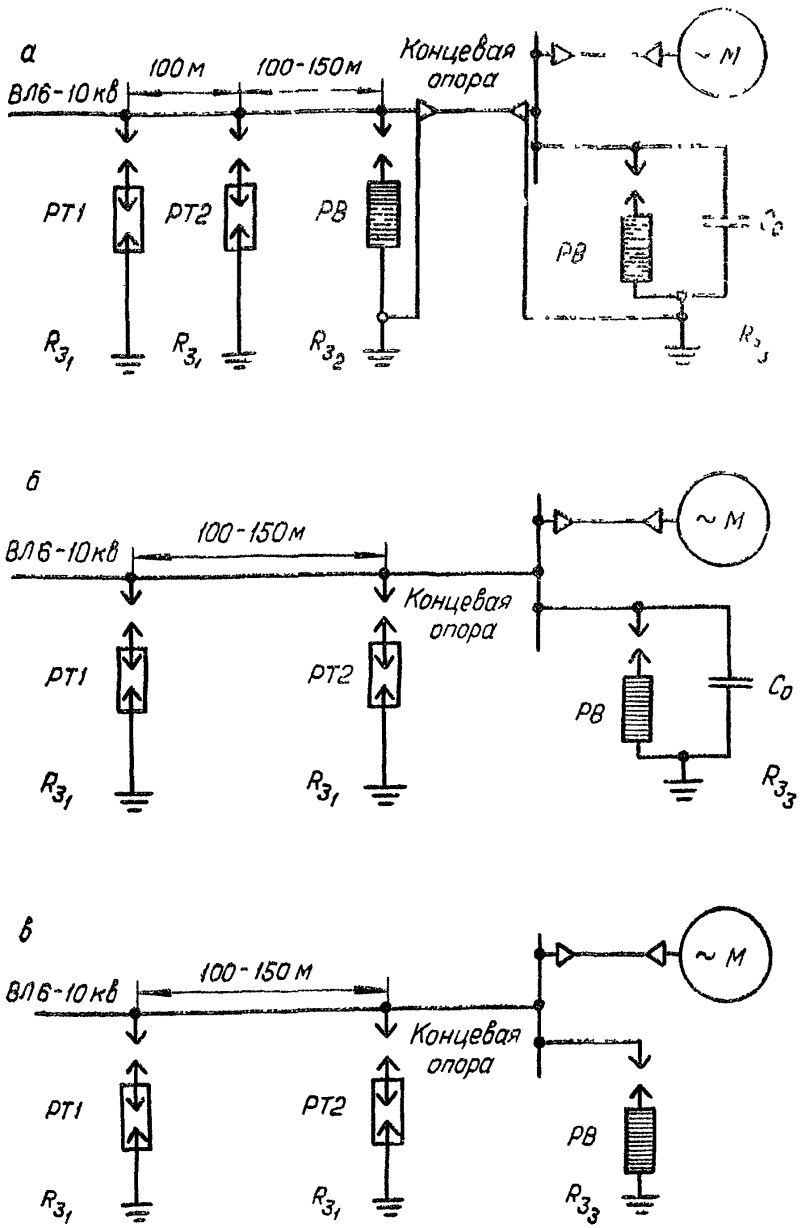


Рис. 6. 2 Схемы защиты вращающихся электрических машин, присоединенных к ВЛ 6—10 кВ непосредственно или через короткие (до 50 м) кабельные вставки.

$R_{З1}$ — $R_{З2}$ — сопротивление заземления трубчатых и вентильных разрядников; $R_{З3}$ — сопротивление заземления вентильных разрядников (не более 4 Ом); C_0 — защитная емкость (0,5 мкФ/фазу).

б) одноковшовых экскаваторов с емкостью ковша менее 13 м³ — комплектом вентильных разрядников, установленных в приключательном пункте (рис. 6.1, б).

6. 4. Защита вращающихся электрических машин (насосов и землесосов, установок гидромеханизации, насосов водоотливных установок и т. п.), присоединенных к воздушным линиям напряжением 6 — 10 кВ непосредственно или через короткие (до 50 м) кабельные вставки, должна осуществляться с учетом грозовой активности и мощности двигателей (рис. 6. 2).

6. 5. В районах с сильной грозовой активностью при единичной или суммарной мощности двигателей более 1000 кВт (подключенных от одних шин РУ в одном месте и одновременно работающих) целесообразно осуществлять защиту согласно рис. 6. 2, а.

6. 6. В районах с сильной грозовой активностью, но при суммарной мощности двигателей менее 1000 кВт, а также в районах с умеренной и слабой грозовой активностью и суммарной мощностью двигателей 3000 кВт и более рекомендуется выполнять защиту по упрощенной схеме (рис. 6. 2, б).

6. 7. В районах с умеренной и слабой грозовой активностью при суммарной мощности двигателей менее 3000 кВт защита может выполняться без установки защитных емкостей (рис. 6. 2, в).

6. 8. Двигатели напряжением до 1000 В, присоединенные непосредственно к ВЛ, специальной защиты не требуют, если длина ВЛ, питающей двигатели, не превышает 500 м. При длине питающей ВЛ более 500 м на концевой опоре необходима установка искрового разрядника с зазором 7—10 мм.

7. ПРАВИЛА И НОРМЫ УСТРОЙСТВА ЗАЗЕМЛЕНИЙ ДЛЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ОТ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

7. 1. Сопротивления заземляющих устройств средств защиты стационарных электроустановок и распределительных сетей напряжением 6—35 кВ, при измерении в летних условиях токами промышленной частоты не должны превышать значений, приведенных в табл. 7. 1.

Таблица 7. 1

СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ РАЗРЯДНИКОВ И ЗАЩИТНЫХ ПРОМЕЖУТКОВ

Удельное сопротивление грунта, Ом м	Сопротивление заземляющего устройства, Ом	
	для трубчатых разрядников и защитных промежутков	для вентильных разрядников
Менее 10	5	4
10—100	10	10
100—500	15	10
500—1000	20	15
Более 1000	30	15

При освоении аппаратуры для измерения импульсных сопротивлений заземлителей нормы данной таблицы будут пересмотрены.

7. 2. Сопротивление заземления металлических и железобетонных опор на подходе к подстанциям и распредпунктам на напряжение 6—10 кВ и при отсутствии трубчатых разрядников на них не должно превышать 10 Ом (см. рис. 5. 2).

7. 3. Сопротивления заземляющих устройств средств защиты передвижных электроустановок (экскаваторов, буровых станков и т. п.) должно быть при удельном сопротивлении грунта ρ до 10 Ом.м — не более 4 Ом, а при ρ, равном от 10 до 200 Ом.м, — не более 0,3 ρ .

