ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПО ОСВЕЩЕНИЮ НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ВО ВЗРЫВО-ОПАСНЫХ ЗОНАХ

Материалы для проектирования

Москва, 1993

М4166 л.1
Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Текстовые документы (без основной надписи) | Форма Ф36-82 | Взамен Ф36-78 | Нач. ОТП
gost.e-ecolog.ru

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Текстовые документы (без основной надписи) | Форма Ф36-82 | Взамен Ф36-78 | Нач. ОТП
М 4166.л.2

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И
ПО ОСВЕЩЕНИЮ НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ

Материалы для проектирования

Главный инженер института
А.Г.Смирнов

СОГЛАСОВАНО

Начальник технического отдела
А.А.Шалыгин

Отдел светотехнических установок
Начальник отдела
З.К.Горбачева

Ответственный исполнитель
к.т.н.С.А.Клюев

Москва, 1993

Аннотация

В работе содержатся указания по проектированию освещения наружных установок со взрывоопасными зонами. Приводятся рекомендации по величинам освещенности, системам и видам освещения, выбору источников света и осветительных приборов, расчету освещения. Рассматриваются вопросы выбора источников и схем питания, управления освещением, защите, расчету и выполнения осветительных сетей.

Работа предназначена для проектировщиков осветительных установок промышленных предприятий и может быть полезной для специалистов, работающих в области монтажа и эксплуатации электроустановок во взрывоопасных производствах, а также студентам высших и средних учебных заведений энергетических специальностей.

Содержание

	№ листа
Титульный лист	I
Заглавный лист	2
Аннотация	3
Содержание	4
Раздел I. Общие положения	
I.I.Область применения	5
I.2.Характеристика наружных взрывоопасных зон	5
Раздел 2. Светотехническая часть	
2.I.Нормы освещенности, системы, виды освещения	7
2.2.Источники света. Осветительные приборы	9
2.3.Размещение осветительных приборов, расчет освещения	I4
Раздел 3.. Электротехническая часть	
3.I.Источники, схемы питания	I5
3.2.Защита сетей	I6
3.3.Управление освещением	I8
3.4.Расчеты сетей	I9
3.5.Выполнение сетей	22
3.6.Зануление и заземление	24
Принятые сокращения	25
Список литературы	26

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам. инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата | Взам. инв.№ |

РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Область применения

I.I.I. Настоящая работа предназначена для использования при проектировании освещения наружных взрывоопасных зон (НВЗ) класса В-Iг. Работа может быть полезной также для специалистов, работающих в области монтажа и эксплуатации электроустановок во взрывоопасных производствах и студентам высших и средних учебных заведений энергетических специальностей.

I.I.2. В работе рассматриваются вопросы проектирования наружных взрывоопасных зон на промышленных предприятиях и других объектах народного хозяйства.

I.I.3. Указания и рекомендации работы соответствуют требованиям Правил устройства электроустановок (ПУЭ) шестого издания [I] и СНиП П-4-79 „Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования" [2].

I.I.4. Общие сведения и рекомендации по освещению взрывоопасных зон содержатся в книге „Электрическое освещение взрывоопасных и пожароопасных зон", автор И.Я.Пикман [3].

I.I.5. Для удобства пользования настоящей работой в ней применяются сокращенные обозначения некоторых терминов, понятий и наименований светотехнического и электротехнического оборудования, перечень которых приведен в конце работы.

2. Характеристика наружных взрывоопасных зон

I.2.I. К наружным взрывоопасным зонам класса В-Iг относятся открытые пространства у наружных технологических установок, содержащих горючие газы или легко воспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), наземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т.п.

I.2.2. К зонам класса В-Iг также относятся:

пространства у проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Iа и В-II (исключение - проемы окон с заполнением стеклоблоками);

пространства у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений со взрывоопасными зонами любого класса или, если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны;

пространства у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

I.2.3. Для наружных взрывоопасных установок взрывоопасная зона класса В-Iг считается в пределах по:

а) 0,5 м по горизонтали и вертикали от проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-I, В-Iа и В-II;

б) 3 м по горизонтали и вертикали от закрытого технологического аппарата, содержащего горючие газы или ЛВЖ; от вытяжного вентилятора, установленного снаружи (на улице) и обслуживающего помещения с взрывоопасными зонами любого класса;

в) 5 м по горизонтали и вертикали от устройств для выброса из предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами или ЛВЖ; от расположенных на ограждающих конструкциях зданий устройств для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений с взрывоопасными зонами любого класса;

г) 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры); при наличии обваловывания - в пределах всей площади внутри обваловывания;

д) 20 м по горизонтали и вертикали от места открытого слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом ЛВЖ.

