

высокочастотных каналов ВЛ, то расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ЛС и ЛПВ до проекции на горизонтальную плоскость крайнего неотклоненного провода ВЛ до 330 кВ должно быть не менее 15 м. Для ВЛ 500 кВ расстояние в свету от крайних неотклоненных проводов ВЛ до вершины кабельных опор ЛС и ЛПВ должно быть не менее 20 м, а для ВЛ 750 кВ - не менее 30 м.

2.5.237. Пересечения проводов ВЛ с воздушными линиями городской телефонной связи не допускаются; эти линии в пролете пересечения с проводами ВЛ должны выполняться только подземными кабелями.

2.5.238. При пересечении ВЛ с подземным кабелем связи и ПВ (или с подземной кабельной вставкой) должны соблюдаться следующие требования:

1) угол пересечения ВЛ до 500 кВ с ЛС и ЛПВ не нормируется, угол пересечения ВЛ 750 кВ с ЛС и ЛПВ должен быть по возможности близок к 90°, но не менее 45°;

2) расстояние от подземных кабелей ЛС и ЛПВ до ближайшего заземлителя опоры ВЛ напряжением до 35 кВ или ее подземной металлической или железобетонной части должно быть не менее:

в населенной местности - 3 м;

в ненаселенной местности - расстояний, приведенных в табл. 2.5.26.

Т а б л и ц а 2.5.26

Наименьшие расстояния от подземных кабелей ЛС (ЛПВ) до ближайшего заземлителя опоры ВЛ и ее подземной части

Эквивалентное удельное сопротивление земли, Ом·м	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ		
	До 35	110 - 500	750
До 100	10	10	15
Более 100 до 500	15	25	25
Более 500 до 1000	20	35	40
Более 1000	30	50	50

Расстояние от подземных кабелей ЛС и ЛПВ до подземной части незаземленной деревянной опоры ВЛ напряжением до 35 кВ должно быть не менее:

в населенной местности - 2 м, в стесненных условиях указанное расстояние может быть уменьшено до 1 м при условии прокладки кабеля в полиэтиленовой трубе на длине в обе стороны от опоры не менее 3 м;

в ненаселенной местности: 5 м - при эквивалентном удельном сопротивлении земли до 100 Ом·м; 10 м - при эквивалентном удельном сопротивлении земли от 100 до 500 Ом·м; 15 м - при эквивалентном удельном сопротивлении земли от 500 до 1000 Ом·м; 25 м - при эквивалентном удельном сопротивлении земли более 1000 Ом·м;

3) расстояние от подземных кабелей ЛС и ЛПВ до ближайшего заземлителя опоры ВЛ 110 кВ и выше и ее подземной части должно быть не менее значений, приведенных в табл. 2.5.26;

4) при прокладке подземного кабеля (кабельной вставки) в стальных трубах, или при покрытии его швеллером, уголком, или при прокладке его в полиэтиленовой трубе, закрытой с обеих сторон от попадания земли, на длине, равной расстоянию между проводами ВЛ плюс 10 м с каждой стороны от крайних проводов для ВЛ до 500 кВ и 15 м для ВЛ 750 кВ, допускается уменьшение указанных в табл. 2.5.26 расстояний до 5 м для ВЛ до 500 кВ и до 10 м для 750 кВ.

Металлические покровы кабеля в этом случае следует соединять с трубой или другими металлическими защитными элементами. Это требование не относится к оптическим кабелям и кабелям с внешним изолирующим шлангом, в том числе с металлической оболочкой. Металлические покровы кабельной вставки должны быть заземлены по концам. При уменьшении расстояний между кабелем и опорами ВЛ, указанных в табл. 2.5.26, помимо приведенных мер защиты необходимо устройство дополнительной защиты от ударов молнии путем оконтуровки опор тросами в соответствии с требованиями нормативной документации по защите кабелей от ударов молнии;

5) вместо применения швеллера, уголка или стальной трубы допускается при

строительстве новой ВЛ использовать два стальных троса сечением 70 мм, прокладываемых симметрично на расстоянии не более 0,5 м от кабеля и на глубине 0,4 м. Тросы должны быть продлены с обеих сторон под углом 45° к трассе в сторону опоры ВЛ и заземлены на сопротивление не более 30 Ом. Соотношения между длиной отвода тросов l и сопротивлением R заземлителя должны соответствовать значениям K_i и K_d , приведенным в табл. 2.5.27;

Т а б л и ц а 2.5.27

Сопротивления заземлителей при защите кабеля ЛС и ЛПВ на участке пересечения с ВЛ

Удельное сопротивление земли, Ом·м	До 100	101 - 500	Более 500
Длина отвода, l , м	20	30	50
Сопротивление заземлителя, Ом	30	30	20

П р и м е ч а н и е. Защита кабеля от ударов молнии путем оконтуровки опор ВЛ или прокладки защитного троса в этом случае также обязательна.

6) в пролете пересечения ВЛ с ЛС и ЛПВ крепление проводов ВЛ на опорах, ограничивающих пролет пересечения, должно осуществляться с помощью глухих зажимов, не допускающих падения проводов на землю в случае их обрыва в соседних пролетах.

2.5.239. При пересечении подземной кабельной вставки в ВЛ до 35 кВ с неизолированными проводами ЛС и ЛПВ должны соблюдаться следующие требования:

- 1) угол пересечения подземной кабельной вставки ВЛ с ЛС и ЛПВ не нормируется;
- 2) расстояние от подземной кабельной вставки до незаземленной опоры ЛС и ЛПВ должно быть не менее 2 м, а до заземленной опоры ЛС (ЛПВ) и ее заземлителя - не менее 10 м;
- 3) расстояние по горизонтали от основания кабельной опоры ВЛ, неуплотненной и уплотненной в несовпадающем и совпадающем спектрах частот в зависимости от мощности высокочастотной аппаратуры, до проекции проводов ЛС и ЛПВ должно выбираться в соответствии с требованиями, изложенными в 2.5.236;
- 4) подземные кабельные вставки в ВЛ должны выполняться в соответствии с требованиями, приведенными в гл. 2.3 и 2.5.124.

2.5.240. При пересечении проводов ВЛ с неизолированными проводами ЛС и ЛПВ необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) угол пересечения проводов ВЛ с проводами ЛС и ЛПВ должен быть по возможности близок к 90°. Для стесненных условий угол не нормируется;
- 2) место пересечения следует выбирать по возможности ближе к опоре ВЛ. При этом расстояние по горизонтали от ближайшей части опоры ВЛ до проводов ЛС и ЛПВ должно быть не менее 7 м, а от опор ЛС и ЛПВ до проекции на горизонтальную плоскость ближайшего неотклоненного провода ВЛ должно быть не менее 15 м. Расстояние в свету от вершин опор ЛС и ПВ до неотклоненных проводов ВЛ должно быть не менее: 15 м - для ВЛ до 330 кВ, 20 м - для ВЛ 500 кВ;
- 3) не допускается расположение опор ЛС и ЛПВ под проводами пересекающей ВЛ;
- 4) опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения с ЛС и ЛПВ, должны быть анкерного типа облегченной конструкции из любого материала как свободностоящие, так и на оттяжках. Деревянные опоры должны быть усилены дополнительными приставками или подкосами;
- 5) пересечения можно выполнять на промежуточных опорах при условии применения на ВЛ проводов с площадью сечения алюминиевой части не менее 120 мм²;
- 6) провода ВЛ должны быть расположены над проводами ЛС и ЛПВ и должны быть многопроволочными сечениями не менее приведенных в табл. 2.5.5;
- 7) провода ЛС и ЛПВ в пролете пересечения не должны иметь соединений;
- 8) в пролете пересечения ВЛ с ЛС и ЛПВ на промежуточных опорах ВЛ крепление проводов на опорах должно осуществляться только с помощью поддерживающих гирлянд изоляторов с глухими зажимами;

9) изменение места установки опор ЛС и ЛПВ, ограничивающих пролет пересечения с ВЛ, допускается при условии, что отклонение средней длины элемента скрещивания на ЛС и ЛПВ не будет превышать значений, указанных в табл. 2.5.28;

Т а б л и ц а 2.5.28

Допустимое изменение места установки опор ЛС и ЛПВ, ограничивающих пролет пересечения с ВЛ

Длина элемента скрещивания, м	35	40	50	60	70	80	100	125	170
Допустимое отклонение, м	± 6	± 6,5	± 7	± 8	± 8,5	± 9	± 10	± 11	± 13

10) длины пролетов ЛС и ЛПВ в месте пересечения с ВЛ не должны превышать значений, указанных в табл. 2.5.29;

Т а б л и ц а 2.5.29

Максимально допустимые длины пролетов ЛС и ПВ в месте пересечения с ВЛ

Марки проводов, применяемых на ЛС и ЛПВ	Диаметр провода, мм	Максимально допустимые длины пролета ЛС и ЛПВ, м, для линий типов			
		О	Н	У	ОУ
Сталеалюминиевые:					
АС 25/4,2	6,9	150	85	65	50
АС 16/2,7	5,6	85	65	40	35
АС 10/1,8	4,5	85	50	40	35
Биметаллические (сталемедные) БСМ-1, БСМ-2	4,0	180	125	100	85
	3,0	180	100	85	65
	2,0	150	85	65	40
	1,6	100	65	40	40
	1,2	85	35	-	-
Биметаллические (сталеалюминиевые) БСА-КПЛ	5,1	180	125	90	85
	4,3	180	100	85	65
Стальные	5,0	150	130	70	45
	4,0	150	85	50	40
	3,0	125	65	40	-
	2,5	100	40	30	-
	2,0	100	40	30	-
	1,5	100	40	-	-

П р и м е ч а н и е. О - обычный, Н - нормальный, У - усиленный, ОУ - особо усиленный, типы линий - в соответствии с «Правилами пересечения воздушных линий связи и радиотрансляционных сетей с линиями электропередачи».

11) опоры ЛС и ЛПВ, ограничивающие пролет пересечение или смежные с ним и находящиеся на обочине автомобильной дороги, должны быть защищены от наездов транспортных средств;

12) провода на опорах ЛС и ЛПВ, ограничивающие пролет пересечения с ВЛ, должны иметь двойное крепление: при траверсном профиле - только на верхней траверсе, при крюковом профиле - на двух верхних цепях;

13) расстояния по вертикали от проводов ВЛ до пересекаемых проводов ЛС и ЛПВ в нормальном режиме ВЛ и при обрыве проводов в смежных пролетах ВЛ должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.30.

Расстояния по вертикали определяются в нормальном режиме при наибольшей стреле провеса проводов (без учета их нагрева электрическим током). В аварийном режиме расстояния проверяются для ВЛ с проводами площадью сечения алюминиевой части менее 185 мм² при среднегодовой температуре, без гололеда и ветра. Для ВЛ с проводами площадью сечения алюминиевой части 185 мм² и более проверка по аварийному режиму не требуется.

При разности высот точек крепления проводов ЛС и ЛПВ на опорах, ограничивающих пролет пересечения (например, на косогорах) с ВЛ 35 кВ и выше, вертикальные расстояния, определяемые по табл. 2.5.30, подлежат дополнительной проверке на условия отклонения проводов ВЛ при ветровом давлении, определенном согласно 2.5.56, направленном

перпендикулярно оси ВЛ, и при неотклоненном положении проводов ЛС и ЛПВ.

Расстояния между проводами следует принимать для наиболее неблагоприятного случая.

При применении на ВЛ плавки гололеда следует проверять габариты до проводов ЛС и ЛПВ в режиме плавки гололеда. Эти габариты проверяются при температуре провода в режиме плавки гололеда и должны быть не меньше, чем при обрыве провода ВЛ в смежном пролете;

14) на деревянных опорах ВЛ без грозозащитного троса, ограничивающих пролет пересечения с ЛС и ЛПВ, при расстояниях между проводами пересекающихся линий менее указанных в п. б) табл. 2.5.30 на ВЛ должны устанавливаться защитные аппараты. Защитные аппараты должны устанавливаться в соответствии с требованиями 2.5.229. При установке ИП на ВЛ должно быть предусмотрено автоматическое повторное включение;

Т а б л и ц а 2.5.30

Наименьшее расстояние по вертикали от проводов ВЛ до проводов ЛС и ЛПВ

Расчетный режим ВЛ	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ					
	до 10	20 - 110	150	220	330	500
Нормальный режим:						
а) ВЛ на деревянных опорах при наличии грозозащитных устройств, а также на металлических и железобетонных опорах	2	3	4	4	5	5
б) ВЛ на деревянных опорах при отсутствии грозозащитных устройств	4	5	6	6	-	-
Обрыв проводов в смежных пролетах	1	1	1,5	2	2,5	3,5

15) на деревянных опорах ЛС и ЛПВ, ограничивающих пролет пересечения, должны устанавливаться молниеотводы в соответствии с требованиями, предъявляемыми в нормативной документации на ЛС и ЛПВ.

2.5.241. Совместная подвеска проводов ВЛ и проводов ЛС и ЛПВ на общих опорах не допускается. Это требование не распространяется на специальные оптические кабели, которые подвешиваются на конструкциях ВЛ. Эти кабели должны соответствовать требованиям настоящей главы и правил проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи.

2.5.242. При сближении ВЛ с ЛС и ЛПВ расстояния между их проводами и мероприятия по защите от влияния определяются в соответствии с правилами защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи.

2.5.243. При сближении ВЛ с воздушными ЛС и ЛПВ наименьшие расстояния от крайних неотклоненных проводов ВЛ до опор ЛС и ЛПВ должны быть не менее высоты наиболее высокой опоры ВЛ, а на участках стесненной трассы расстояние от крайних проводов ВЛ при наибольшем отклонении их ветром расстояния должны быть не менее значений, указанных в табл. 2.5.31. При этом расстояние в свету от ближайшего неотклоненного провода ВЛ до вершин опор ЛС и ЛПВ должно быть не менее: 15 м - для ВЛ до 330 кВ, 20 м - для ВЛ 500 кВ, 30 м - для ВЛ 750 кВ.

Шаг транспозиции ВЛ по условию влияния на ЛС и ЛПВ не нормируется.

Т а б л и ц а 2.5.31

Наименьшие расстояния между проводами ВЛ при наибольшем отклонении их ветром и опорами ЛС и ЛПВ в условиях стесненной трассы

Напряжение ВЛ, кВ	До 20	35 - 110	150	220	330	500 - 750
Наименьшее расстояние, м	2	4	5	6	8	10

Опоры ЛС и ЛПВ должны быть укреплены дополнительными подпорами или устанавливаться сдвоенными в случае, если при их падении возможно соприкосновение между проводами ЛС и ЛПВ и проводами ВЛ.

2.5.244. При сближении ВЛ со штыревыми изоляторами на участках, имеющих углы поворота, с воздушными ЛС и ЛПВ расстояния между ними должны быть такими, чтобы

провод, сорвавшийся с угловой опоры ВЛ, не мог оказаться от ближайшего провода ЛС и ЛПВ на расстояниях менее приведенных в табл. 2.5.31. При невозможности выполнить это требование провода ВЛ, отходящие с внутренней стороны поворота, должны иметь двойное крепление.

2.5.245. При сближении ВЛ с подземными кабелями ЛС и ЛПВ наименьшие расстояния между ними и меры защиты определяются в соответствии с правилами защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередачи и рекомендациями по защите оптических кабелей с металлическими элементами от опасного влияния линий электропередачи, электрифицированных железных дорог переменного тока и энергоподстанций.

Наименьшие расстояния от заземлителя и подземной части опоры ВЛ до подземного кабеля ЛС и ЛПВ должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.26.

2.5.246. Расстояния от ВЛ до антенных сооружений передающих радиопередатчиков должны приниматься по табл. 2.5.32.

Т а б л и ц а 2.5.32

Наименьшие расстояния от ВЛ до антенных сооружений передающих радиопередатчиков

Антенные сооружения	Расстояния, м, при напряжении ВЛ, кВ	
	До 110	150 - 750
Средневолновые и длинноволновые передающие антенны	За пределами высокочастотного заземляющего устройства, но не менее 100	
Коротковолновые передающие антенны:		
в направлении наибольшего излучения	200	300
в остальных направлениях	50	50
Коротковолновые передающие слабонаправленные и ненаправленные антенны	150	200

2.5.247. Наименьшие расстояния сближения ВЛ со створом радиорелейной линии и радиорелейными станциями вне зоны направленности антенны должны приниматься по табл. 2.5.33. Возможность пересечения ВЛ со створом радиорелейной линии устанавливается при проектировании ВЛ.

2.5.248. Расстояния от ВЛ до границ приемных радиопередатчиков и выделенных приемных пунктов радиофикации и местных радиоузлов должны приниматься по табл. 2.5.33.

В случае прохождения трассы проектируемой ВЛ в районе расположения особо важных приемных радиоустройств допустимое сближение устанавливается в индивидуальном порядке в процессе проектирования ВЛ.

Если соблюдение расстояний, указанных в табл. 2.5.33, затруднительно, то в отдельных случаях допускается их уменьшение (при условии выполнения мероприятий на ВЛ, обеспечивающих соответствующее уменьшение помех). Для каждого случая в процессе проектирования ВЛ должен быть составлен проект мероприятий по соблюдению норм радиопомех.

Т а б л и ц а 2.5.33

Наименьшие расстояния от ВЛ до границ приемных радиопередатчиков, радиорелейных КВ и УКВ станций, выделенных приемных пунктов радиофикации и местных радиоузлов

Радиоустройства	Расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ		
	До 35	110 - 220	330 - 750
Магистральные, областные, районные, связные радиопередатчики и радиорелейные станции в диаграмме направленности антенны	500	1000	2000
Радиолокационные станции, радиотехнические системы ближней навигации	1000	1000	1000
Автоматические ультракоротковолновые радиопеленгаторы	800	800	800
Коротковолновые радиопеленгаторы	700	700	700
Станции проводного вещания	200	300	400
Радиорелейные станции вне зоны направленности их антенн и створы радиорелейных линий	100	200	250

расстояния от ВЛ до телецентров и радиодомов должны быть не менее: 400 м - для ВЛ до

20 кВ, 700 м - для ВЛ 35 - 150 кВ, 1000 м - для ВЛ 220 - 750 кВ.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С ЖЕЛЕЗНЫМИ ДОРОГАМИ

2.5.249. Пересечение ВЛ с железными дорогами следует выполнять, как правило, воздушными переходами. На железных дорогах с особо интенсивным движением* и в некоторых технически обоснованных случаях (например, при переходе через насыпи, на железнодорожных станциях или в местах, где устройство воздушных переходов технически затруднено) переходы ВЛ следует выполнять кабелем.

* К особо интенсивному движению поездов относится такое движение, при котором количество пассажирских и грузовых поездов в сумме по графику на двухпутных участках составляет более 100 пар в сутки и на однопутных - 48 пар в сутки.

Пересечение ВЛ с железными дорогами в горловинах железнодорожных станций и в местах сопряжения анкерных участков контактной сети запрещается.

Угол пересечения ВЛ с электрифицированными* или подлежащими электрификации** железными дорогами, а также угол пересечения ВЛ 750 кВ с железными дорогами общего пользования должен быть близким к 90°, но не менее 65°.

В случае непараллельного прохождения воздушной ЛС МПС относительно железной дороги угол пересечения воздушной ЛС с ВЛ должен определяться расчетом опасного и мешающего влияний.

* К электрифицированным железным дорогам относятся все электрифицированные дороги независимо от рода тока и значения напряжения контактной сети.

** К дорогам, подлежащим электрификации, относятся дороги, которые будут электрифицированы в течение 10 лет, считая от года строительства ВЛ, намечаемого проектом.

2.5.250. При пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами расстояния от основания опоры ВЛ до габарита приближения строений* на неэлектрифицированных железных дорогах или до оси опор контактной сети электрифицированных или подлежащих электрификации дорог должны быть не менее высоты опоры плюс 3 м. На участках стесненной трассы допускается эти расстояния принимать не менее: 3 м - для ВЛ до 20 кВ, 6 м - для ВЛ 35 - 150 кВ, 8 м - для ВЛ 220 - 330 кВ, 10 м - для ВЛ 500 кВ и 20 м - для ВЛ 750 кВ.

Защита пересечений ВЛ с контактной сетью защитными аппаратами осуществляется в соответствии с требованиями, приведенными в 2.5.229.

* Габаритом приближения строений называется предназначенное для пропуска подвижного состава предельное поперечное перпендикулярное пути очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не могут заходить никакие части строений, сооружений и устройств.

2.5.251. Расстояния при пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами от проводов до различных элементов железной дороги должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.34.

Наименьшие расстояния по вертикали от проводов ВЛ до различных элементов железных дорог, а также до наивысшего провода или несущего троса электрифицированных железных дорог определяются в нормальном режиме ВЛ при наибольшей стреле провеса провода (при высшей температуре воздуха с учетом дополнительного нагрева провода электрическим током или при расчетной линейной гололедной нагрузке по 2.5.55).

При отсутствии данных об электрических нагрузках ВЛ температура проводов принимается равной плюс 70 °С.

В аварийном режиме расстояния проверяются при пересечении ВЛ с проводами площадью сечения алюминиевой части менее 185 мм² для условий среднегодовой температуры без гололеда и ветра, без учета нагрева проводов электрическим током.

При площади сечения алюминиевой части проводов 185 мм² и более проверка в аварийном режиме не требуется. Допускается расположение проводов пересекающей ВЛ над опорами контактной сети при расстоянии по вертикали от проводов ВЛ до верха опор контактной сети не менее: 7 м - для ВЛ напряжением до 110 кВ, 8 м - для ВЛ 150 - 220 кВ, 9 м - для ВЛ 330 - 500 кВ и 10 м - для ВЛ 750 кВ. В исключительных случаях на участках

стесненной трассы допускается подвеска проводов ВЛ и контактной сети на общих опорах.

При пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами, вдоль которых проходят линии связи и сигнализации, необходимо, кроме табл. 2.5.34, руководствоваться также требованиями, предъявляемыми к пересечениям и сближениям ВЛ с сооружениями связи.

Т а б л и ц а 2.5.34

Наименьшие расстояния при пересечении и сближении ВЛ с железными дорогами

Пересечение или сближение	Наименьшие расстояния, м, при напряжении ВЛ, кВ						
	До 20	35-100	150	220	330	500	750
<i>При пересечении</i>							
Для неэлектрифицированных железных дорог от провода до головки рельса в нормальном режиме ВЛ по вертикали:							
железных дорог широкой и узкой колеи общего пользования	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5	20
железных дорог широкой колеи необщего пользования	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5	12
железных дорог узкой колеи необщего пользования от провода до головки рельса при обрыве провода ВЛ в смежном пролете по вертикали:	6,5	6,5	7	7,5	8	8,5	12
железных дорог широкой колеи	6	6	6,5	6,5	7	-	-
железных дорог узкой колеи	4,5	4,5	5	5	5,5	-	-
Для электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог от проводов ВЛ до наивысшего провода или несущего троса: в нормальном режиме по вертикали	Как при пересечении ВЛ между собой в соответствии с табл. 2.5.24 (см. также 2.5.229)						
при обрыве провода в соседнем пролете	1	1	2	2	2,5	3,5	-
<i>При сближении или параллельном следовании</i>							
Для неэлектрифицированных железных дорог на участках стесненной трассы от отклоненного провода ВЛ до габарита приближения строений по горизонтали	1,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Для электрифицированных или подлежащих электрификации железных дорог от крайнего провода ВЛ до крайнего провода, подвешенного с полевой стороны опоры контактной сети, по горизонтали	Как при сближении ВЛ между собой в соответствии с табл. 2.5.25						
То же, но при отсутствии проводов с полевой стороны опор контактной сети	Как при сближении ВЛ с сооружениями в соответствии с 2.5.216						

2.5.252. При пересечении ВЛ электрифицированных и подлежащих электрификации железных дорог общего пользования опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными нормальной конструкции. На участках с особо интенсивным и интенсивным движением* поездов эти опоры должны быть металлическими.

* К интенсивному движению поездов относится такое движение, при котором количество пассажирских и грузовых поездов в сумме по графику на двухпутных участках составляет более 50 и до 100 пар в сутки, а на однопутных - более 24 и до 48 пар в сутки.

Допускается в пролете этого пересечения, ограниченного анкерными опорами, установка промежуточной опоры между путями, не предназначенными для прохождения регулярных пассажирских поездов, а также промежуточных опор по краям железнодорожного полотна путей любых дорог. Указанные опоры должны быть металлическими или железобетонными. Крепление проводов на этих опорах должно осуществляться поддерживающими двухцепными гирляндами изоляторов с глухими зажимами.

Применение опор из любого материала с оттяжками и деревянных одностоечных опор не допускается. Деревянные промежуточные опоры должны быть П-образными (с Х- или Z-образными связями) или А-образными.

При пересечении железных дорог необщего пользования допускается применение анкерных опор облегченной конструкции и промежуточных опор. Крепление проводов на промежуточных опорах должно осуществляться поддерживающими двухцепными гирляндами изоляторов с глухими зажимами. Опоры всех типов, устанавливаемых на пересечении железных дорог необщего пользования, могут быть свободностоящими или на оттяжках.

2.5.253. На ВЛ с подвесными изоляторами и нерасщепленным проводом в фазе натяжные гирлянды изоляторов для провода должны быть двухцепными с отдельным креплением каждой цепи к опоре. Крепление натяжных гирлянд изоляторов для расщепленного провода в фазе должно выполняться в соответствии с 2.5.112. Применение штыревых изоляторов в пролетах пересечений ВЛ с железными дорогами не допускается.

Использование в качестве заземлителей арматуры железобетонных опор и железобетонных приставок у опор, ограничивающих пролет пересечения, не допускается.

2.5.254. При пересечении ВЛ с железной дорогой, имеющей лесозащитные насаждения, следует руководствоваться требованиями 2.5.207.

2.5.255. Минимальные расстояния от ВЛ до мостов железных дорог с пролетом 20 м и менее следует принимать такими же, как до соответствующих железных дорог по табл. 2.5.34, а с пролетом более 20 м устанавливаются при проектировании ВЛ.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С АВТОМОБИЛЬНЫМИ ДОРОГАМИ

2.5.256. Требования, приведенные в 2.5.256 - 2.5.263, распространяются на пересечения и сближения с автомобильными дорогами:

общего пользования и подъездными к промпредприятиям (категорий IA, IB, II - V по строительным нормам и правилам на автомобильные дороги);

внутрихозяйственными в сельскохозяйственных предприятиях (категорий I-C - III-C по строительным нормам и правилам на внутрихозяйственные автомобильные дороги в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях и организациях).

Пересечение и сближение ВЛ с федеральными дорогами общего пользования должны также соответствовать требованиям правил установления и использования придорожных полос федеральных автомобильных дорог общего пользования.

Угол пересечения с автомобильными дорогами не нормируется.

2.5.257. При пересечении автомобильных дорог категорий IA и IB опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерного типа нормальной конструкции.

На ВЛ с подвесными изоляторами и нерасщепленным проводом в фазе с площадью сечения алюминиевой части 120 мм² и более натяжные гирлянды изоляторов для провода должны быть двухцепными с отдельным креплением каждой цепи к опоре.

Натяжные многоцепные гирлянды изоляторов для расщепленной фазы, состоящие из двух-пяти цепей, следует предусматривать с отдельным креплением каждой цепи к опоре.

Допускается в пролете пересечения дорог категорий IA и IB, ограниченном анкерными опорами, установка промежуточных опор за пределами водопропускной канавы у подошвы дорожного полотна с учетом требований 2.5.262. Крепление проводов на этих опорах должно осуществляться поддерживающими двухцепными гирляндами изоляторов с глухими зажимами.

При пересечении автомобильных дорог категорий II - V, I-C - III-C опоры, ограничивающие пролет пересечения, могут быть анкерного типа облегченной конструкции или промежуточными.

На промежуточных опорах с поддерживающими гирляндами изоляторов провода должны быть подвешены в глухих зажимах, на опорах со штыревыми изоляторами должно применяться двойное крепление проводов на ВЛ и усиленное крепление на ВЛЗ.

При сооружении новых автомобильных дорог всех категорий и прохождении их под действующими ВЛ 500 - 750 кВ переустройство ВЛ не требуется, если выдерживаются наименьшие расстояния в соответствии с табл. 2.5.35.

2.5.258. Расстояния при пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами

должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.35.

Т а б л и ц а 2.5.35

Наименьшие расстояния при пересечении и сближении ВЛ с автомобильными дорогами

Пересечение, сближение или параллельное следование	Наименьшие расстояния, м, при напряжении ВЛ, кВ						
	До 20	35 - 110	150	220	330	500	750
<i>Расстояние по вертикали:</i>							
а) от провода до покрытия проезжей части дорог всех категорий	7	7	7,5	8	8,5	9,5	16
б) то же, при обрыве провода в смежном пролете	5,5	5,5	5,5	5,5	6	-	-
<i>Расстояние по горизонтали:</i>							
1. При пересечении дорог всех категорий, за исключением III-С и V:							
а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна дороги	Высота опоры						
б) в стесненных условиях от основания или любой части опоры до подошвы насыпи или до наружной бровки кювета дорог категорий IА, IБ и II	5	5	5	5	10	10	15
в) то же, до дороги категорий III, IV, I-С, II-С	2,0	2,5	2,5	2,5	5	5	15
2. При пересечении дороги категорий III-С и V:							
а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна дороги	Высота опоры						
б) в стесненных условиях от основания или любой части опоры до подошвы насыпи, наружной бровки, выемки или боковой водоотводящей канавы	1,5	2,5	2,5	2,5	5	5	15
3. При параллельном следовании с дорогами всех категорий:							
а) от основания или любой части опоры до бровки земляного полотна дороги	Высота опоры плюс 5 м						
б) от крайнего неотклоненного провода до бровки земляного полотна	10	15	15	15	20*	30*	40*
в) то же, в стесненных условиях	2	4	5	6	8	10	15

* С учетом предельно допустимых уровней напряженности электрического поля.

Во всех случаях сближения с криволинейными участками автодорог, проходящих по насыпям, минимальные расстояния от проводов ВЛ до бровки земляного полотна должны быть не менее расстояний по вертикали, указанных в табл. 2.5.35.

Наименьшие расстояния по вертикали в нормальном режиме работы ВЛ от проводов до проезжей части дорог должны приниматься:

без учета нагрева провода электрическим током при высшей температуре воздуха для ВЛ 500 кВ и ниже, при температуре воздуха по 2.5.17 при предельно допустимых значениях интенсивности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля для ВЛ 750 кВ;

при расчетной линейной гололедной нагрузке по 2.5.55 и температуре воздуха при гололеде согласно 2.5.51.

2.5.259. Расстояния по вертикали от проводов ВЛ с площадью сечения алюминиевой части менее 185 мм² в местах пересечения с автомобильными дорогами должны быть проверены на обрыв провода в смежном пролете при среднегодовой температуре воздуха без учета нагрева проводов электрическим током. Эти расстояния должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.35.

2.5.260. В местах пересечения ВЛ с автомобильными дорогами с обеих сторон ВЛ на дорогах должны устанавливаться дорожные знаки в соответствии с требованиями государственного стандарта.

В местах пересечения ВЛ 330 кВ и выше с автомобильными дорогами с обеих сторон ВЛ

на дорогах должны устанавливаться дорожные знаки, запрещающие остановку транспорта в охранных зонах этих линий.

Подвеска дорожных знаков на тросах-растяжках в пределах охранных зон ВЛ не допускается.

2.5.261. При сближении или пересечении зеленых насаждений, расположенных вдоль автомобильных дорог, следует руководствоваться 2.5.207.

2.5.262. Для предотвращения наездов транспортных средств на опоры ВЛ, расположенные на расстоянии менее 4 м от кромки проезжей части, должны применяться дорожные ограждения I группы*.

* Определение дорожных ограждений I группы приведено в строительных нормах и правилах на автомобильные дороги.

2.5.263. Минимальные расстояния от ВЛ до мостов автомобильных дорог с пролетом 20 м и менее следует принимать такими же, как до соответствующих автомобильных дорог по табл. 2.5.35, а с пролетом более 20 м - устанавливаются при проектировании ВЛ.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ, СБЛИЖЕНИЕ ИЛИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СЛЕДОВАНИЕ ВЛ С ТРОЛЛЕЙБУСНЫМИ И ТРАМВАЙНЫМИ ЛИНИЯМИ

2.5.264. Угол пересечения ВЛ с троллейбусными и трамвайными линиями следует принимать близким 90°, но не менее 60°.

2.5.265. При пересечении троллейбусных и трамвайных линий опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными нормальной конструкции.

Для ВЛ с проводами площадью сечения алюминиевой части 120 мм² и более или со стальными канатами типа ТК сечением 50 мм² и более допускаются также промежуточные опоры с подвеской проводов в глухих зажимах или с двойным креплением на штыревых изоляторах.

В случае применения анкерных опор на ВЛ с подвесными изоляторами и нерасщепленным проводом в фазе с площадью сечения алюминиевой части 120 мм² и более натяжные гирлянды изоляторов для провода должны быть двухцепными с отдельным креплением каждой цепи к опоре.

При сооружении новых троллейбусных и трамвайных линий и прохождении их под действующими ВЛ 500 кВ переустройство ВЛ не требуется, если выдерживаются наименьшие расстояния в соответствии с табл. 2.5.36.

Для ВЛЗ с проводами площадью сечения алюминиевой части 120 мм² и более допускается применение промежуточных опор с усиленным креплением защищенных проводов.

2.5.266. Наименьшие расстояния от проводов ВЛ при пересечении, сближении или параллельном следовании с троллейбусными и трамвайными линиями в нормальном режиме работы ВЛ должны приниматься не менее приведенных в табл. 2.5.36:

при высшей температуре воздуха без учета нагрева провода электрическим током;

при расчетной линейной гололедной нагрузке по 2.5.55 и температуре воздуха при гололеде согласно 2.5.51.

Расстояния по вертикали от проводов ВЛ площадью сечения алюминиевой части менее 185 мм² в местах пересечения с проводами или несущими тросами троллейбусной или трамвайной линии должны быть проверены в аварийном режиме на обрыв провода ВЛ в смежном пролете при среднегодовой температуре воздуха без учета нагрева проводов электрическим током. При этом расстояния должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.36.

Т а б л и ц а 2.5.36

Наименьшие расстояния от проводов ВЛ при пересечении, сближении или параллельном следовании с троллейбусными и трамвайными линиями

Пересечение, сближение или параллельное следование	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ				
	До 20	35-110	150-220	330	500

<i>Расстояние по вертикали от проводов ВЛ:</i>					
а) при пересечении с троллейбусной линией в нормальном режиме ВЛ:					
до высшей отметки проезжей части	11	11	12	13	13
до проводов контактной сети или несущих тросов	3	3	4	5	5
б) при пересечении с трамвайной линией в нормальном режиме ВЛ:					
до головки рельса	9,5	9,5	10,5	11,5	11,5
до проводов контактной сети или несущих тросов	3	3	4	5	5
в) при обрыве провода ВЛ в смежном пролете до проводов или несущих тросов троллейбусной или трамвайной линии	1	1	2	2,5	-
<i>Расстояние по горизонтали при сближении или параллельном следовании:</i>	Не менее высоты опоры				
а) от крайних неотклоненных проводов ВЛ до опор троллейбусной и трамвайной контактных сетей					
б) от крайних проводов ВЛ при наибольшем их отклонении до опор троллейбусной и трамвайной контактных сетей на участках стесненной трассы	3	4	6	8	10
в) от крайних неотклоненных проводов ВЛ до остановочных пунктов трамваев и троллейбусов, разворотных колец с путями рабочими, отстоя, обгона и ремонта	10	20	25	30	30

При сближении ВЛ 110 кВ и выше с троллейбусными и трамвайными линиями расстояния между их проводами и мероприятия по защите от влияния должны быть определены в соответствии со строительными нормами и правилами на трамвайные и троллейбусные линии.

2.5.267. Защита пересечений ВЛ с контактной сетью осуществляется защитными аппаратами в соответствии с требованиями, приведенными в 2.5.229.

Допускается размещение проводов пересекающей ВЛ над опорами контактной сети при расстояниях по вертикали от проводов ВЛ до верха опор контактной сети не менее: 7 м - для ВЛ напряжением до 110 кВ, 8 м - для ВЛ 150 - 220 кВ, 9 м - для ВЛ 330 - 500 кВ.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ВЛ С ВОДНЫМИ ПРОСТРАНСТВАМИ

2.5.268. Угол пересечения ВЛ с водными пространствами (реками, каналами, озерами, водохранилищами и др.) не нормируется.

Следует избегать, по возможности, пересечения ВЛ мест длительной стоянки судов (затонов, портов и других отстойных пунктов). Прохождение ВЛ над шлюзами не допускается.

2.5.269. При пересечении судоходных участков рек, каналов, озер и водохранилищ независимо от длины пролета пересечения, а также несудоходных участков водных пространств с пролетом пересечения более 700 м (большие переходы) опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения, должны быть анкерными концевыми.

Для ВЛ со сталеалюминиевыми проводами и проводами из термообработанного алюминиевого сплава со стальным сердечником с площадью сечения алюминиевой части для обоих типов проводов 120 мм² и более или стальными канатами типа ТК площадью сечения 50 мм² и более допускается применение промежуточных опор и анкерных опор облегченного типа; при этом количество промежуточных опор между концевыми опорами должно соответствовать требованиям 2.5.153.

При применении в пролете пересечения промежуточных опор провода и тросы должны крепиться к ним глухими или специальными зажимами (например, многороликовыми подвесами).

На пересечениях ВЛ с судоходными водными пространствами, выполненных на промежуточных опорах с креплением проводов в глухих зажимах, расстояния по вертикали от проводов ВЛ площадью сечения алюминиевой части менее 185 мм² до судов должны быть проверены на обрыв провода в соседнем пролете при среднегодовой температуре воздуха без ветра и гололеда без учета нагрева проводов электрическим током. При площади сечения алюминиевой части 185 мм² и более проверка в аварийном режиме не требуется.

2.5.270. Расстояние от нижней точки провеса проводов ВЛ в нормальном и аварийном

режимах до уровня высоких (паводковых) вод на судоходных участках рек, каналов, озер и водохранилищ определяется как сумма максимального габарита судов и наименьшего расстояния от проводов ВЛ до габарита судов по табл. 2.5.37.

Стрела провеса провода при этом определяется при высшей температуре воздуха без учета нагрева проводов, электрическим током.

Уровень высоких (паводковых) вод принимается с вероятностью превышения (обеспеченностью) 0,01 (повторяемость 1 раз в 100 лет) для ВЛ 500 - 750 кВ и 0,02 (повторяемость 1 раз в 50 лет) - для ВЛ 330 кВ и ниже.

Расстояния от нижней точки провеса провода ВЛ до уровня льда должны быть не менее указанных в табл. 2.5.37. Стрела провеса провода при этом определяется при расчетной линейной гололедной нагрузке по 2.5.55 и температуре воздуха при гололеде согласно 2.5.51.

При пересечении ВЛ 330 кВ и выше мест длительной стоянки судов (затонов, портов и других отстойных пунктов) должно быть обеспечено наименьшее расстояние до верхних рабочих площадок обслуживания судов согласно табл. 2.5.37. Стрела провеса провода при этом определяется при температуре воздуха по 2.5.17 без учета нагрева провода электрическим током при предельно допустимых значениях интенсивности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля.

Т а б л и ц а 2.5.37

Наименьшее расстояние при пересечении ВЛ с водными пространствами

Расстояние	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ					
	До 110	150	220	330	500	750
Для судоходных участков рек, каналов, озер и водохранилищ от проводов по вертикали:						
до максимального габарита судов или сплава в нормальном режиме ВЛ	2	2,5	3,0	3,5	4,0	5,5
то же, но при обрыве провода в соседнем пролете	0,5	1,0	1,0	1,5	-	-
до верхних рабочих площадок обслуживания судов (крыша рубки и т.д.) в затонах, портах и других отстойных пунктах	-	-	-	11,0	15,5	23,0
до уровня льда	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	12,0
Для несудоходных участков рек, каналов, озер и водохранилищ от проводов по вертикали:						
до уровня высоких вод*	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	10,0
до уровня льда	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	12,0

* Наименьшее расстояние обеспечивает пропуск плавающих средств высотой до 3,5 м.

2.5.271. Расстояния от нижней точки провеса проводов ВЛ в нормальном режиме до уровня высоких (паводковых) вод на несудоходных участках рек, каналов, озер и водохранилищ должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.37. Стрела провеса провода при этом определяется при температуре воздуха 15 °С без учета нагрева проводов электрическим током.

Расстояния от нижней точки провеса проводов ВЛ до уровня льда должны быть не менее указанных в табл. 2.5.37. Стрела провеса провода при этом определяется при расчетной линейной гололедной нагрузке по 2.5.55 и температуре воздуха при гололеде согласно 2.5.51.

2.5.272. Места пересечения ВЛ с судоходными и сплавными реками, озерами, водохранилищами и каналами должны быть обозначены на берегах сигнальными знаками в соответствии с правилами плавания по внутренним водным путям.

Знаки «Соблюдай надводный габарит» устанавливаются по одному на каждом берегу на расстоянии 100 м выше или ниже (по течению) оси воздушного перехода. При ширине реки до 100 м щиты знаков устанавливаются непосредственно на опоре ВЛ на высоте не менее 5 м.

Предупреждающие навигационные знаки устанавливают владельцы ВЛ. Размеры знака, цвет и режим горения огней должны соответствовать государственным стандартам.

ПРОХОЖДЕНИЕ ВЛ ПО МОСТАМ

2.5.273. Прокладка ВЛ 1 кВ и выше на всех мостах, как правило, не допускается.

При обоснованной необходимости допускается прохождение ВЛ по мостам, выполненным из негорючих материалов, при этом опоры или поддерживающие устройства, ограничивающие пролеты с берега на мост и через разводную часть моста, должны быть анкерными нормальной конструкции, все прочие поддерживающие устройства на мостах могут быть промежуточного типа, на этих устройствах с поддерживающими гирляндами изоляторов провода должны быть подвешены в глухих зажимах. Применение штыревых изоляторов не допускается, кроме ВЛЗ, где допускается их применение с креплением проводов спиральными пружинными вязками.

2.5.274. На металлических железнодорожных мостах с ездой по низу, снабженных на всем протяжении верхними связями, провода допускается располагать непосредственно над пролетным строением моста выше связей или за его пределами; располагать провода в пределах габарита приближения строений, а также в пределах ширины, занятой элементами контактной сети электрифицированных железных дорог, не допускается. Расстояния от проводов ВЛ до всех линий МПС, проложенных по конструкции моста, принимаются по 2.5.251, как для стесненных участков трассы.

На городских и шоссейных мостах провода допускается располагать как за пределами пролетного строения, так и в пределах ширины пешеходной и проезжей частей моста.

На охраняемых мостах допускается располагать провода ВЛ ниже отметки пешеходной части.

2.5.275. Наименьшие расстояния от проводов ВЛ до различных частей мостов должны приниматься в соответствии с требованиями организаций, в ведении которых находится данный мост. При этом определение наибольшей стрелы провеса проводов производится путем сопоставления стрел провеса при высшей температуре воздуха и при гололеде.

ПРОХОЖДЕНИЕ ВЛ ПО ПЛОТИНАМ И ДАМБАМ

2.5.276. При прохождении ВЛ по плотинам, дамбам и т.п. любые расстояния от неотклоненных и отклоненных проводов до различных частей плотин или дамб в нормальном режиме ВЛ должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.38.

Расстояния по вертикали в нормальном режиме работы ВЛ должны приниматься не менее приведенных в табл. 2.5.38:

при высшей температуре воздуха без учета нагрева провода электрическим током для ВЛ 500 кВ и ниже;

при температуре воздуха по 2.5.17 без учета нагрева проводов электрическим током при предельно допустимых значениях интенсивности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля для ВЛ 750 кВ;

при расчетной линейной гололедной нагрузке по 2.5.55 и температуре воздуха при гололеде согласно 2.5.51.

Т а б л и ц а 2.5.38

Наименьшие расстояния от проводов ВЛ до различных частей плотин и дамб

Части плотин и дамб	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ					
	До 110	150	220	330	500	750
Гребень и бровка откоса	6	6,5	7	7,5	8	12
Наклонная поверхность откоса	5	5,5	6	6,5	7	9
Поверхность переливающейся через плотину воды	4	4,5	5	5,5	6	7

2.5.277. При прохождении ВЛ по плотинам и дамбам, по которым проложены пути сообщения, ВЛ должна удовлетворять также требованиям, предъявляемым к ВЛ при пересечении и сближении с соответствующими объектами путей сообщения.

При этом расстояния по горизонтали от любой части опоры до путей сообщения должны приниматься как для ВЛ на участках стесненной трассы. Расстояния до пешеходных дорожек и тротуаров не нормируются.

Располагать провода в пределах габарита приближения строений, а также в пределах ширины, занятой элементами контактной сети электрифицированных железных дорог, не

допускается.

Допускается располагать провода в пределах полотна автомобильной дороги, пешеходных дорожек и тротуаров.

СБЛИЖЕНИЕ ВЛ СО ВЗРЫВО- И ПОЖАРООПАСНЫМИ УСТАНОВКАМИ

2.5.278. Сближение ВЛ со зданиями, сооружениями и наружными технологическими установками, связанными с добычей, транспортировкой, производством, изготовлением, использованием или хранением взрывоопасных, взрывопожароопасных и пожароопасных веществ, а также со взрыво- и пожароопасными зонами, должно выполняться в соответствии с нормами, утвержденными в установленном порядке.

Если нормы сближения не предусмотрены нормативными документами, то расстояния от оси трассы ВЛ до указанных зданий, сооружений, наружных установок и зон должны составлять не менее полуторакратной высоты опоры.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С НАДЗЕМНЫМИ И НАЗЕМНЫМИ ТРУБОПРОВОДАМИ, СООРУЖЕНИЯМИ ТРАНСПОРТА НЕФТИ И ГАЗА И КАНАТНЫМИ ДОРОГАМИ

2.5.279. Угол пересечения ВЛ с надземными и наземными газопроводами, нефтепроводами, нефтепродуктопроводами, трубопроводами сжиженных углеводородных газов, аммиакопроводами*, а также с пассажирскими канатными дорогами рекомендуется принимать близким к 90°.

Угол пересечения ВЛ с надземными и наземными трубопроводами для транспорта негорючих жидкостей и газов, а также с промышленными канатными дорогами не нормируется.

* Газопроводы, нефтепроводы, нефтепродуктопроводы, трубопроводы сжиженных углеводородных газов, аммиакопроводы в дальнейшем именуются трубопроводами для транспорта горючих жидкостей и газов.

2.5.280. Пересечение ВЛ 110 кВ и выше с надземными и наземными магистральными и промышленными трубопроводами* для транспорта горючих жидкостей и газов, как правило, не допускается.

* Магистральные и промышленные трубопроводы в дальнейшем именуются магистральными трубопроводами.

Допускается пересечение этих ВЛ с действующими односторонними наземными магистральными трубопроводами для транспорта горючих жидкостей и газов, а также с действующими техническими коридорами этих трубопроводов при прокладке трубопроводов в насыпи.

В районах с вечномерзлыми грунтами допускается пересечение ВЛ 110 кВ и выше с надземными и наземными магистральными нефтепроводами, а также с их техническими коридорами без прокладки нефтепроводов в насыпи. При этом нефтепроводы на расстоянии 1000 м в обе стороны от пересечения с ВЛ должны отвечать требованиям, предъявляемым к участкам трубопроводов категории I, а в пределах охранной зоны ВЛ 500 кВ и выше - категории В по строительным нормам и правилам магистральные трубопроводы.

В пролетах пересечения с ВЛ надземные и наземные трубопроводы для транспорта горючих жидкостей и газов, кроме проложенных в насыпи, следует защищать ограждениями, исключающими попадание проводов на трубопровод как при их обрыве, так и необорванных проводов при падении опор, ограничивающих пролет пересечения.

Ограждения должны быть рассчитаны на нагрузки от воздействия проводов при их обрыве или при падении опор ВЛ, ограничивающих пролет пересечения, и на термическую стойкость при протекании токов КЗ.

Ограждение должно выступать по обе стороны пересечения на расстояние, равное высоте опоры.

2.5.281. Опоры ВЛ, ограничивающие пролет пересечения с надземными и наземными трубопроводами, а также с канатными дорогами, должны быть анкерными нормальной конструкции. Для ВЛ со сталеалюминиевыми проводами площадью сечения по алюминию

120 мм² и более или со стальными канатами площадью сечения 50 мм и более, кроме пересечений с пассажирскими канатными дорогами, допускаются анкерные опоры облегченной конструкции или промежуточные опоры. Поддерживающие зажимы на промежуточных опорах должны быть глухими.

При сооружении новых трубопроводов и канатных дорог под действующими ВЛ 500 кВ и выше переустройство ВЛ не требуется, если выдерживается наименьшее расстояние в соответствии с табл. 2.5.39.

Т а б л и ц а 2.5.39

Наименьшее расстояние от проводов ВЛ до наземных, надземных трубопроводов, канатных дорог

Пересечение, сближение и параллельное следование	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ							
	До 20	35	110	150	220	330	500	750
<i>Расстояние по вертикали</i> (в свету) при пересечении: от неотклоненных проводов ВЛ до любой части трубопроводов (насыпи), защитных устройств, трубопровода или канатной дороги в нормальном режиме	3*	4	4	4,5	5	6	8	12
то же, при обрыве провода в смежном пролете	2*	2*	2*	2,5	3	4	-	-
<i>Расстояния по горизонтали:</i> 1) при сближении и параллельном следовании от крайнего неотклоненного провода до любой части: магистрального нефтепровода и нефтепродуктопровода газопровода с избыточным давлением свыше 1,2 МПа (магистрального газопровода) трубопровода сжиженных углеводородных газов аммиакопровода немагистральных нефтепровода и нефтепродуктопровода, газопровода с избыточным давлением газа 1,2 МПа и менее, водопровода, канализации (напорной и самотечной), водостока, тепловой сети	50 м, но не менее высоты опоры Не менее удвоенной высоты опоры, но не менее 50 м Не менее 1000 м 3-кратная высота опоры, но не менее 50 м Не менее высоты опоры**							
помещений со взрывоопасными зонами и наружных взрывоопасных установок: компрессорных (КС) и газораспределительных (ГРС) станций:								
на газопроводах с давлением свыше 1,2 МПа	80	80	100	120	140	160	180	200
на газопроводах с давлением газа 1,2 МПа и менее нефтеперекачивающих станций (НПС)	Не менее высоты опоры плюс 3 м							
2) при пересечении от основания опоры ВЛ до любой части: трубопровода, защитных устройств трубопровода или канатной дороги	40	40	60	80	100	120	150	150
то же, на участках трассы в стесненных условиях	Не менее высоты опоры							
	3	4	4	4,5	5	6	6,5	15

* При прокладке трубопровода в насыпи расстояние до насыпи увеличивается на 1 м.

** Если высота надземного сооружения превышает высоту опоры ВЛ, расстояние между этим сооружением и ВЛ следует принимать не менее высоты этого сооружения.

Примечание. Приведенные в таблице расстояния принимаются до границы насыпи или защитного устройства.

В пролетах пересечения ВЛ с трубопроводами для транспорта горючих жидкостей и газов провода и тросы не должны иметь соединений.

2.5.282. Провода ВЛ должны располагаться над надземными трубопроводами и канатными дорогами. В исключительных случаях допускается прохождение ВЛ до 220 кВ под канатными дорогами, которые должны иметь мостики или сетки для ограждения проводов ВЛ. Крепление мостиков и сеток на опорах ВЛ не допускается.

Расстояния по вертикали от ВЛ до мостиков, сеток и ограждений (2.5.280) должны быть такими же, как до надземных и наземных трубопроводов и канатных дорог (см. табл. 2.5.39).

2.5.283. В пролетах пересечения с ВЛ металлические трубопроводы, кроме проложенных в насыпи, канатные дороги, а также ограждения, мостики и сетки должны быть заземлены. Сопротивление, обеспечиваемое применением искусственных заземлителей, должно быть не более 10 Ом.

2.5.284. Расстояния при пересечении, сближении и параллельном следовании с надземными и наземными трубопроводами и канатными дорогами должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.39*.

* Взаимное расположение трубопроводов, их зданий, сооружений и наружных установок и ВЛ, входящих в состав трубопроводов, определяется ведомственными нормами.

Расстояния по вертикали в нормальном режиме работы ВЛ должны приниматься не менее значений, приведенных в табл. 2.5.39:

при высшей температуре воздуха без учета нагрева проводов электрическим током расстояния должны приниматься как для ВЛ 500 кВ и ниже;

при температуре воздуха по 2.5.17 без учета нагрева провода электрическим током при предельно допустимых значениях интенсивности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля - для ВЛ 750 кВ;

при расчетной линейной гололедной нагрузке по 2.5.55 и температуре воздуха при гололеде - согласно 2.5.51.

В аварийном режиме расстояния проверяются для ВЛ с проводами площадью сечения алюминиевой части менее 185 мм² при среднегодовой температуре, без гололеда и ветра; для ВЛ с проводами площадью сечения алюминиевой части 185 мм² и более проверка при обрыв провода не требуется.

Трасса ВЛ напряжением 110 кВ и выше при параллельном следовании с техническими коридорами надземных и наземных магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов должна проходить, как правило, на местности с отметками рельефа выше отметок технических коридоров магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. В районах Западной Сибири и Крайнего Севера* при параллельном следовании ВЛ 110 кВ и выше с техническими коридорами надземных и наземных магистральных газопроводов, нефтепроводов нефтепродуктопроводов и аммиакопроводов расстояние от оси ВЛ до крайнего трубопровода должно быть не менее 1000 м.

* Здесь и далее к районам Западной Сибири относятся нефтегазодобывающие районы Тюменской и Томской областей и Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского округов и к районам Крайнего Севера - территория, включенная в это понятие Постановлением Совета Министров СССР от 10.10.67.

2.5.285. Расстояние от крайних неотклоненных проводов ВЛ до продувочных свечей, устанавливаемых на магистральных газопроводах, следует принимать не менее 300 м.

На участках стесненной трассы ВЛ это расстояние может быть уменьшено до 150 м, кроме многоцепных ВЛ, расположенных как на общих, так и на отдельных опорах.

2.5.286. На участках пересечения ВЛ с вновь сооружаемыми надземными и наземными магистральными трубопроводами последние на расстоянии по 50 м в обе стороны от проекции крайнего неотклоненного провода должны иметь для ВЛ до 20 кВ категорию, отвечающую требованиям строительных норм и правил, а для ВЛ 35 кВ и выше - на одну категорию выше.

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ И СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С ПОДЗЕМНЫМИ ТРУБОПРОВОДАМИ

2.5.287. Угол пересечения ВЛ 35 кВ и ниже с подземными магистральными и промышленными газопроводами, нефтепроводами, нефтепродуктопроводами, трубопроводами сжиженных углеводородных газов и аммиакопроводами* не нормируется.

* Газопроводы, нефтепроводы, нефтепродуктопроводы, трубопроводы снижения углеводородных газов, аммиакопроводы в дальнейшем именуется трубопроводами для транспорта горючих, жидкостей и газов; магистральные и промышленные трубопроводы в дальнейшем именуется магистральными трубопроводами.

Угол пересечения ВЛ 110 КВ и выше с вновь сооружаемыми подземными магистральными трубопроводами для транспорта горючих жидкостей и газов, а также с

действующими техническими коридорами этих трубопроводов должен быть не менее 60°.

Угол пересечения ВЛ с подземными газопроводами с избыточным давлением газа 1,2 МПа и менее, немагистральными нефтепроводами, нефтепродуктопроводами, трубопроводами сжиженных углеводородных газов и аммиакопроводами, а также с подземными трубопроводами для транспорта негорючих жидкостей и газов не нормируется.

2.5.288. Расстояния при пересечении, сближении и параллельном следовании ВЛ с подземными трубопроводами должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.40*.

В исключительных случаях допускается в процессе проектирования уменьшение до 50 % расстояний (например, при прохождении ВЛ по территориям электростанций, промышленных предприятий, по улицам городов и т.п.), приведенных в п. 3 табл. 2.5.40 для газопроводов с давлением газа 1,2 МПа и менее.

* Взаимное расположение трубопроводов, их зданий, сооружений и наружных установок и ВЛ, входящих в состав трубопроводов, определяется ведомственными нормами.

Т а б л и ц а 2.5.40

Наименьшие расстояния от ВЛ до подземных сетей

Пересечение, сближение или параллельное следование	Наименьшее расстояние, м, при напряжении ВЛ, кВ							
	До 20	35	110	150	220	330	500	750
<i>Расстояние по горизонтали:</i>								
1) при сближении и параллельном следовании от крайнего неотклоненного провода до любой части: магистральных нефтепроводов, нефтепродуктопроводов, аммиакопроводов, газопроводов с давлением газа свыше 1,2 МПа (магистральные газопроводы) трубопроводов сжиженных углеводородных газов	10	15	20	25	25	30	0	40
	Не менее 1000 м							
2) при сближении и параллельном следовании в стесненных условиях и при пересечении от заземлителя или подземной части (фундаментов) опоры до любой части трубопроводов, указанных в п. 1	5	5	10	10	10	15	25	25
3) при пересечении, сближении и параллельном следовании от заземлителя или подземной части (фундаментов) опоры: до немагистральных нефтепроводов, нефтепродуктопроводов, трубопроводов сжиженных углеводородных газов и аммиакопроводов и до газопроводов с давлением газа 1,2 МПа и менее	5	5	10	10	10	10	10	25
до водопровода, канализации (напорной и самотечной), водосточков, дренажей тепловых сетей	2	2	3	3	3	3	3	10

При этом следует предусматривать защиту фундаментов опор ВЛ от возможного их подмыва при повреждении указанных трубопроводов, а также защиту, предотвращающую вынос опасных потенциалов на металлические трубопроводы.

В районах Западной Сибири и Крайнего Севера при параллельном следовании ВЛ 110 кВ и выше с техническими коридорами подземных магистральных трубопроводов для транспорта горючих жидкостей и газов расстояние от оси ВЛ до крайнего трубопровода должно быть не менее 1000 м.

2.5.289. Расстояния от крайних неотклоненных проводов ВЛ до продувочных свечей, устанавливаемых на газопроводах с давлением газа свыше 1,2 МПа (магистральных газопроводах), и до помещений со взрывоопасными зонами и наружных взрывоопасных установок КС, ГРС и НПС следует принимать как для надземных и наземных трубопроводов по 2.5.285 и по табл. 2.5.39 соответственно.

2.5.290. Вновь сооружаемые подземные магистральные трубопроводы на участках сближения и параллельного следования с ВЛ при прокладке их на расстояниях менее приведенных в п. 1 табл. 2.5.40 должны иметь категорию:

для газопроводов и ВЛ 500 кВ и выше - не менее II;

для газопроводов и ВЛ 330 кВ и ниже - не менее III;

для нефтепроводов и ВЛ выше 1 кВ - не менее III.

Вновь сооружаемые подземные магистральные трубопроводы при пересечении с ВЛ в пределах охранной зоны ВЛ должны соответствовать строительным нормам и правилам.

Вновь сооружаемые подземные магистральные трубопроводы, прокладываемые в районах Западной Сибири и Крайнего Севера, при пересечении с ВЛ на расстоянии 1000 м в обе стороны от пересечения должны быть не ниже II категории, а в пределах охранной зоны ВЛ 500 кВ и выше - I категории.

СБЛИЖЕНИЕ ВЛ С АЭРОДРОМАМИ И ВЕРТОДРОМАМИ

2.5.291. Размещение ВЛ в районах аэродромов, вертодромов и воздушных трасс производится в соответствии с требованиями строительных норм и правил на аэродромы и планировку и застройку городских и сельских поселений.

2.5.292. В соответствии с Руководством по эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации (РЭГА РФ) в целях обеспечения безопасности полетов воздушных судов опоры ВЛ, расположенные на приаэродромной территории и на местности в пределах воздушных трасс и нарушающие или ухудшающие условия безопасности полетов, а также опоры высотой 100 м и более независимо от места их расположения должны иметь дневную маркировку (окраску) и светоограждение.

Маркировку и светоограждение опор ВЛ должны выполнять предприятия и организации, которые их строят и эксплуатируют.

Необходимость и характер маркировки и светоограждения проектируемых опор ВЛ определяются в каждом конкретном случае соответствующими органами гражданской авиации при согласовании строительства.

Выполнение дневной маркировки и светоограждения опор ВЛ производится в соответствии с РЭГА РФ. При этом следует соблюдать следующие условия:

1) дневная маркировка должна иметь два маркировочных цвета: красный (оранжевый) и белый. Опоры высотой до 100 м маркируют от верхней точки на 1/3 высоты горизонтальными чередующимися по цвету полосами шириной 0,5 - 6 м. Число полос должно быть не менее трех, причем крайние полосы окрашивают в красный (оранжевый) цвет. На приаэродромной территории международных аэропортов и воздушных трассах международного значения опоры маркируются горизонтальными чередующимися по цвету полосами той же ширины сверху до основания.

Опоры высотой более 100 м маркируются от верха до основания чередующимися по цвету полосами шириной, определяемой РЭГА РФ, но не более 30 м;

2) для светоограждения опор должны быть использованы заградительные огни, которые устанавливаются на самой верхней части (точке) и ниже через каждые 45 м. Расстояния между промежуточными ярусами, как правило, должны быть одинаковыми. Опоры, расположенные внутри застроенных районов, светоограждаются сверху вниз до высоты 45 м над средним уровнем высоты застройки;

3) в верхних точках опор устанавливается по два огня (основной и резервный), работающих одновременно или по одному при наличии устройства для автоматического включения резервного огня при выходе из строя основного. Автомат включения резервного огня должен работать так, чтобы в случае выхода его из строя остались включенными оба заградительных огня;

4) заградительные огни должны быть установлены так, чтобы их можно было наблюдать со всех направлений в пределах от зенита до 5° ниже горизонта;

5) заградительные огни должны быть постоянного излучения красного цвета с силой света во всех направлениях не менее 10 кд.

Для светоограждения опор, расположенных вне зон аэродромов и не имеющих вокруг себя посторонних огней, могут быть применены огни белого цвета, работающие в проблесковом режиме. Сила заградительного огня должна быть не менее 10 кд, а частота проблесков - не менее 60 1/мин.

При установке на опоре нескольких проблесковых огней должна быть обеспечена одновременность проблесков;

6) средства светового ограждения аэродромных препятствий по условиям электроснабжения относятся к потребителям I категории, и их электроснабжение должно осуществляться по отдельным линиям, подключенным к подстанциям.

Линии должны быть обеспечены аварийным (резервным) питанием.

Рекомендуется предусмотреть АВР;

7) включение и отключение светового ограждения препятствий в районе аэродрома производится владельцами ВЛ и диспетчерским пунктом аэродрома по заданному режиму работы. На случай отказа автоматических устройств для включения заградительных огней следует предусматривать возможность включения заградительных огней вручную;

8) для обеспечения удобного и безопасного обслуживания должны предусматриваться площадки у мест размещения сигнальных огней и оборудования, а также лестницы для доступа к этим площадкам.

Для этих целей следует использовать площадки и лестницы, предусматриваемые на опорах ВЛ.

