

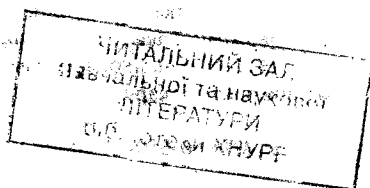
658.3(04)
092

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**Дзюндзюк Б.В., Иванов В.Г., Клименко В.Н., Солдатов А.В.,
Стыценко Т.Е., Тулузов С.Д., Филенко И.А.**

ОХРАНА ТРУДА. СБОРНИК ЗАДАЧ

**Рекомендовано Министерством образования и науки Украины
как учебное пособие для студентов высших учебных заведений**



Харьков 2006

УДК 614.8.084.
УДК 658.382.3

*Гриф надано Міністерством
освіти і науки України
(Лист від 15 вересня 2005 р.
№14/18.2-2066)*

Дзюндзюк Б.В., Іванов В.Г. та ін. „Охорона праці. Збірник задач”. Навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2006. – 244 с.

ISBN 966-659-112-X

У навчальному посібнику наведено приклади типових задач з курсу «Охорона праці», надано важливі додатки у вигляді таблиць та графіків, які відображають останні нормативні документи з ОП.

Навчальний посібник є актуальним та необхідним для підготовки студентів, магістрів у галузі безпеки праці. Посібник охоплює найважливіші розділи безпеки праці різних виробничих процесів.

Рекомендується студентам усіх форм навчання усіх спеціальностей.

Іл.: 31. Табл.: 9. Бібліогр. наймен.: 55.

В учебном пособии приведены примеры типичных задач по курсу «Охрана труда», предоставлены важные приложения в виде таблиц и графиков, которые отображают последние нормативные документы с ОТ.

Учебное пособие является актуальным и необходимым для подготовки студентов, магистров в области безопасности труда. Пособие охватывает наиболее важные разделы безопасности работы разных производственных процессов.

Рекомендуется студентам всех форм обучения всех специальностей.

Ил.: 31. Табл.: 9. Библиогр. наимен.: 55.

Рецензенти:

С.Є. Селіванов, д-р техн.наук, проф., завідувач кафедри БЖД Харківського національного автомобільного університету;

О.В. Шапка, д-р техн.наук, проф., завідувач кафедри Охорони праці Харківської державної академії залізничного транспорту;

Н.С. Одарченко, завідувач кафедри Охорони праці Харківського державного університету харчування та торгівлі.

ISBN 966-659-112-X

© Б.В. Дзюндзюк, В.Г. Іванов, В.М. Клименко,
О.В. Солдатов, Т.Є. Стиценко, С.Д. Тулупов,
І.О. Філенко, 2006

Содержание

Введение.....	9
Примеры расчётов, обеспечивающих безопасность труда на рабочих местах.....	10
Общие вопросы охраны труда.....	10
1. Расчёт показателей травматизма.....	10
2. Расчёт численности работников служб охраны труда на предприятии с вредными и опасными работами.....	10
3. Расчёт численности работников и площади помещений служб охраны труда.....	11
4. Расчёт численности работников служб охраны труда объединения предприятий.....	12
Производственная санитария.....	13
5. Определение требуемого воздухообмена в помещении по вредным веществам.....	13
6. Определение количества приточного воздуха для газов однонаправленного действия.....	13
7. Определение количества приточного воздуха по количеству человек.....	16
8. Определение необходимого воздухообмена.....	16
9. Расчёт воздухообмена по избыткам тепла.....	17
10. Расчёт времени работы в колоде.....	18
11. Определение интенсивности теплового облучения работающего.....	19
12. Расчёт фактической освещенности помещения.....	21
13. Расчёт светового потока ламп.....	22
14. Расчёт точечным методом освещения помещения.....	24
15. Расчёт освещенности от светящихся поверхностей равномерной яркости.....	25
16. Расчёт необходимой площади окон для бокового естественного освещения.....	27
17. Расчёт бокового естественного освещения помещения.....	29
18. Расчёт необходимой площади окон при верхнем естественном освещении помещения.....	31
19. Расчёт среднего значения КЕО при верхнем естественном освещении.....	34
20. Расчёт верхнего естественного освещения.....	34
21. Определение уровня шума, создаваемого вентиляторами.....	37
22. Расчёт звукоизолирующей способности стены.....	38
23. Расчёт звукопоглощающей облицовки.....	39
24. Расчёт звукоизолирующей способности стены с проёмом.....	44
25. Расчёт допустимого времени работ при электромагнитном излучении.....	46
26. Расчёт минимального расстояния до источника ЭМИ.....	47
27. Расчёт экрана для защиты от ЭМИ.....	48
28. Расчёт кожуха для защиты от ЭМИ.....	50
29. Определение расстояния, на котором не требуется экранирования от ЭМИ.....	52
30. Подбор металлической сетки для защиты от излучения РЛС.....	53
31. Расчёт экспозиционной дозы рентгеновского излучения.....	56
32. Определение толщины свинцового экрана для защиты от рентгеновского излучения.....	58
33. Определение мощности лазерного излучения на рабочих местах.....	58
Техника безопасности.....	61
34. Расчёт тока, проходящего через тело человека при однополюсном и двухполюсном прикосновении.....	61
35. Расчёт эквивалентного удельного сопротивления земли.....	63
36. Расчёт сопротивления заземлителя в двухслойном грунте.....	65
37. Расчёт удельного сопротивления многослойного грунта.....	65
38. Расчёт заземляющего устройства в однослойном грунте.....	68
39. Расчёт заземления методом наведенных потенциалов.....	70

40.	Расчёт зануления автономной электрической сети	74
41.	Расчёт напряжения, которое образуется на корпусе нагрузки при случайном обрыве нулевого проводника	77
42.	Расчёт УЗО, реагирующего на потенциал корпуса	78
43.	Расчёт тока, проходящий через тело человека, находящегося в электрическом поле	79
44.	Расчёт напряжения прикосновения	80
45.	Расчёт напряжения шага	82
I	Пожарная профилактика	84
46.	Расчёт молниезащита	84
47.	Расчёт автоматической системы пожаротушения	86
48.	Выбор типа sprinkлерной установки	87
49.	Расчёт путей и времени эвакуации	87
50.	Расчёт необходимого количества и типов огнетушителей	92
51.	Защита от разрядов статического электричества	92
52.	Расчёт времени образования взрывоопасной концентрации	93
Приложение 1.	Расчёт численности работников службы охраны труда предприятия	95
Приложение 2.	Расчёт численности службы охраны труда объединения предприятий	96
Приложение 3.	Климатические параметры холодного периода года	97
Приложение 4.	Климатические параметры тёплого периода года	98
Приложение 5.	Минимальный расход наружного воздуха для помещений	100
Приложение 6.	Энергозатраты в зависимости от категории работ по степени тяжести	100
Приложение 7.	Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне	100
Приложение 8.	Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений	102
Приложение 9.	Расчётная температура воздуха в помещениях в холодный период года	103
Приложение 10.	Тепловыделения от взрослых людей	104
Приложение 11.	Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны	105
Приложение 12.	Некоторые физические характеристики воздуха при атмосферном давлении $P_6 = 760$ мм. рт. столба	108
Приложение 13.	Температура и скорость движения воздуха при воздушном душировании	109
Приложение 14.	Зависимость коэффициента днафрагмирования при излучении из отверстия печи от отношения $\tau = h/d$	110
Приложение 15.	Допустимая продолжительность непрерывного инфракрасного облучения и регламентированных перерывов в течение часа	110
Приложение 16.	Интенсивность теплового облучения рабочих мест	111
Приложение 17.	Формулы для расчёта количества тепла, поступившего в помещение от нагретых поверхностей печей, выполненных из стандартного красного и огнеупорного кирпича	112
Приложение 18.	Эффективность η условия применения и место установки теплозащитных экранов в горячих цехах	113
Приложение 19.	Значение коэффициента солнечности климата «с» и коэффициента светового климата «т»	114
Приложение 20.	Карта светового климата	115
Приложение 21.	График 1 для подсчета количества лучей n_1 , попадающих на рабочую поверхность через световой проём окон, на поперечном разрезе помещения	116

Приложение 22.	График II для подсчета количества лучей n_2 , попадающих на рабочую поверхность через световой проём, на продольном разрезе помещения.....	117
Приложение 23.	График III для подсчета количества лучей n_1 , попадающих на рабочую поверхность через световой проём фонаря, на поперечном разрезе помещения.....	118
Приложение 24.	Разряды зрительных работ при работе в помещениях.....	119
Приложение 25.	Разряды зрительных работ при работе вне зданий.....	121
Приложение 26.	Нормы искусственного и естественного освещения.....	122
Приложение 27.	Значение световой характеристики окон η_0 при боковом освещении.....	123
Приложение 28.	Значения световой характеристики η_ϕ зенитных фонарей.....	123
Приложение 29.	Значения световой характеристики η_ϕ фонарей (прямоугольных, трапециевидных и шед).....	124
Приложение 30.	Значения коэффициента K_ϕ , учитывающего тип фонарей.....	124
Приложение 31.	Коэффициент светопропускания материалов τ_1	125
Приложение 32.	Коэффициент, учитывающий потерю света в несущих конструкциях τ_3	125
Приложение 33.	Коэффициент, учитывающий потерю света в солнцезащитных устройствах τ_4	126
Приложение 34.	Коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроёма τ_2	127
Приложение 35.	Значение коэффициента $K_{\text{зт}}$, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями.....	127
Приложение 36.	Значение коэффициента R , учитывающего относительную яркость противостоящего здания.....	128
Приложение 37.	Значение коэффициента q , учитывающего неравномерную яркость облачного неба.....	129
Приложение 38.	Коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении Γ_1	130
Приложение 39.	Коэффициент, учитывающий повышение КЕО при двухстороннем боковом освещении Γ_1	131
Приложение 40.	Коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении за счет света, отраженного от поверхностей помещения Γ_2	132
Приложение 41.	Значение коэффициентов отражения светового потока потолка $\rho_{\text{пот}}$, стен $\rho_{\text{ст}}$ и пола $\rho_{\text{пол}}$	132
Приложение 42.	Графики для определения среднего значения КЕО.....	133
Приложение 43.	Нормы освещенности рабочих поверхностей.....	134
Приложение 44.	Нормы освещенности при основных технологических операциях наиболее массовых отраслей промышленности.....	139
Приложение 45.	Номинальный световой поток люминесцентных ламп (лм).....	153
Приложение 46.	Световой поток ламп накаливания общего назначения при напряжении 220 В.....	153
Приложение 47.	Технические параметры основных типов ламп ДНАТ.....	153
Приложение 48.	Номинальный световой поток дуговых ртутных ламп (лм).....	154
Приложение 49.	Значения коэффициента запаса и сроки чистки заполнений световых просмов и светильников.....	155
Приложение 50.	Классификация светильников по 7 типовым кривым силы света.....	157
Приложение 51.	Коэффициент использования светового потока η , %.....	158
Приложение 52.	Угол α и горизонтальная условная освещенность, лк, для силы света источника 100 кд, горизонтальное расстояние d , от светильника, м.....	160
Приложение 53.	Номограмма для расчета освещенности от равномерного светящегося прямоугольника, параллельного расчетной плоскости.....	162
Приложение 54.	Номограмма для расчета освещенности от равномерного светящегося прямоугольника, перпендикулярного расчетной плоскости.....	163
Приложение 55.	Значение силы света типовых КСС.....	163

Приложение 56.	Параметры светильников.....	164
Приложение 57.	Нормативы производственного шума.....	167
Приложение 58.	Координаты точек для построения частотной характеристики звукоизолирующей способности однослойного ограждения.....	170
Приложение 59.	Звукоизолирующая способность стен и перегородок акустически однослойной конструкции.....	171
Приложение 60.	Звукоизолирующая способность двойных стен и перегородок.....	173
Приложение 61.	Определение постоянной помещения V_{1000} на частоте 1000 Гц.....	174
Приложение 62.	Частотный множитель для определения постоянной помещения V	174
Приложение 63.	Материалы для звукопоглощения.....	175
Приложение 64.	Коэффициенты звукопоглощения материалами и конструкциями.....	176
Приложение 65.	Номенклатура диапазонов частот электромагнитных колебаний.....	178
Приложение 66.	Основные характеристики электротермических установок для индукционного и диэлектрического нагрева.....	178
Приложение 67.	Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей электромагнитного поля на рабочих местах.....	179
Приложение 68.	Предельно допустимые уровни плотности потока энергии электромагнитного поля радиочастотного диапазона.....	179
Приложение 69.	Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей импульсных электромагнитных полей радиочастотного диапазона.....	180
Приложение 70.	Допустимое время пребывания в электрическом поле промышленной частоты (50 Гц) без применения средств защиты.....	180
Приложение 71.	Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей поля промышленной частоты для населения.....	181
Приложение 72.	Предельно допустимые уровни электромагнитного поля непрерывного излучения для населения.....	181
Приложение 73.	Предельно допустимые уровни для электромагнитного полей, создаваемых радиолокационными средствами (импульсное излучение).....	182
Приложение 74.	Предельно допустимые уровни для электромагнитного полей, создаваемыми двухканальными метеорологическими РЛС (комбинированное излучение).....	183
Приложение 75.	Значения функции Бесселя 1-го порядка.....	183
Приложение 76.	Ослабление электромагнитных полей с помощью строительных материалов.....	184
Приложение 77.	Экранирующая способность некоторых тканых сеток при углах падения радиоволн от 0 до 60° (экспериментальные данные В.А. Крылова).....	185
Приложение 78.	Таблица Менделеева.....	186
Приложение 79.	Плотности различных материалов и веществ.....	188
Приложение 80.	Основные физические константы.....	189
Приложение 81.	Магнитная проницаемость и электропроводность некоторых элементов.....	189
Приложение 82.	Численные значения коэффициента истинного поглощения рентгеновского излучения при различных значениях энергии квантов рентгеновского излучения.....	190
Приложение 83.	Установки с источника мягкого рентгеновского излучения.....	190
Приложение 84.	Толщина защитного слоя свинца, мм, для ослабления рентгеновского излучения высоковольтных электронных приборов.....	191
Приложение 85.	Допустимая мощность эквивалентных доз рентгеновского излучения, используемая при проектировании стационарной защиты.....	191
Приложение 86.	Основные характеристики некоторых типов лазеров.....	192
Приложение 87.	Максимальные безопасные уровни лазерных излучений.....	192

Приложение 88. Значения сопротивлений растеканию тока полюв, выполненных из различных материалов	193
Приложение 89. Влияние значения тока на исход поражения электрическим током	194
Приложение 90. Значения сопротивлений обуви	196
Приложение 91. Приближенные значения удельных сопротивлений грунтов	196
Приложение 92. Коэффициенты сезонности для однородной земли	197
Приложение 93. Коэффициенты сезонности ψ для слоя сезонных изменений в многослойной земле	197
Приложение 94. Формулы для вычисления сопротивления наиболее распространенных одиночных заземлителей растеканию тока	198
Приложение 95. Значения коэффициентов α_1 и β_1 для некоторых видов заземлителей	201
Приложение 96. Максимальные значения коэффициентов α_1 и β_1 для некоторых видов заземлителей	203
Приложение 97. Минимальные размеры стальных заземлителей и заземляющих проводников, мм	204
Приложение 98. Наименьшие сечения медных и алюминиевых заземляющих проводников в электроустановках напряжением до 1000 В	204
Приложение 99. Наибольшие допустимые сопротивления заземляющих устройств	205
Приложение 100. Коэффициенты использования η_v вертикальных электродов группового заземления (труб, уголков и т.п.) без учета влияния полосы связи	206
Приложение 101. Коэффициенты использования η_h горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды (трубы, уголки и т.п.) группового заземлителя	207
Приложение 102. Приближенные значения полных сопротивлений обмоток масляных трансформаторов с низшим напряжением 400/230 В	208
Приложение 103. Значение тока стандартных предохранителей для сетей напряжением 220 и 380 В	208
Приложение 104. Технические характеристики некоторых автоматических размыкателей	209
Приложение 105. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, проходящих через тело человека электроустановок напряжением до 1000 В	210
Приложение 106. Активные и внутренние индуктивные сопротивления стальных проводников при переменном токе 50 Гц, Ом/км	211
Приложение 107. Классификация взрывоопасных зон	211
Приложение 108. Длительно допустимый ток для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с алюминиевыми жилами при окружающей температуре воздуха 25°C и земли 15°C	213
Приложение 109. Длительно допустимый ток для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с медными жилами при окружающей температуре воздуха 25°C и земли 15°C	214
Приложение 110. Параметры для расчёта спринклерных и дренчерных установок	215
Приложение 111. Помещения, которые снабжаются автоматическими установками пожаротушения	216
Приложение 112. Размещение пожарных извещателей в зависимости от высоты их установки	217
Приложение 113. Рекомендуемые типы пожарных извещателей для производственных зданий и сооружений	218
Приложение 114. Рекомендуемые типы пожарных извещателей для административных, бытовых и общественных зданий	219
Приложение 115. Типы зон и категории устройств молниезащиты зданий и сооружений	220
Приложение 116. Карта среднегодовой продолжительности гроз	221

Приложение 117. Зависимость среднегодового числа ударов молнии в 1 км ² земной поверхности n от среднегодовой продолжительности гроз час/год	222
Приложение 118. Расчётные формулы для определения параметров молниеотводов высотой до 150 м.	222
Приложение 119. Типовые конструкции заземлителей молниезащиты и их сопротивление растеканию тока промышленной частоты	225
Приложение 120. Расчётные параметры при эвакуации людей	226
Приложение 121. Нормируемое время эвакуации при пожарах в производственных зданиях	229
Приложение 122. Нормируемое время эвакуации при пожарах в общественных зданиях	229
Приложение 123. Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода в производственных зданиях	230
Приложение 124. Рекомендации по оснащению помещений переносными огнетушителями	231
Приложение 125. Нормы наличия огнетушителей для гаражей и автомастерских	233
Приложение 126. Нормы наличия передвижных огнетушителей	234
Приложение 127. Коэффициенты эффективности огнетушителей по их огнетушащей способности тушения пожаров классов А и В	235
Приложение 128. Перечень объектов различного назначения, которые должны быть оснащены переносными огнетушителями	237
Приложение 129. Перечень объектов различного назначения, которые должны быть оснащены передвижными огнетушителями	238
Приложение 130. Степень огнестойкости здания	239
Перечень ссылок	241

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие по выполнению расчетно-графических работ раздела «Охрана труда и окружающей среды» в дипломных проектах студентов всех специальностей.

Сборник задач подготовлен специалистами в области охраны труда Харьковского национального университета радиоэлектроники и Украинской инженерно-педагогической академии на основе многолетней преподавательской работы по курсу «Охрана труда» (Составители; д.т.н., проф. Дзюндзюк Б.В., к.т.н., проф. Иванов В.Г., к.ф-м.н., доц. Клименко В.Н., асс. Солдатов А.В., ст. преп. Стыценко Т.Е., к.т.н., проф. Тулупов С.Д., к. психол. н., ст. преп. Филенко И.А.)

В данном пособии приведен обширный объем задач по всем разделам курса «Охрана труда».

В разделе «Общие вопросы охраны труда» приведены задачи, связанные с расчётом показателей травматизма и численности работников службы охраны труда на предприятии.

В разделе «Производственная санитария» рассматриваются задачи, связанные с расчётом воздухообмена, освещённости, защитой от ЭМИ, борьбой с шумом на рабочем месте.

Третий раздел посвящён решению задач по технике безопасности в электроустановках.

И, наконец, четвёртый раздел посвящён пожарной профилактике.

В учебном пособии приведен значительный справочный материал, каждый представлен приложениями.

Все задачи представлены в законченном виде и представляют определённый интерес не только для студентов-дипломников, но и для инженеров-практиков.

Авторский коллектив выражает большую благодарность по редактированию и оформлению книги Солдатову А.В. и Клименко В.Н.

Авторы будут благодарны всем пользователям, кто даст полезные советы, замечания и предложения по дальнейшему совершенствованию учебного пособия.

ПРИМЕРЫ РАСЧЁТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Общие вопросы охраны труда

Задача 1. Расчёт показателей травматизма

Оценить количественно уровень травматизма за год на предприятии со среднесписочным количеством человек $p = 1200$. Число несчастных случаев за год составляет $n = 15$. Число дней нетрудоспособности по закрытым больничным листам учтённых несчастных случаев составляет $D=120$ дней.

Решение. Количественный уровень используется при статистическом методе исследования производственного травматизма [36]. Обычно рассчитываются коэффициенты частоты травматизма, тяжести травматизма, производственных потерь, которые сравниваются за некоторые периоды времени.

Рассчитаем коэффициент частоты травматизма, который показывает число несчастных случаев, приходящиеся на 1000 человек работающих по формуле:

$$K_q = \frac{n \cdot 10^3}{p}, \quad (1.1)$$

где n — число несчастных случаев за период времени;

p — среднесписочное число работающих на предприятии за тот же период;

Подставляем численные значения в формулу:

$$K_q = \frac{15 \cdot 10^3}{1200} = 12,5.$$

Рассчитаем коэффициент тяжести травматизма, который показывает число дней нетрудоспособности на один несчастный случай по формуле:

$$K_T = \frac{D}{n}, \quad (1.2)$$

где D — число дней нетрудоспособности по закрытым больничным листам учтённых несчастных случаев за период времени.

Подставляем численные значения в формулу:

$$K_T = \frac{120}{15} = 8.$$

Рассчитаем коэффициент производственных потерь, который представляет собой произведение коэффициента частоты и тяжести травматизма:

$$K_{nn} = K_q \cdot K_T = 12,5 \cdot 8 = 100. \quad (1.3)$$

Задача 2. Расчёт численности работников служб охраны труда на предприятии с вредными и опасными работами

Рассчитать численность работников служб охраны труда на предприятии, если известно, что всего на предприятии работает

1600 человек, из них 300 – с вредными веществами и 200 человек – на работах повышенной опасности.