I.2.4. Эстакады с закрытыми сливно-наливными устройствами, эстакады и опоры под трубопроводы для горючих газов и ЛВЖ не

относятся к взрывоопасным, за исключением зон в пределах по 3 м по горизонтали и вертикали от запорной арматуры и фланцевых соединений трубопроводов, в пределах которых электрооборудование должно быть взрывозашищенным для соответствующих категорий и группы взрывоопасной смеси [I] .

I.2.5. Сведения о наличии на проектируемом предприятии или объекте НВЗ, о местах их расположении, категориях и группах взрывоопасных смесей в этих зонах проектировщикам осветительных установок должны выдавать технологи проектных организаций или предприятий, для которых выполняется проект освещения.

Р А З Д Е Л 2. С В Е Т О Т Е Х Н И Ч Е С К А Я Ч А С Т Ь

2.I. Нормы освещенности, системы, виды освещения

2.I.I. В НВЗ объектами, требующими освещения, является технологическое оборудование, размещаемое на площадках и этажерках, места расположения органов управления, наблюдения и контроля за технологическими процессами, проезды и проходы для обслуживающего персонала.

2.I.2. Величины освещенности для НВЗ следует принимать по отраслевым нормам искусственного освещения для предприятий соответствующей отрасли промышленности или вида производства, а при отсутствии таких норм рекомендуется руководствоваться нормами для аналогичных производств или приведенными в табл.I, а также нормами и указаниями СНиП П-4-79 [2] .

2.I.3. Для НВЗ применяются, как правило, системы общего равномерного или общего локализованного освещения. Локализованное освещение целесообразно в случаях, когда для отдельных ограниченных мест необходима более высокая освещенность, чем в окружающем пространстве.

2.I.4. Для НВЗ рекомендуется предусматривать только рабочее освещение. Устройство аварийного и эксплуатационного освещения, как правило, не целесообразно. В случаях необходимости

Таблица I. Нормы освещенности для наружных взрывоопасных зон

Освещаемые объекты	Плоскость нормирования освещенности	Разряд зрительной работы по СНиП П-4-79	Минимальная освещенность, лк
Площадки, этажерки;			
на оборудовании	Горизонтальная на 0,8 м от пола	XI	IO
проходы, лестницы	Пол	-	3
Предохранительные, дыхательные клапаны, запорная, регулирующая аппаратура	На оборудовании	XI	IO
Замерные люки и устройства, места сбора проб и пренажа	То же	X	30
Сливно-наливные эстакады:			
на горловине цистерны, пульте управления	-"-	XI	IO
на площадке обслуживания	Пол	XII	5
проходы	Пол	-	3
Нефтеловушки, отстойники, пруды	На уровне поверхности	XIII	2

ПРИМЕЧАНИЕ. В таблице указаны величины освещенности при источниках света всех типов

выполнения каких-либо работ или прохода обслуживающего персонала в условиях отсутствия освещения, следует пользоваться взрывозащищенными переносными аккумуляторными светильниками.

2.2. Источники света. Осветительные приборы

2.2.1. В качестве источников света следует использовать преимущественно разрядные лампы высокого давления (РЛВД) - ртутные типа ДРЛ и металлогалогенные типа ДРИ. Лампы накаливания (ЛН) применяются при отсутствии или не возможности использования светильников с лампами ДРЛ и ДРИ необходимого исполнения по взрывозащите для конкретных категорий и групп взрывоопасной смеси или другим параметрам, требующимся для данного конкретного объекта.

2.2.2. Светильники для взрывоопасных зон, имеющие в своей конструкции средства взрывозащиты, носят общее название **взрывозащищенные**. Для светильников установлены следующие два уровня взрывозащиты:

светильники **взрывобезопасные**, знак уровня I; они обеспечивают взрывозащиту как при нормальном режиме работы, так и при признанных вероятных повреждениях, определяемых условиями эксплуатации, кроме повреждений средств взрывозащиты;

светильники **повышенной надежности против взрыва**, знак уровня 2; они обеспечивают взрывозащиту только в признанном нормальном режиме работы.

2.2.3. Для зон класса В-Iг достаточен уровень взрывозащиты светильников повышенной надежности против взрыва, но могут использоваться также светильники с более высоким уровнем взрывозащиты - взрывобезопасные.

2.2.4. В зависимости от особенностей производства и других условий, создающих НВЗ, осветительные приборы (ОП) - светильники и прожектора могут размещаться как в пространстве, отнесенном к взрывоопасной зоне, так и вне этого пространства.

В первом случае должны применяться взрывозащищенные светильники (см.п.2.2.3), предназначенные для соответствующих категорий и групп взрывоопасной смеси.

При установке ОП за пределами пространства НВЗ степень защиты по ГОСТ I4254-80 [4] должна быть не ниже для светильников IP23 и для прожекторов IP44.