ПРИЛОЖЕНИЕ (ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)

РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПРОВОДАМИ И МЕЖДУ ПРОВОДАМИ И ТРОСАМИ ПО УСЛОВИЯМ ПЛЯСКИ

Т а б л и ц а П I

**Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных
опорах ВЛ 35 - 220 кВ в районах с умеренной пляской проводов**

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Расстояние по горизонтали, м, при стрелах провеса, м, при среднегодовой температуре							
		До 4	5	6	8	12	16	20	30 и более
35	2,5	-	0,7	10	1,60	2,3	2,60	3,30	3,90
	3,0	-	-	07	1,30	2,15	2,55	3,20	3,85
	3,5	-	-	-	1,00	2,10	2,50	3,15	3,80
	4,0	-	-	-	0,70	2,00	2,45	3,10	3,80
	4,5	-	-	-	-	1,80	2,40	3,10	3,85
	5,0	-	-	-	-	1,60	2,30	3,05	3,80
	5,5	-	-	-	-	1,00	2,25	3,05	3,80
	6,0	-	-	-	-	0,70	2,10	3,00	3,75
	6,5	-	-	-	-	-	1,90	2,90	3,65
	7,0	-	-	-	-	-	1,60	2,60	3,40
	7,5	-	-	-	-	-	1,30	2,45	3,30
110	3,0	-	-	1,15	1,70	2,40	2,80	3,50	4,15
	3,5	-	-	-	1,50	2,40	2,70	3,40	4,10
	4,0	-	-	-	1,20	2,20	2,65	3,40	4,10
	4,5	-	-	-	-	2,00	2,60	3,35	4,05
	5,0	-	-	-	-	1,80	2,50	3,25	4,00
	5,5	-	-	-	-	1,50	2,45	3,30	4,10
	6,0	-	-	-	-	1,20	2,30	3,20	4,00
	6,5	-	-	-	-	-	2,10	3,05	3,80
	7,0	-	-	-	-	-	2,00	2,90	3,70
	7,5	-	-	-	-	-	1,60	2,75	3,65
	8,0	-	-	-	-	-	1,20	2,60	3,50
150	3,5	-	-	0,65	1,50	2,50	2,85	3,60	4,25
	4,0	-	-	-	1,50	2,30	2,80	3,55	4,25
	4,5	-	-	-	0,75	2,20	2,75	3,50	4,25
	5,0	-	-	-	-	2,00	2,70	3,50	4,25
	5,5	-	-	-	-	1,60	2,60	3,45	4,25
	6,0	-	-	-	-	1,50	2,50	3,40	4,25
	6,5	-	-	-	-	0,95	2,30	3,30	4,10
	7,0	-	-	-	-	-	2,10	3,15	4,05
	7,5	-	-	-	-	-	1,80	3,00	3,90
	8,0	-	-	-	-	-	1,45	2,80	3,80
	8,5	-	-	-	-	-	0,80	2,60	3,65
220	4,0	-	-	-	1,45	2,60	3,05	3,95	4,70

	4,5	-	-	-	1,10	2,45	3,00	3,90	4,65
	5,0	-	-	-	-	2,30	3,00	3,85	4,60
	5,5	-	-	-	-	2,00	2,80	3,65	4,40
	6,0	-	-	-	-	2,00	2,70	3,55	4,35
	6,5	-	-	-	-	1,75	2,60	3,55	4,35
	7,0	-	-	-	-	-	2,35	3,35	4,25
	7,5	-	-	-	-	-	2,10	3,25	4,15
	8,0	-	-	-	-	-	1,80	3,10	4,00
	8,5	-	-	-	-	-	1,40	2,85	3,90
	9,0	-	-	-	-	-	-	2,65	3,75

Т а б л и ц а П2

Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных опорах ВЛ 330 кВ в районах с умеренной пляской проводов

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Расстояние по горизонтали, м, при стрелах провеса, м, при среднегодовой температуре					
		До 4	5	6	8	12	16 и более
330	5,0	-	1,20	2,45	2,65	3,10	3,70
	5,5	-	-	1,85	2,50	3,05	3,65
	6,0	-	-	-	2,50	2,95	3,60
	6,5	-	-	-	-	2,85	3,55
	7,0	-	-	-	-	2,70	3,50
	7,5	-	-	-	-	2,50	3,45
	8,0	-	-	-	-	2,50	3,40
	8,5	-	-	-	-	2,50	3,20
	9,0	-	-	-	-	2,25	3,15
	9,5	-	-	-	-	1,95	3,00
	10,0	-	-	-	-	1,50	2,90

Т а б л и ц а П3

Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных опорах ВЛ 500 - 750 кВ в районах с умеренной пляской проводов

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Расстояние по горизонтали, м, при стрелах провеса, м, при среднегодовой температуре				
		До 4	5	6	8	12 и более
500	6,0	-	1,60	2,20	3,10	4,50
	6,5	-	1,25	1,90	2,95	4,40
	7,0	-	-	1,70	2,80	4,35
	7,5	-	-	1,35	2,70	4,25
	8,0	-	-	-	2,50	4,20
	8,5	-	-	-	2,25	4,10
	9,0	-	-	-	2,00	4,00
	9,5	-	-	-	1,50	3,90
	10,0	-	-	-	-	3,80
	10,5	-	-	-	-	3,60
	11,0	-	-	-	-	3,45
750	7,0	-	1,30	2,05	3,00	4,45
	7,5	-	0,60	1,80	2,90	4,40
	8,0	-	-	1,45	2,70	4,30
	8,5	-	-	0,70	2,55	4,25
	9,0	-	-	-	2,35	4,15
	9,5	-	-	-	2,05	4,05
	10,0	-	-	-	1,65	3,95
	10,5	-	-	-	-	3,65
	11,0	-	-	-	-	3,50
	11,5	-	-	-	-	3,30
	12,0	-	-	-	-	3,10
	12,5	-	-	-	-	2,80

Т а б л и ц а П4

Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных опорах ВЛ 35 - 220 кВ в районах с частой и интенсивной пляской проводов

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Расстояние по горизонтали, м, при стрелах провеса, м, при среднегодовой температуре							
		До 4	5	6	8	12	16	20	30 и более
35	2,5	-	0,7	1,20	1,90	3,10	4,15	5,20	6,25
	3,0	-	-	0,75	1,70	3,00	4,10	5,15	6,20
	3,5	-	-	-	1,45	2,85	4,05	5,10	6,20
	4,0	-	-	-	0,90	2,70	3,95	5,05	6,15
	4,5	-	-	-	-	2,50	3,80	4,95	6,10
	5,0	-	-	-	-	2,20	3,65	4,85	6,00
	5,5	-	-	-	-	1,80	3,50	4,75	5,90
	6,0	-	-	-	-	1,15	3,25	4,60	5,80
	6,5	-	-	-	-	-	2,95	4,45	5,65
	7,0	-	-	-	-	-	2,60	4,25	5,55
	7,5	-	-	-	-	-	2,15	4,00	5,40
110	3,0	-	-	1,15	2,0	3,25	4,35	5,40	6,45
	3,5	-	-	-	1,72	3,10	4,25	5,35	6,40
	4,0	-	-	-	1,30	2,95	4,15	5,30	6,35
	4,5	-	-	-	-	2,75	4,05	5,20	6,30
	5,0	-	-	-	-	2,50	3,95	5,10	6,25
	5,5	-	-	-	-	2,15	3,70	5,00	6,15
	6,0	-	-	-	-	1,60	3,50	4,85	6,05
	6,5	-	-	-	-	-	3,25	4,70	5,90
	7,5	-	-	-	-	-	2,50	4,25	5,65
	8,0	-	-	-	-	-	1,90	4,00	5,45
150	3,5	-	-	0,65	1,90	3,25	4,40	5,50	6,55
	4,0	-	-	-	1,50	3,10	4,30	5,45	6,50
	4,5	-	-	-	0,75	2,90	4,20	5,35	6,45
	5,0	-	-	-	-	2,85	4,05	5,25	6,40
	5,5	-	-	-	-	2,30	3,85	5,15	6,30
	6,0	-	-	-	-	1,85	3,65	5,00	6,20
	6,5	-	-	-	-	0,95	3,40	4,85	6,05
	7,0	-	-	-	-	-	3,10	4,65	5,95
	7,5	-	-	-	-	-	2,70	4,40	5,75
	8,0	-	-	-	-	-	2,15	4,15	5,60
220	4,0	-	-	-	1,95	3,45	4,45	5,80	6,85
	4,5	-	-	-	1,45	3,25	4,55	5,70	6,80
	5,0	-	-	-	-	3,05	4,40	5,60	6,70
	5,5	-	-	-	-	2,75	4,25	5,50	6,65
	6,0	-	-	-	-	2,35	4,05	5,35	6,55
	6,5	-	-	-	-	1,75	3,80	5,20	6,40
	7,0	-	-	-	-	-	3,50	5,00	6,30
	7,5	-	-	-	-	-	3,15	4,80	6,15
	8,0	-	-	-	-	-	2,70	4,55	5,95
	8,5	-	-	-	-	-	2,05	4,25	5,75
330	9,0	-	-	-	-	-	-	3,95	6,60
	9,5	-	-	-	-	-	-	3,40	6,35

Т а б л и ц а П5

**Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных
опорах ВЛ 330 кВ в районах с частой и интенсивной пляской проводов**

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Расстояние по горизонтали, м, при стрелах провеса, м, при среднегодовой температуре					
		До 4	5	6	8	12	16 и более
330	5,0	-	1,20	2,45	3,80	5,80	7,55
	5,5	-	-	1,85	3,55	5,70	7,45
	6,0	-	-	-	3,20	5,55	7,40
	6,5	-	-	-	2,80	5,40	7,30
	7,0	-	-	-	2,10	5,20	7,20
	7,5	-	-	-	-	4,95	7,05
	8,0	-	-	-	-	4,70	6,95
	8,5	-	-	-	-	4,35	6,75
	9,0	-	-	-	-	3,95	6,60
	9,5	-	-	-	-	3,40	6,35

	10,0	-	-	-	-	2,60	6,10
--	------	---	---	---	---	------	------

Т а б л и ц а П 6

Наименьшее смещение проводов соседних ярусов по горизонтали на промежуточных опорах ВЛ 500 - 750 кВ в районах с частой и интенсивной пляской проводов

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Расстояние по горизонтали, м, при стрелах провеса, м, при среднегодовой температуре				
		До 4	5	6	8	12 и более
500	6,0	-	2,90	3,95	5,50	8,00
	6,5	-	2,25	3,55	5,30	7,90
	7,0	-	-	3,10	5,05	7,80
	7,5	-	-	2,40	4,80	7,65
	8,0	-	-	-	4,45	7,55
	8,5	-	-	-	4,05	7,40
	9,0	-	-	-	3,55	7,20
	9,5	-	-	-	2,75	7,00
	10,0	-	-	-	-	6,80
	10,5	-	-	-	-	6,50
	11,0	-	-	-	-	6,20
750	7,0	-	2,50	3,90	5,70	8,40
	7,5	-	1,20	3,45	5,45	8,25
	8,0	-	-	2,75	5,15	8,15
	8,5	-	-	1,30	4,80	8,00
	9,0	-	-	-	4,40	7,80
	9,5	-	-	-	3,85	7,60
	10,0	-	-	-	3,10	7,40
	11,0	-	-	-	-	6,90
	11,5	-	-	-	-	6,55
	12,0	-	-	-	-	6,20
	12,5	-	-	-	-	5,80
	13,0	-	-	-	-	5,25

Т а б л и ц а П 7

Наименьшее смещение проводов и тросов по горизонтали на промежуточных опорах ВЛ 35 - 750 кВ в районах с умеренной пляской проводов

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Расстояние по горизонтали, м, при стрелах провеса провода, м, при 0 °С						
		До 6	8	10	12	14	16	20
35	2,5	-	1,50	2,55	3,35	3,90	4,35	5,85
	3,0	-	0,55	1,80	2,75	3,40	4,00	5,55
	3,5	-	-	1,00	2,20	3,00	3,55	5,10
	4,0	-	-	0,60	1,55	2,45	3,15	4,75
	4,5	-	-	-	0,70	1,85	2,70	4,40
	5,0	-	-	-	-	1,15	2,15	3,90
	5,5	-	-	-	-	0,20	1,55	3,60
	6,0	-	-	-	-	-	0,80	3,10
	6,5	-	-	-	-	-	-	2,45
	7,0	-	-	-	-	-	-	1,70
	7,5	-	-	-	-	-	-	0,90
	8,0	-	-	-	-	-	-	-
	9,0	-	-	-	-	-	-	-
110	3,0	-	0,85	2,05	2,95	3,65	4,25	5,80
	3,5	-	-	1,40	2,50	3,20	3,75	5,35
	4,0	-	-	0,40	1,75	2,65	3,35	5,0
	4,5	-	-	-	0,95	2,05	2,90	4,60
	5,0	-	-	-	-	1,35	2,35	4,15
	5,5	-	-	-	-	0,50	1,75	3,70
	6,0	-	-	-	-	-	1,05	3,25
	6,5	-	-	-	-	-	0,10	2,60
	7,0	-	-	-	-	-	-	1,95
	7,5	-	-	-	-	-	-	1,15
	8,0	-	-	-	-	-	-	0,20
	8,5	-	-	-	-	-	-	-

	9,0	-	-	-	-	-	-	-
150	3,5	-	-	1,45	2,60	3,30	3,90	5,50
	4,0	-	-	0,65	1,85	2,80	3,50	5,15
	4,5	-	-	-	1,15	2,25	3,05	4,80
	5,0	-	-	-	0,10	1,50	2,55	4,40
	5,5	-	-	-	-	0,65	1,95	3,95
	6,0	-	-	-	-	-	1,20	3,45
	6,5	-	-	-	-	-	0,25	2,80
	7,0	-	-	-	-	-	-	2,15
	7,5	-	-	-	-	-	-	1,35
	8,0	-	-	-	-	-	-	0,45
	8,5	-	-	-	-	-	-	-
	9,0	-	-	-	-	-	-	-
220	4,0	-	-	0,85	2,10	3,05	3,80	5,55
	4,5	-	-	-	1,40	2,45	3,30	5,15
	5,0	-	-	-	0,50	1,80	2,75	4,65
	5,5	-	-	-	-	1,00	2,10	4,05
	6,0	-	-	-	-	0,40	1,45	3,55
	6,5	-	-	-	-	-	0,65	3,05
	7,0	-	-	-	-	-	-	2,35
	7,5	-	-	-	-	-	-	1,65
	8,0	-	-	-	-	-	-	0,75
	9,0	-	-	-	-	-	-	-
330	5,0	-	0,80	2,15	2,95	3,75	4,40	4,85
	5,5	-	-	1,60	2,60	3,45	4,10	4,55
	6,0	-	-	1,00	2,15	3,10	3,80	4,15
	6,5	-	-	0,05	1,65	2,70	3,50	3,85
	7,0	-	-	-	1,05	2,25	3,15	3,45
	7,5	-	-	-	0,30	1,80	2,80	3,10
	8,0	-	-	-	-	1,30	2,45	2,65
	8,5	-	-	-	-	0,65	1,95	2,05
	9,0	-	-	-	-	-	1,40	1,55
	9,5	-	-	-	-	-	0,80	0,90
	10,0	-	-	-	-	-	-	0,20
	10,5	-	-	-	-	-	-	-
	11,0	-	-	-	-	-	-	-
500	6,0	-	1,55	2,90	4,05	4,35	4,60	5,05
	6,5	-	1,05	2,55	3,75	4,05	4,25	4,70
	7,0	-	0,40	2,15	3,45	3,70	3,90	4,25
	7,5	-	-	1,70	3,15	3,35	3,50	3,70
	8,0	-	-	1,20	2,75	2,90	3,10	3,35
	8,5	-	-	0,50	2,30	2,45	2,60	2,80
	9,0	-	-	-	1,85	1,95	2,05	2,20
	9,5	-	-	-	1,30	1,35	1,45	1,60
	10,0	-	-	-	0,60	0,60	0,65	0,75
	10,5	-	-	-	-	-	-	-
750	7,0	-	0,70	2,20	3,40	3,65	3,85	4,20
	7,5	-	0,35	1,85	3,10	3,30	3,50	3,80
	8,0	-	-	1,35	2,75	2,95	3,10	3,40
	8,5	-	-	0,80	2,40	2,55	2,70	2,90
	9,0	-	-	0,10	1,95	2,05	2,20	2,40
	9,5	-	-	-	1,50	1,55	1,65	1,80
	10,0	-	-	-	0,90	1,00	1,05	1,15
	10,5	-	-	-	0,25	0,25	0,25	0,30
	11,0	-	-	-	-	-	-	-

Т а б л и ц а П8

**Наименьшее смещение проводов и тросов по горизонтали на промежуточных опорах
ВЛ 35 - 750 кВ в районах с частой и интенсивной пляской проводов**

Напряжение ВЛ, кВ	Расстояние по вертикали, м	Расстояние по горизонтали, м, при стрелах провеса провода, м, при 0 °С						
		До 6	8	10	12	14	16	20
35	2,5	-	1,75	3,20	4,50	5,75	6,95	9,35
	3,0	-	0,70	2,40	3,80	5,10	6,40	8,85

	3,5	-	-	1,40	3,00	4,45	5,75	8,25
	4,0	-	-	0,80	2,10	3,65	5,05	7,65
	4,5	-	-	-	0,95	2,75	4,30	7,00
	5,0	-	-	-	-	1,70	3,40	6,30
	5,5	-	-	-	-	0,35	2,40	5,55
	6,0	-	-	-	-	-	1,20	4,70
	6,5	-	-	-	-	-	-	3,75
	7,0	-	-	-	-	-	-	2,70
	7,5	-	-	-	-	-	-	1,45
	8,0	-	-	-	-	-	-	-
	9,0	-	-	-	-	-	-	-
110	3,0	-	1,00	2,60	3,95	5,30	6,55	8,95
	3,5	-	-	1,70	3,25	4,60	5,90	8,40
	4,0	-	-	0,50	2,35	3,85	5,25	7,80
	4,5	-	-	-	1,30	3,00	4,50	7,15
	5,0	-	-	-	-	2,00	3,65	6,45
	5,5	-	-	-	-	0,75	2,70	5,75
	6,0	-	-	-	-	-	1,55	4,90
	6,5	-	-	-	-	-	0,10	4,00
	7,0	-	-	-	-	-	-	3,00
	7,5	-	-	-	-	-	-	1,80
	8,0	-	-	-	-	-	-	0,35
	8,5	-	-	-	-	-	-	-
	9,5	-	-	-	-	-	-	-
150	3,5	-	-	1,85	3,35	4,70	6,00	8,50
	4,0	-	-	0,75	2,50	4,00	5,35	7,90
	4,5	-	-	-	1,50	3,15	4,60	7,30
	5,0	-	-	-	0,15	2,20	3,80	6,60
	5,5	-	-	-	-	1,00	2,85	5,85
	6,0	-	-	-	-	-	1,75	5,05
	6,5	-	-	-	-	-	0,40	4,15
	7,0	-	-	-	-	-	-	3,15
	7,5	-	-	-	-	-	-	2,00
	8,0	-	-	-	-	-	-	0,65
	8,5	-	-	-	-	-	-	-
	9,0	-	-	-	-	-	-	-
220	4,0	-	-	1,15	2,80	4,25	5,55	8,10
	4,5	-	-	-	1,85	3,45	4,85	7,50
	5,0	-	-	-	0,65	2,55	4,05	6,80
	5,5	-	-	-	-	1,45	3,20	6,10
	6,0	-	-	-	-	0,50	2,15	5,35
	6,5	-	-	-	-	-	0,95	4,45
	7,0	-	-	-	-	-	-	3,50
	7,5	-	-	-	-	-	-	2,45
	8,0	-	-	-	-	-	-	1,15
	8,5	-	-	-	-	-	-	-
	9,0	-	-	-	-	-	-	-
	9,0	-	-	-	-	-	-	-
330	5,0	-	1,15	3,55	5,45	7,25	8,95	9,85
	5,5	-	-	2,65	4,80	6,65	8,40	9,25
	6,0	-	-	1,60	4,00	6,00	7,80	8,55
	6,5	-	-	0,10	3,10	5,30	7,20	7,90
	7,0	-	-	-	2,05	4,50	6,50	7,10
	7,5	-	-	-	0,65	3,55	5,75	6,30
	8,0	-	-	-	-	2,50	4,95	5,40
	8,5	-	-	-	-	1,20	4,05	4,35
	9,0	-	-	-	-	-	2,95	3,20
	9,5	-	-	-	-	-	1,70	1,85
	10,0	-	-	-	-	-	-	0,50
	10,5	-	-	-	-	-	-	-
	11,0	-	-	-	-	-	-	-
500	6,0	-	2,75	5,15	7,25	7,75	8,20	9,00
	6,5	-	1,90	4,55	6,75	7,20	7,60	8,35
	7,0	-	0,70	3,85	6,20	6,60	6,95	7,60
	7,5	-	-	3,05	5,60	5,95	6,25	6,65
	8,0	-	-	2,10	4,90	5,20	5,50	5,95

	8,5	-	-	0,90	4,15	4,40	4,65	5,05
	9,0	-	-	-	3,30	3,50	3,65	3,95
	9,5	-	-	-	2,30	2,40	2,55	2,85
	10,0	-	-	-	1,05	1,10	1,15	1,30
	10,5	-	-	-	-	-	-	-
	11,0	-	-	-	-	-	-	-
750	7,0	-	1,35	4,15	6,45	6,85	7,25	7,95
	7,5	-	0,70	3,45	5,85	6,25	6,60	7,20
	8,0	-	-	2,55	5,20	5,55	5,85	6,40
	8,5	-	-	1,55	4,50	4,80	5,05	5,50
	9,0	-	-	0,25	3,70	3,90	4,15	4,50
	9,5	-	-	-	2,80	2,95	3,15	3,401
	10,0	-	-	-	1,70	1,85	1,95	2,15
	10,5	-	-	-	0,40	0,40	0,45	0,55
	11,0	-	-	-	-	-	-	-
	11,5	-	-	-	-	-	-	-

РАЗДЕЛ 4. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ПОДСТАНЦИИ

Главы 4.1, 4.2

Седьмое издание

Правила устройства электроустановок. Раздел 4 (глава 4.1, 4.2). Издание седьмое, переработанное и дополненное, с изменениями.

Приведены главы Правил устройства электроустановок (ПУЭ) седьмого издания, содержащие общие требования к распределительным устройствам и низковольтным комплектным устройствам напряжением до 1 кВ переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока, стационарным распределительным устройствам и трансформаторным подстанциям переменного тока напряжением выше 1 кВ.

Для инженерно-технического персонала, занятого проектированием, монтажом, наладкой и эксплуатацией электроустановок.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) седьмого издания в связи с длительным сроком переработки выпускаются и вводятся в действие отдельными разделами и главами по мере завершения работ по их пересмотру, согласованию и утверждению.

Настоящий выпуск включает:

Раздел 4. Распределительные устройства и подстанции.

Глава 4.1. Распределительные устройства напряжением до 1 кВ переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока.

Глава 4.2. Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ.

Глава 4.1 подготовлена ОАО «Институт Теплоэлектропроект».

Глава 4.2 подготовлена ОАО «Институт «Энергосетьпроект» совместно с ОАО «ВНИИЭ», ОАО «Фирма ОРГРЭС», ОАО «РОСЭП», ОАО «Электропроект».

Указанные главы ПУЭ разработаны с учетом требований государственных стандартов, строительных норм и правил, рекомендаций научно-технических советов по рассмотрению проектов глав. Проекты глав рассмотрены рабочими группами Координационного совета по пересмотру ПУЭ.

Разработанные главы согласованы в установленном порядке с Госстроем России, Госгортехнадзором России, РАО «ЕЭС России» (ОАО «ВНИИЭ») и представлены к утверждению Госэнергонадзором Минэнерго России.

Требования Правил устройства электроустановок обязательны для всех организаций независимо от форм собственности и организационно-правовых форм, а также для физических лиц, занятых предпринимательской деятельностью без образования юридического лица.

С 1 ноября 2003 г. утрачивают силу гл. 4.1 и 4.2 Правил устройства электроустановок шестого издания.

РАЗДЕЛ 4. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ПОДСТАНЦИИ

ГЛАВА 4.1

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 кВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И ДО 1,5 кВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

УТВЕРЖДЕНО
приказом Минэнерго России
от 20 июня 2003 г. № 242

Вводится в действие с 1 ноября 2003 г.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

4.1.1. Настоящая глава Правил распространяется на распределительные устройства (РУ) и низковольтные комплектные устройства (НКУ) до 1 кВ переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока, устанавливаемые в помещениях и на открытом воздухе и выполняемые в виде щитов распределительных, управления, релейных, пультов, шкафов, шинных выводов, сборок.

Дополнительные требования к РУ специального назначения приведены в соответствующих главах разд. 7.

Термины и определения, содержащиеся в пп. 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6, 4.2.8, 4.2.11, 4.2.12, действительны и для настоящей главы.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.1.2. Выбор проводов, шин, аппаратов, приборов и конструкций должен производиться как по нормальным условиям работы (соответствие рабочему напряжению и току, классу точности и т.п.), так и по условиям работы при коротком замыкании (термические и динамические воздействия, коммутационная способность).

4.1.3. Распределительные устройства и НКУ должны иметь четкие надписи, указывающие назначение отдельных цепей, панелей, аппаратов. Надписи должны выполняться на лицевой стороне устройства, а при обслуживании с двух сторон также на задней стороне устройства (см. также гл. 3.4). Распределительные устройства, как правило, должны иметь мнемосхему.

4.1.4. Относящиеся к цепям различного рода тока и различных напряжений части РУ должны быть выполнены и размещены так, чтобы была обеспечена возможность их четкого распознавания.

4.1.5. Взаимное расположение фаз и полюсов в пределах всего устройства должно быть одинаковым. Шины должны иметь окраску, предусмотренную в гл. 1.1. В РУ должна быть обеспечена возможность установки переносных защитных заземлений.

4.1.6. Все металлические части РУ и НКУ должны иметь антикоррозийное покрытие.

4.1.7. Заземление и защитные меры безопасности должны быть выполнены в соответствии с гл. 1.7.

УСТАНОВКА ПРИБОРОВ И АППАРАТОВ

4.1.8. Аппараты и приборы следует располагать так, чтобы возникающие в них при эксплуатации искры или электрические дуги не могли причинить вреда обслуживающему персоналу, воспламенить или повредить окружающие предметы, вызвать КЗ или замыкание на землю.

4.1.9. Аппараты рубящего типа должны устанавливаться так, чтобы они не могли замкнуть цепь самопроизвольно, под действием силы тяжести. Их подвижные токоведущие части в отключенном положении, как правило, не должны быть под напряжением.

4.1.10. Рубильники с непосредственным ручным управлением (без привода), предназначенные для включения и отключения тока нагрузки и имеющие контакты, обращенные к оператору, должны быть защищены несгораемыми оболочками без отверстий

и щелей. Указанные рубильники, предназначенные лишь для снятия напряжения, допускается устанавливать открыто при условии, что они будут недоступны для неквалифицированного персонала.

4.1.11. На приводах коммутационных аппаратов должны быть четко указаны положения «включено», «отключено».

4.1.12. Должна быть предусмотрена возможность снятия напряжения с каждого автоматического выключателя на время его ремонта или демонтажа. Для этой цели в необходимых местах должны быть установлены рубильники или другие отключающие аппараты. Отключающий аппарат перед выключателем каждой отходящей от РУ линии не требуется предусматривать в электроустановках:

с выдвижными выключателями;

со стационарными выключателями, в которых во время ремонта или демонтажа данного выключателя допустимо снятие напряжения общим аппаратом с группы выключателей или со всего распределительного устройства;

со стационарными выключателями, если обеспечена возможность безопасного демонтажа выключателей под напряжением с помощью изолированного инструмента.

4.1.13. Резьбовые (пробочные) предохранители должны устанавливаться так, чтобы питающие провода присоединялись к контактному винту, а отходящие к электроприемникам - к винтовой гильзе (см. гл. 3.1).

4.1.14. Установку приборов и аппаратов на РУ и НКУ следует производить в зоне от 400 до 2000 мм от уровня пола. Аппараты ручного оперативного управления (переключатели, кнопки), рекомендуется располагать на высоте не более 1900 мм и не менее 700 мм от уровня пола. Измерительные приборы рекомендуется устанавливать таким образом, чтобы шкала каждого из приборов находилась на высоте 1000 - 1800 мм от пола.

ШИНЫ, ПРОВОДА, КАБЕЛИ

4.1.15. Открытые токоведущие части, как правило, должны иметь, изоляционное покрытие. Между неподвижно укрепленными токоведущими частями разной полярности, а также между ними и открытыми проводящими частями должны быть обеспечены расстояния не менее 20 мм по поверхности изоляции и не менее 12 мм по воздуху. От неизолированных токоведущих частей до ограждений должны быть обеспечены расстояния не менее 100 мм при сетчатых и 40 мм при сплошных съемных ограждениях.

4.1.16. В пределах панелей, щитов и шкафов, установленных в сухих помещениях, изолированные провода с изоляцией, рассчитанной на напряжение не ниже 660 В, могут прокладываться по металлическим, защищенным от коррозии поверхностям вплотную один к другому. В этих случаях для силовых цепей должны применяться снижающие коэффициенты на токовые нагрузки, приведенные в гл. 2.1.

4.1.17. Защитные (*РЕ*) проводники и шины могут быть проложены без изоляции. Нулевые рабочие (*N*) проводники, шины и совмещенные (*PEN*) проводники прокладываются с изоляцией.

4.1.18. Электропроводки цепей управления, измерения и другие должны соответствовать требованиям гл. 3.4. Прокладка кабелей должна соответствовать гл. 2.3. Проходы кабелей как снизу, так и сверху, внутрь панелей, шкафов и т.п. должны осуществляться через уплотняющие устройства, предотвращающие попадание внутрь пыли, влаги посторонних предметов и т.п.

КОНСТРУКЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

4.1.19. Конструкции РУ, НКУ и устанавливаемая в них аппаратура должны соответствовать требованиям действующих стандартов.

4.1.20. Распределительные устройства и НКУ должны быть выполнены так, чтобы вибрации, возникающие при действии аппаратов, а также от сотрясений, вызванных внешними воздействиями, не нарушали контактных соединений и не вызывали разрегулировки аппаратов и приборов.

4.1.21. Поверхности гигроскопичных изоляционных плит, на которых непосредственно монтируются неизолированные токоведущие части, должны быть защищены от

проникновения в них влаги (пропиткой, окраской и т.п.)

В устройствах, устанавливаемых в сырых и особо сырых помещениях и открытых установках применение гигроскопических изоляционных материалов (например мрамора, асбестоцемента) не допускается.

4.1.22. Конструкции РУ и НКУ должны предусматривать ввод кабелей без нарушения степени защиты оболочки, места для прокладки разделки внешних присоединений, а также наименьшую в данной конструкции длину разделки кабелей. Должен быть обеспечен доступ ко всем обслуживаемым аппаратам, приборам, устройствам и их зажимам. Распределительное устройство должно иметь устройства, для подключения нулевых рабочих (*N*), заземляющих (*PE*) и совмещенных (*PEN*) проводников внешних кабелей и проводов. В случае когда внешние кабели по сечению или количеству не могут быть подключены непосредственно к зажимам аппаратов, конструкция РУ должна предусматривать дополнительные зажимы или промежуточные шины с устройствами для присоединения внешних кабелей. Распределительные устройства и НКУ должны предусматривать ввод кабелей как снизу, так и сверху, или только снизу или только сверху.

УСТАНОВКА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В ЭЛЕКТРОПОМЕЩЕНИЯХ

4.1.23. В электропомещениях (см. 1.1.5.) проходы обслуживания, находящиеся с лицевой или с задней стороны щита, должны соответствовать следующим требованиям:

1) ширина проходов в свету должна быть не менее 0,8 м, высота проходов в свету не менее 1,9 м. Ширина прохода должна обеспечивать удобное обслуживание установки и перемещение оборудования. В отдельных местах проходы могут быть стеснены выступающими строительными конструкциями, однако ширина прохода в этих местах должна быть не менее 0,6 м;

2) расстояния от наиболее выступающих неогражденных неизолированных токоведущих частей (например, отключенных ножей рубильников) при их одностороннем расположении на высоте менее 2,2 м до противоположной стены, ограждения или оборудования, не имеющего неогражденных неизолированных токоведущих частей, должны быть не менее:

1,0 м - при напряжении ниже 660 В при длине щита до 7 и 1,2 м при длине щита более 7 м;

1,5 м - при напряжении 660 В и выше.

Длиной щита в данном случае называется длина прохода между двумя рядами сплошного фронта панелей (шкафов) или между одним рядом и стеной;

3) расстояния между неогражденными неизолированными токоведущими частями и находящимися на высоте менее 2,2 м при их двухстороннем расположении должны быть не менее:

1,5 м - при напряжении ниже 660 В;

2,0 м - при напряжении 660 В и выше.

4) неизолированные токоведущие части, находящиеся на расстояниях, меньших приведенных в пп. 2 и 3, должны быть ограждены. При этом ширина прохода с учетом ограждений должна быть не менее оговоренной в п. 1;

5) неогражденные неизолированные токоведущие части, размещенные над проходами, должны быть расположены на высоте не менее 2,2 м;

6) ограждения, горизонтально размещаемые над проходами, должны быть расположены на высоте не менее 1,9 м;

7) проходы для обслуживания щитов, при длине щита более 7 м, должны иметь два выхода. Выходы из прохода с монтажной стороны щита могут быть выполнены как в щитовое помещение, так и в помещения другого назначения. При ширине прохода обслуживания более 3 м и отсутствии маслonaполненных аппаратов второй выход необязателен. Двери из помещений РУ должны открываться в сторону других помещений (за исключением РУ выше 1 кВ переменного тока и выше 1,5 кВ постоянного тока) или наружу и иметь самозапирающиеся замки, отпираемые без ключа с внутренней стороны помещения. Ширина дверей должна быть не менее 0,75 м, высота не менее 1,9 м.

4.1.24. В качестве ограждения неизолированных токоведущих частей могут служить сетки с размерами ячеек не более 25×25 мм, а также сплошные или смешанные ограждения.

Высота ограждений должна быть не менее 1,7 м.

УСТАНОВКА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

4.1.25. Распределительные устройства, установленные в помещениях, доступных для неквалифицированного персонала, должны иметь токоведущие части, закрытые сплошными ограждениями, либо должны быть выполнены со степенью защиты не менее IP2X. В случае применения РУ с открытыми токоведущими частями оно должно быть ограждено и оборудовано местным освещением. При этом ограждение должно быть сетчатым, сплошным или смешанным высотой не менее 1,7 м. Дверцы входа за ограждение должны запираяться на ключ. Расстояние от сетчатого ограждения до неизолированных токоведущих частей устройства должно быть не менее 0,7 м, а от сплошных - в соответствии с 4.1.15. Ширина проходов принимается в соответствии с 4.1.23.

4.1.26. Оконцевание проводов и кабелей должно быть выполнено так, чтобы оно находилось внутри устройства.

4.1.27. Съёмные ограждения должны выполняться так, чтобы их удаление было невозможно без специального инструмента. Дверцы должны запираяться на ключ.

УСТАНОВКА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ

4.1.28. При установке распределительных устройств на открытом воздухе необходимо соблюдать следующие требования:

1) устройство должно быть расположено на спланированной площадке на высоте не менее 0,2 м от уровня планировки и должно иметь конструкцию, соответствующую условиям окружающей среды. В районах, где наблюдаются снежные заносы высотой 1 м и более, шкафы следует устанавливать на повышенных фундаментах;

2) Должен быть предусмотрен местный подогрев для обеспечения нормальной работы аппаратов, реле, измерительных приборов и приборов учета в соответствии с требованиями государственных стандартов и других нормативных документов. В шкафах должно быть предусмотрено местное освещение.

ГЛАВА 4.2

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ПОДСТАНЦИИ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1 кВ

УТВЕРЖДЕНО
приказом Минэнерго России
от 20 июня 2003 г. № 242

Вводится в действие с 1 ноября 2003 г.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ

4.2.1. Настоящая глава Правил распространяется на стационарные распределительные устройства (РУ) и трансформаторные подстанции (ПС) переменного тока напряжением выше 1 кВ.

4.2.2. Настоящая глава не содержит требований по устройству РУ и ПС в части:

выбора площадки (кроме 4.2.35);

инженерной подготовки территории;

мероприятий по снижению шума, создаваемого работающим электрооборудованием;

определения категории взрывопожарной и пожарной опасности помещений;

определения степени огнестойкости зданий (кроме 4.2.117, 4.2.118);

охранных мероприятий;

противопожарной защиты и пожарной безопасности (кроме некоторых пунктов).

По перечисленному выше следует руководствоваться требованиями действующих строительных норм и правил и ведомственных документов.

4.2.3. Определения основных понятий, применяемых в настоящей главе, приняты по действующим стандартам, а также по 4.2.4 - 4.2.16.

4.2.4. Распределительное устройство (РУ) - электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты, сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики, телемеханики, связи и измерений.

Открытое распределительное устройство (ОРУ) - РУ, все или основное оборудование которого расположено на открытом воздухе.

Закрытое распределительное устройство (ЗРУ) - РУ, оборудование которого расположено в помещении.

4.2.5. Комплектное распределительное устройство - РУ, состоящее из шкафов или блоков со встроенными в них аппаратами, устройствами измерения, защиты и автоматики и соединительных элементов (например, токопроводов), поставляемых в собранном или полностью подготовленном к сборке виде.

Комплектное распределительное устройство элегазовое (КРУЭ) - РУ, в котором основное оборудование заключено в оболочки, заполненные элегазом (SF_6), служащим изолирующей и/или дугогасящей средой.

Комплектное распределительное устройство, предназначенное для внутренней установки, сокращенно обозначается КРУ, а для наружной - КРУН. Разновидностью КРУ является КСО - камера сборная одностороннего обслуживания.

4.2.6. Трансформаторная подстанция - электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения энергии и состоящая из трансформаторов, РУ, устройств управления, технологических и вспомогательных сооружений.

4.2.7. Пристроенная ПС (РУ) - ПС (РУ), непосредственно примыкающая к основному зданию электростанции или промышленного предприятия.

4.2.8. Встроенная ПС (РУ) - ПС (РУ), занимающая часть здания.

4.2.9. Внутрицеховая ПС (РУ) - ПС (РУ), расположенная внутри цеха открыто (без ограждения), за сетчатым ограждением, в отдельном помещении.

4.2.10. Комплектная трансформаторная ПС (КТП) - ПС, состоящая из трансформаторов, блоков (КРУ и КРУН) и других элементов, поставляемых в собранном или полностью подготовленном на заводе-изготовителе к сборке виде.

4.2.11. Столбовая трансформаторная ПС (СТП) - открытая трансформаторная ПС, все оборудование которой установлено на одностоечной опоре ВЛ на высоте, не требующей ограждения ПС.

Мачтовая трансформаторная ПС (МТП) - открытая трансформаторная ПС, все оборудование которой установлено на конструкциях (в том числе на двух и более стойках опор ВЛ) с площадкой обслуживания на высоте, не требующей ограждения ПС.

4.2.12. Распределительный пункт - РУ 6 - 500 кВ с аппаратурой для управления его работой, не входящее в состав ПС.

4.2.13. Секционирующий пункт - пункт, предназначенный для секционирования (с автоматическим или ручным управлением) участка линий 6 - 20 кВ.

4.2.14. Камера - помещение, предназначенное для установки аппаратов, трансформаторов и шин.

Закрытая камера - камера, закрытая со всех сторон и имеющая сплошные (не сетчатые) двери.

Огражденная камера - камера, которая имеет проемы, защищенные полностью или частично несплошными (сетчатыми или смешанными) ограждениями.

4.2.15. Биологическая защита - комплекс мероприятий и устройств для защиты людей от вредного влияния электрического и магнитного полей.

4.2.16. Здание вспомогательного назначения (ЗВН) - здание, состоящее из помещений, необходимых для организации и проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования ПС.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

4.2.17. Электрооборудование, токоведущие части, изоляторы, крепления, ограждения, несущие конструкции, изоляционные и другие расстояния должны быть выбраны и

установлены таким образом, чтобы:

1) вызываемые нормальными условиями работы электроустановки усилия, нагрев, электрическая дуга или иные сопутствующие ее работе явления (искрение, выброс газов и т.п.) не могли причинить вред обслуживающему персоналу, а также привести к повреждению оборудования и возникновению короткого замыкания (КЗ) или замыканию на землю;

2) при нарушении нормальных условий работы электроустановки была обеспечена необходимая локализация повреждений, обусловленных действием КЗ;

3) при снятом напряжении с какой-либо цепи относящиеся к ней аппараты, токоведущие части и конструкции могли подвергаться безопасному техническому обслуживанию и ремонту без нарушения нормальной работы соседних цепей;

4) была обеспечена возможность удобного транспортирования оборудования.

4.2.18. При использовании разъединителей и отделителей при их наружной и внутренней установке для отключения и включения токов холостого хода силовых трансформаторов, зарядных токов воздушных и кабельных линий электропередачи и систем шин необходимо выполнять следующие требования:

1) разъединителями и отделителями напряжением 110 - 500 кВ независимо от климатических условий и степени промышленного загрязнения атмосферы при их наружной установке допускается отключать и включать ток холостого хода силовых трансформаторов и зарядные токи воздушных и кабельных линий, систем шин и присоединений, которые не превышают значений, указанных в табл. 4.2.1;

2) разъединителями и отделителями напряжением 110, 150, 220 кВ при их внутренней установке со стандартными расстояниями между осями полюсов соответственно 2; 2,5 и 3,5 м допускается отключать и включать токи холостого хода силовых (авто) трансформаторов при глухозаземленной нейтрали соответственно не более 4,2 и 2 А, а также зарядные токи присоединений не более 1,5 А;

3) указанные на рис. 4.2.1. расстояния по горизонтали a , b , c от колонок и концов горизонтально-поворотных (ГП) подвижных контактов в отключенном положении до заземленных и токоведущих частей соседних присоединений должны быть не меньше расстояний между осями полюсов d , указанных в табл. 4.2.1 и 4.2.2. Эти требования к расстояниям a , b , c по рис. 4.2.1 применимы и к разъединителям и отделителям напряжением 110 - 220 кВ при их внутренней установке по п. 2.

Расстояния по вертикали g от концов вертикально-рубящих (ВР) и ГП подвижных контактов до заземленных и токоведущих частей должны быть на 0,5 м больше расстояний d ;

4) разъединителями и отделителями 6 - 35 кВ при их наружной и внутренней установке допускается отключать и включать токи холостого хода силовых трансформаторов, зарядные токи воздушных и кабельных линий электропередачи, а также токи замыкания на землю, которые не превышают значений, указанных в табл. 4.2.2 (см. рис. 4.2.1) и табл. 4.2.3 (рис. 4.2.2, a и b).

Размеры изолирующих перегородок для стандартных трехполюсных разъединителей приведены в табл. 4.2.4 в соответствии с рис. 4.2.2, a и b ;

5) у разъединителей и отделителей, установленных горизонтально, спуски из гибкого провода прокладывать полого во избежание переброски на них дуги, не допуская расположения, близкого к вертикальному. Угол между горизонтальной и прямой, соединяющей точку подвеса спуска и линейный зажим полюса, должен быть не более 65° .

Ошиновку из жестких шин выполнять так, чтобы на расстоянии v (см. рис. 4.2.1) шины подходили к разъединителям (отделителям) с подъемом или горизонтально. Недопустимое сближение шин с подвижными контактами у горизонтально-поворотных разъединителей и отделителей показано пунктиром;

6) для обеспечения безопасности персонала и защиты его от светового и теплового воздействия дуги над ручными приводами отделителей и разъединителей устанавливать козырьки или навесы из негорючего материала. Сооружение козырьков не требуется у разъединителей и отделителей напряжением 6 - 35 кВ, если отключаемый ток холостого хода

не превышает 3 А, а отключаемый зарядный - 2 А;

7) приводы трехполюсных разъединителей 6 - 35 кВ при их внутренней установке, если они не отделены от разъединителей стеной или перекрытием, снабжать глухим щитом, расположенным между приводом и разъединителем;

8) в электроустановках напряжением 35, 110, 150 и 220 кВ с разъединителями и отделителями в одной цепи отключение ненагруженного трансформатора, автотрансформатора, системы шин, линий электропередачи производить дистанционно отделителем, включение - разъединителем.

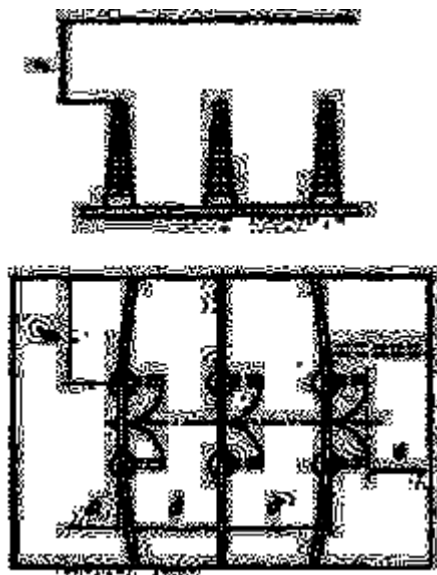


Рис. 4.2.1. Границы расположения открытых подвижных контактов разъединителя (отделителя) по отношению к заземленным и токоведущим частям

Т а б л и ц а 4.2.1

Наибольшие токи холостого хода и зарядные токи, отключаемые и включаемые разъединителями и отделителями 110 - 500 кВ

Номинальное напряжение, кВ	Тип отделителя, разъединителя	Расстояние между осями полюсов, м (рис. 4.2.1)	Ток, А, не более	
			холостого хода	зарядный
110	ВР	2,0	6,0	2,5
		2,5	7,0	3,0
		3,0	9,0	3,5
	ГП	2,0	4,0	1,5
		2,5	6,0	2,0
		3,0	8,0	3,0
150	ВР	3,5	10,0	3,5
		2,5	2,3	1,0
		2,7	4,0	1,5
		3,0	6,0	2,0
		3,4	7,6	2,5
	ГП	4,0	10,0	3,0
		3,0	2,3	1,0
		3,7	5,0	1,5
		4,0	5,5	2,0
		4,4	6,0	2,5
220	ВР	2,5	3,0	1,0
		2,7	5,0	1,5
		3,0	8,0	2,0
	ГП	3,4	3,0	1,0
		4,0	5,0	1,5
		4,5	8,0	1,0
330	ГП	6,0	5,0	2,0
	ПН	6,0	3,5	1,0
	ПНЗ	6,0	4,5	1,5

500	ВР	7,5	5,0	2,0
	ГП	8,0	6,0	2,5
	ПН	8,0	5,0	2,0
	ПНЗ	7,5	5,5	2,5

Примечания: 1. ВР - вертикально-рубящий, ГП - горизонтально-поворотный, ПН - подвесной, ПНЗ - подвесной с опережающим отключением и отстающим включением полюса фазы В.

2. Приведены результирующие токи холостого хода с учетом взаимной компенсации индуктивных токов ненагруженных трансформаторов зарядными токами их присоединений и зарядных токов воздушных или кабельных присоединений индуктивными токами ненагруженных трансформаторов.

4.2.19. Выбор аппаратов, проводников и изоляторов по условиям к.з. должен производиться в соответствии с гл. 1.4.

4.2.20. Конструкции, на которых установлены электрооборудование, аппараты, токоведущие части и изоляторы, должны выдерживать нагрузки от их веса, тяжения, коммутационных операций, воздействия ветра, гололеда и КЗ, а также сейсмических воздействий.

Строительные конструкции, доступные для прикосновения персонала, не должны нагреваться от воздействия электрического тока выше 50 °С; недоступные для прикосновения - выше 70 °С.

Конструкции на нагрев могут не проверяться, если по токоведущим частям проходит переменный ток 1000 А и менее.

4.2.21. Во всех цепях РУ должна быть предусмотрена установка разъединяющих устройств с видимым разрывом, обеспечивающих возможность отсоединения всех аппаратов (выключателей, предохранителей, трансформаторов тока, трансформаторов напряжения и т.д.) каждой цепи со всех ее сторон, откуда может быть подано напряжение.

Видимый разрыв может отсутствовать в комплектных распределительных устройствах заводского изготовления (в том числе с заполнением элегазом - КРУЭ) с выкатными элементами и/или при наличии надежного механического указателя гарантированного положения контактов.

Т а б л и ц а 4.2.2

Наибольшие токи холостого хода и зарядные токи, токи замыкания на землю, отключаемые и включаемые разъединителями и отделителями 6 - 35 кВ

Номинальное напряжение, кВ	Расстояние между осями полюсов 5, м (рис. 4.2.1)	Ток, А, не более		
		холостого хода	зарядный	замыкания на землю
6	0,4	2,5	5,0	7,5
10	0,5	2,5	4,0	6,0
20	0,75	3,0	3,0	4,5
35	1,0	3,0	2,0	3,0
35	2,0	5,0	3,0	5,0

Т а б л и ц а 4.2.3

Наибольшие токи холостого хода и зарядные токи, токи замыкания на землю, отключаемые и включаемые разъединителями и отделителями 6 - 35 кВ

Номинальное напряжение, кВ	Расстояние между осями полюсов Ж, м (рис. 4.2.2)	Наименьшее расстояние до заземленных и токоведущих частей, м (рис. 4.2.2)			Ток, А, не более		
					холостого хода	зарядный	замыкания на землю
		А	Б	В			
6	0,2	0,2	0,2	0,5	3,5	2,5	4,0
10	0,25	0,3	0,3	0,7	3,0	2,0	3,0
20	0,3	0,4	0,4	1,0	3,0	1,5	2,5
35	0,45	0,5	0,5	1,5	2,5	1,0	1,5

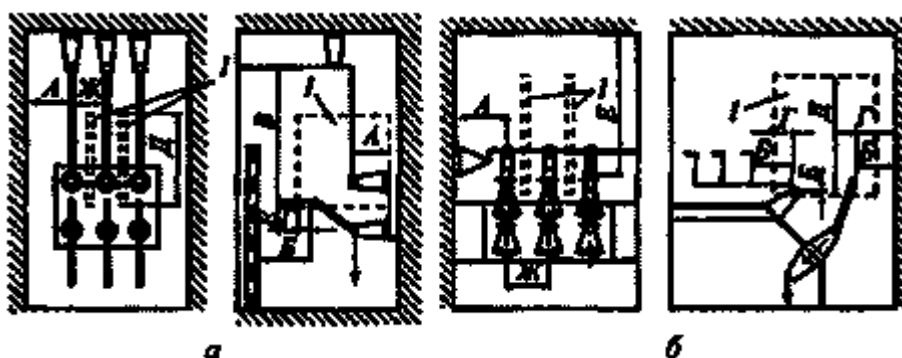


Рис. 4.2.2. Установка разъединителя (отделителя):

а - вертикальная; *б* - наклонная; 1 - изолирующие перегородки

Примечание. При изолирующих перегородках между полюсами отключаемые и включаемые токи в 1,5 раза больше значений, указанных в табл. 4.2.3.

Таблица 4.2.4

Размеры изолирующих перегородок

Номинальное напряжение, кВ	Размеры изолирующих перегородок, м (рис. 4.2.2)		
	<i>Г</i>	<i>Д</i>	<i>Е</i>
6	0,1	0,5	0,05
10	0,65	0,65	0,05
20	0,2	1,1	0,05
35	0,25	1,8	0,05

Указанное требование не распространяется на высокочастотные заградители и конденсаторы связи, трансформаторы напряжения, устанавливаемые на отходящих линиях, а также трансформаторы напряжения емкостного типа, присоединяемые к системам шин, разрядники и ограничители перенапряжений, устанавливаемых на выводах трансформаторов и шунтирующих реакторов и на отходящих линиях, а также на силовые трансформаторы с кабельными вводами.

В отдельных случаях, обусловленных схемными или конструктивными решениями, трансформаторы тока допускается устанавливать до разъединяющих устройств.

4.2.22. При расположении РУ и ПС в местах, где воздух может содержать вещества, ухудшающие работу изоляции или разрушающе действующие на оборудование и шины, должны быть приняты меры, обеспечивающие надежную работу установки:

применение закрытых ПС и РУ, защищенных от проникновения пыли, вредных газов или паров в помещение;

применение усиленной изоляции и шин из материала, стойкого к воздействию окружающей среды, или покраска их защитным покрытием;

расположение ПС и РУ со стороны господствующего направления ветра;

применение минимального количества открыто установленного оборудования.

При сооружении ПС и РУ вблизи морских побережий, соленых озер, химических предприятий, а также в местах, где длительным опытом эксплуатации установлено разрушение алюминия от коррозии, следует применять специальные алюминиевые и сталеалюминиевые провода, защищенные от коррозии, в том числе полимерным покрытием, или провода из меди и ее сплавов.

4.2.23. При расположении РУ и ПС в сейсмических районах для обеспечения требуемой сейсмостойкости наряду с применением имевшегося сейсмостойкого оборудования следует предусматривать специальные меры, повышающие сейсмостойкость электроустановки.

4.2.24. В ОРУ, КРУ, КРУН и неотапливаемых ЗРУ, где температура окружающего воздуха может быть ниже допустимой для оборудования, должен быть предусмотрен подогрев в соответствии с действующими стандартами на оборудование.

4.2.25. Ошиновку РУ и ПС, как правило, следует выполнять из алюминиевых и сталеалюминиевых проводов, полос, труб и шин из профилей алюминия и алюминиевых

сплавов электротехнического назначения (исключения см. в 4.2.22).

При этом, когда деформации ошиновки, вызываемые изменениями температуры, могут вызывать опасные механические напряжения в проводах или изоляторах, следует предусматривать меры, исключаяющие возникновение таких напряжений.

Конструкция жесткой ошиновки должна предусматривать устройства для гашения вибрации шин и компенсирующие устройства для предотвращения передачи механических усилий на контактные выводы аппаратов и опорные изоляторы от температурных деформаций и неравномерной осадки опорных конструкций.

Токопроводы следует выполнять в соответствии с требованиями гл. 2.2.

4.2.26. Обозначение фаз электрооборудования и ошиновки РУ и ПС должно выполняться в соответствии с требованиями гл. 1.1.

4.2.27. Распределительные устройства должны быть оборудованы оперативной блокировкой неправильных действий при переключениях в электрических установках (сокращенно - оперативной блокировкой), предназначенной для предотвращения неправильных действий с разъединителями, заземляющими ножами*, отделителями и короткозамыкателями.

* В последующем тексте настоящей главы вместо слов «заземляющий нож» используется слово «заземлитель», под которым понимается как элемент аппарата, так и отдельно установленный аппарат.

Оперативная блокировка должна исключать:

подачу напряжения разъединителем на участок электрической схемы, заземленной включенным заземлителем, а также на участок электрической схемы, отделенной от включенных заземлителей только выключателем;

включение заземлителя на участке схемы, не отделенном разъединителем от других участков, которые могут быть как под напряжением, так и без напряжения;

отключение и включение разъединителями токов нагрузки.

Оперативная блокировка должна обеспечивать в схеме с последовательным соединением разъединителя с отделителем включение ненагруженного трансформатора разъединителем, а отключение - отделителем.

На заземлителях линейных разъединителей со стороны линии допускается иметь только механическую блокировку с приводом разъединителя.

4.2.28. Распределительные устройства и ПС, как правило, должны быть оборудованы стационарными заземлителями, обеспечивающими в соответствии с требованиями безопасности заземление аппаратов и ошиновки.

В РУ 3 кВ и выше стационарные заземлители должны быть размещены так, чтобы были не нужны переносные заземления и чтобы персонал, работающий на токоведущих частях любых участков присоединений и сборных шин, был защищен заземлителями со всех сторон, откуда может быть подано напряжение.

На случай отключения в процессе ремонта разъединителя с заземлителями или только заземлителя этого разъединителя должны быть предусмотрены заземлители у других разъединителей на данном участке схемы, расположенные со стороны возможной подачи напряжения. Последнее требование не относится к заземлителям со стороны линейных разъединителей (при отсутствии обходной системы шин или ремонтной перемычки со стороны ВЛ), а также к заземлителям в цепи секционной связи КРУ.

На заземлителях линейных разъединителей со стороны линии следует, как правило, иметь привод с дистанционным управлением для исключения травмирования персонала при ошибочном включении их и наличии на линии напряжения, в ячейках КРУЭ эти заземлители, кроме того, рекомендуется иметь быстродействующими.

Каждая секция (система) сборных шин РУ 35 кВ и выше должна иметь, как правило, два комплекта заземлителей. При наличии трансформаторов напряжения заземления сборных шин следует осуществлять, как правило, заземлителями разъединителей трансформаторов напряжения.

Применение переносных защитных заземлений предусматривается в следующих случаях:

при работе на линейных разъединителях и на оборудовании, расположенном со стороны

ВЛ до линейного разъединителя;
на участках схемы, где заземлители установлены отдельно от разъединителей, на время ремонта заземлителей;

для защиты от наведенного напряжения.

4.2.29. Сетчатые и смешанные ограждения токоведущих частей и электрооборудования должны иметь высоту над уровнем планировки для ОРУ и открыто установленных трансформаторов 2 или 1,6 м (с учетом требований 4.2.57 и 4.2.58), а над уровнем пола для ЗРУ и трансформаторов, установленных внутри здания, 1,9 м; сетки должны иметь отверстия размером не более 25×25 мм, а также приспособления для запираания их на замок. Нижняя кромка этих ограждений в ОРУ должна располагаться на высоте 0,1 - 0,2 м, а в ЗРУ - на уровне пола.

Применение барьеров допускается при входе в камеры выключателей, трансформаторов и других аппаратов для их осмотра при наличии напряжения на токоведущих частях. Барьеры должны устанавливаться на высоте 1,2 м и быть съемными. При высоте пола камер над уровнем земли более 0,3 м необходимо оставить между дверью и барьером расстояние не менее 0,5 м или предусмотреть площадку перед дверью для осмотра.

Применение барьеров в качестве единственного вида ограждения токоведущих частей недопустимо.

4.2.30. Указатели уровня и температуры масла маслonaполненных трансформаторов и аппаратов и другие указатели, характеризующие состояние оборудования, должны быть расположены таким образом, чтобы были обеспечены удобные и безопасные условия для доступа к ним и наблюдения за ними без снятия напряжения (например, со стороны прохода в камеру).

Для отбора проб масла расстояние от уровня пола или поверхности земли до крана трансформатора или аппарата должно быть не менее 0,2 м или должен быть предусмотрен соответствующий приямок.

4.2.31. Электропроводка цепей защиты автоматики, измерения, сигнализации и освещения, проложенная по электротехническим устройствам с масляным наполнением, должна быть выполнена проводами с маслостойкой изоляцией.

4.2.32. Расчетный уровень высоких (паводковых) вод принимается с обеспеченностью: 2 % (повторяемость 1 раз в 50 лет) для ПС 330 кВ и ниже и 1 % (повторяемость 1 раз в 100 лет) для ПС 500 кВ и выше.

4.2.33. Распределительные устройства и ПС должны быть оборудованы электрическим освещением. Осветительная арматура должна быть установлена таким образом, чтобы было обеспечено ее безопасное обслуживание.

4.2.34. Распределительные устройства и ПС должны быть обеспечены телефонной и другими видами связи в соответствии с принятой системой обслуживания.

4.2.35. Размещение РУ и ПС, генеральный план и инженерная подготовка территории и защита их от затопления, оползней, лавин и т.п. должны быть выполнены в соответствии с требованиями СНиП Госстроя России.

4.2.36. Компоновка и конструктивное выполнение ОРУ и ЗРУ должны предусматривать возможность применения механизмов, в том числе специальных, для производства монтажных и ремонтных работ.

4.2.37. Расстояния между РУ (ПС) и деревьями высотой более 4 м должны быть такими, чтобы исключались повреждения оборудования и ошиновки при падении дерева (с учетом роста деревьев за 25 лет).

4.2.38. Для РУ и ПС, размещаемых в районе жилой и промышленной застройки, должны предусматриваться мероприятия по снижению шума, создаваемого работающим электрооборудованием (трансформаторами, синхронными компенсаторами и т.п.), до значений, допустимых санитарными нормами.

4.2.39. Подстанции с постоянным дежурством персонала, а также при наличии вблизи них жилых зданий должны быть обеспечены питьевой водой путем устройства хозяйственно-питьевого водопровода, сооружения артезианских скважин или колодцев.

4.2.40. Для РУ и ПС с постоянным дежурством персонала, имеющих водопровод, должны

быть устроены утепленные уборные с канализацией. При отсутствии вблизи ПС канализационных магистралей допускается выполнение местных канализационных устройств (отстойники, фильтры). Для ПС без постоянного дежурства персонала допускается устройство неутепленных уборных с водонепроницаемыми выгребами.

При расположении ПС 110 кВ и выше без постоянного дежурства персонала вблизи существующих систем водоснабжения и канализации (на расстоянии до 0,5 км) в здании ОПУ должны предусматриваться санитарные канализационные узлы.

4.2.41. Территория ПС должна быть ограждена внешним забором в соответствии с требованиями норм технологического проектирования ПС.

На территории ПС следует ограждать ОРУ и силовые трансформаторы внутренним забором высотой 1,6 м (см. также 4.2.58).

ОРУ разных напряжений и силовые трансформаторы могут иметь общее ограждение.

При расположении ОРУ (ПС) на территории электростанций эти ОРУ (ПС) должны быть ограждены внутренним забором высотой 1,6 м.

Заборы могут не предусматриваться для закрытых ПС, а также для столбовых, мачтовых и комплектных ПС наружной установки с высшим напряжением до 35 кВ при условии соблюдения требований 4.2.132.

4.2.42. На территории ОРУ, ПС и электростанций следует предусматривать устройства по сбору и удалению масла (при наличии маслonaполненного оборудования) с целью исключения возможности растекания его по территории и попадания в водоемы.

4.2.43. Расстояния от электрооборудования до взрывоопасных зон и помещений следует принимать по гл. 7.3.

4.2.44. На ПС применяются постоянный и переменный оперативные токи.

Переменный ток должен применяться во всех случаях, когда это возможно и ведет к упрощению и удешевлению электроустановок при обеспечении необходимой надежности их работы.

ОТКРЫТЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

4.2.45. В ОРУ 110 кВ и выше должен быть предусмотрен проезд для передвижных монтажно-ремонтных механизмов и приспособлений, а также передвижных лабораторий.

4.2.46. Соединения гибких проводов в пролетах должно выполняться опрессовкой с помощью соединительных зажимов, а соединения в петлях у опор, присоединение ответвлений в пролете и присоединение к аппаратным зажимам - опрессовкой или сваркой. При этом присоединение ответвлений в пролете выполняется, как правило, без разрезания проводов пролета.

Пайка и скрутка проводов не допускаются.

Болтовые соединения допускаются только на зажимах аппаратов и на ответвлениях к разрядникам, ОПН, конденсаторам связи и трансформаторам напряжения, а также для временных установок, для которых применение неразъемных соединений требует большого объема работ по ремонту шин.

Гирлянды изоляторов для подвески шин в ОРУ могут быть одноцепными. Если одноцепная гирлянда не удовлетворяет условиям механических нагрузок, то следует применять двухцепную.

Разделительные (врезные) гирлянды не допускаются, за исключением гирлянд, с помощью которых осуществляется подвеска высокочастотных заградителей.

Закрепление гибких шин и тросов в натяжных и подвесных зажимах в отношении прочности должны соответствовать требованиям, приведенным в 2.115.

4.2.47. Соединения жестких шин в пролетах следует выполнять сваркой, а соединение шин соседних пролетов следует выполнять с помощью компенсирующих устройств, присоединяемых к шинам, как правило, сваркой. Допускается присоединение компенсирующих устройств к пролетам с помощью болтовых соединений.

Ответвления от жестких шин могут выполняться как гибкими, так и жесткими, а присоединение их к пролетам следует выполнять, как правило, сваркой. Присоединение с помощью болтовых соединений разрешается только при обосновании.

4.2.48. Ответвления от сборных шин ОРУ, как правило, должны располагаться ниже сборных шин.

Подвеска ошиновки одним пролетом над двумя и более секциями или системами сборных шин не допускается.

4.2.49. Нагрузки на шины и конструкции от ветра и гололеда, а также расчетные температуры воздуха должны определяться в соответствии с требованиями строительных норм и правил. При этом прогиб жестких шин не должен превышать $1/80$ длины пролета.

При определении нагрузок на конструкции дополнительно следует учитывать вес человека с инструментами и монтажными приспособлениями при применении:

натяжных гирлянд изоляторов - 2,0 кН;

поддерживающих гирлянд - 1,5 кН;

опорных изоляторов - 1,0 кН.

Тяжение спусков к аппаратам ОРУ не должно вызывать недопустимых механических напряжений и недопустимого сближения проводов при расчетных климатических условиях.

4.2.50. Расчетные механические усилия, передающиеся при КЗ жесткими шинами на опорные изоляторы, следует принимать в соответствии с требованиями гл. 1.4.

4.2.51. Коэффициент запаса механической прочности при нагрузках, соответствующих 4.2.49, следует принимать:

для гибких шин - не менее 3 по отношению к их временному сопротивлению разрыва;

для подвесных изоляторов - не менее 4 по отношению к гарантированной минимальной разрушающей нагрузке целого изолятора (механической или электромеханической в зависимости от требований стандартов на примененный тип изолятора);

для цепной арматуры гибких шин - не менее 3 по отношению к минимальной разрушающей нагрузке;

для опорных изоляторов жесткой ошиновки - не менее 2,5 по отношению к гарантированной минимальной разрушающей нагрузке изолятора.

4.2.52. Опоры для крепления шин ОРУ должны рассчитываться как промежуточные или концевые в соответствии с гл. 2.5.

4.2.53. Компоновки ОРУ 35 кВ и выше рекомендуется выполнять без верхнего яруса шин, проходящего над выключателями.

4.2.54. Наименьшие расстояния в свету между неизолированными токоведущими частями разных фаз, от неизолированных токоведущих частей до земли, заземленных конструкций и ограждений, а также между неизолированными токоведущими частями разных цепей следует принимать по табл. 4.2.5 (рис. 4.2.3 - 4.2.12).

В случае, если в установках, расположенных в высокогорье, расстояния между фазами увеличиваются по сравнению с приведенными в табл. 4.2.5 по результатам проверки на корону, соответственно должны быть увеличены и расстояния до заземленных частей.

4.2.55. Наименьшие расстояния в свету при жестких шинах (см. рис. 4.2.3.) между токоведущими и заземленными частями $A_{\phi-3}$ и между токоведущими частями разных фаз $A_{\phi-\phi}$ следует принимать по табл. 4.2.5, а при гибких (см. рис. 4.2.4) - следует определять следующим образом:

$$A_{\phi-3,2} = A_{\phi-3} + a; \quad A_{\phi-3}^1 = A_{\phi-3,2}^1 + a; \quad A_{\phi-\phi,2} = A_{\phi-\phi} + a,$$

где $a = f \sin \alpha$; f - стрела провеса проводов при температуре $+15^\circ\text{C}$, м; $\alpha = \arctg P/Q$; Q - расчетная нагрузка от веса провода на 1 м длины провода, даН/м; P - расчетная линейная ветровая нагрузка на провод, даН/м; при этом скорость ветра принимается равной 60 % значения, выбранного при расчете строительных конструкций.

4.2.3 4.2.4	От токоведущих частей, элементов оборудования и изоляции, находящихся под напряжением, до заземленных конструкций: головка аппарата-опора, провод-стойка, траверса, провод-кольцо, стержень	$A_{\phi-z}^1$	200	300	400	900	1300	1600 1200	2200 1800	3300 2700	5000 4500
4.2.3 4.2.4 4.2.11	Между токоведущими частями разных фаз	$A_{\phi-\phi}$	220	330	440	100	1400	2000 1600	1800 2200	4200 3400	8000 6500
4.2.5 4.2.7	От токоведущих частей, элементов оборудования и изоляции, находящихся под напряжением, до постоянных внутренних ограждений высотой до 1,6 м и до транспортируемого оборудования	B	950	1050	1150	1650	2050	2550 2000	3250 3000	4500 4100	6300 5800
4.2.8	Между токоведущими частями разных цепей в разных плоскостях при обслуживаемой нижней цепи и неотключенной верхней	B	960	1050	1150	1650	2050	3000 2400	4000 3500	5000 3950	7000 6000
4.2.6 4.2.12	От неогражденных токоведущих частей до земли или до кровли зданий при наибольшем провисании проводов	Γ	2900	3000	3100	3600	4000	4500 3900	5000 4700	6450 6000	8200 7200
4.2.8 4.2.9	Между токоведущими частями разных цепей в разных плоскостях, а также между токоведущими частями разных цепей по горизонтали при обслуживании одной цепи и неотключенной другой	D^1	2200	2300	2400	2900	3300	3600 3200	4200 3800	5200 4700	7000 6500
4.2.10 4.2.12	От токоведущих частей до верхней кромки внешнего забора или до здания и сооружения	D	2200	2300	2400	2900	3300	3800 3200	4500 4000	5750 5300	7500 6500
4.2.11	От контакта и ножа разъединителя в отключенном положении до ошиновки, присоединенной ко второму контакту	$Ж$	240	365	485	1100	1550	2200 1800	3100 2600	4600 3800	7500 6100

Примечания:

1. Для элементов изоляции, находящихся под распределенным потенциалом, изоляционные расстояния следует принимать с учетом фактических значений потенциалов в разных точках поверхности. При отсутствии данных о распределении потенциала следует условно принимать прямолинейный закон падения потенциала вдоль изоляции от полного номинального напряжения (со стороны токоведущих частей) до нуля (со стороны заземленных частей).