Решение. По приложению 1 находим K_v – коэффициент, учитывающий вредность и опасность производства:

$$K_v = 1 + \frac{P_v + P_a}{P_{cp}}, \quad (2.1)$$

где P_{cp} – среднесписочное число работающих на предприятии;

P_v – численность работающих с вредными веществами, независимо от уровня их концентрации;

P_a – численность работающих на работах повышенной опасности.

$$K_v = 1 + \frac{300 + 200}{1600} = 1,31.$$

Согласно приложению 1 расчёт численности работников службы охраны труда производим по формуле:

$$M = 2 + \frac{P_{cp} \cdot K_v}{\Phi}, \quad (2.2)$$

где M – численный состав службы охраны;

Φ – эффективный годовой фонд рабочего времени специалиста по охране труда, который равен 1820 часам, что учитывает потери рабочего времени на возможные заболевания, отпуск и др.;

Подставляем численные значения в формулу и округляем до ближайшего целого значения:

$$M = 2 + \frac{1600 \cdot 1,31}{1820} = 3,15 \approx 3 \text{ чел.}$$

Таким образом, численность работников службы охраны труда на предприятии составляет 3 человека.

Задача 3. Расчёт численности работников и площади помещений служб охраны труда

Рассчитать численность работников и площадь помещений службы охраны труда на предприятии (организации), если известно, что всего на предприятии работает 700 чел, работников, работающих с вредными и опасными веществами, нет.

Решение. Расчёт численности работников службы охраны труда произведем по формуле:

$$M = 2 + \frac{P_{cp}}{\Phi}, \quad (3.1)$$

где M – численный состав службы охраны;

P_{cp} – среднесписочное число работающих на предприятии;

Φ – эффективный годовой фонд рабочего времени специалиста по охране труда, который равен 1820 часам, что учитывает потери рабочего времени на возможные заболевания, отпуск и др.;

Подставляем численные значения в формулу:

$$M = 2 + \frac{700}{1820} = 2,38 \approx 2 \text{ чел.}$$

Таким образом, численность работников службы охраны труда на предприятии (организации) составляет 2 человека.

Для оборудования кабинета охраны труда в соответствии со СНиП 2.09.04-87 должно быть выделено специальное помещение, площадь которого определяется по таблице:

Таблица 3.1 – Площадь помещений службы охраны труда (СНиП 2.09.04-87)

Списочная численность работников, чел	до 1000	1001 – 3000	3001 – 5000	5001 – 10000	10001 – 20000	Свыше 20000
Площадь помещений службы охраны труда, м ²	24	48	72	100	150	200

Поскольку численность работающих не превышает 1000 человек, то площадь кабинета охраны труда должна составлять не менее 24 м².

Задача 4. Расчёт численности работников служб охраны труда объединения предприятий

Рассчитать численность работников службы охраны труда объединения предприятий, если известно, что в объединении имеется 12 предприятий, имеющих численность более 150 человек, предприятий с вредным и опасным производством нет.

Решение. Согласно приложению 0 расчёт численности работников службы охраны труда производим по формуле:

$$M = 2,4 + \frac{P_{150} \cdot K_3}{\Phi}, \quad (4.1)$$

где M – численный состав службы охраны;

P_{150} – количество предприятий в объединении, которые имеют более 150 работающих;

K_3 – коэффициент, учитывающий количество предприятий, имеющих вредные и опасные производства ($K_3 = 7$ по приложению 0);

Φ – эффективный годовой фонд рабочего времени специалиста по охране труда, равный 1820 часам.

Подставляем численные значения в формулу и округляем до ближайшего целого:

$$M = 2,4 + \frac{12 \cdot 7}{1820} = 2,44 \approx 2 \text{ чел.}$$

Таким образом, численность работников службы охраны труда объединения предприятий составляет 2 человека.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

Задача 5. Определение требуемого воздухообмена в помещении по вредным веществам

Определить требуемый воздухообмен и его кратность для вентиляционной системы цеха при наличии и отсутствии местных отсосов. Цех имеет такие размеры: длина $A = 72$ м, ширина $B = 24$ м, высота $H = 8$ м. В воздушную среду цеха выделяется пыль в количестве $W = 0,6$ мг/мин (для этого вида пыли предельно-допустимая концентрация ПДК = 4 мг/м³). Концентрация пыли в рабочей зоне $C_{р.з.}$ принимается равной ПДК, концентрация пыли в удаляемом из цеха воздухе равна 30% концентрации её в рабочей зоне ($C_{ух.} = 0,3 \cdot C_{р.з.}$). Концентрация пыли в приточном воздухе $C_{п.} = 0,2$ мг/м³. Количество воздуха, забираемого из рабочей зоны местными отсосами, равно $G_m = 4500$ м³/час.

Решение. Определяем объём цеха.

$$V = A \cdot B \cdot H = 72 \cdot 24 \cdot 8 = 13824 \text{ м}^3. \quad (5.1)$$

Найдём выделение пыли (в миллиграммах) за 1 час:

$$W = \frac{0,6 \cdot 1000}{1/60} = 36000 \text{ мг/час}. \quad (5.2)$$

1. Наличие местных отсосов.

Требуемый воздухообмен при наличии местных отсосов определяем по формуле:

$$G = G_m + \frac{W - G_m(C_{р.з.} - C_{п.})}{C_{ух.} - C_{п.}} = 4500 + \frac{36000 - 4500 \cdot (4 - 0,3)}{0,3 \cdot 4 - 0,2} = 23850 \text{ м}^3/\text{час}. \quad (5.3)$$

Кратность воздухообмена в цехе составит:

$$K = \frac{G}{V} = \frac{23850}{13824} = 1,7 \text{ обменов/час}, \quad (5.4)$$

то есть за 1 час воздух в цехе должен обмениваться 5,5 раз. В этом случае концентрация пыли в рабочей зоне не превысит ПДК.

2. Отсутствие местных отсосов.

При отсутствии местных отсосов формула 5.3 упрощается:

$$G = \frac{W}{C_{ух.} - C_{п.}} = \frac{36000}{0,3 \cdot 4 - 0,2} = 36000 \text{ м}^3/\text{час}. \quad (5.5)$$

Кратность воздухообмена в цехе при отсутствии местных отсосов составит:

$$K = \frac{G}{V} = \frac{36000}{13824} = 2,6 \text{ обменов/час}$$

Задача 6. Определение количества приточного воздуха для газов одностороннего действия

В рабочую зону термического цеха, имеющего объём помещения $V = 2000$ м³, ежечасно поступает $W_{CO_2} = 60$ г CO₂ и $W_{NO_2} = 12$ г NO₂, которые равномерно распределяются по всему объёму помещения. Определить количество приточного воздуха, необходимого для раз-

разбавления вредных выделений до безопасного уровня, и кратность воздухообмена, если концентрация CO_2 и NO_2 в приточном воздухе равна 0,1 мг/м³ и 0,05 мг/м³ соответственно.

Решение. Определяем по приложению 11 предельно-допустимую концентрацию веществ: $\text{ПДК}_{\text{CO}_2} = 20 \text{ мг/м}^3$, $\text{ПДК}_{\text{NO}_2} = 5 \text{ мг/м}^3$.

Определяем возможную концентрацию вредных веществ в рабочей зоне за 8-часовой рабочий день при отсутствии вентиляции по формулам:

$$C_{\text{PЗ CO}_2} = \frac{W_{\text{CO}_2} \cdot t}{V} = \frac{60000 \cdot 8}{2000} = 240 \text{ мг/м}^3. \quad (6.1)$$

$$C_{\text{PЗ NO}_2} = \frac{W_{\text{NO}_2} \cdot t}{V} = \frac{12000 \cdot 8}{2000} = 48 \text{ мг/м}^3. \quad (6.2)$$

По приложению 11 определяем, что оба эти вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля над их содержанием в воздухе. Определяем допустимую концентрацию каждого из газов в рабочей зоне с учетом того, что эти газы одностороннего действия. При этом условие допустимой концентрации выглядит таким образом:

$$\frac{C_{\text{CO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{CO}_2}} + \frac{C_{\text{NO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{NO}_2}} \leq 1. \quad (6.3)$$

Подставляем значения в формулу:

$$\frac{240}{20} + \frac{48}{5} = 21,6 > 1.$$

Условие допустимой концентрации не выполняется. Необходимо применение общеобменной вентиляции. Для расчета параметров вентиляции перепишем формулу 6.3 в другом виде:

$$C_{\text{CO}_2} = \text{ПДК}_{\text{CO}_2} - C_{\text{NO}_2} \frac{\text{ПДК}_{\text{CO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{NO}_2}}. \quad (6.4)$$

Определяем количество свежего воздуха, необходимого для разбавления вредных веществ до допустимого уровня. Для этого воспользуемся формулой:

$$G_{\text{пр}} = \frac{W}{C_{\text{уд}} - C_{\text{п}}}, \quad (6.5)$$

$G_{\text{пр}}$ — объем приточного воздуха, м³/час;

W — выделение вредного вещества в воздух рабочей зоны, мг/час;

$C_{\text{уд}}$ — концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе в мг/м³;

$C_{\text{п}}$ — концентрация вредного вещества в приточном воздухе в мг/м³.

Учитывая, что объем приточного воздуха одинаков для удаления CO_2 и NO_2 , формулу (6.5) можно записать как:

$$G_{\text{пр}} = \frac{W_{\text{CO}_2}}{C_{\text{уд CO}_2} - C_{\text{п CO}_2}} = \frac{W_{\text{NO}_2}}{C_{\text{уд NO}_2} - C_{\text{п NO}_2}}. \quad (6.6)$$

Отсюда найдем формулу для подсчёта допустимой концентрации CO_2 в смеси:

$$C_{\text{уд. CO}_2} = \frac{W_{\text{CO}_2} \cdot (C_{\text{уд. NO}_2} - C_{\text{п. NO}_2})}{W_{\text{NO}_2}} + C_{\text{п. CO}_2} \quad (6.7)$$

После подстановки известных значений формула немного упростится:

$$C_{\text{уд. CO}_2} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot (C_{\text{уд. NO}_2} - 0,05)}{12 \cdot 10^3} + 0,1 = 5 \cdot C_{\text{уд. NO}_2} - 0,15 \quad (6.8)$$

Воспользовавшись формулами 6.4 и 6.8, подсчитаем допустимую концентрацию NO_2 в смеси:

$$\begin{aligned} \text{ПДК}_{\text{CO}_2} - C_{\text{уд. NO}_2} \frac{\text{ПДК}_{\text{CO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{NO}_2}} &= 5 \cdot C_{\text{уд. NO}_2} - 0,15; \\ 20 - C_{\text{уд. NO}_2} \frac{20}{5} &= 5 \cdot C_{\text{уд. NO}_2} - 0,15. \end{aligned} \quad (6.9)$$

После подсчёта получаем $C_{\text{NO}_2} = 2,24 \text{ мг/м}^3$. Поскольку такая максимальная величина NO_2 может содержаться в удаляемом воздухе, то, подставляя в формулу 6.5 указанную величину, находим количество свежего воздуха, необходимого для разбавления вредных веществ до допустимого уровня:

$$G_{\text{пр}} = \frac{12 \cdot 10^3}{2,24 - 0,05} \approx 5479 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Следовательно, для поддержания концентрации CO_2 и NO_2 в рабочей зоне на уровне, не влияющем на здоровье рабочих, необходимо в объём помещения ежечасно подавать не менее 5500 м^3 свежего воздуха. В этом случае кратность воздухообмена составит:

$$K = \frac{G_{\text{пр}}}{V} = \frac{5500}{2000} = 2,75 \text{ час}^{-1},$$

то есть за 1 час воздух в помещении должен обмениваться 2,75 раза.

Подсчитаем теперь концентрацию вредных веществ в воздухе рабочей зоны при таком уровне вентиляции. Для этого запишем формулу 6.5 в виде:

$$C_{\text{уд}} = \frac{W}{G_{\text{пр}}} + C_{\text{п}} \quad (6.10)$$

Подставляем численные значения:

$$C_{\text{уд. CO}_2} = \frac{W_{\text{CO}_2}}{G_{\text{пр. CO}_2}} + C_{\text{п. CO}_2} = \frac{60 \cdot 10^3}{5500} + 0,1 = 11,0 \text{ мг/м}^3.$$

$$C_{\text{уд. NO}_2} = \frac{W_{\text{NO}_2}}{G_{\text{пр. NO}_2}} + C_{\text{п. NO}_2} = \frac{12 \cdot 10^3}{5500} + 0,05 = 2,23 \text{ мг/м}^3.$$

Проверяем условие допустимой концентрации:

$$\frac{C_{\text{CO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{CO}_2}} + \frac{C_{\text{NO}_2}}{\text{ПДК}_{\text{NO}_2}} = \frac{11,0}{20} + \frac{2,23}{5} = 0,996 \leq 1.$$

Поскольку условие выполнено, расчёт считаем верным.

Задача 7. Определение количества приточного воздуха по количеству человек

Определить количество приточного воздуха, необходимого для проветривания помещения объемом $V = 120 \text{ м}^3$, если в нём работает $n = 5$ человек. Возможность естественного проветривания присутствует.

Решение. Согласно приложению 5, если объем помещения, приходящийся на одного человека, меньше 20 м^3 , то количество приточного воздуха, необходимого для проветривания, должно быть не менее $G_1 = 30 \text{ м}^3/\text{час}$ на каждого работающего; при объеме помещения более 20 м^3 на одного работающего количество приточного воздуха для проветривания должно быть не менее $G_1 = 20 \text{ м}^3/\text{час}$ на каждого работающего.

Находим объем помещения, приходящийся на одного человека:

$$V_1 = \frac{V}{n} = \frac{120}{5} = 24 \text{ м}^3/\text{чел.} \quad (7.1)$$

Поскольку $V_1 > 20 \text{ м}^3/\text{чел.}$, то тогда норма подачи приточного воздуха на 1 человека $G_1 = 20 \text{ м}^3/\text{час}$.

Количество приточного воздуха с учетом численности работающих ($\text{м}^3/\text{час}$) рассчитывается по формуле:

$$G = G_1 \cdot n = 20 \cdot 5 = 100 \text{ м}^3/\text{час.} \quad (7.2)$$

Задача 8. Определение необходимого воздухообмена

В монтажном цехе приборостроительного предприятия объемом $V=24000 \text{ м}^3$ производится пайка и лужение мягким припоем ПОС-40 (в его состав входит $t = 40\%$ свинца). За 1 час работы расходуется $m = 0,4 \text{ кг}$ припоя. Количество испаряющегося припоя $q = 0,3\%$. Число работающих $n = 70$ человек. Определить необходимый воздухообмен, если содержание паров свинца в наружном воздухе $C_{\text{прит}}$ равно нулю.

Решение. Определяем по приложению 11 предельно-допустимую концентрацию свинца в воздухе рабочей зоны: $\text{ПДК}_{\text{Рв}} = 0,01 \text{ мг/м}^3$.

Определяем количество свинца, которое испарится за 1 час работы:

$$W = t \cdot m \cdot q \cdot 10^6 \text{ мг/час,} \quad (8.1)$$

где 10^6 — коэффициент для перевода из кг/час в мг/час :

$$W = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 0,003 \cdot 10^6 = 480 \text{ мг/час.}$$

Определяем количество воздуха, которое нужно подать в рабочую зону для того, чтобы концентрация свинца в рабочем объеме не превышала значений ПДК:

$$G = \frac{W}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{прит}}}, \quad (8.2)$$

$$G = \frac{480}{0,01 - 0} = 4,8 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{час.}$$

... Определяем количество воздуха, которое нужно подать в рабочую зону для того, чтобы обеспечить необходимое количество воздуха на работающего:

$$G_1 = n \times G_{\text{чел}}, \quad (8.3)$$

где $G_{\text{чел}}$ — норма подачи приточного воздуха на 1 человека (по приложению 5 $G_{\text{чел}} = 60 \text{ м}^3/\text{час}$).

$$G_1 = 70 \times 60 = 4200 \text{ м}^3/\text{час}.$$

... Сравнивая нормы подачи G и G_1 для дальнейших расчетов принимаем большее значение, то есть значение G .

Находим кратность воздухообмена:

$$k = \frac{G}{V}, \quad (8.4)$$

$$k = \frac{4,8 \cdot 10^4}{2,4 \cdot 10^4} = 2 \text{ час}^{-1}.$$

Задача 9. Расчёт воздухообмена по избыткам тепла

Произвести расчёт воздухообмена по избыткам тепла в лаборатории, если известно, что количество работающих людей — 5 человек (3 мужчины и 2 женщины), в офисе установлено два компьютера с установленной мощностью 0,3 кВт. Температура воздуха в помещении 20 °С. Мощность осветительных приборов $N = 400 \text{ Вт}$. Максимальное количество тепла от солнечной радиации, которое поступает через окна $Q_{\text{рад}} = 150 \text{ Вт}$.

Решение Произведем расчёт поступления тепла в офис:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{обор}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}}, \text{ Вт}, \quad (9.1)$$

где $Q_{\text{обор}}$ — выделение тепла от оборудования;

$Q_{\text{л}}$ — выделение тепла от людей;

$Q_{\text{осв}}$ — выделение тепла от приборов освещения;

$Q_{\text{рад}}$ — поступление тепла через наружные ограждения конструкций от солнечной радиации;

Находим выделение тепла при работе оборудования

$$Q_{\text{обор}} = n \cdot P \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (9.2)$$

где $n = 2$ — количество компьютеров (оборудования);

$P = 0,3 \text{ кВт}$ — установленная мощность компьютера;

$k_1 = 0,8$ — коэффициент использования установленной мощности;

$k_2 = 0,5$ — коэффициент одновременности работы оборудования;

Подставляем численные значения в формулу:

$$Q_{\text{обор}} = 2 \cdot 300 \cdot 0,8 \cdot 0,5 = 240 \text{ Вт}.$$

Находим выделение тепла от людей:

$$Q_{\text{л}} = n_{\text{м}} \cdot q_{\text{м}} + n_{\text{ж}} \cdot q_{\text{ж}}, \quad (9.3)$$

где $n_{\text{м}} = 3$ — количество работающих мужчин в помещении;

$q_{\text{м}}$ — количество тепла, выделяемого одним мужчиной;

$n_{\text{ж}} = 2$ — количество работающих женщин в помещении;

$q_{\text{ж}} = 85\% \cdot q_{\text{м}}$ — количество тепла, выделяемого одной женщиной.

ЧИТАЛЬНИЙ ЗА
НАЧАЛЬНИК
БИБЛИОТЕКИ

БИБЛИОТЕКА
ХНУРЕ

По приложению 10 находим количество явного тепла, выделяемого одним мужчиной при 20 °С при выполнении лёгкой физической работы: $q_m = 99$ Вт.

Подставляем численные значения в формулу 9.3:

$$Q_{\text{л}} = 3 \cdot 99 + 2 \cdot 0,85 \cdot 99 = 465 \text{ Вт.}$$

Находим выделение тепла от приборов освещения:

$$Q_{\text{осв}} = N = 400 \text{ Вт.} \quad (9.4)$$

Подставляем соответствующие значения в формулу 9.1:

$$Q_{\text{изб}} = 240 + 465 + 400 + 150 = 1255 \text{ Вт.}$$

Произведем расчёт воздухообмена по избыткам тепла в помещении офиса фирмы по формуле:

$$L = \frac{3600 \cdot Q_{\text{изб}}}{c_p \cdot \rho \cdot (t_{\text{уд}} - t_{\text{пр}})}, \text{ м}^3/\text{час},$$

где 3600 -- коэффициент для перевода $\text{м}^3/\text{с}$ в $\text{м}^3/\text{час}$;

$c_p = 1000 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{С}$ -- удельная теплоемкость воздуха;

$\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ -- плотность воздуха;

$t_{\text{уд}}$ -- температура удаляемого воздуха;

$t_{\text{пр}}$ -- температура приточного воздуха.

Разница температур приточного и удаляемого воздуха находится в пределах 5 - 8 °С.

$$L = \frac{3600 \cdot 1255}{1000 \cdot 1,2 \cdot 6} = 627,5 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Для поддержания установочных параметров микроклимата в офисе фирмы достаточно подавать 628 $\text{м}^3/\text{час}$ воздуха.

Задача 10. Расчёт времени работы в колодце

В глубоком колодце площадью основания $S = 0,8 \text{ м}^2$ в жаркую безветренную погоду работает рабочий, стоя на коленях. При работе он выделяет углекислый газ в количестве $W_{\text{CO}_2} = 40 \text{ л/час}$. Определить максимально допустимое время непрерывной работы.

Решение. При работе в глубоких колодцах и траншеях в жаркую безветренную погоду человек поглощает кислород и выделяет большое количество углекислого газа. Это приводит к тому, что на рабочем месте создается застойная зона, где концентрация кислорода может быть менее 17 % по объёму, а содержание углекислого газа 10 % и более.

Содержание углекислого газа в атмосферном воздухе составляет обычно 0,03 - 0,04 % по объёму. При содержании CO_2 6 % у рабочего появляются отдышка, слабость, вызывая утомление. При содержании его в воздухе 14 - 15 % может наступить смерть от паралича дыхательного центра. Поэтому принимаем предельное содержание CO_2 в воздухе $C_{\text{CO}_2} = 6\%$.

Принимаем высоту от дна колодца до головы рабочего $H = 1 \text{ м}$.

Находим предельное содержание CO_2 в воздухе рабочей зоны:

$$C = C_{\text{CO}_2} \cdot H \cdot S = 0,06 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,048 \text{ м}^3 = 48 \text{ л}.$$

Находим максимально возможное время работы:

$$T_{\text{макс}} = \frac{C}{W_{\text{CO}_2}} = \frac{48}{40} = 1,2 \text{ часа.}$$

С учётом максимального времени работы необходимо планировать периодичность контроля состава воздуха, проветривания колодца, а также время на работу и отдых.

Задача 11. Определение интенсивности теплового облучения работающего

Рабочий в течение смены работает возле печи, внутри которой среднесменная температура составляет $t_1 = 740^\circ\text{C}$. Кладка печи выполнена из красного и огнеупорного кирпича. Толщина кладки печи $h_1 = 0,36$ м, заслонка имеет размеры по вертикали $d_1 = 0,8$ м и по горизонтали $d_2 = 1,2$ м. Печь имеет размеры в вертикальном сечении $A \times B = 4,2 \times 2$ м. Температура на рабочем месте 28°C . Расстояние до рабочего места от источника облучения - x (м).