2.2.5. При установке ОП вне пространства взрывоопасной зоны, кроме источников света, указанных в п.2.2.I, могут использоваться натриевые лампы высокого давления типа ДНаТ и дуговые ксеноновые лампы типа ДКсТ.

2.2.6. Номенклатура и объемы производства взрывозащищенных светильников, изготовляемых в Российской Федерации и в союзных республиках бывш.СССР для установки снаружи крайне ограничены; это приводит к необходимости во многих случаях использовать в НВЗ взрывозащищенные светильники, предназначенные для внутреннего освещения.

2.2.7. В табл.2 указаны типы и основные технические характеристики взрывозащищенных светильников, предназначенных для взрывоопасных зон.

Типы и технические характеристики светильников и прожекторов, применяемых для освещения взрывоопасных зон при установке их вне взрывоопасных объемов в данной работе не приводятся. Сведения о таких ОП следует получать из справочников и руководящих материалов по проектированию наружных осветительных установок.

2.2.8. Для многих высоких взрывоопасных технологических установок промышленных предприятий (этажерок, дымовых и других труб и т.п.) необходимо предусматривать световое ограждение в целях обеспечения безопасности полетов воздушных судов (см.работу ВНИПИ Тяжпромэлектропроект „Указания по световому ограждению высотных препятствий"; [8]).

В качестве заградительных огней обычно используются специальные светосигнальные приборы типа ЗОЛ-2М с лампой накаливания на напряжение 220 В мощностью I30 Вт, снабженные двумя стеклянными колпаками: наружным прозрачным бесцветным, глад-

Таблица 2. Номенклатура и технические характеристики стационарных взрывозащищенных светильников общего освещения

Светильник			Источник света		Светотехнические характеристики				Размеры диаметр × высота, мм	Масса, кг	Изготовитель
Тип	Маркировка по взрывозащите	Уровень взрывозащиты	Тип	Мощность, Вт	Отражатель есть + нет –	Тип кривой сил света	К.П.Д. общий (в нижнюю полусферу)	Защитный угол, град.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Светильники с лампами типов ДРЛ и ДРИ											
РСП31-80-011У1	1Exed II СТ4	В	ДРЛ	80	+	Г	50(50)	10	400×450	11	НПО „Ватра"
РСП31-80-012У1	То же	В	–»–	80	–	Д	70(40)	90	250×430	9	
РСП25-80-001	1Exed II ВТ4	В	–»–	80	+	Д	60(60)	15	476×490	14.5	Ашинский светотехнический завод ПО „Электрлуч"
РСП25-125-001	То же	В	–»–	125	+	Д	60(60)	15	476×490	14.5	
РСП25-250-001	–»–	В	–»–	250	+	Д	60(60)	15	516×530	15.5	
РСП25-80-001	–»–	В	–»–	80	–	М	80(50)	90	280×490		
РСП25-125-001	–»–	В	–»–	125	–	М	80(50)	90	280×490		
РСП25-250-001	–»–	В	–»–	250	–	М	80(50)	90	280×530		
РСП25-80-002	2Exed II СТ4	ПН	–»–	80	+	Д	60(60)	15	476×490	14.5	
РСП25-125-002	То же	ПН	–»–	125	+	Д	60(60)	15	476×430	14.5	
РСП25-250-002	–»–	ПН	–»–	250	+	Д	60(60)	15	516×530	15.5	
РСП25-80-002	–»–	ПН	–»–	80	–	М	80(50)	90	280×490		
РСП25-125-002	–»–	ПН	–»–	125	–	М	80(50)	90	280×490		
РСП25-250-002	–»–	ПН	–»–	250	–	М	80(50)	90	280×530		
ГСП25-125-001	1Exed II ВТ4	В	ДРИ	125	+	Д	60(60)	15	476×490	14.5	
ГСП25-175-001	То же	В	–»–	175	+	Д	60(60)	15	476×530	15.5	
ГСП25-250-001	–»–	В	–»–	250	+	Д	60(60)	15	476×530	15.5	
ГСП25-125-001	–»–	В	–»–	125	–	М	80(50)	90	280×490		
ГСП25-175-001	–»–	В	–»–	175	–	М	80(50)	90	280×530		
ГСП25-250-001	–»–	В	–»–	250	–	М	80(50)	90	280×530		