2. Расстояние от токоведущих частей или элементов изоляции (со стороны токоведущих частей), находящихся под напряжением, до габаритов трансформаторов, транспортируемых по железнодорожным путям, допускается принять менее размера B , но не менее размера $A_{\phi-z}^1$.

3. Расстояния $A_{\phi-z}$, $A_{\phi-z}^1$, и $A_{\phi-\phi}$ для ОРУ 220 кВ и выше, расположенных на высоте более 1000 м над уровнем моря, должны быть увеличены в соответствии с требованиями государственных стандартов, а расстояния $A_{\phi-\phi}$, B и D^1 должны быть проверены по условиям ограничения короны.

4. Для напряжения 750 кВ в таблице даны расстояния $A_{\phi-\phi}$ между параллельными проводами длиной более 20 м; расстояния $A_{\phi-\phi}$ между экранами, скрещивающимися проводами, параллельными проводами длиной до 20 м для ОРУ 750 кВ с разрядниками равны 7000 мм, а для ОРУ 750 кВ с ОПН - 5500 мм.

5. Ограничители перенапряжений имеют защитный уровень ограничения коммутационных перенапряжений фаза-земля $1,8 U_{\phi}$.

4.2.56. Наименьшие допустимые расстояния в свету между находящимися под напряжением соседними фазами в момент их наибольшего сближения под действием токов КЗ должны быть не менее приведенных в табл. 2.5.17, принимаемым по наибольшему рабочему напряжению.

В гибкой ошиновке, выполненной из нескольких проводов в фазе, следует устанавливать внутрифазовые дистанционные распорки.

4.2.57. Наименьшие расстояния от токоведущих частей и изоляторов, находящихся под напряжением, до постоянных внутренних ограждений должны быть (табл. 4.2.5, рис. 4.2.5);

по горизонтали - не менее размера B при высоте ограждения 1,6 м и не менее размера $A_{\phi-з}$ при высоте ограждения 2,0 м. Второй вариант рекомендуется для применения в стесненных условиях площадки ПС;

по вертикали - не менее размера $A_{\phi-з}$, отмеряемого в плоскости ограждения от точки, расположенной на высоте 2,7 м от земли.

4.2.58. Токоведущие части (выводы, шины, спуски и т.п.) могут не иметь внутренних ограждений, если они расположены над уровнем планировки или наземных коммуникационных сооружений на высоте не менее значений, соответствующих размеру Γ по табл. 4.2.5 (рис. 4.2.6).

Неогражденные токоведущие части, соединяющие конденсатор устройств высокочастотной связи, телемеханики и защиты с фильтром, должны быть расположены на высоте не менее 2,5 м. При этом рекомендуется устанавливать фильтр на высоте, позволяющей производить ремонт (настройку) фильтра без снятия напряжения с оборудования присоединения.

Трансформаторы и аппараты, у которых нижняя кромка фарфора (полимерного материала) изоляторов расположена над уровнем планировки или наземных коммуникационных сооружений на высоте не менее 2,5 м, разрешается не ограждать (см. рис. 4.2.6). При меньшей высоте оборудование должно иметь постоянные ограждения, удовлетворяющие требованиям 4.2.29, располагаемые от трансформаторов и аппаратов на расстояниях не менее приведенных в 4.2.57. Вместо постоянных ограждений допускается устройство козырьков, предотвращающих прикосновение обслуживающего персонала к изоляции и элементам оборудования, находящимся под напряжением.

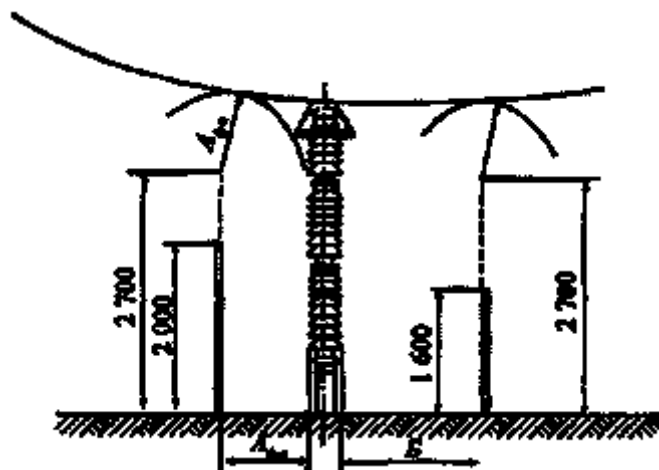


Рис. 4.2.5. Наименьшие расстояния от токоведущих частей и элементов изоляции, находящихся под напряжением, до постоянных внутренних ограждений



Рис. 4.2.6. Наименьшие расстояния от неогражденных токоведущих частей и от нижней кромки фарфора изоляторов до земли

4.2.59. Расстояния от неогражденных токоведущих частей до габаритов машин, механизмов и транспортируемого оборудования должны быть не менее размера B по табл. 4.2.5 (рис. 4.2.7).

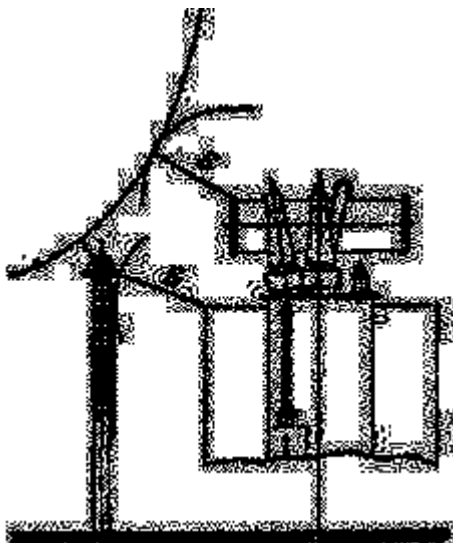


Рис. 4.2.7. Наименьшие расстояния от токоведущих частей до транспортируемого оборудования

4.2.60. Расстояния между ближайшими неогражденными токоведущими частями разных цепей должны выбираться из условия безопасного обслуживания одной цепи при неотключенной второй. При расположении неогражденных токоведущих частей разных цепей в разных (параллельных или перпендикулярных) плоскостях расстояния по вертикали должны быть не менее размера B , а по горизонтали - размера D^1 по табл. 4.2.5 (рис. 4.2.8). При наличии разных напряжений размеры B и D^1 принимаются по более высокому напряжению.

Размер B определен из условия обслуживания нижней цепи при неотключенной верхней, а размер D^1 - обслуживания одной цепи при неотключенной другой. Если такое обслуживание не предусматривается, расстояние между токоведущими частями разных цепей в разных плоскостях должно приниматься в соответствии с 4.2.53; при этом должна быть учтена возможность сближения проводов в условиях эксплуатации (под влиянием ветра, гололеда, температуры).



Рис. 4.2.8. Наименьшие расстояния между токоведущими частями разных цепей, расположенными в различных плоскостях с обслуживанием нижней цепи при неотключенной верхней

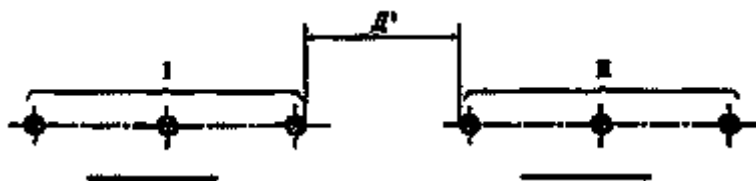


Рис. 4.2.9. Наименьшие расстояния по горизонтали между токоведущими частями разных цепей с обслуживанием одной цепи при неотключенной другой

4.2.61. Расстояния между токоведущими частями и верхней кромкой внешнего забора должны быть не менее размера D по табл. 4.2.5 (рис. 4.2.10).

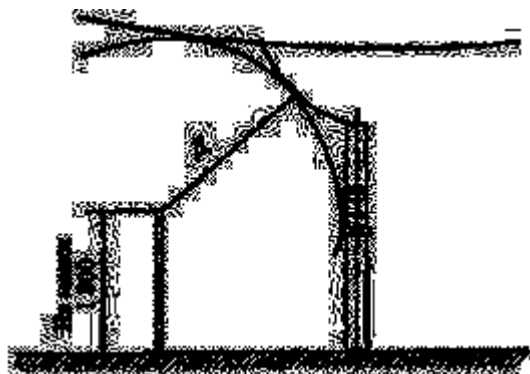


Рис. 4.2.10. Наименьшие расстояния от токоведущих частей до верхней кромки внешнего ограждения

4.2.62. Расстояния от подвижных контактов разъединителей в отключенном положении до заземленных частей должны быть не менее размеров $A_{\phi-z}$ и $A_{\phi-z}^1$; до ошиновки своей фазы, присоединенной ко второму контакту - не менее размера $Ж$; до ошиновки других присоединений - не менее размера $A_{\phi-\phi}$ по табл. 4.2.5 (рис. 4.2.11).

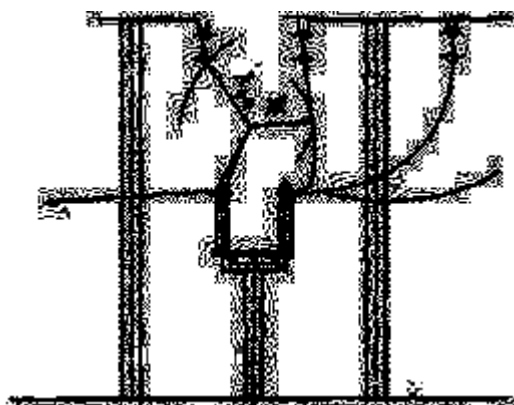


Рис. 4.2.11. Наименьшие расстояния от подвижных контактов разъединителей в отключенном положении до заземленных и токоведущих частей

4.2.63. Расстояния между токоведущими частями ОРУ и зданиями или сооружениями (ЗРУ, помещение щита управления, трансформаторная башня и др.) по горизонтали должны быть не менее размера D , а по вертикали при наибольшем провисании проводов - не менее размера Γ по табл. 4.2.5 (рис. 4.2.12).

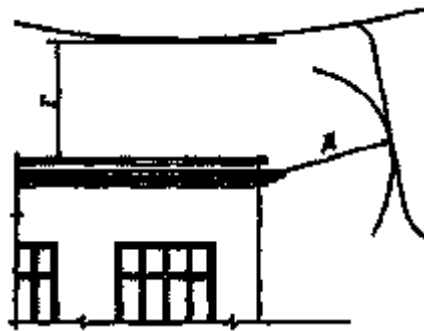


Рис. 4.2.12. Наименьшие расстояния между токоведущими частями и зданиями и сооружениями

4.2.64. Прокладка воздушных осветительных линий, воздушных линий связи и цепей сигнализации над и под токоведущими частями ОРУ не допускается.

4.2.65. Расстояния от складов водорода до ОРУ, трансформаторов, синхронных компенсаторов должны быть не менее 50 м; до опор ВЛ - не менее 1,5 высоты опоры; до зданий ПС при количестве хранимых на складе баллонов до 500 шт. - не менее 20 м, свыше 500 шт. - не менее 25 м; до внешней ограды ПС - не менее 5,5 м.

4.2.66. Расстояния от открыто установленных электротехнических устройств до водоохладителей ПС должны быть не менее значений, приведенных в табл. 4.2.6.

Для районов с расчетными температурами наружного воздуха ниже минус 36 °С приведенные в табл. 4.2.6. расстояния должны быть увеличены на 25 %, а с температурами выше минус 20 °С - уменьшены на 25 %. Для реконструируемых объектов приведенные в табл. 4.2.6. расстояния допускается уменьшать, но не более чем на 25 %.

Т а б л и ц а 4.2.6

Наименьшее расстояние от открыто установленных электротехнических устройств до водоохладителей ПС

Водоохладитель	Расстояние, м
Брызгальные устройства и открытые градирни	80
Башенные и одновентиляторные градирни	30
Секционные вентиляторные градирни	42

4.2.67. Расстояния от оборудования РУ и ПС до зданий ЗРУ и других технологических зданий и сооружений, до КБ, СТК, СК определяются только технологическими требованиями и не должны увеличиваться по пожарным условиям.

4.2.68. Противопожарные расстояния от маслonaполненного оборудования с массой масла в единице оборудования 60 кг и более до производственных зданий с категорией помещения В1 - В2, Г и Д, а также до жилых и общественных зданий должны быть не менее:

- 16 м - при степени огнестойкости этих зданий I и II;
- 20 м - при степени III;
- 24 м - при степени IV и V.

При установке у стен производственных зданий с категорией помещения Г и Д маслonaполненных трансформаторов с массой масла 60 кг и более, электрически связанных с оборудованием, установленным в этих зданиях, разрешаются расстояния менее указанных. При этом, на расстоянии от них более 10 м и вне пределов участков шириной B (рис. 4.2.13) специальных требований к стенам, окнам и дверям зданий не предъявляется.

При расстоянии менее 10 м до трансформаторов в пределах участков шириной B должны выполняться следующие требования:

- 1) до высоты D (до уровня ввода трансформаторов) окна не допускаются;
- 2) при расстоянии z менее 5 м и степенях огнестойкости зданий IV и V стена здания должна быть выполнена по I степени огнестойкости и возвышаться над кровлей, выполненной из сгораемого материала, не менее чем на 0,7 м;
- 3) при расстоянии z менее 5 м и степенях огнестойкости зданий I, II, III, а также при

расстоянии ≥ 5 м и более без ограничения по огнестойкости на высоте от d до $d + e$ допускаются неоткрывающиеся окна с заполнением армированным стеклом или стеклоблоками с рамами из негорючего материала; выше $d + e$ - окна, открывающиеся внутрь здания, с проемами, снабженными снаружи металлическими сетками с ячейками не более 25×25 мм;

4) при расстоянии $\geq$ менее 5 м на высоте менее d , а при ≥ 5 м и более на любой высоте допускаются двери из негорючих или трудногорючих материалов с пределом огнестойкости не менее 60 мин;

5) вентиляционные приемные отверстия в стене здания при расстоянии $\geq$ менее 5 м не допускаются; вытяжные отверстия с выбросом незагрязненного воздуха в указанном пределе допускаются на высоте d ;

6) при расстоянии $\geq$ от 5 до 10 м вентиляционные отверстия в ограждающих конструкциях кабельных помещений со стороны трансформаторов на участке шириной B не допускаются.

Приведенные на рис. 4.2.13 размеры a - $\geq$ и A принимаются до наиболее выступающих частей трансформаторов на высоте не более 1,9 м от поверхности земли. При единичной мощности трансформаторов до 1,6 МВ·А расстояния $e \geq 1,5$ м; $e \geq 8$ м; более 1,6 МВ·А $e \geq 2$ м; $e \geq 10$ м. Расстояние b принимается по 4.2.217, расстояние $\geq$ должно быть не менее 0,8 м.

Требования настоящего пункта распространяются также на КТП наружной установки.

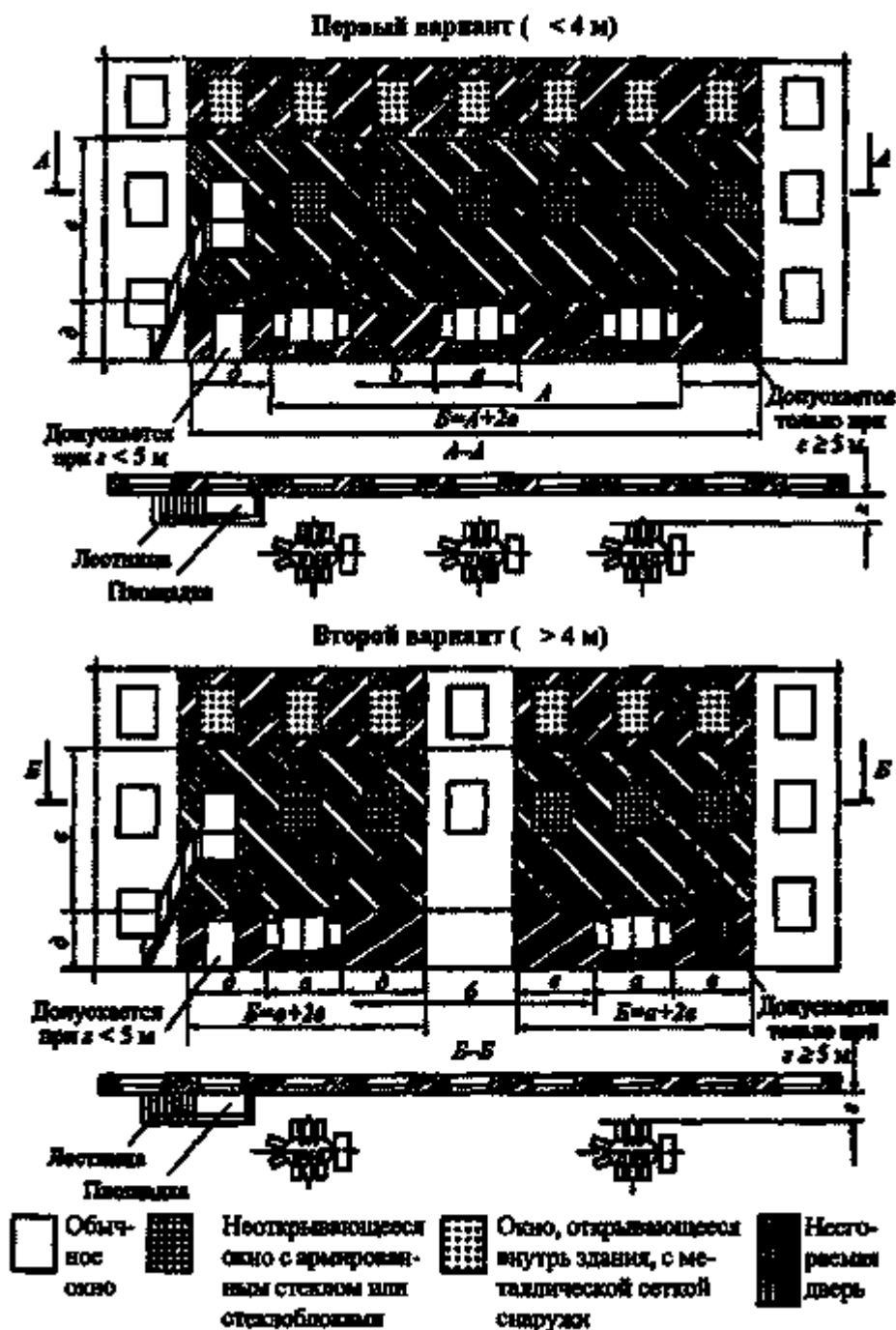


Рис. 4.2.13. Требования к открытой установке маслонаполненных трансформаторов у зданий с производствами категорий Г и Д

4.2.69. Для предотвращения растекания масла и распространения пожара при повреждениях маслонаполненных силовых трансформаторов (реакторов) с количеством масла более 1 т в единице должны быть выполнены маслоприемники, маслоотводы и маслосборники с соблюдением следующих требований:

1) габариты маслоприемника должны выступать за габариты трансформатора (реактора) не менее чем на 0,6 м при массе масла до 2 т; 1 м при массе от 2 до 10 т; 1,5 м при массе от 10 до 50 т; 2 м при массе более 50 т. При этом габарит маслоприемника может быть принят меньше на 0,5 м со стороны стены или перегородки, располагаемой от трансформатора (реактора) на расстоянии менее 2 м.

2) объем маслоприемника с отводом масла следует рассчитывать на единовременный прием 100 % масла, залитого в трансформатор (реактор).

Объем маслоприемника без отвода масла следует рассчитывать на прием 100 % объема масла, залитого в трансформатор (реактор), и 80 % воды от средств пожаротушения из

расчета орошения площадей маслоприемника и боковых поверхностей трансформатора (реактора) с интенсивностью $0,2 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ в течение 30 мин;

3) устройство маслоприемников и маслоотводов должно исключать переток масла (воды) из одного маслоприемника в другой, растекание масла по кабельным и др. подземным сооружениям, распространение пожара, засорение маслоотвода и забивку его снегом, льдом и т.п.;

4) маслоприемники под трансформаторы (реакторы) с объемом масла до 20 т допускается выполнять без отвода масла. Маслоприемники без отвода масла должны выполняться заглубленной конструкции и закрываться металлической решеткой, поверх которой должен быть насыпан слой чистого гравия или промытого гранитного щебня толщиной не менее 0,25 м, либо непористого щебня другой породы с частицами от 30 до 70 мм. Уровень полного объема масла в маслоприемнике должен быть ниже решетки не менее чем на 50 мм.

Удаление масла и воды из маслоприемника без отвода масла должно предусматриваться передвижными средствами. При этом рекомендуется выполнение простейшего устройства для проверки отсутствия масла (воды) в маслоприемнике;

5) маслоприемники с отводом масла могут выполняться как заглубленными, так и незаглубленными (дно на уровне окружающей планировки). При выполнении заглубленного телеприемника устройство бортовых ограждений не требуется, если при этом обеспечивается объем маслоприемника, указанный в п. 2.

Маслоприемники с отводом масла могут выполняться:

с установкой металлической решетки на маслоприемнике, поверх которой насыпан гравий или щебень толщиной слоя 0,25 м;

без металлической решетки с засыпкой гравия на дно маслоприемника толщиной слоя не менее 0,25 м.

Незаглубленный маслоприемник следует выполнять в виде бортовых ограждений маслonaполненного оборудования. Высота бортовых ограждений должна быть не более 0,5 м над уровнем окружающей планировки.

Дно маслоприемника (заглубленного и незаглубленного) должно иметь уклон не менее 0,005 в сторону приямка и быть засыпано чисто промытым гранитным (либо другой непористой породы) гравием или щебнем фракцией от 30 до 70 мм. Толщина засыпки должна быть не менее 0,25 м.

Верхний уровень гравия (щебня) должен быть не менее чем на 75 мм ниже верхнего края борта (при устройстве маслоприемников с бортовыми ограждениями) или уровня окружающей планировки (при устройстве маслоприемников без бортовых ограждений).

Допускается не производить засыпку дна маслоприемников по всей площади гравием. При этом на системах отвода масла от трансформаторов (реакторов) следует предусматривать установку огнепреградителей;

6) при установке маслonaполненного электрооборудования на железобетонном перекрытии здания (сооружения) устройство маслоотвода является обязательным;

7) маслоотводы должны обеспечивать отвод из маслоприемника масла и воды, применяемой для тушения пожара, автоматическими стационарными устройствами и гидрантами на безопасное в пожарном отношении расстояние от оборудования и сооружений: 50 % масла и полное количество воды должны удаляться не более чем за 0,25 ч. Маслоотводы могут выполняться в виде подземных трубопроводов или открытых кюветов и лотков;

8) маслосборники должны предусматриваться закрытого типа и должны вмещать полный объем масла единичного оборудования (трансформаторов, реакторов), содержащего наибольшее количество масла, а также 80 % общего (с учетом 30-минутного запаса) расхода воды от средств пожаротушения. Маслосборники должны оборудоваться сигнализацией о наличии воды с выводом сигнала на щит управления. Внутренние поверхности маслоприемника, ограждений маслоприемника и маслосборника должны быть защищены маслостойким покрытием.

4.2.70. На ПС с трансформаторами 110 - 150 кВ единичной мощностью 63 МВ·А и более и трансформаторами 220 кВ и выше единичной мощностью 40 МВ·А и более, а также на ПС с

синхронными компенсаторами для тушения пожара следует предусматривать противопожарный водопровод с питанием от существующей внешней сети или от самостоятельного источника водоснабжения. Допускается вместо противопожарного водопровода предусматривать забор воды из прудов, водохранилищ, рек и других водоемов, расположенных на расстоянии до 200 м от ПС с помощью передвижных средств пожарной техники.

На ПС с трансформаторами 35 - 150 кВ единичной мощностью менее 63 МВ·А и трансформаторами 220 кВ единичной мощностью менее 40 МВ·А противопожарный водопровод и водоем не предусматривается.

4.2.71. КРУН и КТП наружной установки должны быть расположены на спланированной площадке на высоте не менее 0,2 м от уровня планировки с выполнением около шкафов площадки для обслуживания. В районах с высотой расчетного снежного покрова 1,0 м и выше и продолжительностью его залегания не менее 1 мес. рекомендуется установка КРУН и КТП наружной установки на высоте не менее 1 м.

Расположение устройства должно обеспечивать удобные выкатывание и транспортировку трансформаторов и выкатной части ячеек.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

4.2.72. На ПС и в ОРУ 330 кВ и выше в зонах пребывания обслуживающего персонала (пути передвижения обслуживающего персонала, рабочие места) напряженность электрического поля (ЭП) должна быть в пределах допустимых уровней, установленных государственными стандартами.

4.2.73. На ПС и в РУ напряжением 1 - 20 кВ в зонах пребывания обслуживающего персонала напряженность магнитного поля (МП) должна соответствовать требованиям санитарных правил и норм.

4.2.74. В ОРУ 330 кВ и выше допустимые уровни напряженности ЭП в зонах пребывания обслуживающего персонала должны обеспечиваться, как правило, конструктивно-компоновочными решениями с использованием стационарных и инвентарных экранирующих устройств. Напряженность ЭП в этих зонах следует определять по результатам измерений в ОРУ с идентичными конструктивно-компоновочными решениями или расчетным путем.

4.2.75. На ПС и в ОРУ напряжением 330 кВ и выше в целях снижения воздействия ЭП на персонал необходимо:

применять металлоконструкции ОРУ из оцинкованных, алюминированных или алюминиевых элементов;

лестницы для подъема на траверсы металлических порталов располагать, как правило, внутри их стоек (лестницы, размещенные снаружи, должны быть огорожены экранирующими устройствами, обеспечивающими внутри допустимые уровни напряженности ЭП).

4.2.76. На ПС и в ОРУ 330 кВ и выше для снижения уровня напряженности ЭП следует исключать соседство одноименных фаз в смежных ячейках.

4.2.77. На ПС напряжением 330 кВ и выше производственные и складские здания следует размещать вне зоны влияния ЭП. Допускается их размещение в этой зоне при обеспечении экранирования подходов к входам в эти здания. Экранирование подходов, как правило, не требуется, если вход в здание, расположенное в зоне влияния, находится с внешней стороны по отношению к токоведущим частям.

4.2.78. Производственные помещения, рассчитанные на постоянное пребывание персонала, не должны размещаться в непосредственной близости от токоведущих частей ЗРУ и других электроустановок, а также под и над токоведущими частями оборудования (например, токопроводами), за исключением случаев, когда рассчитываемые уровни магнитных полей не превышают предельно допустимых значений.

Зоны пребывания обслуживающего персонала должны быть расположены на расстояниях от экранированных токопроводов и (или) шинных мостов, обеспечивающих соблюдение

предельно допустимых уровней магнитного поля.

4.2.79. Токоограничивающие реакторы и выключатели не должны располагаться в соседних ячейках распределительных устройств 6 - 10 кВ.

При невозможности обеспечения этого требования между ячейками токоограничивающих реакторов и выключателей должны устанавливаться стационарные ферромагнитные экраны.

4.2.80. Экранирование источников МП или рабочих мест при необходимости обеспечения допустимых уровней МП должно осуществляться посредством ферромагнитных экранов, толщина и геометрические размеры которых следует рассчитывать по требуемому коэффициенту экранирования:

$$K_z = H_g / H_{дон},$$

где H_g - наибольшее возможное значение напряженности МП на экранируемом рабочем месте, А/м; $H_{дон} = 80$ А/м - допустимое значение напряженности МП. Для рабочих мест, где пребывание персонала по характеру и условиям выполнения работ является непродолжительным, $H_{дон}$ определяется исходя из требований санитарных правил и норм.

ЗАКРЫТЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ПОДСТАНЦИИ

4.2.81. Закрытые распределительные устройства и подстанции могут располагаться как в отдельно стоящих зданиях, так и быть встроенными или пристроенными. Пристройка ПС к существующему зданию с использованием стены здания в качестве стены ПС допускается при условии принятия специальных мер, предотвращающих нарушение гидроизоляции стыка при осадке пристраиваемой ПС. Указанная осадка должна быть также учтена при креплении оборудования на существующей стене здания.

Дополнительные требования к сооружению встроенных и пристроенных ПС в жилых и общественных зданиях см. в гл. 7.1.

4.2.82. В помещениях ЗРУ 35 - 220 кВ и в закрытых камерах трансформаторов следует предусматривать стационарные устройства или возможность применения передвижных либо инвентарных грузоподъемных устройств для механизации ремонтных работ и технического обслуживания оборудования.

В помещениях КРУ следует предусматривать площадку для ремонта и наладки выкатных элементов. Ремонтная площадка должна быть оборудована средствами для опробования приводов выключателей и систем управления.

4.2.83. Закрытые РУ разных классов напряжений, как правило, следует размещать в отдельных помещениях. Это требование не распространяется на КТП 35 кВ и ниже, а также на КРУЭ.

Допускается размещать РУ до 1 кВ в одном помещении с РУ выше 1 кВ при условии, что части РУ или ПС до 1 кВ и выше будут эксплуатироваться одной организацией.

Помещения РУ, трансформаторов, преобразователей и т.п. должны быть отделены от служебных и других вспомогательных помещений (исключения см. в гл. 4.3, 5.1 и 7.5).

4.2.84. При компоновке КРУЭ в ЗРУ должны предусматриваться площадки обслуживания на разных уровнях в случае, если они не поставляются заводом-изготовителем.

4.2.85. Трансформаторные помещения и ЗРУ не допускается размещать:

1) под помещением производств с мокрым технологическим процессом, под душевыми, ванными и т.п.;

2) непосредственно над и под помещениями, в которых в пределах площади, занимаемой РУ или трансформаторными помещениями, одновременно может находиться более 50 чел. в период более 1 ч. Это требование не распространяется на трансформаторные помещения с трансформаторами сухими или с негорючим наполнением, а также РУ для промышленных предприятий.

4.2.86. Расстояния в свету между неизолированными токоведущими частями разных фаз, от неизолированных токоведущих частей до заземленных конструкций и ограждений, пола и земли, а также между неогражденными токоведущими частями разных цепей должно быть не менее значений, приведенных в табл. 4.2.7 (рис. 4.2.14 - 4.2.17).

Гибкие шины в ЗРУ следует проверять на их сближение под действием токов КЗ в соответствии с требованиями 4.2.56.

4.2.87. Расстояния от подвижных контактов разъединителей в отключенном положении до ошиновки своей фазы, присоединенной ко второму контакту, должно быть не менее размера $Ж$ по табл. 4.2.7 (см. рис. 4.2.16).

4.2.88. Неизолированные токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений (помещены в камеры, ограждены сетками и т.п.).

При размещении неизолированных токоведущих частей вне камер и расположении их ниже размера $Д$ по табл. 4.2.7 от пола они должны быть ограждены. Высота прохода под ограждением должна быть не менее 1,9 м (рис. 4.2.17).

Токоведущие части, расположенные выше ограждений до высоты 2,3 м от пола, должны располагаться от плоскости ограждения на расстояниях, приведенных в табл. 4.2.7 для размера $В$ (см. рис. 4.2.16).

Аппараты, у которых нижняя кромка фарфора (полимерного материала) изоляторов расположена над уровнем пола на высоте 2,2 м и более, разрешается не ограждать, если при этом выполнены приведенные выше требования.

Применение барьеров в огражденных камерах не допускается.

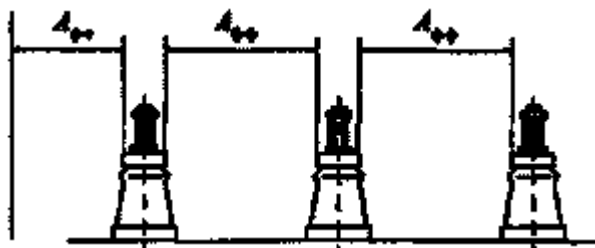


Рис. 4.2.14. Наименьшие расстояния в свету между неизолированными токоведущими частями разных фаз в ЗРУ и между ними и заземленными частями (по табл. 4.2.9)

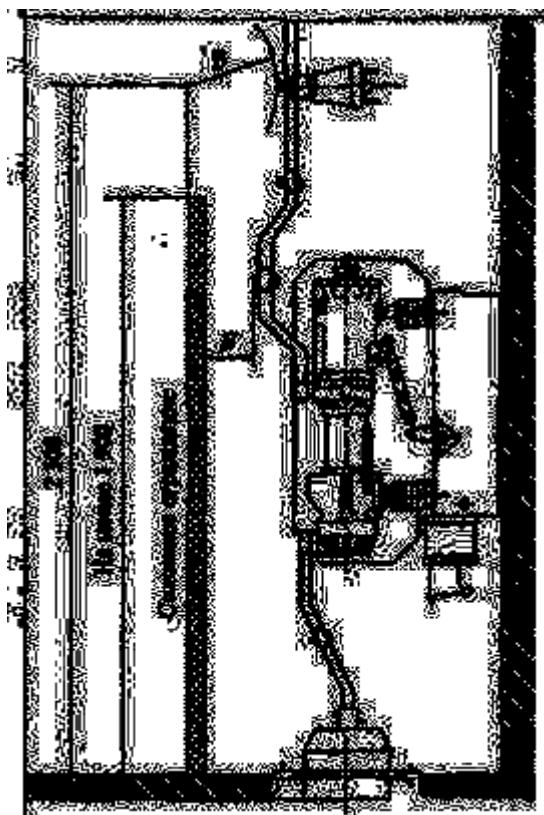


Рис. 4.2.15. Наименьшие расстояния между неизолированными токоведущими частями в ЗРУ и сплошными ограждениями (по табл. 4.2.9)

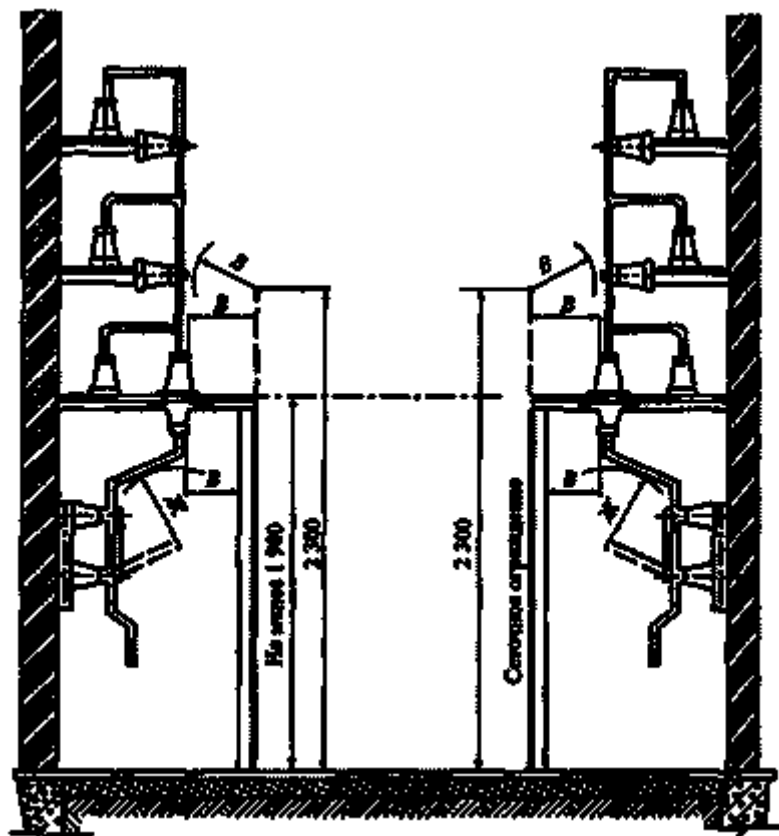


Рис. 4.2.16. Наименьшие расстояния от неизолированных токоведущих частей в ЗРУ до сетчатых ограждений и между неогражденными неизолированными токоведущими частями разных цепей (по табл. 4.2.9)

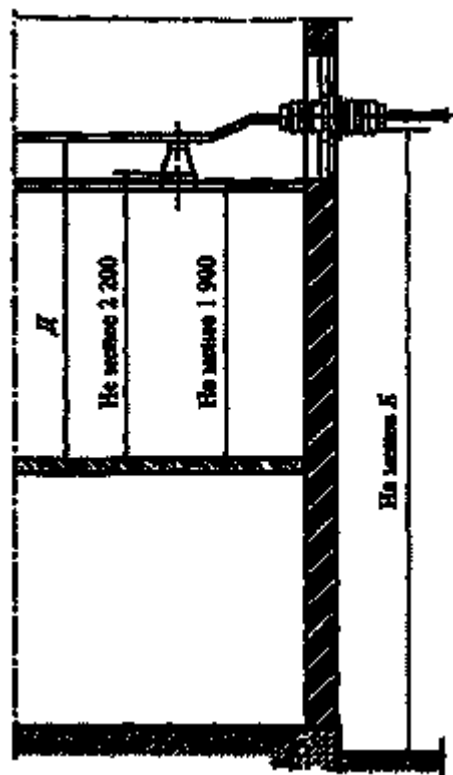


Рис. 4.2.17. Наименьшие расстояния от пола до неогражденных неизолированных токоведущих частей и до нижней кромки фарфора изолятора и высота прохода в ЗРУ. Наименьшее расстояние от земли до неогражденных линейных выводов из ЗРУ вне территории ОРУ и при отсутствии проезда транспорта под выводами

4.2.89. Неогражденные неизолированные ведущие части различных цепей, находящиеся на высоте, превышающей размер D по табл. 4.2.7 должны быть расположены на таком расстоянии одна от другой, чтобы после отключения какой либо цепи (например, секции шин) было обеспечено ее безопасное обслуживание при наличии напряжения в соседних цепях. В частности, расстояние между неогражденными токоведущими частями, расположенными с двух сторон коридора обслуживания, должно соответствовать размеру Γ по табл. 4.2.7 (см. рис. 4.2.16).

4.2.90. Ширина коридора обслуживания должна обеспечивать удобное обслуживание установки и перемещение оборудования, причем она должна быть не менее (считая в свету между ограждениями): 1 м - при одностороннем расположении оборудования; 1,2 м - при двустороннем расположении оборудования.

В коридоре обслуживания, где находятся приводы выключателей или разъединителей, указанные выше размеры должны быть увеличены соответственно до 1,5 и 2 м. При длине коридора до 7 м допускается уменьшение ширины коридора при двустороннем обслуживании до 1,8 м.

Т а б л и ц а 4.2.7

Наименьшие расстояния в свету от токоведущих частей до различных элементов ЗРУ (подстанций) 3 - 330 кВ, защищенных разрядниками, и ЗРУ 110 - 330 кВ, защищенных ограничителями перенапряжений¹, (в знаменателе) (рис. 4.2.14 - 4.2.17)

Номер рисунка	Наименование расстояния	Обозначение	Изоляционное расстояние, мм, для номинального напряжения, кВ								
			3	6	10	20	35	110	150	220	330
4.2.14	От токоведущих частей до заземленных конструкций и частей зданий	$A_{\phi-z}$	65	90	120	180	290	<u>700</u> 600	<u>1100</u> 800	<u>1700</u> 1200	<u>2400</u> 2000
4.2.14	Между проводниками разных фаз	$A_{\phi-\phi}$	70	100	130	200	320	<u>800</u> 750	<u>1200</u> 1050	<u>1800</u> 1600	<u>2600</u> 2200
4.2.15	От токоведущих частей до сплошных ограждений	B	95	120	150	210	320	<u>730</u> 630	<u>1130</u> 830	<u>1730</u> 1230	<u>2430</u> 2030
4.2.16	От токоведущих частей до сетчатых ограждений	B	165	190	220	280	390	<u>800</u> 700	<u>1200</u> 900	<u>1800</u> 1300	<u>2500</u> 2100
4.2.16	Между неогражденными токоведущими частями разных цепей	Γ	2000	2000	2000	2200	2200	<u>2900</u> 2800	<u>3300</u> 3000	<u>3800</u> 3400	<u>4600</u> 4200
4.2.17	От неогражденных токоведущих частей до пола	D	2500	2500	2500	2700	2700	<u>3400</u> 3300	3700	<u>4200</u> 3700	5000
4.2.17	От неогражденных выводов из ЗРУ до земли при выходе их не на территорию ОРУ и при отсутствии проезда транспорта под выводами	E	4500	4500	4500	4750	4750	<u>5500</u> 5400	<u>6000</u> 5700	<u>6500</u> 6000	<u>7200</u> 6800
4.2.16	От контакта и ножа разъединителя в отключенном положении до ошиновки, присоединенной к второму контакту	$Ж$	80	110	150	220	350	<u>900</u> 850	<u>1300</u> 1150	<u>2000</u> 1800	<u>3000</u> 2500
-	От неогражденных кабельных выводов из ЗРУ до земли при выходе кабелей на опору или портал не на территории ОРУ и при отсутствии проезда транспорта под	-	2500	2500	-	-	-	<u>3800</u> 3200	<u>4500</u> 4000	<u>5750</u> 5300	<u>7500</u> 6500

лестницей.

Ворота камер с шириной створки более 1,5 м должны иметь калитку, если они используются для выхода персонала.

4.2.95. Полы помещений РУ рекомендуется выполнять по всей площади каждого этажа на одной отметке. Конструкция полов должна исключать возможность образования цементной пыли. Устройство порогов в дверях между отдельными помещениями и в коридорах не допускается (исключения - см. в 4.2.100 и 4.2.103).

4.2.96. Двери из РУ должны открываться в направлении других помещений или наружу и иметь самозапирающиеся замки, открываемые без ключа со стороны РУ.

Двери между отсеками одного РУ или между смежными помещениями двух РУ должны иметь устройство, фиксирующее двери в закрытом положении и не препятствующее открыванию дверей в обоих направлениях.

Двери между помещениями (отсеками) РУ разных напряжений должны открываться в сторону РУ с низшим напряжением.

Замки в дверях помещений РУ одного напряжения должны открываться одним и тем же ключом; ключи от входных дверей РУ и других помещений не должны подходить к замкам камер, а также к замкам дверей в ограждениях электрооборудования.

Требование о применении самозапирающихся замков не распространяется на РУ городских и сельских распределительных электрических сетей напряжением 10 кВ и ниже.

4.2.97. Ограждающие конструкции и перегородки КРУ и КТП собственных нужд электростанции следует выполнять из негорючих материалов.

Допускается установка КРУ и КТП собственных нужд в технологических помещениях ПС и электростанций в соответствии с требованиями 4.2.121.

4.2.98. В одном помещении РУ напряжением от 0,4 кВ и выше допускается установка до двух масляных трансформаторов мощностью каждый до 0,63 МВ·А, отделенных друг от друга и от остальной части помещения РУ перегородкой из негорючих материалов с пределом огнестойкости 45 мин высотой не менее высоты трансформатора, включая вводы высшего напряжения.

4.2.99. Аппараты, относящиеся к пусковым устройствам электродвигателей, синхронных компенсаторов и т.п. (выключатели, пусковые реакторы, трансформаторы и т.п.) допускается устанавливать в общей камере без перегородок между ними.

4.2.100. Трансформаторы напряжения независимо от массы масла в них допускается устанавливать в огражденных камерах РУ. При этом в камере должен быть предусмотрен порог или пандус, рассчитанный на удержание полного объема масла, содержащегося в трансформаторе напряжения.

4.2.101. Ячейки выключателей следует отделять от коридора обслуживания сплошными или сетчатыми ограждениями, а друг от друга - сплошными перегородками из негорючих материалов. Такими же перегородками или щитами эти выключатели должны быть отделены от привода.

Под каждым масляным выключателем с массой масла 60 кг и более в одном полюсе требуется устройство маслоприемника на полный объем масла в одном полюсе.

4.2.102. В закрытых отдельно стоящих, пристроенных и встроенных в производственные помещения ПС, в камерах трансформаторов и других маслonaполненных аппаратов с массой масла в одном баке до 600 кг при расположении камер на первом этаже с дверями, выходящими наружу, маслосборные устройства не выполняются.

При массе масла или негорючего экологически безопасного диэлектрика в одном баке более 600 кг должен быть устроен маслоприемник, рассчитанный на полный объем масла, или на удержание 20 % масла с отводом в маслосборник.

4.2.103. При сооружении камер над подвалом, на втором этаже и выше (см. также 4.2.118), а также при устройстве выхода из камер в коридор под трансформаторами и другими маслonaполненными аппаратами должны выполняться маслоприемники по одному из следующих способов:

1) при массе масла в одном баке (полюсе) до 60 кг выполняется порог или пандус для удержания полного объема масла;

2) при массе масла от 60 до 600 кг под трансформатором (аппаратом) выполняется маслоприемник, рассчитанный на полный объем масла, либо у выхода из камеры - порог или пандус для удержания полного объема масла;

3) при массе масла более 600 кг:

маслоприемник, вмещающий не менее 20 % полного объема масла трансформатора или аппарата, с отводом масла в маслосборник. Маслоотводные трубы от маслоприемников под трансформаторами должны иметь диаметр не менее 10 см. Со стороны маслоприемников маслоотводные трубы должны быть защищены сетками. Дно маслоприемника должно иметь уклон 2 % в сторону приямка;

маслоприемник без отвода масла в маслосборник. В этом случае маслоприемник должен быть перекрыт решеткой со слоем толщиной 25 см чистого промытого гранитного (либо другой непористой породы) гравия или щебня фракцией от 30 до 70 мм и должен быть рассчитан на полный объем масла; уровень масла должен быть на 5 см ниже решетки. Верхний уровень гравия в маслоприемнике под трансформатором должен быть на 7,5 см ниже отверстия воздухоподводящего вентиляционного канала. Площадь маслоприемника должна быть более площади основания трансформатора или аппарата.

4.2.104. Вентиляция помещений трансформаторов и реакторов должна обеспечивать отвод выделяемого ими тепла в таких количествах, чтобы при их нагрузке, с учетом перегрузочной способности и максимальной расчетной температуре окружающей среды, нагрев трансформаторов и реакторов не превышал максимально допустимого для них значения.

Вентиляция помещений трансформаторов и реакторов должна быть выполнена таким образом, чтобы разность температур воздуха, выходящего из помещения и входящего в него, не превосходила: 15 °С для трансформаторов, 30 °С для реакторов на токи до 1000 А, 20 °С для реакторов на токи более 1000 А.

При невозможности обеспечить теплообмен естественной вентиляцией необходимо предусматривать принудительную, при этом должен быть предусмотрен контроль ее работы с помощью сигнальных аппаратов.

4.2.105. Приточно-вытяжная вентиляция с забором на уровне пола и на уровне верхней части помещения должна выполняться в помещении, где расположены КРУЭ и баллоны с элегазом.

4.2.106. Помещения РУ, содержащие оборудование, заполненное маслом, элегазом или компаундом, должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией, включаемой извне и не связанной с другими вентиляционными устройствами.

В местах с низкими зимними температурами приточные и вытяжные вентиляционные отверстия должны быть снабжены утепленными клапанами, открываемыми извне.

4.2.107. В помещениях, в которых дежурный персонал находится 6 ч и более, должна быть обеспечена температура воздуха не ниже + 18 °С и не выше + 28 °С.

В ремонтной зоне ЗРУ на время проведения ремонтных работ должна быть обеспечена температура не ниже + 5 °С.

При обогреве помещений, в которых имеется элегазовое оборудование, не должны применяться обогревательные приборы с температурой нагревательной поверхности, превышающей 250 °С (например, нагреватели типа ТЭН).

4.2.108. Отверстия в ограждающих конструкциях зданий и помещений после прокладки токопроводов и других коммуникаций следует заделывать материалом, обеспечивающим огнестойкость не ниже огнестойкости самой ограждающей конструкции, но не менее 45 мин.

4.2.109. Прочие отверстия в наружных стенах для предотвращения проникновения животных и птиц должны быть защищены сетками или решетками с ячейками размером 10×10 мм.

4.2.110. Перекрытия кабельных каналов и двойных полов должны быть выполнены съемными плитами из несгораемых материалов вровень с чистым полом помещения. Масса отдельной плиты перекрытия должна быть не более 50 кг.

4.2.111. Прокладка в камерах аппаратов и трансформаторов транзитных кабелей и проводов, как правило, не допускается. В исключительных случаях допускается прокладка их в трубах.

Электропроводки освещения и цепей управления и измерения, расположенные внутри камер или же находящиеся вблизи неизолированных токоведущих частей, могут быть допущены лишь в той мере, в какой это необходимо для осуществления присоединений (например, к измерительным трансформаторам).

4.2.112. Прокладка в помещения РУ относящихся к ним (не транзитных) трубопроводов отопления допускается при условии применения цельных сварных труб без вентиля и т.п., а вентиляционных сварных коробов - без задвижек и других подобных устройств. Допускается также транзитная прокладка трубопроводов отопления при условии, что каждый трубопровод заключен в сплошную водонепроницаемую оболочку.

4.2.113. При выборе схемы РУ, содержащего элегазовые аппараты, следует применять более простые схемы, чем в РУ с воздушной изоляцией.

ВНУТРИЦЕХОВЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ

4.2.114. Требования, приведенные в 4.2.115 - 4.2.121, учитывают особенности внутрицеховых РУ и ПС напряжением до 35 кВ промышленных предприятий, которые должны также отвечать другим требованиям настоящей главы в той мере, в какой они не изменены.

Распределительные устройства и подстанции, специальные электроустановки промышленных предприятий, в том числе во взрывоопасных и пожароопасных зонах, электротермические установки должны также отвечать требованиям соответствующих глав разд. 7.

4.2.115. Внутрицеховые РУ и ПС с маслonaполненным оборудованием могут размещаться на первом и втором этажах в основных и вспомогательных помещениях производств, которые согласно противопожарным требованиям отнесены к категории Г или Д I или II степени огнестойкости как открыто, так и в отдельных помещениях (см. также 4.2.118 и 4.2.119).

Распределительные устройства и подстанции без маслonaполненного оборудования могут размещаться в помещениях с производствами категории В по противопожарным требованиям.

На ПС могут быть установлены сухие, с негорючим экологически чистым диэлектриком или масляные трансформаторы.

В обоснованных случаях допускается в производственных зданиях I и II степени огнестойкости предусматривать выкатку внутрь помещений сухих трансформаторов, трансформаторов с негорючим диэлектриком, а также масляных трансформаторов с массой масла не более 6,5 т, при условии выкатки и транспортировки трансформаторов до ворот цеха предприятия не через взрывоопасные или пожароопасные зоны.

4.2.116. Под каждым трансформатором и аппаратом с массой масла или жидкого диэлектрика 60 кг и более должен быть устроен маслоприемник в соответствии с требованиями 4.2.103 п. 3, как для трансформаторов и аппаратов с массой масла более 600 кг.

4.2.117. Ограждающие конструкции помещений ПС и закрытых камер с масляными трансформаторами и аппаратами, а также РУ с масляными выключателями с массой масла в одном полюсе (баке) 60 кг и более, должны иметь предел огнестойкости не менее 0,75 ч, а сами помещения и камеры могут быть пристроены или встроены в здании I или II степени огнестойкости.

Строительные конструкции помещений РУ с масляными выключателями в одном полюсе (баке) менее 60 кг должны иметь предел огнестойкости не менее 0,25 ч. Такие помещения разрешается пристраивать или встраивать в здания степени огнестойкости I и II. В здания степени огнестойкости IIIа такие помещения допускается пристраивать или встраивать, если эти помещения имеют непосредственный выход наружу и если наружные стены этого помещения на высоту 4 м или до покрытия здания выполнены из негорючего материала или отделены негорючим козырьком, выступающим за плоскость стены не менее чем на 1 м.

Ограждающие конструкции помещений ПС с трансформаторами сухими или с

негорючими диэлектриками должны иметь предел огнестойкости не менее 0,25 ч, а сами помещения пристроены или встроены в здания степени огнестойкости не ниже IIIа.

4.2.118. Внутрицеховые, пристроенные и встроенные ПС, в том числе КТП, установленные в отдельном помещении или открыто в производственном помещении, должны отвечать следующим требованиям:

а) ПС (в том числе КТП) с масляными трансформаторами и закрытые камеры с масляными трансформаторами разрешается устанавливать только на первом этаже основных и вспомогательных помещений производств, отнесенных к категории Г и Д, в зданиях I или II степени огнестойкости. При этом в одном помещении допускается устанавливать масляные трансформаторы с суммарной массой масла не более 6,5 т, а на каждой открыто установленной КТП могут быть применены масляные трансформаторы с суммарной массой масла не более 3,0 т;

б) расстояния между отдельными помещениями разных ПС или между закрытыми камерами масляных трансформаторов не нормируются;

в) ограждающие конструкции помещения внутрицеховой или встроенной ПС, в которой устанавливаются КТП с масляными трансформаторами, а также закрытых камер масляных трансформаторов должны быть выполнены из негорючих материалов и иметь предел огнестойкости не менее 0,75 ч;

г) для ПС с трансформаторами сухими или с негорючим экологически чистым диэлектриком единичная или суммарная мощность трансформаторов, их количество, расстояния между ними, расстояния между ПС, этаж установки не ограничиваются.

4.2.119. Вентиляция ПС, размещаемых в отдельных помещениях, должна отвечать требованиям 4.2.104 - 4.2.106.

При устройстве вентиляции камер трансформаторов и помещений ПС (КТП), размещаемых в производственных помещениях с нормальной средой, разрешается забирать воздух непосредственно из цеха.

Для вентиляции камер трансформаторов и помещений ПС (КТП), размещаемых в помещениях пыльных или с воздухом, содержащим проводящие или разъедающие смеси, воздух должен забираться извне, либо очищаться фильтрами. Система вентиляции должна предотвращать подсос неочищенного воздуха из производственного помещения.

В зданиях с негорючими перекрытиями отвод воздуха из камер трансформаторов и помещений ПС (КТП), сооружаемых внутри цеха, допускается непосредственно в цех.

В зданиях с трудногорючими перекрытиями отвод воздуха из камер трансформаторов и помещений ПС (КТП), сооружаемых внутри цеха, должен производиться по вытяжным шахтам, выведенным выше кровли здания не менее чем на 1 м.

4.2.120. Полы внутрицеховых, встроенных и пристроенных ПС должны быть не ниже уровня пола цеха.

4.2.121. Открыто размещенные в цеху КТП и КРУ должны иметь сетчатые ограждающие конструкции. Внутри ограждений должны быть предусмотрены проходы не менее указанных в 4.2.91.

Как правило, КТП и КРУ следует размещать в пределах «мертвой зоны» работы цеховых подъемно-транспортных механизмов. При расположении ПС и РУ в непосредственной близости от путей проезда внутрицехового транспорта, движения подъемно-транспортных механизмов должны быть приняты меры для защиты ПС и РУ от случайных повреждений (отбойные устройства, световая сигнализация и т.п.).

КОМПЛЕКТНЫЕ, СТОЛБОВЫЕ, МАЧТОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ И СЕТЕВЫЕ СЕКЦИОНИРУЮЩИЕ ПУНКТЫ

4.2.122. Требования, приведенные в 4.2.123 - 4.2.132, отражают особенности трансформаторных подстанций наружной установки комплектных (КТП), столбовых (СТП), мачтовых (МТП) с высшим напряжением до 35 кВ и низшим напряжением до 1 кВ, а также сетевых секционирующих пунктов (ССП) напряжением до 35 кВ.

Во всем остальном, не оговоренном в 4.2.123 - 4.2.132 следует руководствоваться требованиями других параграфов данной главы.

4.2.123. Присоединение трансформатора к сети высшего напряжения должно осуществляться при помощи предохранителей и разъединителя (выключателя нагрузки) или комбинированного аппарата «предохранитель - разъединитель» с видимым разрывом цепи.

Управление коммутационным аппаратом должно осуществляться с поверхности земли. Привод коммутационного аппарата должен запирается на замок. Коммутационный аппарат должен иметь заземлители со стороны трансформатора.

4.2.124. Коммутационный аппарат МТП и СТП, как правило, должен устанавливаться на концевой (или ответвительной) опоре ВЛ.

Коммутационный аппарат КТП и ССП может устанавливаться как на концевой (ответвительной) опоре ВЛ, так и внутри КТП и ССП.

4.2.125. На подстанциях и ССП без ограждения расстояние по вертикали от поверхности земли до неизолированных токоведущих частей при отсутствии движения транспорта под выводами должно быть не менее 3,5 м для напряжений до 1 кВ, а для напряжений 10 (6) и 35 кВ - по табл. 4.2.7 размер E .

На подстанциях и ССП с ограждением высотой не менее 1,8 м указанные расстояния до неизолированных токоведущих частей напряжением 10 (6) и 35 кВ могут быть уменьшены до размера Γ , указанного в табл. 4.2.5. При этом в плоскости ограждения расстояние от ошиновки до кромки внешнего забора должно быть не менее размера Δ , указанного в той же таблице.

При воздушных вводах, пересекающих проезды или места, где возможно движение транспорта, расстояние от низшего провода до земли следует принимать в соответствии с 2.5.111 и 2.5.112.

4.2.126. Для обслуживания МТП на высоте не менее 3 м должна быть устроена площадка с перилами. Для подъема на площадку рекомендуется применять лестницы с устройством, запрещающим подъем по ней при включенном коммутационном аппарате.

Для СТП устройство площадок и лестниц не обязательно.

4.2.127. Части МТП, остающиеся под напряжением при отключенном коммутационном аппарате, должны находиться вне зоны досягаемости (1.7.70) с уровня площадки. Отключенное положение аппарата должно быть видно с площадки.

4.2.128. Со стороны низшего напряжения трансформатора рекомендуется устанавливать аппарат, обеспечивающий видимый разрыв.

4.2.129. Электропроводка в МТП и СТО между трансформатором и низковольтным щитом, а также между щитом и ВЛ низшего напряжения должна быть защищена от механических повреждений и выполняться в соответствии с требованиями, приведенными в гл. 2.1.

4.2.130. Для подстанций мощностью 0,25 МВ·А и менее допускается освещение низковольтного щита не предусматривать. Освещение и розетки для включения переносных приборов, инструментов на подстанциях мощностью более 0,25 МВ·А должны иметь питание напряжением не выше 25 В.

4.2.131. По условию пожарной безопасности подстанции должны быть расположены на расстоянии не менее 3 м от зданий I, II, III степеней огнестойкости и 5 м от зданий IV и V степеней огнестойкости.

Также необходимо руководствоваться требованиями, приведенными в 4.2.68.

Расстояние от жилых зданий до трансформаторных подстанций следует принимать не менее 10 м при условии обеспечения допустимых нормальных уровней звукового давления (шума).

4.2.132. В местах возможного наезда транспорта подстанции должны быть защищены отбойными тумбами.

ЗАЩИТА ОТ ГРОВОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

4.2.133. Защита от грозовых перенапряжений РУ и ПС осуществляется:

от прямых ударов молнии - стержневыми и тросовыми молниеотводами;

от набегающих волн с отходящих линий - молниеотводами от прямых ударов молнии на определенной длине этих линий защитными аппаратами, устанавливаемыми на подходах и в

РУ, к которым относятся разрядники вентильные (РВ), ограничители перенапряжений (ОПН), разрядники трубчатые (РТ) и защитные искровые промежутки (ИП).

Ограничители перенапряжений, остающиеся напряжения которых при номинальном разрядном токе не более чем на 10 % ниже остающегося напряжения РВ или среднего пробивного напряжения РТ или ИП, называются далее соответствующими.

4.2.134. Открытые РУ и ПС 20 - 750 кВ должны быть защищены от прямых ударов молнии. Выполнение защиты от прямых ударов молнии не требуется для ПС 20 и 35 кВ с трансформаторами единичной мощностью 1,6 МВ·А и менее независимо от количества таких трансформаторов и от числа грозových часов в году, для всех ОРУ ПС 20 и 35 кВ в районах с числом грозových часов в году не более 20, а также для ОРУ и ПС 220 кВ и ниже на площадках с эквивалентным удельным сопротивлением земли в грозовой сезон более 2000 Ом·м при числе грозových часов в году не более 20.

Здания закрытых РУ и ПС следует защищать от прямых ударов молнии в районах с числом грозových часов в году более 20.

Защиту зданий закрытых РУ и ПС, имеющих металлические покрытия кровли, следует выполнять заземлением этих покрытий. При наличии железобетонной кровли и непрерывной электрической связи отдельных ее элементов защита выполняется заземлением ее арматуры.

Защиту зданий закрытых РУ и ПС, крыша которых не имеет металлических или железобетонных покрытий с непрерывной электрической связью отдельных ее элементов, следует выполнять стержневыми молниеотводами, либо укладкой молниеприемной сетки непосредственно на крыше зданий.

При установке стержневых молниеотводов на защищаемом здании от каждого молниеотвода должно быть проложено не менее двух токоотводов по противоположным сторонам здания.

Молниеприемная сетка должна быть выполнена из стальной проволоки диаметром 6 - 8 мм и уложена на кровлю непосредственно или под слой негорючих утеплителя, или гидроизоляции. Сетка должна иметь ячейки площадью не более 150 м² (например, ячейка 12×12 м). Узлы сетки должны быть соединены сваркой. Токоотводы, соединяющие молниеприемную сетку с заземляющим устройством, должны быть проложены не реже чем через каждые 25 м по периметру здания.

В качестве токоотводов следует использовать металлические и железобетонные (при наличии хотя бы части ненапряженной арматуры) конструкции зданий. При этом должна быть обеспечена непрерывная электрическая связь от молниеприемника до заземлителя. Металлические элементы здания (трубы, вентиляционные устройства и пр.) следует соединять с металлической кровлей или молниеприемной сеткой.

При расчете числа обратных перекрытий на опоре следует учитывать увеличение индуктивности опоры пропорционально отношению расстояния по токоотводу от опоры до заземления к расстоянию от заземления до верха опоры.

При вводе в закрытые РУ и ПС ВЛ через проходные изоляторы, расположенные на расстоянии менее 10 м от токопроводов и других связанных с ним токоведущих частей, указанные вводы должны быть защищены РВ или соответствующими ОПН. При присоединении к магистралям заземления ПС на расстоянии менее 15 м от силовых трансформаторов необходимо выполнение условий 4.2.136.

Для расположенных на территории ПС электролизных зданий, помещений для хранения баллонов с водородом и установок с ресиверами водорода молниеприемная сетка должна иметь ячейки площадью не более 36 м² (например, 6×6 м).

Защита зданий и сооружений, в том числе взрывоопасных и пожароопасных, а также труб, расположенных на территории электростанции, осуществляется в соответствии с технической документацией, утвержденной в установленном порядке.

4.2.135. Защита ОРУ 35 кВ и выше от прямых ударов молнии должна быть выполнена отдельно стоящими или установленными на конструкциях стержневыми молниеотводами. Рекомендуются использовать защитное действие высоких объектов, которые являются молниеприемниками (опоры ВЛ, прожекторные мачты, радиомачты и т.п.).

На конструкциях ОРУ 110 кВ и выше стержневые молниеотводы могут устанавливаться

при эквивалентном удельном сопротивлении земли в грозовой сезон: до 1000 Ом·м - независимо от площади заземляющего устройства ПС; более 1000 до 2000 Ом·м - при площади заземляющего устройства ПС 10000 м² и более.

Установка молниеотводов на конструкциях ОРУ 35 кВ допускается при эквивалентном удельном сопротивлении земли в грозовой сезон: до 500 Ом·м - независимо от площади заземляющего контура ПС, более 500 Ом·м - при площади заземляющего контура ПС 10000 м² и более.

От стоек конструкций ОРУ 35 кВ и выше с молниеотводами должно быть обеспечено растекание тока молнии по магистралям заземления не менее чем в двух направлениях с углом не менее 90° между соседними. Кроме того, должно быть установлено не менее одного вертикального электрода длиной 3 - 5 м на каждом направлении, на расстоянии не менее длины электрода от места присоединения к магистрали заземления стойки с молниеотводом.

Если зоны защиты стержневых молниеотводов не закрывают всю территорию ОРУ, дополнительно используют тросовые молниеотводы, расположенные над ошиновкой.

Гирлянды подвесной изоляции на порталах ОРУ 20 и 35 кВ с тросовыми или стержневыми молниеотводами, а также на концевых опорах ВЛ должны иметь следующее количество изоляторов:

1) на порталах ОРУ с молниеотводами:

не менее шести изоляторов при расположении вентильных разрядников или соответствующих им по уровню остающихся напряжений ОПН не далее 15 м по магистралям заземляющего устройства от места присоединения к нему;

не менее семи изоляторов в остальных случаях;

2) на концевых опорах:

не менее семи изоляторов при подсоединении к порталам троса ПС;

не менее восьми изоляторов, если трос не заходит на конструкции ПС и при установке на концевой опоре стержневого молниеотвода.

Число изоляторов на ОРУ 20 и 35 кВ и концевых опорах должно быть увеличено, если это требуется по условиям гл. 1.9.

При установке молниеотводов на концевых опорах ВЛ 110 кВ и выше специальных требований к выполнению гирлянд изоляторов не предъявляется. Установка молниеотводов на концевых опорах ВЛ 3 - 20 кВ не допускается.

Расстояние по воздуху от конструкций ОРУ, на которых установлены молниеотводы, до токоведущих частей должно быть не менее длины гирлянды.

Место присоединения конструкции со стержневым или тросовым молниеотводом к заземляющему устройству ПС должно быть расположено на расстоянии не менее 15 м по магистралям заземления от места присоединения к нему трансформаторов (реакторов) и конструкций КРУН 6 - 10 кВ.

Расстояние в земле между точкой заземления молниеотвода и точкой заземления нейтрали или бака трансформатора должно быть не менее 3 м.