Определить интенсивность облучения работающего возле печи при закрытой и открытой заслонке и дать заключение о режиме работы и о необходимых и достаточных средствах защиты от теплового излучения.

Решение. Для упрощения расчётов принимаем толщину стенки в месте загрузочного отверстия $h \approx h_1$.

Найдём соотношение $r = h / d_1$ (или h/D для круглого загрузочного отверстия) и параметр « u »:

$$r = \frac{h}{d_1} \approx \frac{h_1}{d_1} = \frac{0,36}{0,8} = 0,45; \quad (11.1)$$

$$u = x \cdot F^{0,5} = 1,5 \cdot (0,8 \cdot 1,2)^{0,5} = 1,47, \quad (11.2)$$

где x — расстояние рабочего места от излучающей поверхности, м;

F — площадь излучающей поверхности, м^2 .

Определяем $\varphi_{\text{р.м.}}$ — коэффициент, учитывающий расстояние от рабочего места до источника излучения. Для оценки $\varphi_{\text{р.м.}}$ можно воспользоваться соотношениями:

$$\varphi_{\delta i} = 0,15 \cdot e^{-0,56 \cdot u} \quad (\text{для } 2 < u < 4,8); \quad (11.3)$$

$$\varphi_{\delta i} = 1,65 \cdot e^{-1,77 \cdot u} \quad (\text{для } 0,1 < u < 1,6). \quad (11.4)$$

Поскольку параметр « u » лежит в пределах 0,1 – 1,6 воспользуемся формулой 11.4:

$$\varphi_{\delta i} = 1,65 \cdot e^{-1,77 \cdot 1,47} = 0,12.$$

По приложению 14 находим коэффициент диафрагмирования излучения из отверстия $\varphi_{\text{отв}}$:

$$\varphi_{\text{отв}} = 0,91 e^{-0,31r} = 0,91 e^{-0,31 \times 0,45} = 0,8.$$

Интенсивность облучения **рабочего** места от открытого загрузочного отверстия определяют по формуле:

$$q_{p.m.от} = 5,76 \cdot \varphi_{p.m.} \cdot \varphi_{от} \cdot \left(\frac{273 + t_1}{100} \right)^4, \quad (11.5)$$

где 5,76 – коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт/(м²×К⁴);
 t_1 – температура источника облучения, °С.

После подстановки данных получаем:

$$q_{p.m.от} = 5,76 \cdot 0,12 \cdot 0,8 \cdot \left(\frac{273 + 740}{100} \right)^4 \approx 5820 \text{ Вт/м}^2.$$

По приложению 18 выбираем тип заслонки (экрана) и определяем интенсивность облучения работающего при закрытой заслонке. В данном случае выбирается заслонка лентая, футерованная кирпичом или теплоизоляционным материалом с эффективностью 30%. При закрытом загрузочном отверстии печи заслонка задержит 30% теплового излучения и на рабочем месте интенсивность излучения составит $q_{p.m.z} = 70\% \times 5820 \text{ Вт/м}^2 = 4074 \text{ Вт/м}^2$.

По приложению 17 определим выделение тепла в помещение от нагретых поверхностей печи. Тепловой поток с 1 м² поверхности печи, выполненной из огнеупорного кирпича толщиной 0,36 м, в горизонтальном направлении при условии, если отсутствуют принудительное охлаждение, согласно приложению 17 составит:

$$q_n = 7,9 \cdot Z^2 + 168,8 \cdot Z - 73,3 \text{ Вт/м}^2, \quad (11.6)$$

где Z – внутренняя температура печи, делённая на 100: $Z = \frac{t_{вн}}{100}$.

Находим Z :

$$Z = \frac{t_{вн}}{100} = \frac{740}{100} = 7,4$$

Подставляем значения в формулу 11.6:

$$q_n = 7,9 \cdot 7,4^2 + 168,8 \cdot 7,4 - 73,3 \approx 1608 \text{ Вт/м}^2.$$

Определяем общую интенсивность облучения работающего: при открытой заслонке:

$$q_{общ.от} = q_{p.m.от} + q_n = 5820 + 1608 = 7428 \text{ Вт/м}^2. \quad (11.7)$$

при закрытой заслонке:

$$q_{общ.z} = q_{p.m.z} + q_n = 4074 + 1608 = 5682 \text{ Вт/м}^2. \quad (11.8)$$

Даже при закрытом загрузочном отверстии интенсивность облучения на рабочем месте составит более 4000 Вт/м². Поэтому на данном рабочем месте необходимо установить водяную завесу для защиты работающих от избыточного тепла (см. приложение 18) с эффективностью поглощения 90%.

При этом интенсивность теплового облучения снизится до 550 Вт/м². Дополнительно возможно использование душирующей струи (приложение 13).

Температуру наружной поверхности печи можно измерить непосредственно на поверхности печи с помощью термомпары. Эта величина необходима для анали-

за пожароопасности объекта. Ориентировочную температуру наружной поверхности печи можно определить из соотношения:

$$t_n = -0,3 \cdot Z^2 + 21,56 \cdot Z - 11,2. \quad (11.9)$$

Задача 12. Расчёт фактической освещенности помещения

Для освещения компьютерного зала с размерами $A = 20$ м, $B = 12$ м и высотой $H = 3$ м используются 20 светильников ОДР с двумя люминесцентными лампами типа ЛБ-40. Коэффициенты отражения светового потока от потолка, стен и пола соответственно равны $\rho_{\text{пот}} = 70\%$, $\rho_{\text{ст}} = 50\%$, $\rho_{\text{пол}} = 10\%$. Затенение рабочих мест нет. Высота свеса светильника $h_c = 0$, высота рабочей поверхности над уровнем пола $h_p = 0,8$ м. Определить фактическую освещенность помещения при общем равномерном освещении и сравнить с нормативной величиной.

Решение. По приложению 43 найдем нормативную величину освещенности для видеодисплейных терминалов $E_n = 400$ лк (помещения для работы с дисплеями, видеотерминалами).

При проверке соответствия освещенности в помещении нормативному уровню, когда известно количество светильников, ламп, их тип и мощность, фактическую освещенность в помещении определяем по формуле:

$$E_{\Phi} = \frac{N \cdot F \cdot n \cdot \eta}{S \cdot z \cdot k_3}, \text{ лк}, \quad (12.1)$$

где $N = 30$ – число светильников, шт;

$F = 3120$ лм – световой поток лампы (приложение 45);

$n = 2$ – число ламп в светильнике;

S – площадь освещаемого помещения;

$z = 1,1$ – коэффициент неравномерности освещения для люминесцентных ламп (отношение $E_{\text{ср}} / E_{\text{мин}}$);

k_3 – коэффициент запаса, учитывающий снижение освещенности из-за загрязнения и старения лампы, значение $k_3 = 1,5$ по приложению 49;

η – коэффициент использования осветительной установки.

Для определения η необходимо знать тип светильника, индекс помещения и коэффициента отражения светового потока от потолка стен и пола. Так как тип светильника и коэффициенты отражения светового потока известны, то для нахождения η необходимо определить значение индекса помещения i .

Индекс помещения i определяется уравнением:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_n \cdot (A + B)}, \quad (12.2)$$

где A и B – соответственно длина и ширина помещения в м,

h_n – высота от рабочей поверхности до светильника, определяется высотой помещения (H , м) и высотой условной рабочей поверхности ($h_p = 0,8$ м) по формуле:

$$h_n = H - h_c - h_p = 3 - 0 - 0,8 = 2,2 \text{ м}. \quad (12.3)$$

Подставляем полученное значение h_n в формулу (12.2) и находим индекс помещения:

$$i = \frac{12 \cdot 18}{2,2 \cdot (12 + 18)} = 3,27.$$

По приложению 56 определяем, что светильник имеет кривую силы света Г-1. По приложению 51 определяем коэффициент использования осветительной установки, который оказывается равным 89%. Подставляем все найденные величины в формулу 12.1 для E_Φ :

$$E_\Phi = \frac{20 \cdot 3120 \cdot 2 \cdot 0,89}{18 \cdot 12 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 311,6 \text{ лк.}$$

Так как полученная величина $E_\Phi < E_n$, для достижения нормативной освещенности необходимо либо увеличить количество светильников, либо увеличить мощность ламп. Посчитаем степень увеличения W :

$$W = \frac{E_n}{E_\Phi} = \frac{400}{311,6} = 1,28 \text{ раза.}$$

Теперь можно вычислить необходимое количество светильников:

$$N_1 = N \cdot W = 20 \cdot 1,28 = 25,6 \text{ шт.}$$

Увеличим количество светильников до 26 шт. Тогда

$$E_\Phi = \frac{26 \cdot 3120 \cdot 2 \cdot 0,89}{18 \cdot 12 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 405,1 \text{ лк.}$$

Таким образом, при увеличении количества светильников на 6 штук фактическая освещенность E_Φ практически соответствует нормативному значению освещенности $E_n = 400$ лк. Такой же эффект может быть получен при замене лампы с большим световым потоком. Посчитаем требуемый световой поток лампы:

$$F_1 = F \cdot W = 3120 \cdot 1,28 = 3993,6 \text{ лм.}$$

Так, если все лампы типа ЛБ-40 в компьютерном зале заменить на лампы типа ЛТБ-65 с $F = 3980$ лм E_Φ будет равно:

$$E_\Phi = \frac{20 \cdot 3980 \cdot 2 \cdot 0,89}{18 \cdot 12 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 397,6 \text{ лк.}$$

Таким образом, в этом случае фактическая освещенность также будет практически соответствовать нормативному значению.

Задача 13. Расчёт светового потока ламп

В помещении с размерами $A = 48$ м, $B = 24$ м и высотой $H = 6$ м установлены светильники типа ПВЛМ с люминесцентными лампами. Количество ламп в светильнике $n = 2$. Коэффициенты отражения светового потока от потолка, стен и пола соответственно равны $\rho_{\text{пот}} = 70\%$, $\rho_{\text{ст}} = 50\%$, $\rho_{\text{пола}} = 10\%$. Затенения рабочих мест нет. Определить необходимый световой поток ламп.

Решение. По приложению 56 выбираем светильники типа ПВЛМ с кривой силы света Г-1, для которой отношение оптимального расстояния между светильниками к расчётной высоте составляет $\lambda = L / h = 0,91$.

Находим расчётную высоту по формуле:

$$h = H - h_p,$$

где H – высота помещения, $H = 6$ м.

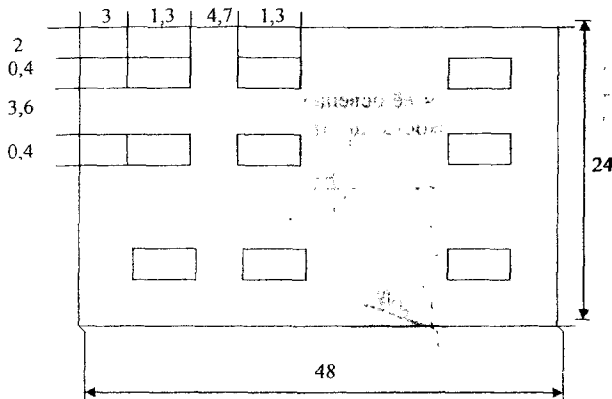
h_p – высота расчётной поверхности над полом, $h_p = 0,8$ м.

$$h = 6 - 0,8 = 5,2 \text{ м.}$$

Находим оптимальное расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \times h = 0,91 \times 5,2 = 4,7 \text{ м.}$$

Рисуем план расположения светильников



Из плана находим количество светильников $N = 6 \times 8 = 48$.

Принимаем степень отражения потолка, стен и пола (по приложению 41)

соответственно $\rho_{\text{пот}} = 70\%$; $\rho_{\text{стен}} = 50\%$; $\rho_{\text{пола}} = 10\%$.

Определяем индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{48 \cdot 24}{5,2 \cdot (48 + 24)} = 3,08,$$

где A – длина помещения, $A = 48$ м;

B – ширина помещения, $B = 24$ м.

Находим коэффициент запаса по приложению 49:

$$K_3 = 1,5.$$

Определяем коэффициент использования светового потока. Для кривой силы света светильника Г-1, индекса помещения $i = 3$, степени отражения потолка $\rho_{\text{пот}} = 70\%$, стен $\rho_{\text{стен}} = 50\%$ и пола $\rho_{\text{пола}} = 10\%$ по приложению 51 находим:

$$\eta = 0,9.$$

Рассчитываем необходимый световой поток:

$$F = \frac{E \cdot K_3 \cdot A \cdot B \cdot z}{n \cdot N \cdot \eta}$$

где E – необходимая минимальная освещенность, $E = 200$ лк,

z – коэффициент минимальной освещенности (для люминесцентных ламп $z = 1,1$).

$$F = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 48 \cdot 24 \cdot 1,1}{2 \cdot 48 \cdot 0,9} = 4400 \text{ лм.}$$

Выбираем лампу типа ЛТБ-80, имеющую световой поток 4440 лм, что на 0,9% больше необходимого и находится в пределах допуска $-10\%+20\%$.

Задача 14. Расчёт точечным методом освещения помещения

Рассчитать точечным способом общее искусственное освещение в производственном помещении с шагом ферм 6 м. Необходимо обеспечить на уровне пола освещенность 50 лк при коэффициенте запаса 1,5. Светильники типа РСП05 установлены на высоте 12 м, (рис 14.1).

Решение. Выбираем контрольную точку А, как находящуюся в наиболее неблагоприятных условиях с точки зрения её освещенности и определяем расстояния от проекции светильников на плоскость до этой точки (они указаны на рис. 14.1).

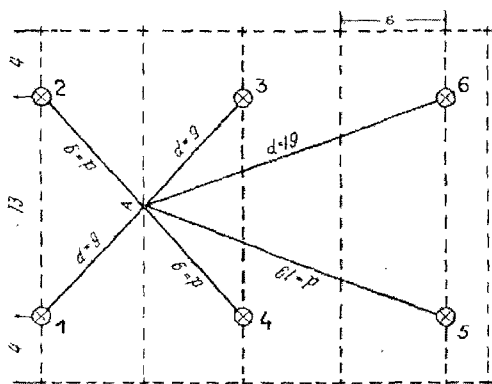


Рисунок 14.1 – Освещение горизонтальной плоскости

В точке А основная освещенность создается светильниками двух групп – первая групп – 4 светильника, находящиеся на расстоянии 9 м и вторая – 19 м (в проекции). Расстояния были вычислены из геометрических размеров, данных в условии (высота подвеса светильников $d = 12$ м и расстояние между фермами – 6 м).

Далее находим условную освещенность, создаваемую светильниками каждой из групп, используя данные приложения 52. Для высоты 12 м и расстояния 9 м условная освещенность $e_{100} = 0,37$, угол $\alpha = 37^\circ$, сила света для светильников с кривой силы света Г-1 под углом 37° составит (из приложения 55) $I_\alpha = 284$.

Для другой группы светильников (на расстоянии 19 м) эти же параметры будут равны $e_{100} = 0,105$; $I_\alpha = 160$.

Заносим эти данные в табл. 14.1.

Таблица 14.1 – Расчёт суммарной условной освещенности

Число светильников N, шт	Расстояние, d, м	Условная освещенность, e_{100} лк	Угол, α°	Сила света, I_a	$e = e_{100} I_a / 100$	Σe
4	9	0,37	37°	284	1,02	4,1
2	19	0,105	58°	160	0,17	0,34
						$\Sigma = 4,44$

Теперь эти данные подставляем в формулу для расчёта светового потока лампы:

$$F = \frac{1000 \cdot E \cdot K_z}{\eta_{\text{л}} \cdot \mu \cdot \Sigma e},$$

где $\eta_{\text{л}}$ – КПД светильника в нижнюю полусферу (по приложению 56 равен 70%)

μ – коэффициент неравномерности распределения светового потока ($\mu = 1,15$).

$$F = \frac{1000 \cdot 50 \cdot 1,5}{0,7 \cdot 1,15 \cdot 4,44} = 21000 \text{ лм.}$$

Таким потоком обладают лампы ДРЛ мощностью 400 Вт (19000 лм), которые необходимо будет использовать в данном светильнике.

Задача 15. Расчет освещенности от светящихся поверхностей равномерной яркости

Прямоугольное помещение площадью $20 \times 40 \text{ м}^2$ и высотой 4 м освещается светящей панелью, расположенной в плоскости потолка помещения (рис. 15.1). Размеры панели $8 \times 16 \text{ м}^2$. Светимость панели $M = 500 \text{ лм/м}^2$. Определить освещенность в центре помещения на уровне пола, принимая коэффициент запаса $K_z \approx 1,5$.

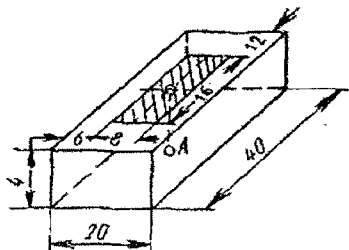


Рисунок 15.1 – Расположение светящей панели в помещении

Решение. Освещенность E в точке А расчетной плоскости, создаваемая светящей поверхностью размером $a \times b$ (рис. 15.2) определяется из уравнения:

$$E = \frac{L_0 \cdot f(a/h_p, b/h_p)}{K_{z, \text{п}}}, \quad (15.1)$$

где L_0 — яркость по нормали к светящей поверхности;

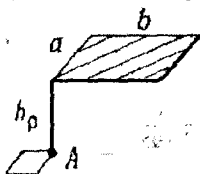


Рисунок 15.2 — Расположение расчётной светящей поверхности

При равномерной и одинаковой во всех направлениях L_0 и телесном угле в стерadians значение светимости M определяется по формуле:

$$M = \pi \cdot L_0. \quad (15.2)$$

Следовательно, если $f(a/h_p, b/h_p)$ обозначить через q , то формула (15.1) примет вид:

$$E = \frac{M \cdot q}{\pi \cdot K_3}. \quad (15.3)$$

В приложениях 53 и 54 приведены номограммы для определения освещенности на плоскости, параллельной и перпендикулярной светящей поверхности. По осям абсцисс и ординат номограммы отложены относительные размеры светящего прямоугольника ($a'=a/h_p$ и $b'=b/h_p$) и построены кривые равных значений q .

Номограмма приложения 53 позволяет определить коэффициент освещенности от светящего прямоугольника, параллельного расчетной плоскости. Номограмма приложения 54 предназначена для определения коэффициента освещенности от светящих прямоугольников, перпендикулярных расчетной плоскости.

Расчет освещенности с помощью приведенных номограмм допустим лишь в частном случае, когда проекция вершины светящего прямоугольника совпадает с расчетной точкой. Однако к этому частному случаю можно свести любой случай, встречающийся на практике. Светящий прямоугольник может быть разбит на отдельные прямоугольники, вершина которых совпадает с точкой расчета А (рис. 15.3). В этом случае q при светящем прямоугольнике, расположенном, как показано на рис. 15.3(а) будет иметь значение:

$$q_{1234} = q_{2579} - q_{1578} - q_{4679} + q_{3678};$$

для ситуации, показанной на рис. 15.3(б):

$$q_{1234} = q_{1579} + q_{5298} + q_{7936} + q_{9864}.$$

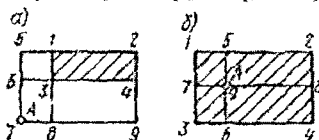


Рисунок 15.3 – Варианты размещения светящих прямоугольников

По нашему условию разбиваем светящийся прямоугольник на четыре части так, чтобы проекция одной из вершин каждой из них совпала с расчетной точкой. Стороны полученных прямоугольников находим на рис. 15.1: $a = 4$ м, $b = 8$ м.

Соответственно относительные размеры сторон:

$$a' = \frac{a}{h_p} = \frac{4}{4} = 1,0;$$

$$b' = \frac{b}{h_p} = \frac{8}{4} = 2,0.$$

По приложению 53 находим значение q для одного такого прямоугольника:

$$q = 16,5\%.$$

Так как размеры всех четырёх прямоугольников одинаковы, то освещённость в расчётной точке A равна:

$$E = \frac{4 \cdot q \cdot M}{\pi \cdot K_z} = \frac{4 \cdot 0,165 \cdot 500}{3,14 \cdot 1,5} = 70 \text{ лк.}$$

Задача 16. Расчёт необходимой площади окон для бокового естественного освещения

Рассчитать необходимую площадь окон для бокового одностороннего естественного освещения для производственного участка размерами $L \times B = 108 \times 9$ м высотой 3,8 м. Высота от уровня рабочей поверхности до верха окна $h_1 = 2,4$ м. Здание находится в г. Харькове (IV световой пояс). Напротив участка нет затеняющих зданий. Окна ориентированы на запад. Характер зрительной работы соответствует работе IV разряда. Коэффициент отражения потолка равен $\rho_{\text{потолка}} = 0,7$, отражения стен $\rho_{\text{стен}} = 0,5$, пола $\rho_{\text{пола}} = 0,1$. Расстояние расчётной точки от наружной стены $l = 6$ м, высота рабочей поверхности $h_p = 0,7$ м.

Решение. Необходимая площадь окон $S_{\text{окон}}$ вычисляется по формуле:

$$S_{\text{окон}} = \frac{e_n \cdot K_z \cdot \eta_o \cdot S_{\text{пола}}}{100 \cdot \tau_{\text{общ}} \cdot \Gamma_1} \cdot K_{\text{зд}}, \quad (16.1)$$

где e_n — нормированное значение коэффициента естественного освещения КЕО;

K_z — коэффициент запаса;

$\eta_{\text{окон}}$ — значение световой характеристики окон;

S_n — площадь пола, м^2 ;

τ_o — общий коэффициент светопропускания окон;

Γ_1 — коэффициент, который учитывает повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения.

$K_{\text{зд}}$ — коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями.

Определяем значения величин, входящих в расчётную формулу.

Нормированное значение КЕО определяем из выражения:

$$\text{КЕО} = e_n^{\text{III}} \cdot m \cdot c = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,1\%, \quad (16.2)$$

где e_n^{III} – значение КЕО по СНиП II-4-79 для III светового пояса (принимается по приложению 26 $e_n^{III} = 1,5\%$);

m – коэффициент светового климата ($m = 0,9$ по приложению 19);

c – коэффициент солнечности климата, зависящий от ориентации окон по азимуту и вида организации естественного освещения (по приложению 19 принимаем $c = 0,8$).