Продолжение таблицы 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ГСП25-125-002	2ExedIIСТ4	ПН	ДРИ	125	+	Д	60(60)	15	476×490	14,5	То же
ГСП25-175-002	То же	ПН	—»—	175	+	Д	60(60)	15	476×530	15,5	
ГСП25-250-002	—»—	ПН	—»—	250	+	Д	60(60)	15	476×530	15,5	
ГСП25-125-002	—»—	ПН	—»—	125	–	М	80(50)	90	280×490		
ГСП25-175-002	—»—	ПН	—»—	175	–	М	80(50)	90	280×530		
ГСП25-250-002	—»—	ПН	—»—	250	–	М	80(50)	90	280×530		
ВЗТ3-ДРЛ250-1	1ExedIIВТ3	В	ДРЛ	250	+	Д	50(50)	15	550×640	20	НПО „Ватра"
ВЗТ3-ДРЛ250-2	То же	В	—»—	250	–	М	60(35)	90	304×640	18	
ОМР-125/ВЗГ-ДРЛ125/ПРА	ВЗГ	В	—»—	125	+	Д	50(50)	15	460×545	15	Предприятия Польши
					–	М	75(40)	90	250×545	14	
ОМП-250/ВЗГ-ДРЛ250/ПРА	ВЗГ	В	—»—	250	+	Д	50(50)	15	610×665	29	
					–	М	75(40)	90	334×665	28	
ОWР-250/НЧТ2-ДРЛ250/ПРА	НЧТ2	ПН	—»—	250	+	Д	50(50)	15	550×610	19	
					–	М	75(40)	90	282×610	18	
Светильники с лампами накаливания											
ВЧА-60	ВЧА	В	ЛН	60	–	Д	50(50)	15	эл. 340 шир. 270×210	6,3	Завод „Электросвет" (г. Москва)
ВЗГ-100	ВЗГ	В	—»—	100	–	Д	45(45)	15	эл. 340 шир. 310×195	8	
ВЗГ-200 АМС	ВЗГ	В	—»—	200	+	Д	60(60)	30	398×520	7,5	
					–	М	75(55)	90	232×520	5,8	
ВЗГ/ВЧА-200 МС	ВЗГ/ВЧА	В	—»—	200	+	Д	45(45)	30	398×510	8,3	Гагаринский светотехнический завод
					–	М	65(45)	90	246×510	7,7	
НСП23-200-001(002)	2ExedIIСТ2	ПН	—»—	200	–	НТ[xx]	70(50)	90	240×350	6,5	НПО „Ватра"
НСП23-200-003(004)	То же	ПН	—»—	200	+	Д	60(60)	15	410×350	7,4	
НЧБ-300 МА	НЧБ	ПН	—»—	300	+	Г	50(50)	15	508×584	10,5	Завод „Электросвет" (г. Москва)
					–	М	70(40)	90	300×584	9	

Альбом подлежащих изготовлению ОВМЗ Ф31-85Л-Т2 Ф81-82

x Уровни защиты светильников: В - взрывобезопасный; ПН - повышенной надежности против взрыва

xx НТ - нетиповая кривая сил света

Примечания.

1. Все светильники на напряжение 220В.
2. Степень защиты всех светильников по ГОСТ 14254 - 86 IP54.
3. В графе 2 указана маркировка светильников по взрывозащите в соответствии с гл. 7.3 ПУЭ, ПИВРЭ [5] и ПИВЭ [6].
4. В графе 7 обозначения типов кривых сил света указаны по ГОСТ 17677 - 82 [7].
5. Указанный в графе 9 защитный угол светильников равный 90° является условным.
6. Все светильники с лампами ДРЛ и ДРИ имеют встроенные некомпенсированные ПРА. Величину коэффициента мощности ($\cos\varphi$) следует принимать: для светильников с лампами мощностью 175Вт и менее - 0,45, мощностью 250Вт - 0,5.
7. Конструкция всех светильников позволяет выполнять уплотненный ввод питающих кабелей круглой формы наружным диаметром до 16 мм или кабелей и изолированных проводов, проложенных в стальных трубах диаметром 1/2".
8. Все светильники поставляются заводами - изготовителями заряженными проводами с нагревостойкой изоляцией, проложенными внутри светильника между вводной камерой, аппаратами электрической схемы светильника и ламповыми патронами.

ким и внутренним призматическим красного цвета. Приборы ЗОЛ-2М не являются взрывозащищенными и не могут применяться для НВЗ.

В связи с тем, что взрывозащищенные заградительные огни в странах СНГ не выпускаются, рекомендуется использовать светильники повышенной надежности против взрыва типа НСП23-200 или взрывобезопасные типа ВЗГ-200 АМС без отражателей (см.табл.2), у которых защитное стекло следует окрашивать изнутри красной краской..

2.3. Размещение осветительных приборов, расчет освещения

2.3.1. Количество устанавливаемых ОП для НВЗ должно быть по возможности минимальным.

2.3.2. Светильники и прожектора для НВЗ могут размещаться как в объеме пространства, являющимся взрывоопасной зоной, так и в не взрывоопасном объеме. При выборе возможных вариантов освещения предпочтение следует отдавать размещению осветительных приборов в не взрывоопасном пространстве с использованием прожекторов и светильников прожекторного типа.