Если в местах заложения заземлителей сопротивление грунтов $\rho > 200$ Ом.м допускается подключение средств защиты к магистральному проводу общекарьерной сети заземления без устройства местных заземлителей при условии устройства в местах перехода передвижных линий на стационарные заземлители с сопротивлением, регламентируемым табл. 7. 1.

7. 4. Заземление средств защиты передвижных электроустановок, находящихся в рабочей зоне карьера, в том числе и разрядников, установленных на приключательных пунктах и ПКТП при удельном сопротивлении грунта до 200 Ом.м должно осуществляться на местные заземлители защищаемого оборудования, присоединенные к магистральному проводу общекарьерной сети заземления.

7. 5. На подходах к подстанциям и РУ допускается присоединение заземлителей трубчатых разрядников к магистральному заземляющему проводу, если он проходит по опорам, на которых установлены разрядники (см. рис. 6. 2).

7. 6. Сечение каждого из заземляющих спусков на опоре ВЛ должно быть не менее 35 мм^2, а для однопроволочных — диаметр не менее 10 мм. Допускается применение стальных оцинкованных однопроволочных спусков диаметром не менее 6 мм.

На ВЛ с деревянными опорами рекомендуется болтовое соединение заземляющих спусков; на металлических и железобетонных опорах соединение заземляющих спусков может быть выполнено как сварным, так и болтовым.

7. 7. Заземлители ВЛ должны находиться на глубине не менее 0,5 м, а в рыхлой земле — на глубине 1 м. В случае установки опор в скальных грунтах допускается прокладка лучевых заземлителей непосредственно под разборным слоем над скальными породами при толщине слоя не менее 0,1 м.

7. 8. В схемах защиты от атмосферных перенапряжений стационарных электродвигателей, непосредственно подключенных к воздушным ЛЭП заземление разрядников рекомендуется выполнять на контур защитного заземления электроустановки.

7. 9. Сопротивление заземления искровых промежутков на опорах линий связи и сигнализации ограничивающих пролет пересечения с воздушной ЛЭП не должно превышать 30 Ом.

7. 10. Для защиты временных зданий и сооружений от атмосферных перенапряжений при питании их по воздушным линиям напряжением 220—380 В, должны быть заземлены крючья (штыри) изоляторов всех фаз и нулевого провода. Для районов с числом грозовых часов от 10 до 40 расстояние между опорами, на которых необходимо заземлять крючья, должно быть не более 200 м, а с числом грозовых часов более 40 — 100 м.

На опоре ответвления к зданию необходима установка искровых промежутков. Сопротивление заземляющих устройств в цепях искровых промежутков должно быть не более 30 Ом.

7. 11. Электрическое переходное сопротивление между электродами заземлителя и землей при протекании импульсных токов называется импульсным сопротивлением заземлителя и определяется по формуле

$$R_{и} = \alpha_{и} R_{ст}, \qquad (7.1)$$

где $R_{ст}$ — сопротивление растеканию, рассчитанное по формулам стационарного режима или измеренное при низкой частоте и малой плотности тока;

$\alpha_{и}$ — импульсный коэффициент заземлителя, зависящий от типа заземлителя, удельного сопротивления грунта, плотности тока и т. д.

Для заземлителей грозозащиты на карьерах значение импульсного коэффициента целесообразно принимать равным единице, т. е. $\alpha_{и}=1$. Это обусловлено тем, что удары молнии наиболее вероятны в карьерные сети, и токи, протекающие через разрядники или непосредственно по магистральному заземляющему проводу (МЗП) в заземлители, оказываются незначительными. При этом «искрообразование» у заземлителей, приводящее к снижению их сопротивления, маловероятно. Поэтому в дальнейшем принято $R_{и} = R_{ст}$.

7. 12. Сопротивления растеканию тока промышленной частоты (r_1) для типовых конструкций заземлителей при $\rho = 1$ Ом.м приведены в табл. 7.2.

Сопротивление этих же конструкций заземлителей для любого значения ρ может быть найдено увеличением табличных значений в ρ раз, т. е.

$$R_{и} = R_{ст} = r_1 \rho. \qquad (7.2)$$

7. 13. Исходя из местных условий могут использоваться другие конструкции заземлителей. При этом необходимо учитывать следующее:

а) во всех случаях, когда это возможно по условиям выполнения, следует проектировать заземлители из вертикально расположенных (не менее трех) электродов. Материал электродов: круг ∅ 10 — 20 мм, уголок 40×40×4 и более трубка 1¼″ и более;

б) длина электродов при забивании их вручную должна приниматься не более 2 — 2,5 м. При размещении электродов в предварительно подготовленных скважинах длина их не регламентируется;

в) расстояние между соседними электродами заземлителя необходимо принимать не менее длины электрода;

г) для электрического соединения электродов между собой в верхней части они должны быть соединены полосой размером не менее 20×5 мм, или двойной проволокой диаметром 6 — 10 мм посредством сварки либо болтового соединения. При болтовом соединении необходимо принять меры, чтобы сопротивление в месте контакта было стабильным во времени и не превышало 0,03 Ом;

Таблица 7 2

СОПРОТИВЛЕНИЯ РАСТЕКАНИЯ ТОКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ (r_1) ДЛЯ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗАЗЕМЛИТЕЛЕЙ ПРИ ρ = 1 Ом · м

Тип и конструкция заземлителя	Материал и размеры элементов заземлителя	Сопротивление заземлителя, r_1, Ом
Вертикальный стержневой Рис. 7. 1, *а*	Уголок 40×40×4 мм	
	l = 2 м	0,38
	l = 3 м	0,28
	Круглая сталь при d равном от 10 до 20 мм,	
	l = 2 м	0,24
	l = 3 м	0,17
	l = 5 м	0,14
Горизонтальный полосовой Рис. 7. 1, *б*	Полоса 4 × 40 мм:	
	l = 2 м	0,44
	l = 5 м	0,24
	l = 10 м	0,14
Горизонтальный полосовой с вводом тока в середину Рис. 7. 1, *в*	Полоса 4 × 40 мм:	
	l = 5 м	0,19
	l = 10 м	0,12
	l = 12 м	0,11
Горизонтальный трехлучевой Рис. 7. 1, *г*	Полоса 4 × 40 мм:	
	l = 6 м	0,090
	l = 12 м	0,052
Комбинированный двухстержневой Рис. 7. 1, *д*	Уголок 40 × 40 × 4 мм, полоса 4 × 40 мм:	
	C = 3 м, l = 2,5 м	0,140
	C = 3 м, l = 3 м	0,120
	C = 6 м, l = 2,5 м	0,110
	C = 6 м, l = 3 м	0,091
	Круглая сталь при d равном от 10 до 20 мм, полоса 4 × 40 мм:	
	C = 3 м, l = 2,5 м	0,15
	C = 3 м, l = 3 м	0,14
	C = 5 м, l = 2,5 м	0,12
	C = 5 м, l = 3 м	0,11