По приложению 49 принимаем коэффициент запаса $K_z = 1,3$ (он определяет периодичность чистки стекол).

Находим отношение глубины помещения B к высоте от уровня рабочей поверхности до верха окна h_1 :

$$\frac{B}{h_1} = \frac{9}{2,4} = 3,2.$$

Отношение длины помещения к его глубине:

$$\frac{L}{B} = \frac{108}{9} = 12.$$

По приложению 27 световая характеристика окна равна $\eta_o = 8$.

Определяем общий коэффициент светопропускания окон:

$$\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (16.2)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала;

τ_2 – коэффициент, который учитывает потери света в оконной раме;

τ_3 – коэффициент, который учитывает потери света в несущих конструкциях;

τ_4 – коэффициент, который учитывает потери света в солнцезащитных устройствах;

τ_5 – коэффициент, который учитывает потери света в светозащитной сетке, которая устанавливается под фонарями.

Поскольку окна изготовлены из двойных деревянных рам, в которые вставлено листовое стекло, то по приложению 31 $\tau_1 = 0,8$.

Для двойных раздельных деревянных рам по приложению 34 $\tau_2 = 0,6$.

Поскольку по условию у нас нет потерь света в несущих конструкциях $\tau_3 = 1$.

Поскольку окна не имеют светозащитных устройств $\tau_4 = 1$.

Для бокового освещения $\tau_5 = 1$.

Подставляем значения в формулу:

$$\tau_o = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,48.$$

Подсчитаем площадь потолка, стен, пола:

$$S_{\text{потолка}} = S_{\text{пола}} = 108 \cdot 9 = 972 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{стен}} = 2 \cdot 108 \cdot 3,8 + 2 \cdot 9 \cdot 3,8 \approx 889 \text{ м}^2.$$

Определяем средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{\text{ср}}$

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{потолка}} \cdot S_{\text{потолка}} + \rho_{\text{стен}} \cdot S_{\text{стен}} + \rho_{\text{пола}} \cdot S_{\text{пола}}}{S_{\text{потолка}} + S_{\text{стен}} + S_{\text{пола}}}, \quad (16.3)$$

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{0,7 \cdot 972 + 0,5 \cdot 889 + 0,1 \cdot 972}{972 + 889 + 972} = 0,43.$$

Отношение расстояния расчётной точки от наружной стены l к глубине помещения B

$$\frac{l}{B} \approx \frac{6}{9} = 0,67.$$

По приложению 38 определяем коэффициент $\tau_1 = 1,4$.

Поскольку затеняющие здания отсутствуют, коэффициент $K_{\text{зд}}$ принимаем равным 1.

Подставляем значения в формулу 16.1 и определяем площадь окон:

$$S_{\text{окон}} = \frac{1,1 \cdot 1,3 \cdot 8 \cdot 972}{0,48 \cdot 1,4 \cdot 100} \cdot 1 = 165,5 \text{ м}^2.$$

Площадь окон $165,5 \text{ м}^2$. При стандартном размере рамы $1,5 \times 1,7 \text{ м}$ площадь одного окна составит $2,55 \text{ м}^2$ и количество окон равно

$$n_{\text{окон}} = \frac{S_{\text{окон}}}{S_{\text{ст}}} = \frac{165}{2,55} \approx 55 \text{ шт.}$$

Задача 17. Расчёт бокового естественного освещения помещения

Определить достаточность естественного освещения в лаборатории механосборочного цеха, расположенного в городе Харькове. Ширина помещения составляет $B = 4,5 \text{ м}$, длина $L = 9 \text{ м}$. В помещении находятся $n = 3$, окна ориентированных на восток с размерами $a \times b = 2,2 \times 1,4 \text{ м}$. Высота от уровня рабочей поверхности до верха окна - $h_1 = 2 \text{ м}$. Расстояние расчётной точки от наружной стены $l = 2,6 \text{ м}$, высота рабочей поверхности $h_p = 0,8 \text{ м}$. Угловая высота середины окна над рабочей поверхностью составляет 22° . Зрительная работа средней точности. Окна двойные с деревянными рамами, стекло обычное листовое. Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{\text{ср}} = 0,4$.

На расстоянии $P = 45 \text{ м}$ от окон расположено здание. Длина и высота этого здания равны соответственно $H_{\text{пр}} = 30 \text{ м}$, $l_{\text{пр}} = 120 \text{ м}$. Здание отделано светло-зеленой атмосферостойкой фасадной краской на бетоне.

При наложении плана здания на графики Данилюка (приложения 21, 22) были найдены значения, указанные в таблице:

Количество лучей по графику I, проходящих от неба через световые проёмы в расчётную точку на поперечном разрезе помещения	n_1	5
Количество лучей по графику I, проходящих от противостоящего здания через световые проёмы в расчётную точку на поперечном разрезе помещения	n_1'	8
Количество лучей по графику II, проходящих от неба через световые проёмы в расчётную точку на плане помещения	n_2	12
Количество лучей по графику II, проходящих от противостоящего здания через световые проёмы в расчётную точку на плане помещения	n_2'	8

Решение. Так как работа в помещении относится к зрительной работе средней точности, то выполняемые работы относятся к IV разряду (приложение 23).

Определяем нормированное значение коэффициента естественного освещения — КЕО = e_n

$$КЕО = e_n = e_n^{III} \cdot m \cdot c, \quad (17.1)$$

где e_n^{III} — коэффициент естественного освещения для III пояса светового климата, определяемого с учетом характера зрительной работы (приложение 26);

m — коэффициент светового климата (см. приложение 19);

c — коэффициент светового климата (см. приложение 19).

Для IV разряда зрительной работы e_n^{III} принимаем равным 1,5%. По приложению 20 определяем, что Харьков относится к четвертому поясу светового климата, поэтому значение « m » принимаем равным 0,9. Так как окна ориентированы на восток, то значение « c » принимаем равным 0,75. Подставляем полученные значения в формулу и округляем до десятых:

$$КЕО = e_n = e_n^{III} \cdot m \cdot c = 1,5 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 0,9 \%$$

Находим τ_0 — общий коэффициент светопропускания

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (17.2)$$

где τ_1 — коэффициент светопропускания материала;

τ_2 — коэффициент, который учитывает потери света в оконной раме;

τ_3 — коэффициент, который учитывает потери света в несущих конструкциях;

τ_4 — коэффициент, который учитывает потери света в солнцезащитных устройствах;

τ_5 — коэффициент, который учитывает потери света в светозащитной сетке, которая устанавливается под фонарями (для бокового освещения $\tau_5 = 1$).

Поскольку окна изготовлены из двойных деревянных рам, в которые вставлено листовое стекло, то по приложению 31 $\tau_1 = 0,8$.

Для двойных раздельных деревянных рам по приложению 34 $\tau_2 = 0,6$.

Поскольку по условию у нас нет потерь света в несущих конструкциях $\tau_3 = 1$.

Поскольку окна не имеют светозащитных устройств $\tau_4 = 1$.

Подставляем значения в формулу 17.2:

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,48.$$

Находим высоту от уровня пола до верха окна:

$$h_1 = h_p + h = 0,8 + 2 = 2,8 \text{ м.} \quad (17.3)$$

Находим индекс противостоящего здания в плане:

$$Z_1 = \frac{l_{пр} \cdot l}{(P+1) \cdot a} = \frac{120 \cdot 2,6}{(45+2,6) \cdot 2,2} = 2,98. \quad (17.4)$$

Находим индекс противостоящего здания в разрезе:

$$Z_2 = \frac{H_{np} \cdot l}{(P+1) \cdot h_1} = \frac{30 \cdot 2,6}{(45+2,6) \cdot 2,8} = 0,59 \quad (17.5)$$

По приложению 36 находим значение коэффициента R , который учитывает относительную яркость противостоящего здания:

$$R = 0,3.$$

По приложению 37 находим значение коэффициента q , который учитывает неравномерную яркость облачного неба:

$$q = 0,75.$$

По приложению 49 принимаем коэффициент запаса $K_z = 1,3$ (при количестве чисток окон 2 раза в год).

Отношение расстояния расчётной точки от наружной стены l к глубине помещения B

$$\frac{l}{B} = \frac{2,6}{4,5} = 0,58. \quad (17.6)$$

Находим отношение глубины помещения B к высоте от уровня рабочей поверхности до верха окна h_1 :

$$\frac{B}{h_1} = \frac{4,5}{2} = 2,25. \quad (17.7)$$

Отношение длины помещения к его глубине:

$$\frac{L}{B} = \frac{9}{4,5} = 2. \quad (17.8)$$

По приложению 38 определяем коэффициент $g_1 = 1,2$.

Находим геометрический коэффициент естественной освещённости, учитывающий прямой свет неба:

$$\varepsilon_6 = 0,01 \cdot (n_1 \cdot n_2) = 0,01 \cdot (12 \cdot 20) = 2,4\%. \quad (17.9)$$

Находим геометрический коэффициент естественной освещённости, учитывающий свет, отражённый от противостоящего здания:

$$\varepsilon_{зд} = 0,01 \cdot (n_1' \cdot n_2') = 0,01 \cdot (10 \cdot 22) = 2,2\%. \quad (17.10)$$

Найдём значение КЕО по формуле:

$$e_p = (\varepsilon_6 \cdot q + \varepsilon_{зд} \cdot R) \cdot \frac{f_1 \cdot \tau_0}{k_3} = (2,4 \cdot 0,75 + 2,2 \cdot 0,3) \cdot \frac{1,2 \cdot 0,48}{1,3} = 1,1\%. \quad (17.11)$$

Сравниваем расчётное значение КЕО с нормированным значением:

$$e_p \geq e_n;$$

$$1,1\% \geq 0,9\%.$$

Поскольку расчётное значение КЕО превышает нормированное значение, то делаем вывод о том, что уровень естественной освещённости у нас достаточный для нормальной работы.

Задача 18. Расчёт необходимой площади окон при верхнем естественном освещении помещения

Требуется определить необходимую площадь зенитных фонарей для естественного освещения помещения торгового зала магазина

радиотоваров, расположенного в центральной части одноэтажного здания в Харькове. Длина помещения $L = 42$ м, ширина $B = 18$ м, высота от рабочей поверхности до низа покрытия — $H = 5,8$ м. Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола $\rho = 0,5$. Для освещения помещения используются глухие двухскатные зенитные фонари с размерами светопроёма $a \times b = 2,7 \times 2,7$ м со светопропускающим заполнением из двухкамерных стеклопакетов. Несущие конструкции — стальные фермы. Солнцезащитные устройства отсутствуют. Высота опорного контура (фонаря) равна 1,0 м.

По приложению 43 находим значение КЕО для III светового пояса:

$$e_n^{III} = 2\%.$$

Определяем нормированное значение КЕО

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c. \quad (0.1)$$

По карте светового климата (приложение 20) и по приложению 19 находим $m = 0,9$ и $c = 0,85$.

Тогда:

$$e_n^{IV} = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 1,5\%.$$

Находим τ_0 — общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (0.2)$$

где τ_1 — коэффициент светопропускания светопропускающего элемента;

τ_2 — коэффициент, учитывающий потери света в несущих элементах каркаса, принимаемый для открывающихся фонарей 0,75, а для глухих — 0,9;

τ_3 — коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях;

τ_4 — коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах;

τ_5 — коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарем, принимаемый равным 0,9;

Для двухкамерных стеклопакетов коэффициент светопропускания $\tau_1 = 0,65$ (приложение 31).

Поскольку применяются глухие фонари, то значение $\tau_2 = 0,9$.

По приложению 32 для стальных ферм находим $\tau_3 = 0,9$.

Поскольку солнцезащитные устройства отсутствуют $\tau_4 = 1$.

Коэффициент τ_5 , учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарем, принимается равным 0,9.

Подставляем значения в формулу 0.2:

$$\tau_0 = 0,65 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,47.$$

По приложению 49 принимаем коэффициент запаса $K_s = 1,4$ (остекление наклонное).

Находим индекс помещения:

$$i = \frac{L \cdot B}{H \cdot (L + B)}, \quad (0.3)$$

где L – длина помещения вдоль оси пролетов;

B – ширина помещения;

H – высота покрытия над условной рабочей поверхностью.

$$i = \frac{42 \cdot 18}{5,8 \cdot (42 + 18)} \approx 2,17.$$

Находим площадь боковых стенок фонаря:

$$S_6 = 2 \cdot h_{\text{оп}} \cdot (a + b) = 2 \cdot 1 \cdot (2,7 + 2,7) = 10,8 \text{ м}^2. \quad (0.4)$$

Находим площадь входного и выходного отверстий:

$$S_1 = S_2 = a \cdot b = 2,7 \cdot 2,7 = 7,3 \text{ м}^2. \quad (0.5)$$

Находим соотношение:

$$\frac{S_2}{S_1 + S_6} = \frac{7,3}{7,3 + 10,8} = 0,4. \quad (0.6)$$

По этому результату по приложению 28 определяем η_{Φ} – световую характеристику зенитных фонарей:

$$\eta_{\Phi} = 2.$$

Находим соотношение:

$$\frac{H}{B} = \frac{5,8}{18} = 0,32. \quad (0.7)$$

По приложению 40 определяем r_2 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении благодаря свету, отражённому от поверхностей помещения:

$$r_2 = 1,35.$$

По приложению 30 определяем k_{Φ} – коэффициент, учитывающий тип фонаря:

$$k_{\Phi} = 1,1.$$

Требуемую площадь зенитных фонарей определяем по формуле:

$$S_{\Phi} = \frac{S_1 \cdot e_i^{IV} \cdot \eta_{\Phi} \cdot K_c}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_2 \cdot k_{\Phi}}$$

где S_1 – площадь освещаемого помещения;

$$S_{\Phi} = \frac{18 \cdot 42 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 1,4}{100 \cdot 0,47 \cdot 1,35 \cdot 1,1} = 45,5 \text{ м}^2.$$

Необходимое количество фонарей для обеспечения требуемой освещённости помещения составляет:

$$N = \frac{S_{\Phi}}{a \cdot b} = \frac{45,5}{2,7 \cdot 2,7} \approx 6 \text{ шт.}$$

Задача 19. Расчёт среднего значения КЕО при верхнем естественном освещении

Требуется определить значение КЕО в помещении инструментального цеха, расположенного в одном из центральных пролетов многопролетного производственного здания в Харькове, освещаемого с помощью прямоугольных светоаэрационных одноярусных фонарей высотой 1,8 м.

Размеры цеха в плане 18×84 м, высота от уровня рабочей поверхности до покрытия — 9,6 м. Ширина фонаря — 6 м, длина — 72 м. Фонарь остеклен однокамерными стеклопакетами. Нормируемое значение КЕО в помещении составляет 3 %.

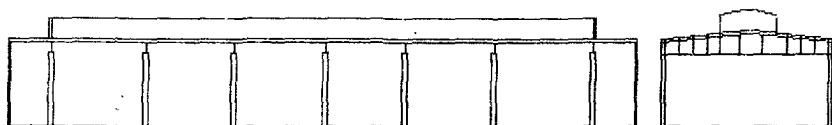


Рисунок 19.1. — Разрезы помещения

Решение По графику приложения 42 при высоте $H = 10,2$ м находим $КЕО = 3,1$ %.

При заполнении световых проёмов однокамерными стеклопакетами найденные значения КЕО должны быть уменьшены на 12-15 %. Принимаем степень снижения 13%:

$$КЕО = 3,1 \% \cdot (100\% - 13\%) = 2,7 \%$$

Значение КЕО, полученное по графику ниже нормируемого на 10 %, что является допустимым.

Задача 20. Расчёт верхнего естественного освещения

Определить КЕО в точке помещения, рассмотренного в задаче 19, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности. Расчётная точка принимается на расстоянии 1 м от поверхности стены, на высоте 0,8 м. Средневзвешенный коэффициент отражения $\rho_{ср} = 0,4$, количество пролетов — 3.

Решение. График 1 приложения 21 накладываем на чертеж поперечного разреза помещения (см. рис. 20.1). Центр графика «0» совмещаем с расчётной точкой, а нижнюю линию — со следом условной рабочей поверхности (у.р.п.). Количество лучей, проходящих от небосвода в расчётную точку, составляет $n_1 = 3$.

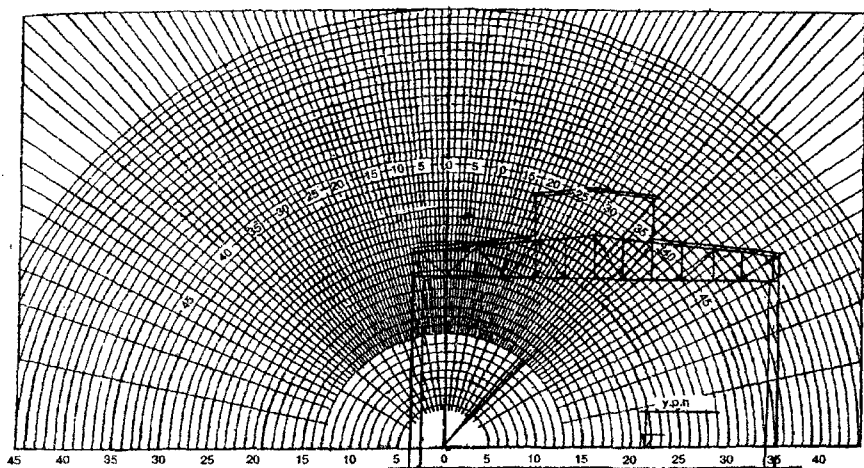


Рисунок 20.1. — Определение количества лучей, проходящих от небосвода в расчётную точку по графику I

Отмечаем номер полуокружности графика, который проходит через середину светопроёма. Номер полуокружности — 34.

Накладываем график II приложения 22 на чертеж продольного разреза помещения (см. рис. 20.2) таким образом, чтобы его вертикальная ось и горизонталь 34 проходила через середину светопроёма.

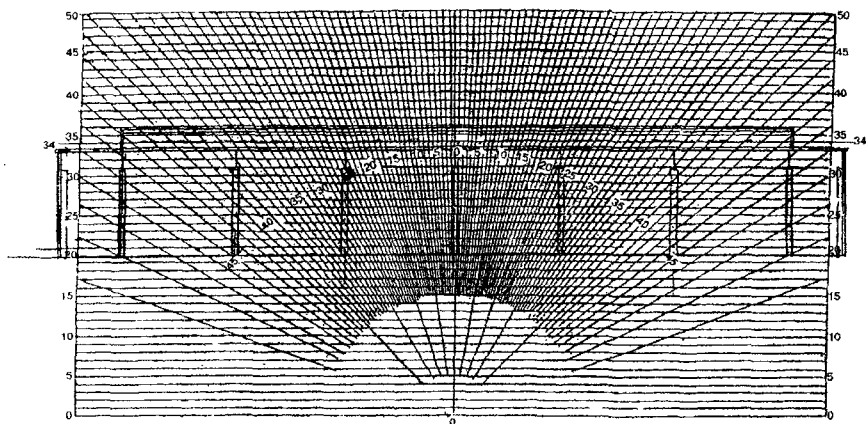


Рисунок 20.2. — Определение количества лучей, проходящих от небосвода в расчётную точку по графику II

Количество лучей, проходящих от небосвода через световой проём по графику II в расчётную точку «0», составляет:

$$n_2 = 43 \cdot 2 = 86.$$

Находим ε_n — геометрический коэффициент естественной освещённости в какой-либо точке помещения, определяемый по формуле:

$$\varepsilon_n = 0,01 \cdot \sum_{i=1}^m (n_1 \cdot n_2), \quad (20.1)$$

где n_1 — количество лучей, проходящих от небосвода в расчётную точку через световые проёмы, расположенные в поперечном разрезе помещения;

n_2 — количество лучей, проходящих от небосвода в расчётную точку через световые проёмы, расположенные в продольном разрезе помещения;

m — количество световых проёмов.

$$\varepsilon_n = 0,01 \cdot 3 \cdot 86 = 2,61\%$$

Определяем коэффициент запаса по приложению 49:

$$k_3 = 1,3.$$

Определяем среднее значение геометрического КЕО (также приблизительно его можно определить по приложению 42):

$$\varepsilon_{cp} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \varepsilon_{n_i}, \quad (20.2)$$

где N — количество расчётных точек;

ε_{n_i} — значение геометрического КЕО в i -й точке.

Поскольку расчётная точка у нас одна то формула 20.2 приобретает следующий вид:

$$\varepsilon_{cp} = \varepsilon_n = 2,61\%$$

Находим отношение высоты помещения, принимаемой от условной рабочей поверхности до остекления H_{ϕ} , к ширине пролёта l_1 :

$$\frac{H_{\phi}}{l_1} = \frac{10,2}{18} = 0,57.$$

Определяем коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении за счёт света, отраженного от поверхностей помещения τ_2 согласно приложению 40:

$$\tau_2 = 1,1.$$

Находим τ_0 — общий коэффициент светопропускания:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (20.3)$$

где τ_1 — коэффициент светопропускания материала равный для однокамерных стеклопакетов 0,75 (приложение 31);

τ_2 — коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроёма, равный для стальных одинарных глухих переплётов 0,9 (см. приложение 34);

τ_3 — коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, равный для стальных ферм 0,9 (см. приложение 32);

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, при их отсутствии принимаем равным 1

τ_5 – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, при её отсутствии принимаем равным 1.

Подставляем значения в формулу 20.3:

$$\tau_0 = 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6.$$

По приложению 30 определяем k_ϕ – коэффициент, учитывающий тип фонаря:

$$k_\phi = 1,1$$

КЕО в расчётной точке находится по формуле:

$$e_p^a = \frac{[\epsilon_a + \epsilon_{cp} \cdot (r_2 \cdot k_\phi - 1)] \cdot \tau_0}{k_3} = \frac{[2,61 + 2,61 \cdot (1,1 \cdot 1,2 - 1)] \cdot 0,6}{1,3} = 1,8\% \quad (20.4)$$

Таким образом, КЕО в расчётной точке составляет 1,8 %, что меньше нормативного значения.