2.3.3. Светильники, размещаемые во взрывоопасной зоне, в зависимости от местных условий и особенностей освещаемого объекта, могут устанавливаться непосредственно на поверхностях производственного оборудования, на подвесах, кронштейнах, стойках. Во всех случаях должно предусматриваться жесткое крепление светильников.

2.3.4. Осветительные приборы, размещаемые в пространстве вне взрывоопасной зоны, могут устанавливаться на стенах и крышах вблизи расположенных зданий, опорах наружного освещения, специально для них предназначенных опорах, прожекторных мачтах.

2.3.5. Во всех случаях, указанных в пп.2.3.3, 2.3.4, должна обеспечиваться возможность подхода к ОП для удобного и безопасного их обслуживания.

2.3.6. При наличии нескольких возможных вариантов выполнения освещения НВЗ выбор наиболее целесообразного решения рекомендуется обосновывать технико-экономическим сопоставлением вариантов по минимуму годовых приведенных затрат с использованием методики, приведенной в работе ВНИПИ Тяжпромэлектропроект «Справочник по проектированию осветительных установок промышленных предприятий", том 2, Электротехническая часть, книга 2, глава I6 [9] .

2.3.7. Расчет освещения НВЗ при использовании светильников выполняется точечным методом, при освещении прожекторами и светильниками прожекторного типа методами изолюкс, светового потока (коэффициента использования), удельной мощности.

2.3.8. Коэффициент запаса при расчете освещения следует принимать равным: при лампах ДРЛ, ДРИ, ДНаТ, ДКсТ - I,5, при ЛН для территорий металлических, химических и т.п. предприятий с большой запыленностью и задымленностью - I,4, для прочих территорий - I,3.

РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.I. Источники, схемы питания

3.I.I. Освещение НВЗ питается от тех же трансформаторных подстанций, что и освещение всех остальных помещений и зданий предприятия.

На подстанциях предусматриваются трансформаторы, как правило, общие для силовых и осветительных электроприемников.

3.I.2. Напряжение сети освещения НВЗ принимается как и для освещения остальных осветительных установок. В подавляющем большинстве случаев это система напряжения 380/220 В с заземленной нейтралью.

На некоторых объектах для питания освещения и в том числе НВЗ используется система напряжения 3х220 В без нейтрали или с изолированной нейтралью.

3.I.3. Питание отдельных ОП с разными источниками света производится напряжением:

с ЛН, ДРЛ, ДНаТ, ДРИ во взрывозащищенных светильниках - 220 В;

с ДРИ мощностью 250 Вт и больше с невзрывозащищенных ОП, в ОП с лампами ДКсТ - 380 В.

3.I.4. Освещение НВЗ может питаться самостоятельными сетями непосредственно от трансформаторных подстанций или от сетей внутреннего освещения зданий.

Дать конкретные рекомендации и указания по выбору источников, схем питания и систем управления НВЗ не представляется возможным ввиду большого разнообразия и местных особенностей объектов с НВЗ, которые должны учитываться при проектировании реальных объектов. Далее приводятся общие соображения и рекомендации по этим вопросам.

Кроме приводимых рекомендаций при проектировании освещения НВЗ можно использовать указания и рекомендации выполненной ВНИПИ Тяжпромэлектропроект работы „Вспомогательные материалы по проектированию наружного освещения", часть 2, электротехническая [IO] .

3.I.5. Схема питания и управления освещением НВЗ должна обеспечивать возможность независимого от внутреннего освещения включения и отключения ОП.

3.I.6. При системе напряжения 380/220 В к каждой фазе групповой сети должно присоединяться не более 20 светильников, питаемых фазным напряжением 220 В, к каждой двухфазной линии 380 В не более 20, к трехфазной линии 380 В не более 30 светильников, питаемых линейным напряжением 380 В.

3.I.7. При системе напряжения 3х220 В каждой двухфазной двухпроводной групповой линией должно питаться не более 20 светильников, трехфазной трехпроводной не более 30 светильников.

3.2.Защита сетей

3.2.I. Осветительные сети НВЗ должны защищаться от токов

короткого замыкания (КЗ). Защита сетей от перегрузки не требуется.

3.2.2. Защита сетей осуществляется аппаратами защиты - автоматическими выключателями (автоматами) или предохранителями, отключающими защищаемую линию при протекании по ней тока более определенной величины.

3.2.3. Для защиты осветительных сетей наиболее предпочтительны автоматы, совмещающие в себе функции как защитного, так и отключающего аппарата.

3.2.4. Для защиты групповых линий, питающих светильники НВЗ, используются одно- и трехполюсные автоматы.