Тип и конструкция заземлителя	Материал и размеры элементов заземлителя	Сопротивление заземлителя, r_t, Ω
Комбинированный трехстержневой Рис. 7. 1, *е*	Уголок 40 × 40 × 4 мм, полоса 4 × 40 мм: **C** = 3 м, **l** = 2,5 м **C** = 6 м, **l** = 2,5 м **C** = 7 м, **l** = 3 м Круглая сталь при **d** равном от 10 до 20 мм: полоса 4 × 40 мм: **C** = 2, 5 м, **l** = 2,5 м **C** = 2, 5 м, **l** = 3 м **C** = 5 м, **l** = 2,5 м **C** = 5 м, **l** = 3 м	 0,080 0,060 0,054 0,097 0,089 0,071 0,066
Комбинированный пятистержневой Рис. 7. 1, *ж*	Уголок 40 × 40 × 4 мм, полоса 4 × 40 мм: **C** = 5 м, **l** = 2 м **C** = 5 м, **l** = 3 м **C** = 7,5 м, **l** = 2 м **C** = 7,5 м, **l** = 3 м Круглая сталь при **d** равном от 10 до 20 мм, полоса 4 × 40 мм: **C** = 5 м, **l** = 2 м **C** = 5 м, **l** = 3 м **C** = 7,5 м, **l** = 2 м **C** = 7,5 м, **l** = 3 м	 0,044 0,038 0,037 0,032 0,048 0,041 0,040 0,035
Комбинированный четырехстержневой Рис. 7. 1, *з*	Уголок 40 × 40 × 4 мм, полоса 4 × 40 мм: **C** = 8 м, **l** = 3 м	 0,043
Комбинированный кольцевой с 4 трубами и 3 лучами Рис. 7. 1, *и*	Уголок 40 × 40 × 4 мм, полоса 4 × 40 мм: **D** = 8 м, **l** = 3 м	 0.040
Горизонтальный с вводом тока в центре Рис. 7. 1, *к*	Полоса 4 × 40 мм: **D** = 4 м **D** = 6 м **D** = 8 м **D** = 10 м **D** = 12 м	 0,090 0,060 0,053 0,044 0,038

д) в скальных грунтах при наличии разборного слоя толщиной 10 — 15 см и при отсутствии возможности пробурить скважины под электроды допускается применение горизонтальных электродов, уложенных на неразборный слой. Сверху электроды должны засыпаться грунтом или заливаться цементным раствором;

е) для измерения величины сопротивления заземляющего устройства в процессе эксплуатации необходимо предусмотреть при его строительстве два дополнительных электрода, расположенных друг от друга и от основных электродов на расстоянии 20 — 40 м;

ж) длину заземляющих спусков устройств защиты рекомендуется выполнять не более 10 — 15 м.

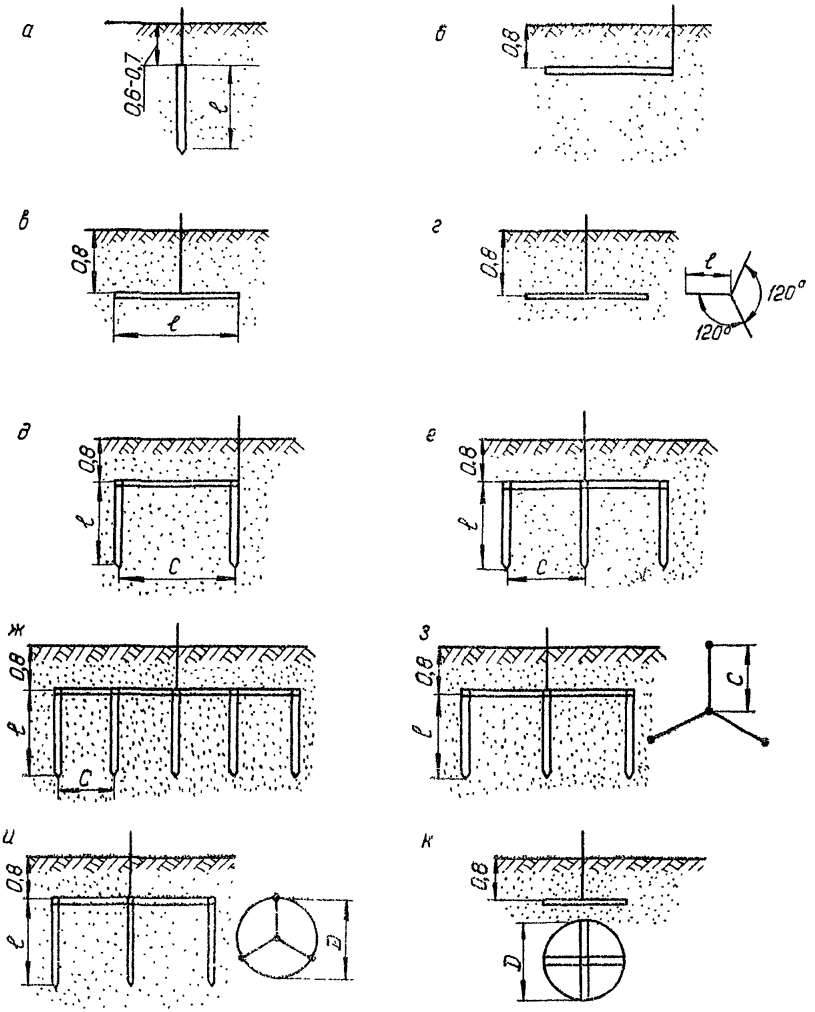


Рис. 7. 1. Конструкции заземлителей

7. 14. Каждое вновь выполненное заземляющее устройство до подключения его к МЗП должно быть испытано на фактическую величину переходного сопротивления. Замер сопротивления производится приборами на переменном токе, так как приборы для импульсных обмеров заземлителей промышленностью не выпускаются.

7. 15. На заземляющие устройства должны быть заведены технические паспорта, в которые заносятся следующие сведения:

а) место заложения заземляющего устройства и его назначение (заземление разрядников, молниеотвода и т. д.);

б) эскиз фактического исполнения заземляющего устройства;

в) результаты первичного и контрольного замеров сопротивлений с указанием типа измерительного прибора.