Задача 21. Определение уровня шума, создаваемого вентиляторами

Определить общий уровень шума, создаваемого 4 вентиляторами, установленными в вентиляционной камере и работающими с одинаковыми режимами (производительность $Q = 2000 \text{ м}^3/\text{час}$, развиваемое давление $H = 900 \text{ Па}$).

Соседнее помещение цеховой лаборатории отдельно от вентиляционной камеры глухой кирпичной стеной толщиной 520 мм.

Определить уровень шума в лаборатории и его соответствие требованиям ДСН 3.3.6.037-99. Уровни звукового давления рассчитывать для каждой октавной полосы.

Решение. Расчёт звукового давления от одного вентилятора

$$L_{pj} = 10 \lg Q + 5\gamma(\lg H - 1) - 30 \lg f + 140, \quad (21.1)$$

где f – среднегеометрическая частота полосы, Гц;

γ – коэффициент (его значения приведены в табл. 21.1).

Уровень звукового давления нескольких источников звука одинаковой мощности определяется по формуле:

$$L_n = L_1 + 10 \lg n, \quad (21.2)$$

где n – количество источников звука

Таблица 21.1 – Значения коэффициента γ

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
γ	0,4	0,6	1,6	2,5	3,5	4	4,5	5

Уровень шума в лаборатории в каждой из октавных полос определяется как разница между звуковым давлением источника шума и звукоизоляцией стены:

$$L_{\text{лаб } j} = L_{n, j} - R_j. \quad (21.3.)$$

Затем эта величина сравнивается с допустимым уровнем шума.

Результаты расчетов приведены в табл. 21.2.

Таблица 21.2.

Среднегеометрическая частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Звуковое давление от одного вентилятора, L_{p1} , дБ	88,06	82,06	87,63	91,74	97,3	95,6	93,9	92,2
Общий уровень звукового давления, L_p , дБ	92,83	86,83	92,4	96,51	102,07	100,37	98,67	96,97
Звукоизоляция кирпичной стены, $R_{ст}$, дБ	45	45	52	59	65	70	70	70
Уровень звука в лаборатории, $L_{лаб}$	47,83	41,83	40,4	37,51	37,07	30,37	28,37	26,97
Допустимые уровни шума в лаборатории, $L_{доп}$ дБ	79	70	63	58	55	52	50	49

По результатам расчёта, уровень звука в лаборатории не превышает допустимых значений, поэтому методы снижения шума не применяются.

Задача 22. Расчёт звукоизолирующей способности стены

Рассчитать частотную характеристику звукоизолирующей способности железобетонной панели толщиной 12 см.

Решение. Расчёт изоляции плоского однослойного ограждения от воздушного шума состоит в построении частотной характеристики звукоизолирующей способности этого ограждения.

К акустически однослойным конструкциям, кроме сплошных, состоящих из одного материала, относятся также конструкции из нескольких разнородных слоёв, связанных между собой (например, оштукатуренная кирпичная стена).

Определим среднюю поверхностную плотность ограждения q , кг/м²:

$$q = \rho \times b = 2400 \times 0,12 = 288 \text{ кг/м}^2, \quad (22.1)$$

где ρ – плотность железобетона ($\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$ по приложению 79);

b – толщина материала, м.

По приложению 58 находим координаты точек А, В, С, D и E:

$$f_A = 0,0315 \text{ кГц} = 31,5 \text{ Гц}; \quad R_A = 0,0126 \cdot 288 + 28 = 31,6 \text{ дБ};$$

$$f_B = \frac{30}{288} = 0,104 \text{ кГц} = 104 \text{ Гц}; \quad R_B = 40 \text{ дБ};$$

$$f_C = \frac{80}{288} = 0,278 \text{ кГц} = 278 \text{ Гц}; \quad R_C = 40 \text{ дБ};$$

$$f_D = \frac{900}{288} = 3,125 \text{ кГц} = 3125 \text{ Гц}; \quad R_D = 60 \text{ дБ};$$

$$f_E = 8 \text{ кГц} = 8000 \text{ Гц}; \quad R_E = 60 \text{ дБ};$$

Строим график, по оси абсцисс которого в логарифмическом масштабе отложены частоты, а по оси ординат – величины звукоизолирующей способности ограждения. Частотная характеристика звукоизолирующей способности ограждения состоит из четырёх прямолинейных участков АВ, ВС, CD и DE.

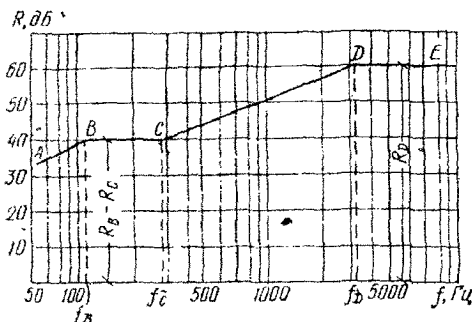


Рисунок 22.1 – График построения частотной характеристики звукоизолирующей способности однослойного ограждения

По полученной ломаной определяем значения звукоизолирующей способности R для частот, совпадающих со среднегеометрическими частотами октавных полос. После этого значения R переносим на график, по оси абсцисс которого отложены среднегеометрические значения октавных полос и получаем частотную характеристику звукоизолирующей способности в октавных полосах частот.

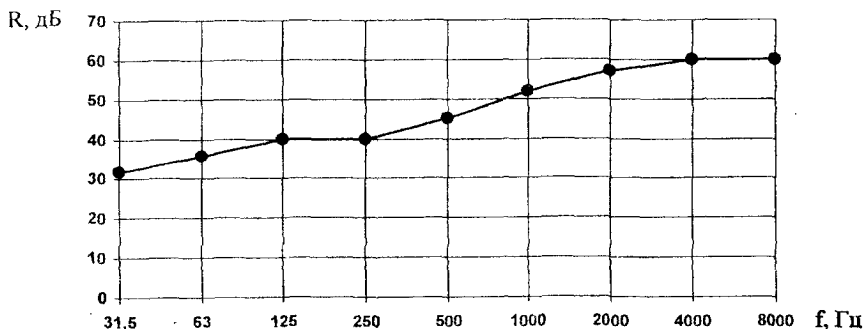


Рисунок 22.2 – Частотная характеристика звукоизолирующей способности стены

Задача 23. Расчёт звукопоглощающей облицовки

Помещение ткацкого цеха в плане представляет собой правильный прямоугольник длиной $A = 55$ м и шириной $B = 20$ м. Высота помещения $H = 3,5$ м. Площадь окон $S_{\text{окон}} = 120$ м². В цехе установлено 20 станков. В остальной части цеха размещены вспомогательные службы, связанные с малозумными процессами. В расчетной точке, удаленной от ближайшего станка на 5 м, задан усредненный спектр звукового давления, приведенный в таблице. Необходимо определить эффективность звукопоглощения и выбрать конструкцию звукопоглощающей облицовки.

Среднегеометрическая частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового давления, дБ	85	88	90	92	96	91	87	83

Решение Найдём объём помещения:

$$V = A \cdot B \cdot H = 55 \cdot 20 \cdot 3,5 = 3850 \text{ м}^3. \quad (23.1)$$

По приложению 61 определим постоянную помещения на частоте 1000 Гц:

$$B^{1000} \approx 350. \quad (23.2)$$

По приложению 62 найдём частотные множители и определим постоянные помещения на стандартных частотах:

$$B^{63} = B^{1000} \cdot \mu^{63} = 350 \cdot 0,5 = 175; \quad (23.3)$$

$$B^{125} = B^{1000} \cdot \mu^{125} = 350 \cdot 0,5 = 175; \quad (23.4)$$

$$B^{250} = B^{1000} \cdot \mu^{250} = 350 \cdot 0,55 = 192; \quad (23.5)$$

$$B^{500} = B^{1000} \cdot \mu^{500} = 350 \cdot 0,7 = 254; \quad (23.6)$$

$$B^{2000} = B^{1000} \cdot \mu^{2000} = 350 \cdot 1,6 = 560; \quad (23.7)$$

$$B^{4000} = B^{1000} \cdot \mu^{4000} = 350 \cdot 3 = 1050; \quad (23.8)$$

$$B^{8000} = B^{1000} \cdot \mu^{8000} = 350 \cdot 6 = 2100. \quad (23.9)$$

Таблица 23.1 – Результаты расчёта звукопоглощающего покрытия

Параметр	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постоянная помещения до акустической обработки B	175	175	192	254	350	560	1050	2100
Средний коэффициент звукопоглощения в помещении до акустической обработки α	0,060	0,060	0,066	0,085	0,113	0,170	0,278	0,444
Эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностями, не занятыми звукопоглощающей облицовкой $A_{\text{необл}}, \text{м}^2$	73,2	73,2	80,5	103,7	137,9	207,4	339,2	541,7
Реверберационный коэффициент звукопоглощения облицованных поверхностей $\alpha_{\text{обл}}$	0,05	0,32	0,76	1	0,95	0,9	0,98	0,95
Эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностями, занятыми звукопоглощающей облицовкой $A_{\text{обл}}, \text{м}^2$	75,3	481,6	1143,8	1505	1429,8	1354,5	1474,9	1429,8
Средний коэффициент звукопоглощения в помещении после акустической обработки α_1	0,05	0,20	0,45	0,59	0,58	0,57	0,67	0,72
Постоянная помещения после акустической обработки B_1	156,3	566,1	2226	3923,7	3732,6	3632,3	5497,3	7041
Уровни звукового давления в расчётной точке до акустической обработки L , дБ	85	88	90	88	85	81	77	66
Снижение уровня шума за счёт звукопоглощения ΔL , дБ	0	5,1	10,6	11,9	10,3	8,1	7,2	3,4
Уровни звукового давления в расчётной точке после акустической обработки L_1 , дБ	85	82,9	79,4	76,1	74,7	72,9	59,8	62,6
Допустимые уровни звукового давления в расчётной точке после акустической обработки $L_{\text{доп}}$, дБ	95	87	82	78	75	73	71	69

Занесём полученные данные в таблицу 23.1. После этого определим общую суммарную площадь ограждающих поверхностей помещения:

$$S_{\text{общ}} = 2 \cdot (A \cdot B + A \cdot H + B \cdot H) = 2 \cdot (55 \cdot 20 + 55 \cdot 3,5 + 20 \cdot 3,5) = 2725 \text{ м}^2. \quad (23.10)$$

По найденной постоянной помещения B для каждой октавной полосы вычисляем средний коэффициент звукопоглощения в помещении до его акустической обработки по формуле:

$$\alpha^i = \frac{B^i}{B^i + S_{\text{общ}}} \quad (23.11)$$

Занесём полученные данные в таблицу 23.1. Целесообразность применения звукопоглощающих облицовок в помещении для снижения уровня шума выявляют ориентировочно. Принято считать целесообразной акустическую обработку помещений в случаях, когда до её применения средний коэффициент звукопоглощения α в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц не превышает 0,25. Поскольку в нашем случае $\alpha^{1000} = 0,113$ считаем, что звукопоглощающая облицовка является целесообразной.

Для определения эффективности звукопоглощения необходимо найти предельный радиус. Предельным радиусом условно называют расстояние от источника шума, на котором уровень звукового давления отражённого звука равен уровню звукового давления прямого звука, излучаемого источником шума:

$$r_{\text{пр}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{B^{8000} \cdot 10^{0,1L_1}}{\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}}} \quad (23.12)$$

где B^{8000} — постоянная помещения на частоте 8000 Гц;

L_1 — уровень звуковой мощности i -го источника шума на частоте 8000 Гц;

n — количество источников шума.

В случае, когда источники шума одинаковы, то формула сильно упрощается:

$$r_{\text{пр}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{B^{8000}}{n}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{2100}{20}} = 2 \text{ м.} \quad (23.13)$$

Расчётная точка находится на расстоянии $r > r_{\text{пр}}$ ($5 > 2$) от ближайшего станка, т.е. в зоне отражённого поля. При этом эффективность звукопоглощения оказывается высокой.

Звукопоглощающие облицовки разместим на потолке и на стенах. Определим площади ограждения помещения, подлежащие облицовке (стены и потолок) и неподлежащие ей (пол, окна):

$$S_{\text{пот}} = S_{\text{пола}} = A \cdot B = 55 \cdot 20 = 1100 \text{ м}^2; \quad (23.14)$$

$$S_{\text{стен}} = 2 \cdot (A + B) \cdot H - S_{\text{окон}} = 2 \cdot (55 + 20) \cdot 3,5 - 120 = 405 \text{ м}^2; \quad (23.15)$$

$$S_{\text{обл}} = S_{\text{пот}} + S_{\text{стен}} = 1100 + 405 = 1505 \text{ м}^2; \quad (23.16)$$

$$S_{\text{необл}} = S_{\text{пола}} + S_{\text{окон}} = 1100 + 120 = 1220 \text{ м}^2. \quad (23.17)$$

Вычисляем эквивалентную площадь звукопоглощения поверхностями, занятыми звукопоглощающей облицовкой по формуле:

$$A_{\text{необл}}^i = \alpha^i \cdot S_{\text{необл}} \quad (23.18)$$

Подставляем значения в формулу и заносим полученные результаты в таблицу 23.1.

Анализ представленного в условии спектра звукового давления показывает, что конструкция звукопоглощающей облицовки должна иметь высокий коэффициент звукопоглощения в области частот 250 – 2000 Гц. Поэтому для облицовки цеха может быть выбрана, например, конструкция №25 из приложения 64. Согласно приложению 63 эта конструкция состоит из прошивных минераловатных матов. В качестве защитной оболочки применяется стеклоткань Э-0,1. В качестве перфорированного покрытия используется металлический лист, перфорация в «шахмат» 46 %, диаметр 6 мм, размер 500×1000 мм. Воздушный зазор отсутствует. Находим реверберационный коэффициент звукопоглощения α_1^i и заносим эти значения в таблицу 23.1.

Вычисляем эквивалентную площадь звукопоглощения поверхностями, занятыми звукопоглощающей облицовкой по формуле:

$$A_{обл}^i = \alpha_{обл}^i \cdot S_{обл}, \quad (23.19)$$

Подставляем значения в формулу и заносим полученные результаты в таблицу 23.1:

$$A_{обл}^{63} = \alpha_{обл}^{63} \cdot S_{обл} = 0,05 \cdot 1505 = 75,3 \text{ м}^2;$$

$$A_{обл}^{125} = \alpha_{обл}^{125} \cdot S_{обл} = 0,32 \cdot 1505 = 481,6 \text{ м}^2;$$

$$A_{обл}^{250} = \alpha_{обл}^{250} \cdot S_{обл} = 0,76 \cdot 1505 = 1143,8 \text{ м}^2;$$

$$A_{обл}^{500} = \alpha_{обл}^{500} \cdot S_{обл} = 1 \cdot 1505 = 1505 \text{ м}^2;$$

$$A_{обл}^{1000} = \alpha_{обл}^{1000} \cdot S_{обл} = 0,95 \cdot 1505 = 1429,8 \text{ м}^2;$$

$$A_{обл}^{2000} = \alpha_{обл}^{2000} \cdot S_{обл} = 0,9 \cdot 1505 = 1354,5 \text{ м}^2;$$

$$A_{обл}^{4000} = \alpha_{обл}^{4000} \cdot S_{обл} = 0,98 \cdot 1505 = 1474,9 \text{ м}^2;$$

$$A_{обл}^{8000} = \alpha_{обл}^{8000} \cdot S_{обл} = 0,95 \cdot 1505 = 1429,8 \text{ м}^2.$$

Находим средний коэффициент звукопоглощения в помещении после акустической обработки:

$$\alpha_1 = \frac{A_{необл}^i + A_{обл}^i}{S_{общ}}. \quad (23.20)$$

Подставляем значения в формулу и заносим полученные результаты в таблицу 23.1. После этого определяем постоянные помещения на стандартных частотах после акустической обработки по формуле:

$$B_1^i = \frac{A_{необл}^i + A_{обл}^i}{1 - \alpha_1^i}. \quad (23.21)$$

Подставляем значения в формулу:

$$B_1^{63} = \frac{A_{необл}^{63} + A_{обл}^{63}}{1 - \alpha_1^{63}} = \frac{73,2 + 75,3}{1 - 0,05} = 156,3;$$

$$B_1^{125} = \frac{A_{необл}^{125} + A_{обл}^{125}}{1 - \alpha_1^{125}} = \frac{73,2 + 481,6}{1 - 0,2} = 566,1;$$

$$\begin{aligned}
B_1^{250} &= \frac{A_{\text{необл}}^{250} + A_{\text{обл}}^{250}}{1 - \alpha_1^{250}} = \frac{80,5 + 1143,8}{1 - 0,45} = 2226; \\
B_1^{500} &= \frac{A_{\text{необл}}^{500} + A_{\text{обл}}^{500}}{1 - \alpha_1^{500}} = \frac{103,7 + 1505}{1 - 0,59} = 3923,7; \\
B_1^{1000} &= \frac{A_{\text{необл}}^{1000} + A_{\text{обл}}^{1000}}{1 - \alpha_1^{1000}} = \frac{137,9 + 1429,8}{1 - 0,58} = 3732,6; \\
B_1^{2000} &= \frac{A_{\text{необл}}^{2000} + A_{\text{обл}}^{2000}}{1 - \alpha_1^{2000}} = \frac{207,4 + 1354,5}{1 - 0,57} = 3632,3; \\
B_1^{4000} &= \frac{A_{\text{необл}}^{4000} + A_{\text{обл}}^{4000}}{1 - \alpha_1^{4000}} = \frac{339,2 + 1474,9}{1 - 0,67} = 5497,3; \\
B_1^{8000} &= \frac{A_{\text{необл}}^{8000} + A_{\text{обл}}^{8000}}{1 - \alpha_1^{8000}} = \frac{541,7 + 1429,8}{1 - 0,72} = 7041.
\end{aligned}$$

Вычисляем снижение уровня шума в расчётной точке по формуле:

$$\Delta L^i = 10 \cdot \lg \frac{B_1^i}{B^i}, \text{ дБ} \quad (23.22)$$

Подставляем значения в формулу и заносим полученные результаты в таблицу 23.1. Далее рассчитываем уровень шума в расчётной точке после акустической обработки по формуле:

$$L_1^i = L^i - \Delta L^i, \text{ дБ.} \quad (23.23)$$

Из приложения 57 находим допустимые уровни звукового давления и заносим их в таблицу 23.1, откуда определяем, что уровни звукового давления меньше нормированных значений, т.е. нам удалось добиться уменьшения шума до допустимых уровней рассмотренным методом.

Задача 24. Расчёт звукоизолирующей способности стены с проёмом

Определить среднюю звукоизолирующую способность стены с дверью на частоте 1000 Гц, если перегородка на этой частоте имеет звукоизолирующую способность $R_c = 40$ дБ, дверь — $R_0 = 25$ дБ, $S_n/S_{\text{общ}} = 10\%$. Определить, что является более целесообразным — повышение звукоизоляции глухой части стены или двери.

Решение. Звукоизолирующая способность сложных стен, имеющих дверные или оконные проёмы, зависит от звукоизоляции дверей и окон. Среднюю звукоизолирующую способность сложного ограждения определяют по формуле:

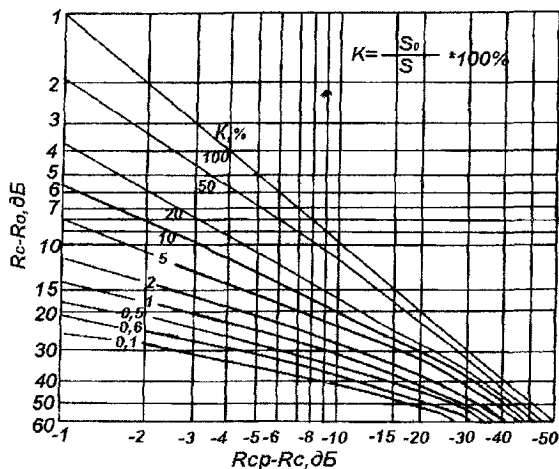
$$R = 10 \cdot \lg \frac{\sum_{k=1}^m S_k}{\sum_{k=1}^m S_k \cdot 10^{-0,1 \cdot R_k}} \quad (24.1)$$

где S_k — площадь отдельного элемента сложного ограждения (глухой части стены, окна или др.), м^2 .

R_k – звукоизолирующая способность этого элемента, дБ.

m – количество элементов.

В случаях, когда сложное ограждение состоит только из двух элементов (например, стена с дверью или окном), удобно пользоваться графиком (рис. 24.1):



R_c – звукоизолирующая способность глухой части стены, дБ;

R_o – звукоизолирующая способность для элемента (двери, окна или др.) с меньшей звукоизоляцией, дБ;

$k, \%$ – процент площади, занятой элементом с меньшей звукоизоляцией.

Рисунок 24.1. – Номограмма для определения средней звукоизолирующей способности ограждений неоднородной конструкции

Воспользуемся номограммой на рисунке 24.1. Находим разницу звукоизолирующей способности стены и двери:

$$R_c - R_o = 40 - 25 = 15 \text{ дБ.} \quad (24.2)$$

По номограмме находим при $k = S_c / S_{\text{общ}} = 10\%$:

$$R_{cp} - R_c \approx - 6,5 \text{ дБ.} \quad (24.3)$$

Находим R_{cp} :

$$R_{cp} = R_c - 6,5 = 40 - 6,5 = 33,5 \text{ дБ.} \quad (24.4)$$

Определим, что является более целесообразным для повышения звукоизоляции – увеличение звукоизоляции глухой части стены или двери. Увеличим звукоизоляцию глухой части на 10 дБ, т. е. $R_c = 50$ дБ. Тогда разница звукоизолирующей способности стены и двери составит:

$$R_c - R_o = 50 - 25 = 25 \text{ дБ.} \quad (24.5)$$

По номограмме находим:

$$R_{cp} - R_c \approx - 15 \text{ дБ.} \quad (24.6)$$

Находим R_{cp} :

$$R_{cp} = R_c - 15 = 50 - 15 = 35 \text{ дБ.} \quad (24.7)$$

Повысим звукоизоляцию двери на 10 дБ, сделав в стене двойную дверь. При этом разница звукоизолирующей способности стены и двери составит:

$$R_c - R_o = 40 - 35 = 5 \text{ дБ.} \quad (24.8)$$

По номограмме находим:

$$R_{cp} - R_c \approx -1 \text{ дБ.} \quad (24.9)$$

Находим R_{cp} :

$$R_{cp} = R_c - 15 = 40 - 1 = 39 \text{ дБ.} \quad (24.10)$$

Отсюда ясно, что для улучшения звукоизоляции стен с проёмами следует в первую очередь повышать звукоизоляцию дверей и окон.