3.2.5. При системе напряжения 380/220 В для защиты групповых линий НВЗ рекомендуется применять автоматы:

однополюсные для одно-, двух- и трехфазных групп, питающих светильники фазным напряжением 220 В;

трехполюсные для питания ОП, устанавливаемых за пределами НВЗ линейным напряжением 380 В (лампы типа ДРИ мощностью 250 Вт и более, применяемые в прожекторах, дуговые ксеноновые лампы типа ДКсТ).

3.2.6. При системе напряжения 3х220 В для защиты групповых линий НВЗ должны применяться трехполюсные автоматы. Однополюсные автоматы использовать не следует как не обеспечивающие одновременное отключение всех фаз.

3.2.7. Соотношение между наибольшими допустимыми токами проводников сети освещения НВЗ $I_п$ и номинальными токами аппаратов защиты (уставками автоматов с комбинированными нерегулируемыми расцепителями или плавкими элементами предохранителей) $I_з$ должна быть:

для автоматов $I_п \geq I_з$; $I_з \leq I_п$;

для предохранителей $I_п \geq 0{,}33 I_з$; $I_з \leq 3 I_п$.

3.2.8. Защита сетей освещения НВЗ должна обеспечивать надежное отключение аварийного участка с наименьшим временем и по возможности с учетом требования селективности.

Требование быстроты отключения обеспечивается, если величина тока однофазного КЗ, возникающего в конце линии составляет не менее следующих значений:

для линий, питающих ОП, устанавливаемые в НВЗ - шестикратной величины номинального тока уставки автомата с комбинированным нерегулируемым расцепителем или четырехкратной величины тока плавкого элемента предохранителя;

для линий, питающих ОП, устанавливаемые вне взрывоопасного пространства - трехкратной величины номинального тока уставки автомата с комбинированным *нерегулируемым* расцепителем или трехкратной величины тока плавкого элемента предохранителя.

Указания по определению тока КЗ в сетях наружного освещения приведены в [10, 11] .

3.2.9. Для обеспечения требований селективности защиты номинальные токи уставок автоматов или плавких элементов предохранителей каждого последующего по направлению к ОП аппарата защиты рекомендуется принимать не менее, чем на 2 ступени ниже, чем предыдущего, если это не приводит к завышению сечения проводников сети. Разница не менее, чем на одну ступень обязательна при всех условиях.

3.2.10. Номинальные токи уставок автоматов и плавких элементов предохранителей следует выбирать по возможности наименьшими, по расчетным токам защищаемых участков сети.

3.2.11. Аппараты защиты должны устанавливаться в начале каждой линии, питающей ОП НВЗ. Размещать аппараты защиты следует вне пространства НВЗ.

3.3. Управление освещением

3.3.1. Для объектов с НВЗ могут применяться системы местного и централизованного управления освещением или сочетание этих систем. Их сущность, а также способы, схемы управления и указания по проектированию приведены в [10] .

3.3.2. Управление освещением НВЗ, питаемым от сетей внутреннего освещения зданий, к которым взрывоопасные зоны относят-

ся или вблизи которых они расположены, может производиться из этих зданий непосредственно от распределительных пунктов или щитков, питающих освещение взрывоопасной зоны или из какого-либо помещения (например, диспетчерского пункта при его наличии и пр.).

3.3.3. Управление освещением НВЗ, питаемым непосредственно от трансформаторных подстанций, следует предусматривать централизованное из пункта управления наружным освещением предприятия или из здания, к которому относятся НВЗ.

3.3.4. При наличии технической целесообразности может применяться автоматическое управление освещением НВЗ в зависимости от освещенности, создаваемой естественным светом с использованием фотоэлектрических аппаратов [10]. При этом должна предусматриваться возможность перехода от автоматического на ручное управление.

3.3.5. Устанавливать отключающие и защитные аппараты непосредственно в пространстве НВЗ не рекомендуется.

3.4. Расчеты сетей

3.4.1. Линии питания освещения НВЗ должны рассчитываться на механическую прочность, на нагрев при протекании по ним тока осветительной нагрузки, на допустимую потерю напряжения и на надежность отключения при КЗ, происходящем в конце линии.

3.4.2. Из четырех значений сечений линий, определенных из условий, указанных в п.3.4.1, должно выбираться большее.

3.4.3. По условиям механической прочности сечения кабелей и проводов должно быть не меньше, мм:

	Жилы:	
	алюминиевые	медные
Кабели, прокладываемые открыто по стенам, строительным конструкциям сооружений, производственному оборудованию, на тросе (катанке)	2,5	1,5
Кабели в грунте	6	4

	Жилы:	
	алюминиевые	медные
Кабели, изолированные проводом в стальных трубах	2,5	I,5

3.4.4. При прокладке кабеля на тросе (или стальной проволоке) диаметр троса (проволоки) должен выбираться в зависимости от механической нагрузки на трос (проволоку). Минимальный диаметр рекомендуется принимать:

для многопроволочного стального троса 2 мм,
для стальной проволоки 5 мм.