7. 16. При эксплуатации заземляющих устройств защиты перед началом грозового сезона необходимо производить контрольные замеры переходного сопротивления и отражать их результаты в технических паспортах. При измерениях заземлитель должен отсоединяться от МЗП.

Технические паспорта на заземляющие устройства являются приложениями к плану размещения средств защиты от атмосферных перенапряжений карьера.

8. ВЫБОР СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ОТ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

8. 1. Выбор вентильных разрядников производится в соответствии с номинальным напряжением защищаемого электрооборудования, уровнем электрической прочности его изоляции и наибольшей возможной величиной напряжения частотой 50 Гц между проводом и землей в месте присоединения разрядника к сети.

8. 2. Номинальное напряжение вентильного разрядника должно соответствовать номинальному напряжению сети, в которой он устанавливается.

8. 3. Выбор серии и типа вентильных разрядников следует производить в соответствии с назначением разрядников по виду защищаемого оборудования (табл. 8. 1).

8. 4. Трубчатые разрядники предназначаются для защиты от атмосферных перенапряжений изоляции линий электропередачи — в совокупности с другими средствами защиты — изоляции электрических машин и электрооборудования станций и подстанций. Отечественной промышленностью на напряжение 3 — 35 кВ выпускаются две серии трубчатых разрядников:

РТФ — разрядник трубчатый фибробакелитовый;

РТВ — разрядник трубчатый винипластовый.

Электрические характеристики трубчатых разрядников даны в табл. 8. 2.

Таблица 8. 1.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТИПЫ ВЕНТИЛЬНЫХ РАЗРЯДНИКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ЗАЩИЩАЕМОГО КАРЬЕРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Серия разрядников	Тип вентильного разрядника	Назначение (вид защищаемого оборудования)	Номинальное напряжение, кВ	Пробивное напряжение при частоте 50 Гц, кВ	Импульсное пробивное напряжение кВ (не более)	Остающееся импульсное напряжение на разряднике, кВ при токе с амплитудой, кА	
						3	5
Разрядники вентильные подстанционные	РВП-6 РВП-10	Защита оборудования передвижных подстанций и приключательных пунктов	6 10	16—19 26—30,5	35 50	28 47	30 50
Разрядники вентильные подстанционные облегченные	РВО-6 РВО-10 РВО-35	Защита оборудования передвижных подстанций и приключательных пунктов	6 10 35	16—19 20—30,5 78—98	32 48 150	25 43 140	27 45 150
Разрядники вентильные станционные	РВС-35	Защита оборудования передвижных подстанций	35	78—98	125	122	130
Разрядники вентильные для вращающихся машин	РВВМ-6 РВВМ-10	Защита изоляции вращающихся машин и трансформаторов с пониженной импульсной прочностью	6 10	15—18 25—30	21 35	21 35	22,5 37,5
Разрядники вентильные магнитные (с улучшенными защитными характеристиками по сравнению с разрядниками РВВМ)	РВМ-6 РВМ-10 РВМ-35	Защита изоляции вращающихся машин и трансформаторов с пониженной импульсной прочностью	6 10 35	15—18 25—30 75—90	15,5 22,5 116	17 28 97	18 30 105
Разрядники вентильные токоограничивающие	РВТ-6 РВТ-10	Защита изоляции вращающихся машин и трансформаторов с пониженной импульсной прочностью.	6 10	15—18 25—30	14 23,5	14 23,5	16 26,5
Разрядники вентильные с растягивающейся дугой	РВРД-6 РВРД-10	Защита изоляции вращающихся машин и трансформаторов с пониженной импульсной прочностью	6 10	15—18 25—30	14 23,5	14 23,5	16 26,5

Вентильные разрядники для глубокого ограничения перенапряжений (до 2 $U_{ост}$)	РВМК-6	Защита вращающихся машин и электрооборудования от внутренних перенапряжений	6	6,5—7,3	13	—	—
	РВМКГ-6	Защита вращающихся машин и электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений	6	7,0—8,0	15	11,5	13
Вентильный разрядник низковольтный	РВН-0,5	Для защиты от перенапряжений изоляции оборудования напряжением до 500 В	0,5	2,5	3,5—5,0	2,5 при 1 кА	—
Разрядники магнитно-вентильные униполярные	РМВУ-1,65 РМВУ-3,3	Для защиты электрооборудования контактных сетей постоянного тока	1,65 3,3	4,8—6,5 9,5—13,0	6 12	— —	18 22,5

Таблица 8. 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБЧАТЫХ РАЗРЯДНИКОВ

Тип разрядника	Номинальное напряжение, кВ	Пределы отключаемых токов, кА		Длина искровых промежутков, мм		Разрядное напряжение при 50 Гц, кВ		Импульсное минимальное разрядное напряжение при волне 1,5/40 мкс	
		нижний	верхний	внутреннего	внешнего	сухое	мокрое	полярность ⊥	полярность —
РТФ-6/0,3-7	6	0,3	7,0	130	8—15	42	30	60—80	60—80
РТФ-6/1,5-10	6	1,5	10,0	80	8—15	29	24	55—70	55—70
РТФ-10/0,5-7	10	0,5	7,0	130	15	45	35	80	80
РТФ-35/0,8-5	35	0,8	5,0	175	100	105	75	195	195
РТФ-35/0,4-3	35	0,4	3,0	175	100	105	85	180	190
РТФ-35/1,8-10	35	1,8	10	140	100	95	85	170	170
РТВ-6-10/0,5-4	6—10	0,5	4	62	10—15	33—42	32—40	60—65	60—65
РТВ-6-10/2-12	6—10	2	12	60	10—15	33—42	32—40	60—65	60—65
РТВ-35/2-10	35	2	10	140	100	100	85	165	165
РТВУ-35/5-20	35	5	20	140	100	100	85	165	165
РТВУ-35/7-30	35	7	30	—	100	100	85	165	165
РТФ-3/0,3-5	3	0,3	5	75±2	10	—	—		

РТФ-6/0,5-10	6	0,5	10	—	—	—	—	—	—	—
РТФ-10/0,2-1	10	0,2	1	—	—	—	—	—	—	—
РТФ-10/0,5-5У	10	0,5	5	—	—	—	45	35		
РТФ-35/0,5—2,5	35	0,5	2,5	250±2	130	—	—	—	—	—
РТФ-35/1—5У	35	1	5	200±2	130	—	—	—	—	—
РТФ-35/2—10	35	2	10	220±2	130	—	—	—	—	—
РТВ-6-10/0,5-2,5	6—10	0,5	2,5	60	10	—	—	—	—	—
РТВ-6-10/2-10	6—10	2	10	60	15	—	—	—	—	—
РТВ-20/2-10	20	2	10	100	40	65	55			
РТВ-35/2-10	35	2	10	140	100	100	85			

В маркировке разрядников в числителе указывается номинальное напряжение (кВ), в знаменателе — нижний и верхний пределы отключаемых токов (кА).