Задача 25. Расчёт допустимого времени работ при электромагнитном излучении

В открытом распределительном устройстве, где расположена аппаратура с напряжением $U = 500 \text{ кВ}$, питающаяся переменным током промышленной частоты 50 Гц предстоит плановая работа на ряде участков с повышенной напряженностью электрического поля. Работа будет проводиться без применения защитных средств - экранирующих костюмов, экранов.

Продолжительность работы составляет на участке А, где напряженность электрического поля $E_A = 10 \text{ кВ/м}$ $t_{EA} = 60$ минут; на участке В, где напряженность электрического поля $E_B = 8 \text{ кВ/м}$ $t_{EB} = 90$ минут. Определить фактическое время выполнения работ t_{EC} для третьего участка С, где напряженность электрического поля $E_C = 6 \text{ кВ/м}$, а также общее время выполнения работ.

Решение. В рабочей зоне, характеризующейся различными значениями напряженности электрического поля, пребывание персонала ограничивается предельным временем, $T_{пред}$:

$$T_{пред} = 8 \cdot \left(\frac{t_{E_1}}{T_{E_1}} + \frac{t_{E_2}}{T_{E_2}} + \dots + \frac{t_{E_n}}{T_{E_n}} \right), \quad (25.1)$$

где $t_{E_1, \dots}$ и $T_{E_1, \dots}$ - фактическое и допустимое время (в часах) пребывания персонала в конкретных зонах с напряженностью поля - $E_1, \dots, E_n$.

Допустимое время T_E (измеряемое в часах) пребывания персонала в зонах с напряженностью поля E (измеряемого в кВ/м) определяется по формуле (приложение 70):

$$T_E = \frac{50}{E} - 2. \quad (25.2)$$

Тогда из формулы 25.2 определим допустимое время пребывания персонала в зонах А, В, С:

$$T_{EA} = \frac{50}{10} - 2 = 3 \text{ часа;}$$

$$T_{EB} = \frac{50}{8} - 2 = 4,25 \text{ часа;}$$

$$T_{EC} = \frac{50}{6} - 2 = 6,33 \text{ часа.}$$

Подставив полученные значения в формулу 25.1 и считая, что $T_{пред}$ не должно превышать 8 часов (т.е. $T_{пред} = 8$ часов), находим, что искомое фактическое время пребывания персонала в зоне С составляет:

$$8 = 8 \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{1,5}{4,25} + \frac{t_{E-C}}{6,33} \right)$$

или $t_{E-C} = 2$ часа.

Таким образом время работы на участке С не должно превышать 2 часа, а общее время работы на всех трех участках не должно превышать:

$$t_{общ} = t_{E-C} + t_{E-C} + t_{E-C} = 1 + 1,5 + 2 = 4,5 \text{ часа.}$$

Задача 26. Расчёт минимального расстояния до источника ЭМИ

В промышленности применяются электротермические радиочастотные установки с машинными генераторами для нагрева и плавки металлов, в которых происходит преобразование частоты тока с 50 Гц на 2500 Гц или 8000 Гц, с выходной мощностью от 50 до 500 кВт, а также установки для индукционного и диэлектрического нагрева (приложение 66).

При работе электротермических радиочастотных установок вблизи них создаются электрические поля с напряженностью 10 – 1000 В/м.

Рассмотрим установку индукционного нагрева для закалки, пайки или обработки давлением. Согласно результатам измерений напряженность электрического поля на расстоянии $r_1 = 0,3$ м от рабочего индуктора электротермической установки составляет $E_1 = 90$ В/м. Рабочая частота установки $f = 250$ кГц. По условиям производства установку нужно оборудовать дисковым питателем для подачи заготовок в зону нагрева индуктора. Требуется вычислить минимальный диаметр диска, при котором рабочий, устанавливающий заготовку в гнездо на дальней от индуктора стороне диска, оказывается в электрическом поле с напряженностью не более предельно-допустимой.

Решение. При $f = 250$ кГц длина волны излучения определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{250 \cdot 10^3} = 1200 \text{ м,} \quad (26.1)$$

где c – скорость света, м/с (приложение 80).

Размер ближней зоны излучателя (индуктора), $r_{бл.з.}$, определяется по формуле:

$$r_{бл.з.} < \frac{\lambda}{2 \cdot \pi}. \quad (26.2)$$

Тогда для границы ближней зоны (примерно 10%) получим:

$$r_{бл.з.} \approx \frac{0,1 \cdot \lambda}{2 \cdot \pi} = \frac{0,1 \cdot 1200}{2 \cdot 3,14} = 19,1 \text{ м.} \quad (26.3)$$

Ближняя зона излучения значительно больше протяженности рабочей зоны около установки. Следовательно, рабочая зона находится в ближней зоне излучения индуктора.

В ближней зоне излучения электрическая составляющая электромагнитного поля определяется по формуле:

$$E = \frac{I \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot \omega \cdot r^3} \quad (26.4)$$

где I – ток в проводнике (индукторе);

L – длина проводника;

ϵ – диэлектрическая проницаемость среды;

ω – круговая частота электромагнитного поля;

r – расстояние от проводника (индуктора).

Запишем формулу 26.4 для значений напряженности поля, E_1 , измеренных на расстоянии $r_1 = 0,3$ м от индуктора и для допустимого значения напряженности поля, $E_{\text{доп}}$, которое соответствует расстоянию от индуктора – $r_{\text{доп}}$:

$$E_1 = \frac{I \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot \omega \cdot r_1^3} \quad (26.5)$$

$$E_{\text{доп}} = \frac{I \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot \omega \cdot r_{\text{доп}}^3} \quad (26.6)$$

Разделив выражение 26.5 на 26.6, получим:

$$\frac{E_1}{E_{\text{доп}}} = \frac{r_{\text{доп}}^3}{r_1^3} \quad (26.7)$$

откуда получаем формулу для определения $r_{\text{доп}}$:

$$r_{\text{доп}} = r_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_{\text{доп}}}} \quad (26.8)$$

По приложению 72 принимаем в качестве допустимого электрического поля для 5 диапазона электромагнитных волн (30 – 300 кГц) $E_{\text{доп}} = 25$ В/м. Подставляем значения в формулу:

$$r_{\text{доп}} = 0,3 \cdot \sqrt[3]{\frac{90}{25}} = 0,46 \text{ м.}$$

Следовательно, минимальный диаметр диска для подачи заготовок в зону индуктора должен составлять 46 см.

Задача 27. Расчёт экрана для защиты от ЭМИ

Измерения показали, что рабочий конденсатор установки диэлектрического нагрева создает вокруг себя электрическое поле, напряжённость которого на рабочем месте на расстоянии от конденсатора $r = 0,3$ м равна $E_1 = 45$ В/м. Рабочая частота установки равна $f = 3,5 \cdot 10^7$ Гц. Толщина конденсатора $d = 5$ см; размеры пластин: ширина – $b = 15$ см, длина – $c = 40$ см. Определить длину и ширину прямоугольного трубчатого экрана для конденсатора, при которых напряженность поля не превышает допустимой величины (рис. 27.1).

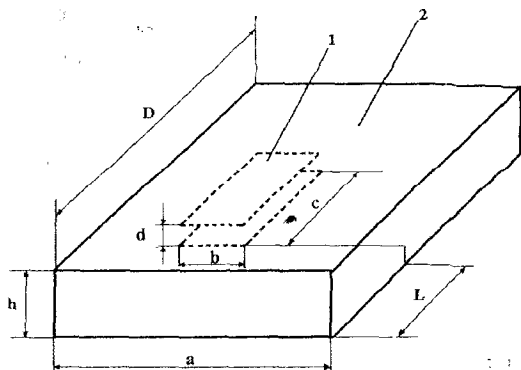


Рисунок 27.1. — Конденсатор установки диэлектрического нагрева (1) с прямоугольным трубчатым экраном (2).

Решение. По приложению 72 для частот 30 – 300 МГц предельно допустимый уровень напряженности электрического поля составляет $E_{\text{доп}} = 3 \text{ В/м}$. При этом необходимо обеспечить эффективность экранирования, Θ , равную:

$$\Theta = \frac{E_1}{E_{\text{доп}}} \quad (27.1)$$

Эффективность экранирования конденсатора прямоугольной полый трубой вычисляется по формуле:

$$\Theta = e^{\frac{\pi \cdot L}{a}}, \quad (27.2)$$

где L – расстояние от концов пластин конденсатора до концов трубы;
 a – ширина трубы.

Эту же формулу можно записать иначе:

$$L = \frac{a \cdot \ln \Theta}{\pi} \quad (27.3)$$

Используя формулы 27.1 и 27.3, получим:

$$L = \frac{a \cdot \ln(E_1/E_{\text{доп}})}{\pi} = \frac{a \cdot \ln(45/3)}{3,14} = 0,86 \cdot a \quad (27.4)$$

Ширина трубы, a , должна быть не менее тройной ширины конденсатора: $a \geq 3 \cdot b$, откуда $a_{\text{мин}} = 3 \cdot 15 = 45 \text{ см}$.

Высота трубы, h , должна быть не менее тройной высоты конденсатора: $h \geq 3 \cdot d$, откуда $h_{\text{мин}} = 3 \cdot 5 = 15 \text{ см}$.

Согласно выражению 27.4 расстояние от концов пластин конденсатора до концов трубы, L , должно быть не менее $0,7a$, т. е.:

$$L_{\text{мин}} = 0,86 \cdot 45 = 38,7 \text{ см}.$$

При этом общая длина трубы будет составлять:

$$D = 2 \cdot L_{\text{мин}} + c = 2 \cdot 38,7 + 40 = 117,4 \text{ см}.$$

Таким образом, минимальные размеры трубы-экрана равны: $118 \times 45 \times 15 \text{ см}$.

Задача 28. Расчёт кожуха для защиты от ЭМИ

В лабораторном помещении предполагается смонтировать установку для определения частоты электромагнитных колебаний, которые генерируются проверяемыми передатчиками.

Средняя мощность излучения передатчика $P = 40$ Вт в диапазоне длин волн $\lambda \approx 3$ см (частоты электромагнитных волн $f \approx 10^{10}$ Гц), коэффициент усиления антенны $G = 1000$. В процессе проверки главный максимум излучения может быть длительно направлен на отдельные рабочие места, расположенные на расстоянии 2 м и более. Для защиты персонала в помещении должно быть оборудовано ограждение радионепроницаемым кожухом с поглощающим покрытием облучаемых участков. Определить минимальную толщину листа из алюминиевого сплава, при которой проникающее через кожух излучение по интенсивности не превышает допустимое при полной рабочей смене. Вычислить размеры квадратного патрубка с квадратными сотами для вентиляции во внутриэкранном пространстве. Подобрать соответствующий поглощающий материал.

Решение. Найдём предельно-допустимую плотность потока энергии. Для частот диапазона 300 МГц – 300 ГГц по приложению 68 она составляет:

$$W_{\text{доп}} = 0,25 \text{ Вт/м}^2 = 25 \text{ мкВт/см}^2.$$

Рассчитаем максимальную плотность потока мощности $W_{\text{макс}}$ на расстоянии $r = 2$ м от антенны по формуле:

$$W_{\text{макс}} = \frac{P \cdot G}{4 \cdot \pi \cdot r^2} = \frac{40 \cdot 1000}{4 \cdot 3,14 \cdot 2^2} \approx 800 \text{ Вт/м}^2 = 80000 \text{ мкВт/см}^2. \quad (28.1)$$

Необходимое ослабление радиоволн, L_1 , в децибелах рассчитывается по формуле:

$$L_1 = 10 \cdot \lg \frac{W_{\text{макс}}}{W_{\text{доп}}} = 10 \cdot \lg \frac{80000}{25} = 35 \text{ дБ}. \quad (28.2)$$

Далее определим толщину металлического листа, обеспечивающего данное ослабление по формуле:

$$\delta = \frac{|L_1|}{15,4 \cdot \sqrt{f \cdot \mu \cdot \sigma}}. \quad (28.3)$$

Для алюминиевого экрана по приложению 81 магнитная проницаемость μ равна:

$$\mu = \mu \cdot \mu_0 = 1,000023 \cdot 1,26 \cdot 10^{-6} = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}, \quad (28.4)$$

где μ_0 – магнитная проницаемость вакуума (приложение 80).

Проводимость экрана по приложению 81 $\sigma = 3,82 \cdot 10^7$ См/м. Подставив в формулу 28.3 требуемые значения, получим:

$$\delta = \frac{35}{15,4 \cdot \sqrt{10^{10} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-7} \cdot 3,82 \cdot 10^7}} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ м}.$$

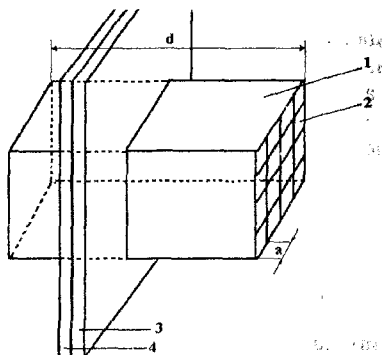
Поскольку экран такой толщины был бы непрочен и неудобен в пользовании, то выбираем конструктивно более подходящий лист толщиной 0,3 – 0,5 мм.

Далее выбираем конструкцию вентиляционного патрубка. Для частот 1000 – 10000 МГц рекомендованы следующие поперечные размеры «а» предельных волноводов, обеспечивающих эффективное затухание электромагнитных волн:

$$a \leq \frac{\lambda}{3,5} = \frac{3}{3,5} = 0,86 \text{ см.} \quad (28.5)$$

Принимаем для дальнейших расчётов $a = 0,8 \text{ см.}$

Для обеспечения лучшей эффективности экранирования электромагнитных волн патрубок изготавливаем в сотовом исполнении (рис 28.1). Выбираем число сот $n = 16$.



1 – сотовая конструкция вентиляционного патрубка;

2 – одиночный патрубок;

3 – поглощающее покрытие ХВ-3 или В2Ф3;

4 – алюминиевый экранирующий лист.

Рисунок 28.1 – Фрагмент конструкции защитного кожуха с вентиляционным патрубком и поглощающим покрытием

Тогда дополнительное ослабление, $L_{\text{д}}$, создаваемое сотовой конструкцией по сравнению с одиночной трубкой, можно рассчитать по формуле:

$$L_{\text{д}} = 20 \cdot \lg \sqrt{n} = 20 \cdot \lg \sqrt{16} = 12 \text{ дБ.} \quad (28.6)$$

Следовательно, основное ослабление, $L_{\text{осн}}$, обеспечиваемое одиночным патрубком, должно быть не менее:

$$L_{\text{осн}} = L_1 - L_{\text{д}} = 35 - 12 = 23 \text{ дБ.} \quad (28.7)$$

Для определения искомой длины патрубка учтем, что удельное ослабление τ , в частотном диапазоне $f = 1000 - 10000 \text{ МГц}$ для патрубков квадратного и прямоугольного сечения определяется по формуле:

$$\tau = \frac{21,5}{a}. \quad (28.8)$$

Тогда, подставив в формулу 28.8 значение $a = 0,8$ см, получим величину удельного ослабления электромагнитных волн в одиночном патрубке:

$$\tau = \frac{21,8}{0,8} = 26,9 \text{ дБ/см.}$$

Длину патрубка, d , определим по формуле:

$$d = \frac{L_{\text{очн.}}}{\tau} \quad (28.9)$$

Откуда окончательно получим:

$$d = \frac{23}{26,9} = 0,86.$$

Дополнительно, для снижения отраженной составляющей электромагнитных волн в помещении, на внешней части защитного кожуха используем поглощающее покрытие из материала марок: ХВ-3 (магнитодиэлектрические пластины толщиной 1-3 мм) или В2Ф3 (резиновые коврики, толщиной 11-14 мм с шипами), которое обеспечивает поглощение 98% падающего электромагнитного излучения с длиной волны $\lambda \approx 3$ см.

Задача 29. Определение расстояния, на котором не требуется экранирования от ЭМИ

Вблизи мощного радиопередающего устройства, работающего в непрерывном режиме, необходимо провести работы, связанные с прокладкой силового кабеля. Определить расстояние, на котором не требуется экранирования работающих людей от излучателя электромагнитного поля. В качестве излучателя используется антенна с эффективной площадью $S_{\text{эф.}} = 0,8 \text{ м}^2$. Мощность передатчика $P = 1,5$ кВт; рабочая частота — $f = 2$ ГГц. Время выполнения работ принять равным 8 часам. Коэффициент направленного действия антенны $K = 6$.

Решение. Определим длину излучаемой электромагнитной волны по формуле:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad (29.1)$$

где c — скорость света в вакууме ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с по приложению 80).

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^9} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

Рассчитаем коэффициент усиления антенны по формуле:

$$G = \frac{K \cdot S_{\text{эф.}}}{\lambda^2} = \frac{6 \cdot 0,8}{(15 \cdot 10^{-2})^2} = 213. \quad (29.2)$$

Плотность потока энергии в дальней зоне излучателя, W , в точке, удаленной от него на расстоянии r , определяется по формуле:

$$W = \frac{P \cdot G}{4 \cdot \pi \cdot r^2}. \quad (29.3)$$

Для того, чтобы не требовалось прибегать к экранированию от излучения, величина W в данной точке не должна превышать предельного значения плотности потока энергии, равного для диапазона частот 300 МГц – 300 ГГц (при 8-и часовом рабочем дне в условиях воздействия электромагнитного поля) : $W_{\text{пред.}} = 0,25 \text{ Вт/м}^2$ (приложение 68).

Из формулы 29.3 получаем выражение для минимального расстояния, на котором не нужно прибегать к экранированию:

$$r_{\text{min}} = \sqrt{\frac{P \cdot G}{4 \cdot \pi \cdot W_{\text{пред.}}}} = \sqrt{\frac{1500 \cdot 213}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,25}} = 319 \text{ м.} \quad (29.4)$$

Следовательно, на удалении свыше 319 м от передатчика можно выполнять работы в течение 8-и часового рабочего дня, не прибегая к экранированию.

Задача 30. Подбор металлической сетки для защиты от излучения РЛС

Метеорологическая радиолокационная станция, работающая на длине волны $\lambda = 10 \text{ см}$ (частота излучения $f = 3 \text{ ГГц}$), имеет следующие характеристики излучения: импульсная мощность излучения $P_{\text{и}} = 500 \text{ кВт}$, длительность импульса $\tau = 2,5 \text{ мкс}$, частота повторения импульсов $F = 400 \text{ Гц}$. Отражатель антенны параболический с максимальным размером по вертикали $2R = 3 \text{ м}$. Коэффициент усиления антенны $G = 20000$, ширина диаграммы направленности по половинной мощности в вертикальной плоскости равна $\theta_{0,5\text{верт}} = 4^\circ$. Центр антенны находится на высоте $h_A = 3 \text{ м}$ от земли. При наибольшем наклоне антенны к земле главный максимум ее излучения находится под углом места $\alpha = +0,5^\circ$.

Площадка вокруг радиолокационной станции имеет травяной покров высотой 10 см. На расстоянии $r = 400 \text{ м}$ от станции располагается двухэтажное служебное здание длиной 30 м, высота его стен 5 м, главный фасад обращен к станции. Местность, где расположена станция, на $\Delta H = 2 \text{ м}$ выше местности в районе здания. Определить плотность потока мощности в главном максимуме излучения $W_{\text{макс.}}$ на расстоянии 400 м от станции, а также плотности потока мощности на уровне рабочих мест у окон в помещениях первого и второго этажей, т. е. при $h_1 = 1,5 \text{ м}$ и $h_2 = 4 \text{ м}$.

В случае превышения расчётной плотности потока мощности допустимых норм необходимо подобрать по шагу и диаметру проволоки металлическую сетку, защищающую служебное здание от излучения РЛС.

Решение. 1. Средняя от времени мощность излучения вычисляется по формуле:

$$P = P_{\text{и}} \cdot \tau \cdot F = 500000 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot 400 = 500 \text{ Вт.} \quad (30.1)$$

Максимальная плотность потока излучения на расстоянии r от станции вычисляется по формуле:

$$W_{\text{макс}} = \frac{P \cdot G}{4 \cdot \pi \cdot r^2}. \quad (30.2)$$

Тогда для $r = 400$ м получим:

$$W_{\text{макс}} = \frac{500 \cdot 20000}{4 \cdot 3,14 \cdot 400^2} \approx 5 \text{ Вт/м}^2 = 500 \text{ мкВт/см}^2.$$

2. Линейная ширина главного луча антенны в вертикальной плоскости на расстоянии r от станции вычисляется по формуле:

$$q = 0,035 \cdot r \cdot \theta_{0,5\text{верт}} = 0,035 \cdot 400 \cdot 4 = 56 \text{ м.} \quad (30.3)$$

Определим максимальное превышение антенны станции над рабочими местами на первом этаже согласно формуле:

$$\Delta h = h_A - h_B + H_A, \quad (30.4)$$

где h_A — расположение центра антенны от поверхности земли ($h_A = 3$ м);

$H_A = \Delta H$ — превышение местности в районе антенны над местностью в районе здания ($H_A = 2$ м);

h_B — расположение точки приема излучения от поверхности земли ($h_B = h_1 = 1,5$ м для первого этажа здания и $h_B = h_2 = 4$ м).

Тогда величина Δh для первого и второго этажа здания равны соответственно:

$$\Delta h_1 = 3 - 1,5 + 2 = 3,5 \text{ м;}$$

$$\Delta h_2 = 3 - 4 + 2 = 1 \text{ м.}$$

Рассчитаем для удаления от антенны равного $r = 400$ м расстояние по вертикали между осью главного луча антенны и контрольными точками на первом и втором этажах, соответственно, по формуле:

$$a = \Delta h + 0,0175 \cdot r \cdot \alpha, \quad (30.5)$$

где $\alpha = +0,5^\circ$ — угол места главного максимума излучения антенны.