4.2.136. На трансформаторных порталах, порталах шунтирующих реакторов и конструкциях ОРУ, удаленных от трансформаторов или реакторов по магистралям заземления на расстоянии менее 15 м, молниеотводы могут устанавливаться при эквивалентном удельном сопротивлении земли в грозовой сезон не более 350 Ом·м и при соблюдении следующих условий:

1) непосредственно на всех выводах обмоток 3 - 35 кВ трансформаторов или на расстоянии не более 5 м от них по ошиновке, включая ответвления к защитным аппаратам, должны быть установлены соответствующие ОПН 3 - 35 кВ или РВ;

2) должно быть обеспечено растекание тока молнии от стойки конструкции с молниеотводом по трем-четырем направлениям с углом не менее 90° между ними;

3) на каждом направлении, на расстоянии 3 - 5 м от стойки с молниеотводом, должно быть установлено по одному вертикальному электроду длиной 5 м;

4) на ПС с высшим напряжением 20 и 35 кВ при установке молниеотвода на трансформаторном портале сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом без учета заземлителей, расположенных вне контура заземления ОРУ;

5) заземляющие проводники РВ или ОПН и силовых трансформаторов рекомендуется присоединять к заземляющему устройству ПС поблизости один от другого или выполнять их так, чтобы место присоединения РВ или ОПН к заземляющему устройству находилось между точками присоединения заземляющих проводников портала с молниеотводом и трансформатора. Заземляющие проводники измерительных трансформаторов тока необходимо присоединить к заземляющему устройству РУ в наиболее удаленных от заземления РВ или ОПН местах.

4.2.137. Защиту от прямых ударов молнии ОРУ, на конструкциях которых установка молниеотводов не допускается или нецелесообразна по конструктивным соображениям, следует выполнять отдельно стоящими молниеотводами, имеющими обособленные заземлители с сопротивлением не более 80 Ом при импульсном токе 60 кА.

Расстояние S_3 , м, между обособленным заземлителем молниеотвода и заземляющим устройством ОРУ (ПС) должно быть равным (но не менее 3 м):

$$S_3 > 0,2 R_u ,$$

где R_u - импульсное сопротивление заземления, Ом, отдельно стоящего молниеотвода.

Расстояние по воздуху $S_{e.o}$, м, от отдельностоящего молниеотвода с обособленным заземлителем до токоведущих частей, заземленных конструкций и оборудования ОРУ (ПС) должно быть равным (но не менее 5 м):

$$S_{e.o} > 0,12 R_u + 0,1 H ,$$

где H - высота рассматриваемой точки на токоведущей части или оборудовании над уровнем земли, м.

Заземлители отдельно стоящих молниеотводов в ОРУ могут быть присоединены к заземляющему устройству ОРУ (ПС) при соблюдении указанных в 4.2.135 условий установки молниеотводов на конструкциях ОРУ. Место присоединения заземлителя отдельно стоящего молниеотвода к заземляющему устройству ПС должно быть удалено по магистралям заземления на расстояние не менее 15 м от места присоединения к нему трансформатора (реактора). В месте присоединения заземлителя отдельно стоящего молниеотвода к заземляющему устройству ОРУ 35 - 150 кВ магистрали заземления должны быть выполнены по двум-трем направлениям с углом не менее 90° между ними.

Заземлители молниеотводов, установленных на прожекторных мачтах, должны быть присоединены к заземляющему устройству ПС. В случае несоблюдения условий, указанных в 4.2.135 дополнительно к общим требованиям присоединения заземлителей отдельно стоящих молниеотводов должны быть соблюдены следующие требования:

1) в радиусе 5 м от молниеотвода следует установить три вертикальных электрода длиной 3 - 5 м;

2) если расстояние по магистрали заземления от места присоединения заземлителя молниеотвода к заземляющему устройству до места присоединения к нему трансформатора (реактора) превышает 15 м, но не менее 40 м, то на выводах обмоток напряжением до 35 кВ трансформатора должны быть установлены РВ или ОПН.

Расстояние по воздуху $S_{e.c}$ с отдельно стоящего молниеотвода, заземлитель которого соединен с заземляющим устройством ОРУ (ПС), до токоведущих частей должно составлять:

$$S_{e.c} > 0,1 H + m ,$$

где H - высота токоведущих частей над уровнем земли, м; m - длина гирлянды изоляторов, м.

4.2.138. Тросовые молниеотводы ВЛ 110 кВ и выше, как правило, следует присоединять к заземленным конструкциям ОРУ (ПС).

От стоек конструкций ОРУ 110 - 220 кВ, к которым присоединены тросовые молниеотводы, должны быть выполнены магистрали заземления не менее чем по двум-трем направлениям с углом не менее 90° между ними.

Тросовые молниеотводы, защищающие подходы ВЛ 35 кВ, разрешается присоединять к заземленным конструкциям ОРУ при эквивалентном удельном сопротивлении земли в грозовой сезон: до 750 Ом·м - независимо от площади заземляющего контура ПС; более 750 Ом·м - при площади заземляющего контура ПС 10000 м² и более.

От стоек конструкций ОРУ 35 кВ, к которым присоединены тросовые молниеотводы, магистрали заземления должны быть выполнены не менее чем по двум-трем направлениям с углом не менее 90° между ними. Кроме того, на каждом направлении должно быть установлено по одному вертикальному электроду длиной 3 - 5 м на расстоянии не менее 5 м.

Сопротивление заземлителей ближайших к ОРУ опор ВЛ напряжением 35 кВ не должно превышать 10 Ом.

Тросовые молниеотводы на подходах ВЛ 35 кВ к тем ОРУ, к которым не допускается их присоединение, должно заканчиваться на ближайшей к ОРУ опоре. Первый от ОРУ бестросовый пролет этих ВЛ должен быть защищен стержневыми молниеотводами, устанавливаемыми на ПС, опорах ВЛ или около ВЛ.

Гирлянды изоляторов на порталах ОРУ 35 кВ и на концевых опорах ВЛ 35 кВ следует выбирать в соответствии с 4.2.135.

4.2.139. Устройство и защита подходов ВЛ к ОРУ и ПС должны отвечать требованиям, приведенным в 4.2.138, 4.2.142 - 4.2.146, 4.2.153 - 4.2.157.

4.2.140. Не допускается установка молниеотводов на конструкциях:

трансформаторов, к которым открытыми токопроводами присоединены вращающиеся машины;

опор открытых токопроводов, если к ним присоединены вращающиеся машины.

Порталы трансформаторов и опоры открытых токопроводов, связанных с вращающимися машинами, должны входить в зоны защиты отдельно стоящих или установленных на других конструкциях молниеотводов.

Указанные требования относятся и к случаям соединения открытых токопроводов с шинами РУ, к которым присоединены вращающиеся машины.

4.2.141. При использовании прожекторных мачт в качестве молниеотводов электропроводку к ним на участке от точки выхода из кабельного сооружения до мачты и далее по ней следует выполнять кабелями с металлической оболочкой либо кабелями без металлической оболочкой в трубах. Около конструкции с молниеотводом эти кабели должны быть проложены непосредственно в земле на протяжении не менее 10 м.

В месте ввода кабелей в кабельное сооружение металлическая оболочка кабелей, броня и металлическая труба должны быть соединены с заземляющим устройством ПС.

4.2.142. Защита ВЛ 35 кВ и выше от прямых ударов молнии на подходах к РУ (ПС) должна быть выполнена тросовыми молниеотводами в соответствии с табл. 4.2.8.

На каждой опоре подхода, за исключением случаев, предусмотренных в 2.5.122, трос должен быть присоединен к заземлителю опоры.

Допускается увеличение по сравнению с приведенными в табл. 4.2.8 сопротивлений заземляющих устройств опор на подходах ВЛ 35 кВ и выше к ПС при числе грозových часов в году не менее 20 - в 1,5 раза; менее 10 - в 3 раза.

Если выполнение заземлителей с требуемыми сопротивлениями заземления оказывается невозможным, должны быть применены горизонтальные заземлители, прокладываемые вдоль оси ВЛ от опоры к опоре (заземлители-противовесы) и соединяемые с заземлителями опор.

В особо гололедных районах и в районах с эквивалентным удельным сопротивлением земли более 1000 Ом·м допускается выполнение защиты подходов ВЛ к РУ (ПС) отдельно стоящими стержневыми молниеотводами, сопротивление заземлителей которых не нормируется.

Т а б л и ц а 4.2.8

Защита ВЛ от прямых ударов молнии на подходах к РУ и подстанциям

			Наибольшее допустимое сопротивление
--	--	--	-------------------------------------

Номинальное напряжение ВЛ, кВ	Подходы ВЛ на опорах с горизонтальным расположением проводов			Подходы ВЛ на опорах с негоризонтальным расположением проводов			заземляющего устройства опор, Ом, при эквивалентном удельном сопротивлении земли, Ом·м**		
	Длина защищенного подхода, км*	Число тросов, шт.	Защитный угол троса, град.	Длина защищенного подхода, км*	Кол-во тросов, шт.	Защитный угол троса, град.	До 100	Более 100 до 500	Более 500
35	1-2	2	30	1-2	1-2	30	10	15	20
110	1-3	2	20***	1-3	1-2	20***	10	15	20****
150	2-3	2	20***	2-3	1-2	20***	10	15	20****
220	2-3	2	20	2-3	2	20***	10	15	20****
330	2-4	2	20	2-4	2	20	10	15	20****
500	3-4	2	25	-	-	-	10	15	20****
750	4-5	2	20-22	-	-	-	10	15	20****

* Выбор длины защищаемого подхода производится с учетом табл. 4.2.10 - 4.2.13.

** На подходах ВЛ 110 - 330 кВ с двухцепными опорами заземляющие устройства опор рекомендуется выполнять с сопротивлением вдвое меньшим указанного в табл. 4.2.8.

*** На железобетонных опорах допускается угол защиты до 30°.

**** Для опор с горизонтальным расположением проводов, устанавливаемых в земле с эквивалентным удельным сопротивлением более 1000 Ом·м, допускается сопротивление заземляющего устройства 30 Ом.

4.2.143. В районах, имеющих не более 60 грозových часов в году, допускается не выполнять защиту тросом подхода ВЛ 35 кВ к ПС 35 кВ с двумя трансформаторами мощностью до 1,6 МВ·А каждый или с одним трансформатором мощностью до 1,6 МВ·А и наличием резервного питания.

При этом опоры подхода ВЛ к ПС на длине не менее 0,5 км должны иметь заземлители с сопротивлением, указанным в табл. 4.2.8. При выполнении ВЛ на деревянных опорах, кроме того, требуется на подходе длиной 0,5 км присоединять крепления изоляторов к заземлителю опор и устанавливать комплект трубчатых разрядников на первой опоре подхода со стороны ВЛ. Расстояние между РВ или соответствующими ОПН и трансформатором должно быть не более 10 м.

При отсутствии резервного питания на ПС с одним трансформатором мощностью до 1,6 МВ·А подходы ВЛ 35 кВ к ПС должны быть защищены тросом на длине не менее 0,5 км.

4.2.144. На первой опоре подхода ВЛ 35 - 220 кВ к ПС, считая со стороны линии, должен быть установлен комплект трубчатых разрядников (РТ1) или соответствующих защитных аппаратов в следующих случаях:

- 1) линия по всей длине, включая подход, построена на деревянных опорах;
- 2) линия построена на деревянных опорах, подход линии - на металлических или железобетонных опорах;
- 3) на подходах ВЛ 35 кВ на деревянных опорах к ПС 35 кВ, защита выполняется в соответствии с 4.2.155.

Установка РТ1 в начале подходов ВЛ, построенных по всей длине на металлических или железобетонных опорах, не требуется.

Сопротивления заземляющего устройства опор с трубчатыми разрядниками должны быть не более 10 Ом при удельном сопротивлении земли не выше 1000 Ом·м и не более 15 Ом при более высоком удельном сопротивлении. На деревянных опорах заземляющие спуски от этих аппаратов должны быть проложены по двум стойкам или с двух сторон одной стойки.

На ВЛ 35 - 110 кВ, которые имеют защиту тросом не по всей длине и в грозовой сезон могут быть длительно отключены с одной стороны, как правило, следует устанавливать комплект трубчатых разрядников (РТ2) или соответствующих защитных аппаратов на входных порталах или на первой от ПС опоре того конца ВЛ, который может быть отключен. При наличии на отключенном конце ВЛ трансформаторов напряжения вместо РТ2 должны быть установлены РВ или соответствующие ОПН.

Расстояние от РТ2 до отключенного конца линии (аппарата) должно быть не более 60 м для ВЛ 110 кВ и не более 40 м для ВЛ 35 кВ.

4.2.145. На ВЛ, работающих на пониженном относительно класса изоляции напряжении, на первой опоре защищенного подхода ее к ПС, считая со стороны линии, т.е. на расстоянии от ПС, определяемом табл. 4.2.10 - 4.2.12 в зависимости от удаления РВ или ОПН от защищаемого оборудования, должны быть установлены РТ или ИП класса напряжения, соответствующего рабочему напряжению линии.

Допускается устанавливать защитные промежутки или шунтировать перемычками часть изоляторов в гирляндах на нескольких смежных опорах (при отсутствии загрязнения изоляции промышленными, солончаковыми, морскими и другими уносами). Число изоляторов в гирляндах, оставшихся незашунтированными, должно соответствовать рабочему напряжению.

На ВЛ с изоляцией, усиленной по условию загрязнения атмосферы, если начало защищенного подхода к ПС в соответствии с табл. 4.2.10 - 4.2.12 находится в зоне усиленной изоляции, на первой опоре защищенного подхода должен устанавливаться комплект защитных аппаратов, соответствующих рабочему напряжению ВЛ.

4.2.146. Трубчатые разрядники должны быть выбраны по току КЗ в соответствии со следующими требованиями:

1) для сетей до 35 кВ верхний предел тока, отключаемого трубчатым разрядником, должен быть не менее наибольшего действующего значения тока трехфазного КЗ в данной точке сети (с учетом апериодической составляющей), а нижний предел - не более наименьшего возможного в данной точке сети значения установившегося (без учета апериодической составляющей) тока двухфазного КЗ;

2) для сетей 110 кВ и выше верхний предел тока, отключаемого трубчатым разрядником, должен быть не менее наибольшего возможного эффективного значения тока однофазного или трехфазного КЗ в данной точке сети (с учетом апериодической составляющей), а нижний предел - не более наименьшего возможного в данной точке сети значения установившегося (без учета апериодической составляющей) тока однофазного или двухфазного КЗ. При отсутствии трубчатого разрядника на требуемые значения токов КЗ допускается применять вместо них ИП.

На ВЛ 220 кВ с деревянными опорами при отсутствии трубчатых разрядников должны быть заземлены на одной-двух опорах подвески гирлянд, при этом число изоляторов должно быть таким же, как для металлических опор.

4.2.147. На ВЛ с деревянными опорами 3 - 35 кВ в заземляющих спусках защитных промежутков следует выполнять дополнительные защитные промежутки, установленные на высоте не менее 2,5 м от земли. Рекомендуемые размеры защитных промежутков приведены в табл. 4.2.9.

4.2.148. В РУ 35 кВ и выше, к которым присоединены ВЛ, должны быть установлены РВ или ОПН.

Разрядники вентильные или ОПН следует выбирать с учетом координации их защитных характеристик с изоляцией защищаемого оборудования, соответствия наибольшего рабочего напряжения наибольшему рабочему напряжению сети с учетом высших гармоник и неравномерности распределения напряжения по поверхности, а также допустимых повышений напряжения в течение времени действия резервных релейных защит при однофазном замыкании на землю, при одностороннем включении линии или переходном резонансе на высших гармониках.

При увеличенных расстояниях от защитных аппаратов до защищаемого оборудования с целью сокращения числа устанавливаемых аппаратов могут быть применены РВ или ОПН с более низким уровнем остающихся напряжений, чем это требуется по условиям координации изоляции.

Т а б л и ц а 4.2.9

Рекомендуемые размеры основных и дополнительных защитных промежутков

Номинальное напряжение, кВ	Размеры защитных промежутков, м	
	основных	дополнительных
3	20	5

6	40	10
10	60	15
20	140	20
35	250	30
110	650	-
150	930	-
220	1350	-
330	1850	-
500	3000	-

Расстояния по шинам, включая ответвления, от разрядников до трансформаторов и другого оборудования должны быть не более указанных в табл. 4.2.10 - 4.2.13 (см. также 4.2.13б). При превышении указанных расстояний должны быть дополнительно установлены защитные аппараты на шинах или линейных присоединениях.

Приведенные в табл. 4.2.10 - 4.2.13 наибольшие допустимые расстояния до электрооборудования соответствуют его изоляции категории «б» по государственному стандарту.

Наибольшие допустимые расстояния между РВ или ОПН и защищаемым оборудованием определяют, исходя из числа линий и разрядников, включенных в нормальном режиме работы ПС.

Наибольшие допустимые расстояния от вентильных разрядников до защищаемого оборудования 35 - 220 кВ

Номинальное напряжение, кВ	Тип опор на подходах ВЛ к РУ и подстанциям	Длина защищенного тросом подхода ВЛ, км	Расстояния до силовых трансформаторов							
			Тупиковые РУ				РУ с двумя постоянно включенными ВЛ			
			Разрядники III гр.		Разрядники II гр.		Разрядники III гр.		Разрядники II гр.	
			1×РВС	2×РВС	1×РВМГ	2×РВМГ	1×РВС	2×РВС	1×РВМГ	2×РВМГ
35	Опоры с горизонтальным расположением проводов	0,5	20	30	-	-	30	40	-	-
		1,0	40	60	-	-	50	100	-	-
		1,5	60	90	-	-	80	120	-	-
		2,0 и более	75	100	-	-	100	150	-	-
	Опоры с негоризонтальным расположением проводов	1,0	20	30	-	-	30	40	-	-
		1,5	30	50	-	-	50	60	-	-
		2,0 и более	45	70	-	-	70	90	-	-
110	Опоры с горизонтальным расположением проводов	1,0	30	50	40	100	50	70	60	1
		1,5	50	80	70	150	70	90	80	1
		2,0	70	100	90	180	80	120	100	2
		2,5	90	165	120	220	95	150	125	2
		3,0 и более	100	180	150	250	110	200	160	2
	Опоры с негоризонтальным расположением проводов	1,0	15	20	20	50	20	30	30	1
		1,5	30	55	40	80	40	60	50	1
		2,0	50	75	70	120	60	90	70	1
		2,5	65	100	90	160	70	115	100	2
		3,0 и более	80	140	120	200	80	140	130	2
	Опоры с горизонтальным расположением проводов	2,0	-	-	20	65	-	-	60	1
		2,5	-	-	35	75	-	-	70	1
		3,0 и более	-	-	80	100	-	-	90	1
	Опоры с негоризонтальным расположением проводов	2,0	-	-	10	35	-	-	35	1
		2,5	-	-	15	70	-	-	65	1
		3,0	-	-	40	90	-	-	85	1
150 - 220	Опоры с горизонтальным расположением проводов	2,0	-	-	20	65	-	-	60	1
		2,5	-	-	35	75	-	-	70	1
		3,0 и более	-	-	80	100	-	-	90	1
	Опоры с негоризонтальным расположением проводов	2,0	-	-	10	35	-	-	35	1
		2,5	-	-	15	70	-	-	65	1
		3,0	-	-	40	90	-	-	85	1

Примечания: 1. Расстояния от РВ до электрооборудования, кроме силовых трансформаторов, не ограничиваются при числе параллельно работающих ВЛ: на напряжении 110 кВ - 7 и более; на 150 кВ - 6 и более; на 220 кВ - 4 и более.

2. Допустимые расстояния определяются до ближайшего РВ.

3. При использовании ОПН вместо РВ или при изменении испытательных напряжений защищаемого оборудования расстояние до силовых трансформаторов или другого электрооборудования определяется по формуле

$$L_{опн} = L_{рв} (U_{исп} - U_{опн}) / (U_{исп} - U_{рв}),$$

где $L_{опн}$ - расстояние от ОПН до защищаемого оборудования, м;

$L_{рв}$ - расстояние от разрядника до защищаемого оборудования, м;

$U_{исп}$ - испытательное напряжение защищаемого оборудования при полном грозовом импульсе, кВ;

$U_{опн}, U_{рв}$ - остающееся напряжение на ОПН (РВ) при токе 5 кА - для классов напряжения 110 - 220 кВ; 10 кА - для классов напряжения 330 кВ и выше.

4. При отличающихся данных защищенного тросом подхода допускается линейная интерполяция допустимого расстояния.

Наибольшие допустимые расстояния от вентильных разрядников до защищаемого оборудования 330 кВ

Тип подстанции, число ВЛ	Число комплектов вентильных разрядников, тип, место установки	Длина защищенного тросом подхода ВЛ, км	Расстояние			
			до силовых трансформаторов (автотрансформаторов) и шунтирующих реакторов		до трансформаторов	
			Опоры с горизонтальным расположением проводов	Опоры с негоризонтальным расположением проводов	Опоры с горизонтальным расположением проводов	негоризонтальное рас
Тупиковая, по схеме блока трансформатор-линия	Один комплект вентильных разрядников II гр. у силового трансформатора	2,5	45	-	75	
		3,0	70	20	90	
		4,0	100	50	115	
	Два комплекта вентильных разрядников II гр.: один комплект - у силового трансформатора, другой - в линейной ячейке	2,5	70	-	250**	
		3,0	120	20	320**	
		4,0	160	90	400**	
Тупиковая, по схеме объединенный блок	Два комплекта вентильных разрядников II гр. у силовых трансформаторов	2,0	70	-	210	
		2,5	110	20	240	
		3,0	150	65	260	
Проходная с двумя ВЛ и одним трансформатором, по схеме треугольник	Один комплект вентильных разрядников II гр. у силового трансформатора	2,0	80	-	160	
		2,5	110	50	210	
		3,0	150	80	250	
Проходная с двумя ВЛ и двумя трансформаторами по схеме мостик	Два комплекта вентильных разрядников II гр. у силовых трансформаторов	2,0	60	-	320	
		2,5	80	20	400	
		3,0	130	60	475	
Проходная, с двумя ВЛ и двумя трансформаторами, по схеме четырехугольник	Два комплекта вентильных разрядников II гр. у силовых трансформаторов	2,0	150	-	500	
		2,5	200	80	700	
		3,0	240	140	750	
Подстанция с тремя и более отходящими ВЛ и двумя трансформаторами	Два комплекта вентильных разрядников II гр. у силовых трансформаторов	2,0	150	40	960	
		2,5	220	80	1000	
		3,0	300	140	1000	
Подстанция с тремя и более отходящими ВЛ и одним трансформатором	Один комплект вентильных разрядников II гр. у силового трансформатора	2,0	100	30	700	
		2	175	70	800	
		3,0	250	100	820	

* Соответственно п. 3 примечания к табл. 4.2.10.

** От РВ, установленных у силовых трансформаторов.

П р и м е ч а н и е. При отличающихся длинах защищенного подхода допускается линейная интерполяция значения допустимого расстояния.

Наибольшие допустимые расстояния от вентиляных разрядников до защищаемого оборудования 500 кВ

Тип подстанции, число ВЛ	Число комплектов разрядников, тип, место установки	Расстояние*, м		
		до силовых трансформаторов (автотрансформаторов) и шунтирующих реакторов	до трансформаторов напряжения	до остального электрооборудования
Тупиковая, по схеме блока трансформатор-линия	Два комплекта вентиляных разрядников II гр.: один комплект - у силового трансформатора, другой - в линейной ячейке или на реакторном присоединении	95	150/700	150/700
Проходная, с двумя ВЛ и одним трансформатором, по схеме треугольник	Два комплекта вентиляных разрядников II гр.: один комплект - у силового трансформатора, другой - на шинах, в линейной ячейке или на реакторном присоединении	130	350/700	350/900
Проходная, с двумя ВЛ и двумя трансформаторами, по схеме четырехугольник	Два комплекта вентиляных разрядников II гр. у силовых трансформаторов	160	350	800
Подстанция с тремя и более отходящими ВЛ и двумя трансформаторами	То же	240	450	900
Подстанция с тремя и более отходящими ВЛ и одним трансформатором	Один комплект вентиляных разрядников II гр. у силового трансформатора	175	400	600

* Соответственно п. 3 примечания к табл. 4.2.10. В значениях, указанных дробью, числитель - допустимое расстояние до ближайшего РВ (в линейной ячейке, на шинах или на реакторном присоединении), знаменатель - до РВ, установленного у силового трансформатора.

Т а б л и ц а 4.2.13

Наибольшие допустимые расстояния от вентиляных разрядников до защищаемого оборудования 750 кВ

Тип подстанции, число ВЛ	Число комплектов разрядников, тип, место установки	Расстояние*, м		
		до силовых трансформаторов (автотрансформаторов) и шунтирующих реакторов	до трансформаторов напряжения	до остального электрооборудования
Тупиковая, по схеме блок трансформатор-линия с одним шунтирующим реактором	Три комплекта вентиляных разрядников: один комплект - у силового трансформатора, другой - у реактора, третий - в линейной ячейке	75***	200***	1000
Тупиковая по	Три комплекта	75***	140***	350***

схеме трансформатор-линия с двумя шунтирующими реакторами	вентильных разрядников: первый комплект - у силового трансформатора, второй и третий - у реактора			
То же	Четыре комплекта вентильных разрядников: первый комплект - у силового трансформатора, второй и третий - у реакторов; четвертый - в линейной ячейке	140	230	1000
Тупиковая по схеме два трансформатора - линия с одним шунтирующим реактором	Три комплекта вентильных разрядников: два комплекта - у силовых трансформаторов, третий - у реактора	50***	140***	350*
То же	Четыре комплекта вентильных разрядников: два комплекта - у силовых трансформаторов, третий комплект - у реактора, четвертый комплект - в линейной ячейке	130	230	1000
Проходная по схеме трансформатор - две линии с шунтирующими реакторами	Три комплекта вентильных разрядников: один комплект - у силового трансформатора, два комплекта - у реактора	100	120	350*
Проходная по схеме два трансформатора - две линии с шунтирующими реакторами	Четыре комплекта вентильных разрядников: два комплекта - у силовых трансформаторов, два комплекта - у реакторов	120	120	350**

* При расстоянии от оборудования, установленного на вводе ВЛ на подстанцию (конденсатор связи, линейный разъединитель и др.), до точки присоединения ВЛ к ошиновке подстанции - не более 45 м.

** То же, не более 90 м.

*** При использовании ОПН, в том числе в РУ с уменьшенными воздушными изоляционными промежутками, или при изменении испытательных напряжений допустимые расстояния до силовых трансформаторов (автотрансформаторов) и шунтирующих реакторов и другого электрооборудования определяются согласно п. 3 примечания к табл. 4.2.10.

Количество и места установки РВ или ОПН следует выбирать, исходя из принятых на расчетный период схем электрических соединений, числа ВЛ и трансформаторов. При этом расстояния от защищаемого оборудования до РВ или ОПН должны быть в пределах допустимых и на промежуточных этапах с длительностью, равной грозовому сезону или более. Аварийные и ремонтные работы при этом не учитываются.

4.2.149. В цепях трансформаторов и шунтирующих реакторов РВ или ОПН должны быть установлены без коммутационных аппаратов между ними и защищаемым оборудованием.

Защитные аппараты при нахождении оборудования под напряжением должны быть постоянно включены.

4.2.150. При присоединении трансформатора к РУ кабельной линией 110 кВ и выше в месте присоединения кабеля к шинам РУ с ВЛ должен быть установлен комплект РВ или ОПН. Заземляющий зажим РВ или ОПН должен быть присоединен к металлическим оболочкам кабеля. В случае присоединения к шинам РУ нескольких кабелей, непосредственно соединенных с трансформаторами, на шинах РУ устанавливается один

комплект РВ или ОПН. Место их установки следует выбирать возможно ближе к местам присоединения кабелей.

При длине кабеля больше удвоенного расстояния, указанного в табл. 4.2.10 - 4.2.13, РВ или ОПН с такими же остающимися напряжениями, как у защитного аппарата в начале кабеля, устанавливается у трансформатора.

4.2.151. Неиспользуемые обмотки низшего и среднего напряжений силовых трансформаторов (автотрансформаторов), а также обмотки, временно отключенные от шин РУ в грозовой период, должны быть соединены в звезду или треугольник и защищены РВ или ОПН, включенными между вводами каждой фазы и землей. Защита неиспользуемых обмоток низшего напряжения, расположенных первыми от магнитопровода, может быть выполнена заземлением одной из вершин треугольника, одной из фаз или нейтрали звезды либо установкой РВ или ОПН соответствующего класса напряжения на каждой фазе.

Защита неиспользуемых обмоток не требуется, если к ним постоянно присоединена кабельная линия длиной не менее 30 м, имеющая заземленную оболочку или броню.

4.2.152. Для защиты нейтралей обмоток 110 - 150 кВ силовых трансформаторов, имеющих изоляцию, пониженную относительно изоляции линейного конца обмотки и допускающую работу с разземленной нейтралью, следует устанавливать ОПН, обеспечивающие защиту их изоляции и выдерживающие в течение нескольких часов квазиустановившиеся перенапряжения при обрыве фазы линии.

В нейтрали трансформатора, изоляция которой не допускает разземления, установка разъединителей не допускается.

4.2.153. Распределительные устройства 3 - 20 кВ, к которым присоединены ВЛ, должны быть защищены РВ или ОПН, установленными на шинах или у трансформаторов. В обоснованных случаях могут быть дополнительно установлены защитные емкости. Вентильный разрядник или ОПН в одной ячейке с трансформатором напряжения должен быть присоединен до его предохранителя.

При применении воздушной связи трансформаторов с шинами РУ 3 - 20 кВ расстояния от РВ и ОПН до защищаемого оборудования не должны превышать 60 м при ВЛ на деревянных опорах и 90 м при ВЛ на металлических опорах.

При присоединении трансформаторов к шинам кабелями расстояния от установленных на шинах РВ или ОПН до трансформаторов не ограничиваются.

Защита подходов ВЛ 3 - 20 кВ к ПС молниеотводами по условиям грозозащиты не требуется.

На подходах ВЛ 3 - 20 кВ с деревянными опорами к ПС на расстоянии 200 - 300 м от ПС должен быть установлен комплект защитных аппаратов (РТ1). На ВЛ 3 - 20 кВ, которые в грозовой сезон могут быть длительно отключены с одной стороны, следует устанавливать защитные аппараты (РТ2) на конструкции ПС или на концевой опоре того конца ВЛ, который может быть длительно отключен. Расстояние от РТ2 до отключенного выключателя по ошиновке должно быть не более 10 м. При мощности трансформатора до 0,63 МВ·А допускается не устанавливать трубчатые разрядники на подходах ВЛ 3 - 20 кВ с деревянными опорами.

При невозможности выдержать указанные расстояния, а также при наличии на отключенном конце ВЛ трансформаторов напряжения вместо РТ2 должны быть установлены РВ или ОПН. Расстояние от РВ до защищаемого оборудования должно быть при этом не более 10 м, для ОПН - увеличенное пропорционально разности испытательного напряжения ТН и остающегося напряжения ОПН. При установке РВ или ОПН на всех вводах ВЛ в ПС и их удалении от подстанционного оборудования в пределах допустимых значений по условиям грозозащиты защитные аппараты на шинах ПС могут не устанавливаться. Сопротивление заземления разрядников РТ1 и РТ2 не должны превышать 10 Ом при удельном сопротивлении земли до 1000 Ом·м и 15 Ом при более высоком удельном напряжении.

На подходах к подстанциям ВЛ 3 - 20 кВ с металлическими и железобетонными опорами установка защитных аппаратов не требуется. Однако, при применении на ВЛ 3 - 20 кВ изоляции, усиленной более чем на 30 % (например, из-за загрязнения атмосферы), на

расстоянии 200 - 300 м от ПС и на ее вводе должны быть установлены ИП.

Металлические и железобетонные опоры на протяжении 200 - 300 м подхода к ПС должны быть заземлены с сопротивлением не более приведенных в табл. 2.5.35.

Защита ПС 3 - 20 кВ с низшим напряжением до 1 кВ, присоединенных к ВЛ 3 - 20 кВ, должна выполняться РВ или ОПН, устанавливаемыми со стороны высокого и низкого напряжения ПС.

В случае присоединения ВЛ 3-20 кВ к ПС с помощью кабельной вставки в месте присоединения кабеля к ВЛ должен быть установлен комплект РВ или ОПН. В этом случае заземляющий зажим разрядника, металлические оболочки кабеля, а также корпус кабельной муфты должны быть соединены между собой по кратчайшему пути. Заземляющий зажим разрядника должен быть соединен с заземлителем отдельным спуском. Если ВЛ выполнена на деревянных опорах, на расстоянии 200 - 300 м от конца кабеля следует устанавливать комплект защитных аппаратов. При длине кабельной вставки более 50 м установка РВ или ОПН на ПС не требуется. Сопротивление заземлителя аппарата должно быть не более значений, приведенных в табл. 2.5.35. Молниезащита токопроводов 3 - 20 кВ осуществляется как молниезащита ВЛ соответствующего класса напряжения.

4.2.154. Кабельные вставки 35 - 220 кВ при их длине менее 1,5 км должны быть защищены с обеих сторон защитными аппаратами. Кабели 35 - 110 кВ защищаются РВС III группы или РТ, а кабели напряжением 220 кВ - РВ II группы или соответствующими ОПН. При длине кабеля 1,5 км и более на ВЛ с металлическими и железобетонными опорами установка разрядников или ограничителей по концам кабеля не требуется.

4.2.155. Защиту ПС 35 - 110 кВ с трансформаторами мощностью до 40 МВ·А, присоединенных к ответвлениям протяженностью менее требуемой длины защищаемого подхода (см. табл. 4.2.8 и 4.2.10) от действующих ВЛ без троса, допускается выполнять по упрощенной схеме (рис. 4.2.18), включающей:

разрядники вентильные; устанавливаются на ПС на расстоянии от силового трансформатора не более 10 м при использовании РВ III группы и не более 15 м при использовании РВ II группы. При этом расстояние от РВ до остального оборудования не должно превышать соответственно 50 и 75 м. Расстояние до ограничителей определяется так же, как было указано ранее в табл. 4.2.10 - 4.2.13;

тросовые молниеотводы подхода к ПС на всей длине ответвления; при длине ответвления менее 150 м следует дополнительно защищать тросовыми или стержневыми молниеотводами по одному пролету действующей ВЛ в обе стороны от ответвления;

комплекты защитных аппаратов РТ1, РТ2 с сопротивлением заземлителя не более 10 Ом, устанавливаемые на деревянных опорах: РТ2 - на первой опоре с тросом со стороны ВЛ или на границе участка, защищаемого стержневыми молниеотводами; РТ1 - на незащищенном участке ВЛ на расстоянии 150 - 200 м от РТ2.

При длине подхода более 500 м установка комплекта трубчатых разрядников РТ1 не требуется.

Защита ПС, на которых расстояния между РВ и трансформатором превышают 10 м, выполняется в соответствии с требованиями, приведенными в 4.2.148.

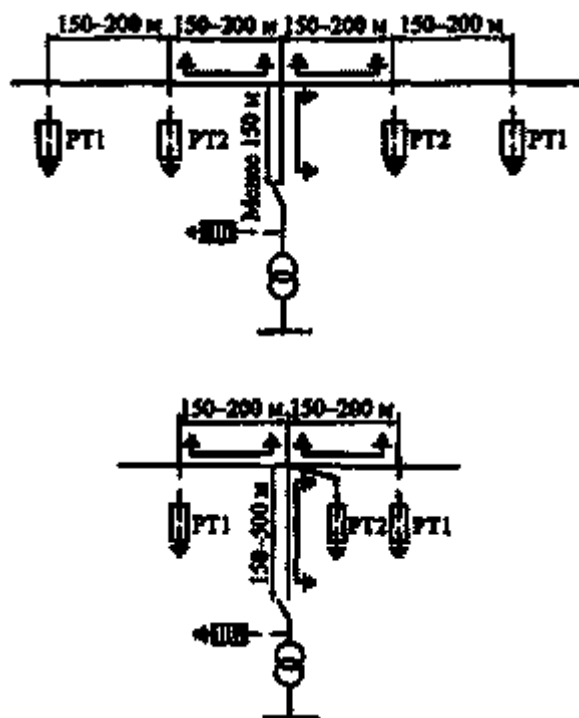


Рис. 4.2.18. Схемы защиты от грозвых перенапряжений ПС, присоединенных к ВЛ ответвлениями длиной до 150 и более 150 м

Упрощенную защиту ПС, в соответствии с указанными выше требованиями, допускается выполнять и в случае присоединения ПС к действующим ВЛ с помощью коротких подходов (рис. 4.2.19). При этом трансформаторы должны быть защищены РВ II группы или соответствующими ОПН.

Выполнение упрощенной защиты ПС, присоединенных к вновь сооружаемым ВЛ, не допускается.

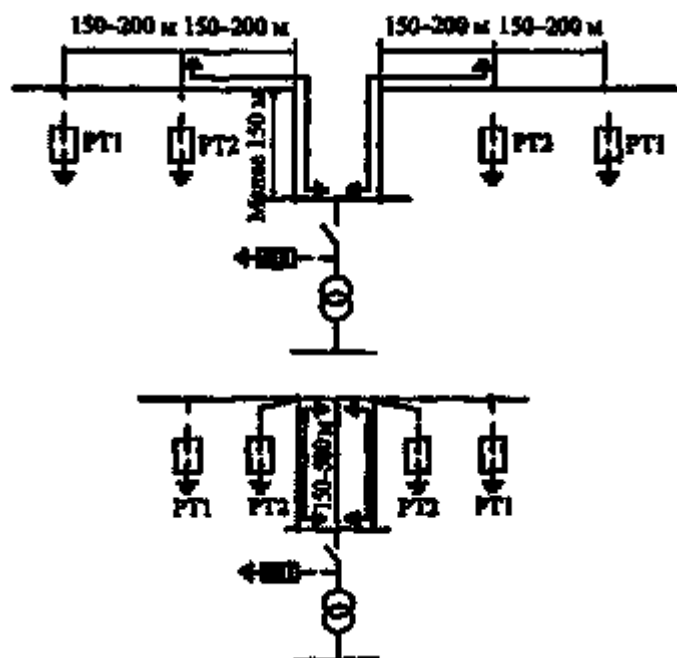


Рис. 4.2.19. Схемы защиты от грозвых перенапряжений ПС, присоединенных к ВЛ с помощью заходов длиной до 150 и более 150 м

4.2.156. В районах с удельным сопротивлением земли 1000 Ом·м и более сопротивление заземления разрядников РТ1 и РТ2 35 - 110 кВ, устанавливаемых для защиты ПС, которые присоединяются к действующим ВЛ на ответвления или с помощью коротких заходов,

должно быть не более 30 Ом. При этом заземлитель РТ2 должен быть соединен с заземляющим устройством ПС.

4.2.157. Коммутационные аппараты, устанавливаемые на опорах ВЛ до 110 кВ, имеющих защиту тросом не по всей длине, как правило, должны быть защищены защитными аппаратами, устанавливаемыми на тех же опорах со стороны потребителя. Если коммутационный аппарат нормально отключен, разрядники должны быть установлены на той же опоре с каждой стороны, находящейся под напряжением.

При установке коммутационных аппаратов на расстоянии до 25 м по длине ВЛ от места подключения линии к ПС или распределительному пункту установка защитных аппаратов на опоре, как правило, не требуется. Если коммутационные аппараты в грозовой сезон нормально отключены, то со стороны ВЛ на опоре должны быть установлены защитные аппараты.

На ВЛ напряжением до 20 кВ с железобетонными и металлическими опорами допускается не устанавливать защитные аппараты для защиты коммутационных аппаратов, имеющих изоляцию того же класса, что и ВЛ.

Установка коммутационных аппаратов в пределах защищаемых тросом подходов ВЛ, которые указаны в 4.2.155, 4.2.162 и расстояний по табл. 4.2.10 допускается на первой опоре со стороны линии, а также на следующих опорах подхода при условии равной прочности их изоляции.

Сопротивление заземляющих устройств аппаратов должно удовлетворять требованиям, приведенным в 2.5.129.

4.2.158. Ответвление от ВЛ, выполняемое на металлических и железобетонных опорах, должно быть защищено тросом по всей длине, если оно присоединено к ВЛ, защищенной тросом по всей длине. При выполнении ответвлений на деревянных опорах в месте их присоединений к ВЛ должен быть установлен комплект защитных аппаратов.

4.2.159. Для защиты секционирующих пунктов 3 - 10 кВ должны быть установлены защитные аппараты - по одному комплекту на концевой опоре каждой питающей ВЛ с деревянными опорами. При этом заземляющие спуски защитных аппаратов следует присоединять к заземляющему устройству переключательного пункта.

ЗАЩИТА ВРАЩАЮЩИХСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ОТ ГРОЗОВЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

4.2.160. Воздушные линии на металлических и железобетонных опорах допускается непосредственно присоединять к генераторам (синхронным компенсаторам) мощностью до 50 МВт (до 50 МВ·А) и соответствующим РУ.

Воздушные линии на деревянных опорах допускается присоединять к генераторам (синхронным компенсаторам) мощностью до 25 МВт (до 25 МВ·А) и соответствующим РУ.

Присоединение воздушных линий к генераторам (синхронным компенсаторам) мощностью более 50 МВт (более 50 МВ·А) должно осуществляться только через трансформатор.

Для защиты блочных трансформаторов, связанных с генераторами мощностью 100 МВт и выше со стороны ВН должны быть установлены РВ не ниже II группы или соответствующие ОПН.

4.2.161. Для защиты генераторов и синхронных компенсаторов, а также электродвигателей мощностью более 3 МВт, присоединенных к общим шинам воздушными линиями или токопроводами, должны быть установлены РВ I группы или ОПН с соответствующим остающимся напряжением грозового импульса тока и емкости не менее 0,5 мкФ на фазу. При выборе РВ или ОПН с более низкими значениями остающихся напряжений допускается устанавливать емкости менее 0,5 мкФ на фазу. Кроме того, защита подходов ВЛ к РУ электростанций, ПС и токопроводов к машинам должна быть выполнена с уровнем грозоупорности не менее 50 кА. Разрядники вентильные или ОПН следует устанавливать для защиты: генераторов (синхронных компенсаторов) мощностью более 15 МВт (более 15 МВ·А) - на присоединении каждого генератора (синхронного компенсатора); 15 МВт и менее (15 МВ·А и менее) - на шинах (секциях шин) генераторного напряжения;

электродвигателей мощностью более 3 МВт - на шинах РУ.

При защите генераторов (синхронных компенсаторов) с выведенной нейтралью, не имеющих витковой изоляции (машины со стержневой обмоткой) мощностью 25 МВт и более (25 МВ·А и более), вместо емкостей 0,5 мкФ на фазу может быть применен РВ или ОПН в нейтрали генератора (синхронного компенсатора) на номинальное напряжение машины. Установка защитных емкостей не требуется, если суммарная емкость присоединенных к генераторам (синхронных компенсаторам) участков кабелей длиной до 100 м составляет 0,5 мкФ и более на фазу.

4.2.162. Если вращающиеся машины и ВЛ присоединены к общим шинам РУ электростанций или ПС, то подходы этих ВЛ должны быть защищены от грозовых воздействий с соблюдением следующих требований:

1) подход ВЛ с металлическими и железобетонными опорами должен быть защищен тросом на протяжении не менее 300 м, в начале подхода должен быть установлен комплект РВ IV группы (рис. 4.2.20, а) или соответствующих ОПН. Сопротивление заземления РВ или ОПН не должно превышать 3 Ом, а сопротивление заземления опор на тросовом участке - 10 Ом. Рекомендуются использование деревянных траверс с расстоянием не менее 1 м по дереву от точки крепления гирлянды изоляторов до стойки опоры.

На подходах ВЛ с деревянными опорами дополнительно к средствам защиты, применяемым на ВЛ с железобетонными опорами, следует устанавливать комплект РВ IV группы или соответствующих ОПН на расстоянии 150 м от начала тросового подхода в сторону линии (рис. 4.2.20, б). Сопротивление заземления разрядников должно быть не более 3 Ом. Допускается установка РТ в начале подхода. Сопротивление заземления таких разрядников не должно превышать 5 Ом;

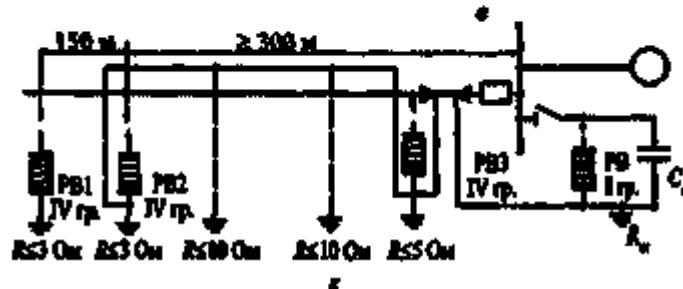
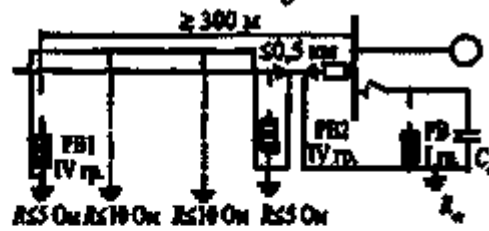
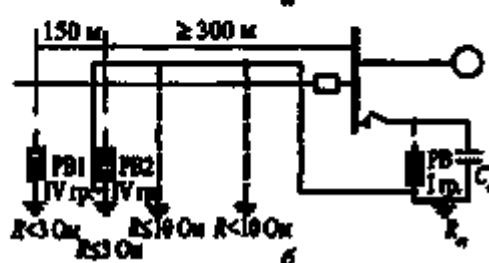
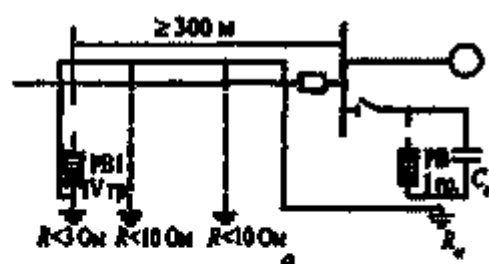
2) на ВЛ, присоединенных к электростанциям и ПС кабельными вставками длиной до 0,5 км, защита подхода должна быть выполнена так же, как на ВЛ без кабельных вставок (см. п. 1) и дополнительно должен быть установлен комплект РВ2 IV группы или соответствующих ОПН в месте присоединения ВЛ к кабелю. Заземляемый вывод защитного аппарата кратчайшим путем следует присоединить к броне, металлической оболочке кабеля и к заземлителю (рис. 4.2.20, в, г). Сопротивление заземления аппарата не должно превышать 5 Ом;

3) если подход ВЛ на длине не менее 300 м защищен от прямых ударов молнии зданиями, деревьями или другими высокими предметами и находится в их зоне защиты, то подвеска троса на подходе ВЛ не требуется. При этом в начале защищенного участка ВЛ (со стороны линии) должен быть установлен комплект РВ1 IV группы (рис. 4.2.20, д) или соответствующих ОПН. Сопротивление заземления разрядника не должно превышать 3 Ом. Спуски заземления РВ1 кратчайшим путем должны быть соединены с контуром заземления ПС (электростанции);

4) при наличии токоограничивающего реактора на присоединении ВЛ подход на длине 100 - 150 м должен быть защищен от прямых ударов молнии тросовым молниеотводом (рис. 4.2.20, е). В начале подхода, защищенного молниеотводом, а также у реактора должны быть установлены комплекты РВ 1 и РВ2 IV группы (рис. 4.2.20, а) или соответствующих ОПН. Сопротивление заземления аппарата, установленного в начале подхода со стороны линии, должно быть не более 3 Ом;

5) при присоединении ВЛ к шинам РУ с вращающимися машинами через токоограничивающий реактор и кабельную вставку длиной более 50 м защита подхода ВЛ от прямых ударов молнии не требуется. В месте присоединения ВЛ к кабелю и перед реактором должны быть установлены комплекты РВ 1 и РВ2 IV группы или ОПН с сопротивлением заземления не более 3 Ом (рис. 4.2.20, ж);

6) на ВЛ, присоединенных к шинам РУ с вращающимися машинами мощностью менее 3 МВт (менее 3 МВ·А), подходы которых на длине не менее 0,5 км выполнены на железобетонных или металлических опорах с сопротивлением заземления не более 5 Ом, должен быть установлен комплект РВ IV группы или соответствующих ОПН на расстоянии 100 - 150 м от ПС (электростанции) (рис. 4.2.20, з). Сопротивление заземления защитных аппаратов должно быть не более 3 Ом. При этом защита подхода ВЛ тросом не требуется.



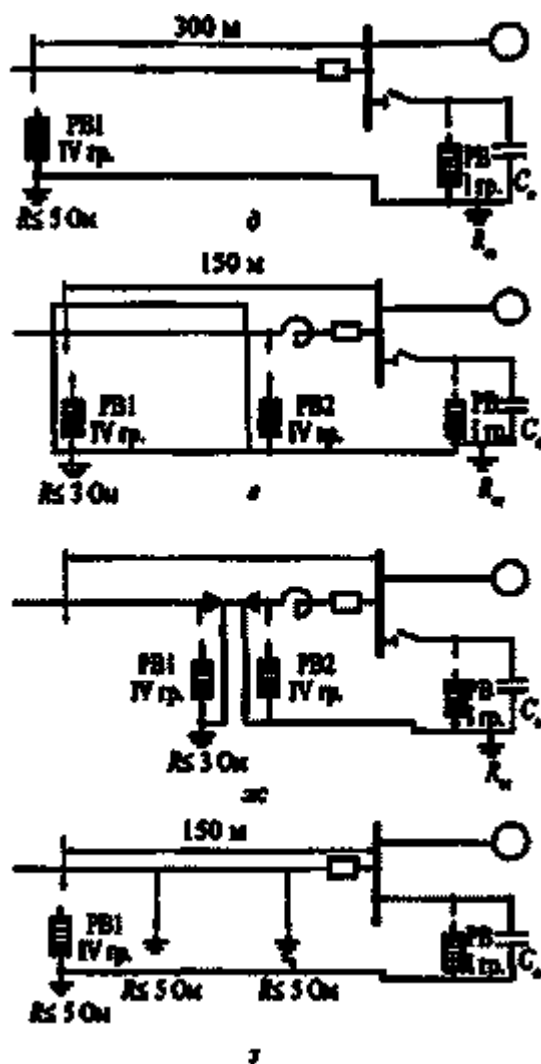


Рис. 4.2.20. Схемы защиты вращающихся электрических машин от грозowych перенапряжений

4.2.163. При применении открытых токопроводов для соединения генераторов (синхронных компенсаторов) с трансформаторами токопроводы должны входить в зоны защиты молниеотводов и сооружений ПС (электростанций). Место присоединения молниеотводов к заземляющему устройству ПС (электростанций) должно быть удалено от места присоединения к нему заземляемых элементов токопровода, считая по магистралям заземления, не менее чем на 20 м.

Если открытые токопроводы не входят в зоны защиты молниеотводов ОРУ, то они должны быть защищены от прямых ударов молнии отдельными молниеотводами или тросами, подвешенными на отдельных опорах с защитным углом не более 20° . Заземление отдельно стоящих молниеотводов и тросовых опор должно выполняться обособленными заземлителями, не имеющими соединения с заземляющими устройствами опор токопроводов, или путем присоединения к заземляющему устройству РУ в точках, удаленных от места присоединения к нему заземляемых элементов токопровода на расстояние не менее 20 м.

Расстояние от отдельно стоящих молниеотводов (тросовых опор) до токоведущих или заземленных элементов токопровода по воздуху должно быть не менее 5 м. Расстояние в земле от обособленного заземлителя и подземной части молниеотвода до заземлителей и подземной части токопровода должно быть не менее 5 м.

4.2.164. При присоединении открытого токопровода к РУ генераторного напряжения через реактор перед реактором должен быть установлен комплект РВ IV группы или соответствующий ОПН.

Для защиты генераторов от волн грозowych перенапряжений, набегающих по токопроводу,

и от индуктированных перенапряжений должны быть установлены РВ I группы или ОПН и защитные емкости, значение которых на три фазы при номинальном напряжении генераторов должно составлять не менее: при напряжении 6 кВ - 0,8 мкФ, при 10 кВ - 0,5 мкФ и при 13,8 - 20 кВ - 0,4 мкФ.

Защитные емкости не требуется устанавливать, если суммарная емкость генератора и кабельной сети на шинах генераторного напряжения имеет требуемое значение. При определении емкости кабельной сети в этом случае учитываются участки кабелей на длине до 750 м.

Если РУ ПС присоединено открытыми токопроводами к РУ генераторного напряжения ТЭЦ, имеющей генераторы мощностью до 120 МВт, то защита токопровода от прямых ударов молнии должна быть выполнена так, как указано в 4.2.163.

4.2.165. Допускается не выполнять защиту подходов от прямых ударов молнии при присоединении ВЛ или открытых токопроводов:

- 1) к электродвигателям мощностью до 3 МВт;
- 2) к генераторам дизельных электростанций мощностью до 1 МВт, расположенным в районах с интенсивностью грозовой деятельности до 20 грозовых часов в году.

При этом требуется установка на подходе ВЛ двух комплектов РВ IV группы или соответствующих ОПН на расстояниях 150 (РВ2) и 250 м (РВ1) от шин ПС (рис. 4.2.21, а). Сопротивление заземления защитных аппаратов должно быть не более 3 Ом. Спуски заземления кратчайшим путем должны быть соединены с заземляющим устройством ПС или электростанции.

При наличии кабельной вставки любой длины непосредственно перед кабелем должен быть установлен РВ IV группы или соответствующий ОПН. Их заземляющий зажим должен быть кратчайшим путем присоединен к металлическим оболочкам кабеля и к заземлителю (рис. 4.2.21, б).

На шинах, питающих электродвигатели через кабельные вставки, должны быть установлены РВ I группы или соответствующие ОПН и защитные емкости не менее 0,5 мкФ на фазу.

На подходах ВЛ или открытых токопроводов с железобетонными или металлическими опорами установки РВ не требуется, если сопротивление заземления каждой опоры подхода на длине не менее 250 м составляет не более 10 Ом.

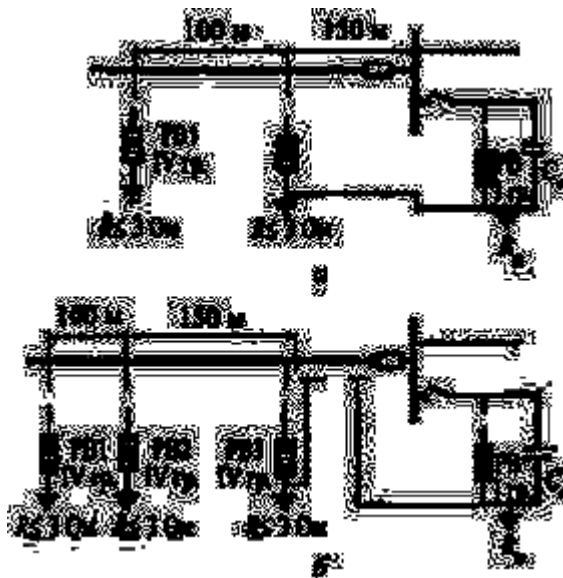


Рис. 4.2.21. Схемы защиты электродвигателей мощностью до 3 МВт при подходе ВЛ на деревянных опорах

ЗАЩИТА ОТ ВНУТРЕННИХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

4.2.166. Электрические сети 3 - 35 кВ должны работать с изолированной, заземленной через резистор или дугогасящий реактор нейтралью. В электрических сетях 3 - 35 кВ с

компенсацией емкостного тока однофазного замыкания на землю степень несимметрии емкостей фаз относительно земли не должна превышать 0,75 %. Выравнивание емкостей фаз относительно земли должно осуществляться транспозицией проводов и распределением конденсаторов высокочастотной связи. Число дугогасящих реакторов и места их установки должны определяться для нормального режима работы сети с учетом возможных делений ее части и вероятных аварийных режимов.

Дугогасящие реакторы могут устанавливаться на всех ПС, кроме тупиковых, связанных с электрической сетью не менее чем двумя линиями электропередачи. Установка реакторов на тупиковых ПС не допускается. Дугогасящие реакторы не допускается включать в нейтрали трансформаторов, присоединенных к шинам через предохранители. Мощность дугогасящих реакторов выбирается по значению полного емкостного тока замыкания на землю с учетом развития сети в ближайшие 10 лет. Рекомендуется использование автоматически настраиваемой компенсации емкостного тока замыкания на землю.

4.2.167. В электрических сетях 3 - 35 кВ следует принимать меры для предотвращения феррорезонансных процессов и самопроизвольных смещений нейтрали.

В электрических схемах 3 - 35 кВ, в которых имеются генераторы (синхронные компенсаторы) с непосредственным водяным охлаждением обмотки статора, вследствие значительной активной проводимости изоляции генератора на землю защита от феррорезонансных процессов не требуется.

4.2.168. Обмотки трансформаторов (автотрансформаторов) должны быть защищены от коммутационных перенапряжений с помощью РВ или ОПН, установленными в соответствии с требованиями 4.2.153.

4.2.169. В сетях 330, 500 и 750 кВ в зависимости от схемы сети, количества линий и трансформаторов следует предусматривать меры по ограничению длительных повышений напряжения и внутренних перенапряжений. Необходимость ограничения квазиустановившихся и внутренних перенапряжений и параметры средств защиты от них определяются на основании расчетов перенапряжений.

4.2.170. С целью ограничения опасных для оборудования коммутационных перенапряжений следует применять комбинированные РВ или ОПН, выключатели с предвключаемыми резисторами, электромагнитные трансформаторы напряжения или другие средства, а также сочетания их с мероприятиями по ограничению длительных повышений напряжения (установка шунтирующих и компенсационных реакторов, схемные мероприятия, системная и противоаварийная автоматики, в частности автоматики от повышения напряжения).

Коммутационные перенапряжения на шинах ПС 330, 500 и 750 кВ должны быть ограничены в зависимости от уровня изоляции оборудования.

4.2.171. Для РУ 110 - 500 кВ должны предусматриваться технические решения, исключающие появление феррорезонансных перенапряжений, возникающих при последовательных включениях электромагнитных трансформаторов напряжения и емкостных делителей напряжения выключателей.

К этим решениям относится в частности:

- применение выключателей без емкостных делителей напряжения;
- применение вместо электромагнитных трансформаторов емкостных;
- применение антирезонансных трансформаторов напряжения;
- увеличение в 1,5 - 2 раза емкости ошиновки РУ путем установки на шинах дополнительных конденсаторов, например связи.

ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

4.2.172. Для снабжения сжатым воздухом коммутационных аппаратов (воздушных выключателей, пневматических приводов к выключателям, разъединителям) РУ электрических станций и ПС должна предусматриваться установка сжатого воздуха, состоящая из стационарной компрессорной установки и воздухораспределительной сети.

Вывод в ремонт или выход из строя любого элемента установки сжатого воздуха не должны приводить к нарушению воздухообеспечения коммутационных аппаратов.

4.2.173. Получение в компрессорной установке осушенного воздуха осуществляется применением термодинамического способа осушки воздуха, для чего предусматриваются две ступени давления:

компрессорное (повышенное) - для компрессоров и воздухохраников-аккумуляторов сжатого воздуха, выбираемое из условия обеспечения требуемой относительной влажности воздуха в коммутационных аппаратах;

рабочее (номинальное) - для воздухораспределительной сети, в соответствии с номинальным давлением воздуха коммутационных аппаратов.

Системы компрессорного и рабочего давления должны быть связаны между собой перепускными клапанами.

Для снабжения сжатым воздухом с требуемой температурой точки росы выключателей допускается дополнительно применять физико-химический (адсорбционный) способ осушки воздуха. При этом число блоков очистки воздуха должно быть не менее двух.

4.2.174. Производительность рабочих компрессоров должна быть выбрана такой, чтобы обеспечить:

1) в установках с компрессорами давлением до 10 МПа:

0,5 ч непрерывной работы с 2-часовой паузой;

восстановление давления в воздухохраниках, сниженного на вентилирование воздушных выключателей и на утечки всей системы, за 2 ч, пока компрессоры не работают, - в течение 0,5 ч;

2) в установках с компрессорами давлением 23 МПа:

1,5 ч непрерывной работы с 2-часовой паузой;

восстановление давления в воздухохраниках (условия аналогичны изложенным в п. 1) - в течение 1,5 ч.

При любом количестве рабочих компрессоров, исходя из условий надежности воздухообеспечения коммутационных аппаратов, должны быть предусмотрены один или два резервных в зависимости от местных условий.

Указанное не распространяется на ПС с одним коммутационным аппаратом, имеющим пневмопривод, где должны устанавливаться два компрессора, один из которых резервный.

Для снабжения сжатым воздухом коммутационных аппаратов ПС и РУ промышленных предприятий допускается использование заводской пневматической установки при условии обеспечения ею требований настоящей главы.

4.2.175. Пополнение воздуха в резервуарах коммутационных аппаратов в рабочем и аварийном режимах должно осуществляться за счет запаса воздуха в воздухохраниках компрессорного давления.

Емкость воздухохраников должна обеспечивать покрытие суммарного расхода воздуха (при неработающих компрессорах):

в рабочем режиме - на вентилирование воздушных выключателей и на утечки всей системы за 2 ч, пока компрессоры не работают. При этом остаточное давление в воздухохраниках должно быть таким, чтобы обеспечивалось допустимое влагосодержание воздуха в коммутационных аппаратах;

в аварийном режиме - на восстановление давления в резервуарах воздушных выключателей (до наименьшего допустимого значения по условиям работы выключателей) при одновременном отключении наибольшего числа выключателей, возможного по режиму работы электроустановок с учетом действия релейной защиты и автоматики. При этом наименьшее давление сжатого воздуха в воздухохраниках должно быть выше номинального давления сжатого воздуха в аппаратах:

на 30 % - в установках с компрессорами давлением до 10 МПа;

на 80 % - в установках с компрессорами давлением 23 МПа.

4.2.176. В расчетах следует принимать, что начало аварийного режима с массовым отключением выключателей совпадает с моментом периодического включения в работу компрессорной установки (т.е. когда давление в воздухохраниках снизилось до пускового давления компрессора).

4.2.177. Для каждого значения номинального давления коммутационных аппаратов РУ

должна выполняться своя воздухораспределительная сеть, питающаяся не менее чем двумя перепускными клапанами от компрессорной установки.

4.2.178. Перепускные клапаны должны поддерживать в воздухораспределительной сети и в резервуарах воздушных выключателей давление в заданных пределах.

Пропускная способность перепускных клапанов и воздухопроводов распределительной сети должна обеспечивать восстановление давления воздуха (до наименьшего допустимого значения по условиям работы выключателей) в резервуаре выключателя, который может отключаться в цикле неуспешного АПВ (в том числе при наличии двукратного АПВ).

Перепускной клапан в нормальном режиме, как правило, должен обеспечивать непрерывный перепуск небольшого количества воздуха для покрытия расхода на утечки и вентилирование в системе после клапана.

4.2.179. Перепускные клапаны должны выполняться с электромагнитным управлением.

Управление автоматикой включения и отключения перепускных клапанов необходимо осуществлять независимо от режима работы компрессоров. Управление электромагнитными приводами перепускных клапанов следует производить электроконтактными манометрами, устанавливаемыми в помещении компрессорной установки.

4.2.180. Компрессорная установка, за исключением блока очистки воздуха, должна быть автоматизирована и работать без постоянного дежурного персонала.

В схеме управления компрессорной установкой должны быть предусмотрены: автоматический запуск и останов рабочих и резервных компрессоров, поддерживающих в воздухохранилищах и в резервуарах выключателей давление в установленных пределах; автоматическая продувка (удаление влаги и масла) водомаслоотделителей; автоматическое управление перепускными клапанами; защита компрессорных агрегатов при нарушениях нормального режима работы.

Установка сжатого воздуха должна быть оборудована сигнализацией, действующей при нарушениях нормальной ее работы.

4.2.181. Устройство автоматизированных компрессорных установок с машинами производительностью до 5 м³/мин в РУ регламентируется действующими правилами устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов Госгортехнадзора России.

4.2.182. Воздухохранилища должны удовлетворять Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, Госгортехнадзора России.

4.2.183. Воздухохранилища должны устанавливаться на открытом воздухе на расстоянии не менее 1 м от стены компрессорной, желательно с теневой стороны. Специальный навес над ними (для защиты от солнечной радиации) не требуется. Должна предусматриваться возможность монтажа и демонтажа любого воздухохранилища без нарушения нормальной эксплуатации остальных. Допускается установка воздухохранилищ в отдельном помещении того здания, в котором размещается ЗРУ с воздушными выключателями.

4.2.184. Спускные клапаны водомаслоотделителей компрессора и продувочные клапаны баллонов 23 МПа присоединяются к системе дренажа, выводимой наружу в специально предусмотренный для этого колодец.

4.2.185. Для нормальной работы компрессоров в помещении компрессорной установки должна поддерживаться температура не ниже + 10 °С и не выше + 40 °С, для чего должны быть предусмотрены отопление и приточно-вытяжная механическая вентиляция.

4.2.186. Воздухораспределительная сеть должна, как правило, выполняться кольцевой, разделенной на участки при помощи запорных вентилей.

Питание воздухопроводной сети должно осуществляться двумя магистралями от компрессорной установки.

4.2.187. Для защиты воздухораспределительной сети давлением 2,0 МПа компрессорной установки до 10 МПа в ней должны быть установлены предохранительные клапаны, срабатывающие при превышении давления в обеих нитках питающей магистрали воздухораспределительной сети.

4.2.188. Линейные водоотделители устанавливаются в обеих нитках питающей магистрали воздухораспределительной сети давлением 2,0 МПа компрессорной установки до 10 МПа.

Линейный водоотделитель должен иметь спускной вентиль и штуцеры с фланцами для присоединения подводящего и отводящего воздухопроводов.

4.2.189. Прокладка воздухопроводов распределительной сети может выполняться открыто по конструкциям и стойкам под оборудование, в кабельных туннелях, каналах и лотках совместно с кабелями, а в закрытых помещениях - также по стенам и потолкам.

4.2.190. Воздухопроводы следует прокладывать с уклоном не менее 0,3 % с установкой в нижних точках спускных вентилей для продувки сети. Ответвления к аппаратам следует прокладывать с уклоном не менее 0,3 % в направлении главной магистрали.

4.2.191. Для компенсации температурных деформаций в воздухопроводной распределительной сети должны быть предусмотрены компенсаторы, выполняемые из труб того же диаметра. Конструкция компенсаторов определяется проектной организацией.