8. 5. При выборе трубчатых разрядников для установки в электрическую сеть должны учитываться:

а) номинальное напряжение сети;

б) величина тока короткого замыкания в точке сети, куда предполагается установить трубчатый разрядник;

в) режим работы нейтрали сети, где будет работать выбираемый разрядник (в зависимости от режима нейтрали принимается расчетный ток короткого замыкания) ;

г) разрядные характеристики защищаемой изоляции.

8. 6. Напряжение, указанное в паспорте трубчатого разрядника, должно соответствовать номинальному напряжению сети.

8. 7. Верхний предел, обрываемого разрядником сопровождающего тока, должен быть не менее максимального эффективного значения тока короткого замыкания в данной точке сети (с учетом апериодической составляющей), а нижний предел — не больше минимального возможного в данной точке сети значения тока короткого замыкания (без учета апериодической составляющей).

Значение максимального тока короткого замыкания определяется для наиболее неблагоприятной возможной схемы работы сети как эффективное значение тока короткого замыкания в первый полупериод с учетом апериодической составляющей, для чего величину, равную эффективному значению симметричной составляющей за первый полупериод, умножают на 1,3.

Величина минимального сопровождающего тока определяется также, но без учета апериодической составляющей.

8 8. Выбор трубчатых разрядников необходимо осуществлять таким образом, чтобы величина тока короткого замыкания лежала ближе к верхнему пределу обрываемых разрядником токов, так как в процессе эксплуатации внутренний диаметр разрядника увеличивается из-за выгорания трубки и весь диапазон отключаемых токов смещается в сторону больших значений.

8. 9. Для сети с изолированной нейтралью выбор трубчатых разрядников производится по току двух- или трехфазного короткого замыкания на землю.

При выборе трубчатых разрядников для сети с изолированной нейтралью следует иметь в виду, что весьма малые токи, соответствующие значениям тока однофазного замыкания на землю, гасятся разрядниками, хотя это и не указано в их паспортных данных. Разрядники на 35 кВ отключают емкостные токи до 15 А, а разрядники на 6 и 10 кВ—до 80 — 90 А.

8 10. Величина тока короткого замыкания, протекающего через трубчатые разрядники во время их работы, может ограничиваться сопротивлением их заземления настолько, что она окажется ниже нижнего предела, указанного в паспорте разрядника.

При выборе трубчатых разрядников необходимо проверять, не ограничивает ли величина сопротивления их заземления величину тока через разрядник. При этом для сети с изолированной нейтралью должно выполняться следующее условие

$$R_з \leqslant \frac{U}{2I_{нп}}, \qquad (8.1)$$

где **U** — номинальное напряжение сети, кВ;

$I_{нп}$ — нижний предел токов, отключаемых разрядником, кА;

$\mathbf{R}_з$ — величина сопротивления заземления разрядника, Ом.

9. МОНТАЖ И УСТАНОВКА СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

9. 1. Место установки вентильных разрядников в распределительных устройствах выбирается исходя из требований защиты изоляции от перенапряжений и с учетом наличия места, возможности присоединения и периодических испытаний разрядника.

При выборе места установки вентильных разрядников необходимо руководствоваться следующим:

а) разрядники должны устанавливаться возможно ближе к наиболее ответственному оборудованию и оборудованию с более низким уровнем изоляции (вращающиеся машины, силовые трансформаторы);

б) при всех возможных схемах коммутации вся изоляция защищаемой электроустановки должна входить в зону защиты разрядников;

в) конструкция установки разрядников должна обеспечивать удобство обслуживания и соответствовать требованиям завода-изготовителя.

9. 2. Перед монтажом все элементы вентильных разрядников должны тщательно осматриваться, причем особое внимание обращать на следующее·

а) поверхности фарфоровых покрышек не должны иметь сколов, трещин или других следов удара;

б) поверхность цементных швов не должна иметь раковин и трещин;

в) отверстия для стока воды в заплечиках верхних фланцев должны быть прочищены;

г) состояние внутренних частей элементов разрядника проверяется слабым встряхиванием при поворачивании разрядника в разные стороны на угол 20 — 30° от вертикальной оси. Наличие при этом шумов или позваниваний свидетельствует о повреждениях внутренних частей разрядника.

9. 3. Вентильные разрядники должны устанавливаться на специальных фундаментах или на конструкциях защищаемых электроустановок в зависимости от конкретных условий.

Для удобства присоединения к разрядникам регистраторов срабатывания и измерения токов проводимости при периодических испытаниях их основания изолируются от фундамента или конструкции электроустановки.

9. 4. Присоединение вентильных разрядников к заземляющему контуру должно выполняться по кратчайшему пути. Разрядники присоединяются к контуру заземления непосредственно через регистратор срабатывания или через корпус электроустановки.

9. 5. Расстояния в свету между вентильными разрядниками или от разрядников до заземленных или находящихся под напряжением других элементов электрооборудования должны соответствовать «ПУЭ».

9. 6. Перед монтажом производится измерение сопротивлений элементов вентильных разрядников мегомметром на 2500 В. Результаты измерения сопоставляются с данными заводских испытаний и сопротивлениями других однотипных элементов того же разрядника.

9. 7. Монтаж вентильных разрядников должен производиться в соответствии с инструкцией завода-изготовителя и указаниями настоящих нормативов.

9. 8. После окончания монтажа все наружные металлические детали вентильного разрядника, кроме паспортных табличек, а также цементные швы должны быть окрашены влагостойкой краской или эмалью.

9. 9. Все трубчатые разрядники включаются через внешний (отделительный) искровой промежуток. Без внешнего искрового промежутка включать трубчатые разрядники запрещается. Мини-

мальные значения внешнего искрового промежутка должны приниматься согласно табл. 9. 1.

Таблица 9. 1

ИСКРОВЫЕ ПРОМЕЖУТКИ ТРУБЧАТЫХ РАЗРЯДНИКОВ

Номинальное напряжение трубчатого разрядника, кВ	Величина внешнего искрового промежутка, мм
3	8—9
6	10—12
10	15—18
20	40—45
35	100—110

9. 10. Трубчатые разрядники должны устанавливаться с общим для всех фаз заземлением. Разрядники, установленные на вводе в подстанцию, присоединяются к заземлению подстанции. Когда величина тока короткого замыкания превосходит верхний предел отключаемых разрядником токов, допускается применение схемы включения с раздельным заземлением фаз. Применение других схем включения должно быть в каждом отдельном случае обосновано.