Тогда для первого и второго этажей служебного здания получим по формуле 30.5 соответственно:

$$a_1 = 3,5 + 0,0175 \cdot 400 \cdot 0,5 = 7 \text{ м;}$$

$$a_2 = 1 + 0,0175 \cdot 400 \cdot 0,5 = 4,5 \text{ м.}$$

Определим угловое направление, θ (в градусах), от главного максимума излучения антенны на контрольные точки на первом и втором этажах здания, соответственно, по формуле:

$$\theta = \frac{a}{0,0175 \cdot r} \quad (30.6)$$

Подставив в уравнение 30.6 значения для a и r , получим угловые отклонения от главного максимума излучения антенны на контрольные точки на первом и втором этажах здания:

$$\theta = \frac{a_1}{0,0175 \cdot r} = \frac{7}{0,0175 \cdot 400} = 1^\circ;$$

$$\theta = \frac{a_2}{0,0175 \cdot r} = \frac{4,5}{0,0175 \cdot 400} = 0,64^\circ.$$

Для определения интенсивности излучения W_p в расчётных точках учтем, что данная величина определяется формулой:

$$W_p = W_{\text{макс}} \cdot U(\theta), \quad (30.7)$$

где $U(\theta)$ – направленность излучения антенны, характеризующая отношение интенсивности излучения в точке приёма, расположенной под углом θ к оси главного луча, к интенсивности на его оси.

Для антенн радиолокационных станций зеркального типа с параболическими отражателями функция $U(\theta)$ имеет следующий вид:

$$U(\theta) = 4 \cdot \left[\frac{J_1(k \cdot R \cdot \sin \theta)}{k \cdot R \cdot \sin \theta} \right]^2, \quad (30.8)$$

где J_1 – функция Бесселя 1-го порядка;

k – волновое число;

R – половина размера раскрыва антенны, для кругового раскрыва – его радиус.

Найдём волновое число по формуле:

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} = \frac{2 \cdot 3,14}{0,1} = 63, \quad (30.9)$$

где λ – длина электромагнитной волны, излучаемой станцией, м.

Посчитаем значения величины $k \cdot R \cdot \sin \theta$ для контрольных точек 1-го и 2-го этажей здания, соответственно:

$$k \cdot R \cdot \sin \theta_1 = 63 \cdot 1,5 \cdot \sin 1^\circ = 1,6;$$

$$k \cdot R \cdot \sin \theta_2 = 63 \cdot 1,5 \cdot \sin 0,64^\circ = 1,1.$$

По приложению 75 определяем величины функции $U(\theta)$ для указанных значений параметра $k \cdot R \cdot \sin \theta$ в контрольных точках 1-го и 2-го этажей здания, соответственно:

$$U_1(\theta) = 0,507;$$

$$U_2(\theta) = 0,732.$$

Подставляя полученные значения $U_1(\theta)$ и $U_2(\theta)$ в формулу (30.7) получим интенсивность излучения, W_p , в расчётных точках первого и второго этажей здания:

$$W_{p1} = W_{\text{макс}} \cdot U_1(\theta) = 500 \cdot 0,507 = 254 \text{ мкВт/см}^2;$$

$$W_{p2} = W_{\text{макс}} \cdot U_2(\theta) = 500 \cdot 0,732 = 366 \text{ мкВт/см}^2.$$

Поскольку по приложению 73 для метеорологических РЛС с длиной волны $10,0 \pm 1,50$ см плотность потока энергии электромагнитного излучения в единицу времени не должна превышать величину 20 мкВт/см^2 , то делаем вывод о том, что и на первом и на втором этажах здания расчётная интенсивность электромагнитного излучения превышает допустимую интенсивность.

3. Поскольку наибольшая интенсивность излучения выявлена на рабочих местах у окон второго этажа здания ($W_{p2} = 366 \text{ мкВт/см}^2$), то примем эту интенсивность в качестве максимальной ($W_{\text{макс}}$) при облучении персонала.

Рассчитаем необходимое ослабление электромагнитного излучения, L_1 (в децибелах) по формуле:

$$L_1 = 10 \cdot \lg \frac{W_{\max}}{W_{\text{дон}}} = 10 \cdot \lg \frac{366}{20} = 12,62 \text{ дБ.} \quad (30.10)$$

Следовательно, необходимо ослабить излучение, по крайней мере, на 12,62 дБ. По приложению 77 предварительно подбираем стальную тканую сетку ГОСТ 3826-47 № 8, шаг сетки — $d = 8,7$ мм, радиус проволоки — $r_0 = 0,35$ мм.

Проверяем экранирующую способность данной сетки. Для этого учтём, что ослабление излучения сетками при линейной поляризации волн определяется формулой:

$$L_2 = 10 \cdot \lg \frac{4 \cdot \left(\frac{d}{\lambda} \cdot \ln \frac{d}{2 \cdot \pi \cdot r_0} \right)^2}{1 + 4 \cdot \left(\frac{d}{\lambda} \cdot \ln \frac{d}{2 \cdot \pi \cdot r_0} \right)^2}, \quad (30.11)$$

где d — шаг сетки, м;

r_0 — радиус проволоки, м;

λ — длина волны излучения, м.

Подставляя исходные величины для данной сетки в формулу 30.11:

$$L_2 = 10 \cdot \lg \frac{4 \cdot \left(\frac{8,7 \cdot 10^{-3}}{0,1} \cdot \ln \frac{8,7 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3}} \right)^2}{1 + 4 \cdot \left(\frac{8,7 \cdot 10^{-3}}{0,1} \cdot \ln \frac{8,7 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3}} \right)^2} = 12,66 \text{ дБ.}$$

Получаем, что обеспечиваемое сеткой ослабление электромагнитного излучения вполне достаточное ($L_2 > L_1$).

Следовательно, для защиты здания устанавливаем между радиолокационной станцией и зданием экран (на удалении 10-15 метров от здания), выполненный из сетки ГОСТ 3826-47 № 8 (шаг сетки — 8,7 мм, диаметр проволоки — 0,7 мм). Длина экрана не менее 30 м (по длине здания), высота — не менее 5 м (по высоте здания). Центр экрана должен быть на линии: ось антенны — центр стены здания, обращенной к станции.

Задача 31. Расчёт экспозиционной дозы рентгеновского излучения

Рассчитать мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения на расстоянии 30 см от анода клистрона, работающего в импульсном режиме. Установка относится ко II группе источников рентгеновского излучения (приложение 83). Анодное напряжение в импульсе — $U = 100$ кВ, анодный ток в импульсе — $I = 20$ А, скважность (отношение периода повторения импульсов к длительности импульса) $Q = 1500$. Анод медный, массивный. Корпус клистрона ослабляет излучение в $L = 30$ раз.

Решение. Находим коэффициент k_1 , характеризующий вероятность торможения электронов в электрическом поле ядра ($k_1 = 3 \cdot 10^{-6} \div 10^{-7}$). Принимаем $k_1 = 10^{-7}$.

Находим коэффициент k_2 , учитывающий изменение электрического поля во времени - $k_2=1$ при $U = \text{const}$ и $k_2 < 1$, когда U изменяется во времени. При пульсирующем напряжении: $k_2 \approx Q^{-3/2}$, где Q - скважность:

$$k_2 = 1500^{-3/2} = 1,72 \cdot 10^{-5}.$$

Мощность нефльтрованного рентгеновского излучения определим по формуле:

$$P = k_1 \cdot k_2 \cdot U^n \cdot I \cdot Z, \quad (31.1)$$

где U - анодное напряжение, кВ;

$n = 1,72-2$ - коэффициент;

I - анодный ток, мА;

Z - атомный (порядковый) номер химического элемента материала анода.

Подставляя в формулу 31.1 требуемые величины, выбирая значения для $Z_{\text{меди}} = 29$ (приложение 78), $n = 1,75$, получим:

$$P = 10^{-7} \cdot 1,72 \cdot 10^{-5} \cdot 100^{1,75} \cdot 20000 \cdot 29 = 32 \cdot 10^{-4} \text{ Вт.}$$

Мощность фильтрованного корпусом клистрона излучения будет составлять:

$$P_{\Phi} = \frac{P}{L} = \frac{32 \cdot 10^{-4}}{30} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ Вт.} \quad (31.2)$$

Интенсивность излучения, W , на расстоянии, r , от анода до рассматриваемой точки рабочего пространства определяется выражением:

$$W = \frac{P}{4 \cdot \pi \cdot r^2}. \quad (31.3)$$

Тогда, подставляя в 31.3 значение P_{Φ} , получим для интенсивности излучения на расстоянии 30 см от поверхности анода значение:

$$W = \frac{1,1 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,3^2} \approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ Вт/м}^2 = 1 \text{ Вт/см}^2.$$

Мощность экспозиционной дозы определяется по формуле:

$$W_{\text{эсп}} = \frac{\mu_a \cdot W}{0,114}, \text{ Р/с,} \quad (31.4)$$

где μ_a - коэффициент истинного поглощения (для воздуха) рентгеновского излучения при максимальном значении пульсирующего напряжения в 100 кВ ($h_{\nu \text{ макс}} = 100 \text{ кэВ} = 0,1 \text{ МэВ}$).

Из приложения 80 находим, что $\mu_a = 3 \cdot 10^{-5}$.

Тогда из формулы (4) для $W_{\text{эсп}}$ получим:

$$W_{\text{эсп}} = \frac{3 \cdot 10^{-5} \cdot 1}{0,114} = 2,63 \cdot 10^{-4} \text{ (Р/с)} = 263 \cdot (\text{мкР/с}).$$

Вывод: полученное значение мощности дозы во много раз превышает допустимое для установок II группы значение, равное 0,08 мкР/с.

Задача 32. Определение толщины свинцового экрана для защиты от рентгеновского излучения

Определить толщину свинцового экрана для защиты от рентгеновского излучения, излучаемого клистроном, рассмотренным в задаче 31. Рассчитанная величина мощности экспозиционной дозы неэкранированного клистрона $W_{\text{экс.}} = 263 \cdot \text{мкР/с}$.

Решение. Поскольку мощность экспозиционной дозы вблизи защитного экрана не должна превышать $W_{\text{доп}} = 0,08 \text{ мкР/с}$, определим кратность ослабления излучения по формуле:

$$k = \frac{W_{\text{экс.}}}{W_{\text{доп}}} = \frac{263}{0,08} = 3287,5. \quad (32.1)$$

Из приложения 84 находим, что толщина экрана из свинца для $k = 5000$ и $U = 100 \text{ кВ}$ равна 3,2 мм.

Задача 33. Определение мощности лазерного излучения на рабочих местах

В помещении производятся работы с лазерной установкой непрерывного действия, рабочим веществом которой является кристалл рубина. Мощность излучения $P = 0,01 \text{ Вт}$; угол расходимости луча $\alpha = 0,6^\circ$. Луч направляется на металлическую мишень, расположенную на стене на расстоянии $r = 3 \text{ м}$ от лазера. Определить среднюю плотность потока мощности прямого излучения, падающего на мишень, $W_{\text{мощ.}}$, и отраженного излучения, $W_{\text{отр.}}$, достигающего рабочих мест около установки на расстоянии 3 м от стены. Коэффициент отражения от стен, потолков и предметов в помещении $\rho = 0,4$.

Решение Определим среднюю плотность потока мощности, падающего на мишень – $W_{\text{миш.}}$. Плотность потока мощности в дальней зоне излучателя, W , в точке, удаленной от него на расстоянии r , определяется по формуле 33.1:

$$W = \frac{P \cdot G}{4 \cdot \pi \cdot r^2}, \quad (33.1)$$

где G – коэффициент усиления лазера.

Для определения коэффициента усиления G учтём, что потери мощности на пути излучения до выхода из кристалла невелики. Тогда примем за коэффициент усиления на выходе лазера его коэффициент направленного действия, K :

$$G \approx K. \quad (33.2)$$

Коэффициент K можно определить как отношение площади всей сферы, $S_{\text{сферы}}$, ($S_{\text{сферы}} = 4 \cdot \pi \cdot r^2$) к площади ее поверхности, S , освещаемой лучом лазера, который исходит из центра сферы:

$$K = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^2}{S}. \quad (33.3)$$

Площадь освещаемого пятна на мишени есть площадь круга S , за диаметр которого, d , благодаря малой величине угла расходимости можно принять катет

прямоугольного треугольника, две другие стороны которого соединяются с центром сферы и являются ее радиусами (рис 33.1).

Тогда величина d определяется по формуле:

$$d = r \cdot \sin 0,6^\circ = 0,01047 \cdot r. \quad (33.4)$$

Следовательно, площадь поверхности мишени, S , освещаемая лучом лазера, составит:

$$S = \pi \cdot \frac{d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,01047 \cdot r)^2}{4} = 8,6 \cdot 10^{-5} \cdot r^2. \quad (33.5)$$

Подставив значение S в формулу 33.3 получим для K :

$$K = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^2}{S} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot r^2}{8,6 \cdot 10^{-5} \cdot r^2} = 1,46 \cdot 10^5. \quad (33.6)$$

Тогда с учетом выражения 33.2 найдем искомое значение средней плотности потока мощности, падающего на мишень $W_{\text{миш}}$ по формуле 33.1:

$$W_{\text{иес}} = \frac{0,01 \cdot 1,46 \cdot 10^5}{4 \cdot 3,14 \cdot 9} = 12,9 \text{ Вт/м}^2 = 1290 \text{ мкВт/см}^2.$$

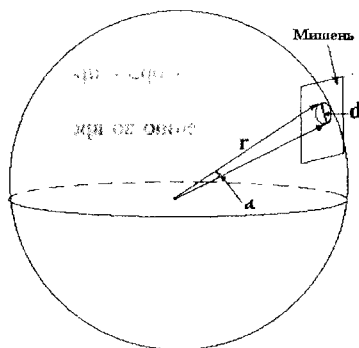


Рисунок 33.1 — Формирование освещаемого пятна на мишени от излучателя, расположенного в центре сферы:

α — угол расходимости луча;

r — расстояние до мишени;

d — диаметр освещаемого пятна на мишени.

Для вычисления интенсивности отраженного излучения $W_{\text{отр}}$ воспользуемся формулой:

$$W_{\text{отр}} = \frac{P \cdot G \cdot \sigma}{16 \cdot \pi^2 \cdot r^4}, \quad (33.7)$$

где σ — эквивалентная площадь плоской, диффузно отражающей преграды

Значение σ определяем из выражения:

$$\sigma = \rho \cdot S_{\text{прегр.}}. \quad (33.8)$$

где ρ — коэффициент отражения данного излучения от преграды,

$S_{\text{прегр}}$ – площадь облучаемой поверхности преграды в проекции, перпендикулярной прямому лучу лазера.

Считая, что мишень перпендикулярна прямому лучу, из выражения 33.5 получим:

$$S_{\text{прегр}} = S = 8,6 \cdot 10^{-5} \cdot 3^2 = 7,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Определяем значение σ по формуле 33.8:

$$\sigma = 0,4 \cdot 7,7 \cdot 10^{-4} = 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Определяем значение $W_{\text{отр}}$ по формуле 33.7:

$$W_{\text{отр}} = \frac{0,01 \cdot 1,46 \cdot 10^5 \cdot 3,1 \cdot 10^{-4}}{16 \cdot 3,14^2 \cdot 3^4} = 3,54 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^2 = 0,00354 \text{ мкВт/см}^2.$$

По приложению 87 находим максимально безопасный уровень лазерного излучения $W_{\text{доп}} = 0,3 \text{ мкВт/см}^2$. Так как $W_{\text{отр}} \ll W_{\text{доп}}$, то мер защиты от отраженного излучения при удалении рабочих мест от мишени на $r = 3 \text{ м}$ принимать не требуется.

Если необходимо применение защиты, то тогда можно применить следующие меры:

1) ограничить экраном из черной байки пространство около луча, идущего от генератора до мишени;

2) линзы и призмы, с помощью которых производится регулировка луча, оградить блендами;

3) если мишень подлежит наблюдению во время работы лазера, установить перед ней диафрагму;

4) лиц, по производственной необходимости вынужденных визуально наблюдать за лучом и облучаемой мишенью, обеспечить защитными очками со стеклами марки СЗС-22.

Техника безопасности

Задача 34. Расчёт тока, проходящего через тело человека при однополюсном и двухполюсном прикосновении

Рассчитать ток, проходящий через тело человека при однополюсном и двухполюсном прикосновении к трёхфазной сети переменного тока частотой 50 Гц. Рассмотреть случаи сети с заземлённой (380/220 В) и изолированной (380 В) нейтралью. Сопротивление изоляции проводов $R_{из} = 300 \text{ кОм}$. Ёмкость сети незначительна ($C \approx 0$). Помещение влажное, человек находится на влажном бетонном полу. Его сопротивление $R_{чел} = 1,5 \text{ кОм}$. Сопротивление заземления нейтрали $R_0 = 4 \text{ Ом}$.

Решение. Рассмотрим трёхфазную сеть с глухозаземлённой нейтралью. При однополюсном прикосновении возможны два варианта: человек прикасается к нулевому проводу и человек прикасается к фазному проводу (однофазное прикосновение). Рассмотрим первый вариант (рис. 34.1, а).

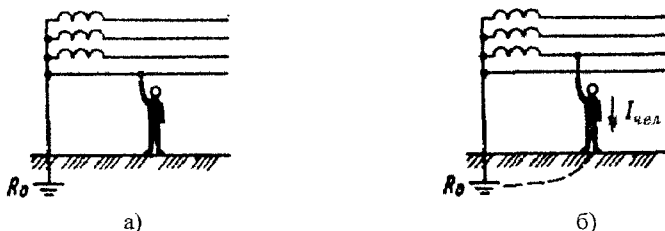


Рисунок 34.1 – Однополюсное прикосновение к сети с глухозаземлённой нейтралью

Как видно из схемы, ток через тело человека не проходит ($I_{чел} = 0$) и такое прикосновение не опасно для человека. Теперь рассмотрим второй вариант (рисунок 34, б). В этом случае ток через тело человека определяется по формуле:

$$I_{чел} = \frac{U_{\phi}}{R_0 + R_{пола} + R_{обуви} + R_{чел}}, \quad (34.1)$$

где U_{ϕ} – фазное напряжение (в нашем случае 220 В);

R_0 – сопротивление заземления нейтрали;

$R_{пола}$ – сопротивление пола,

$R_{обуви}$ – сопротивление обуви.

Для мокрого бетонного пола согласно приложению 88 сопротивление принимаем равным:

$$R_{пола} = 0,1 \text{ кОм}.$$

Для кожаной подошвы во влажном помещении согласно приложению 90 сопротивление принимаем равным:

$$R_{обуви} = 0,5 \text{ кОм}.$$

Посчитаем значение тока:

$$I_{\text{чел}} = \frac{220}{4 + 0,1 \cdot 10^3 + 0,5 \cdot 10^3 + 1,5 \cdot 10^3} = 0,105 \text{ А.}$$

Такое значение тока (105 мА) частотой 50 Гц вызывает фибрилляцию сердца, что является смертельным для человека (согласно приложения 89).

Теперь рассмотрим двухполюсное прикосновение. При двухполюсном прикосновении также возможны два варианта: человек прикасается к нулевому проводу и к фазному проводу (рис 34.2, а) и человек прикасается к двум фазным проводам (двухфазное прикосновение, рис. 34.2, б).

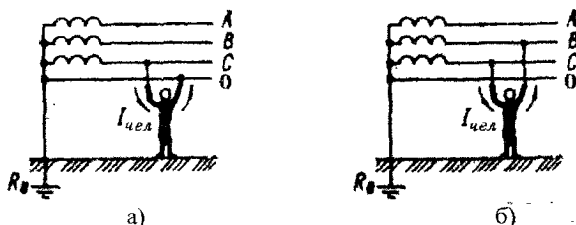


Рисунок 34.2 – Двухполюсное прикосновение к сети с глухозаземлённой нейтралью

Рассмотрим первый вариант. В этом случае ток через тело человека находится по формуле:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\phi}}{R_{\text{чел}}} = \frac{220}{1,5 \cdot 10^3} = 0,146 \text{ А.} \quad (34.2)$$

Такое значение тока частотой 50 Гц тоже является смертельным для человека.

Рассмотрим теперь второй вариант (рис. 34.2, б). В этом случае ток через тело человека находится по формуле:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{лин}}}{R_{\text{чел}}}, \quad (34.3)$$

где $U_{\text{лин}}$ – линейное напряжение (в нашем случае 380 В);

Посчитаем значение тока:

$$I_{\text{чел}} = \frac{380}{1,5 \cdot 10^3} = 0,253 \text{ А.}$$

Такое значение тока частотой 50 Гц также является смертельным для человека.

Теперь рассмотрим трёхфазную сеть с изолированной нейтралью. При однополюсном (однофазном) прикосновении значение тока, проходящего через тело человека зависит от сопротивления изоляции $R_{из}$ и емкости фаз относительно земли C . Если емкость сети незначительна ($C \approx 0$), то формула для вычисления тока, проходящего через тело человека имеет следующий вид:

$$I_{чел} = \frac{3 \cdot U_{лин}}{3 \cdot (R_{пола} + R_{обувей} + R_{чел}) + R_{из}}, \quad (34.4)$$

где $R_{из}$ — сопротивление изоляции проводов (в нашем случае $R_{из} = 300 \text{ кОм}$).
Посчитаем значение тока:

$$I_{чел} = \frac{3 \cdot 380}{3 \cdot (0,1 \cdot 10^3 + 0,5 \cdot 10^3 + 1,5 \cdot 10^3) + 300 \cdot 10^3} = 0,0037 \text{ А.}$$

Такое значение тока (3,7 мА) частотой 50 Гц является ощутимым для человека, но не опасным (согласно приложения 89).