4.2.192. Воздухопроводы компрессорной установки, распределительной сети и ответвления к шкафам управления должны выполняться из стальных бесшовных труб, причем на давление 23 МПа из нержавеющей стали; воздухопроводы от шкафов управления к резервуарам воздушных выключателей - из медных труб, допускается применение бесшовных труб из коррозионностойкой стали. Воздухопроводы между шкафами и пневматическими приводами разъединителей из стальных труб.

Воздухопроводы компрессорного давления, расположенные вне помещения компрессорной установки до воздухоборников и в пределах стены, через которую они проходят, должны быть покрыты теплоизоляцией.

4.2.193. Стальные воздухопроводы должны соединяться сваркой встык; соединения с арматурой - фланцевые.

Для труб с внутренним диаметром 6 - 8 мм допускаются фланцевые соединения или соединения при помощи ниппелей.

4.2.194. Внутренние поверхности воздухоборников и линейных водоотделителей должны иметь антикоррозийное покрытие.

4.2.195. Наружные поверхности воздухоборников и линейных водоотделителей, устанавливаемых на открытом воздухе, должны быть окрашены устойчивой краской светлого тона.

4.2.196. Все элементы установки сжатого воздуха должны быть доступны для разборки и чистки.

МАСЛЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО

4.2.197. Для обслуживания маслонаполненного оборудования должны быть организованы централизованные масляные хозяйства, оборудованные резервуарами для хранения масла, насосами, оборудованием для очистки, осушки и регенерации масел, передвижными маслоочистительными и дегазационными установками, емкостями для транспортировки масла. Местоположение и объем централизованных масляных хозяйств определяется схемой организации эксплуатации энергосистемы.

4.2.198. На электростанциях, ПС 500 кВ и выше независимо от мощности установленных трансформаторов и ПС 330 кВ с трансформаторами мощностью 200 МВ·А и более предусматриваются масляные хозяйства, состоящие из склада масла и мастерской маслохозяйства с оборудованием для обработки и анализа масла.

Склады масла таких маслохозяйств на ПС должны иметь три резервуара изоляционного масла.

Емкость каждого резервуара должна быть не менее емкости одного наиболее крупного трансформатора с запасом 10 %.

В зависимости от оснащенности энергосистемы передвижными установками по обработке масла и транспортных связей между ПС и централизованным маслохозяйством энергосистемы мастерская маслохозяйства может оснащаться не всеми стационарными установками по обработке масла или совсем не сооружаться. В последнем случае необходимо предусматривать аппаратную маслохозяйства с коллектором для присоединения передвижных маслообрабатывающих установок изоляционного масла.

4.2.199. На ПС с синхронными компенсаторами должны сооружаться два стационарных

резервуара турбинного масла вне зависимости от количества и объема резервуаров изоляционного масла. Системы турбинного и изоляционного масла должны быть независимыми.

Объем каждого резервуара должна быть не менее 110 % объема масляной системы наибольшего синхронного компенсатора, устанавливаемого на данной подстанции.

4.2.200. На остальных ПС, кроме оговоренных в 4.2.198 и 4.2.199, маслохозяство или маслосклады не должны сооружаться. Доставка на них сухого масла осуществляется в передвижных емкостях или автоцистернах с централизованных масляных хозяйств.

4.2.201. Проектирование собственного масляного хозяйства ПС промышленных предприятий должно производиться в соответствии с требованиями настоящего раздела и ведомственных норм.

4.2.202. Расстояния от резервуаров открытых складов масла должно быть не менее:

1) до зданий и сооружений электростанций и ПС (в том числе до трансформаторной мастерской): 12 м - для складов общей емкостью до 100 т масла; 18 м - для складов более 100 т;

2) до жилых и общественных зданий - на 25 % больше расстояний, указанных в п. 1;

3) до аппаратной маслохозяства - 8 м;

4) до складов баллонов водорода - 20 м;

5) до внешней ограды ПС: 6,5 м - при устройстве охранной периметральной сигнализации, 4 м - в остальных случаях.

УСТАНОВКА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ И РЕАКТОРОВ

4.2.203. Требования, приведенные в 4.2.204 - 4.2.236, распространяются на стационарную установку в помещениях и на открытом воздухе силовых трансформаторов (автотрансформаторов), регулировочных трансформаторов и маслонеполненных реакторов с высшим напряжением 3 кВ и выше и не распространяются на электроустановки специального назначения.

Трансформаторы, автотрансформаторы и реакторы, указанные в настоящем параграфе, поименованы в 4.2.204 - 4.2.236 термином «трансформаторы».

Установка вспомогательного оборудования трансформаторов (электродвигателей системы охлаждения, контрольно-измерительной аппаратуры, устройств управления) должна отвечать требованиям соответствующих глав настоящих Правил.

Требования 4.2.212, 4.2.217, 4.2.218 не относятся к установке трансформаторов, входящих в КТП с высшим напряжением до 35 кВ.

4.2.204. В регионах с холодным климатом, с повышенной сейсмичностью должны применяться трансформаторы соответствующего исполнения.

4.2.205. Установка трансформаторов должна обеспечивать удобные и безопасные условия его осмотра без снятия напряжения.

4.2.206. Фундаменты трансформаторов напряжением 35 - 500 кВ должны предусматривать их установку непосредственно на фундамент без кареток (катков) и рельс.

Трансформаторы на подстанциях, имеющих стационарные устройства для ремонта трансформаторов (башни) и рельсовые пути перекачки, а также на подстанциях с размещением трансформаторов в закрытых помещениях, следует устанавливать на каретках (катках).

Сейсмостойкие трансформаторы устанавливаются непосредственно на фундамент с креплением их к закладным элементам фундамента для предотвращения их смещений в горизонтальном и вертикальном направлениях.

На фундаментах трансформаторов должны быть предусмотрены места для установки домкратов.

4.2.207. Уклон масляного трансформатора, необходимый для обеспечения поступления газа к газовому реле, должен создаваться путем установки подкладок.

4.2.208. При установке расширителя на отдельной конструкции она должна располагаться таким образом, чтобы не препятствовать выкатке трансформатора с фундамента.

В этом случае газовое реле должно располагаться вблизи трансформатора в пределах

удобного и безопасного обслуживания со стационарной лестницы. Для установки расширителя можно использовать портал ячейки трансформатора.

4.2.209. Трансформаторы необходимо устанавливать так, чтобы отверстие защитного устройства выброса масла не было направлено на близко установленное оборудование. Для защиты оборудования допускается установка заградительного щита между трансформатором и оборудованием.

4.2.210. Вдоль путей перекачки, а также у фундаментов трансформаторов массой более 20 т, должны быть предусмотрены анкеры, позволяющие закреплять за них лебедки, направляющие блоки, полиспасты, используемые при перекачке трансформаторов в обоих направлениях. В местах изменения направления движения должны быть предусмотрены места для установки домкратов.

4.2.211. Расстояния в свету между открыто установленными трансформаторами определяются технологическими требованиями и должны быть не менее 1,25 м.

4.2.212. Разделительные перегородки между открыто установленными трансформаторами напряжением 110 кВ и выше единичной мощностью 63 МВ·А и более, должны предусматриваться:

при расстояниях менее 15 м между трансформаторами (реакторами), а также между ними и трансформаторами любой мощности, включая регулировочные и собственных нужд;

при расстояниях менее 25 м между трансформаторами, установленными вдоль наружных стен зданий электростанции на расстоянии от стен менее 40 м.

Разделительные перегородки должны иметь предел огнестойкости не менее 1,5 ч, ширину - не менее ширины маслоприемника и высоту - не менее высоты вводов высшего напряжения более высокого трансформатора. Перегородки должны устанавливаться за пределами маслоприемника. Расстояние в свету между трансформатором и перегородкой должно быть не менее 1,5 м.

Указанные расстояния принимаются до наиболее выступающих частей трансформаторов.

Если трансформаторы собственных нужд или регулировочные установлены с силовым трансформатором, оборудованным автоматическим стационарным устройством пожаротушения, и присоединены в зоне действия защиты от внутренних повреждений силового трансформатора, то допускается вместо разделительной перегородки выполнять автоматическую стационарную установку пожаротушения трансформатора собственных нужд или регулировочного, объединенную с установкой пожаротушения силового трансформатора; при этом допускается сооружение общего маслоприемника.

4.2.213. Регулировочные трансформаторы должны устанавливаться в непосредственной близости от регулируемых автотрансформаторов, за исключением случая, когда между автотрансформатором и регулировочным трансформатором предусматривается установка токоограничивающего реактора.

4.2.214. Автоматическими установками пожаротушения оснащаются:

трансформаторы напряжением 500 - 750 кВ, независимо от мощности, а напряжением 220 - 330 кВ мощностью 250 МВ·А и более;

трансформаторы напряжением 110 кВ и выше мощностью 63 МВ·А и более, устанавливаемые в камерах подстанций и у зданий ГЭС;

трансформаторы напряжением 110 кВ и выше любой мощности, устанавливаемые в подземном здании ГЭС и ГАЭС.

4.2.215. Пуск установки пожаротушения должен осуществляться автоматически, вручную и дистанционно со щита управления. Устройство ручного пуска должно располагаться вблизи установки в безопасном при пожаре месте.

Включение установки пожаротушения группы однофазных трансформаторов должно производиться только на поврежденные фазы.

4.2.216. Каждый масляный трансформатор, размещаемый внутри помещений следует устанавливать в отдельной камере (исключение 4.2.98), расположенной на первом этаже. Допускается установка масляных трансформаторов на втором этаже, а также ниже уровня пола первого этажа на 1 м в незатопляемых зонах при условии обеспечения возможности транспортирования трансформаторов наружу и удаления масла в аварийных случаях в

соответствии с требованиями, приведенными в 4.2.103, как для трансформаторов с объемом масла более 600 кг.

При необходимости установки трансформаторов внутри помещений выше второго этажа или ниже пола первого этажа более чем на 1 м, они должны быть с негорючим экологически чистым диэлектриком или сухими в зависимости от условий окружающей среды и технологии производства. При размещении трансформаторов внутри помещений следует руководствоваться также 4.2.85.

Допускается установка в одной общей камере двух масляных трансформаторов с объемом масла до 3 т каждый, имеющих общее назначение, управление, защиту и рассматриваемых как один агрегат.

Сухие трансформаторы и имеющие негорючее заполнение устанавливаются в соответствии с 4.2.118.

4.2.217. Для трансформаторов, устанавливаемых внутри помещений, расстояния в свету от наиболее выступающих частей трансформаторов, расположенных на высоте 1,9 м и менее от пола, должны быть:

до задней и боковых стен не менее - 0,3 м для трансформаторов мощностью до 0,63 МВ·А и 0,6 м - для трансформаторов большей мощности;

со стороны входа до полотна двери или выступающих частей стены не менее: 0,6 м - для трансформаторов мощностью до 0,63 МВ·А; 0,8 м - для трансформаторов до 1,6 МВ·А и 1 м - для трансформаторов мощностью более 1,6 МВ·А.

4.2.218. Пол камер масляных трансформаторов должен иметь 2 %-ный уклон в сторону маслоприемника.

4.2.219. В камерах трансформаторов могут устанавливаться относящиеся к ним разъединители, предохранители и выключатели нагрузки, вентильные разрядники, ОПН, заземляющие дугогасящие реакторы, а также оборудование системы охлаждения.

4.2.220. Каждая камера масляных трансформаторов должна иметь отдельный выход наружу или в смежное помещение категорий Г или Д.

4.2.221. Расстояние по горизонтали от проема ворот трансформаторной камеры встроенной или пристроенной ПС до проема ближайшего окна или двери помещения должно быть не менее 1 м.

Выкатка трансформаторов мощностью 0,25 МВ·А и более из камер во внутренние проезды шириной менее 5 м между зданиями не допускается. Это требование не распространяется на камеры, выходящие в проходы и проезды внутри производственных помещений.

4.2.222. Вентиляционная система камер трансформаторов должна обеспечивать отвод выделяемого ими тепла (4.2.104) и не должна быть связана с другими вентиляционными системами.

Стенки вентиляционных каналов и шахт должны быть выполнены из материалов с пределом огнестойкости не менее 45 мин.

Вентиляционные шахты и проемы должны быть расположены таким образом, чтобы в случае образования или попадания в них влаги, она не могла стекать на трансформаторы, либо должны быть применены меры для защиты трансформатора от попадания влаги из шахты.

Вентиляционные проемы должны быть закрыты сетками с размером ячейки не более 1×1 см и защищены от попадания через них дождя и снега.

4.2.223. Вытяжные шахты камер масляных трансформаторов, пристроенных к зданиям, имеющих кровлю из горючего материала, должны быть отнесены от стен здания не менее чем на 1,5 м или же конструкции кровли из горючего материала должны быть защищены парпетом из негорючего материала высотой не менее 0,6 м. Вывод шахт выше кровли здания в этом случае необязателен.

Отверстия вытяжных шахт не должны располагаться против оконных проемов зданий. При устройстве выходных вентиляционных отверстий непосредственно в стене камеры они не должны располагаться под выступающими элементами кровли из горючего материала или под проемами в стене здания, к которому камера примыкает.

Если над дверью или выходным вентиляционным отверстием камеры трансформатора имеется окно, то под ним следует устраивать козырек из негорючего материала с вылетом не менее 0,7 м. Длина козырька должна быть более ширины окна не менее чем на 0,8 м в каждую сторону.

4.2.224. Трансформаторы с принудительной системой охлаждения должны быть снабжены устройствами для автоматического пуска и останова системы охлаждения.

Автоматический пуск должен осуществляться в зависимости от температуры верхних слоев масла и, независимо от этого, по току нагрузки трансформатора.

4.2.225. При применении вынесенных охлаждающих устройств они должны размещаться так, чтобы не препятствовать выкатке трансформатора с фундамента и допускать проведение их обслуживания при работающем трансформаторе. Поток воздуха от вентиляторов дутья не должен быть направлен на бак трансформатора.

4.2.226. Расположение задвижек охлаждающих устройств должно обеспечивать удобный доступ к ним, возможность отсоединения трансформатора от системы охлаждения или отдельного охладителя от системы и выкатки трансформатора без слива масла из охладителей.

4.2.227. Охлаждающие колонки, адсорберы и другое оборудование, устанавливаемое в системе охлаждения Ц (OFWF), должны располагаться в помещении, температура в котором не снижается ниже + 5 °С.

При этом должна быть обеспечена возможность замены адсорбента на месте.

4.2.228. Внешние маслопроводы систем охлаждения ДЦ (OFAF) и Ц (OFWF) должны выполняться из нержавеющей стали или материалов, устойчивых против коррозии.

Расположение маслопроводов около трансформатора не должно затруднять обслуживание трансформатора и охладителей и должно обеспечивать минимальные трудозатраты при выкатке трансформатора. При необходимости должны быть предусмотрены площадки и лестницы, обеспечивающие удобный доступ к задвижкам и вентиляторам дутья.

4.2.229. При вынесенной системе охлаждения, состоящей из отдельных охладителей, все размещаемые в один ряд одиночные или сдвоенные охладители должны устанавливаться на общий фундамент.

Групповые охлаждающие установки могут размещаться как непосредственно на фундаменте, так и на рельсах, уложенных на фундамент, если предусматривается выкатка этих установок на своих катках.

4.2.230. Шкафы управления электродвигателями системы охлаждения ДЦ (OFAF), НДЦ (ODAF) и Ц (OFWF) должны устанавливаться за пределами маслоприемника. Допускается навешивание шкафа управления системой охлаждения Д (ONAF) на бак трансформатора, если шкаф рассчитан на работу в условиях вибрации, создаваемой трансформатором.

4.2.231. Трансформаторы с принудительной системой охлаждения должны быть снабжены сигнализацией о прекращении циркуляции масла, охлаждающей воды или останове вентиляторов дутья, а также об автоматическом включении или отключении резервного охладителя или резервного источника питания.

4.2.232. Для шкафов приводов устройств регулирования напряжения под нагрузкой и шкафов автоматического управления системой охлаждения трансформаторов должен быть предусмотрен электрический подогрев с автоматическим управлением.

4.2.233. Планово-предупредительный ремонт трансформаторов на подстанциях следует предусматривать на месте их установки с помощью автокранов или (и) инвентарных устройств. При этом рядом с каждым трансформатором должна быть предусмотрена площадка, рассчитанная на размещение элементов, снятых с ремонтируемого трансформатора, такелажной оснастки и оборудования, необходимого для ремонтных работ.

В стесненных условиях ПС допускается предусматривать одну ремонтную площадку с сооружением к ней путей перекатки.

На ПС, расположенных в удаленных и труднодоступных районах, следует предусматривать совмещенные порталы.

На ПС напряжением 500 - 750 кВ, расположенных в районах со слаборазвитыми и ненадежными транспортными связями, а также на ОРУ электростанций при установке на них

трансформаторов, если трансформаторы невозможно доставить на монтажную площадку гидроэлектростанций и ремонтную площадку машинного зала электростанции, для проведения планово-предупредительных ремонтных работ допускается предусматривать стационарные устройства - башни, оборудованные мостовыми кранами, с мастерской или аппаратной маслохозяйства с коллектором для передвижных установок.

Необходимость сооружения башни определяется заданием на проектирование.

4.2.234. При открытой установке трансформаторов вдоль машинного зала электростанции должна быть обеспечена возможность перекачки трансформатора к месту ремонта без разборки трансформатора, снятия вводов и разборки поддерживающих конструкций токопроводов, порталов, шинных мостов и т.п.

4.2.235. Грузоподъемность крана в трансформаторной башне должна быть рассчитана на массу съемной части бака трансформатора.

4.2.236. Продольные пути перекачки трансформаторов на подстанциях должны предусматриваться:

при наличии подъездной железной дороги;

при наличии башни для ремонта трансформаторов;

при аварийном вводе в работу резервной фазы автотрансформатора методом перекачки, если это обосновано в сравнении с другими способами.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ К ГЛАВЕ 4.2 ПУЭ. ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

В соответствии с правилами оформления нормативных документов в тексте гл. 4.2 приведены ссылки на строительные нормы и правила (СНиП), Государственные стандарты (ГОСТ) и Санитарные правила и нормы (СанПиН) в общем виде без указания их наименований.

Для обеспечения удобства пользования гл. 4.2. и во избежание возникновения при этом ошибок ниже приводятся номера параграфов главы 4.2. и наименования и номера относящихся к ним СНиПов, ГОСТов и СанПиНов.

Параграф	Нормативные документы
4.2.54	ГОСТ 1516.3-96 «Электрооборудование переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ»
4.2.72	ГОСТ 12.1.002-84 «Электрические поля промышленной частоты»
4.2.73	СанПиН 2.2.4.723-98 «Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях»
4.2.80	СанПиН 2.2.4.723-98 «Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях»
4.2.94	СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»
4.2.148	ГОСТ 1516.3-96 «Электрооборудование переменного тока на напряжение от 1 до 750 кВ»
4.2.154	ГОСТ 16357-83 «Разрядники вентильные переменного тока на номинальные напряжения от 3,8 до 600 кВ»
4.2.155	ГОСТ 16357-83 «Разрядники вентильные переменного тока на номинальное напряжение от 3,8 до 600 кВ»
4.2.160	ГОСТ 16357-83 «Разрядники вентильные переменного тока на номинальное напряжение от 3,8 до 600 кВ»
4.2.161	ГОСТ 16357-83 «Разрядники вентильные переменного тока на номинальное напряжение от 3,8 до 600 кВ»
4.2.162	ГОСТ 16357-83 «Разрядники вентильные переменного тока на номинальное напряжение от 3,8 до 600 кВ»
4.2.164	ГОСТ 16357-83 «Разрядники вентильные переменного тока на номинальное напряжение от 3,8 до 600 кВ»
4.2.165	ГОСТ 16357-83 «Разрядники вентильные переменного тока на номинальное напряжение от 3,8 до 600 кВ»

Раздел 6 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

УТВЕРЖДЕНО
Минтопэнерго России
06 октября 1999 г.

Глава 6.1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Область применения. Определения

6.1.1. Настоящий раздел Правил распространяется на установки электрического освещения зданий, помещений и сооружений наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов, территорий предприятий и учреждений, на установки оздоровительного ультрафиолетового облучения длительного действия, установки световой рекламы, световые знаки и иллюминационные установки.

6.1.2. Электрическое освещение специальных установок (жилых и общественных зданий, зрелищных предприятий, клубных учреждений, спортивных сооружений, взрывоопасных и пожароопасных зон) кроме требований настоящего раздела должно удовлетворять также требованиям соответствующих глав разд. 7.

6.1.3. Питающая осветительная сеть - сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до ВУ, ВРУ, ГРЩ.

6.1.4. Распределительная сеть - сеть от ВУ, ВРУ, ГРЩ до распределительных пунктов, щитков и пунктов питания наружного освещения.

6.1.5. Групповая сеть - сеть от щитков до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников.

6.1.6. Пункт питания наружного освещения - электрическое распределительное устройство для присоединения групповой сети наружного освещения к источнику питания.

6.1.7. Фаза ночного режима - фаза питающей или распределительной сети наружного освещения, не отключаемая в ночные часы.

6.1.8. Каскадная система управления наружным освещением - система, осуществляющая последовательное включение (отключение) участков групповой сети наружного освещения.

6.1.9. Провода зарядки светильника - провода, прокладываемые внутри светильника от установленных в нем контактных зажимов или штепсельных разъемов для присоединения к сети (для светильника, не имеющего внутри контактных зажимов или штепсельного разъема, - провода или кабели от места присоединения светильника к сети) до установленных в светильнике аппаратов и ламповых патронов.

Общие требования

6.1.10. Нормы освещенности, ограничения слепящего действия светильников, пульсаций освещенности и другие качественные показатели осветительных установок, виды и системы освещения должны приниматься согласно требованиям СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» и другим нормативным документам, утвержденным или согласованным с Госстроем (Минстроем) РФ и министерствами и ведомствами Российской Федерации в установленном порядке.

Светильники должны соответствовать требованиям норм пожарной безопасности НПБ 249-97 «Светильники. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний».

6.1.11. Для электрического освещения следует, как правило, применять разрядные лампы низкого давления (например, люминесцентные), лампы высокого давления (например металлогалогенные типа ДРИ, ДРИЗ, натриевые типа ДНаТ, ксеноновые типов ДКсТ, ДКсТЛ, ртутно-вольфрамовые, ртутные типа ДРЛ). Допускается использование и ламп накаливания.

Применение для внутреннего освещения ксеноновых ламп типа ДКсТ (кроме ДКсТЛ) допускается с разрешения Госсанинспекции и при условии, что горизонтальная освещенность на уровнях, где возможно длительное пребывание людей, не превышает 150 лк, а места нахождения крановщиков экранированы от прямого света ламп.

При применении люминесцентных ламп в осветительных установках должны соблюдаться следующие условия для обычного исполнения светильников:

1. Температура окружающей среды не должна быть ниже 5 °С.
2. Напряжение у осветительных приборов должно быть не менее 90 % номинального.

6.1.12. Для аварийного освещения рекомендуется применять светильники с лампами

накаливания или люминесцентными.

Разрядные лампы высокого давления допускается использовать при обеспечении их мгновенного зажигания и перезажигания.

6.1.13. Для питания осветительных приборов общего внутреннего и наружного освещения, как правило, должно применяться напряжение не выше 220 В переменного или постоянного тока. В помещениях без повышенной опасности напряжение 220 В может применяться для всех стационарно установленных осветительных приборов вне зависимости от высоты их установки.

Напряжение 380 В для питания осветительных приборов общего внутреннего и наружного освещения может использоваться при соблюдении следующих условий:

1. Ввод в осветительный прибор и независимый, не встроенный в прибор, пускорегулирующий аппарат выполняется проводами или кабелем с изоляцией на напряжение не менее 660 В.

2. Ввод в осветительный прибор двух или трех проводов разных фаз системы 660/380 В не допускается.

6.1.14. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных при высоте установки светильников общего освещения над полом или площадкой обслуживания менее 2,5 м применение светильников класса защиты 0 запрещается, необходимо применять светильники класса защиты 2 или 3. Допускается использование светильников класса защиты 1, в этом случае цепь должна быть защищена устройством защитного отключения (УЗО) с током срабатывания до 30 мА.

Указанные требования не распространяются на светильники, обслуживаемые с кранов. При этом расстояние от светильников до настила моста крана должно быть не менее 1,8 м или светильники должны быть подвешены не ниже нижнего пояса ферм перекрытия, а обслуживание этих светильников с кранов должно выполняться с соблюдением требований техники безопасности.

6.1.15. В установках освещения фасадов зданий, скульптур, монументов, подсвета зелени с использованием осветительных приборов, установленных ниже 2,5 м от поверхности земли или площадки обслуживания, может применяться напряжение до 380 В при степени защиты осветительных приборов не ниже IP54.

В установках освещения фонтанов и бассейнов номинальное напряжение питания погружаемых в воду осветительных приборов должно быть не более 12 В.

6.1.16. Для питания светильников местного стационарного освещения с лампами накаливания должны применяться напряжения: в помещениях без повышенной опасности - не выше 220 В и в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных - не выше 50 В. В помещениях с повышенной опасностью и особо опасных допускается напряжение до 220 В для светильников, в этом случае должно быть предусмотрено или защитное отключение линии при токе утечки до 30 мА, или питание каждого светильника через разделяющий трансформатор (разделяющий трансформатор может иметь несколько электрически не связанных вторичных обмоток).

Для питания светильников местного освещения с люминесцентными лампами может применяться напряжение не выше 220 В. При этом в помещениях сырых, особо сырых, жарких и с химически активной средой применение люминесцентных ламп для местного освещения допускается только в арматуре специальной конструкции.

Лампы ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ и ДНаТ могут применяться для местного освещения при напряжении не выше 220 В в арматуре, специально предназначенной для местного освещения.

6.1.17. Для питания переносных светильников в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных должно применяться напряжение не выше 50 В.

При наличии особо неблагоприятных условий, а именно когда опасность поражения электрическим током усугубляется теснотой, неудобным положением работающего, соприкосновением с большими металлическими, хорошо заземленными поверхностями (например работа в котлах), и в наружных установках для питания ручных светильников должно применяться напряжение не выше 12 В.

Переносные светильники, предназначенные для подвешивания, настольные, напольные и т.п. приравниваются при выборе напряжения к стационарным светильникам местного стационарного освещения (п. 6.1.16).

Для переносных светильников, устанавливаемых на переставных стойках на высоте 2,5 м и более, допускается применять напряжение до 380 В.

6.1.18. Питание светильников напряжением до 50 В должно производиться от разделяющих трансформаторов или автономных источников питания.

6.1.19. Допустимые отклонения и колебания напряжения у осветительных приборов не должны превышать указанных в ГОСТ 13109-87 «Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения».

6.1.20. Питание силовых и осветительных электроприемников при напряжении 380/220 В рекомендуется производить от общих трансформаторов при условии соблюдения требований п. 6.1.19.

Аварийное освещение

6.1.21. Аварийное освещение разделяется на освещение безопасности и эвакуационное.

Освещение безопасности предназначено для продолжения работы при аварийном отключении рабочего освещения.

Светильники рабочего освещения и светильники освещения безопасности в производственных и общественных зданиях и на открытых пространствах должны питаться от независимых источников.

6.1.22. Светильники и световые указатели эвакуационного освещения в производственных зданиях с естественным освещением и в общественных и жилых зданиях должны быть присоединены к сети, не связанной с сетью рабочего освещения, начиная от щита подстанции (распределительного пункта освещения) или, при наличии только одного ввода, начиная от вводного распределительного устройства.

6.1.23. Питание светильников и световых указателей эвакуационного освещения в производственных зданиях без естественного освещения следует выполнять аналогично питанию светильников освещения безопасности (п. 6.1.21).

В производственных зданиях без естественного света в помещениях, где может одновременно находиться 20 человек и более, независимо от наличия освещения безопасности должно предусматриваться эвакуационное освещение по основным проходам и световые указатели «выход», автоматически переключаемые при прекращении их питания на третий независимый внешний или местный источник (аккумуляторная батарея, дизель-генераторная установка и т.п.), не используемый в нормальном режиме для питания рабочего освещения, освещения безопасности и эвакуационного освещения, или светильники эвакуационного освещения и указатели «выход» должны иметь автономный источник питания.

6.1.24. При отнесении всех или части светильников освещения безопасности и эвакуационного освещения к особой группе первой категории по надежности электроснабжения необходимо предусматривать дополнительное питание этих светильников от третьего независимого источника.

6.1.25. Светильники эвакуационного освещения, световые указатели эвакуационных и (или) запасных выходов в зданиях любого назначения, снабженные автономными источниками питания, в нормальном режиме могут питаться от сетей любого вида освещения, не отключаемых во время функционирования зданий.

6.1.26. Для помещений, в которых постоянно находятся люди или которые предназначены для постоянного прохода персонала или посторонних лиц и в которых требуется освещение безопасности или эвакуационное освещение, должна быть обеспечена возможность включения указанных видов освещения в течение всего времени, когда включено рабочее освещение, или освещение безопасности и эвакуационное освещение должны включаться автоматически при аварийном погасании рабочего освещения.

6.1.27. Применение для рабочего освещения, освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения общих групповых щитков, а также установка аппаратов

управления рабочим освещением, освещением безопасности и (или) эвакуационным освещением, за исключением аппаратов вспомогательных цепей (например сигнальных ламп, ключей управления), в общих шкафах не допускается.

Разрешается питание освещения безопасности и эвакуационного освещения от общих щитков.

6.1.28. Использование сетей, питающих силовые электроприемники, для питания освещения безопасности и эвакуационного освещения в производственных зданиях без естественного освещения не допускается.

6.1.29. Допускается применение ручных осветительных приборов с аккумуляторами или сухими элементами для освещения безопасности и эвакуационного освещения взамен стационарных светильников (здания и помещения без постоянного пребывания людей, здания площадью застройки не более 250 м²).

Выполнение и защита осветительных сетей

6.1.30. Осветительные сети должны быть выполнены в соответствии с требованиями гл. 2.1-2.4, а также дополнительными требованиями, приведенными в гл. 6.2-6.4 и 7.1-7.4.

6.1.31. Сечение нулевых рабочих проводников трехфазных питающих и групповых линий с лампами люминесцентными, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ при одновременном отключении всех фазных проводов линии должно выбираться:

1. Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с компенсированными пускорегулирующими аппаратами, равным фазному независимо от сечения.

2. Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с некомпенсированными пускорегулирующими аппаратами, равным фазному при сечении фазных проводников менее или равном 16 мм² для медных и 25 мм² для алюминиевых проводов и не менее 50 % сечения фазных проводников при больших сечениях, но не менее 16 мм² для медных и 25 мм² для алюминиевых проводов.

6.1.32. При защите трехфазных осветительных питающих и групповых линий предохранителями или однополюсными автоматическими выключателями при любых источниках света сечение нулевых рабочих проводников следует принимать равным сечению фазных проводников.

6.1.33. Защита осветительных сетей должна выполняться в соответствии с требованиями гл. 3.1 с дополнениями, приведенными в пп. 6.1.34-6.1.35, 6.2.9-6.2.11, 6.3.40, 6.4.10.

При выборе токов аппаратов защиты должны учитываться пусковые токи при включении мощных ламп накаливания и ламп ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ.

Аппараты защиты следует располагать по возможности группами в доступных для обслуживания местах. Рассредоточенная установка аппаратов защиты допускается при питании освещения от шинопроводов (п. 6.2.7).

6.1.34. Аппараты защиты независимо от требований пп. 6.2.7 и 6.2.8 в питающей осветительной сети следует устанавливать на вводах в здания.

6.1.35. Трансформаторы, используемые для питания светильников до 50 В, должны быть защищены со стороны высшего напряжения. Защита должна быть предусмотрена также на отходящих линиях низшего напряжения.

Если трансформаторы питаются отдельными группами от щитков и аппарат защиты на щитке обслуживает не более трех трансформаторов, то установка дополнительных аппаратов защиты со стороны высшего напряжения каждого трансформатора необязательна.

6.1.36. Установка предохранителей, автоматических и неавтоматических однополюсных выключателей в нулевых рабочих проводах в сетях с заземленной нейтралью запрещается.

Защитные меры безопасности

6.1.37. Защитное заземление установок электрического освещения должно выполняться согласно требованиям гл. 1.7, а также дополнительным требованиям, приведенным в пп. 6.1.38-6.1.47, 6.4.9 и гл. 7.1-7.4.

6.1.38. Защитное заземление металлических корпусов светильников общего освещения с лампами накаливания и с лампами люминесцентными, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, натриевыми со

встроенными внутрь светильника пускорегулирующими аппаратами следует осуществлять:

1. В сетях с заземленной нейтралью - присоединением к заземляющему винту корпуса светильника РЕ проводника.

Заземление корпуса светильника ответвлением от нулевого рабочего провода внутри светильника запрещается.

2. В сетях с изолированной нейтралью, а также в сетях, переключаемых на питание от аккумуляторной батареи, - присоединением к заземляющему винту корпуса светильника защитного проводника.

При вводе в светильник проводов, не имеющих механической защиты, защитный проводник должен быть гибким.

6.1.39. Защитное заземление корпусов светильников общего освещения с лампами ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ и люминесцентными с вынесенными пускорегулирующими аппаратами следует осуществлять при помощи перемычки между заземляющим винтом заземленного пускорегулирующего аппарата и заземляющим винтом светильника.

6.1.40. Металлические отражатели светильников с корпусами из изолирующих материалов заземлять не требуется.

6.1.41. Защитное заземление металлических корпусов светильников местного освещения на напряжение выше 50 В должно удовлетворять следующим требованиям:

1. Если защитные проводники присоединяются не к корпусу светильника, а к металлической конструкции, на которой светильник установлен, то между этой конструкцией, кронштейном и корпусом светильника должно быть надежное электрическое соединение.

2. Если между кронштейном и корпусом светильника нет надежного электрического соединения, то оно должно быть осуществлено при помощи специально предназначенного для этой цели защитного проводника.

6.1.42. Защитное заземление металлических корпусов светильников общего освещения с любыми источниками света в помещениях как без повышенной опасности, так и с повышенной опасностью и особо опасных, во вновь строящихся и реконструируемых жилых и общественных зданиях, а также в административно-конторских, бытовых, проектно-конструкторских, лабораторных и т.п. помещениях промышленных предприятий (приближающихся по своему характеру к помещениям общественных зданий) следует осуществлять в соответствии с требованиями гл. 7.1.

6.1.43. В помещениях без повышенной опасности производственных, жилых и общественных зданий при напряжении выше 50 В должны применяться переносные светильники класса I по ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

Групповые линии, питающие штепсельные розетки, должны выполняться в соответствии с требованиями гл. 7.1., при этом в сетях с изолированной нейтралью защитный проводник следует подключать к заземлителю.

6.1.44. Защитные проводники в сетях с заземленной нейтралью в групповых линиях, питающих светильники общего освещения и штепсельные розетки (пп. 6.1.42, 6.1.43), нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать под общий контактный зажим.

6.1.45. При выполнении защитного заземления осветительных приборов наружного освещения должно выполняться также подключение железобетонных и металлических опор, а также тросов к заземлителю в сетях с изолированной нейтралью и к РЕ (PEN) проводнику в сетях с заземленной нейтралью.

6.1.46. При установке осветительных приборов наружного освещения на железобетонных и металлических опорах электрифицированного городского транспорта в сетях с изолированной нейтралью осветительные приборы и опоры заземлять не допускается, в сетях с заземленной нейтралью осветительные приборы и опоры должны быть подсоединены к PEN проводнику линии.

6.1.47. При питании наружного освещения воздушными линиями должна выполняться

защита от атмосферных перенапряжений в соответствии с гл. 2.4.

6.1.48. При выполнении схем питания светильников и штепсельных розеток следует выполнять требования по установке УЗО, изложенные в гл. 7.1 и 7.2.

6.1.49. Для установок наружного освещения: освещения фасадов зданий, монументов и т.п., наружной световой рекламы и указателей в сетях TN-S или TN-C-S рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 30 мА, при этом фоновое значение токов утечки должно быть, по крайней мере, в 3 раза меньше уставки срабатывания УЗО по дифференциальному току.

Глава 6.2 ВНУТРЕННЕЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Общие требования

6.2.1. Светильники с люминесцентными лампами должны применяться с пускорегулирующими аппаратами, обеспечивающими коэффициент мощности не ниже 0,9 при светильниках на две лампы и более и 0,85 при одноламповых светильниках.

Для ламп типа ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ может применяться как групповая, так и индивидуальная компенсация реактивной мощности. При наличии технико-экономических обоснований допускается применение указанных ламп без устройства компенсации реактивной мощности. При групповой компенсации должны отключаться компенсирующие устройства одновременно с отключением ламп.

6.2.2. Питание светильника местного освещения (без понижающего трансформатора или через понижающий трансформатор) может осуществляться при помощи ответвления от силовой цепи механизма или станка, для которых предназначен светильник.

При этом может не устанавливаться отдельный защитный аппарат в осветительной цепи, если защитный аппарат силовой цепи имеет ток уставки не более 25 А.

Ответвление к светильникам местного освещения при напряжении более 50 В в пределах рабочего места должно выполняться в трубах и коробах из негорючих материалов и других механически прочных конструкциях.

6.2.3. Питание установок оздоровительного ультрафиолетового облучения должно производиться; установок длительного действия - по отдельным групповым линиям от щитков рабочего освещения или самостоятельных групповых щитков; установок кратковременного действия (фотариев) - по отдельным линиям от электросиловой сети или питающей сети рабочего освещения.

Питающая осветительная сеть

6.2.4. Рабочее освещение рекомендуется питать по самостоятельным линиям от распределительных устройств подстанций, щитов, шкафов, распределительных пунктов, магистральных и распределительных шинопроводов.

6.2.5. Рабочее освещение, освещение безопасности и эвакуационное освещение допускается питать от общих линий с электросиловыми установками или от силовых распределительных пунктов (исключение п. 6.1.28). При этом должны соблюдаться требования к допустимым отклонениям и колебаниям напряжения в осветительной сети в соответствии с ГОСТ 13109-87.

6.2.6. Линии питающей сети рабочего освещения, освещения безопасности и эвакуационного освещения, а также линии, питающие иллюминационные установки и световую рекламу, должны иметь в распределительных устройствах, от которых эти линии отходят, самостоятельные аппараты защиты и управления для каждой линии.

Допускается устанавливать общий аппарат управления для нескольких линий одного вида освещения или установок, отходящих от распределительного устройства.

6.2.7. При использовании шинопроводов в качестве линий питающей осветительной сети вместо групповых щитков могут применяться присоединяемые к шинопроводу отдельные аппараты защиты и управления для питания групп светильников. При этом должен быть обеспечен удобный и безопасный доступ к указанным аппаратам.

6.2.8. В местах присоединения линий питающей осветительной сети к линии питания электросиловых установок или к силовым распределительным пунктам (п. 6.2.5) должны

устанавливаться аппараты защиты и управления.

При питании осветительной сети от силовых распределительных пунктов, к которым присоединены непосредственно силовые электроприемники, осветительная сеть должна подключаться к вводным зажимам этих пунктов.

Групповая сеть

6.2.9. Линии групповой сети внутреннего освещения должны быть защищены предохранителями или автоматическими выключателями.

6.2.10. Каждая групповая линия, как правило, должна содержать на фазу не более 20 ламп накаливания, ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ, в это число включаются также штепсельные розетки.

В производственных, общественных и жилых зданиях на однофазные группы освещения лестниц, этажных коридоров, холлов, технических подполий и чердаков допускается присоединять до 60 ламп накаливания каждая мощностью до 60 Вт.

Для групповых линий, питающих световые карнизы, световые потолки и т.п. с лампами накаливания, а также светильники с люминесцентными лампами мощностью до 80 Вт, рекомендуется присоединять до 60 ламп на фазу; для линий, питающих светильники с люминесцентными лампами мощностью до 40 Вт включительно, может присоединяться до 75 ламп на фазу и мощностью до 20 Вт включительно - до 100 ламп на фазу.

Для групповых линий, питающих многоламповые люстры, число ламп любого типа на фазу не ограничивается.

В групповых линиях, питающих лампы мощностью 10 кВт и больше, каждая лампа должна иметь самостоятельный аппарат защиты.

6.2.11. В начале каждой групповой линии, в том числе питаемой от шинопроводов, должны быть установлены аппараты защиты на всех фазных проводниках. Установка аппаратов защиты в нулевых защитных проводниках запрещается.

6.2.12. Рабочие нулевые проводники групповых линий должны прокладываться при применении металлических труб совместно с фазными проводниками в одной трубе, а при прокладке кабелями или многожильными проводами должны быть заключены в общую оболочку с фазными проводами.

6.2.13. Совместная прокладка проводов и кабелей групповых линий рабочего освещения с групповыми линиями освещения безопасности и эвакуационного освещения не рекомендуется.

Допускается их совместная прокладка на одном монтажном профиле, в одном коробе, лотке при условии, что приняты специальные меры, исключающие возможность повреждения проводов освещения безопасности и эвакуационного при неисправности проводов рабочего освещения, в корпусах и штангах светильников.

6.2.14. Светильники рабочего освещения, освещения безопасности или эвакуационного освещения допускается питать от разных фаз одного трехфазного шинопровода при условии прокладки к шинопроводу самостоятельных линий для рабочего освещения и освещения безопасности или эвакуационного освещения.

6.2.15. Светильники, устанавливаемые в подвесные потолки из горючих материалов, должны иметь между местами их примыкания к конструкции потолка прокладки из негорючих теплоустойчивых материалов в соответствии с требованиями НПБ 249-97.

Глава 6.3 НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Источники света, установка осветительных приборов и опор

6.3.1. Для наружного освещения могут применяться любые источники света (см. п. 6.1.11).

Для охранного освещения территорий предприятий применение разрядных ламп не допускается в случаях, когда охранное освещение нормально не включено и включается автоматически от действия охранной сигнализации.

6.3.2. Осветительные приборы наружного освещения (светильники, прожекторы) могут устанавливаться на специально предназначенных для такого освещения опорах, а также на опорах воздушных линий до 1 кВ, опорах контактной сети электрифицированного городского транспорта всех видов токов напряжением до 600 В, стенах и перекрытиях

зданий и сооружений, мачтах (в том числе мачтах отдельно стоящих молниеотводов), технологических эстакадах, площадках технологических установок и дымовых труб, парапетах и ограждениях мостов и транспортных эстакад, на металлических, железобетонных и других конструкциях зданий и сооружений независимо от отметки их расположения, могут быть подвешены на тросах, укрепленных на стенах зданий и опорах, а также установлены на уровне земли и ниже.

6.3.3. Установка светильников наружного освещения на опорах ВЛ до 1 кВ должна выполняться:

1. При обслуживании светильников с телескопической вышки с изолирующим звеном, как правило, выше проводов ВЛ или на уровне нижних проводов ВЛ при размещении светильников и проводов ВЛ с разных сторон опоры. Расстояние по горизонтали от светильника до ближайшего провода ВЛ должно быть не менее 0,6 м.

2. При обслуживании светильников иными способами - ниже проводов ВЛ. Расстояние по вертикали от светильника до провода ВЛ (в свету) должно быть не менее 0,2 м, расстояние по горизонтали от светильника до опоры (в свету) должно быть не более 0,4 м.

6.3.4. При подвеске светильников на тросах должны приниматься меры по исключению раскачивания светильников от воздействия ветра.

6.3.5. Над проезжей частью улиц, дорог и площадей светильники должны устанавливаться на высоте не менее 6,5 м.

При установке светильников над контактной сетью трамвая высота установки светильников должна быть не менее 8 м до головки рельса. При расположении светильников над контактной сетью троллейбуса - не менее 9 м от уровня проезжей части. Расстояние по вертикали от проводов линий уличного освещения до поперечин контактной сети или до подвешенных к поперечинам иллюминационных гирлянд должно быть не менее 0,5 м.

6.3.6. Над бульварами и пешеходными дорогами светильники должны устанавливаться на высоте не менее 3 м.

Наименьшая высота установки осветительных приборов для освещения газонов и фасадов зданий и сооружений и для декоративного освещения не ограничивается при условии соблюдения требований п. 6.1.15.

Установка осветительных приборов в приямах ниже уровня земли разрешается при наличии дренажных или других аналогичных устройств по удалению воды из приямков.

6.3.7. Для освещения транспортных развязок, городских и других площадей светильники могут устанавливаться на опорах высотой 20 м и более при условии обеспечения безопасности их обслуживания (например опускание светильников, устройство площадок, использование вышек и т.п.).

Допускается размещать светильники в парапетах и ограждениях мостов и эстакад из негорючих материалов на высоте 0,9-1,3 м над проезжей частью при условии защиты от прикосновений к токоведущим частям светильников.

6.3.8. Опоры установок освещения площадей, улиц, дорог должны располагаться на расстоянии не менее 1 м от лицевой грани бортового камня до внешней поверхности цоколя опоры на магистральных улицах и дорогах с интенсивным транспортным движением и не менее 0,6 м на других улицах, дорогах и площадях. Это расстояние разрешается уменьшать до 0,3 м при условии отсутствия маршрутов городского транспорта и грузовых машин. При отсутствии бортового камня расстояние от кромки проезжей части до внешней поверхности цоколя опоры должно быть не менее 1,75 м.

На территориях промышленных предприятий расстояние от опоры наружного освещения до проезжей части рекомендуется принимать не менее 1 м. Допускается уменьшение этого расстояния до 0,6 м.

6.3.9. Опоры освещения улиц и дорог, имеющих разделительные полосы шириной 4 м и более, могут устанавливаться по центру разделительных полос.

6.3.10. На улицах и дорогах, имеющих кюветы, допускается устанавливать опоры за кюветом, если расстояние от опоры до ближайшей границы проезжей части не превышает 4 м.

Опора не должна находиться между пожарным гидрантом и проезжей частью.

6.3.11. Опоры на пересечениях и примыканиях улиц и дорог рекомендуется устанавливать на расстоянии не менее 1,5 м от начала закругления тротуаров, не нарушая линии установки опор.

6.3.12. Опоры наружного освещения на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах, транспортных эстакадах и т.п.) следует устанавливать в створе ограждений в стальных станинах или на фланцах, прикрепляемых к несущим элементам инженерного сооружения.

6.3.13. Опоры для светильников освещения аллей и пешеходных дорог должны располагаться вне пешеходной части.

6.3.14. Светильники на улицах и дорогах с рядовой посадкой деревьев должны устанавливаться вне крон деревьев на удлиненных кронштейнах, обращенных в сторону проезжей части улицы, или следует применять тросовую подвеску светильников.

Питание установок наружного освещения

6.3.15. Питание установок наружного освещения может выполняться непосредственно от трансформаторных подстанций, распределительных пунктов и вводно-распределительных устройств (ВРУ).

6.3.16. Для питания светильников уличного освещения, а также наружного освещения промышленных предприятий должны прокладываться, как правило, самостоятельные линии.

Питание светильников допускается выполнять от дополнительно прокладываемых для этого фазных и общего нулевого провода воздушной электрической сети города, населенного пункта, промышленного предприятия.

6.3.17. Осветительные установки городских транспортных и пешеходных тоннелей, осветительные установки улиц, дорог и площадей категории А по надежности электроснабжения относятся ко второй категории, остальные наружные осветительные установки - к третьей категории.

6.3.18. Питание светильников освещения территорий микрорайонов следует осуществлять непосредственно от пунктов питания наружного освещения или от проходящих вблизи сетей уличного освещения (исключая сети улиц категории А) в зависимости от принятой в населенном пункте системы эксплуатации. Светильники наружного освещения территорий детских яслей-садов, общеобразовательных школ, школ-интернатов, больниц, госпиталей, санаториев, пансионатов, домов отдыха, пионерлагерей могут питаться как от вводных устройств этих зданий или трансформаторных подстанций, так и от ближайших распределительных сетей наружного освещения при условии соблюдения требований п. 6.5.27.

6.3.19. Освещение открытых технологических установок, открытых площадок производства работ, открытых эстакад, складов и других открытых объектов при производственных зданиях может питаться от сетей внутреннего освещения зданий, к которым эти объекты относятся.

6.3.20. Охранное освещение рекомендуется питать, как правило, по самостоятельным линиям.

6.3.21. Питание осветительных приборов подъездов к противопожарным водоисточникам (гидрантам, водоемам и др.) следует осуществлять от фаз ночного режима сети наружного освещения.

6.3.22. Светильники, установленные у входов в здания, рекомендуется присоединять к групповой сети внутреннего освещения и в первую очередь к сети освещения безопасности или эвакуационного освещения, которые включаются одновременно с рабочим освещением.

6.3.23. В установках наружного освещения светильники с разрядными источниками должны иметь индивидуальную компенсацию реактивной мощности. Коэффициент мощности должен быть не ниже 0,85.

6.3.24. При применении прожекторов с разрядными источниками света допускается групповая компенсация реактивной мощности.

При групповой компенсации необходимо обеспечивать отключение компенсирующих устройств одновременно с отключением компенсируемых ими установок.

Выполнение и защита сетей наружного освещения

6.3.25. Сети наружного освещения рекомендуется выполнять кабельными или воздушными с использованием самонесущих изолированных проводов. В обоснованных случаях для воздушных распределительных сетей освещения улиц, дорог, площадей, территорий микрорайонов и населенных пунктов допускается использование неизолированных проводов.

6.3.26. По опорам контактной сети электрифицированного транспорта напряжением до 600 В постоянного тока разрешается прокладка кабельных линий для питания установленных на опорах осветительных приборов наружного освещения, допускается использование самонесущих изолированных проводов.

6.3.27. Воздушные линии наружного освещения должны выполняться согласно требованиям гл. 2.4.

Пересечения линий с улицами и дорогами при пролетах не более 40 м допускается выполнять без применения анкерных опор и двойного крепления проводов.

6.3.28. Нулевые проводники сети общего пользования, выполненные неизолированными проводами, при использовании их для наружного освещения следует располагать ниже фазных проводов сети общего пользования и фазных проводов сети наружного освещения.

При использовании существующих опор, принадлежащих электросетевым организациям, не занимающимся эксплуатацией наружного освещения, допускается располагать фазные провода сети наружного освещения ниже нулевых проводников сети общего пользования.

6.3.29. В местах перехода кабельных линий к воздушным рекомендуется предусматривать отключающие устройства, установленные на опорах на высоте не менее 2,5 м. Установка отключающих устройств не требуется в местах кабельных выходов из пунктов питания наружного освещения на опоры, а также переходов дорог и обходов препятствий, выполняемых кабелем.

6.3.30. В целях резервирования распределительных кабельных линий или линий, выполненных самонесущими изолированными проводами, между крайними светильниками соседних участков для магистральных улиц городов рекомендуется предусматривать нормально отключаемые перемычки (резервные кабельные линии).

При использовании указанных перемычек, в отступление от п. 6.1.19, снижение напряжения у осветительных приборов допускается увеличивать до 10 % номинального.

6.3.31. Воздушные линии наружного освещения должны выполняться без учета резервирования, а их провода могут быть разного сечения по длине линии.

6.3.32. Ответвления к светильникам от кабельных линий наружного освещения рекомендуется выполнять, как правило, без разрезания жил кабеля.

При прокладке указанных кабельных линий на инженерных сооружениях следует предусматривать меры для удобной разделки ответвлений от кабеля к опоре и возможность замены кабеля участками.

6.3.33. Ввод кабеля в опоры должен ограничиваться цоколем опоры. Цоколи должны иметь размеры, достаточные для размещения в них кабельных разделок и предохранителей или автоматических выключателей, устанавливаемых на ответвлениях к осветительным приборам, и дверцу с замком для эксплуатационного обслуживания.

Допускается использовать специальные ящики ввода, устанавливаемые на опорах.

6.3.34. Электропроводка внутри опор наружного освещения должна выполняться изолированными проводами в защитной оболочке или кабелями. Внутри совмещенных опор наружного освещения и контактных сетей электрифицированного городского транспорта должны применяться кабели с изоляцией на напряжение не менее 660 В.

6.3.35. Линии, питающие светильники, подвешенные на тросах, должны выполняться кабелями, проложенными по тросу, самонесущими изолированными проводами или неизолированными проводами, проложенными на изоляторах при условии соблюдения требований разд. 2.

6.3.36. Тросы для подвески светильников и питающих линий сети допускается крепить к конструкциям зданий. При этом тросы должны иметь амортизаторы.

6.3.37. В сетях наружного освещения, питающих осветительные приборы с разрядными лампами, в однофазных цепях сечение нулевых рабочих проводников должно быть равным

фазному.

В трехфазных сетях при одновременном отключении всех фазных проводов линии сечение нулевых рабочих проводников должно выбираться:

1. Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с компенсированными пускорегулирующими аппаратами, равным фазному независимо от сечения.

2. Для участков сети, по которым протекает ток от ламп с некомпенсированными пускорегулирующими аппаратами, равным фазному при сечении фазных проводников менее или равным 16 мм^2 для медных и 25 мм^2 для алюминиевых проводов и не менее 50 % сечения фазных проводников при больших сечениях, но не менее 16 мм^2 для медных и 25 мм^2 для алюминиевых проводов.

6.3.38. Прокладку линий, питающих прожекторы, светильники и другое электрооборудование, устанавливаемое на конструкциях с молниеотводами открытых распределительных устройств напряжением выше 1 кВ, следует выполнять согласно требованиям гл. 4.2.

6.3.39. Коэффициент спроса при расчете сети наружного освещения следует принимать равным 1,0.

6.3.40. На линиях наружного освещения, имеющих более 20 светильников на фазу, ответвления к каждому светильнику должны защищаться индивидуальными предохранителями или автоматическими выключателями.

Глава 6.4 СВЕТОВАЯ РЕКЛАМА, ЗНАКИ И ИЛЛЮМИНАЦИЯ

6.4.1. Для питания газосветных трубок должны применяться сухие трансформаторы в металлическом кожухе, имеющие вторичное напряжение не выше 15 кВ. Трансформаторы должны длительно выдерживать работу при коротком замыкании в цепи вторичной обмотки.

Открытые токоведущие части открыто установленных трансформаторов должны быть удалены от горючих материалов и конструкций не менее чем на 50 мм.

6.4.2. Трансформаторы для питания газосветных трубок должны быть установлены по возможности в непосредственной близости от питаемых ими трубок в местах, недоступных для посторонних лиц, или в металлических ящиках, сконструированных таким образом, чтобы при открытии ящика трансформатор отключался со стороны первичного напряжения. Рекомендуются использование указанных ящиков в качестве конструктивной части самих трансформаторов.

6.4.3. В общем ящике с трансформатором допускается установка блокировочных и компенсирующих устройств, а также аппаратов первичного напряжения при условии надежного автоматического отключения трансформатора от сети при помощи блокировочного устройства, действующего при открывании ящика.

6.4.4. Магазинные и подобные им витрины, в которых смонтированы части высшего напряжения газосветных установок, должны быть оборудованы блокировкой, действующей только на отключение установки со стороны первичного напряжения при открывании витрин, т.е. подача напряжения на установку должна осуществляться персоналом вручную при закрытой витрине.

6.4.5. Все части газосветной установки, расположенные вне витрин, снабженных блокировкой, должны находиться на высоте не менее 3 м над уровнем земли и не менее 0,5 м над поверхностью площадок обслуживания, крыш и других строительных конструкций.

6.4.6. Доступные для посторонних лиц и находящиеся под напряжением части газосветной установки должны быть ограждены в соответствии с гл. 4.2 и снабжены предупредительными плакатами.

6.4.7. Открытые токоведущие части газосветных трубок должны отстоять от металлических конструкций или частей здания на расстоянии не менее 20 мм, а изолированные части - не менее 10 мм.

6.4.8. Расстояние между открытыми токоведущими частями газосветных трубок, не находящимися под одинаковым потенциалом, должно быть не менее 50 мм.

6.4.9. Открытые проводящие части газосветной установки на стороне высшего напряжения, а также один из выводов или средняя точка вторичной обмотки

трансформаторов, питающих газосветные трубки, должны быть заземлены.

6.4.10. Трансформаторы или группа трансформаторов, питающие газосветные трубки, должны отключаться со стороны первичного напряжения во всех полюсах аппаратом с видимым разрывом, а также защищаться аппаратом, рассчитанным на номинальный ток трансформатора.

Для отключения трансформаторов допускается применять пакетные выключатели с фиксированным положением рукоятки (головки).

6.4.11. Электроды газосветных трубок в местах присоединения проводов не должны испытывать натяжения.

6.4.12. Сеть на стороне высшего напряжения установок рекламного освещения должна выполняться изолированными проводами, имеющими испытательное напряжение не менее 15 кВ. В местах, доступных для механического воздействия или прикосновения, эти провода следует прокладывать в стальных трубах, коробах и других механически прочных негорючих конструкциях.

Для перемычек между отдельными электродами, имеющих длину не более 0,4 м, допускается применение голых проводов при условии соблюдения расстояний, приведенных в п. 6.4.7.

6.4.13. Рекламные установки на улицах, дорогах и площадях, совпадающие по своей форме и цвету с формой и цветом сигналов светофоров, следует размещать на высоте не менее 8 м от поверхности дороги.

6.4.14. В пешеходных тоннелях длиной более 80 м или имеющих ответвления световые указатели направления движения должны размещаться на стенах или колоннах на высоте не менее 1,8 м от пола.

6.4.15. Световые указатели, светящиеся дорожные знаки, светильники подсвета дорожных знаков и светильники для освещения лестничных сходов и зон выходов пешеходных тоннелей должны быть присоединены к фазам ночного режима наружного освещения (исключение п. 6.4.17).

Информационные световые табло и указатели направления движения пешеходов в пешеходных тоннелях должны быть включены круглосуточно.

6.4.16. Питание световых указателей расположения пожарных водосточников (гидрантов, водоемов и др.) следует осуществлять от фаз ночного режима сети наружного освещения или от сети ближайших зданий.

6.4.17. Присоединение к сетям освещения улиц, дорог и площадей номерных знаков зданий и витрин не допускается (см. п. 7.1.20).

6.4.18. Установки световой рекламы, архитектурного освещения зданий следует, как правило, питать по самостоятельным линиям - распределительным или от сети зданий. Допускаемая мощность указанных установок не более 2 кВт на фазу при наличии резерва мощности сети.

Для линии должна предусматриваться защита от сверхтока и токов утечки (УЗО).

Глава 6.5 УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

Общие требования

6.5.1. Управление наружным освещением должно выполняться независимым от управления внутренним освещением.

6.5.2. В городах и населенных пунктах, на промышленных предприятиях должно предусматриваться централизованное управление наружным освещением (см. также пп. 6.5.24, 6.5.27, 6.5.28).

Централизованное управление рекомендуется также для общего освещения больших производственных помещений (площадью несколько тысяч квадратных метров) и некоторых помещений общественных зданий.

Способы и технические средства для систем централизованного управления наружным и внутренним освещением должны определяться технико-экономическими обоснованиями.

6.5.3. При использовании в системах централизованного управления наружным и внутренним освещением средств телемеханики должны соблюдаться требования гл. 3.3.

6.5.4. Централизованное управление освещением рекомендуется производить:

- ♦ наружным освещением промышленных предприятий - из пункта управления электроснабжением предприятия, а при его отсутствии - с места, где находится обслуживающий персонал;
- ♦ наружным освещением городов и населенных пунктов - из пункта управления наружным освещением;
- ♦ внутренним освещением - из помещения, в котором находится обслуживающий персонал.

6.5.5. Питание устройств централизованного управления наружным и внутренним освещением рекомендуется предусматривать от двух независимых источников.

Питание децентрализованных устройств управления допускается выполнять от линий, питающих осветительные установки.

6.5.6. В системах централизованного управления наружным и внутренним освещением должно предусматриваться автоматическое включение освещения в случаях аварийного отключения питания основной цепи или цепи управления и последующего восстановления питания.

6.5.7. При автоматическом управлении наружным и внутренним освещением, например, в зависимости от освещенности, создаваемой естественным светом, должна предусматриваться возможность ручного управления освещением без использования средств автоматики.

6.5.8. Для управления внутренним и наружным освещением могут использоваться аппараты управления, установленные в распределительных устройствах подстанций, распределительных пунктах питания, вводных распределительных устройствах, групповых щитках.

6.5.9. При централизованном управлении внутренним и наружным освещением должен предусматриваться контроль положения коммутационных аппаратов (включено, отключено), установленных в цепи питания освещения.

В каскадных схемах централизованного управления наружным освещением рекомендуется предусматривать контроль включенного (отключенного) состояния коммутационных аппаратов, установленных в цепи питания освещения.

В каскадных контролируемых схемах централизованного управления наружным освещением (пп. 6.1.8, 6.5.29) допускается не более двух неконтролируемых пунктов питания.

Управление внутренним освещением

6.5.10. При питании освещения зданий от подстанций и сетей, расположенных вне этих зданий, на каждом вводном устройстве в здание должен устанавливаться аппарат управления.

6.5.11. При питании от одной линии четырех и более групповых щитков с числом групп 6 и более на вводе в каждый щиток рекомендуется устанавливать аппарат управления.

6.5.12. В помещениях, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, должно предусматриваться раздельное управление освещением зон.

6.5.13. Выключатели светильников, устанавливаемых в помещениях с неблагоприятными условиями среды, рекомендуется выносить в смежные помещения с лучшими условиями среды.

Выключатели светильников душевых и раздевалок при них, горячих цехов столовых должны устанавливаться вне этих помещений.

6.5.14. В протяженных помещениях с несколькими входами, посещаемых обслуживающим персоналом (например кабельные, теплофикационные, водопроводные тоннели), рекомендуется предусматривать управление освещением от каждого входа или части входов.

6.5.15. В помещениях с четырьмя и более светильниками рабочего освещения, не имеющих освещения безопасности и эвакуационного освещения, светильники рекомендуется распределять не менее чем на две самостоятельно управляемые группы.

6.5.16. Управление освещением безопасности и эвакуационным освещением можно производить: непосредственно из помещения; с групповых щитков; с распределительных пунктов; с вводных распределительных устройств; с распределительных устройств подстанций; централизованно из пунктов управления освещением с использованием системы централизованного управления, при этом аппараты управления должны быть доступны только обслуживающему персоналу.

6.5.17. Управление установками искусственного ультрафиолетового облучения длительного действия должно предусматриваться независимым от управления общим освещением помещений.

6.5.18. Светильники местного освещения должны управляться индивидуальными выключателями, являющимися конструктивной частью светильника или располагаемыми в стационарной части электропроводки. При напряжении до 50 В для управления светильниками допускается использовать штепсельные розетки.

Управление наружным освещением

6.5.19. Система управления наружным освещением должна обеспечивать его отключение в течение не более 3 мин.

Управление наружным освещением рекомендуется осуществлять из ограниченного числа мест.

6.5.20. Для небольших промышленных предприятий и населенных пунктов допускается предусматривать управление наружным освещением коммутационными аппаратами, установленными на линиях питания освещения, при условии доступа обслуживающего персонала к этим аппаратам.

6.5.21. Централизованное управление наружным освещением городов и населенных пунктов рекомендуется выполнять:

- ◆ телемеханическим - при количестве жителей более 50 тыс.;
- ◆ телемеханическим или дистанционным - при количестве жителей от 20 до 50 тыс.;
- ◆ дистанционным - при количестве жителей до 20 тыс.

6.5.22. При централизованном управлении наружным освещением промышленных предприятий должна обеспечиваться возможность местного управления освещением.

6.5.23. Управление освещением открытых технологических установок, открытых складов и других открытых объектов при производственных зданиях, освещение которых питается от сетей внутреннего освещения, рекомендуется производить из этих зданий или централизованно.

6.5.24. Управление наружным освещением города должно осуществляться от одного центрального диспетчерского пункта. В крупнейших городах, территории которых разобщены водными, лесными или естественными преградами рельефа местности, могут предусматриваться районные диспетчерские пункты.

Между центральным и районным диспетчерскими пунктами необходима прямая телефонная связь.

6.5.25. Для снижения освещения улиц и площадей городов в ночное время необходимо предусмотреть возможность отключения части светильников. При этом не допускается отключение двух смежных светильников.

6.5.26. Для пешеходных и транспортных тоннелей должно предусматриваться раздельное управление светильниками дневного, вечернего и ночного режимов работы тоннелей. Для пешеходных тоннелей, кроме того, необходимо обеспечить возможность местного управления.

6.5.27. Управление освещением территорий школ-интернатов, гостиниц, больниц, госпиталей, санаториев, пансионатов, домов отдыха, парков, садов, стадионов и выставок и т.п. рекомендуется осуществлять от системы управления наружным освещением населенного пункта. При этом должна быть обеспечена возможность местного управления.

При питании освещения указанных объектов от сетей внутреннего освещения зданий управление наружным освещением может производиться из этих зданий.

6.5.28. Управление световым ограждением высотных сооружений (мачты, дымовые трубы

и т.п.) рекомендуется предусматривать из объектов, к которым эти сооружения относятся.

6.5.29. Централизованное управление сетями наружного освещения городов, населенных пунктов и промышленных предприятий должно осуществляться путем использования коммутационных аппаратов, устанавливаемых в пунктах питания наружного освещения.

Управление коммутационными аппаратами в сетях наружного освещения городов и населенных пунктов рекомендуется производить, как правило, путем каскадного (последовательного) их включения.

В воздушно-кабельных сетях допускается включение в один каскад до 10 пунктов питания, а в кабельных - до 15 пунктов питания сети уличного освещения.

Глава 6.6 ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ЭЛЕКТРОУСТАНОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

Осветительные приборы

6.6.1. Осветительные приборы должны устанавливаться так, чтобы они были доступны для их монтажа и безопасного обслуживания с использованием при необходимости инвентарных технических средств.

В производственных помещениях, оборудованных мостовыми кранами, участвующими в непрерывном производственном процессе, а также в бескрановых пролетах, в которых доступ к светильникам с помощью напольных и других передвижных средств невозможен или затруднен, установка светильников и другого оборудования и прокладка электрических сетей могут производиться на специальных стационарных мостиках, выполненных из негорючих материалов. Ширина мостиков должна быть не менее 0,6 м, они должны иметь ограждения высотой не менее 1 м.

В общественных зданиях допускается сооружение таких мостиков при отсутствии возможности использования других средств и способов доступа к светильникам.

6.6.2. Светильники, обслуживаемые со стремянок или приставных лестниц, должны устанавливаться на высоте не более 5 м (до низа светильника) над уровнем пола. При этом расположение светильников над крупным оборудованием, приемками и в других местах, где невозможна установка лестниц или стремянок, не допускается.