3.4.5. Для расчета сети по току нагрузки и потере напряжения необходимо определять расчетную нагрузку, величина которой складывается из установленной мощности ламп, питаемых линией, а при использовании РЛ типов ДРЛ, ДРИ, ДНаТ с добавлением потерь мощности в пускорегулирующих аппаратах (ПРА).

Величина потерь в ПРА составляет в среднем при лампах мощностью до 250 Вт включительно I0%, более 250 Вт 5% от мощности ламп.

3.4.6. При расчете групповой сети НВЗ по току нагрузки и на потерю напряжения коэффициент спроса принимается равным I.

3.4.7. Допустимые по условиям нагрева проводников нагрузки на провода и кабели приведены в главе I.3 ПУЭ [I], где токовые нагрузки указаны для температуры окружающей среды при прокладке в воздухе +25°С, при прокладке в земле +I5°С. Для других значений температуры допустимые токовые нагрузки, взятые из таблиц ПУЭ, должны умножаться на поправочные коэффициенты, приведенные в табл.I.3.3 ПУЭ.

3.4.8. Определение расчетного тока линий I, А производится по формулам:

для трехфазных линий с рабочим нулем и без рабочего нулевого провода при равномерной нагрузке фаз

$$I = \frac{P_з}{\sqrt{3}\, U_л \cos\varphi} \quad ; \qquad (I)$$

для двухфазной линии с рабочим нулем, при равномерной нагрузке фаз

$$I = \frac{P_2}{2U_\phi \cos\varphi}; \qquad (2)$$

для однофазной двухпроводной и двухфазной двухпроводной линии

$$I = \frac{P_1}{U_н \cos\varphi}; \qquad (3)$$

для каждой из фаз двух- и трехфазных линий с нулем при любой, в том числе неравномерной нагрузке фаз

$$I = \frac{P_\phi}{U_\phi \cos\varphi}, \qquad (4)$$

где: P_3, P_2, P_1 - активная мощность, кВт, включая потери в ПРА при РЛ соответственно для трех-, двух- и однофазной двухпроводной (или двухфазной двухпроводной) линии;

P_ϕ - активная мощность, кВт, включая потери в ПРА при РЛ, для какой-либо фазы трехфазной, четырехпроводной или двухфазной трехпроводной линии;

$U_л, U_\phi, U_н$ - напряжение сети, кВ, соответственно линейное (междуфазное), фазное, номинальное (т.е. фазное или линейное);

$\cos\varphi$ - коэффициент мощности нагрузки.

3.4.9. Все взрывозащищенные светильники с лампами ДРЛ и ДРИ укомплектованы некомпенсированными ПРА. Среднее значение $\cos\varphi$ следует принимать:

для ламп мощностью 175 Вт и меньше - 0,45,
мощностью 250 Вт - 0,5.

3.4.10. Расчет осветительных сетей НВЗ на потерю напряжения производится с использованием таблиц моментов нагрузки

(кВт). Описание способа расчета величины располагаемых потерь напряжения и таблицы моментов нагрузки приведены в светотехнических справочниках и других работах по проектированию осветительных установок, например, [10, 11]

3.4.11. В соответствие с п. 7.3.139 ПУЭ I для надежного отключения сети освещения НВЗ при КЗ в конце линии ток КЗ должен быть не менее шестикратного номинального тока расцепителя автомата с комбинированным расцепителем или четырехкратного тока плавкого элемента предохранителя.

Если для освещения НВЗ используются ОП, установленные вне взрывоопасного пространства и сеть их питания проложена также вне этого пространства, ток КЗ в конце линии должен быть не менее трехкратного тока расцепителя автомата с комбинированным расцепителем или плавкого элемента предохранителя (ПУЭ, п.I.7.79)

Указания по определению тока КЗ в осветительных сетях наружного освещения приведены в [10,11] .

3.5. Выполнение сетей.

3.5.1. Для осветительных сетей НВЗ разрешается применение кабелей и изолированных проводов с алюминиевыми жилами.

3.5.2. Сети освещения НВЗ могут выполнятся:

а) небронированными кабелями с поливинилхлоридной или резиновой оболочкой, открыто прокладываемыми по поверхностям стен и строительных конструкций зданий и сооружений, металлическим констукциям технологического оборудования, подвешиваться к стальному тросу или стальной катаной проволоке:

б) изолированными проводами в стальных водогазопроводных трубах, прокладываемых по указанным в п.а) поверхностям.