9. 11. При монтаже трубчатые разрядники следует располагать так, чтобы горячие выхлопные газы при срабатывании разрядника не попадали на провода, изоляторы и на другие элементы электрооборудования. Не следует допускать также пересечения зон выхлопа трубчатых разрядников, находящихся рядом.

Под зоной выхлопа понимается пространство, за пределами которого установка элементов конструкции и проводов, имеющих другой потенциал, чем открытый конец разрядника, безопасна с точки зрения обжига и электрического перекрытия. Зоны выхлопа трубчатых разрядников приведены в табл. 9. 2 и рис. 9. 1.

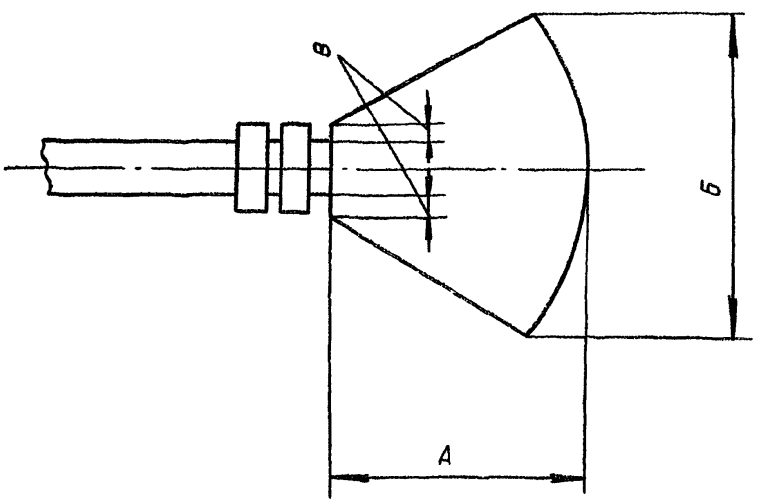


Рис. 9. 1. Зона выхлопа трубчатого разрядника

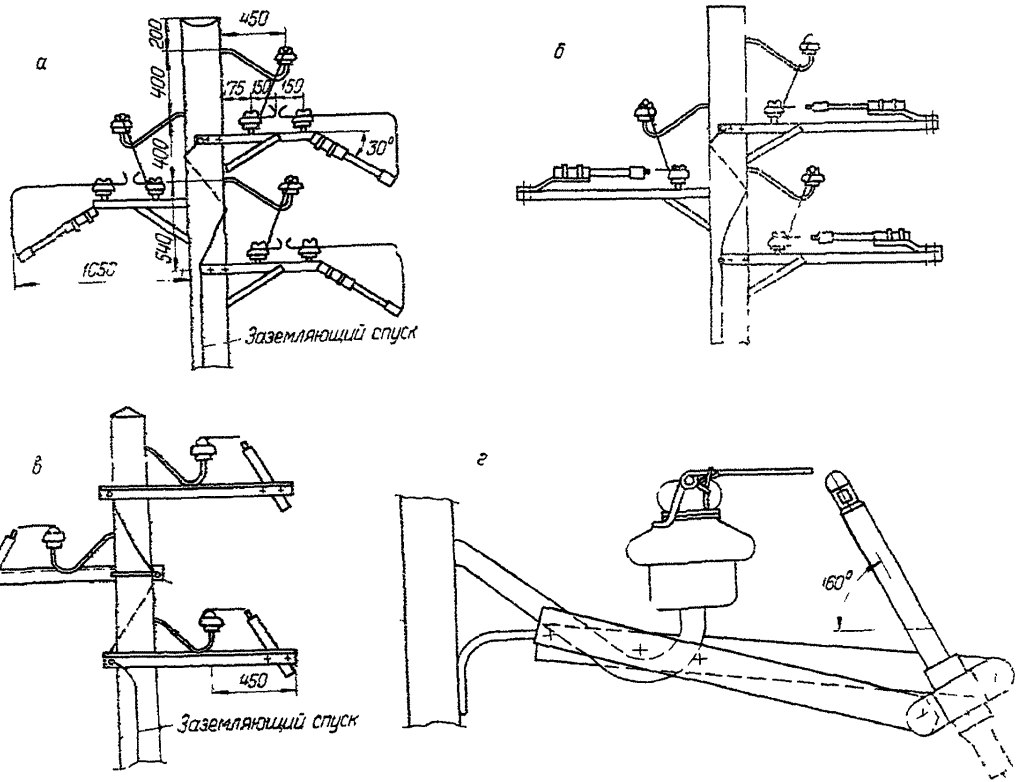


Рис. 9. 2. Установка трубчатых разрядников 6—10 кВ на одностоечных деревянных опорах:
а) на металлических кронштейнах с тремя изоляторами на каждую фазу; б) на металлических кронштейнах с двумя изоляторами на фазу; в) на металлических кронштейнах с одним изолятором на фазу, г) на общем крюке с линейным изолятором