6.6.3. Светильники, применяемые в установках, подверженных вибрациям и сотрясениям, должны иметь конструкцию, не допускающую самоотвинчивания ламп или их выпадения. Допускается установка светильников с применением амортизирующих устройств.

6.6.4. Для подвесных светильников общего освещения рекомендуется иметь свесы длиной не более 1,5 м. При большей длине свеса должны приниматься меры по ограничению раскачивания светильников под воздействием потоков воздуха.

6.6.5. Во взрывоопасных зонах все стационарно установленные осветительные приборы должны быть жестко укреплены для исключения раскачивания.

При применении во взрывоопасных зонах щелевых световодов должны соблюдаться требования гл. 7.3.

Для помещений, отнесенных к пожароопасным зонам П-Па, должны быть использованы светильники с негорючими рассеивателями в виде сплошного силикатного стекла.

6.6.6. Для обеспечения возможности обслуживания осветительных приборов допускается их установка на поворотных устройствах при условии их жесткого крепления к этим устройствам и подводки питания гибким кабелем с медными жилами.

6.6.7. Для освещения транспортных тоннелей в городах и на автомобильных дорогах рекомендуется применять светильники со степенью защиты IP65.

6.6.8. Светильники местного освещения должны быть укреплены жестко или так, чтобы после перемещения они устойчиво сохраняли свое положение.

6.6.9. Приспособления для подвешивания светильников должны выдерживать в течение 10 мин без повреждения и остаточных деформаций приложенную к ним нагрузку, равную пятикратной массе светильника, а для сложных многоламповых люстр массой 25 кг и более - нагрузку, равную двукратной массе люстры плюс 80 кг.

6.6.10. У стационарно установленных светильников винтовые токоведущие гильзы патронов для ламп с винтовыми цоколями в сетях с заземленной нейтралью должны быть

присоединены к нулевому рабочему проводнику.

Если патрон имеет нетоковедущую винтовую гильзу, нулевой рабочий проводник должен присоединяться к контакту патрона, с которым соединяется винтовой цоколь лампы.

6.6.11. В магазинных витринах допускается применение патронов с лампами накаливания мощностью не более 100 Вт при условии установки их на негорючих основаниях. Допускается установка патронов на горючих, например деревянных, основаниях, обшитых листовой сталью по асбесту.

6.6.12. Провода должны вводиться в осветительную арматуру таким образом, чтобы в месте ввода они не подвергались механическим повреждениям, а контакты патронов были разгружены от механических усилий.

6.6.13. Соединение проводов внутри кронштейнов, подвесов или труб, при помощи которых устанавливается осветительная арматура, не допускается. Соединения проводов следует выполнять в местах, доступных для контроля, например в основаниях кронштейнов, в местах ввода проводов в светильники.

6.6.14. Осветительную арматуру допускается подвешивать на питающих проводах, если они предназначены для этой цели и изготавливаются по специальным техническим условиям.

6.6.15. Осветительная арматура общего освещения, имеющая клеммные зажимы для присоединения питающих проводников, должна допускать подсоединение проводов и кабелей как с медными, так и алюминиевыми жилами.

Для осветительной арматуры, не имеющей клеммных зажимов, когда вводимые в арматуру проводники непосредственно присоединяются к контактным зажимам ламповых патронов, должны применяться провода или кабели с медными жилами сечением не менее 0,5 мм² внутри зданий и 1 мм² вне зданий. При этом в арматуре для ламп накаливания мощностью 100 Вт и выше, ламп ДРЛ, ДРИ, ДРИЗ, ДНаТ должны применяться провода с изоляцией, допускающей температуру их нагрева не менее 100 °С.

Вводимые в свободно подвешиваемые светильники незащищенные провода должны иметь медные жилы.

Провода, прокладываемые внутри осветительной арматуры, должны иметь изоляцию, соответствующую номинальному напряжению сети (см. также п. 6.3.34).

6.6.16. Ответвления от распределительных сетей к светильникам наружного освещения должны выполняться гибкими проводами с медными жилами сечением не менее 1,5 мм² для подвесных светильников и не менее 1 мм² для консольных. Ответвления от воздушных линий рекомендуется выполнять с использованием специальных переходных ответвительных зажимов.

6.6.17. Для присоединения к сети настольных, переносных и ручных светильников, а также подвешиваемых на проводах светильников местного освещения должны применяться шнуры и провода с гибкими медными жилами сечением не менее 0,75 мм².

6.6.18. Для зарядки стационарных светильников местного освещения должны применяться гибкие провода с медными жилами сечением не менее 1 мм² для подвижных конструкций и не менее 0,5 мм² для неподвижных.

Изоляция проводов должна соответствовать номинальному напряжению сети.

6.6.19. Зарядка кронштейнов осветительной арматуры местного освещения должна соответствовать следующим требованиям:

1. Провода необходимо заводить внутрь кронштейна или защищать иным путем от механических повреждений; при напряжении не выше 50 В это требование не является обязательным.

2. При наличии шарниров провода внутри шарнирных частей не должны подвергаться натяжению или перетиранию.

3. Отверстия для проводов в кронштейнах должны иметь диаметр не менее 8 мм с допуском местных сужений до 6 мм; в местах вводов проводов должны применяться изолирующие втулки.

4. В подвижных конструкциях осветительной арматуры должна быть исключена возможность самопроизвольного перемещения или раскачивания арматуры.

6.6.20. Присоединение прожекторов к сети должно выполняться гибким кабелем с медными жилами сечением не менее 1 мм² длиной не менее 1,5 м. Защитное заземление прожекторов должно выполняться отдельной жилой.

Электроустановочные устройства

6.6.21. Требования, приведенные в пп. 6.6.22-6.6.31, распространяются на устройства (выключатели, переключатели и штепсельные розетки) для номинального тока до 16 А и напряжения до 250 В, а также на штепсельные соединения с защитным контактом для номинального тока до 63 А и напряжения до 380 В.

6.6.22. Устройства, устанавливаемые скрыто, должны быть заключены в коробки, специальные кожухи или размещаться в отверстиях железобетонных панелей, образованных при изготовлении панелей на заводах стройиндустрии. Применение горючих материалов для изготовления крышек, закрывающих отверстия в панелях, не допускается.

6.6.23. Штепсельные розетки, устанавливаемые в запираемых складских помещениях, содержащих горючие материалы или материалы в горючей упаковке, должны иметь степень защиты в соответствии с требованиями гл. 7.4.

6.6.24. Штепсельные розетки для переносных электроприемников с частями, подлежащими защитному заземлению, должны быть снабжены защитным контактом для присоединения РЕ проводника. При этом конструкция розетки должна исключать возможность использования токоведущих контактов в качестве контактов, предназначенных для защитного заземления.

Соединение между заземляющими контактами вилки и розетки должно устанавливаться до того, как войдут в соприкосновение токоведущие контакты; порядок отключения должен быть обратным. Заземляющие контакты штепсельных розеток и вилок должны быть электрически соединены с их корпусами, если они выполнены из токопроводящих материалов.

6.6.25. Вилки штепсельных соединителей должны быть выполнены таким образом, чтобы их нельзя было включать в розетки сети с более высоким номинальным напряжением, чем номинальное напряжение вилки. Конструкция розеток и вилок не должна допускать включения в розетку только одного полюса двухполюсной вилки, а также одного или двух полюсов трехполюсной вилки.

6.6.26. Конструкция вилок штепсельных соединителей должна исключать натяжение или излом присоединяемых к ним проводов в местах присоединения.

6.6.27. Выключатели и переключатели переносных электроприемников должны, как правило, устанавливаться на самих электроприемниках или в электропроводке, проложенной неподвижно. На подвижных проводах допускается устанавливать выключатели только специальной конструкции, предназначенные для этой цели.

6.6.28. В трех- или двухпроводных однофазных линиях сетей с заземленной нейтралью могут использоваться однополюсные выключатели, которые должны устанавливаться в цепи фазного провода, или двухполюсные, при этом должна исключаться возможность отключения одного нулевого рабочего проводника без отключения фазного.

6.6.29. В трех- или двухпроводных групповых линиях сетей с изолированной нейтралью или без изолированной нейтрали при напряжении выше 50 В, а также в трех- или двухпроводных двухфазных групповых линиях в сети 220/127 В с заземленной нейтралью в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных должны устанавливаться двухполюсные выключатели.

6.6.30. Штепсельные розетки должны устанавливаться:

1. В производственных помещениях, как правило, на высоте 0,8-1 м; при подводе проводов сверху допускается установка на высоте до 1,5 м.

2. В административно-конторских, лабораторных, жилых и других помещениях на высоте, удобной для присоединения к ним электрических приборов, в зависимости от назначения помещений и оформления интерьера, но не выше 1 м. Допускается установка штепсельных розеток в (на) специально приспособленных для этого плинтусах, выполненных из негорючих материалов.

3. В школах и детских учреждениях (в помещениях для пребывания детей) на высоте 1,8 м.

6.6.31. Выключатели для светильников общего освещения должны устанавливаться на высоте от 0,8 до 1,7 м от пола, а в школах, детских яслях и садах в помещениях для пребывания детей - на высоте 1,8 м от пола. Допускается установка выключателей под потолком с управлением при помощи шнура.

Раздел 7 ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

УТВЕРЖДЕНО
Минтопэнерго России
06 октября 1999 г.

Глава 7.1 ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЖИЛЫХ, ОБЩЕСТВЕННЫХ, АДМИНИСТРАТИВНЫХ И БЫТОВЫХ ЗДАНИЙ*

Область применения. Определения

7.1.1. Настоящая глава Правил распространяется на электроустановки: жилых зданий, перечисленных в СНиП 2.08.01-89 «Жилые здания»; общественных зданий, перечисленных в СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения» (за исключением зданий и помещений, перечисленных в гл. 7.2); административных и бытовых зданий, перечисленных в СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания»; к электроустановкам уникальных и других специальных зданий, не вошедших в вышеуказанный список, могут предъявляться дополнительные требования.

Далее по тексту, если нет уточнения, под словом «здания» понимаются все типы зданий, на которые распространяется данная глава.

* Требования настоящей главы являются взаимосвязанными. Следует иметь в виду, что частичное выполнение комплекса требований к электроустановкам зданий может привести к снижению уровня электробезопасности.

Требования настоящей главы не распространяются на специальные электроустановки в лечебно-профилактических учреждениях, организациях и учреждениях науки и научного обслуживания, на системы диспетчеризации и связи, а также на электроустановки, которые по своему характеру должны быть отнесены к электроустановкам промышленных предприятий (мастерские, котельные, тепловые пункты, насосные, фабрики-прачечные, фабрики-химчистки и т.п.).

7.1.2. Электроустановки зданий, кроме требований настоящей главы, должны удовлетворять требованиям глав разд. 1-6 ПУЭ в той мере, в какой они не изменены настоящей главой.

7.1.3. Вводное устройство (ВУ) - совокупность конструкций, аппаратов и приборов, устанавливаемых на вводе питающей линии в здание или в его обособленную часть.

Вводное устройство, включающее в себя также аппараты и приборы отходящих линий, называется вводно-распределительным (ВРУ).

7.1.4. Главный распределительный щит (ГРЩ) - распределительный щит, через который снабжается электроэнергией все здание или его обособленная часть. Роль ГРЩ может выполнять ВРУ или щит низкого напряжения подстанции.

7.1.5. Распределительный пункт (РП) - устройство, в котором установлены аппараты защиты и коммутационные аппараты (или только аппараты защиты) для отдельных электроприемников или их групп (электродвигателей, групповых щитков).

7.1.6. Групповой щиток - устройство, в котором установлены аппараты защиты и коммутационные аппараты (или только аппараты защиты) для отдельных групп светильников, штепсельных розеток и стационарных электроприемников.

7.1.7. Квартирный щиток - групповой щиток, установленный в квартире и предназначенный для присоединения сети, питающей светильники, штепсельные розетки и стационарные электроприемники квартиры.

7.1.8. Этажный распределительный щиток - щиток, установленный на этажах жилых

домов и предназначенный для питания квартир или квартирных щитков.

7.1.9. Электрощитовое помещение - помещение, доступное только для обслуживающего квалифицированного персонала, в котором устанавливаются ВУ, ВРУ, ГРЩ и другие распределительные устройства.

7.1.10. Питающая сеть - сеть от распределительного устройства подстанции или ответвления от воздушных линий электропередачи до ВУ, ВРУ, ГРЩ.

7.1.11. Распределительная сеть - сеть от ВУ, ВРУ, ГРЩ до распределительных пунктов и щитков.

7.1.12. Групповая сеть - сеть от щитков и распределительных пунктов до светильников, штепсельных розеток и других электроприемников.

Общие требования. Электроснабжение

7.1.13. Питание электроприемников должно выполняться от сети 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S.

При реконструкции жилых и общественных зданий, имеющих напряжение сети 220/127 В или 3×220 В, следует предусматривать перевод сети на напряжение 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S.

7.1.14. Внешнее электроснабжение зданий должно удовлетворять требованиям гл. 1.2.

7.1.15. В спальнях корпусов различных учреждений, в школьных и других учебных заведениях и т.п. сооружение встроенных и пристроенных подстанций не допускается.

В жилых зданиях в исключительных случаях допускается размещение встроенных и пристроенных подстанций с использованием сухих трансформаторов по согласованию с органами государственного надзора, при этом в полном объеме должны быть выполнены санитарные требования по ограничению уровня шума и вибрации в соответствии с действующими стандартами.

Устройство и размещение встроенных, пристроенных и отдельно стоящих подстанций должно выполняться в соответствии с требованиями глав разд. 4.

7.1.16. Питание силовых и осветительных электроприемников рекомендуется выполнять от одних и тех же трансформаторов.

7.1.17. Расположение и компоновка трансформаторных подстанций должны предусматривать возможность круглосуточного беспрепятственного доступа в них персонала энергоснабжающей организации.

7.1.18. Питание освещения безопасности и эвакуационного освещения должно выполняться согласно требованиям гл. 6.1 и 6.2, а также СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

7.1.19. При наличии в здании лифтов, предназначенных также для транспортирования пожарных подразделений, должно быть обеспечено их питание в соответствии с требованиями гл. 7.8.

7.1.20. Электрические сети зданий должны быть рассчитаны на питание освещения рекламного, витрин, фасадов, иллюминационного, наружного, противопожарных устройств, систем диспетчеризации, локальных телевизионных сетей, световых указателей пожарных гидрантов, знаков безопасности, звонковой и другой сигнализации, огней светового ограждения и др., в соответствии с заданием на проектирование.

7.1.21. При питании однофазных потребителей зданий от многофазной распределительной сети допускается для разных групп однофазных потребителей иметь общие N и PE проводники (пятипроводная сеть), проложенные непосредственно от ВРУ, объединение N и PE проводников (четырёхпроводная сеть с PEN проводником) не допускается.

При питании однофазных потребителей от многофазной питающей сети ответвлениями от воздушных линий, когда PEN проводник воздушной линии является общим для групп однофазных потребителей, питающихся от разных фаз, рекомендуется предусматривать защитное отключение потребителей при превышении напряжения выше допустимого, возникающего из-за несимметрии нагрузки при обрыве PEN проводника. Отключение должно производиться на вводе в здание, например воздействием на независимый расцепитель вводного автоматического выключателя посредством реле максимального

напряжения, при этом должны отключаться как фазный (L), так и нулевой рабочий (N) проводники.

При выборе аппаратов и приборов, устанавливаемых на вводе, предпочтение, при прочих равных условиях, должно отдаваться аппаратам и приборам, сохраняющим работоспособность при превышении напряжения выше допустимого, возникающего из-за несимметрии нагрузки при обрыве PEN или N проводника, при этом их коммутационные и другие рабочие характеристики могут не выполняться.

Во всех случаях в цепях PE и PEN проводников запрещается иметь коммутирующие контактные и бесконтактные элементы.

Допускаются соединения, которые могут быть разобраны при помощи инструмента, а также специально предназначенные для этих целей соединители.

Вводные устройства, распределительные щиты, распределительные пункты, групповые щитки

7.1.22. На вводе в здание должно быть установлено ВУ или ВРУ. В здании может устанавливаться одно или несколько ВУ или ВРУ.

При наличии в здании нескольких обособленных в хозяйственном отношении потребителей у каждого из них рекомендуется устанавливать самостоятельное ВУ или ВРУ.

От ВРУ допускается также питание потребителей, расположенных в других зданиях, при условии, что эти потребители связаны функционально.

При ответвлениях от ВЛ с расчетным током до 25 А ВУ или ВРУ на вводах в здание могут не устанавливаться, если расстояние от ответвления до группового щитка, выполняющего в этом случае функции ВУ, не более 3 м. Данный участок сети должен выполняться гибким медным кабелем с сечением жил не менее 4 мм², не распространяющим горение, проложенным в стальной трубе, при этом должны быть выполнены требования по обеспечению надежного контактного соединения с проводами ответвления.

При воздушном вводе должны устанавливаться ограничители импульсных перенапряжений.

7.1.23. Перед вводами в здания не допускается устанавливать дополнительные кабельные ящики для разделения сферы обслуживания наружных питающих сетей и сетей внутри здания. Такое разделение должно быть выполнено во ВРУ или ГРЩ.

7.1.24. ВУ, ВРУ, ГРЩ должны иметь аппараты защиты на всех вводах питающих линий и на всех отходящих линиях,

7.1.25. На вводе питающих линий в ВУ, ВРУ, ГРЩ должны устанавливаться аппараты управления. На отходящих линиях аппараты управления могут быть установлены либо на каждой линии, либо быть общими для нескольких линий.

Автоматический выключатель следует рассматривать как аппарат защиты и управления.

7.1.26. Аппараты управления, независимо от их наличия в начале питающей линии, должны быть установлены на вводах питающих линий в торговых помещениях, коммунальных предприятиях, административных помещениях и т.п., а также в помещениях потребителей, обособленных в административно-хозяйственном отношении.

7.1.27. Этажный щиток должен устанавливаться на расстоянии не более 3 м по длине электропроводки от питающего стояка с учетом требований гл. 3.1.

7.1.28. ВУ, ВРУ, ГРЩ, как правило, следует устанавливать в электрощитовых помещениях, доступных только для обслуживающего персонала. В районах, подверженных затоплению, они должны устанавливаться выше уровня затопления. ВУ, ВРУ, ГРЩ могут размещаться в помещениях, выделенных в эксплуатируемых сухих подвалах, при условии, что эти помещения доступны для обслуживающего персонала и отделены от других помещений перегородками с пределом огнестойкости не менее 0,75 ч.

При размещении ВУ, ВРУ, ГРЩ, распределительных пунктов и групповых щитков вне электрощитовых помещений они должны устанавливаться в удобных и доступных для обслуживания местах, в шкафах со степенью защиты оболочки не ниже IP31.

Расстояние от трубопроводов (водопровод, отопление, канализация, внутренние водостоки), газопроводов и газовых счетчиков до места установки должно быть не менее 1 м.

7.1.29. Электрощитовые помещения, а также ВУ, ВРУ, ГРЩ не допускается располагать под санузлами, ванными комнатами, душевыми, кухнями (кроме кухонь квартир), мойками, моечными и парильными помещениями бань и другими помещениями, связанными с мокрыми технологическими процессами, за исключением случаев, когда приняты специальные меры по надежной гидроизоляции, предотвращающие попадание влаги в помещения, где установлены распределительные устройства.

Трубопроводы (водопровод, отопление) прокладывать через электрощитовые помещения не рекомендуется.

Трубопроводы (водопровод, отопление), вентиляционные и прочие короба, прокладываемые через электрощитовые помещения, не должны иметь ответвлений в пределах помещения (за исключением ответвления к отопительному прибору самого щитового помещения), а также люков, задвижек, фланцев, вентиля и т.п.

Прокладка через эти помещения газо- и трубопроводов с горючими жидкостями, канализации и внутренних водостоков не допускается.

Двери электрощитовых помещений должны открываться наружу.

7.1.30. Помещения, в которых установлены ВРУ, ГРЩ, должны иметь естественную вентиляцию, электрическое освещение. Температура помещения не должна быть ниже +5 °С.

7.1.31. Электрические цепи в пределах ВУ, ВРУ, ГРЩ, распределительных пунктов, групповых щитков следует выполнять проводами с медными жилами.

Электропроводки и кабельные линии

7.1.32. Внутренние электропроводки должны выполняться с учетом следующего:

1. Электроустановки разных организаций, обособленных в административно-хозяйственном отношении, расположенные в одном здании, могут быть присоединены ответвлениями к общей питающей линии или питаться отдельными линиями от ВРУ или ГРЩ.

2. К одной линии разрешается присоединять несколько стояков. На ответвлениях к каждому стояку, питающему квартиры жилых домов, имеющих более 5 этажей, следует устанавливать аппарат управления, совмещенный с аппаратом защиты.

3. В жилых зданиях светильники лестничных клеток, вестибюлей, холлов, поэтажных коридоров и других внутридомовых помещений вне квартир должны питаться по самостоятельным линиям от ВРУ или отдельных групповых щитков, питаемых от ВРУ. Присоединение этих светильников к этажным и квартирным щиткам не допускается.

4. Для лестничных клеток и коридоров, имеющих естественное освещение, рекомендуется предусматривать автоматическое управление электрическим освещением в зависимости от освещенности, создаваемой естественным светом.

5. Питание электроустановок нежилых фондов рекомендуется выполнять отдельными линиями.

7.1.33. Питающие сети от подстанций до ВУ, ВРУ, ГРЩ должны быть защищены от токов КЗ.

7.1.34. В зданиях следует применять кабели и провода с медными жилами*.

Питающие и распределительные сети, как правило, должны выполняться кабелями и проводами с алюминиевыми жилами, если их расчетное сечение равно 16 мм² и более.

Питание отдельных электроприемников, относящихся к инженерному оборудованию зданий (насосы, вентиляторы, калориферы, установки кондиционирования воздуха и т.п.), может выполняться проводами или кабелем с алюминиевыми жилами сечением не менее 2,5 мм².

В музеях, картинных галереях, выставочных помещениях разрешается использование осветительных шинопроводов со степенью защиты IP20, у которых ответвительные устройства к светильникам имеют разъемные контактные соединения, находящиеся внутри короба шинопровода в момент коммутации, и шинопроводов со степенью защиты IP44, у которых ответвления к светильникам выполняются с помощью штепсельных разъемов, обеспечивающих разрыв цепи ответвления до момента извлечения вилки из розетки.

В указанных помещениях осветительные шинопроводы должны питаться от

распределительных пунктов самостоятельными линиями.

В жилых зданиях сечения медных проводников должны соответствовать расчетным значениям, но быть не менее указанных в таблице 7.1.1.

* До 2001 г. по имеющемуся заделу строительства допускается использование проводов и кабелей с алюминиевыми жилами.

7.1.35. В жилых зданиях прокладка вертикальных участков распределительной сети внутри квартир не допускается.

Запрещается прокладка от этажного щитка в общей трубе, общем коробе или канале проводов и кабелей, питающих линии разных квартир.

Допускается не распространяющая горение прокладка в общей трубе, общем коробе или канале строительных конструкций, выполненных из негорючих материалов, проводов и кабелей питающих линий квартир вместе с проводами и кабелями групповых линий рабочего освещения лестничных клеток, поэтажных коридоров и других внутридомовых помещений.

Таблица 7.1.1. Наименьшие допустимые сечения кабелей и проводов электрических сетей в жилых зданиях

Наименование линий	Наименьшее сечение кабелей и проводов с медными жилами, мм ²
Линии групповых сетей	1,5
Линии от этажных до квартирных щитков и к расчетному счетчику	2,5
Линии распределительной сети (стояки) для питания квартир	4

7.1.36. Во всех зданиях линии групповой сети, прокладываемые от групповых, этажных и квартирных щитков до светильников общего освещения, штепсельных розеток и стационарных электроприемников, должны выполняться трехпроводными (фазный - L, нулевой рабочий - N и нулевой защитный - РЕ проводники).

Не допускается объединение нулевых рабочих и нулевых защитных проводников различных групповых линий.

Нулевой рабочий и нулевой защитный проводники не допускается подключать на щитках под общий контактный зажим.

Сечения проводников должны отвечать требованиям п. 7.1.45.

7.1.37. Электропроводку в помещениях следует выполнять сменяемой: скрыто - в каналах строительных конструкций, замоноличенных трубах; открыто - в электротехнических плинтусах, коробах и т.п.

В технических этажах, подпольях, неотапливаемых подвалах, чердаках, вентиляционных камерах, сырых и особо сырых помещениях электропроводку рекомендуется выполнять открыто.

В зданиях со строительными конструкциями, выполненными из негорючих материалов, допускается несменяемая замоноличенная прокладка групповых сетей в бороздах стен, перегородок, перекрытий, под штукатуркой, в слое подготовки пола или в пустотах строительных конструкций, выполняемая кабелем или изолированными проводами в защитной оболочке. Применение несменяемой замоноличенной прокладки проводов в панелях стен, перегородок и перекрытий, выполненной при их изготовлении на заводах стройиндустрии или выполняемой в монтажных стыках панелей при монтаже зданий, не допускается.

7.1.38. Электрические сети, прокладываемые за непроходными подвесными потолками и в перегородках, рассматриваются как скрытые электропроводки и их следует выполнять; за потолками и в пустотах перегородок из горючих материалов в металлических трубах, обладающих локализационной способностью, и в закрытых коробах; за потолками и в перегородках из негорючих материалов* - в выполненных из негорючих материалов трубах и коробах, а также кабелями, не распространяющими горение. При этом должна быть обеспечена возможность замены проводов и кабелей.

* Под подвесными потолками из негорючих материалов понимают такие потолки, которые выполнены из негорючих материалов, при этом другие строительные конструкции, расположенные над подвесными потолками, включая междуэтажные перекрытия, также выполнены из негорючих материалов.

7.1.39. В помещениях для приготовления и приема пищи, за исключением кухонь квартир, допускается открытая прокладка кабелей. Открытая прокладка проводов в этих помещениях не допускается.

В кухнях квартир могут применяться те же виды электропроводок, что и в жилых комнатах и коридорах.

7.1.40. В саунах, ванных комнатах, санузлах, душевых, как правило, должна применяться скрытая электропроводка. Допускается открытая прокладка кабелей.

В саунах, ванных комнатах, санузлах, душевых не допускается прокладка проводов с металлическими оболочками, в металлических трубах и металлических рукавах.

В саунах для зон 3 и 4 по ГОСТ Р 50571.12-96 «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 703. Помещения, содержащие нагреватели для саун» должна использоваться электропроводка с допустимой температурой изоляции 170 °С.

7.1.41. Электропроводка на чердаках должна выполняться в соответствии с требованиями разд. 2.

7.1.42. Через подвалы и технические подполья секций здания допускается прокладка силовых кабелей напряжением до 1 кВ, питающих электроприемники других секций здания. Указанные кабели не рассматриваются как транзитные, прокладка транзитных кабелей через подвалы и технические подполья зданий запрещается.

7.1.43. Открытая прокладка транзитных кабелей и проводов через кладовые и складские помещения не допускается.

7.1.44. Линии, питающие холодильные установки предприятий торговли и общественного питания, должны быть проложены от ВРУ или ГРЩ этих предприятий.

7.1.45. Выбор сечения проводников следует проводить согласно требованиям соответствующих глав ПУЭ.

Однофазные двух- и трехпроводные линии, а также трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании однофазных нагрузок, должны иметь сечение нулевых рабочих (N) проводников, равное сечению фазных проводников.

Трехфазные четырех- и пятипроводные линии при питании трехфазных симметричных нагрузок должны иметь сечение нулевых рабочих (N) проводников, равное сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм² по меди и 25 мм² по алюминию, а при больших сечениях - не менее 50 % сечения фазных проводников.

Сечение PEN проводников должно быть не менее сечения N проводников и не менее 10 мм² по меди и 16 мм² по алюминию независимо от сечения фазных проводников.

Сечение PE проводников должно равняться сечению фазных при сечении последних до 16 мм², 16 мм² при сечении фазных проводников от 16 до 35 мм² и 50 % сечения фазных проводников при больших сечениях.

Сечение PE проводников, не входящих в состав кабеля, должно быть не менее 2,5 мм² - при наличии механической защиты и 4 мм² - при ее отсутствии.

Внутреннее электрооборудование

7.1.46. В помещениях для приготовления пищи, кроме кухонь квартир, светильники с лампами накаливания, устанавливаемые над рабочими местами (плитами, столами и т.п.), должны иметь снизу защитное стекло. Светильники с люминесцентными лампами должны иметь решетки или сетки либо ламподержатели, исключающие выпадение ламп.

7.1.47. В ванных комнатах, душевых и санузлах должно использоваться только то электрооборудование, которое специально предназначено для установки в соответствующих зонах указанных помещений по ГОСТ Р 50571.11-96 «Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 701. Ванные и душевые помещения»,

при этом должны выполняться следующие требования:

- ◆ электрооборудование должно иметь степень защиты по воде не ниже чем:
 - в зоне 0 - IPX7;
 - в зоне 1 - IPX5;
 - в зоне 2 - IPX4 (IPX5 - в ваннах общего пользования);
 - в зоне 3 - IPX1 (IPX5 - в ваннах общего пользования);
- ◆ в зоне 0 могут использоваться электроприборы напряжением до 12 В, предназначенные для применения в ванне, причем источник питания должен размещаться за пределами этой зоны;
- ◆ в зоне 1 могут устанавливаться только водонагреватели;
- ◆ в зоне 2 могут устанавливаться водонагреватели и светильники класса защиты 2;
- ◆ в зонах 0, 1 и 2 не допускается установка соединительных коробок, распределительных и устройств управления.

7.1.48. Установка штепсельных розеток в ванных комнатах, душевых, мыльных помещениях бань, помещениях, содержащих нагреватели для саун (далее по тексту «саунах»), а также в стиральных помещениях прачечных не допускается, за исключением ванных комнат квартир и номеров гостиниц.

В ванных комнатах квартир и номеров гостиниц допускается установка штепсельных розеток в зоне 3 по ГОСТ Р 50571.11-96, присоединяемых к сети через разделительные трансформаторы или защищенных устройством защитного отключения, реагирующим на дифференциальный ток, не превышающий 30 мА.

Любые выключатели и штепсельные розетки должны находиться на расстоянии не менее 0,6 м от дверного проема душевой кабины.

7.1.49. В зданиях при трехпроводной сети (см. п. 7.1.36) должны устанавливаться штепсельные розетки на ток не менее 10 А с защитным контактом.

Штепсельные розетки, устанавливаемые в квартирах, жилых комнатах общежитий, а также в помещениях для пребывания детей в детских учреждениях (садах, яслях, школах и т.п.), должны иметь защитное устройство, автоматически закрывающее гнезда штепсельной розетки при вынудной вилке.

7.1.50. Минимальное расстояние от выключателей, штепсельных розеток и элементов электроустановок до газопроводов должно быть не менее 0,5 м.

7.1.51. Выключатели рекомендуется устанавливать на стене со стороны дверной ручки на высоте до 1 м, допускается устанавливать их под потолком с управлением при помощи шнура.

В помещениях для пребывания детей в детских учреждениях (садах, яслях, школах и т.п.) выключатели следует устанавливать на высоте 1,8 м от пола.

7.1.52. В саунах, ванных комнатах, санузлах, мыльных помещениях бань, парилках, стиральных помещениях прачечных и т.п. установка распределительных устройств и устройств управления не допускается.

В помещениях умывальников и зонах 1 и 2 (ГОСТ Р 50571.11-96) ванных и душевых помещений допускается установка выключателей, приводимых в действие шнуром.

7.1.53. Отключающие аппараты сети освещения чердаков, имеющих элементы строительных конструкций (кровлю, фермы, стропила, балки и т.п.) из горючих материалов, должны быть установлены вне чердака.

7.1.54. Выключатели светильников рабочего, безопасности и эвакуационного освещения помещений, предназначенных для пребывания большого количества людей (например, торговых помещений магазинов, столовых, вестибюлей гостиниц и т.п.), должны быть доступны только для обслуживающего персонала.

7.1.55. Над каждым входом в здание должен быть установлен светильник.

7.1.56. Домовые номерные знаки и указатели пожарных гидрантов, установленные на наружных стенах зданий, должны быть освещены. Питание электрических источников света номерных знаков и указателей гидрантов должно осуществляться от сети внутреннего освещения здания, а указателей пожарных гидрантов, установленных на опорах наружного освещения, - от сети наружного освещения.

7.1.57. Противопожарные устройства и охранная сигнализация, независимо от категории по надежности электроснабжения здания, должны питаться от двух вводов, а при их отсутствии - двумя линиями от одного ввода. Переключение с одной линии на другую должно осуществляться автоматически.

7.1.58. Устанавливаемые на чердаке электродвигатели, распределительные пункты, отдельно устанавливаемые коммутационные аппараты и аппараты защиты должны иметь степень защиты не ниже IP44.

Учет электроэнергии

7.1.59. В жилых зданиях следует устанавливать один одно- или трехфазный расчетный счетчик (при трехфазном вводе) на каждую квартиру.

7.1.60. Расчетные счетчики в общественных зданиях, в которых размещено несколько потребителей электроэнергии, должны предусматриваться для каждого потребителя, обособленного в административно-хозяйственном отношении (ателье, магазины, мастерские, склады, жилищно-эксплуатационные конторы и т.п.).

7.1.61. В общественных зданиях расчетные счетчики электроэнергии должны устанавливаться на ВРУ (ГРЩ) в точках балансового разграничения с энергоснабжающей организацией. При наличии встроенных или пристроенных трансформаторных подстанций, мощность которых полностью используется потребителями данного здания, расчетные счетчики должны устанавливаться на выводах низшего напряжения силовых трансформаторов на совмещенных щитах низкого напряжения, являющихся одновременно ВРУ здания.

ВРУ и приборы учета разных абонентов, размещенных в одном здании, допускается устанавливать в одном общем помещении. По согласованию с энергоснабжающей организацией расчетные счетчики могут устанавливаться у одного из потребителей, от ВРУ которого питаются прочие потребители, размещенные в данном здании. При этом на вводах питающих линий в помещениях этих прочих потребителей следует устанавливать контрольные счетчики для расчета с основным абонентом.

7.1.62. Расчетные счетчики для общедомовой нагрузки жилых зданий (освещение лестничных клеток, контор домоуправлений, дворовое освещение и т.п.) рекомендуется устанавливать в шкафах ВРУ или на панелях ГРЩ.

7.1.63. Расчетные квартирные счетчики рекомендуется размещать совместно с аппаратами защиты (автоматическими выключателями, предохранителями).

При установке квартирных щитков в прихожих квартир счетчики, как правило, должны устанавливаться на этих щитках, допускается установка счетчиков на этажных щитках.

7.1.64. Для безопасной замены счетчика, непосредственно включаемого в сеть, перед каждым счетчиком должен предусматриваться коммутационный аппарат для снятия напряжения со всех фаз, присоединенных к счетчику.

Отключающие аппараты для снятия напряжения с расчетных счетчиков, расположенных в квартирах, должны размещаться за пределами квартиры.

7.1.65. После счетчика, включенного непосредственно в сеть, должен быть установлен аппарат защиты. Если после счетчика отходит несколько линий, снабженных аппаратами защиты, установка общего аппарата защиты не требуется.

7.1.66. Рекомендуется оснащение жилых зданий системами дистанционного съема показаний счетчиков.

Защитные меры безопасности

7.1.67. Заземление и защитные меры безопасности электроустановок зданий должны выполняться в соответствии с требованиями гл. 1.7 и дополнительными требованиями, приведенными в данном разделе.

7.1.68. Во всех помещениях необходимо присоединять открытые проводящие части светильников общего освещения и стационарных электроприемников (электрических плит, кипятильников, бытовых кондиционеров, электрополотенц и т.п.) к нулевому защитному проводнику.

7.1.69. В помещениях зданий металлические корпуса однофазных переносных

электроприборов и настольных средств оргтехники класса 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности» должны присоединяться к защитным проводникам трехпроводной групповой линии (см. п. 7.1.36).

К защитным проводникам должны подсоединяться металлические каркасы перегородок, дверей и рам, используемых для прокладки кабелей.

7.1.70. В помещениях без повышенной опасности допускается применение подвесных светильников, не оснащенных зажимами для подключения защитных проводников, при условии, что крюк для их подвески изолирован. Требования данного пункта не отменяют требований п. 7.1.36 и не являются основанием для выполнения электропроводок двухпроводными.

7.1.71. Для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки для переносных электрических приборов, рекомендуется предусматривать устройства защитного отключения (УЗО).

7.1.72. Если устройство защиты от сверхтока (автоматический выключатель, предохранитель) не обеспечивает время автоматического отключения 0,4 с при номинальном напряжении 220 В из-за низких значений токов короткого замыкания и установка (квартира) не охвачена системой уравнивания потенциалов, установка УЗО является обязательной.

7.1.73. При установке УЗО последовательно должны выполняться требования селективности. При двух- и многоступенчатой схемах УЗО, расположенное ближе к источнику питания, должно иметь у ставку и время срабатывания не менее чем в 3 раза большие, чем у УЗО, расположенного ближе к потребителю.

7.1.74. В зоне действия УЗО нулевой рабочий проводник не должен иметь соединений с заземленными элементами и нулевым защитным проводником.

7.1.75. Во всех случаях применения УЗО должно обеспечивать надежную коммутацию цепей нагрузки с учетом возможных перегрузок.

7.1.76. Рекомендуется использовать УЗО, представляющее собой единый аппарат с автоматическим выключателем, обеспечивающим защиту от сверхтока.

Не допускается использовать УЗО в групповых линиях, не имеющих защиты от сверхтока, без дополнительного аппарата, обеспечивающего эту защиту.

При использовании УЗО, не имеющих защиты от сверхтока, необходима их расчетная проверка в режимах сверхтока с учетом защитных характеристик вышестоящего аппарата, обеспечивающего защиту от сверхтока.

7.1.77. В жилых зданиях не допускается применять УЗО, автоматически отключающие потребителя от сети при исчезновении или недопустимом падении напряжения сети. При этом УЗО должно сохранять работоспособность на время не менее 5 с при снижении напряжения до 50 % номинального.

7.1.78. В зданиях могут применяться УЗО типа «А», реагирующие как на переменные, так и на пульсирующие токи повреждений, или «АС», реагирующие только на переменные токи утечки.

Источником пульсирующего тока являются, например, стиральные машины с регуляторами скорости, регулируемые источники света, телевизоры, видеомагнитофоны, персональные компьютеры и др.

7.1.79. В групповых сетях, питающих штепсельные розетки, следует применять УЗО с номинальным током срабатывания не более 30 мА.

Допускается присоединение к одному УЗО нескольких групповых линий через отдельные автоматические выключатели (предохранители).

Установка УЗО в линиях, питающих стационарное оборудование и светильники, а также в общих осветительных сетях, как правило, не требуется.

7.1.80. В жилых зданиях УЗО рекомендуется устанавливать на квартирных щитках, допускается их установка на этажных щитках.

7.1.81. Установка УЗО запрещается для электроприемников, отключение которых может привести к ситуациям, опасным для потребителей (отключению пожарной сигнализации и т.п.).

7.1.82. Обязательной является установка УЗО с номинальным током срабатывания не

более 30 мА для групповых линий, питающих розеточные сети, находящиеся вне помещений и в помещениях особо опасных и с повышенной опасностью, например в зоне 3 ванных и душевых помещений квартир и номеров гостиниц.

7.1.83. Суммарный ток утечки сети с учетом присоединяемых стационарных и переносных электроприемников в нормальном режиме работы не должен превосходить 1/3 номинального тока УЗО. При отсутствии данных ток утечки электроприемников следует принимать из расчета 0,4 мА на 1 А тока нагрузки, а ток утечки сети - из расчета 10 мкА на 1 м длины фазного проводника.

7.1.84. Для повышения уровня защиты от возгорания при замыканиях на заземленные части, когда величина тока недостаточна для срабатывания максимальной токовой защиты, на вводе в квартиру, индивидуальный дом и т.п. рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 300 мА.

7.1.85. Для жилых зданий при выполнении требований п. 7.1.83 функции УЗО по пп. 7.1.79 и 7.1.84 могут выполняться одним аппаратом с током срабатывания не более 30 мА.

7.1.86. Если УЗО предназначено для защиты от поражения электрическим током и возгорания или только для защиты от возгорания, то оно должно отключать как фазный, так и нулевой рабочие проводники, защита от сверхтока в нулевом рабочем проводнике не требуется.

7.1.87. На вводе в здание должна быть выполнена система уравнивания потенциалов путем объединения следующих проводящих частей:

- ◆ основной (магистральный) защитный проводник;
- ◆ основной (магистральный) заземляющий проводник или основной заземляющий зажим;
- ◆ стальные трубы коммуникаций зданий и между зданиями;
- ◆ металлические части строительных конструкций, молниезащиты, системы центрального отопления, вентиляции и кондиционирования. Такие проводящие части должны быть соединены между собой на вводе в здание.

Рекомендуется по ходу передачи электроэнергии повторно выполнять дополнительные системы уравнивания потенциалов.

7.1.88. К дополнительной системе уравнивания потенциалов должны быть подключены все доступные прикосновению открытые проводящие части стационарных электроустановок, сторонние проводящие части и нулевые защитные проводники всего электрооборудования (в том числе штепсельных розеток).

Для ванных и душевых помещений дополнительная система уравнивания потенциалов является обязательной и должна предусматривать, в том числе, подключение сторонних проводящих частей, выходящих за пределы помещений. Если отсутствует электрооборудование с подключенными к системе уравнивания потенциалов нулевыми защитными проводниками, то систему уравнивания потенциалов следует подключить к РЕ шине (зажиму) на вводе. Нагревательные элементы, замоноличенные в пол, должны быть покрыты заземленной металлической сеткой или заземленной металлической оболочкой, подсоединенными к системе уравнивания потенциалов. В качестве дополнительной защиты для нагревательных элементов рекомендуется использовать УЗО на ток до 30 мА.

Не допускается использовать для саун, ванных и душевых помещений системы местного уравнивания потенциалов.

Глава 7.2 ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЗРЕЛИЩНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, КЛУБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Область применения. Определения

7.2.1. Настоящая глава Правил распространяется на электроустановки, расположенные в зданиях зрелищных предприятий со зрительными залами: театров, цирков, кинотеатров, концертных залов, клубов, центров творчества детей и подростков, крытых спортивных сооружений, дворцов спорта, спортивных залов и т.п.

7.2.2. Электроустановки зрелищных предприятий, кроме требований настоящей главы, должны удовлетворять требованиям глав разд. 1-6 и гл. 7.1 в той мере, в какой они не

изменены настоящей главой.

7.2.3. Сцена - специально оборудованная часть здания, предназначенная для показа спектаклей различных жанров.

В состав сцены входят: основная игровая часть (планшет сцены), сообщающаяся со зрительным залом порталным проемом, авансцена, аррьерсцена и боковые карманы, объединенные проемами в стенах с основной игровой частью сцены, а также трюм и надколосниковое пространство.

7.2.4. Эстрада - часть зрительного зала, предназначенная для эстрадных и концертных выступлений. Эстрада может быть отделена от зрительного зала порталной стеной с открытым проемом или находиться в общем объеме со зрительным залом.

7.2.5. Манеж - часть зрительного зала, предназначенная для цирковых представлений.

7.2.6. Сценический подъем - механизм, предназначенный для подъема и спуска декораций, софитов, занавесов и другого сценического оборудования.

7.2.7. Постановочное освещение - освещение, предназначенное для светового оформления театральных постановок, концертов, эстрадных и цирковых представлений.

7.2.8. Технические аппаратные - помещения, в которых размещаются осветительные и проекционные приборы, устройства управления постановочным освещением, аппаратура связи, электроакустические и кинотехнологические устройства, электроустановки питания и управления электроприводами механизмов сцены (эстрады, манежа).

Общие требования. Электроснабжение

7.2.9. Питание электроприемников должно осуществляться от сети 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S. При реконструкции зрелищных предприятий, имеющих напряжение сети 220/127 или 3×220 В, следует предусматривать перевод сети на напряжение 380/220 В с системой заземления TN-S или TN-C-S.

7.2.10. Выбор нестандартного напряжения для электроприемников постановочного освещения и электроустановок механизмов сцены, питаемых от отдельных трансформаторов, выпрямителей или преобразователей, должен осуществляться при проектировании.

7.2.11. Все помещения, входящие в состав сцены (эстрады), а также сейфы декораций, склады (декораций, костюмов, реквизитов, бутафорий, мебели и материальные), мастерские (живописные, постижерные, бутафорские, столярные, художника, макетные, трафаретные, объемных декораций, пошивочные, обувные), кладовые (красок, хозяйственные, машиниста и электрика сцены, бельевого), гардеробные для актеров и костюмерные следует относить к пожароопасным зонам класса П-Па, если указанные помещения по условиям эксплуатации и характеристикам примененного оборудования не отнесены к более высокому классу по взрывопожарной опасности.

Таблица 7.2.1. Категории электроприемников зрелищных предприятий по надежности электроснабжения

Наименование электроприемника	Категория по надежности электроснабжения при суммарной вместимости зрительных залов, чел.	
	менее 800	800 и более
1. Электродвигатели пожарных насосов, автоматическая пожарная сигнализация и пожаротушение, системы противодымной защиты, оповещения о пожаре, противопожарного занавеса, освещения безопасности и эвакуационного	I	I
2. Электроприемники постановочного освещения	III	II
3. Электроприемники сценических механизмов	III	II
4. Электроприемники технических аппаратных и систем звукофикации	III	II
5. Остальные электроприемники, не указанные в пп. 1-4, а также комплексы электроприемников зданий с залами вместимостью 300 мест и менее	III	III

7.2.12. Категории электроприемников по надежности электроснабжения приведены в табл. 7.2.1.

7.2.13. Питание электроустановок зрелищных предприятий может осуществляться как от собственной (абонентской) ТП (встроенной, пристроенной или отдельно стоящей), так и от ТП общего пользования.

К линиям 0,4 кВ, питающим зрелищное предприятие от ТП общего пользования, не допускается присоединение электроустановок других потребителей. Допускается осуществлять питание электроустановок других потребителей от собственной (абонентской) ТП зрелищного предприятия.

7.2.14. Электроснабжение зрелищного предприятия с суммарным (при нескольких зрительных залах в одном здании) количеством мест в зрительных залах 800 и более и детских зрелищных предприятий независимо от количества мест должно удовлетворять следующим требованиям:

1. Питание электроприемников рекомендуется выполнять от двух трансформаторов собственной (абонентской) ТП. При нецелесообразности сооружения собственной ТП питание электроприемников следует осуществлять от двух трансформаторов ТП общего пользования.

2. Трансформаторы должны получать питание, как правило, от двух независимых источников 6-10 кВ.

3. При отключении одного трансформатора оставшийся в работе трансформатор должен обеспечить питание всех электроприемников зрелищного предприятия.

4. ГРЩ должен иметь две секции шин 380/220 В с устройствами АВР на шинах. Питание секций ГРЩ от трансформаторов следует выполнять взаимно резервируемыми линиями. При совмещении ГРЩ со щитом ТП или КТП АВР устанавливается на щите ТП или КТП.

7.2.15. Электроснабжение зрелищного предприятия с суммарным количеством мест в зрительных залах менее 800 должно удовлетворять следующим требованиям:

1. Питание электроприемников следует выполнять, как правило, от двух трансформаторов ТП общего пользования. Допускается осуществлять питание ГРЩ (ВРУ) зрелищного предприятия от одного трансформатора при условии прокладки от ТП до ГРЩ (ВРУ) двух взаимно резервируемых линий.

2. При отключении одного трансформатора оставшийся в работе трансформатор должен обеспечивать питание основных электроприемников зрелищного предприятия.

3. ГРЩ (ВРУ) должен иметь две секции шин 380/220 В. Питание секций следует предусматривать отдельными взаимно резервируемыми линиями от ТП. Переключение питания на секциях ГРЩ (ВРУ) должно осуществляться, как правило, вручную.

4. Для электроприемников 1 категории по надежности электроснабжения должен быть предусмотрен второй независимый источник питания.

7.2.16. Электроснабжение зрелищного предприятия с суммарным количеством мест в зрительных залах до 300 может осуществляться от одного трансформатора ТП общего пользования.

7.2.17. При размещении зрелищного предприятия с суммарным количеством мест до 300, за исключением детских зрелищных предприятий (см. п. 7.2.14), в здании другого назначения питание электроприемников зрелищного предприятия допускается осуществлять от общего ГРЩ (ВРУ).

7.2.18. Пристроенные или встроенные ТП с трансформаторами, имеющими масляное заполнение, должны удовлетворять требованиям гл. 4.2, а также следующим требованиям:

1. Каждый трансформатор должен быть установлен в отдельной камере, имеющей выход только наружу. При применении КТП разрешается установка в одном помещении одной КТП с двумя трансформаторами. Помещения ТП и КТП должны размещаться на первом этаже.

2. Двери трансформаторных камер или помещений КТП должны быть расположены на расстоянии не менее 5 м от ближайшей двери для прохода зрителей или эвакуационного выхода.

3. Предусматривать выходы (двери) из помещений ТП и КТП непосредственно на пути эвакуации не допускается.

7.2.19. Комплектные трансформаторные подстанции с трансформаторами, не имеющими

масляного заполнения, могут располагаться внутри здания в отдельном помещении. При этом должна быть обеспечена возможность транспортировки оборудования КТП для замены и ремонта.

7.2.20. В помещениях ТП, КТП могут размещаться РУ и вращающиеся преобразователи до 1 кВ для питания электроприводов механизмов сцены, шкафы с аккумуляторными батареями и тиристорные регуляторы постановочного освещения при условии обслуживания всего электрооборудования, расположенного в помещении, персоналом объекта.

7.2.21. Распределительное устройство ТП выше 1 кВ должно размещаться в отдельном помещении с самостоятельными запирающимися входами для обслуживания персоналом энергоснабжающей организации,

Размещение РУ до 1 кВ и выше в одном помещении допускается только при условии их эксплуатации персоналом одной организации.

Требование о размещении РУ до 1 кВ и выше в разных помещениях не распространяется на КТП. Высоковольтная часть КТП в необходимых случаях пломбируется организацией, в ведении которой она находится.

7.2.22. К линиям, питающим электроакустические и кинотехнические устройства, подключение других электроприемников не допускается,

7.2.23. Питание освещения безопасности и эвакуационного освещения должно выполняться в соответствии с требованиями гл. 6.1 и учетом дополнительных требований, приведенных в пп. 7.2.24 и 7.2.25.

7.2.24. Для питания в аварийных режимах освещения безопасности, эвакуационного освещения и пожарной сигнализации в зрелищных предприятиях рекомендуется установка аккумуляторных батарей.

Установку аккумуляторных батарей для указанных целей в обязательном порядке необходимо предусматривать:

1. В детских зрелищных предприятиях независимо от количества мест и числа источников питания.

2. В зрелищных предприятиях (кроме кинотеатров) с суммарным количеством мест в зрительных залах 800 и более независимо от числа источников питания.

3. При наличии одного источника питания:

- в клубных учреждениях при суммарном количестве мест в зрительных залах более 500;
- в остальных зрелищных предприятиях при суммарном количестве мест в зрительных залах более 300.

При наличии двух источников питания для указанных в п. 3 зрелищных предприятий аккумуляторные батареи могут не устанавливаться.

Аккумуляторные батареи также могут не устанавливаться:

- ♦ в кинотеатрах при суммарном количестве мест в зрительных залах менее 800;
- ♦ в клубных учреждениях при суммарном количестве мест 500 и менее;
- ♦ в остальных зрелищных предприятиях при количестве мест в зрительных залах 300 и менее.

7.2.25. Шкафы с переносными аккумуляторными батареями разрешается устанавливать внутри любых помещений, за исключением помещений для зрителей и артистов. Переносные аккумуляторные батареи напряжением до 48 В емкостью до 150 А·ч для питания аварийного освещения и пожарной сигнализации, устанавливаемые в металлических шкафах с естественной вытяжной вентиляцией наружу здания, могут заряжаться на месте их установки. При этом класс помещения по взрыво- и пожароопасности не меняется.

Емкость аккумуляторных батарей должна быть выбрана из расчета непрерывной работы светильников аварийного освещения в течение 1 ч.

Кислотные аккумуляторные установки на напряжение выше 48 В и емкостью более 150 А·ч следует выполнять в соответствии с требованиями гл. 5.5.

Электрическое освещение

7.2.26. Допустимые отклонения напряжения у осветительных приборов должны соответствовать требованиям ГОСТ 13109-87 «Электрическая энергия. Требования к

качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения».

7.2.27. Осветительные приборы постановочного освещения должны иметь предохранительные сетки, исключаяющие выпадение светофильтров, линз, ламп, других внутренних частей световых приборов и осколков стекла или кварца в случае разрыва лампы.

7.2.28. Постановочное освещение, освещение пюпитров оркестра должны иметь плавное регулирование яркости источников света. Для клубных учреждений при количестве мест в зрительном зале до 500 допускается иметь нерегулируемое освещение.

7.2.29. В зрительных залах вместимостью более 500 мест рекомендуется предусматривать плавное регулирование яркости источников света.

7.2.30. В помещениях для зрителей должно быть предусмотрено дежурное освещение, обеспечивающее пониженную освещенность не менее 15 % нормируемой в этих помещениях. Допускается использовать в качестве части дежурного освещения аварийное или эвакуационное освещение.

7.2.31. В зрительных залах со стационарными киноустановками в случае аварийного прекращения кинопроекции должно предусматриваться автоматическое включение светильников, обеспечивающих не менее 15 % нормируемой освещенности для режима освещения зала в перерывах между киносеансами.

7.2.32. Управление рабочим и дежурным освещением должно быть предусмотрено:

- ◆ для зрительного зала - из аппаратной управления постановочным освещением, из кинопроекционной, с поста главного билетера или от входа в зрительный зал;
- ◆ для сцены, эстрады - из аппаратной управления постановочным освещением, с пульта на сцене (эстраде);
- ◆ для вестибюлей, фойе, кулуаров, гардеробов, буфетов, санузлов, курительных и других помещений для зрителей - централизованное управление рабочим освещением с поста главного билетера или от входа в зрительный зал, а дежурным освещением, кроме того, из помещения пожарного поста (при его наличии) или ГРЩ.

7.2.33. Освещение безопасности должно выполняться в помещениях сцены (эстрады), касс, администратора, гардероба, постов охраны, пожарного поста, технических аппаратных, здравпунктов, ТП, КТП, ГРЩ, телефонной станции и в помещениях для животных в цирках.

Эвакуационное освещение должно быть предусмотрено во всех помещениях, где возможно пребывание более 50 чел., а также на всех лестницах, проходах и других путях эвакуации.

7.2.34. Световые указатели должны быть размещены над дверями по путям эвакуации из зрительного зала, со сцены (эстрады, манежа) и из других помещений в направлении выхода из здания и иметь окраску в соответствии с НПБ 160-97 «Цвета сигнальные. Знаки пожарной безопасности. Виды, размеры, общие технические требования».

Световые указатели должны присоединяться к источнику питания освещения безопасности или эвакуационного освещения или автоматически на него переключаться при исчезновении напряжения на питающих их основных источниках. Световые указатели должны быть включены в течение всего времени пребывания зрителей в здании.

7.2.35. Управление освещением безопасности и эвакуационным освещением должно предусматриваться из помещения пожарного поста, из щитовой аварийного освещения или с ГРЩ (ВРУ).

7.2.36. Для освещения безопасности и эвакуационного освещения, включаемого или переключаемого на питание от аккумуляторной установки, должны применяться лампы накаливания.

Люминесцентные лампы могут применяться при питании светильников от аккумуляторной установки через преобразователи постоянного тока в переменный.

7.2.37. Освещение пюпитров оркестрантов в оркестровой яме должно производиться светильниками, присоединенными к штепсельным розеткам.

7.2.38. В зрелищных предприятиях должна предусматриваться возможность присоединения иллюминационных и рекламных установок.

Силовое электрооборудование

7.2.39. Питание электродвигателей пожарных насосов, систем противодымной защиты, пожарной сигнализации и пожаротушения, оповещения о пожаре следует предусматривать по самостоятельным линиям от подстанций, ГРЩ или ВРУ.

7.2.40. Включение электродвигателей пожарных насосов и систем противодымной защиты и установок противопожарной автоматики должно сопровождаться автоматическим отключением электроприемников систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Допускается автоматическое отключение и другого силового электрооборудования, за исключением электродвигателей противопожарного занавеса, циркуляционных насосов и лифтов.

7.2.41. Пуск электродвигателей пожарных насосов следует выполнять:

- ♦ дистанционно от кнопок у пожарных кранов - при отсутствии спринклерных и дренчерных устройств;
- ♦ автоматически - при наличии спринклерных и дренчерных устройств с дистанционным дублированием (для пуска и остановки) из помещений пожарного поста и насосной.

Пуск электродвигателей пожарных насосов должен контролироваться в помещении пожарного поста световым и звуковым сигналами.

7.2.42. Электроприводы механизмов сцены должны автоматически отключаться по достижении механизмами крайних положений.

Электроприводы механизмов сценических подъемов, противопожарного занавеса, подъемно-спускных площадок и подъемно-транспортных устройств (кроме тельферных) должны иметь аварийное автоматическое отключение переспуска и переподъема непосредственно в силовой цепи, после срабатывания которого должен быть исключен пуск электроприводов аппаратами ручного или автоматического управления.

7.2.43. При количестве сценических подъемов более десяти следует предусматривать на пульте механизмов сцены, а при его отсутствии - на пульте помощника режиссера, аппарат управления, обеспечивающий одновременное отключение всех сценических подъемов.

7.2.44. Для аварийной остановки всех механизмов, обслуживающих сцену (эстраду, манеж), должны предусматриваться отключающие аппараты, располагаемые не менее чем в двух местах, откуда хорошо просматривается работа этих механизмов.

7.2.45. Двери в ограждениях вращающейся части сцены (эстрады), подъемно-спускных площадок сцены и оркестра, софитов, технологических подъемников должны быть снабжены блокировочными устройствами, отключающими электродвигатели при открывании дверей и исключающими пуск механизмов после закрывания дверей без дополнительных действий (поворот ключа, нажатие кнопки и т.п.).

7.2.46. Механизмы, имеющие кроме электрического привода механический ручной привод, должны быть снабжены блокировкой, отключающей электропривод при переходе на ручное управление.

7.2.47. Контакты приборов и аппаратов, предназначенные для обеспечения безопасности, должны работать на размыкание соответствующей цепи при исчезновении питания катушки данного прибора или аппарата.

7.2.48. Противопожарный занавес должен быть снабжен блокировками, автоматически отключающими электродвигатель при ослаблении тяговых тросов и гравитационном спуске занавеса. Движение противопожарного занавеса должно сопровождаться световой и звуковой сигнализацией на планшете сцены и в помещении пожарного поста.

7.2.49. Управление дымовыми люками должно предусматривать возможность как одновременного открытия всех люков, так и отдельного открытия и закрытия каждого люка. Допускается предусматривать закрытие дымовых люков вручную.

Управление лебедкой дымовых люков должно предусматриваться с планшета сцены, из помещения пожарного поста-диспетчерской и помещения лебедки.

Прокладка кабелей и проводов

7.2.50. В дополнение к требованиям гл. 3.1 должны быть защищены от перегрузки силовые сети в пределах сцены (эстрады, манежа).

7.2.51. Кабели и провода должны приниматься с медными жилами, электропроводки не

должны распространять горение:

- ◆ в зрительных залах, в том числе в пространстве над залами и за подвесными потолками;
- ◆ на сцене, в чердачных помещениях с горючими конструкциями;
- ◆ для цепей управления противопожарными устройствами, а также линий пожарной и охранной сигнализации, звукофикации, линий постановочного освещения и электроприводов сценических механизмов.

В остальных помещениях для питающих и распределительных сетей допускается применение кабелей и проводов с алюминиевыми жилами сечением не менее 16 мм².

7.2.52. В зрительных залах, фойе, буфетах и других помещениях для зрителей электропроводку рекомендуется выполнять скрытой сменяемой.

7.2.53. Кабели и провода должны прокладываться в стальных трубах в пределах сцены (эстрады, манежа), а также в зрительных залах независимо от количества мест.

7.2.54. Для линий постановочного освещения допускается прокладка в одной стальной трубе до 24 проводов при условии, что температура не будет превышать нормированную для изоляции проводов.

7.2.55. Линии, питающие осветительные приборы постановочного освещения, размещаемые на передвижных конструкциях, следует выполнять гибким медным кабелем.

7.2.56. Электропроводки, питающие переносные и передвижные электроприемники и электроприемники на виброизолирующих основаниях, следует предусматривать в соответствии с требованиями гл. 2.1.

7.2.57. Переходы от стационарной электропроводки к подвижной следует выполнять через электрические соединители (или коробки зажимов), устанавливаемые в доступных для обслуживания местах.

Защитные меры безопасности

7.2.58. Заземление и защитные меры безопасности электроустановок следует выполнять в соответствии с требованиями гл. 1.7, 7.1 и дополнительными требованиями, приведенными в данном разделе.

7.2.59. Подвижные металлические конструкции сцены (эстрады, манежа), предназначенные для установки осветительных и силовых электроприемников (софитные фермы, порталы, кулисы и т.п.), должны быть подключены к защитному заземлению посредством отдельного гибкого медного провода или жилы кабеля, которые не должны одновременно служить проводниками рабочего тока.

Подключение вращающейся части сцены и аппаратуры, размещаемой на ней, допускается осуществлять через кольцевой контакт с двойным токосъемом.

7.2.60. Металлические корпуса и конструкции кинотехнологических устройств, а также распределительных систем и сетей электроакустики, телевидения, связи и сигнализации должны присоединяться к защитному заземлению.

Электротехнические и звуковоспроизводящие кинотехнологические установки, а также оборудование связи и телевидения, требующие пониженного уровня шумов, должны подключаться, как правило, к самостоятельному заземляющему устройству, заземлители которого должны находиться на расстоянии не менее 20 м от других заземлителей, а заземляющие проводники должны быть изолированы от проводников защитного заземления электроустановок.

Сопротивление самостоятельного заземляющего устройства должно соответствовать требованиям предприятия - изготовителя аппаратуры или ведомственным нормам, но не должно превышать 4 Ом.

Глава 7.5 ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

УТВЕРЖДЕНЫ
Приказом Минэнерго России
От 08.07.2002 № 204

Область применения

7.5.1. Настоящая глава Правил распространяется на производственные и лабораторные установки электропечей и электронагревательных устройств переменного тока промышленной - 50 Гц, пониженной - ниже 50 Гц, повышено-средней - до 30 кГц, высокой - от 30 кГц до 300 МГц и сверхвысокой частоты - от 300 МГц до 300 ГГц и постоянного (выпрямленного) тока:

дуговых прямого (включая вакуумные дуговые), косвенного действия и комбинированного нагрева с преобразованием электроэнергии в тепловую в электрической дуге и в сопротивлении шихты, в том числе руднотермических (рудовосстановительных, ферросплавных), а также плазменных нагревательных и плавильных;

индукционных нагревательных (включая закалочные) и плавильных (тигельных и канальных);

дielekтрического нагрева;

сопротивления прямого и косвенного нагрева (с любым материалом нагревателя: твердым и жидким), в том числе печей электрошлакового переплава¹ - ЭШП, литья - ЭШЛ и наплавки - ЭШН, а также печей электродных расплавления флюса для перечисленных разновидностей электрошлаковых печей;

¹ Дуговой процесс только при «твердом старте» печей ЭШП и лишь весьма короткий промежуток времени, в среднем около 1 % периода плавки, причем «твердый старт» в ЭШП используется редко, а в ЭШЛ и ЭШН вообще не применяется. Флюсоплавильные (шлакоплавильные) печи при дуговом процессе также работают относительно короткое время.

электронно-лучевых;

ионных;

лазерных.

Требования настоящей главы Правил распространяются на все элементы электроустановок перечисленных видов электропечей и электронагревательных устройств любых конструкций, назначений и режимов работы, а также с любыми средами (воздух, вакуум, инертный газ и т.п.) и давлениями в их рабочих камерах.

7.5.2. Электротермические установки и используемое в них электротехническое и другое оборудование кроме требований настоящей главы должны удовлетворять требованиям разд. 1-6, а также гл. 7.3 и 7.4 в той мере, в какой они не изменены настоящей главой.

Определения

7.5.3. Электротермическая установка (ЭТУ) - комплекс функционально связанных элементов: специализированного электротермического и другого электротехнического, а также механического оборудования, средств управления, автоматики и КИП, обеспечивающих проведение соответствующего технологического процесса.

В состав ЭТУ в зависимости от ее назначения и конструктивного исполнения оборудования входят: кабельные линии, электропроводки и токопроводы между элементами установки, а также трубопроводы систем водоохлаждения и гидравлического привода; трубопроводы линий сжатого воздуха, азота, аргона, гелия, водорода, углекислого газа и других газов, водяного пара или вакуума, системы вентиляции и очистки газов, а также элементы строительных конструкций (фундаменты, рабочие площадки и т.п.).

7.5.4. Электротермическое оборудование (ЭТО) - электротехнологическое оборудование, предназначенное для преобразования электрической энергии в тепловую с целью нагревания (расплавления) материалов.

К ЭТО относятся электрические печи (электропечи) и электронагревательные устройства (приборы, аппараты). Электропечи отличаются от электронагревательных устройств тем, что имеют камеру или ванну.

В разновидностях ЭТУ, перечисленных в **7.5.1**, во входящем в состав этих установок ЭТО электрическая энергия преобразуется в тепловую, в основном, тремя способами:

непосредственно в заданных элементах (элементе) этой цепи или между заданными элементами (например, почти полностью или частично между одним или несколькими электродами и шихтой, слитком) на переменном токе промышленной и пониженной частоты, на постоянном токе, а при использовании в плазменных печах индукционных плазменных

горелок - на токе высокой или сверхвысокой частоты;
в результате создания у заданного элемента (элементов) указанной цепи электромагнитного поля или электрического поля с последующим превращением в нагреваемом (расплавляемом) материале энергии поля в тепловую энергию;
посредством формирования потока электронов, ионов или лазерного луча с воздействием (вид определяется требованиями технологии) на обрабатываемый материал, как правило, на его поверхность.