3.5.3. В местах возможных механических повреждений небронированные кабели следует защищать стальными трубами или металлическими уголками.

3.5.4. Открыто прокладываемые кабели не должны иметь наружные покровы и покрытия из горючих материалов (джута, битума, хлопчатобумажных оплеток и т. п.).

3.5.5. Применение кабелей и проводов с полиэтиленовой оболочкой и изоляцией в НВЗ запрещается.

3.5.6. Прокладку кабелей освещения НВЗ в земле следует, по возможности, избегать, заменяя прокладкой по тросу(стальной катаной проволоке).

3.5.7. Небронированные кабели групповых линий, прокладываемые в НВЗ, должны иметь круглую форму для обеспечения надежного уплотнения при вводе кабелей в ответвительные коробки и светильники.

3.5.8. Нулевые рабочие и нулевые защитные проводники должны иметь изоляцию, равноценную изоляции фазных проводников.

3.5.9. Для ответвлений к светильникам в сетях НВЗ должны применяться ответвительные коробки:

при ответвлениях от кабелей - коробка со степенью защиты IP65, например, пластмассовые типа У409 с четырьмя сальниковыми рожками для уплотненного ввода кабеля круглой формы наружным диаметром до I6 мм;

при прокладке проводов в стальных трубах - чугунные взрывозащищенные тройниковые коробки, изготовляемые концерном „Электромонтаж" для водогазопроводных труб диаметром 3/4" и I" типов КТ3/4"У3,5 и КТI"У3,5 [I2] .

3.6. Зануление и заземление

3.6.I. В НВЗ при системе напряжения 380/220 В с заземленной нейтралью занулению, и при 3х220 В без нейтрали или с изолированной нейтралью заземлению подлежат все металлические нетоковедущие части осветительных установок.

3.6.2. В осветительных сетях с заземленной нейтралью на участке сети от светильника до ближайшей ответвительной коробки зануление светильника осуществляется отдельным проводником, присоединенным к нулевому рабочему проводу групповой линии.

3.6.3. В сетях напряжением 3х220 В без нейтрали (или с изолированной нейтралью) для заземления светильников должен предусматриваться отдельный заземляющий проводник.

3.6.4. В сетях с заземленной нейтралью нулевые защитные проводники всех звеньев сети должны быть проложены в общей оболочке (кабелях, трубах) с фазными проводами.

3.6.5. В сетях напряжением 3х220 В без нейтрали или с изолированной нейтралью заземляющие проводники могут прокладываться как в общей оболочке с фазными, так и отдельно от них.

3.6.6. Использование металлических конструкций зданий, конструкций производственного оборудования, стальных труб электропроводки в качестве нулевых защитных (заземляющих) проводников допускается только как дополнительное мероприятие.

Принятые сокращения

ДКсТ - дуговые ксеноновые трубчатые лампы

ДНаТ - дуговые натриевые лампы высокого давления

ДРИ - дуговые ртутные металлогалогенные лампы

ДРЛ - дуговые ртутные лампы (с исправленной цветностью)

КЗ - короткое замыкание

ЛВЖ - легковоспламеняющиеся жидкости

ЛН - лампы накаливания

НВЗ - наружные взрывоопасные зоны

ПРА - пускорегулирующий аппарат

РЛ - разрядные лампы

РЛВД - разрядные лампы высокого давления

Список литературы

I. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Издание 6. М.Энергоатомиздат, I986, 648 с.

2. СНиП П-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования (с изменениями). «Светотехника", I99I, № 6, с.I-3I.

3. П.Я.Пикман. Электрическое освещение взрывоопасных и пожароопасных зон. - М.Энергопромиздат, I985, I05 с.

4. ГОСТ I4254-80. Изделия электротехнические, оболочки, степени защиты.

5. ПИВРЭ. Правила изготовления взрывозащищенного и рудничного электрооборудования. - М.Энергия, I970, 223 с.

6. ПИВЭ. Правила изготовления взрывозащищенного электрооборудования. - М.Госэнергоиздат, I963, 90 с.

7. ГОСТ I7677-82. Светильники. Общие технические условия.

8. Указания по проектированию светового ограждения высотных препятствий. Шифр работы М4I59, ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, I992, 20 листов.

9. Справочник по проектированию осветительных установок промышленных предприятий. Том 2, электротехническая часть, книга 2. Шифр работы М4I40, ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, I99I, I69 листов.

I0. Вспомогательные материалы по проектированию наружного освещения. Часть 2, электротехническая, Шифр работы М4I65, ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, I993, ... листов.

II. Расчеты сетей наружного освещения. Шифр работы М4I64, ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, I993, 43 листа.

I2. Электромонтажные устройства и изделия. Справочник. Энергоатомиздат, I988, 256 с.

gost.e-ecolog.ru