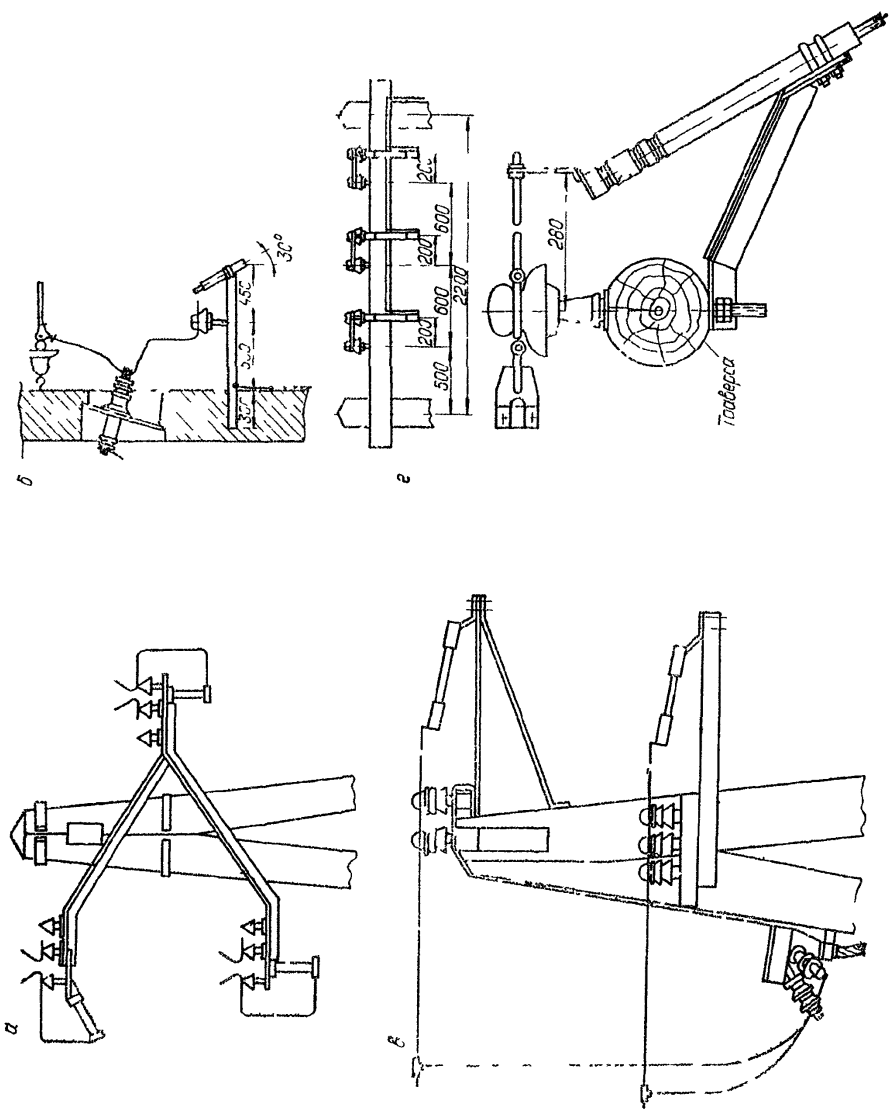


Рис 9. 3. Установка трубчатых разрядников 6—10 кВ на А образных и трехстоечных опорах и на вводе в подстанцию.

Таблица 9. 2.

ПАРАМЕТРЫ ЗОНЫ ВЫХЛОПА ТРУБЧАТЫХ РАЗРЯДНИКОВ

Номинальное напряжение трубчатого разрядника, кВ	Размеры не более, мм		
	А	Б	В
6	1500	1000	200
10	1500	1000	200
20	2000	1500	400
35	2500	1500	500

9. 12. При монтаже трубчатые разрядники должны устанавливаться открытым концом вниз.

9. 13. Трубчатые разрядники рекомендуется устанавливать на опоре наклонно под углом не менее 30° к горизонтали, чтобы избежать накопление влаги внутри разрядника. Примеры установки трубчатых разрядников на опорах различных типов приведены на рис. 9. 2. и 9. 3.

9. 14 Конструкция опоры для установки трубчатого разрядника должна быть рассчитана на возможность осмотра с земли внешнего промежутка.

9. 15. Конструкция установки трубчатого разрядника должна обеспечивать стабильность внешнего искрового промежутка, а также исключать возможность перекрытия его струей воды, которая может стекать с верхнего электрода.

Электроды внешнего искрового промежутка рекомендуется делать из металлического прутка диаметром не менее 10 мм.

9. 16. Во избежание перекрытия трубки разрядника вследствие эжекторного действия выхлопных газов, искровой промежуток должен быть отнесен от наконечника, к которому крепится электрод, на расстояние не менее 250 мм.

При установке электрода искрового промежутка со стороны открытого наконечника, его необходимо устанавливать перпендикулярно к оси разрядника вне зоны выхлопа.

9. 17. Крепление разрядника на опоре должно производиться двумя стальными хомутами, которые должны располагаться по канавкам наконечника и прочно затягиваться.

10. ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ АТМОСФЕРНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

10. 1. Перед вводом в эксплуатацию и в процессе эксплуатации разрядники должны подвергаться периодическим осмотрам и испытаниям.

10. 2. Осмотры разрядников необходимо производить:

а) перед монтажом;

б) при отключении линии во время грозы, при работе АПВ, если имеется подозрение на повреждения изоляции разрядника, при очередном осмотре всего оборудования;

в) если было зафиксировано срабатывание разрядника.

10. 3. При осмотрах вентильных разрядников необходимо обращать внимание на чистоту и целостность фарфоровых покрышек (отсутствие трещин, сколов), на состояние цементного шва, болтовых соединений, заземляющих спусков, на показание регистратора срабатывания.

При обнаружении трещин на фарфоровой покрышке или других повреждений, способных вызвать нарушение герметичности, разрядник должен быть снят с эксплуатации и заменен, независимо от результатов периодических испытаний.

10. 4. При осмотре трубчатых разрядников без подъема на опору следует обращать внимание:

а) на положение регистратора срабатывания и разрядника на опоре;

б) на состояние поверхности изолирующей части разрядника и внешних электродов и арматуры;

в) на состояние заземляющей проводки и надежность присоединения заземляющих спусков к заземляющему контуру.

10. 5. Перед установкой трубчатых разрядников на линию, а также в процессе их эксплуатации перед грозовым сезоном необходимо проверять наружные поверхности разрядников.

В случае обнаружения на винипластовой трубке значительных царапин или длинных чешуйчатых неровностей, облегчающих скопление в них грязи, трубчатый разрядник должен быть заменен. При наличии на наружной поверхности винипластовой трубки незначительных царапин допускается удаление их мелкой наждачной бумагой с последующей полировкой.

Если лаковая пленка на поверхности фибробакелитовой трубки будет выцветшей или имеет следы начала разрушения (трещины, выпученности и т. п.), то такой разрядник подлежит демонтажу и ремонту.

Поврежденная пленка на поверхности фибробакелитовой трубки должна быть удалена стеклянной шкуркой. После чего трубка должна быть вновь просушена и отлакирована в соответствии с требованиями инструкции по окраске разрядников.

10. 6. После каждого срабатывания трубчатых разрядников свободный конец регистратора срабатывания необходимо загнуть и вставить в открытый конец наконечника.

10. 7. Персонал, производящий осмотр разрядников при обходе линии, должен учитывать возможность срабатывания разрядников в момент осмотра.

10. 8. Испытания разрядников должны проводиться:

а) перед монтажом;

б) если было зафиксировано 3 — 5 срабатываний после очередного испытания;

в) перед началом грозового сезона.

Разрядники следует считать годными к дальнейшей эксплуатации, если параметры, полученные при испытаниях не выходят за пределы, указанные в настоящих «Нормативах» или паспорте предприятия-изготовителя.

10. 9. В объем контрольно-испытательных работ для трубчатых разрядников входят:

а) проверка внешнего вида разрядника;

б) измерение величины внешнего искрового промежутка;

в) определение износа внутреннего диаметра канала;

г) проверка расположения зон выхлопа.