Рабочее напряжение ЭТУ по номинальному значению делится на три класса:

до 50 В переменного или 110 В постоянного тока;

более указанного выше напряжения до 1600 В переменного или постоянного тока;

более 1600 В переменного или постоянного тока.

7.5.5. Печная трансформаторная или преобразовательная подстанция - подстанция, входящая в состав ЭТУ, выполняющая функции и содержащая элементы, указанные в гл. 4.2 и 4.3.

7.5.6. Печной силовой трансформатор (трансформаторный агрегат) или автотрансформатор - соответственно трансформатор или автотрансформатор ЭТУ, преобразующий электроэнергию переменного тока с напряжения сети на рабочее напряжение электрической печи (электронагревательного устройства).

Печной преобразовательный трансформатор - трансформатор, передающий электроэнергию к преобразовательному (выпрямительному) устройству ЭТУ.

7.5.7. Печной выключатель - выключатель, коммутирующий главные силовые цепи переменного тока ЭТУ, оперативно-защитный или оперативный выключатель, функции которого приведены в **7.5.10.**

Общие требования

7.5.8. Категория электроприемников основного оборудования и вспомогательных механизмов, а также объем резервирования электрической части должны определяться с учетом особенностей ЭТУ и предъявляемых действующими стандартами нормами и правилами требований к оборудованию ЭТУ, системам снабжения его водой, газами, сжатым воздухом, создания и поддержания в рабочих камерах давления или разрежения.

К III категории рекомендуется относить электроприемники ЭТУ цехов и участков несерийного производства: кузнечных, штамповочных, прессовых, механических, механосборочных и окрасочных; цехов и участков (отделений и мастерских) инструментальных, сварочных, сборного железобетона, деревообрабатывающих и деревообделочных, экспериментальных, ремонтных, а также лабораторий, испытательных станций, гаражей, депо, административных зданий.

7.5.9. ЭТУ, в которых электрическая энергия преобразуется в тепловую на постоянном токе, переменном токе пониженной, повышенно-средней, высокой или сверхвысокой частоты, рекомендуется снабжать преобразователями, присоединяемыми к питающим электрическим сетям общего назначения непосредственно или через самостоятельные печные (силовые, преобразовательные) трансформаторы.

Печными (силовыми) трансформаторами или автотрансформаторами рекомендуется оборудовать также ЭТУ промышленной частоты с дуговыми печами (вне зависимости от их напряжения и мощности) и установки с печами¹ индукционными и сопротивления, работающие на напряжении, отличающемся от напряжения электрической сети общего назначения, или с печами индукционными и сопротивления однофазными единичной мощностью 0,4 МВт и более, трехфазными - 1,6 МВт и более.

¹ Здесь и далее в гл. 7.5 помимо электропечей имеются в виду также и электронагревательные устройства.

Преобразователи и печные (преобразовательные) трансформаторы (автотрансформаторы), как правило, должны иметь вторичное напряжение в соответствии с требованиями технологического процесса, а первичное напряжение ЭТУ должно выбираться с учетом технико-экономической целесообразности.

Печные трансформаторы (автотрансформаторы) и преобразователи, как правило, должны

снабжаться устройствами для регулирования напряжения, когда это необходимо по условиям проведения технологического процесса.

7.5.10. Первичная цепь каждой ЭТУ, как правило, должна содержать следующие коммутационные и защитные аппараты в зависимости от напряжения питающей электросети промышленной частоты:

до 1 кВ - выключатель (рубильник с дугогасящими контактами, пакетный выключатель) на вводе и предохранители, или блок выключатель-предохранитель, или автоматический выключатель с электромагнитными и тепловыми расцепителями;

выше 1 кВ - разъединитель (отделитель или разъёмное контактное соединение КРУ) на вводе и выключатель оперативно-защитного назначения или разъединитель (отделитель, разъёмные контактные соединения КРУ) и два выключателя - оперативный и защитный.

Для включения электронагревательного устройства мощностью менее 1 кВт в электрическую цепь напряжением до 1 кВ допускается использовать на вводе втычные разъёмные контактные соединения, присоединяемые к линии (магистральной или радиальной), устройство защиты которой установлено в силовом (осветительном) пункте или на щитке.

В первичных цепях ЭТУ напряжением до 1 кВ допускается в качестве вводных коммутационных аппаратов использовать рубильники без дугогасящих контактов при условии, что коммутация ими выполняется без нагрузки.

Выключатели напряжением выше 1 кВ оперативно-защитного назначения в ЭТУ, как правило, должны выполнять операции включения и отключения электротермического оборудования (печей или устройств), обусловленные эксплуатационными особенностями его работы, и защиту от КЗ и ненормальных режимов работы.

Оперативные выключатели напряжением выше 1 кВ ЭТУ должны выполнять оперативные и часть защитных функций, объем которых определяется при конкретном проектировании, но на них не должна возлагаться защита от КЗ (кроме эксплуатационных КЗ, не устраняемых в случае неисправности системы автоматического регулирования печи), которую должны осуществлять защитные выключатели.

Оперативно-защитные и оперативные выключатели напряжением выше 1 кВ допускается устанавливать как на печных подстанциях, так и в цеховых (заводских и т.п.) распределительных устройствах.

Допускается устанавливать один защитный выключатель для защиты группы электротермических установок.

7.5.11. В электрических цепях напряжением выше 1 кВ с числом коммутационных операций в среднем пять циклов включения-отключения в сутки и более должны применяться специальные выключатели повышенной механической и электрической износостойкости, соответствующие требованиям действующих стандартов.

7.5.12. Электрическую нагрузку присоединяемых к электрической сети общего назначения нескольких однофазных электроприемников ЭТУ рекомендуется распределять между тремя фазами сети таким образом, чтобы во всех возможных эксплуатационных режимах работы несимметрия напряжений, вызываемая их нагрузкой, как правило, не превышала бы значений, допускаемых действующим стандартом.

В случаях, когда такое условие при выбранной точке присоединения к сети общего назначения однофазных электроприемников ЭТУ не соблюдается и при этом нецелесообразно (по технико-экономическим показателям) присоединять эти электроприемники к более мощной электрической сети (т.е. к точке сети с большей мощностью КЗ), рекомендуется снабжать ЭТУ симметрирующим устройством или параметрическим источником тока, либо устанавливать коммутационные аппараты, с помощью которых возможно перераспределение нагрузки однофазных электроприемников между фазами трехфазной сети (при нечастом возникновении несимметрии в процессе работы).

7.5.13. Электрическая нагрузка ЭТУ, как правило, не должна вызывать в электрических сетях общего назначения несинусоидальности кривой напряжения, при которой не соблюдается требование действующего стандарта. При необходимости рекомендуется

снабжать печные понижающие или преобразовательные подстанции или питающие их цеховые (заводские) трансформаторные подстанции фильтрами высших и в некоторых случаях низших гармоник, либо принимать другие меры, уменьшающие искажение формы кривой напряжения электрической сети.

7.5.14. Коэффициент мощности ЭТУ, присоединяемых к электрическим сетям общего назначения, как правило, должен быть не ниже 0,98. ЭТУ единичной мощностью 0,4 МВт и более, естественный коэффициент мощности которых ниже указанного значения, рекомендуется снабжать индивидуальными компенсирующими устройствами, которые не следует включать в ЭТУ, если технико-экономическими расчетами выявлены явные преимущества групповой компенсации.

7.5.15. Для ЭТУ, присоединяемых к электрическим сетям общего назначения, для которых в качестве компенсирующего устройства используются конденсаторные батареи, схему включения конденсаторов (параллельно или последовательно с электротермическим оборудованием), как правило, следует выбирать на основе технико-экономических расчетов, характера изменения индуктивной нагрузки установки и формы кривой напряжения, определяемой составом высших гармоник.

7.5.16. Напряжение печных (включая преобразовательные) подстанций, в том числе внутрицеховых, количество, мощность устанавливаемых в них трансформаторов, автотрансформаторов, преобразователей или реакторов как сухих, так и маслонаполненных или заполненных экологически безопасной негорючей жидкостью, высота (отметка) их расположения по отношению к полу первого этажа здания, расстояние между камерами с маслонаполненным оборудованием разных подстанций не ограничиваются при условии, что рядом могут располагаться только две камеры (два помещения) с маслонаполненным оборудованием печных трансформаторных или преобразовательных подстанций, разделенные стеной с пределом огнестойкости, указанным в **7.5.22** для несущих стен; расстояние до расположенных в одном ряду с ними аналогичных двух¹ камер (помещений) при их суммарном числе до шести должно быть не менее 1,5 м, при большем числе после каждых шести камер (помещений) следует устраивать проезд шириной не менее 4 м.

¹ Или одной при их суммарном числе три или пять.

7.5.17. Под маслонаполненным оборудованием печных подстанций должны сооружаться: при массе масла в одном баке (полюсе) до 60 кг - порог или пандус для удержания полного объема масла;

при массе масла в одном баке (полюсе) от 60 до 600 кг - приямок или маслоприемник для удержания полного объема масла;

при массе масла более 600 кг - маслоприемник на 20 % объема масла с отводом в маслосборный бак.

Маслосборный бак должен быть подземным и располагаться вне зданий на расстоянии не менее 9 м от стен I-II степеней огнестойкости и не менее 12 м от стен III-IV степеней огнестойкости по СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». Маслоприемник должен перекрываться металлической решеткой, поверх которой следует насыпать слой промытого просеянного гравия или непористого щебня с частицами от 30 до 70 мм толщиной не менее 250 мм.

7.5.18. Под устройствами для приема масла не допускается располагать помещения с постоянным пребыванием людей. Ниже них пульт управления ЭТУ может находиться только в отдельном помещении, имеющем защитный гидроизолированный потолок, исключающий попадание масла в пультное помещение даже при малой вероятности появления течи из любых устройств для приема масла. Должна быть обеспечена возможность систематического осмотра гидроизоляции потолка, предел его огнестойкости - не менее 0,75 ч.

7.5.19. Вместимость подземного сборного бака должна быть не менее суммарного объема масла в оборудовании, установленном в камере, а при присоединении к сборному баку нескольких камер - не менее наибольшего суммарного объема масла одной из камер.

7.5.20. Внутренний диаметр маслоотводных труб, соединяющих маслоприемники с подземным сборным баком, определяется по формуле

$$D \geq 40 \sqrt{M/n},$$

где M - масса масла в оборудовании, расположенном в камере (помещении) над данным маслоприемником, т;

n - число труб, прокладываемых от маслоприемника до подземного сборного бака. Этот диаметр должен быть не менее 100 мм.

Маслоотводные трубы со стороны маслоприемников должны закрываться съемными сетками из латуни или нержавеющей стали с размерами ячеек 3×3 мм. При необходимости поворота трассы радиус изгиба трубы (труб) должен быть не меньше пяти диаметров трубы. На горизонтальных участках труба должна иметь уклон не менее 0,02 в сторону сборного бака. При всех условиях время удаления масла в подземный сборный бак должно быть менее 0,75 ч.

7.5.21. Камеры (помещения) с маслonaполненным электрооборудованием следует снабжать автоматическими системами пожаротушения при суммарном количестве масла, превышающем 10 т - для камер (помещений), расположенных на отметке первого этажа и выше, и 0,6 т - для камер (помещений), расположенных ниже отметки первого этажа.

Эти системы пожаротушения должны иметь помимо автоматического также и ручные режимы пуска (местный - для опробования и дистанционный - с пульта управления ЭТУ).

При суммарном количестве масла в указанных камерах (помещениях) менее 10 и 0,6 т соответственно они должны оборудоваться пожарной сигнализацией.

7.5.22. При установке трансформаторов, преобразователей и другого электрооборудования ЭТУ в камере внутрицеховой печной (в том числе преобразовательной) подстанции или в другом отдельном помещении (вне отдельных помещений - камер - устанавливать электрооборудование ЭТУ при количестве масла в нем более 60 кг не допускается, за исключением расположения его вне зданий согласно гл. 4.2) его строительные конструкции, в зависимости от массы масла в данном помещении, должны иметь пределы огнестойкости не ниже I степени по СНиП 21-01-97.

7.5.23. Оборудование ЭТУ вне зависимости от его номинального напряжения допускается размещать непосредственно в производственных помещениях, если его исполнение соответствует условиям среды в данном помещении.

При этом во взрыво-, пожароопасных и наружных зонах помещений допускается размещать только такое оборудование ЭТУ, которое имеет нормируемые для данной среды уровни и виды взрывозащиты или соответствующую степень защиты оболочки.

Конструкция и расположение самого оборудования и ограждений должны обеспечивать безопасность персонала и исключать возможность механического повреждения оборудования и случайных прикосновений персонала к токоведущим и вращающимся частям.

Если длина электропечи, электронагревательного устройства или нагреваемого изделия, такова, что выполнение ограждений токоведущих частей вызывает значительное усложнение конструкции или затрудняет обслуживание ЭТУ, допускается устанавливать вокруг печи или устройства в целом ограждение высотой не менее 2 м с блокированием, исключающим возможность открывания дверей до отключения установки.

7.5.24. Силовое электрооборудование напряжением до 1,6 кВ и выше, относящееся к одной ЭТУ (печные трансформаторы, статические преобразователи, реакторы, печные выключатели, разъединители и т.п.), а также вспомогательное оборудование гидравлических приводов и систем охлаждения печных трансформаторов и преобразователей (насосы замкнутых систем водяного и масляно-водяного охлаждения, теплообменники, абсорберы, вентиляторы и др.) допускается устанавливать в общей камере. Указанное электрооборудование должно иметь ограждение открытых токоведущих частей, а оперативное управление приводами коммутационных аппаратов должно быть вынесено за пределы камеры. Электрооборудование нескольких ЭТУ рекомендуется в обоснованных случаях располагать в общих электропомещениях, например в электромашинах помещениях, с соблюдением требований гл. 5.1.

7.5.25. Трансформаторы, преобразовательные устройства и агрегаты ЭТУ (двигатель-

генераторные и статические - ионные и электронные, в том числе полупроводниковые устройства и ламповые генераторы) рекомендуется располагать на минимально возможном расстоянии от присоединенных к ним электропечей и электронагревательных устройств (аппаратов). Минимальные расстояния в свету от наиболее выступающих частей печного трансформатора, расположенных на высоте до 1,9 м от пола, до стенок трансформаторных камер при отсутствии в камерах другого оборудования рекомендуется принимать:

до передней стенки камеры (со стороны печи или электронагревательного устройства) - 0,4 м для трансформаторов мощностью менее 0,4 МВ·А, 0,6 м - от 0,4 до 12,5 МВ·А и 0,8 м - более 12,5 МВ·А;

до боковых и задней стенок камеры - 0,8 м при мощности трансформатора менее 0,4 МВ·А, 1 м - от 0,4 до 12,5 МВ·А и 1,2 м - более 12,5 МВ·А;

до соседнего печного трансформатора (автотрансформатора) - 1 м при мощности до 12,5 МВ·А и 1,2 м - более 12,5 МВ·А для вновь проектируемых печных подстанций и соответственно 0,8 и 1 м - для реконструируемых;

допускается уменьшение указанных расстояний на 0,2 м на длине не более 1 м.

При совместной установке в общей камере печных трансформаторов и другого оборудования (согласно **7.5.24**) ширину проходов и расстояние между оборудованием, а также между оборудованием и стенками камеры рекомендуется принимать на 10-20 % больше указанных значений.

7.5.26. ЭТУ должны быть снабжены блокировками, обеспечивающими безопасное обслуживание электрооборудования и механизмов этих установок, а также правильную последовательность оперативных переключений. Открывание дверей шкафов, расположенных вне электропомещений, а также дверей камер (помещений) распределительных устройств, имеющих доступные для прикосновения токоведущие части, должно быть возможно лишь после снятия напряжения с установки, двери должны иметь блокирование, действующее на снятие напряжения с установки без выдержки времени.

7.5.27. ЭТУ должны быть оборудованы устройствами защиты в соответствии с требованиями гл. 3.1 и 3.2. Защита дуговых печей и дуговых печей сопротивления должна выполняться в соответствии с требованиями, изложенными в **7.5.46**, индукционных - в **7.5.54** (см. также **7.5.38**).

7.5.28. ЭТУ, как правило, должны иметь автоматические регуляторы электрического режима работы, за исключением ЭТУ, в которых их применение нецелесообразно по технологическим или технико-экономическим причинам.

Для установок, в которых при регулировании электрического режима (или для защиты от перегрузки) необходимо учитывать значение переменного тока, трансформаторы (или другие датчики) тока, как правило, следует устанавливать на стороне низшего напряжения. В ЭТУ с большими значениями тока во вторичных токоподводах трансформаторы тока допускается устанавливать на стороне высшего напряжения. При этом, если печной трансформатор имеет переменный коэффициент трансформации, рекомендуется использовать согласующие устройства.

7.5.29. Измерительные приборы и аппараты защиты, а также аппараты управления ЭТУ должны устанавливаться так, чтобы была исключена возможность их перегрева (от тепловых излучений и других причин).

Щиты и пульты (аппараты) управления ЭТУ должны, как правило, располагаться в местах, где обеспечивается возможность наблюдения за проводимыми на установках производственными операциями.

Направление движения рукоятки аппарата управления приводом наклона печей должно соответствовать направлению наклона.

Если ЭТУ имеют значительные габариты и обзор с пульта управления недостаточен, рекомендуется предусматривать оптические, телевизионные или другие устройства для наблюдения за технологическим процессом.

При необходимости должны устанавливаться аварийные кнопки для дистанционного отключения всей установки или отдельных ее частей.

7.5.30. На щитах управления ЭТУ должна предусматриваться сигнализация включенного

и отключенного положений оперативных коммутационных аппаратов (см. **7.5.10**), в установках единичной мощностью 0,4 МВт и более рекомендуется предусматривать также сигнализацию включенного положения вводных коммутационных аппаратов.

7.5.31. При выборе сечений токопроводов ЭТУ на токи более 1,5 кА промышленной частоты и на любые токи повышено-средней, высокой и сверхвысокой частоты, в том числе в цепях фильтров высших гармоник и цепях стабилизатора реактивной мощности (тиристорно-реакторной группы - ТРГ), должна учитываться неравномерность распределения тока как по сечению шины (кабеля), так и между отдельными шинами (кабелями).

Конструкция токопроводов ЭТУ (в частности, вторичных токоподводов - «коротких сетей» электропечей) должна обеспечивать:

- оптимальные реактивное и активное сопротивления;

- рациональное распределение тока в проводниках;

- симметрирование сопротивлений по фазам в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на отдельные виды (типы) трехфазных электропечей или электронагревательных устройств;

- ограничение потерь электроэнергии в металлических креплениях шин, конструкциях установок и строительных элементах зданий и сооружений.

Вокруг одиночных шин и линий (в частности, при их проходе через железобетонные перегородки и перекрытия, а также при устройстве металлических опорных конструкций, защитных экранов и т.п.) не должно быть замкнутых металлических контуров. Токопроводы на токи промышленной частоты более 4 кА и на любые токи повышено-средней, высокой и сверхвысокой частоты не должны прокладываться вблизи стальных строительных элементов зданий и сооружений. Если этого избежать нельзя, то для соответствующих строительных элементов необходимо применять немагнитные и маломангнитные материалы и проверять расчетом потери электроэнергии в них и температуру их нагрева. При необходимости рекомендуется предусматривать устройство экранов.

Для токопроводов переменного тока с частотой 2,4 кГц применение крепящих деталей из магнитных материалов не рекомендуется, а с частотой 4 кГц и более - не допускается, за исключением узлов присоединения шин к водоохлаждаемым элементам. Опорные конструкции и защитные экраны таких токопроводов (за исключением конструкций для коаксиальных токопроводов) должны изготавливаться из немагнитных или маломангнитных материалов.

Температура шин и контактных соединений с учетом нагрева электрическим током и внешними тепловыми излучениями, как правило, должна быть не выше 90 °С. В реконструируемых установках для вторичных токоподводов допускается в обоснованных случаях для медных шин температура 140 °С, для алюминиевых - 120 °С, при этом соединения шин следует выполнять сварными. Предельная температура шин при заданной токовой нагрузке и по условиям среды должна проверяться расчетом. При необходимости следует предусматривать принудительное воздушное или водяное охлаждение.

7.5.32. В установках электропечей и электронагревательных устройств со спокойным режимом работы, в том числе дуговых косвенного действия, плазменных, дугового нагрева сопротивлением (см. **7.5.1**), из дуговых прямого действия - вакуумных дуговых (также и гарнисажных), индукционных и диэлектрического нагрева, сопротивления прямого и косвенного нагрева, включая ЭШП, ЭШЛ и ЭШН, электронно-лучевых, ионных и лазерных для жестких токопроводов вторичных токоподводов, как правило, должны применяться шины из алюминия или из алюминиевых сплавов.

Для жесткой части вторичного токоподвода установок электропечей с ударной нагрузкой, в частности стале- и чугуноплавильных дуговых печей, рекомендуется применять шины из алюминиевого сплава с повышенной механической и усталостной прочностью. Жесткий токопровод вторичного токоподвода в цепях переменного тока из многополосных пакетов шин рекомендуется выполнять шихтованным с параллельными чередующимися цепями разных фаз или прямого и обратного направлений тока.

Жесткие однофазные токопроводы повышено-средней частоты рекомендуется

выполнять шихтованными и коаксиальными.

В обоснованных случаях допускается изготовление жестких токопроводов вторичных токоподводов из меди.

Гибкий токопровод на подвижных элементах электропечей следует выполнять гибкими медными кабелями или гибкими медными лентами. Для гибких токопроводов на токи 6 кА и более промышленной частоты и на любые токи повышенно-средней и высокой частот рекомендуется применять водоохлаждаемые гибкие медные кабели.

7.5.33. Рекомендуемые допустимые длительные токи приведены при нагрузке: током промышленной частоты токопроводов из шихтованного пакета прямоугольных шин - в табл. 7.5.1-7.5.4, током повышенно-средней частоты токопроводов из двух прямоугольных шин - в табл. 7.5.5-7.5.6 и коаксиальных токопроводов из двух концентрических труб - в табл. 7.5.7-7.5.8, кабелей марки АСГ - в табл. 7.5.9 и марки СГ - в табл. 7.5.10.

Токи в таблицах приняты с учетом температуры окружающего воздуха 25 °С, прямоугольных шин - 70 °С, внутренней трубы - 75 °С, жил кабеля - 80 °С (поправочные коэффициенты при другой температуре окружающего воздуха приведены в гл. 1.3 ПУЭ).

Рекомендуется плотность тока в водоохлаждаемых жестких и гибких токопроводах промышленной частоты: алюминиевых и из алюминиевых сплавов - до 6 А/мм², медных - до 8 А/мм². Оптимальная плотность тока в таких токопроводах, а также в аналогичных токопроводах повышенно-средней, высокой и сверхвысокой частот должна выбираться по минимуму приведенных затрат.

Для линий повышенно-средней частоты кроме токопроводов рекомендуется применять специальные коаксиальные кабели (см. также **7.5.53**).

Коаксиальный кабель КВСП-М (номинальное напряжение 2 кВ) рассчитан на следующие допустимые токи:

f , кГц	0,5	2,4	4,0	8,0	10,0
I , А	400	360	340	300	290

В зависимости от температуры окружающей среды для кабеля КВСП-М установлены следующие коэффициенты нагрузки k_n :

t , °С	25	30	35	40	45
k_n	1,0	0,93	0,87	0,80	0,73

Таблица 7.5.1

Допустимый длительный ток промышленной частоты однофазных токопроводов из шихтованного пакета алюминиевых прямоугольных шин

Размер полосы, мм	Токовая нагрузка, А, при количестве полос в пакете							
	2	4	6	8	12	16	20	24
100×10	1250	2480	3705	4935	7380	9850	12315	14750
120×10	1455	2885	4325	5735	8600	11470	14315	17155
140×10	1685	3330	4980	6625	9910	13205	16490	19785
160×10	1870	3705	5545	7380	11045	14710	18375	22090
180×10	2090	4135	6185	8225	12315	16410	20490	24610
200×10	2310	4560	6825	9090	13585	18105	22605	27120
250×10	2865	5595	8390	11185	16640	22185	27730	33275
250×20	3910	7755	11560	15415	23075	30740	38350	46060
300×10	3330	6600	9900	13200	19625	26170	32710	39200
300×20	4560	8995	13440	17880	26790	35720	44605	53485

Примечания: 1. В табл. 7.5.1-7.5.4 токи приведены для неокрашенных шин, установленных на ребро, при зазоре между шинами 30 мм для шин высотой 300 мм и 20 мм для шин высотой 250 мм и менее.

2. Коэффициенты (k) допустимой длительной токовой нагрузки (к табл. 7.5.1 и 7.5.3) алюминиевых шин, окрашенных масляной краской или эмалевым лаком:

Количество полос в пакете	2	3-4	6-9	12-16	20-24
k при высоте полосы, мм:					
100-120	1,25	1,18	1,15	1,14	1,13
140-160	1,24	1,16	1,14	1,10	1,09
180-300	1,23	1,15	1,12	1,09	1,07

3. Коэффициент снижения допустимой длительной токовой нагрузки для шин из сплава АД 31Т - 0,94, из сплава АД 31Т1 - 0,91.

Таблица 7.5.2

Допустимый длительный ток промышленной частоты однофазных токопроводов из шихтованного пакета медных прямоугольных шин*

Размер полосы, мм	Токовая нагрузка, А, при количестве полос в пакете							
	2	4	6	8	12	16	20	24
100×10	1880	3590	5280	7005	10435	13820	17250	20680
120×10	2185	4145	6110	8085	12005	15935	19880	23780
140×10	2475	4700	6920	9135	13585	18050	22465	26930
160×10	2755	5170	7670	10150	15040	19930	24910	29800
180×10	3035	5735	8440	11140	16545	21900	27355	32760
200×10	3335	6300	9280	12220	18140	24065	29985	35910
250×10	4060	7660	11235	14805	21930	29140	36235	43430
300×10	4840	9135	13395	17670	26225	34780	43380	51700

* См. примечания к табл. 7.5.1.

Таблица 7.5.3

Допустимый длительный ток промышленной частоты трехфазных токопроводов из шихтованного пакета алюминиевых прямоугольных шин*

Размер полосы, мм	Токовая нагрузка, А, при количестве полос в пакете					
	3	6	9	12	18	24
100×10	1240	2470	3690	4920	7390	9900
120×10	1445	2885	4300	5735	8560	11435
140×10	1665	3320	4955	6605	9895	13190
160×10	1850	3695	5525	7365	11025	14720
180×10	2070	4125	6155	8210	12290	16405
200×10	2280	4550	6790	9055	13565	18080
250×10	2795	5590	8320	11095	16640	22185
250×20	3880	7710	11540	15385	23010	30705
300×10	3300	6580	9815	13085	19620	26130
300×20	4500	8960	13395	17860	26760	35655

* См. примечания к табл. 7.5.1.

Таблица 7.5.4

Допустимый длительный ток промышленной частоты трехфазных токопроводов из шихтованного пакета медных прямоугольных шин*

Размер полосы, мм	Токовая нагрузка, А, при количестве полос в пакете					
	3	6	9	12	18	24
100×10	1825	3530	5225	6965	10340	13740
120×10	2105	4070	6035	8000	11940	15885
140×10	2395	4615	6845	9060	13470	17955
160×10	2660	5125	7565	10040	14945	19850
180×10	2930	5640	8330	11015	16420	21810
200×10	3220	6185	9155	12090	18050	23925
250×10	3900	7480	11075	14625	21810	28950
300×10	4660	8940	13205	17485	25990	34545

* См. примечания к табл. 7.5.1.

Таблица 7.5.5

Допустимый длительный ток повышено-средней частоты токопроводов из двух алюминиевых прямоугольных шин

Ширина шины, мм	Токовая нагрузка, А, при частоте, Гц					
	500	1000	2500	4000	8000	10000
25	310	255	205	175	145	140

30	365	305	245	205	180	165
40	490	410	325	265	235	210
50	615	510	410	355	300	285
60	720	605	485	410	355	330
80	960	805	640	545	465	435
100	1160	980	775	670	570	535
120	1365	1140	915	780	670	625
150	1580	1315	1050	905	770	725
200	2040	1665	1325	1140	970	910

Примечания: 1. В табл. 7.5.5 и 7.5.6 токи приведены для неокрашенных шин с расчетной толщиной, равной 1,2 глубины проникновения тока, с зазором между шинами 20 мм при установке шин на ребро и прокладке их в горизонтальной плоскости.

2. Толщина шин токопроводов, допустимые длительные токи которых приведены в табл. 7.5.5 и 7.5.6, должна быть равной или больше расчетной; ее следует выбирать с учетом требований к механической прочности шин из сортамента, приведенного в стандартах или технических условиях.

3. Глубина проникновения тока, h , при алюминиевых шинах в зависимости от частоты переменного тока f :

f , кГц	0,5	1,0	2,5	4,0	8,0	10,0
h , мм	4,2	3,0	1,9	1,5	1,06	0,95

Таблица 7.5.6

Допустимый длительный ток повышено-средней частоты токопроводов из двух медных прямоугольных шин

Ширина шины, мм	Токовая нагрузка, А, при частоте, Гц					
	500	1000	2500	4000	8000	10000
25	355	295	230	205	175	165
30	425	350	275	245	210	195
40	570	465	370	330	280	265
50	705	585	460	410	350	330
60	835	685	545	495	420	395
80	1100	915	725	645	550	515
100	1325	1130	895	785	675	630
120	1420	1325	1045	915	785	735
150	1860	1515	1205	1060	910	845
200	2350	1920	1485	1340	1140	1070

Примечание. Глубина проникновения тока, h , при медных шинах в зависимости от частоты переменного тока f :

f , кГц	0,5	1,0	2,5	4,0	8,0	10,0
h , мм	3,3	2,4	1,5	1,19	0,84	0,75

См. также примечания 1 и 2 к табл. 7.5.5.

Таблица 7.5.7

Допустимый длительный ток повышено-средней частоты токопроводов из двух алюминиевых concentрических труб

Наружный диаметр трубы, мм		Токовая нагрузка, А, при частоте, кГц					
внешней	внутренней	0,5	1,0	2,50	4,0	8,0	10,0
150	110	1330	1110	885	770	640	615
	90	1000	835	665	570	480	455
	70	800	670	530	465	385	370
180	140	1660	1400	1095	950	800	760
	120	1280	1075	855	740	620	590
	100	1030	905	720	620	520	495
200	160	1890	1590	1260	1080	910	865
	140	1480	1230	980	845	710	675
	120	1260	1070	840	725	610	580
220	180	2185	1755	1390	1200	1010	960
	160	1660	1390	1100	950	800	760
	140	1425	1185	940	815	685	650
240	200	2310	1940	1520	1315	1115	1050
	180	1850	1550	1230	1065	895	850
	160	1630	1365	1080	930	785	745

260	220	2530	2130	1780	1450	1220	1160
	200	2040	1710	1355	1165	980	930
	180	1820	1530	1210	1040	875	830
280	240	2780	2320	1850	1590	1335	1270
	220	2220	1865	1480	1275	1075	1020
	200	2000	1685	1320	1150	960	930

Примечание. В табл. 7.5.7 и 7.5.8 токовые нагрузки приведены для неокрашенных труб с толщиной стенок 10 мм.

Таблица 7.5.8

Допустимый длительный ток повышено-средней частоты токопроводов из двух медных concentрических труб*

Наружный диаметр трубы, мм		Токовая нагрузка, А, при частоте, кГц					
внешней	внутренней	0,5	1,0	2,50	4,0	8,0	10,0
150	110	1530	1270	1010	895	755	715
	90	1150	950	750	670	565	535
	70	920	760	610	540	455	430
180	140	1900	1585	1240	1120	945	895
	120	1480	1225	965	865	730	690
	100	1250	1030	815	725	615	580
200	160	2190	1810	1430	1275	1075	1020
	140	1690	1400	1110	995	840	795
	120	1460	1210	955	830	715	665
220	180	2420	2000	1580	1415	1190	1130
	160	1915	1585	1250	1115	940	890
	140	1620	1350	1150	955	810	765
240	200	2670	2200	1740	1565	1310	1250
	180	2130	1765	1395	1245	1050	995
	160	1880	1555	1230	1095	925	875
260	220	2910	2380	1910	1705	1470	1365
	200	2360	1950	1535	1315	1160	1050
	180	2100	1740	1375	1225	1035	980
280	240	3220	2655	2090	1865	1580	1490
	220	2560	2130	1680	1500	1270	1200
	200	2310	1900	1500	1340	1135	1070

* См. примечание к табл. 7.5.7.

Таблица 7.5.9

Допустимый длительный ток повышено-средней частоты кабелей марки АСГ на напряжение 1 кВ при однофазной нагрузке

Сечение токопроводящей жилы, мм	Токовая нагрузка, А, при частоте, кГц					
	0,5	1,0	2,50	4,0	8,0	10,0
2×25	100	80	65	55	47	45
2×35	115	95	75	65	55	50
2×50	130	105	85	75	62	60
2×70	155	130	100	90	75	70
2×95	180	150	120	100	85	80
2×120	200	170	135	115	105	90
2×150	225	185	150	130	110	105
3×25	115	95	75	60	55	50
3×35	135	110	85	75	65	60
3×50	155	130	100	90	75	70
3×70	180	150	120	100	90	80
3×95	205	170	135	120	100	95
3×120	230	200	160	140	115	110
3×150	250	220	180	150	125	120
3×185	280	250	195	170	140	135
3×240	325	285	220	190	155	150
3×50 + 1×25	235	205	160	140	115	110

3×70 + 1×35	280	230	185	165	135	130
3×95 + 1×50	335	280	220	190	160	150
3×120 + 1×50	370	310	250	215	180	170
3×150 + 1×70	415	340	260	230	195	190
3×185 + 1×70	450	375	300	255	210	205

Примечание. Токовые нагрузки приведены исходя из использования: для трехжильных кабелей в «прямом» направлении - одной жилы, в «обратном» - двух, для четырехжильных кабелей в «прямом» и «обратном» направлениях - по две жилы, расположенные крестообразно.

Таблица 7.5.10

Допустимый длительный ток повышенно-средней частоты кабелей марки СГ на напряжение 1 кВ при однофазной нагрузке*

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Токовая нагрузка, А, при частоте, кГц					
	0,5	1,0	2,50	4,0	8,0	10,0
2×25	115	95	76	70	57	55
2×35	130	110	86	75	65	60
2×50	150	120	96	90	75	70
2×70	180	150	115	105	90	85
2×95	205	170	135	120	100	95
2×120	225	190	150	130	115	105
2×150	260	215	170	150	130	120
3×25	135	110	90	75	65	60
3×35	160	125	100	90	75	70
3×50	180	150	115	105	90	85
3×70	210	170	135	120	105	95
3×95	245	195	155	140	115	110
3×120	285	230	180	165	135	130
3×150	305	260	205	180	155	145
3×185	340	280	220	200	165	160
3×240	375	310	250	225	185	180
3×50 + 1×25	290	235	185	165	135	130
3×70 + 1×35	320	265	210	190	155	150
3×95 + 1×50	385	325	250	225	190	180
3×120 + 1×50	430	355	280	250	210	200
3×150 + 1×70	470	385	310	275	230	220
3×185 + 1×70	510	430	340	300	250	240

* См. примечание к табл. 7.5.9.

7.5.34. Динамическая стойкость при токах КЗ жестких токопроводов ЭТУ на номинальный ток 10 кА и более должна быть рассчитана с учетом возможного увеличения электромагнитных сил в местах поворотов и пересечений шин. При определении расстояний между опорами такого токопровода должна быть проверена возможность возникновения частичного или полного резонанса.

7.5.35. Для токопроводов электротермических установок в качестве изолирующих опор шинных пакетов и прокладок между ними в электрических цепях постоянного и переменного тока промышленной, пониженной и повышенно-средней частоты напряжением до 1 кВ рекомендуется использовать колодки или плиты (листы) из непропитанного асбоцемента, в цепях напряжением от 1 до 1,6 кВ - из гетинакса, стеклотекстолита или термостойких пластмасс. Такие изоляционные материалы в обоснованных случаях допускается применять и при напряжении до 1 кВ. При напряжении до 500 В в сухих и непыльных помещениях допускается использовать пропитанную (проваренную в олифе) буковую или березовую древесину. Для электропечей с ударной резкопеременной нагрузкой опоры (сжимы, прокладки) должны быть вибростойкими (при частоте колебаний значений действующего тока 0,5-20 Гц).

В качестве металлических деталей сжима шинного пакета токопроводов на 1,5 кА и более переменного тока промышленной частоты и на любые токи повышенно-средней, высокой и

сверхвысокой частоты рекомендуется использовать гнутый профиль П-образного сечения из листовой немагнитной стали. Допускается также применять сварные профили и силуминовые детали (кроме сжимов для тяжелых многополосных пакетов).

Для сжима рекомендуется применять болты и шпильки из немагнитных хромоникелевых и медно-цинковых (латунь) сплавов.

Для токопроводов напряжением выше 1,6 кВ в качестве изолирующих опор должны применяться фарфоровые или стеклянные опорные изоляторы, причем при токах 1,5 кА и более промышленной частоты и при любых токах повышено-средней, высокой и сверхвысокой частоты арматура изолятора, как правило, должна быть алюминиевой. Арматура изоляторов должна быть выполнена из немагнитных (маломангнитных) материалов или защищена алюминиевыми экранами.

Уровень электрической прочности изоляции между шинами разной полярности (разных фаз) шинных пакетов с прямоугольными или трубчатыми проводниками вторичных токоподводов электротермических установок, размещаемых в производственных помещениях, должен соответствовать стандартам и/или ТУ на отдельные виды (типы) электропечей или электронагревательных устройств. Если такие данные отсутствуют, то при вводе установки в эксплуатацию должны быть обеспечены параметры в соответствии с табл. 7.5.11.

Таблица 7.5.11

Сопротивление изоляции вторичных токоподводов

Мощность электропечи или электронагревательного устройства, МВ·А	Наименьшее сопротивление изоляции*, кОм, в зависимости от напряжения токоподводов, кВ			
	до 1,0	от 1,0 до 1,6	от 1,6 до 3,0	от 3,0 до 15
До 5	10	20	100	500
От 5 до 25	5	10	50	250
От 25	2,5	5	25	100

* Сопротивление изоляции следует измерять мегаомметром на напряжение 1,0 или 2,5 кВ при токоподводе, отсоединенном от выводов трансформатора, преобразователя, коммутационных аппаратов, нагревателей сопротивления и т.п., при снятых электродах и шлангах системы водяного охлаждения.

В качестве дополнительной меры по повышению надежности работы и обеспечению нормируемого значения сопротивления изоляции рекомендуется шины вторичных токоподводов в местах сжимов дополнительно изолировать изоляционным лаком или лентой, а между компенсаторами разных фаз (разной полярности) закреплять изоляционные прокладки, стойкие в тепловом и механическом отношениях.

7.5.36. Расстояния в свету между шинами разной полярности (разных фаз) жесткого токопровода постоянного или переменного тока должны быть в пределах, указанных в табл. 7.5.12, и определяться в зависимости от номинального значения его напряжения, рода тока и частоты.

Таблица 7.5.12

Расстояние в свету между шинами токопровода вторичного токоподвода¹

Помещение, в котором прокладывается токопровод	Изоляционное расстояние, мм, при токе:						
	постоянном		переменном				
	до 1,6 кВ	от 1,6 до 3 кВ	0,05 кГц		0,5-10 кГц		от 10000 Гц
			до 1,6 кВ	от 1,6 до 3 кВ	до 1,6 кВ	от 1,6 до 3 кВ	
Сухое непыльное	12-25	30-130	15-20	25-30	15-20	25-30	40-140
Сухое пыльное ²	16-30	35-150	20-25	30-35	20-25	30-35	45-150

¹ При высоте шины до 250 мм; при большей высоте расстояние должно быть увеличено на 5-10 мм.

² Пыль непроводящая.

7.5.37. Мостовые, подвесные, консольные и другие подобные краны и тали, используемые в помещениях, где находятся установки электронагревательных устройств сопротивления прямого действия, дуговых печей прямого нагрева и комбинированного нагрева - дуговых

печей сопротивления с перепуском самоспекающихся электродов без отключения установок, должны иметь изолирующие прокладки (обеспечивающие три ступени изоляции с сопротивлением каждой ступени не менее 0,5 МОм), исключающие возможность соединения с землей (через крюк или трос подъемно-транспортных механизмов) элементов установки, находящихся под напряжением.

7.5.38. Система входящего охлаждения оборудования, аппаратов и других элементов электротермических установок должна быть выполнена с учетом возможности контроля за состоянием охлаждающей системы.

Рекомендуется установка следующих реле: давления, струйных и температуры (последних двух - на выходе воды из охлаждаемых ею элементов) с работой их на сигнал. В случае, когда прекращение протока или перегрев охлаждающей воды могут привести к аварийному повреждению элементов ЭТУ, должно быть обеспечено автоматическое отключение установки.

Система водоохлаждения - разомкнутая (от сети водопровода или от сети оборотного водоснабжения предприятия) или замкнутая (двухконтурная с теплообменниками), индивидуальная или групповая - должна выбираться с учетом требований к качеству воды, указанных в стандартах или технических условиях на оборудование электротермической установки.

Водоохлаждаемые элементы электротермических установок при разомкнутой системе охлаждения должны быть рассчитаны на максимальное 0,6 МПа и минимальное 0,2 МПа давление воды. Если в стандартах или технических условиях на оборудование не приведены другие нормативные значения, качество воды должно отвечать следующим требованиям:

Показатель	Вода из хозяйственно-питьевого водопровода	Вода из сети оборотного водоснабжения предприятия
Жесткость, мг×экв/л, не более:		
общая	7	-
карбидная	-	5
Содержание, мг/л, не более:		
взвешенных веществ (мутность)	3	100
активного хлора	0,5	Нет
железа	0,3	1,5
pH	6,5-9,5	7-8
t, °C, не более	25	30

Рекомендуется предусматривать повторное использование охлаждающей воды на другие технологические нужды с устройством водосбора и перекачки.

В системах охлаждения элементов электротермических установок, использующих воду из сети оборотного водоснабжения, рекомендуется предусматривать механические фильтры для снижения содержания в воде взвешенных частиц.

При выборе индивидуальной замкнутой системы водоохлаждения рекомендуется предусматривать схему вторичного контура циркуляции воды без резервного насоса, чтобы при выходе из строя работающего насоса на время, необходимое для аварийной остановки оборудования, использовалась вода из сети водопровода.

При применении групповой замкнутой системы водоохлаждения рекомендуется предусматривать установку одного или двух резервных насосов с автоматическим включением резерва.

7.5.39. При охлаждении элементов электротермической установки, которые могут находиться под напряжением, водой по проточной или циркуляционной системе для предотвращения выноса по трубопроводам потенциала, опасного для обслуживающего персонала, должны быть предусмотрены изолирующие шланги (рукава). Подающий и сливной концы шланга должны иметь металлические патрубки, которые должны быть заземлены если нет ограждения, исключающего прикосновение к ним персонала при включенной установке.

Длина изолирующих шлангов водяного охлаждения, соединяющих элементы различной полярности, должна быть не менее указанной в технической документации заводов - изготовителей оборудования; при отсутствии таких данных длину рекомендуется принимать

равной: при номинальном напряжении до 1,6 кВ не менее 1,5 м для шлангов с внутренним диаметром до 25 мм и 2,5 м - для шлангов с диаметром более 25 мм; при номинальном напряжении выше 1,6 кВ - 2,5 и 4 м соответственно. Длина шлангов не нормируется, если между шлангом и сточной трубой имеется разрыв и струя воды свободно падает в воронку.

7.5.40. ЭТУ, оборудование которых требует оперативного обслуживания на высоте 2 м и более от отметки пола помещения, должны снабжаться рабочими площадками, огражденными перилами с постоянными лестницами. Применение подвижных (например, телескопических) лестниц не допускается. В зоне, в которой возможно прикосновение персонала к находящимся под напряжением частям оборудования, площадки, ограждения и лестницы должны выполняться из несгораемых материалов и иметь покрытие из диэлектрического материала, не распространяющего горение.

7.5.41. Насосно-аккумуляторные и маслонапорные установки систем гидропривода электротермического оборудования, содержащие 60 кг масла или более, должны располагаться в помещениях, в которых обеспечивается аварийное удаление масла и выполнение требований **7.5.17-7.5.22**.

7.5.42. Применяемые в электротермических установках сосуды, работающие под давлением выше 70 кПа, устройства, использующие сжатые газы, а также компрессорные установки должны отвечать требованиям действующих правил, утвержденных Госгортехнадзором России.

7.5.43. Газы из выхлопа вакуум-насосов предварительного разрежения, как правило, должны удаляться наружу, выпускать эти газы в производственные и тому подобные помещения допускается только, когда при этом не будут нарушены санитарно-гигиенические требования к воздуху в рабочей зоне (ССБТ ГОСТ 12.1.005-88).

Установки дуговых печей прямого, косвенного действия и дуговых печей сопротивления

7.5.44. Систему электроснабжения предприятий с установками дуговых сталеплавильных печей переменного тока (ДСП) или (и) постоянного тока (ДСППТ) следует выполнять с учетом обязательного обеспечения нормируемых ГОСТ 13109-97 значений показателей качества электроэнергии в питающей электрической сети общего назначения, к которой эти установки будут присоединены.

С целью ограничения содержания гармоник напряжения в питающей сети общего назначения рекомендуется рассматривать технико-экономическую целесообразность применения в установках ДСППТ преобразователей с большим числом фаз выпрямления, а при четном числе преобразовательных трансформаторов - выполнение у половины из них обмотки ВН по схеме «звезда» и у второй половины - «треугольник».

Печные понижающие или преобразовательные трансформаторы дуговых сталеплавильных печей допускается присоединять к электрическим сетям общего назначения без выполнения специальных расчетов колебаний напряжения и содержания в нем высших гармоник, если соблюдается условие:

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n S_{Ti}^2} / S_k \leq 0,01D,$$

где S_{Ti} - номинальная мощность печного понижающего или преобразовательного трансформатора, МВ·А;

S_k - мощность КЗ в месте присоединения установки дуговых печей к электрическим сетям общего назначения, МВ·А;

n - число присоединяемых установок дуговых печей;

D - коэффициент при установках дуговых сталеплавильных печей: переменного тока (ДСП), равный 1, а постоянного тока (ДСППТ) - 2.

При невыполнении этого условия должно быть проверено расчетом, не превышаются ли допустимые действующим стандартом значения колебаний напряжения и (или) содержания в нем гармоник у электроприемников, получающих питание от электрической сети,

присоединенной к данной точке.

Если требования стандарта не выдерживаются, следует присоединить установки дуговых сталеплавильных печей к точке сети с большей мощностью КЗ или обеспечить выполнение соответствующих мероприятий, например, предусмотреть использование силовых фильтров и (или) быстродействующего тиристорного компенсатора реактивной мощности. Вариант выбирается в соответствии с технико-экономическим обоснованием.

7.5.45. На установках дуговых печей, где могут происходить эксплуатационные КЗ, рекомендуется принимать меры по ограничению вызываемых ими толчков тока. На таких установках толчки тока эксплуатационных КЗ должны быть не выше 3,5-кратного значения номинального тока. При использовании реакторов для ограничения токов эксплуатационных КЗ рекомендуется предусматривать возможность их шунтирования при плавке, когда не требуется их постоянное включение.

7.5.46. Для печных трансформаторов (трансформаторных агрегатов) установок дуговых печей должны быть предусмотрены:

1) максимальная токовая защита без выдержки времени от двух- и трехфазных КЗ в обмотке и на выводах, отстроенная от токов эксплуатационных КЗ и бросков намагничивающего тока при включении установок;

2) газовая защита от повреждения внутри бака, сопровождающегося выделением газа, и от понижения уровня масла в баке;

3) защита от однофазных замыканий на землю в обмотке и на выводах печных трансформаторов, присоединенных к электрической сети с эффективно заземленной нейтралью;

4) защита от перегрузок для установок всех видов дуговых печей. Для установок дуговых сталеплавильных печей рекомендуется предусматривать защиту с зависимой от тока характеристикой выдержки времени. Защита должна действовать с разными выдержками времени на сигнал и отключение.

Характеристики и выдержки времени защиты, как правило, должны выбираться с учетом скорости подъема электродов при работе автоматического регулятора тока (мощности) дуговой печи, чтобы эксплуатационные КЗ своевременно устранялись поднятием электродов и отключение печного выключателя происходило лишь при отказе или несвоевременной работе регулятора;

5) защита от повышения температуры масла в системе охлаждения печного трансформатора с использованием температурных датчиков с действием на сигнал при достижении максимально допустимой температуры и на отключение при ее превышении;

6) защита от нарушения циркуляции масла и воды в системе охлаждения печного трансформатора с действием на сигнал - для масловодяного охлаждения печного трансформатора с принудительной циркуляцией масла и воды.

7.5.47. Установки дуговых печей, как правило, должны быть снабжены измерительными приборами для контроля активной и реактивной потребляемой электроэнергии, а также приборами для контроля за технологическим процессом.

Амперметры должны иметь соответствующие перегрузочные шкалы.

На установках дуговых печей сопротивления с однофазными печными трансформаторами, как правило, должны устанавливаться приборы для измерения фазных токов трансформаторов, а также для измерения и регистрации токов в электродах. На установках дуговых сталеплавильных печей рекомендуется устанавливать приборы, регистрирующие 30-минутный максимум нагрузки.

7.5.48. При расположении дуговых печей на рабочих площадках выше уровня пола цеха место под площадками может быть использовано для размещения другого оборудования печных установок (в том числе печных подстанций) или для размещения пультового помещения (с надежной гидроизоляцией) без постоянного пребывания людей.

7.5.49. Для исключения возможности замыкания при перепуске электродов дуговых печей сопротивления помимо изоляционного покрытия на рабочей (перепускной) площадке (см. **7.5.40**) следует предусматривать установку между электродами постоянных разделительных изолирующих щитов.

Установки индукционного и диэлектрического нагрева

7.5.50. Оборудование установок индукционных и диэлектрического нагрева с трансформаторами, двигатель-генераторами, тиристорными и ионными преобразователями или ламповыми генераторами и конденсаторами устанавливается, как правило, в отдельных помещениях или, в обоснованных случаях, непосредственно в цехе в технологическом потоке производства категорий Г и Д по строительным нормам и правилам; строительные конструкции указанных отдельных помещений должны иметь пределы огнестойкости не ниже значений, приведенных в **7.5.22** для внутрицеховых печных (в том числе преобразовательных) подстанций при количестве масла в них менее 10 т.

7.5.51. Для улучшения использования трансформаторов и преобразователей в контурах индукторов должны устанавливаться конденсаторные батареи. Для облегчения настройки в резонанс конденсаторные батареи в установках со стабилизируемой частотой, как правило, следует разделять на две части - постоянно включенную и регулируемую.

7.5.52. Взаимное расположение элементов установок, как правило, должно обеспечивать наименьшую длину токопроводов резонансных контуров в целях уменьшения активного и индуктивного сопротивлений.

7.5.53. Для цепей повышенно-средней частоты, как указано в **7.5.33**, рекомендуется применять коаксиальные кабели и токопроводы. Применение кабелей со стальной броней и проводов в стальных трубах для цепей с повышенно-средней частотой до 10 кГц допускается только при обязательном использовании жил одного кабеля или проводов в одной трубе для прямого и обратного направлений тока. Применение кабелей со стальной броней (за исключением специальных кабелей) и проводов в стальных трубах для цепей частотой более 10 кГц не допускается.

Кабели со стальной броней и провода в стальных трубах, применяемые в электрических цепях промышленной, повышенно-средней или пониженной частоты, должны прокладываться так, чтобы броня и трубы не нагревались от внешнего электромагнитного поля.

7.5.54. Для защиты установок от повреждений при «проедании» тигля индукционных печей (любой частоты) и при нарушении изоляции сетей повышенно-средней, высокой или сверхвысокой частоты относительно корпуса (земли) рекомендуется устройство электрической защиты с действием на сигнал или отключение.

7.5.55. Двигатель-генераторы установок частотой 8 кГц и более должны снабжаться ограничителями холостого хода, отключающими возбуждение генератора во время длительных пауз между рабочими циклами, когда останов двигатель-генераторов нецелесообразен.

Для улучшения загрузки по времени генераторов повышенно-средней и высокой частоты рекомендуется применять режим «ожидания» там, где это допускается по условиям технологии.

7.5.56. Установки индукционные и диэлектрического нагрева высокой частоты должны иметь экранирующие устройства для ограничения уровня напряженности электромагнитного поля на рабочих местах до значений, определяемых действующими санитарными нормами.

7.5.57. В сушильных камерах диэлектрического нагрева (высокочастотных сушильных установок) с применением вертикальных сетчатых электродов сетки с обеих сторон проходов должны быть заземлены.

7.5.58. Двери блоков установок индукционных и диэлектрического нагрева высокой частоты должны быть снабжены блокировкой, при которой открывание двери возможно лишь при отключении напряжения всех силовых цепей.

7.5.59. Ширина рабочих мест у щитов управления должна быть не менее 1,2 м, а у нагревательных устройств, плавильных печей, нагревательных индукторов (при индукционном нагреве) и рабочих конденсаторов (при диэлектрическом нагреве) - не менее 0,8 м.

7.5.60. Двигатель-генераторные преобразователи частоты, работающие с уровнем шума выше 80 дБ, должны быть установлены в электромашинных помещениях, которые

обеспечивают снижение шума до уровней, допускаемых действующими санитарными нормами.

Для уменьшения вибрации двигатель-генераторов следует применять виброгасящие устройства, обеспечивающие выполнение требования санитарных норм к уровню вибрации.

Установки печей сопротивления прямого и косвенного действия

7.5.61. Печные понижающие и регулировочные сухие трансформаторы (автотрансформаторы), а также трансформаторы с негорючей жидкостью и панели управления (если на них нет приборов, чувствительных к электромагнитным полям) допускается устанавливать непосредственно на конструкциях самих печей сопротивления или в непосредственной близости от них.

Установки электронагревательных устройств сопротивления прямого действия следует присоединять к электрической сети через понижающие трансформаторы; автотрансформаторы могут использоваться в них только в качестве регулировочных, применение их в качестве понижающих не допускается.

7.5.62. Ширина проходов вокруг электропечей и расстояния между электропечами, а также от них до щитов и шкафов управления выбираются в зависимости от технологических особенностей установок.

Допускается устанавливать две электропечи рядом без прохода между ними, если по условиям эксплуатации в нем нет необходимости.

7.5.63. Электрические аппараты силовых цепей и пирометрические приборы рекомендуется устанавливать на отдельных щитах. На приборы не должны воздействовать вибрации и удары при работе коммутационных аппаратов.

При установке электропечей в производственных помещениях, где имеют место вибрации или толчки, пирометрические и другие измерительные приборы должны монтироваться на специальных амортизаторах или панели щитов с такими приборами должны быть вынесены в отдельные щитовые помещения (помещения КИПиА).

Панели щитов КИПиА установок печей сопротивления рекомендуется располагать в отдельных помещениях также в тех случаях, когда производственные помещения пыльные, влажные или сырые (см. гл. 1.1).

Не допускается установка панелей щитов с пирометрическими приборами (в частности, с электронными потенциометрами) в местах, где они могут подвергаться резким изменениям температуры (например, около въездных ворот цеха).

7.5.64. Совместная прокладка в одной трубе проводов пирометрических цепей и проводов контрольных или силовых цепей, а также объединение указанных цепей в одном контрольном кабеле не допускается.

7.5.65. Провода пирометрических цепей рекомендуется присоединять к приборам непосредственно, не заводя их на сборки зажимов щитов управления.

Компенсационные провода пирометрических цепей от термопар к электрическим приборам (в том числе к милливольтметрам) должны быть экранированы от индукционных наводок и экраны заземлены, а экранирующее устройство по всей длине надежно соединено в стыках.

7.5.66. Оконцевание проводов и кабелей, присоединяемых непосредственно к нагревателям электропечей, следует выполнять опрессовкой наконечников, зажимными контактными соединениями, сваркой или пайкой твердым припоем.

7.5.67. В установках печей сопротивления мощностью 100 кВт и более рекомендуется устанавливать по одному амперметру на каждую зону нагрева. Для печей с керамическими нагревателями, как правило, следует устанавливать амперметры на каждую фазу.

7.5.68. Для установок печей сопротивления мощностью 100 кВт и более следует предусматривать установку счетчиков активной энергии (по одному на печь).

7.5.69. В установках печей сопротивления косвенного действия с ручной загрузкой в рабочее пространство материала (изделий) должны использоваться электропечи, конструкция которых исключает возможность случайного прикосновения обслуживающего персонала к токоведущим частям, находящимся под напряжением выше 50 В.

Если в указанных печах вероятность такого прикосновения не исключена, то следует или блокировать загрузочные дверцы (крышки), чтобы исключить их открытие до снятия напряжения, или принимать другие меры, гарантирующие электробезопасность.

7.5.70. В установках прямого нагрева, работающих при напряжении выше 50 В переменного или выше 110 В постоянного тока, рабочая площадка, на которой находятся оборудование установки и обслуживающий персонал, должна быть изолирована от земли. Для установок непрерывного действия, где под напряжением находятся сматывающие и наматывающие устройства, по границам изолированной от земли рабочей площадки должны быть поставлены защитные сетки или стенки, исключающие возможность выброса разматываемой ленты или проволоки за пределы площадки.

Кроме того, такие установки должны снабжаться устройством контроля изоляции с действием на сигнал.

7.5.71. При применении в установках прямого нагрева жидкостных контактов, выделяющих токсичные или резкопахнущие пары или возгоны, должны быть обеспечены герметичность контактных узлов и надежное улавливание паров и возгонов.

7.5.72. Ток утечки в установках прямого нагрева должен составлять не более 0,2 % номинального тока установки.

Электронно-лучевые установки

7.5.73. Преобразовательные агрегаты электронно-лучевых установок, присоединяемые к питающей электрической сети напряжением до 1 кВ, должны иметь защиту от пробоев изоляции цепей низшего напряжения и электрической сети, вызванных наведенными зарядами в первичных обмотках повышающих трансформаторов, а также защиту от КЗ во вторичной обмотке.

7.5.74. Электронно-лучевые установки должны иметь защиту от жесткого и мягкого рентгеновского излучения, обеспечивающую полную радиационную безопасность, при которой уровень излучения на рабочих местах должен быть не выше значений, допускаемых действующими нормативными документами для лиц, не работающих с источниками ионизирующих излучений.

Для защиты от коммутационных перенапряжений преобразовательные агрегаты должны оборудоваться разрядниками или ограничителями перенапряжения, устанавливаемыми на стороне высшего напряжения.

Ионные и лазерные установки

7.5.75. Ионные и лазерные установки должны компоноваться, а входящие в их состав блоки размещаться с учетом мер, обеспечивающих помехоустойчивость управляющих и измерительных цепей этих установок от электромагнитного воздействия, вызываемого флуктуацией газового разряда, обуславливающей характер изменения нагрузки источника питания.

Глава 7.6

ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫЕ УСТАНОВКИ

Область применения

7.6.1. Настоящая глава Правил распространяется на оборудуемые и используемые в закрытых помещениях или на открытом воздухе стационарные, переносные и передвижные электросварочные установки (ЭСУ), предназначенные для выполнения электротехнологических процессов сварки, наплавки, напыления, резки плавлением (разделительной и поверхностной) и сварки с применением давления, в том числе:

- дуговой и плазменной сварки, наплавки, переплава, напыления, резки;
- электрошлаковой сварки, электрошлакового и плазменно-дугового переплава;
- индукционной сварки и наплавки;
- электронно-лучевой сварки;
- лазерной сварки и резки;
- сварки контактным разогревом;

контактной или диффузионной сварки;

дугоконтактной сварки (с разогревом до пластического состояния торцов свариваемого изделия возбужденной дугой, вращающейся в магнитном поле, с последующим контактным соединением их давлением).

Требования настоящей главы относятся к электросварочным установкам при использовании в них плавящихся или неплавящихся электродов, при обработке (соединении, резке и др.) металлических и неметаллических материалов в воздушной среде или среде газа (аргона, гелия, углекислого газа, азота и др.) при давлениях атмосферном, повышенном или пониженном (в том числе в вакууме), а также под водой или под слоем флюса.

7.6.2. Электросварочные установки должны удовлетворять требованиям разд. 1-6, гл. 7.3-7.5 Правил в той мере, в какой они не изменены в настоящей главе.

Определения

7.6.3. Электросварочная установка - комплекс функционально связанных элементов соответствующего электросварочного и общего назначения электротехнического, а также механического и другого оборудования, средств автоматики и КИП, обеспечивающих осуществление необходимого технологического процесса.

Состав элементов электросварочных установок зависит от их назначения, конструктивного исполнения оборудования, степени механизации и автоматизации.

В состав электросварочных установок в зависимости от перечисленных условий входят кабельные линии, электропроводки и токопроводы внешних соединений между элементами установки, а также в пределах установки трубопроводы систем водоохлаждения и гидравлического привода, линий сжатого воздуха, азота, аргона, гелия, углекислого газа и других газов, а также вакуума.

7.6.4. Источник сварочного тока - специальное электротехническое устройство, способное обеспечить подачу электрической энергии с соответствующими параметрами для преобразования ее в необходимое количество теплоты в зоне плавления или нагрева металла (или неметаллического материала) до пластического состояния для проведения указанных в **7.6.1** процессов.

7.6.5. Сварочная цепь - предназначенная для прохождения сварочного тока часть электрической цепи электросварочной установки от выводов¹ источника сварочного тока до свариваемой детали (изделия).

¹ Вывод - термин по ГОСТ 18311-80.

7.6.6. Сварочный пост электросварочной установки - рабочее место сварщика, оснащенное комплексом средств (оборудованием, приборами и пр.) для выполнения электротехнологических процессов сварки, наплавления, напыления, резки.

7.6.7. Однопостовый и многопостовый источник сварочного тока - источники сварочного тока, питающие соответственно один или несколько сварочных постов.

7.6.8. Автономные электросварочные установки - установки с источниками сварочного тока, снабженными двигателями внутреннего сгорания, в отличие от электросварочных установок, питающихся от электрических сетей, в том числе присоединяемых к передвижным электростанциям.

7.6.9. Электросварочные установки по степени механизации технологических операций разделяются на установки, на которых эти операции выполняются вручную, полуавтоматические (когда автоматически поддерживается электрический режим сварки, а остальные операции выполняются вручную) и автоматические.

Общие требования

7.6.10. Типоисполнение, степень защиты и состав оборудования (элементов) электросварочных установок должны выбираться с учетом технологии и вида сварки, параметров свариваемых деталей (заготовок) и сварочных швов, с учетом конкретных условий внешней среды при выполнении сварочных работ (внутри закрытых помещений или

на открытом воздухе, в замкнутых и труднодоступных пространствах).

7.6.11. Электроприемники основного оборудования и вспомогательных механизмов электросварочных установок в отношении обеспечения надежности электроснабжения, как правило, следует относить к электроприемникам III или II категории (см. гл. 1.2).

К III категории следует относить электроприемники всех передвижных и переносных электросварочных установок, стационарных электросварочных установок, перечисленных в 7.5.8, цехов и участков, а также других цехов и участков, если перерыв в электроснабжении используемого в них электросварочного оборудования не приводит к массовому недоотпуску продукции, простоям рабочих и механизмов.

7.6.12. Электрическая нагрузка электросварочных установок не должна снижать ниже нормируемых действующим стандартом значений показателей качества электроэнергии у электроприемников, присоединенных к сетям общего назначения.

При необходимости должны приниматься меры для уменьшения воздействия электросварочных установок на электрическую сеть.

7.6.13. Конструкция и расположение оборудования электросварочных установок, ограждений и блокировок должны исключать возможность его механического повреждения, а также случайных прикосновений к вращающимся или находящимся под напряжением частям. Исключение допускается для электрододержателей установок ручной дуговой сварки, резки и наплавки, а также для мундштуков, горелок для дуговой сварки, сопл плазмотрона, электродов контактных машин и других деталей, находящихся под напряжением, при котором ведутся сварка, напыление, резка и т.п.

7.6.14. Размещение оборудования электросварочных установок, его узлов и механизмов, а также органов управления должно обеспечивать свободный, удобный и безопасный доступ к ним. Кроме того, расположение органов управления должно обеспечивать возможность быстрого отключения оборудования и остановки всех его механизмов.

Для электросварочных установок, оборудование которых требует оперативного обслуживания на высоте 2 м и более, должны быть выполнены рабочие площадки, огражденные перилами с постоянными лестницами. Площадки, ограждения и лестницы должны быть выполнены из негорючих материалов. Настил рабочей площадки должен иметь покрытие из диэлектрического материала, не распространяющего горение.

7.6.15. Устройства управления электросварочными установками рекомендуется оборудовать ограждениями, исключающими случайное их включение или отключение.

7.6.16. В качестве источников сварочного тока должны применяться только специально для этого предназначенные и удовлетворяющие требованиям действующих стандартов сварочные трансформаторы либо преобразователи статические или двигатель-генераторные с электродвигателями или двигателями внутреннего сгорания. Питание сварочной дуги, электрошлаковой ванны и сопротивления контактной сварки непосредственно от силовой, осветительной или контактной электрической сети не допускается.

7.6.17. Схема включения нескольких источников сварочного тока при работе их на одну сварочную дугу, электрошлаковую ванну или сопротивление контактной сварки должна исключать возможность возникновения между изделием и электродом напряжения, превышающего наибольшее напряжение холостого хода одного из источников сварочного тока.

7.6.18. Электрическая нагрузка нескольких однофазных источников сварочного тока должна по возможности равномерно распределяться между фазами трехфазной сети.

7.6.19. Однопостовой источник сварочного тока, как правило, должен располагаться не далее 15 м от сварочного поста.

7.6.20. Первичная цепь электросварочной установки должна содержать коммутационный (отключающий) и защитный электрические аппараты (аппарат), ее номинальное напряжение должно быть не выше 660 В.

Сварочные цепи не должны иметь соединений с электрическими цепями, присоединяемыми к сети (в том числе с электрическими цепями, питаемыми от сети обмоток возбуждения генераторов преобразователей).