Допустимые пределы увеличения диаметра канала трубки разрядника искрового промежутка приведены в табл. 10. 1.

Таблица 10. 1.

ДОПУСТИМЫЕ ПРЕДЕЛЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ДИАМЕТРА КАНАЛА ТРУБЧАТЫХ РАЗРЯДНИКОВ

Тип разрядника	Внутренний диаметр канала, мм		
	начальная величина, мм	разработанный на 40 %, мм	максимально допустимый, мм
РТФ-6/0,3-7	10	14	16
РТФ-6/1,5-10			
РТФ-10/0,5-7			
РТФ-35/0,4-3	8	11	12
РТФ-35/0,8-5	10	14	16
РТФ-35/1,8-10	12	17	18
РТВ-6-10/0,5-4	6	—	9
РТВ-6-10/2-12	11	—	15
РТВ-35/2-10	11	—	15
РТВУ-35/5-20	14	—	20
РТВ-6-10/0,5-2,5	6	—	9
РТВ-6-10/2 — 10	11	—	14
РТВ-20/2 — 10	11	—	14
РТВ-35/2 — 10	11	—	16
РТФ-3/0,3—5	8	—	10,5
РТФ-35/0,5 — 2,5	10	—	14,5
РТФ-35/1 — 5	10	—	14,5
РТФ-35/2 — 10	16	—	20,5

10. 10. Испытания вентильных разрядников должны проводиться в следующих объемах и в сроки:

а) измерение сопротивлений элементов разрядников мегомметром на 2500 В — непосредственно после монтажа, капитального ремонта и периодически:

у разрядников, отключаемых на зимний период — перед включением в сеть;

у разрядников, не отключаемых на зимний период — один раз в три года;

б) измерение токов проводимости элементов разрядников с шунтирующими сопротивлениями или токов утечки разрядников без шунтирующих сопротивлений при приложении повышенного выпрямленного напряжения — непосредственно после монтажа, капитального ремонта и периодически один раз в три года;

в) измерение пробивного напряжения промышленной частоты — один раз в шесть лет.

Нормы испытаний вентильных разрядников приведены в таблице 10.2.

Таблица 10. 2

НОРМЫ ИСПЫТАНИЯ ВЕНТИЛЬНЫХ РАЗРЯДНИКОВ

Тип разрядника	Испытательное выпрямленное напряжение на один элемент, кВ	Ток проводимости,		Пробивное напряжение промышленной частоты, кВ	
		наименьший	наибольший	наименьшее	наибольшее
РРП-6	6	—	10*	15	20
РВП-10	10	—	10*	23	32
РВО-6	6	—	10*	15	20
РВО-10	10	—	10*	23	32
РВО-35	35	—	10*	71	103
РВС-35	32	500	620	71	103
РВВМ	6	500	620	15	18
РВВМ-10	10	500	620	25	30
РВМ-6	6	150	200	15	18
РВМ-10	10	200	250	25	30
РВМ-35	35	300	350	75	90
РВТ-6	12	500	650	15	18
РВТ-10	20	500	650	25	30
РВРД-6	6	50	106	15	19
РВРД-10	10	50	106	24	32
РВМУ-1,65	2	—	5	3,4	4,0
РМВУ-3,3	4	20	120	6,7	9,2

* Ток утечки.

Измерять пробивные напряжения разрядников при промышленной частоте следует с помощью испытательной установки, которая позволяет плавно поднять напряжение на разрядшке от начала нарастания до момента пробоя искровых промежутков за время не менее 0,1 с и не более 0,5 с.

Измерение тока проводимости разрядников производится при постоянном (выпрямленном) напряжении, указанном в табл. 10. 2. Пульсация выпрямленного напряжения сглаживается посредством применения сглаживающей емкости, величина которой при однополупериодной схеме выпрямления должна быть не менее 0,1 — 0,2 мкФ.

10. 11. В связи с отсутствием нормативов на отбраковку разрядников целесообразно ориентироваться на следующий порядок величины сопротивления:

для разрядников серии РВП, находящихся в хорошем состоянии, сопротивление составляет несколько тысяч МОм;

у разрядников серии РВС — от нескольких сотен до нескольких тысяч МОм;

у разрядников машинных (РВВМ, РВМ, РВТ) — от сотен до одного МОм.

10. 12. Вентильные разрядники, отбракованные по результатам периодических испытаний, можно ремонтировать только без вскрытия их элементов. Ремонты разрядников со вскрытием в условиях карьеров (разрезов) производить не рекомендуется.

10. 13. Основным документом, определяющим места установки разрядников на территории карьера (рудника) является план размещения средств защиты от атмосферных перенапряжений, составляемый ежегодно перед грозовым сезоном.

План размещения защиты может совмещаться с принципиальной схемой электроснабжения карьера (разреза). Он может выполняться и отдельно.

Приложениями к плану должны быть ведомость установленных трубчатых разрядников, паспорта вентильных разрядников и других средств защиты, а также устройств их заземления.

10. 14. В ведомости установки трубчатых разрядников указывается:

а) тип разрядника;

б) наименование линии (фидера), на которой устанавливается разрядник;

в) номер опоры, где устанавливается разрядник;

г) величина максимального и минимального тока короткого замыкания разрядника;

д) величина внешнего искрового промежутка;

е) величина сопротивления заземлителя;

ж) наименование объекта, изоляцию которого защищает разрядник;

з) сведения о результатах послегрозовых осмотров разрядников.

10. 15. В паспортах вентильных разрядников (на трехфазный комплект) должны содержаться следующие данные:

а) место и дата установки разрядника;

б) тип и год выпуска разрядника;

в) заводские номера разрядников фаз А, В, С;

г) основные технические данные разрядника: номинальное и наибольшее допустимое напряжение на разряднике, пробивное напряжение при промышленной частоте и импульсное, остающееся напряжение при импульсном токе 5000 А;

д) результаты периодических испытаний разрядников;

е) сведения о дефектах разрядников, выявленных при внешнем осмотре, даты чистки фарфоровых покрышек и покраска цементных швов и металлических наружных деталей.

НОРМАТИВЫ

по защите электроустановок открытых горных разработок
от атмосферных перенапряжений

Сдано в набор 11.05.81 Подписано к печати 17.09.81 НС 31602

Печ. л. 2,5 Уч.-изд. л. 3,0 Тираж 4000

Заказ 3286 Цена 20 коп.

Институт горного дела МЧМ СССР
620219, г. Свердловск, ГСП-936, ул. С. Ковалевской, 14

Асбест, типография
Свердловского Управления издательств, полиграфии
и книжной торговли

624060, г. Асбест, Садовая, 5.

gost.e-ecolog.ru