7.6.21. Электросварочные установки с многопостовым источником сварочного тока

должны иметь устройство (автоматический выключатель, предохранители) для защиты источника от перегрузки, а также коммутационный и защитный электрические аппараты (аппарат) на каждой линии, отходящей к сварочному посту. Эти линии следует выполнять радиальными; применение в установках с многопостовыми сварочными выпрямителями магистральных схем допускается только при технико-экономическом обосновании.

7.6.22. Для определения значения сварочного тока электросварочная установка должна иметь измерительный прибор. На электросварочных установках с однопостовым источником сварочного тока допускается не иметь измерительного прибора при наличии в источнике сварочного тока шкалы на регуляторе тока.

7.6.23. Переносные и передвижные электросварочные установки (кроме автономных) следует присоединять к электрическим сетям непосредственно кабелем или кабелем через троллеи. Длина троллейных проводников не нормируется, их сечение должно быть выбрано с учетом мощности источника сварочного тока.

7.6.24. Присоединение переносной или передвижной электросварочной установки непосредственно к стационарной электрической сети должно осуществляться с использованием коммутационного и защитного аппаратов (аппарата) с разборными или разъемными контактными соединениями. Обязательно наличие блокировки, исключающей возможность размыкания и замыкания этих соединений, присоединения (отсоединения) жил кабельной линии (проводов) при включенном положении коммутационного аппарата.

7.6.25. Кабельная линия первичной цепи переносной (передвижной) электросварочной установки от коммутационного аппарата до источника сварочного тока должна выполняться переносным гибким шланговым кабелем с алюминиевыми или медными жилами, с изоляцией и в оболочке (шланге) из нераспространяющей горение резины или пластмассы. Источник сварочного тока должен располагаться на таком расстоянии от коммутационного аппарата, при котором длина соединяющего их гибкого кабеля не превышает 15 м.

7.6.26. Сварочные автоматы или полуавтоматы с дистанционным регулированием режима работы источника сварочного тока рекомендуется оборудовать двумя комплектами органов управления регулирующими устройствами (рукояток, кнопок и т.п.), устанавливаемых один - у источника сварочного тока, второй - на пульте или щите управления сварочным автоматом или полуавтоматом. Для выбора вида управления регулятором (местного или дистанционного) должен быть установлен переключатель, обеспечивающий блокирование¹, исключающее ошибочное включение. Допускается не предусматривать возможности выполнения блокирования, а использовать механический замок со специальными ключами.

¹ Блокирование - термин по ГОСТ 18311-80.

7.6.27. Шкафы комплектных устройств и корпуса сварочного оборудования (машин), имеющие неизолированные токоведущие части, находящиеся под напряжением выше 50 В переменного или выше 110 В постоянного тока, должны быть оснащены блокировкой¹, обеспечивающей при открывании дверей (дверец) отключение от электрической сети устройств, находящихся внутри шкафа (корпуса). При этом вводы (выводы), остающиеся под напряжением, должны быть защищены от случайных прикосновений.

¹ Блокировка - термин по ГОСТ 18311-80.

Допускается взамен блокировки применение замков со специальными ключами, если при работе не требуется открывать двери (дверцы).

7.6.28. В электросварочных установках кроме защитного заземления открытых проводящих частей и подключения к системе уравнивания потенциалов сторонних проводящих частей (согласно требованиям гл. 1.7) должно быть предусмотрено заземление одного из выводов вторичной цепи источников сварочного тока: сварочных трансформаторов, статических преобразователей и тех двигатель-генераторных преобразователей, у которых обмотки возбуждения генератора присоединяются к электрической сети без разделительных трансформаторов (см. также **7.6.30**).

В электросварочных установках, в которых дуга горит между электродом и электропроводящим изделием, следует заземлять вывод вторичной цепи источника

сварочного тока, соединяемый проводником (обратным проводом) с изделием.

7.6.29. Сварочное электрооборудование для присоединения защитного *РЕ*-проводника должно иметь болт (винт, шпильку) с контактной площадкой, расположенной в доступном месте, с надписью «Земля» (или с условным знаком заземления по ГОСТ 2.721-74*). Диаметры болта и контактной площадки должны быть не менее нормируемых ГОСТ 12.2.007.0-75.

Втычные контактные соединители проводов для включения в электрическую цепь напряжением выше 50 В переменного тока или выше 110 В постоянного тока переносных пультов управления сварочных автоматов или полуавтоматов должны иметь защитные контакты.

7.6.30. Электросварочные установки, в которых по условиям электротехнологического процесса не может быть выполнено заземление согласно **7.6.28**, а также переносные и передвижные электросварочные установки, заземление оборудования которых представляет значительные трудности, должны быть снабжены устройствами защитного отключения или непрерывного контроля изоляции.

7.6.31. Конденсаторы, используемые в электросварочных установках в целях накопления электроэнергии для сварочных импульсов, должны иметь устройство для автоматической разрядки при снятии защитного кожуха или при открывании дверей шкафа, в которых установлены конденсаторы.

7.6.32. При водяном охлаждении элементов электросварочных установок должна быть предусмотрена возможность контроля за состоянием охлаждающей системы с помощью воронок для стока воды или струйных реле. В системах водяного охлаждения автоматов (полуавтоматов) рекомендуется использовать реле давления, струйные или температуры (два последних применяются на выходе воды из охлаждающих устройств) с работой их на сигнал. Если прекращение протока или перегрев охлаждающей воды могут привести к аварийному повреждению оборудования, должно быть обеспечено автоматическое отключение установки.

В системах водяного охлаждения, в которых возможен перенос по трубопроводам потенциала, опасного для обслуживающего персонала, должны быть предусмотрены изолирующие шланги (длину шлангов выбирают согласно требованиям **7.5.39**).

Разъемные соединения и шланги системы водяного охлаждения рекомендуется располагать таким образом, чтобы исключить возможность попадания струи воды на электрооборудование (источник сварочного тока или др.) при снятии или повреждении шлангов.

Качество воды, используемой в системе водяного охлаждения, должно соответствовать требованиям, приведенным в табл. **7.5.13**, если в стандартах или технических условиях на соответствующее оборудование не приведены другие нормативные значения.

Требования к помещениям для сварочных установок и сварочных постов

7.6.33. Помещения и здания сборочно-сварочных цехов и участков с размещенными в них электросварочными установками и сварочными постами, а также вентиляционные устройства должны отвечать требованиям действующих нормативных документов.

7.6.34. Для электросварочных установок и сварочных постов, предназначенных для постоянных электросварочных работ в зданиях вне сварочно-сборочных цехов и участков, должны быть предусмотрены специальные вентилируемые помещения, выгороженные противопожарными перегородками 1-го типа, если они расположены смежно с помещениями категорий А, Б и В по взрывопожарной опасности, и 2-го типа в остальных случаях. Площадь и объем таких помещений и системы их вентиляции должны соответствовать требованиям действующих санитарных правил и СНиП с учетом габаритов сварочного оборудования и свариваемых изделий.

7.6.35. Сварочные посты допускается располагать во взрыво- и пожароопасных зонах только в период производства временных электросварочных работ, выполняемых с соблюдением требований, изложенных в типовой инструкции по организации безопасного ведения огневых работ на взрыво- и взрывопожароопасных объектах, утвержденной

Госгортехнадзором России.

7.6.36. В помещениях для электросварочных установок должны быть предусмотрены проходы не менее 0,8 м, обеспечивающие удобство и безопасность производства сварочных работ и доставки изделий к месту сварки и обратно.

7.6.37. Площадь отдельного помещения для электросварочных установок должна быть не менее 10 м², причем площадь, свободная от оборудования и материалов, должна составлять не менее 3 м² на каждый сварочный пост.

7.6.38. Сварочные посты для систематического выполнения ручной дуговой сварки или сварки в среде защитных газов изделий малых и средних габаритов непосредственно в производственных цехах в непожароопасных и невзрывоопасных зонах должны быть размещены в специальных кабинах со стенками из несгораемого материала.

Глубина кабины должна быть не менее двойной длины, а ширина - не менее полуторной длины свариваемых изделий, однако площадь кабины должна быть не менее 2×1,5 м. При установке источника сварочного тока в кабине ее размеры должны быть соответственно увеличены. Высота стенок кабины должны быть не менее 2 м, зазор между стенками и полом - 50 мм, а при сварке в среде защитных газов - 300 мм. В случае движения над кабиной мостового крана, ее верх должен быть закрыт сеткой с ячейками размером не более 50×50 мм.

7.6.39. Выполнение работ на сварочных постах при несистематической ручной дуговой сварке, сварке под флюсом и электрошлаковой сварке допускается непосредственно в пожароопасных помещениях при условии ограждения места работы щитами или занавесами из негорючих материалов высотой не менее 1,8 м.

7.6.40. Электросварочные установки при систематической сварке на них изделий массой более 20 кг должны быть оборудованы соответствующими подъемно-транспортными устройствами для облегчения установки и транспортировки свариваемых изделий.

7.6.41. Естественное и искусственное освещение электросварочных установок сборочно-сварочных цехов, участков, мастерских, отдельных сварочных постов (сварочных кабин) и мест сварки должно удовлетворять требованиям СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».

7.6.42. При ручной сварке толстообмазанными электродами, электрошлаковой сварке, сварке под флюсом и автоматической сварке открытой дугой должен быть предусмотрен отсос газов непосредственно из зоны сварки.

7.6.43. На сварочных постах при сварке открытой дугой и под флюсом внутри резервуаров, закрытых полостей и конструкций должно обеспечиваться вентилирование в соответствии с характером выполняемых работ. При невозможности необходимого вентилирования следует предусматривать принудительную подачу чистого воздуха под маску сварщика в количестве 6-8 м³/ч.

7.6.44. Над переносными и передвижными сварочными установками, находящимися на открытом воздухе, должны быть сооружены навесы из негорючих материалов для защиты рабочего места сварщика и электросварочного оборудования от атмосферных осадков.

Навесы допускается не сооружать, если электрооборудование электросварочной установки имеет оболочку со степенью защиты, соответствующей условиям работы в наружных установках, и во время дождя и снегопада электросварочные работы будут прекращаться.

Установки электрической сварки (резки, наплавки) плавлением

7.6.45. Проходы между однопостовыми источниками сварочного тока - преобразователями (статическими и двигатель-генераторными) установок сварки (резки, наплавки) плавлением должны быть шириной не менее 0,8 м и между многопостовыми - не менее 1,5 м. Расстояние от одно- и многопостовых источников сварочного тока до стены должно быть не менее 0,5 м.

Проходы между группами сварочных трансформаторов должны быть шириной не менее 1 м. Расстояние между сварочными трансформаторами, стоящими рядом в одной группе, должно быть не менее 0,1 м.

Регулятор сварочного тока (если он выполнен в отдельной оболочке) следует устанавливать рядом со сварочным трансформатором или над ним. Установка сварочного трансформатора над регулятором тока не допускается.

7.6.46. Проходы с каждой стороны стеллажа для выполнения ручных сварочных работ на крупных деталях или конструкциях должны быть шириной не менее 1 м. Столы для мелких сварочных работ допускается примыкать с одной стороны непосредственно к стене кабины, с других сторон должны быть проходы шириной не менее 1 м. Кроме того, в сварочной мастерской (на участке) должны быть предусмотрены проходы, ширина которых устанавливается в зависимости от числа работающих, но не менее 1 м.

7.6.47. Проходы с каждой стороны установки автоматической дуговой сварки под флюсом крупных изделий, а также установок дуговой сварки в защитном газе, плазменной, электронно-лучевой и лазерной сварки должны быть шириной не менее 1,5 м.

7.6.48. Для подвода тока от источника сварочного тока к электрододержателю установки ручной дуговой сварки (резки, наплавки) или к дуговой плазменной горелке прямого действия установки плазменной резки (сварки) должен применяться гибкий провод с резиновой изоляцией и в резиновой оболочке. Применение проводов с изоляцией или в оболочке из материалов, распространяющих горение, не допускается.

7.6.49. Электрические проводки установок и аппаратов, предназначенных для дуговой сварки ответственных конструкций судовых секций, несущих конструкций зданий, мостов, летательных аппаратов, подвижного состава железных дорог и других средств передвижения, сосудов, котлов и трубопроводов на давление более 5 МПа, трубопроводов для токсичных веществ и т.п., должны быть выполнены проводами с медными жилами.

7.6.50. В качестве обратного провода, соединяющего свариваемое изделие с источником сварочного тока в указанных в **7.6.48** установках стационарного использования, могут служить гибкие и жесткие провода, а также, где это возможно, стальные или алюминиевые шины любого профиля достаточного сечения, сварочные плиты, стеллаж и свариваемая конструкция (см. также **7.6.51-7.6.52**).

В электросварочных установках с переносными и передвижными сварочными трансформаторами обратный провод должен быть изолированным так же, как и прямой, присоединяемый к электрододержателю.

Элементы, используемые в качестве обратного провода, должны надежно соединяться сваркой или с помощью болтов, струбцин либо зажимов.

7.6.51. В установках для автоматической дуговой сварки в случае необходимости (например, при сварке круговых швов) допускается соединение обратного провода со свариваемым изделием с помощью скользящего контакта соответствующей конструкции.

7.6.52. В качестве обратного провода не допускается использование металлических строительных конструкций зданий, трубопроводов, технологического оборудования, а также проводников сети заземления.

7.6.53. Электрододержатели для ручной дуговой сварки и резки металлическим и угольным электродами должны удовлетворять требованиям действующих стандартов.

7.6.54. Напряжение холостого хода источников сварочного тока установок дуговой сварки при номинальном напряжении питающей электрической сети не должно превышать для источников постоянного тока 100 В (среднее значение) и для источников переменного тока (действующее значение):

80 В - для установок ручной и полуавтоматической дуговой сварки на номинальный сварочный ток 630 А;

100 В - для установок автоматической дуговой сварки на номинальный сварочный ток 1000 А;

120 В - для установок автоматической дуговой сварки на номинальный сварочный ток 1600 А;

140 В - для установок автоматической дуговой сварки на номинальный сварочный ток 2000 А.

В цепи сварочного тока допускаются кратковременные пики напряжения при обрыве дуги длительностью не более 0,5 с.

7.6.55. Для возбуждения дуги в установках дуговой сварки (резки) без предварительного замыкания сварочной цепи между электродом и свариваемым изделием и повышения стабильности горения дуги допускается применение преобразователей повышенной частоты (осцилляторов).

Для повышения устойчивости горения дуги переменного тока допускается применение в установках дуговой сварки (резки) импульсных генераторов, резко поднимающих напряжение между электродом и свариваемым изделием в момент повторного возбуждения дуги. Импульсный генератор не должен увеличивать напряжение холостого хода сварочного трансформатора более чем на 1 В (действующее значение).

7.6.56. Номинальное напряжение электродвигателей и электротехнических устройств, расположенных на переносных частях электросварочных автоматов и полуавтоматов, должно быть не выше 50 В переменного или 110 В постоянного тока. Электродвигатели и электротехнические устройства переменного тока должны подключаться к питающей сети через понижающий трансформатор с заземленной вторичной обмоткой или через разделительный трансформатор, являющийся частью сварочного устройства. Корпуса электродвигателей и электротехнических устройств при этом допускается не заземлять. Электродвигатели и электротехнические устройства, расположенные на частях стационарных и передвижных электросварочных автоматов, смонтированных на стационарных установках, допускается питать от сети 220 и 380 В переменного тока или 220 и 440 В постоянного тока при обязательном заземлении их корпусов, которые должны быть электрически изолированы от частей, гальванически связанных со сварочной цепью.

7.6.57. Напряжение холостого хода источника сварочного тока установок плазменной обработки при номинальном напряжении сети должны быть не выше:

500 В - для установок автоматической резки, напыления и плазменно-механической обработки;

300 В - для установок полуавтоматической резки или напыления;

180 В - для установок ручной резки, сварки или наплавки.

7.6.58. Установки для автоматической плазменной резки должны иметь блокировку, исключающую шунтирование замыкающих контактов в цепи питания катушки коммутационного аппарата без электрической дуги.

7.6.59. Управление процессом механизированной плазменной резки должно быть дистанционным. Напряжение холостого хода на дуговую головку до появления «дежурной» дуги должно подаваться включением коммутационного аппарата при нажатии кнопки «Пуск», не имеющей самоблокировки. Кнопка «Пуск» должна блокироваться автоматически после возбуждения «дежурной» дуги.

7.6.60. Источники питания сварочным током электронных пушек установок электронно-лучевой сварки должны иметь разрядник, установленный между выводом положительного полюса выпрямителя и его заземленным корпусом. Кроме того, для предотвращения пробоев изоляции цепей низшего напряжения установки и изоляции в питающей электрической сети, к которой установка присоединяется, вызванных наведенными зарядами в первичных обмотках повышающих трансформаторов, между выводами первичной обмотки и землей должны включаться конденсаторы или приниматься другие меры защиты.

7.6.61. Сварочные электронно-лучевые установки должны иметь защиту от жесткого и мягкого рентгеновского излучения, обеспечивающую их полную радиационную безопасность, при которой уровень излучения на рабочих местах должен быть не выше допустимого действующими нормативами для лиц, не работающих с источниками ионизирующих излучений.

Установки электрической сварки с применением давления

7.6.62. Ширина проходов между машинами точечной, роликовой (линейной) и рельефной сварки при их расположении напротив друг друга должна быть не менее 2 м, а между машинами стыковой сварки - не менее 3 м. При расположении машин тыльными сторонами друг к другу ширина прохода должна быть не менее 1 м, при расположении передними и тыльными сторонами - не менее 1,5 м.

7.6.63. Машины контактной стыковой сварки методом оплавления должны быть оборудованы ограждающими устройствами (предохраняющими обслуживающий персонал от выплесков металла и искр и позволяющими безопасно вести наблюдение за процессом сварки), а также устройствами для интенсивной местной вытяжной вентиляции.

7.6.64. Для подвода сварочного тока к специальным передвижным или подвесным машинам контактной сварки, используемым для сварки громоздких конструкций в труднодоступных местах, должен применяться гибкий шланговый кабель (провод) с изоляцией и оболочкой из нераспространяющего горение материала с воздушным, а в обоснованных случаях - с водяным охлаждением.

7.6.65. Напряжение холостого хода вторичной обмотки сварочного трансформатора машины контактной сварки при номинальном напряжении сети должно быть не выше 50 В.

7.6.66. Подвесные машины точечной и роликовой сварки со встроенными сварочными трансформаторами должны присоединяться к сети через разделяющий трансформатор и иметь блокировку, допускающую включение силовой цепи только при заземленном корпусе машины.

Допускается непосредственное подключение сварочного трансформатора (без разделяющего трансформатора) к сети напряжением не более 380 В, при этом первичная цепь встроенного трансформатора должна иметь двойную (усиленную) изоляцию или же машина должна быть оборудована устройством защитного отключения.

7.6.67. В подвесных машинах точечной и роликовой сварки напряжение цепей управления, расположенных непосредственно на сварочных клещах, должно быть не выше 50 В для цепей переменного или 110 В для цепей постоянного тока.

Как исключение допускается напряжение указанных цепей до 220 В переменного или постоянного тока при наличии двойной изоляции цепей управления, а также элементов заземления или устройства защитного отключения.

Подвод тока в таких машинах к сварочным клещам рекомендуется выполнять проводом с водяным охлаждением.

Глава 7.10 **ЭЛЕКТРОЛИЗНЫЕ УСТАНОВКИ И УСТАНОВКИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ** **ПОКРЫТИЙ**

Область применения

7.10.1. Настоящая глава Правил распространяется на расположенные внутри зданий (исключения приведены в **7.10.4**) производственные и опытно-промышленные установки электролиза водных растворов кислот, щелочей и солей с получением и без получения металлов, установки электролиза расплавленных солей, окислов и щелочей и установки гальванических покрытий изделий (деталей) черными и цветными металлами, в том числе редкими и драгоценными.

7.10.2. Электролизные установки и установки гальванических покрытий и используемое в них электротехническое и др. оборудование или устройства, кроме требований настоящей главы, должны удовлетворять также требованиям разделов **1-6** и гл. **7.3-7.5** Правил в той мере, в какой они не изменены настоящей главой.

Определения. Состав установок

7.10.3. Установки электролизные и гальванических покрытий - комплексы, состоящие из одной или нескольких ванн (соответственно электролизных - электролизеров или гальванических) и из требующихся для осуществления в них рабочего процесса выпрямительных агрегатов (см. **7.10.4**), другого электротехнического оборудования общего назначения и специального, комплектных устройств и вспомогательных механизмов, магистральных, межваннных и других токопроводов, кабельных линий и электропроводок (включая проводки вспомогательных цепей: систем управления, сигнализации, измерения, защиты), а также кранового и вентиляционного оборудования и газоочистных сооружений.

7.10.4. Выпрямительный агрегат - агрегат, работающий по принципу источника напряжения (АИН), состоит из преобразовательного трансформатора и полупроводниковых

выпрямителей.

Параметрический выпрямительный агрегат - агрегат, работающий по принципу источника тока (ПИТ), основан на использовании резонансных схем и состоит из преобразовательного трансформатора с отдельными обмотками ВН, трех реакторов, трех конденсаторных батарей и полупроводниковых выпрямителей.

Полупроводниковый выпрямитель - комплект полупроводниковых вентилях, смонтированных на раме или в шкафу (на рамах или в шкафах) с системой воздушного или водяного охлаждения.

Преобразовательная подстанция электролизных установок - комплекс, состоящий из размещенных внутри помещения (или нескольких помещений, или внутри отдельного здания) выпрямительных агрегатов (АИН или ПИТ) и требующихся для их работы оборудования, устройств, систем и др. (см. 7.10.3), при этом вне здания могут быть расположены (когда это позволяют условия окружающей среды) на открытом пространстве или под навесом в исполнении для наружной установки преобразовательные трансформаторы, а при агрегатах ПИТ также и реакторы, и конденсаторные батареи.

Допускается исполнение преобразовательных подстанций, в которых шкафы (рамы) полупроводниковых выпрямителей монтируются на стенках бака преобразовательного трансформатора.

7.10.5. Электролизная ванна или электролизер - специальное электротехнологическое оборудование, состоящее из системы положительных и отрицательных электродов, погруженных в наполненный электролитом сосуд (или помещенных в ячейки мембранного или диафрагменного типа, собранные в единый блок-аппарат), предназначенное для выполнения совокупности процессов электрохимического окисления-восстановления при прохождении через электролит электрического тока.

Гальваническая ванна конструктивно подобна электролизной ванне с электролитом в виде водных растворов и отличается в основном лишь составами электролитов и режимами работы, определяемыми ее назначением - видом выполняемых гальванических покрытий.

Серия электролизных ванн (электролизеров) - группа электрически последовательно соединенных электролизных ванн (электролизеров), присоединяемая к преобразовательной подстанции (выпрямительному агрегату).

7.10.6. Зал электролиза¹ - производственное помещение, в котором размещены одиночные электролизные ванны (электролизеры), их серия, несколько серий или часть серии.

¹ Термины «зал электролиза», «станция» в установках электролиза алюминия не используются, в этих установках применяется термин «корпус электролиза» - производственное здание, в котором установлены серия (часть серии) или серии электролизеров.

Корпус, станция или цех электролиза - производственное здание, в котором размещены зал или залы электролиза и помещения с оборудованием, необходимым для осуществления технологического процесса и выполнения требований техники безопасности и охраны труда.

7.10.7. Гальванический цех (участок, отделение) - помещение или часть помещения с установками гальванических покрытий и электротехническим и другим оборудованием, необходимым для выполнения электротехнологического процесса с учетом требований техники безопасности и охраны труда.

Общие требования

7.10.8. Схема питания (групповая или индивидуальная) электролизных установок и установок гальванических покрытий, а также виды, типы, параметры и количество выпрямительных агрегатов и их исполнение, материал и сечение соединительных токопроводов и ошиновки самих ванн должны выбираться, как правило, на основании технико-экономического анализа с учетом обеспечения необходимой надежности электроснабжения.

7.10.9. Для предприятий, имеющих электролизные установки с преобразовательными подстанциями большой установленной мощности выпрямительных агрегатов, рекомендуется принимать схемы отдельного электроснабжения технологической нагрузки электролизного

производства с электрическими нагрузками силового оборудования и электрического освещения всех основных и вспомогательных сооружений предприятия через отдельные понижающие трансформаторы, присоединяемые линиями передачи к распределительным устройствам расположенных вблизи генерирующих источников или к электрическим сетям питающей энергосистемы на напряжение 110-500 кВ по схеме «глубокого ввода», с минимальным числом ступеней трансформации и коммутации (класс напряжения определяется на основании технико-экономических расчетов в зависимости от мощности потребления предприятием электроэнергии).

Выпрямительные агрегаты электролизных установок для получения водорода, предназначенного для охлаждения турбогенераторов, присоединяются к РУ 0,4 кВ собственных нужд электростанции.

7.10.10. Система внутриплощадочного электроснабжения технологических и других электрических нагрузок электролизных установок и установок гальванических покрытий должна выполняться с учетом условий обеспечения в распределительной сети предприятия и на границе раздела балансовой принадлежности электрических сетей, допустимых по ГОСТ 13109 показателей качества электроэнергии (ПКЭ).

В целях ограничения содержания в питающей сети общего назначения высших гармонических составляющих напряжения на преобразовательных подстанциях электролизных установок и установок гальванических покрытий рекомендуется применять выпрямительные агрегаты с большим числом фаз выпрямления, с эквивалентным многофазным режимом выпрямления на каждом из агрегатов (группы агрегатов) и другие технические решения по компенсации гармонических составляющих. Конкретные решения по компенсации гармонических составляющих в распределительной сети предприятия принимаются на основании соответствующих технико-экономических расчетов.

7.10.11. В электролизных установках к электроприемникам I категории по степени надежности электроснабжения следует относить серии электролизных ванн-электролизеров.

Категории остальных электроприемников электролизных установок и электроприемников установок гальванических покрытий следует определять согласно отраслевым нормам технологического проектирования.

7.10.12. В отношении опасности поражения людей электрическим током помещения установок, цехов¹ (станций, корпусов, отделений) электролиза и гальванических покрытий относятся к помещениям с повышенной опасностью.

¹ Цех электролиза - совокупность корпусов (зданий) электролиза одной или нескольких серий. В состав цеха электролиза могут входить также литейное отделение, вспомогательные и бытовые помещения.

7.10.13. Напряжение электроприемников, устанавливаемых в цехах (станциях, корпусах) электролиза, как правило, должно быть не более 1 кВ переменного и выпрямленного тока. При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается для питания серий электролизных ванн применять выпрямители с более высоким номинальным напряжением.

7.10.14. Светильники общего освещения - «верхний свет» залов (корпусов) электролиза - могут получать питание электроэнергией от трансформаторов общего назначения с вторичным напряжением 0,4 кВ с глухозаземленной нейтралью. При этом на первом этаже двухэтажных зданий и в одноэтажных зданиях металлические корпуса светильников, пускорегулирующих аппаратов, ответвительных коробок и т.п. элементов электропроводки должны быть изолированы от строительных конструкций здания.

Металлические корпуса светильников верхнего света, пускорегулирующие аппараты и ответвительные коробки, расположенные на отметке выше 3,5 м от площадки обслуживания электролизеров, не требуется изолировать от стальных конструкций.

7.10.15. Стационарное местное освещение в цехах (корпусах, залах) электролиза, как правило, не требуется. Исключение - основные производственные помещения электролизных установок получения хлора (см. **7.10.47**).

7.10.16. Переносные (ручные) электрические светильники, применяемые в залах (корпусах) электролиза и во вспомогательных цехах (мастерских), должны иметь напряжение не выше 50 В и присоединяться к электрической сети через безопасный

разделительный трансформатор класса II по ГОСТ 30030.

7.10.17. Электроинструменты (электросверла, электробуры, электропылесосы и др.), используемые в залах (корпусах) электролиза, должны иметь двойную изоляцию и их следует присоединять к питающей сети через разделительный трансформатор.

7.10.18. Электродвигатели, электронагреватели и другие электроприемники переменного тока, корпуса которых имеют непосредственное соединение с изолированным от земли корпусом электролизера, как правило, должны иметь напряжение не выше 50 В. Рекомендуется применение специальных электродвигателей на напряжение 50 В с усиленной изоляцией в исполнении, соответствующем условиям среды¹.

¹ На электролизные установки для получения хлора не распространяется требование об усиленной изоляции электродвигателей, кроме того, в таких установках к общему разделительному трансформатору допускается присоединять один электродвигатель или группу электродвигателей, относящихся только к одному электролизеру.

Электродвигатели на напряжение от 50 до 380 В переменного тока допускается применять при соблюдении следующих условий: электродвигатели или группа электродвигателей, установленные не более чем на 15 электролизерах, присоединяются к сети общего назначения (к трансформатору общего назначения с изолированной нейтралью) через разделительный трансформатор.

Переносные электронагреватели мощностью до 120 кВт (устанавливаемые в электролизер на время разогрева) допускается присоединять к питающей сети через один разделительный трансформатор, располагаемый вне помещения с электролизными ваннами, при условии, если суммарная протяженность распределительной сети вторичного напряжения не превышает 200 м и предусмотрено блокирование, исключающее одновременное включение нагревателей нескольких электролизеров.

7.10.19. Помещения электролизных установок, в которых в процессе электролиза в герметизированном оборудовании выделяется или находится в обращении водород, необходимо оборудовать вытяжной вентиляцией с естественным побуждением (с дефлекторами или аэрационными фонарями), исключающей образование под перекрытием невентилируемых пространств.

Такие помещения, где по условиям технологического процесса исключается образование рассчитываемого согласно НПБ 105-95 избыточного давления взрыва в помещении, превышающего 5 кПа, имеют согласно классификации, приведенной в ГОСТ Р 51330.9, взрывоопасную зону класса 2 и только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона условно принимается от отметки 0,75 общей высоты помещения от уровня пола, но нижняя граница зоны не может быть выше подкранового пути.

В этой зоне под потолком помещения следует размещать датчики (как правило, не менее двух на каждые 36 м² площади помещения), присоединяемые к автоматизированной системе контроля концентрации водорода в воздухе. Система должна обеспечивать звуковую и световую сигнализацию, а также блокирование (или отключение) пусковых аппаратов электродвигателей и других электроприемников подъемно-транспортного оборудования (если такие электрические аппараты в данном помещении имеются), когда в контролируемой зоне помещения содержание водорода превысит 1,0 об. %.

7.10.20. В помещениях электролизных установок со взрывоопасными зонами для электрического освещения, как правило, должны применяться комплектные осветительные устройства со щелевыми световодами (КОУ). Источники света в этих устройствах помещаются в камеры, входящие в состав КОУ. Сочленение камер со световодами должно обеспечивать степень защиты световодов со стороны камер не ниже IP 54. Камеры КОУ должны размещаться вне взрывоопасной среды в стене, граничащей с соседним невзрывоопасным помещением, или в наружной стене.

Помимо КОУ рекомендуется использование светильников общего назначения, устанавливаемых:

- за неоткрывающимися окнами с двойным остеклением без фрамуг и форточек;
- в специальных нишах с двойным остеклением в стене;
- в специальных фонарях с двойным остеклением в потолочном перекрытии;

в остекленных коробах.

Ниши и фонари должны иметь вентиляцию наружным воздухом с естественным побуждением.

Остекленные короба должны продуваться под избыточным давлением чистым воздухом. В местах, где возможны поломки стекол в коробе, для остекления следует применять небьющееся стекло.

7.10.21. Залы (корпуса) электролиза рекомендуется оборудовать подъемно-транспортными механизмами для выполнения монтажных, технологических и ремонтных работ. В помещениях электролизных установок, в верхних зонах которых могут быть взрывоопасные зоны (см. **7.10.19**), эти механизмы (их электрооборудование) должны иметь исполнение, соответствующее требованиям гл. 7.3.

В корпусах электролиза с мостовыми кранами лестницы для спуска крановщика из кабины крана должны быть из неэлектропроводного материала. Если в таких корпусах нет галереи для обслуживания подкрановых путей, должна выполняться конструкция, обеспечивающая безопасный спуск крановщика при остановке кабины крана не у посадочной площадки (например, при аварии).

7.10.22. Токопроводы (ошиновки) электролизных установок, как правило, должны выполняться шинами из алюминия или алюминиевого сплава с повышенной механической и усталостной прочностью. Шины токопроводов следует защищать коррозиестойкими, а на участках с рабочей температурой 45 °С и выше - теплостойкими лаками (исключение - шины в корпусах электролиза алюминия).

Контактные соединения шин токопроводов необходимо выполнять сваркой, за исключением межванных, а также шунтирующих токопроводов (ошиновки) и присоединения шин к выпрямителям, коммутационным и другим аппаратам, к крышкам или торцевым плитам электролизеров.

Для прокладки по электролизерам в зонах высокой температуры должны использоваться провода или кабели с нагревостойкой изоляцией и оболочкой.

Для шунтирования выводимого из работающей серии электролизера (электролизной ванны) следует предусматривать стационарное или передвижное шунтирующее устройство (разъединитель, выключатель, короткозамыкатель, жидкометаллическое коммутирующее шунтирующее устройство). Передвижное шунтирующее устройство должно быть изолировано от земли.

Снижение влияния магнитных полей на работу устройств и приборов, размещаемых в зале (корпусе и др. производственных помещениях) электролиза, а также на работу самих электролизеров, должно обеспечиваться соблюдением отраслевых норм соответствующего производства.

7.10.23. Электрическая изоляция серий электролизных ванн, строительных конструкций здания, коммуникаций (токопроводов, трубопроводов, воздухопроводов и др.) должна исключать возможность внесения в зал (корпус) электролиза потенциала земли и вынос из зала (корпуса) потенциала (см. также **7.10.24, 7.10.29-7.10.30**).

Электрическая изоляция от земли серий электролизеров и ванн гальванических покрытий и токопроводов к ним должна быть доступна для осмотра и контроля ее состояния.

7.10.24. В залах (корпусах) электролиза (за исключением залов с электролизными установками для получения водорода методом электролиза воды) помимо элементов, указанных в **7.10.23**, должны иметь электрическую изоляцию от земли:

внутренние поверхности стен на высоту до 3 м и колонны на высоту до 3,5 м от уровня рабочих площадок первого этажа в одноэтажных зданиях или второго этажа в двухэтажных зданиях;

металлические и железобетонные конструкции рабочих площадок, расположенные возле электролизеров;

перекрытия шинных каналов и полов возле электролизеров;

металлические крышки люков;

металлические части вентиляционных устройств, расположенные на полу и у стен корпуса;

металлические трубопроводы, кронштейны и другие металлические конструкции, расположенные в пределах помещения на высоте до 3,5 м от уровня пола; подъемно-транспортные механизмы (см. 7.10.21).

7.10.25. Металлические и железобетонные конструкции рабочих площадок возле электролизеров должны накрываться (за исключением конструкций у электролизеров установок электролиза магния и алюминия) решетками из дерева, пропитанного огнестойким составом, не влияющим отрицательно на его диэлектрические свойства, или из другого диэлектрического материала.

7.10.26. Вводы шин токопроводов в корпус (здание) электролиза должны ограждаться металлическими сетками или конструкцией из электроизоляционных материалов на металлическом каркасе на высоту не менее 3,5 м от уровня пола. Сетки или металлические конструкции каркаса должны быть изолированы от токопровода.

7.10.27. Токопроводы электролизных установок, за исключением межванных, шунтирующих токопроводов и токоподводов (спусков) к торцевым ваннам, должны иметь ограждение в следующих случаях:

при расположении горизонтальных участков токопроводов над проходами на высоте менее 2,5 м над уровнем пола или нахождении их в зоне движения кранов и цехового транспорта¹;

при расстоянии менее 2,5 м между токопроводами, расположенными на высоте ниже 2,5 м над уровнем пола, и заземленными трубопроводами или заземленным оборудованием¹;

при расположении токопроводов вблизи посадочных площадок мостовых кранов, если расстояние от них до этих площадок составляет менее 2,5 м.

¹ На установки электролиза алюминия не распространяется.

7.10.28.¹ В залах электролиза (за исключением залов с электролизными установками для получения водорода методом электролиза воды) не разрешается устройство магистрали заземления трехфазных приемников переменного тока производственных механизмов. Для таких электроприемников открытые проводящие части следует присоединять к PE-проводнику. В качестве дополнительной меры возможно использование устройства защитного отключения.

Открытые проводящие части электроприемников переменного тока при расстоянии от них до токоведущих частей электролизеров менее 2,5 м должны иметь съемную изолирующую оболочку.

¹ На установки электролиза алюминия не распространяется.

7.10.29. Трубопроводы в корпусах электролиза алюминия, в цехах и в залах электролиза (за исключением залов с электролизными установками для получения водорода методом электролиза воды) рекомендуется выполнять из неэлектропроводных материалов.

При использовании металлических трубопроводов (в том числе гуммированных), защитных труб и коробов должны применяться электроизолирующие вставки, подвески и изоляторы.

Должны предусматриваться меры по снижению токов утечки - отводу тока из растворов, которые поступают в электролизеры или отводятся от них по изолированным или выполненным из неэлектропроводных материалов (фиолита, винипласта, стеклопластика и др.) трубопроводам. Рекомендуется использование устройств разрыва струи или принятие других эффективных мер.

7.10.30. Бронированные кабели, металлические трубопроводы, защитные трубы, а также короба коммуникаций технологических, паро-, водоснабжения, вентиляции и др. в залах (корпусах) электролиза должны быть размещены, как правило, на высоте не менее 3,5 м от уровня рабочих площадок (не менее 3,0 м - для залов электролиза водных растворов), изолированы от земли или ограждены, иметь электроизолирующие вставки на входе и выходе из зала (корпуса), а также в местах отводов к электролизерам и подсоединения к ним.

При расположении в залах (корпусах) электролиза перечисленных коммуникаций ниже указанной высоты они, кроме того, должны иметь две степени электрической изоляции от

строительных конструкций, а также электроизоляционные вставки по длине зала (корпуса), размещаемые согласно требованиям отраслевых норм.

Трос, на котором в зале (корпусе) электролиза крепятся провода или кабели, должен быть электроизолирован от строительных конструкций.

7.10.31. Кабельные линии электролизных установок должны прокладываться по трассам, на которых маловероятны аварийные ситуации (например, невозможно попадание расплавленного электролита при аварийном уходе электролита из электролизера).

7.10.32. Электротехническое оборудование, устанавливаемое на фундаментах, рамах и других конструкциях, не должно иметь скрытых от наблюдения разъемных электрических соединений. Разъемные электрические соединения должны быть легко доступны для обслуживания и ремонта.

7.10.33. Электрические распределительные устройства напряжением до 1 кВ для силовой и осветительной сетей должны располагаться на расстоянии не менее 6 м от неогражденных токопроводов или частей электролизеров, находящихся под напряжением выпрямленного тока.

7.10.34. Щит центральный и (или) КИПиА (если их необходимость обоснована) должны быть оборудованы соответствующими средствами для регулирования и управления технологическими процессами электролиза и контроля за работой оборудования, включая преобразователи, а также системой сигнализации, извещающей о пуске, остановке и нарушениях режима работы оборудования или о повреждении изоляции в контролируемых электрических цепях.

7.10.35. Для включения в работу оборудования, находящегося вне зоны видимости, должна предусматриваться пусковая сигнализация. Рекомендуются также применение в обоснованных случаях оптических устройств (зеркал, телескопических труб и др.) и устройств промышленного телевидения.

7.10.36. В электролизных установках, в которых при аварийных ситуациях требуется немедленное отключение питания электроэнергией электролизеров, в зале электролиза и в помещении центрального щита управления и (или) щита КИПиА должны быть установлены кнопочные выключатели для аварийного отключения выпрямителей. Должна быть исключена возможность использования этих аппаратов для последующего включения выпрямителей в работу.

7.10.37. Электролизные установки, на электролизерах которых возможно появление повышенного напряжения (например, за счет «анодного эффекта»), должны быть оборудованы сигнализацией для оповещения об этом персонала.

7.10.38. В помещениях электролизного производства, в том числе на преобразовательной подстанции, должна предусматриваться громкоговорящая и (или) телефонная связь, в соответствии с принятой системой обслуживания на предприятии (опытно-промышленной установке).

7.10.39. Для контроля за режимом работы серии ванн в помещениях корпусов, станций (цехов) электролиза или на преобразовательной подстанции должны предусматриваться:

амперметр на каждую серию;

вольтметр на каждую серию и каждый корпус, если они питаются от сборных шин;

вольтметр на каждую ванну (или вольтметр с многопозиционным переключателем на группу ванн) в тех случаях, когда по рабочему напряжению на ваннах ведется технологический процесс;

устройства (приборы) контроля изоляции каждой системы шин выпрямленного тока или группы электролизеров, получающих питание или от контролируемой сети выпрямленного тока, или от сети переменного тока через индивидуальные или групповые разделительные трансформаторы;

счетчики вольт-часов или ампер-часов (в зависимости от технологических требований) на серию или группу ванн;

счетчик расхода электрической энергии, установленный на первичной стороне преобразовательного трансформатора выпрямительного агрегата.

Установки электролиза воды и водных растворов

7.10.40. Средняя точка серии электролизеров не должна иметь глухого заземления. Допускается использование нейтрали серии для устройств контроля изоляции, не создающих в нормальном режиме глухой связи нейтрали с землей.

7.10.41.¹ Между токоведущими частями в проходах между рядами электролизеров (не отгороженных один от другого) расстояние должно быть не менее 1,2 м при максимально возможном напряжении между ними до 65 В и не менее 1,5 м - при напряжении свыше 65 В. Проходы между продольным рядом ванн и стеной, между торцевыми ваннами и стеной должны быть шириной не менее 2,5 м. Допускается местное сужение до 1,5 м проходов между ваннами и колоннами здания и стойками эстакад, несущих токопроводы или материалопроводы, при условии обязательного покрытия колонн и стоек в проходе на высоту не менее 2,5 м от пола электроизоляционным листовым материалом, например пластиковыми листами на сварке.

¹ Если требования, приведенные в **7.10.41**, на реконструируемых установках выполнить невозможно, то заземленные коммуникации и оборудование следует покрыть изоляционными материалами или изолирующими кожухами из винилпласта, стеклопластика и т.п.

От токопроводов электролизеров и других токоведущих частей до заземленного технологического оборудования и арматуры светильников расстояние должно быть не менее 2,5 м.

Электролизные установки получения водорода (водородные станции)

7.10.42. Электролизеры водородных станций должны быть оборудованы следующей электрической защитой:

- от однополюсных замыканий на землю, кроме электролизеров, у которых крайний электрод или корпус крайней ячейки по конструкции заземлен, например, через газоотделитель;

- от межполюсных коротких замыканий;

- от обратных токов при применении двигателей-генераторов (на реконструируемых установках).

7.10.43. Электролизеры водородных станций, работающие под напряжением свыше 250 В по отношению к земле, должны иметь по периметру сетчатое ограждение.

7.10.44. Вокруг электролизера водородных станций должны быть уложены диэлектрические коврики (дорожки).

7.10.45. На водородных станциях расстояния между электролизерами, а также между электролизерами и стенами помещения должны соответствовать указанным в **7.10.41**.

Между оборудованием должны предусматриваться следующие проходы:

- основные - шириной не менее 1,5 м по фронту обслуживания машин (компрессоров, насосов и т.п.) и аппаратов, имеющих арматуру и контрольно-измерительные приборы; для малогабаритного оборудования (с шириной и высотой до 0,8 м) допускается уменьшать ширину прохода до 1 м;

- для возможности обслуживания со всех сторон (если в этом есть необходимость) между оборудованием, а также между оборудованием и стенами помещений - шириной не менее 1 м;

- для осмотра и периодической проверки и регулировки оборудования и приборов - шириной не менее 0,8 м.

Нормируемая минимальная ширина проходов должна обеспечиваться между наиболее выступающими (на высоте менее 2 м) частями оборудования с учетом фундаментов, изоляции, ограждения и т.п.

Электролизные установки получения хлора

7.10.46. В установках электролиза поваренной соли ртутным, мембранными и диафрагменными методами, а также при электролизе соляной кислоты должны обеспечиваться:

- возможность аварийного ручного отключения питания электроэнергией электролизеров в соответствии с **7.10.36**, а также из помещения пульта управления и машинистом хлорных

компрессоров при их остановке;

автоматическое отключение электродвигателей хлорных и водородных компрессоров при всех методах электролиза, кроме электродвигателей хлорных компрессоров при ртутном методе электролиза, при внезапном отключении выпрямленного тока, питающего электролизеры (с выдержкой 2-3 с после отключения тока);

автоматическое отключение (с выдержкой до 3 мин) электродвигателей хлорных компрессоров при ртутном методе электролиза с одновременным включением системы аварийного поглощения хлора;

автоматическое отключение системой блокирования с выдержкой 3-5 с выпрямителей, питающих электролизеры, для всех методов электролиза при внезапной остановке всех электродвигателей хлорных компрессоров, если в течение указанного периода не произойдет самозапуск, а также при остановке группы электродвигателей ртутных насосов (число электродвигателей в группе определяется в каждом конкретном случае) с одновременным включением системы аварийного поглощения хлора из системы и одновременной подачей сигнала в зал электролиза, помещение компрессоров и щита КИПиА;

автоматическое отключение выпрямителя электролизной установки при повышении давления газа хлора во всасывающем коллекторе компрессора сверх установленного предела;

сигнализация в зал электролиза, в помещение щита КИПиА и на преобразовательную подстанцию при внезапном отключении одного из нескольких работающих хлорных компрессоров;

сигнализация в зал электролиза и помещение щита КИПиА при остановке электродвигателей ртутного насоса или прекращении циркуляции ртути в электролизерах с ртутным катодом.

7.10.47. В основных производственных помещениях, кроме сети общего освещения, должна предусматриваться стационарная сеть местного освещения напряжением до 50 В, питаемая от сети общего освещения через разделительный трансформатор.

Установки электролиза магния

7.10.48. Электрическую изоляцию, кроме указанной в **7.10.23-7.10.24**, должны иметь следующие элементы:

оболочки электролизеров и трубопроводов катодного и анодного отсосов - от земли и строительных конструкций;

полы корпуса, полы и колонны подвала, а также рабочие площадки, другие железобетонные или металлические строительные конструкции - от земли;

части трубопроводов сжатого воздуха и вакуума - от земли, один от другого и от электролизеров;

кабели и аппаратура - от каркаса, на котором установлены трансформаторы;

рабочие площадки у электролизеров (помимо упомянутой выше электрической изоляции от земли) должны быть покрыты диэлектрическим листовым материалом.

7.10.49. Расположение электролизеров в установках, сооружаемых вновь, как правило, должно приниматься центральное с двумя проездами со стороны продольных стен.

7.10.50. Проезды в залах электролиза должны быть шириной:

при наличии двух проездов со стороны продольных стен - не менее 4,5 м;

при наличии одного проезда между продольными рядами электролизеров - не менее 5,5 м.

В обоих случаях должен обеспечиваться свободный проход шириной не менее 1 м между транспортным средством и стеной корпуса или установленным оборудованием.

7.10.51. Проход между продольным рядом электролизеров и стеной при наличии одного проезда должен быть шириной не менее 2 м.

7.10.52. Между токопроводами двух рядов электролизеров расстояние должно быть не менее 4 м.

Установки электролиза алюминия

7.10.53. Электрическую изоляцию от земли, дополнительно к указанным в **7.10.23-7.10.24**, должны иметь следующие конструкции:

фундаменты электролизеров и подземные каналы;
опорные колонны электролизеров и междуэтажного перекрытия.

7.10.54. Металлические перекрытия поперечных каналов токопроводов в корпусах электролиза должны иметь электрическую изоляцию, а на участках между смежными электролизерами эти перекрытия должны иметь электроизолирующие вставки.

Металлические перекрытия продольных проемов и каналов токопроводов должны иметь электрическую изоляцию от этих проемов и каналов, а на участках между смежными электролизерами должны иметь электроизолирующие вставки.

7.10.55. Металлические перекрытия проемов и каналов токопроводов у электролизеров должны иметь потенциал катода электролизера.

7.10.56. Напольные вентиляционные решетки в корпусах электролиза и электролитического рафинирования алюминия следует укладывать на электроизоляционные основания.

7.10.57. Металлические переплеты в окнах и аэрационных шахтах допускается устанавливать на высоте не менее 3 м от уровня пола в одноэтажных и второго этажа в двухэтажных корпусах.

7.10.58. Торцы первого этажа в двухэтажных корпусах электролиза и электролитического рафинирования алюминия должны быть ограждены металлической сеткой, электрически изолированной от строительных конструкций, или перегородкой из неэлектропроводных материалов на высоту не менее 1,7 м от уровня земли. В ограждении должны быть ворота или двери, запираемые замком.

7.10.59. Корпуса электролиза должны иметь вдоль наружных стен аэрационные проемы, закрытые на высоту не менее 1,7 м от уровня земли надежно заземленными металлическими сетками, которые не должны затруднять вентиляцию корпуса.

7.10.60. Лестницы на второй этаж и площадки второго этажа, а также перильные ограждения второго этажа в двухэтажных корпусах электролиза должны выполняться из неэлектропроводных материалов. Допускается изготовление перил и лестниц из металла с покрытием пластиком или другими электроизоляционными материалами.

7.10.61. Между выступающими частями электролизеров при их продольном расположении расстояние должно быть не менее 0,7 м. Это расстояние между торцами электролизеров может быть уменьшено до пределов, допускаемых конструкцией электролизеров, если нахождение людей в указанной зоне исключено.

7.10.62. Между стенками продольных каналов токопроводов (проемов) в центральном проходе корпуса расстояние должно быть не менее 3,5 м.

7.10.63. Металлические трубопроводы сжатого воздуха и вакуума, а также магистральные металлические газоходы системы верхнего газоотсоса для электролизеров с боковым токоподводом и обожженными анодами, проложенные вдоль корпуса, должны иметь электроизоляционные вставки через каждые 40 м.

Магистральные металлические газоходы от электролизеров с верхним анодным токоподводом должны иметь перед входом в подземный канал две последовательно установленные электроизоляционные вставки.

7.10.64. Газоотсосные патрубки электролизеров должны иметь электрическую изоляцию от магистральных газоотсосных трубопроводов.

7.10.65. Газоотсосные патрубки электролизеров с подземной системой газоотсоса должны иметь электрическую изоляцию от строительных конструкций.

7.10.66. У электролизеров с боковым токоподводом и с самообжигающимся анодом должны иметь электрическую изоляцию:

катодный кожух - от фундамента или от опорных строительных конструкций;

металлоконструкции электролизеров - от анода и от катодного кожуха;

шторные укрытия - от катодного кожуха;

анодные пакеты шин - от металлоконструкций;

крюки для временной подвески анода - от металлоконструкций или же должен быть узел электрической изоляции непосредственно на переносных тягах для временной подвески анода при перетяжке анодной рамы.

7.10.67. У электролизеров с обожженными анодами должны быть электроизолированы:
катодный кожух - от фундамента или опорных строительных конструкций;
металлоконструкции анодной части - от катодного кожуха;
металлоконструкции, установленные на специальных опорах, - от этих опор, опоры - от земли (опоры должны быть электрически соединены с катодным кожухом);
домкраты механизма подъема анодов и анодного токоподвода - от анодной рамы;
укрытия - от катодного кожуха.

7.10.68. У электролизеров с верхним токоподводом и с самообжигающимся анодом должны иметь электрическую изоляцию:

катодный кожух - от фундамента или опорных строительных конструкций;
домкраты основного механизма подъема - от специальных опор (при их установке на специальные опоры), специальные опоры - от земли (опоры должны быть электрически соединены с катодным кожухом);

домкраты вспомогательного механизма подъема анода - от анодного кожуха.

7.10.69. Система электроизоляции в корпусах электролиза должна исключать наличие потенциала «земля» в ремонтных зонах напольных рельсовых машин и местах загрузки их сырьем до уровня подкрановых балок¹.

¹ ПБ 11-149-97 (п. 2.5.42).

7.10.70. Рельсы для напольных рельсовых машин должны иметь электроизоляционные вставки на участках между электролизерами. Участки должны иметь потенциал катода соответствующего электролизера, а на участках ремонтных зон - потенциал крайнего в ряду электролизера.

У напольной рельсовой машины должны быть электроизолированы:

ходовые колеса - от металлоконструкций;
привод ходовых колес - от металлоконструкций;
механизм продавливания корки электролита - от металлоконструкций;
соединительное устройство аэрожелоба или монжусных труб - от металлоконструкций машины и соприкасающихся с ними элементов корпуса электролизера;
аэрожелоб и монжусные трубы - от металлоконструкций;
трубопроводы - от металлоконструкций в месте перехода их в исполнительный орган механизма продавливания корки электролита;

стыковочное устройство машины - от металлоконструкций корпуса, число ступеней изоляции должно быть не менее трех;

выдвижной конвейер для загрузки машины анодной массой - от металлоконструкций корпуса, число ступеней изоляции должно быть не менее трех.

7.10.71. Подкрановые пути в корпусах электролиза алюминия должны быть заземлены. Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.

7.10.72. Электробезопасность при ремонтах электролизеров должна обеспечиваться системой аварийной сигнализации, срабатывающей при потенциале электролизера по отношению к земле свыше 50 В и при замыкании на землю главных цепей выпрямленного тока на других участках серии.

7.10.73. Нейтраль в электроустановках напряжением до 1 кВ переменного тока в корпусах электролиза может быть как изолированная, так и глухозаземленная.

Отключение при первом замыкании в электроустановках напряжением до 1 кВ с изолированной нейтралью в корпусах электролиза в соответствии с требованиями технологии недопустимо. Для таких электроустановок должен быть предусмотрен контроль изоляции с действием на сигнал. Звуковой и световой сигналы о снижении изоляции ниже заданного значения должны передаваться в помещения с постоянным пребыванием обслуживающего персонала. Световой сигнал должен указывать магистраль, на которой произошло снижение изоляции.

Электродвигатели, расположенные на изолированной от земли анодной раме электролизера, должны иметь надежное электрическое соединение болтами их корпусов с металлоконструкцией, на которой они установлены. При этом специальный проводник,

соединяющий корпус электродвигателя с металлоконструкцией для его установки, не требуется. Эти двигатели могут иметь нормальную изоляцию и должны присоединяться к трансформатору общего назначения с изолированной нейтралью через групповые разделительные трансформаторы с напряжением вторичной обмотки до 220 В, в остальном должны выполняться требования, приведенные в **7.10.18**.

7.10.74. Электроприемники мостовых кранов и напольно-рельсовых машин должны присоединяться к трансформатору общего назначения с изолированной нейтралью.

7.10.75. Пусковая аппаратура и аппаратура управления механизмами установок электролиза, по возможности, должна располагаться в специальных электротехнических помещениях.

При размещении такой аппаратуры в шкафах у электролизеров металлические конструкции шкафов должны иметь электрическую изоляцию от пола и других строительных элементов, исключающую возможность попадания потенциала «земля» на корпус шкафа.

7.10.76. В двухэтажных корпусах электролиза алюминия допускается устройство специальных сварочных магистралей для сварки выпрямленным током путем отбора электроэнергии от работающих электролизеров. Использование таких магистралей для электрической сварки заземленных конструкций не допускается, за исключением электросварочных работ при капитальном ремонте электролизеров.

7.10.77. Сварочные магистрали для отбора электроэнергии от главного токопровода выпрямленного тока должны быть секционированы.

Электротехнические устройства для присоединения сварочных трансформаторов (подключительные пункты) должны быть изолированы от строительных конструкций и присоединяться к силовой сети с изолированной нейтралью через разделительный трансформатор.

7.10.78. Металлические трубопроводы, проложенные вдоль корпусов электролиза на высоте менее 3,5 м, должны иметь электроизоляционные вставки через каждые 4 электролизера, а расположенные вертикально или поперек электролизных серий - через каждые 3 м.

Установки электролитического рафинирования алюминия

7.10.79. Между торцами соседних в ряду электролизеров расстояние должно быть не менее 1 м, а между выступающими частями - не менее 0,6 м. Если между торцами соседних в ряду электролизеров не предусматривается нахождение людей, расстояние между торцами может быть сокращено до пределов, допускаемых конструкцией электролизеров.

7.10.80. У электролизеров должны иметь электрическую изоляцию:

оболочка - от земли, строительных конструкций, анодных блюмов и металлических конструкций электролизера;

пакет анодных шин - от домкратов подъемного механизма анода.

Электролизные установки ферросплавного производства

7.10.81. Сборные баки для электролита и вентиляционные воздуховоды электролизных установок ферросплавного производства, выполненные из металла, должны быть заземлены.

Электролизные установки никель-кобальтового производства

7.10.82. Электролизные ванны никель-кобальтового производства должны быть укрыты и снабжены местными отсосами. (Необходимая степень укрытия определяется при проектировании.) Для загрузки и выгрузки ванны без перерыва тока в серии следует предусматривать шунтирующее ванну устройство, установка и снятие которого должны быть механизированы.

Установки электролиза меди

7.10.83. В залах электролиза рекомендуется применение медных шин токопроводов. Рекомендуемая плотность тока шин 1 А/мм².

Алюминиевые шины применяются в обоснованных случаях, рекомендуемая плотность

тока шин 0,7 А/мм².

Установки гальванических покрытий

7.10.84. Корпуса ванн установок гальванических покрытий в гальванических цехах (участках), питающихся по блочной схеме (выпрямитель-ванна), при номинальном напряжении выпрямленного тока выше 110 В должны быть заземлены, а токоведущие части недоступны для прикосновения. Корпуса установленных на ваннах электроприемников переменного тока при их номинальном напряжении выше 50 В должны быть заземлены.

7.10.85. Все ванны в автоматических линиях гальванических покрытий должны устанавливаться на изоляторах для защиты ванн от потенциала, возникающего при блуждающих токах.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1 Общие правила

Глава 1.1 Общая часть

Область применения. Определения

Общие указания по устройству электроустановок

Глава 1.2 Электроснабжение и электрические сети

Область применения. Определения

Общие требования

Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения

Уровни и регулирование напряжения, компенсация реактивной мощности

Глава 1.7 Заземление и защитные меры электробезопасности

Область применения. Термины и определения

Общие требования

Меры защиты от прямого прикосновения

Меры защиты от прямого и косвенного прикосновений

Меры защиты при косвенном прикосновении

Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с эффективно заземленной нейтралью

Заземляющие устройства электроустановок напряжением выше 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью

Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью

Заземляющие устройства электроустановок напряжением до 1 кВ в сетях с изолированной нейтралью

Заземляющие устройства в районах с большим удельным сопротивлением земли

Заземлители

Заземляющие проводники

Главная заземляющая шина

Защитные проводники (PE-проводники)

Совмещенные нулевые защитные и нулевые рабочие проводники (PEN-проводники)

Проводники системы уравнивания потенциалов

Соединения и присоединения заземляющих, защитных проводников и проводников системы уравнивания и выравнивания потенциалов

Переносные электроприемники

Передвижные электроустановки

Электроустановки помещений для содержания животных

Глава 1.8. Нормы приемо-сдаточных испытаний

1.8.1 – 1.8.12. Общие положения

1.8.13. Синхронные генераторы и компенсаторы

1.8.14. Машины постоянного тока

1.8.15. Электродвигатели переменного тока

1.8.16. Силовые трансформаторы, автотрансформаторы, масляные реакторы и заземляющие дугогасящие реакторы (дугогасящие катушки)
1.8.17. Измерительные трансформаторы тока
1.8.18. Измерительные трансформаторы напряжения
1.8.19. Масляные выключатели
1.8.20. Воздушные выключатели
1.8.21. Элегазовые выключатели
1.8.22. Вакуумные выключатели
1.8.23. Выключатели нагрузки
1.8.24. Разъединители, отделители и короткозамыкатели
1.8.25. Комплектные распределительные устройства внутренней и наружной установки (КРУ и КРУН)
1.8.26. Комплектные токопроводы (шинопроводы)
1.8.27. Сборные и соединительные шины
1.8.28. Сухие токоограничивающие реакторы
1.8.29. Электрофильтры
1.8.30. Конденсаторы
1.8.31. Вентильные разрядники и ограничители перенапряжений*
1.8.32. Трубочатые разрядники
1.8.33. Предохранители, предохранители-разъединители напряжением выше 1 кВ
1.8.34. Вводы и проходные изоляторы
1.8.35. Подвесные и опорные изоляторы
1.8.36. Трансформаторное масло
1.8.37. Электрические аппараты, вторичные цепи и электропроводки напряжением до 1 кВ
1.8.38. Аккумуляторные батареи
1.8.39. Заземляющие устройства
1.8.40. Силовые кабельные линии
1.8.41. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ

Глава 1.9 Изоляция электроустановок

Область применения. Определения

Общие требования

Изоляция ВЛ

Внешняя стеклянная и фарфоровая изоляция электрооборудования и ОРУ

Выбор изоляции по разрядным характеристикам

Определение степени загрязнения

Коэффициенты использования основных типов изоляторов и изоляционных конструкций (стеклянных и фарфоровых)

РАЗДЕЛ 2. Канализация электроэнергии

Глава 2.4 Воздушные линии электропередачи напряжением до 1 кВ

Область применения. Определения

Общие требования

Климатические условия

Провода. Линейная арматура

Расположение проводов на опорах

Изоляция

Заземление. Защита от перенапряжений

Опоры

Габариты, пересечения и сближения

Пересечения, сближения, совместная подвеска ВЛ с линиями связи, проводного вещания и РК

Пересечения и сближения ВЛ с инженерными сооружениями

Глава 2.5 воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ

Область применения. Определения

Общие требования

Требования к проектированию ВЛ, учитывающие особенности их ремонта и технического обслуживания

Защита ВЛ от воздействия окружающей среды

Климатические условия и нагрузки

Провода и грозозащитные тросы

Расположение проводов и тросов и расстояния между ними

Изоляторы и арматура

Защита от перенапряжений, заземление

Опоры и фундаменты

Большие переходы

Подвеска волоконно-оптических линий связи на ВЛ

Прохождение ВЛ по ненаселенной и труднодоступной местности

Прохождение ВЛ по насаждениям

Прохождение ВЛ по населенной местности

Пересечение и сближение ВЛ между собой

Пересечение и сближение ВЛ с сооружениями связи, сигнализации и проводного вещания

Пересечение и сближение ВЛ с железными дорогами

Пересечение и сближение ВЛ с автомобильными дорогами

Пересечение, сближение или параллельное следование ВЛ с троллейбусными и трамвайными линиями

Пересечение ВЛ с водными пространствами

Прохождение ВЛ по мостам

Прохождение ВЛ по плотинам и дамбам

Сближение ВЛ со взрыво- и пожароопасными установками

Пересечение и сближение ВЛ с надземными и наземными трубопроводами, сооружениями транспорта нефти и газа и канатными дорогами

Пересечение и сближение ВЛ с подземными трубопроводами

Сближение ВЛ с аэродромами и вертодромами

Приложение Расстояния между проводами и между проводами и тросами по условиям пляски

РАЗДЕЛ 4. Распределительные устройства и подстанции

Глава 4.1 Распределительные устройства напряжением до 1 кВ переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока

Область применения

Общие требования

Установка приборов и аппаратов

Шины, провода, кабели

Конструкции распределительных устройств

Установка распределительных устройств в электропомещениях

Установка распределительных устройств в производственных помещениях

Установка распределительных устройств на открытом воздухе

Глава 4.2 распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ

Область применения, определения

Общие требования

Открытые распределительные устройства

Биологическая защита от воздействия электрических и магнитных полей

Закрытые распределительные устройства и подстанции

Внутрицеховые распределительные устройства и трансформаторные подстанции

Комплектные, столбовые, мачтовые трансформаторные подстанции и сетевые секционирующие пункты

Защита от грозových перенапряжений

Защита вращающихся электрических машин от грозových перенапряжений

Защита от внутренних перенапряжений

Пневматическое хозяйство

Масляное хозяйство

Установка силовых трансформаторов и реакторов

Приложение Справочный материал к главе 4.2 ПУЭ. Перечень ссылочных нормативных документов

РАЗДЕЛ 6 Электрическое освещение

Глава 6.1 Общая часть

Область применения. Определения

Общие требования

Аварийное освещение

Выполнение и защита осветительных сетей

Защитные меры безопасности

Глава 6.2 Внутреннее освещение

Общие требования

Питающая осветительная сеть

Групповая сеть

Глава 6.3 Наружное освещение

Источники света, установка осветительных приборов и опор

Питание установок наружного освещения

Выполнение и защита сетей наружного освещения

Глава 6.4 Световая реклама, знаки и иллюминация

Глава 6.5 Управление освещением

Общие требования

Управление внутренним освещением

Управление наружным освещением

Глава 6.6 Осветительные приборы и электроустановочные устройства

Осветительные приборы

Электроустановочные устройства

РАЗДЕЛ 7 Электрооборудование специальных установок

Глава 7.1 Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий

Область применения. Определения

Общие требования. Электроснабжение

Вводные устройства, распределительные щиты, распределительные пункты, групповые щитки

Электропроводки и кабельные линии

Внутреннее электрооборудование

Учет электроэнергии

Защитные меры безопасности

Глава 7.2 Электроустановки зрелищных предприятий, клубных учреждений и спортивных сооружений

Область применения. Определения

Общие требования. Электроснабжение

Электрическое освещение

Силовое электрооборудование

Прокладка кабелей и проводов

Защитные меры безопасности

Глава 7.5 Электротермические установки

Область применения

Определения

Общие требования

Установки дуговых печей прямого, косвенного действия и дуговых печей сопротивления

Установки индукционного и диэлектрического нагрева
Установки печей сопротивления прямого и косвенного действия
Электронно-лучевые установки
Ионные и лазерные установки

Глава 7.6 Электросварочные установки

Область применения
Определения
Общие требования
Требования к помещениям для сварочных установок и сварочных постов
Установки электрической сварки (резки, наплавки) плавлением
Установки электрической сварки с применением давления

Глава 7.10 Электролизные установки и установки гальванических покрытий

Область применения
Определения. Состав установок
Общие требования
Установки электролиза воды и водных растворов
Электролизные установки получения водорода (водородные станции)
Электролизные установки получения хлора
Установки электролиза магния
Установки электролиза алюминия
Установки электролитического рафинирования алюминия
Электролизные установки ферросплавного производства
Электролизные установки никель-кобальтового производства
Установки электролиза меди
Установки гальванических покрытий