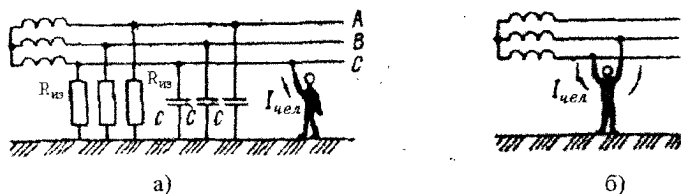


Рисунок 34.3 – Однополюсное (а) и двухполюсное (б) прикосновение к сети с изолированной нейтралью

При двухполюсном (двухфазном) прикосновении значение тока, проходящего через тело человека находится по формуле:

$$I_{чел} = \frac{U_{лин}}{R_{чел}}. \quad (34.5)$$

Находим значение тока:

$$I_{чел} = \frac{380}{1,5 \cdot 10^3} = 0,253 \text{ А.}$$

Такое значение тока частотой 50 Гц является смертельным для человека.

Задача 35. Расчёт эквивалентного удельного сопротивления земли

В двухслойной земле с удельным сопротивлением верхнего и нижнего слоев $\rho_1 = 200 \text{ Ом·м}$ и $\rho_2 = 40 \text{ Ом·м}$ соответственно и мощностью (толщиной) верхнего слоя $h_1 = 3 \text{ м}$ размещены электроды – два вертикальных стержневых и один пластинчатый, показанные на рисунке 35.1. Размеры вертикального стержневого электрода у поверхности земли (рис. 35.1, а) $l = 5 \text{ м}$, $\Delta l_1 = 3 \text{ м}$, $\Delta l_2 = 2 \text{ м}$; вертикального стержневого электрода в земле (рис. 35.1, б) $l = 10 \text{ м}$, $\Delta l_1 = 2,5 \text{ м}$, $\Delta l_2 = 7,5 \text{ м}$; для пластинчатого электрода

(рис. 35.1, в) $a = 2,5$ м, $\Delta a_1 = 2$ м, $\Delta a_2 = 0,5$ м; $b = 3$ м. Определить эквивалентные удельные сопротивления земли для этих электродов.

Решение. Учёт неоднородности земли, т. е. наличия в ней горизонтальных слоев с разными удельными сопротивлениями, значительно повышает точность расчета заземлителей и, следовательно, удешевляет их сооружение. С другой стороны, учёт слоистости земли весьма усложняет сам расчёт, а также экспериментальное определение удельного сопротивления слоёв грунта.

Однако в последние годы все шире начинает внедряться в практику метод расчёта заземлителей, при котором условно принимается, что земля имеет два слоя – верхний и нижний, обладающих каждый своим удельным сопротивлением ρ_1 и ρ_2 . При этом толщина (или, как принято говорить, мощность) верхнего слоя h_1 может быть равной или больше мощности слоя сезонных изменений h_c . Следовательно, верхний слой (весь или частично) подвержен непосредственному воздействию погодных условий и его удельное сопротивление имеет значительные сезонные колебания, которые подлежат учёту при расчетах заземлителей.

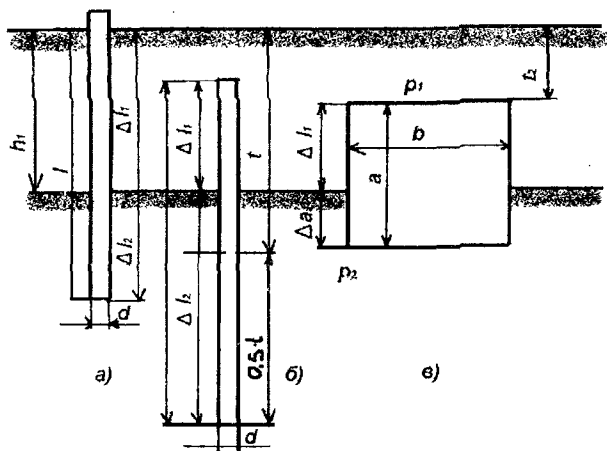


Рисунок 35.1 – Одиночные заземлители, размещенные в двухслойной земле:

а – вертикальный стержневой у поверхности земли,

б – вертикальный стержневой в земле,

в – пластинчатый в земле

Эквивалентным удельным сопротивлением многослойной земли называется такое удельное сопротивление однородной земли, при котором сопротивление растеканию данного электрода имеет то же значение, что и в реальном многослойном грунте. Эквивалентное удельное сопротивление двухслойной земли для одиночных заземлителей может быть вычислено лишь в некоторых частных случаях, в том числе для вертикального стержневого электрода, а также для пластин-

чатого, поставленного на ребро, размещенных в обоих слоях земли. Приближенные значения ρ_3 , Ом·м, для этих электродов определяются из следующего выражения:

$$\rho_3 \approx \frac{1}{\frac{\Delta l_1}{\rho_1} + \frac{\Delta l_2}{\rho_2}} \quad (35.1)$$

где l – длина (высота) электрода, м;

l_1 и l_2 – длина частей электрода, находящихся в верхнем и нижнем слоях земли соответственно, м.

Подставляя данные в формулу 35.1, получаем искомые эквивалентные удельные сопротивления для электродов:

$$\text{вертикального у поверхности земли: } \rho_3 \approx \frac{5}{\frac{3}{200} + \frac{2}{40}} = 77 \text{ Ом·м;}$$

$$\text{вертикального в земле: } \rho_3 \approx \frac{10}{\frac{2,5}{200} + \frac{7,5}{40}} = 50 \text{ Ом·м;}$$

$$\text{пластинчатого в земле: } \rho_3 \approx \frac{2,5}{\frac{2}{200} + \frac{0,5}{40}} = 111 \text{ Ом·м.}$$

Задача 36. Расчёт сопротивления заземлителя в двухслойном грунте

Определить сопротивление R_n пластинчатого электрода, поставленного на ребро и размещенного в обоих слоях двухслойной земли (рис. 35.1, в). Размеры пластинчатого электрода $a = 2,5$ м, $b = 3$ м. Глубина залегания $t_0 = 1,5$ м, $\Delta a_1 = 2$ м, $\Delta a_2 = 0,5$ м. Эквивалентное удельное сопротивление $\rho_3 = 110$ Ом·м (см. задачу 35).

Решение. Сопротивление одиночного заземлителя растеканию тока в двухслойной земле вычисляется по соответствующей формуле из приложения 94, в которой ρ необходимо заменить на ρ_3 .

Искомое сопротивление определяем по следующей формуле:

$$R_n = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot a} \cdot \left(\ln \frac{4 \cdot a}{b} + \frac{a}{t_0} \right) = \frac{111}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \cdot \left(\ln \frac{4 \cdot 2,5}{3} + \frac{2,5}{1,5} \right) = 20,3 \text{ Ом.}$$

Задача 37. Расчёт удельного сопротивления многослойного грунта

Определить расчетные удельные сопротивления многослойной земли $\rho_{\text{расч}}$ и $\rho_{2\text{расч}}$, приведя её к двухслойной. Участок находится в III климатической зоне. При сооружении заземлителя предполагается использовать вертикальные стержневые электроды длиной 5 м с заглублением в землю верхних концов на $0,8 - 0,9$ м. Измерения сопротивлений земли проводились методом послойного зондирования с использованием зонда диаметром $d = 12$ мм. Во время измерений земля была сухая, количество осадков – ниже нормы.

В итоге измерений $R_{n \text{ изм}}$ получены следующие данные:

Порядковый номер измерения	n	1	2	3	4	5	6
Толщина ступени (слоя), т.е. глубина очередного погружения, м	h_n	0,8	1	1	1	1	1,2
Глубина погружения зонда (длина части зонда, находящейся в земле), м	l_n	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	6,0
Измеренное сопротивление растеканию тока, Ом	$R_{n \text{ изм}}$	230	100	60	40	30	20

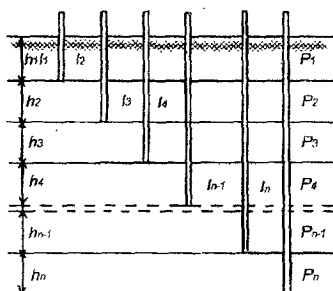


Рисунок 37.1 – Схема размещения контрольного зонда в земле для измерения ρ удельного сопротивления методом послойного зондирования:

l_n – глубина погружения зонда, h_n — толщина (мощность) слоя земли, ρ_n – удельное сопротивление данного слоя земли.

Решение. Земля, как известно, не является однородной, а имеет слоистое строение, хотя в большинстве случаев явно выраженных границ между слоями нет. Слои земли ρ ; положены практически горизонтально и представляют собой грунты различного рода, поэтому: удельные сопротивления различных слоёв земли могут значительно различаться. Кроме того, значение ρ верхних слоёв земли колеблется в течение года, причем в значительных пределах, в связи с изменением погодных условий. Эти изменения принято называть сезонными, а толщину слоя земли, подверженного сезонным изменениям, – слоем сезонных изменений и обозначать h_c .

Для наших условий находим величину h_c по приложению 93:

$$h_c = 1,8 \text{ м.}$$

По приложению 94 находим сопротивление растеканию тока зонда, как одиночного вертикального электрода:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{4 \cdot l}{d} \quad (37.1)$$

Находим из этой формулы ρ :

$$\rho = \frac{2 \cdot R \cdot \pi \cdot l}{\ln \frac{4 \cdot l}{d}} \quad (37.2)$$

Для каждого измеренного значения $R_{п.изм}$ вычисляем измеренное удельное сопротивление земли, соответствующее данной глубине погружения зонда:

$$\rho_{1изм} = \frac{2 \cdot R_{1изм} \cdot \pi \cdot l_1}{\ln \frac{4 \cdot l_1}{d}} = \frac{2 \cdot 230 \cdot 3,14 \cdot 0,8}{\ln \frac{4 \cdot 0,8}{0,012}} = 215 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{2изм} = \frac{2 \cdot R_{2изм} \cdot \pi \cdot l_2}{\ln \frac{4 \cdot l_2}{d}} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 3,14 \cdot 1,8}{\ln \frac{4 \cdot 1,8}{0,012}} = 177 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{3изм} = \frac{2 \cdot R_{3изм} \cdot \pi \cdot l_3}{\ln \frac{4 \cdot l_3}{d}} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 3,14 \cdot 2,8}{\ln \frac{4 \cdot 2,8}{0,012}} = 155 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{4изм} = \frac{2 \cdot R_{4изм} \cdot \pi \cdot l_4}{\ln \frac{4 \cdot l_4}{d}} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 3,14 \cdot 3,8}{\ln \frac{4 \cdot 3,8}{0,012}} = 133 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{5изм} = \frac{2 \cdot R_{5изм} \cdot \pi \cdot l_5}{\ln \frac{4 \cdot l_5}{d}} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 3,14 \cdot 4,8}{\ln \frac{4 \cdot 4,8}{0,012}} = 122 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{6изм} = \frac{2 \cdot R_{6изм} \cdot \pi \cdot l_6}{\ln \frac{4 \cdot l_6}{d}} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 3,14 \cdot 6}{\ln \frac{4 \cdot 6}{0,012}} = 110 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

После этого вычисляем измеренные удельные сопротивления каждой ступени (слоя) земли, Ом·м, по выражению:

$$\rho_{п h изм} = \frac{h_n}{\frac{1}{\rho_{п изм}} - \frac{1}{\rho_{п-1 изм}}}. \quad (37.3)$$

Для 1 слоя $\rho_{1 h изм} = \rho_{1 изм}$ для остальных слоёв используем формулу 37.3:

$$\rho_{2 h изм} = \frac{h_2}{\frac{1}{\rho_{2 изм}} - \frac{1}{\rho_{1 изм}}} = \frac{1}{\frac{1}{177} - \frac{1}{215}} = 155 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{3 h изм} = \frac{h_3}{\frac{1}{\rho_{3 изм}} - \frac{1}{\rho_{2 изм}}} = \frac{1}{\frac{1}{155} - \frac{1}{177}} = 193 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{4 h изм} = \frac{h_4}{\frac{1}{\rho_{4 изм}} - \frac{1}{\rho_{3 изм}}} = \frac{1}{\frac{1}{133} - \frac{1}{155}} = 95 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{5 h изм} = \frac{h_5}{\frac{1}{\rho_{5 изм}} - \frac{1}{\rho_{4 изм}}} = \frac{1}{\frac{1}{122} - \frac{1}{133}} = 93 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{6 \text{ h изм}} = \frac{h_6}{\frac{l_6}{\rho_{6 \text{ изм}}} + \frac{l_5}{\rho_{5 \text{ изм}}}} = \frac{1}{\frac{6}{110} + \frac{4,8}{122}} = 65 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

По приложению 93 находим коэффициент сезонности:

$$\psi = 1,5.$$

Сравнивая h_n и h_c видим, что лишь первые две ступени (слоя) оказываются в пределах h_c , и поэтому их $\rho_{n \text{ h изм}}$ умножаем на коэффициент сезонности и получаем расчётное значение ρ :

$$\rho_{1 \text{ h расч}} = \rho_{1 \text{ h изм}} \cdot \psi = 215 \cdot 1,5 = 322 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{2 \text{ h расч}} = \rho_{2 \text{ h изм}} \cdot \psi = 155 \cdot 1,5 = 232 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Все остальные ступени (слои) земли, лежащие ниже слоя сезонных изменений, как менее подверженные воздействию погодных условий, имеют обычно незначительные сезонные колебания удельного сопротивления, и поэтому считается, что удельные сопротивления этих слоёв в течение года неизменны, а их расчётные ρ оказываются равными измеренным:

$$\rho_{3 \text{ h расч}} = \rho_{3 \text{ h изм}} = 193;$$

$$\rho_{4 \text{ h расч}} = \rho_{4 \text{ h изм}} = 95 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{5 \text{ h расч}} = \rho_{5 \text{ h изм}} = 93 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{6 \text{ h расч}} = \rho_{6 \text{ h изм}} = 65 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Очевидно, что в данном случае первые три ступени (слоя), имеющие значительно большие ρ , следует отнести к верхнему слою двухслойной земли, а другие три – к нижнему.

Искомые расчётные удельные сопротивления верхнего и нижнего слоёв двухслойной земли вычисляются по формулам:

$$\rho_{1 \text{ расч}} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{\rho_{1 \text{ h расч}}} + \frac{h_2}{\rho_{2 \text{ h расч}}} + \frac{h_3}{\rho_{3 \text{ h расч}}}} = \frac{0,8 + 1 + 1}{\frac{0,8}{322} + \frac{1}{232} + \frac{1}{193}} \approx 230 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (37.4)$$

$$\rho_{2 \text{ расч}} = \frac{h_4 + h_5 + h_6}{\frac{h_4}{\rho_{4 \text{ h расч}}} + \frac{h_5}{\rho_{5 \text{ h расч}}} + \frac{h_6}{\rho_{6 \text{ h расч}}}} = \frac{1 + 1 + 1,2}{\frac{1}{95} + \frac{1}{93} + \frac{1,2}{65}} \approx 80 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (37.5)$$

Задача 38. Расчёт заземляющего устройства в однослойном грунте

Рассчитать защитное заземление в однослойном грунте. Сопротивление естественного заземлителя составляет $R_e = 10 \text{ Ом}$, допустимое сопротивление заземлителя $R_d = 4 \text{ Ом}$, удельное сопротивление грунта $\rho = 87 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Коэффициент сезонности $\psi = 1,3$. Глубина залегания электрода $h = 0,5 \text{ м}$.

Решение. Контур заземления выполняют из стальных стержней, уголков, некондиционных труб и др. В траншею глубиной до 0,7 м вертикально забиваются стержни (трубы, уголки и др.), а выступающие из земли верхние концы соединяются сваркой внахлест стальной полосой или прутком.

При этом необходимо соблюдать следующие условия (приложение 97):

- Сечение соединительной полосы должно быть не менее 48 мм^2 , толщина — не менее 4 мм.
- Минимальный диаметр прутка — 10 мм.
- Длина стержня должна быть не менее 1,5...2 м, чтобы достичь незамерзающего слоя почвы.

Поэтому в качестве вертикальных электродов принимаем прутки диаметром $d = 0,02 \text{ м}$ и длиной $l = 3,5 \text{ м}$.

Находим допустимое сопротивление искусственного заземлителя:

$$R_{\text{и}} = \frac{R_{\text{в}} \cdot R_{\text{д}}}{R_{\text{в}} - R_{\text{д}}} = \frac{10 \cdot 4}{10 - 4} = 6,67 \text{ Ом.}$$

Находим расстояние от поверхности земли до середины вертикального электрода:

$$t = h + \frac{l_{\text{в}}}{2} = 0,5 + 1,75 = 2,25 \text{ м.}$$

Принимаем расстояние между вертикальными электродами $a = 3,5 \text{ м}$.

Находим сопротивление одиночного вертикального заземлителя по приложению 94:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho \cdot \psi}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{в}}} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_{\text{в}}}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_{\text{в}}}{4 \cdot t - l_{\text{в}}} \right);$$

$$R_{\text{в}} = \frac{87 \cdot 1,3}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3,5}{0,02} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,25 + 3,5}{4 \cdot 2,25 - 3,5} \right) = 31 \text{ Ом.}$$

Находим ориентировочное число вертикальных заземлителей:

$$n_{\text{ориент}} = \frac{R}{R_{\text{в}}} = \frac{31}{6,67} = 4,6 \text{ шт.}$$

Находим по приложению 100 ориентировочный коэффициент использования вертикальных электродов:

$$\eta_{\text{в}}^{\text{ориент}} = 0,7.$$

Находим число вертикальных заземлителей

$$n = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{и}} \cdot \eta_{\text{в}}} = \frac{31}{6,67 \cdot 0,7} = 6,63.$$

Округляем число электродов до 7 и находим коэффициент использования вертикальных электродов

$$\eta_{\text{в}} = 0,73.$$

Находим длину горизонтального электрода. При расположении электродов в ряд длина горизонтального электрода:

$$l_{\text{г}} = a \cdot (n - 1) = 3,5 \cdot (7 - 1) = 21 \text{ м.}$$

Принимаем толщину горизонтального электрода $b = 0,005 \text{ м}$.

Находим сопротивление горизонтального электрода:

$$R_r = \frac{\rho \cdot \psi}{2 \cdot \pi \cdot l_r} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_r^2}{b \cdot h};$$

$$R_r = \frac{87 \cdot 1,3}{2 \cdot 3,14 \cdot 21} \cdot \ln \frac{2 \cdot 21^2}{0,005 \cdot 0,5} = 11,0 \text{ Ом.}$$

Находим по приложению 101 коэффициент использования горизонтального электрода:

$$\eta_r = 0,65.$$

Находим сопротивление искусственного заземлителя:

$$R_n = \frac{R_a \cdot R_r}{R_a \cdot \eta_r + n_a \cdot R_r \cdot \eta_a} = \frac{31 \cdot 11}{31 \cdot 0,73 + 7 \cdot 11 \cdot 0,65} = 4,69 \text{ Ом.}$$

Находим общее сопротивление заземлителя:

$$R = \frac{R_e \cdot R_n}{R_e + R_n} = \frac{10 \cdot 4,69}{10 + 4,69} = 3,19 \text{ Ом.}$$

Поскольку сопротивление заземлителя менее $R_d = 4 \text{ Ом}$ расчёт выполнен верно.

Задача 39. Расчёт заземления методом наведенных потенциалов

Рассчитать заземлитель подстанции 110/35/6 кВ. Подстанция понизительная; имеет два трансформатора 110/35/6 кВ с глухозаземленной нейтралью со стороны 110 кВ; для питания собственных нужд имеется трансформатор 6/0,4 кВ с заземленной нейтралью со стороны низшего напряжения; распределительные устройства 110 и 35 кВ открытого типа, 6 кВ – закрытого. Территория подстанции занимает площадь $S = 6600 \text{ м}^2$. Заземлитель предполагается выполнить из горизонтальных полосовых электродов сечением $4 \times 40 \text{ мм}^2$ и вертикальных стержневых электродов длиной $l_a = 5 \text{ м}$ диаметром $d = 12 \text{ мм}$; глубина заложения электродов в землю $h = 0,8 \text{ м}$. Расчётное удельное сопротивление земли $\rho = 130 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. В качестве естественного заземлителя предполагается использовать систему «трос – опоры» двух ($n_{оп} = 2$) подходящих к подстанции воздушных линий электропередачи 110 кВ на металлических опорах с длиной пролета $l = 250 \text{ м}$; каждая линия имеет один грозозащитный трос стальной сечением $s = 50 \text{ мм}^2$; расчётное (с учетом сезонных колебаний) сопротивление заземления одной опоры $r_{оп} = 12 \text{ Ом}$; число опор с тросом на каждой линии больше 20; данные измерений сопротивления системы «трос – опоры» отсутствуют. Расчётный ток замыкания на землю на стороне 110 кВ составляет 5 кА, на стороне 35 кВ – 40 А, на стороне 6 кВ – 30 А.

Решение. Сопротивление заземлителя растеканию тока R_d согласно требованиям ПУЭ должно быть не более 0,5 Ом (приложение 99).

Сопротивление естественных заземлителей можно вычислять по формулам, выведенным для искусственных заземлителей аналогичной формы (приложение 94), или специальным формулам, встречающимся в технической литературе.

Например, сопротивление растеканию системы «грозозащитный трос – опоры» R_e , Ом, определяется приближенными формулами:

$$R_e = \sqrt{r_{оп} \cdot \frac{r_T}{n_T}} \cdot \text{cth} \left(m \cdot \sqrt{r_{оп} \cdot \frac{r_T}{n_T}} \right), \quad \text{если } m \leq 20. \quad (39.1)$$

$$R_e = \sqrt{r_{оп} \cdot \frac{r_T}{n_T}}, \quad \text{если } m > 20 \quad (39.2)$$

где $r_{оп}$ – расчётное, т.е. наибольшее (с учетом сезонных колебаний) сопротивление заземления одной опоры, Ом;

r_T – активное сопротивление троса на длине одного пролёта, Ом;

n_T – число тросов на опоре;

m – число опор.

Для стального троса сечением s , мм², при длине пролета l , м, активное сопротивление, Ом:

$$r_T = 0,15 \cdot \frac{l}{s}. \quad (39.3)$$

Подставляем значения в формулу 39.3:

$$r_T = 0,15 \cdot \frac{250}{50} = 0,75 \text{ Ом}.$$

Поскольку число опор с тросом на каждой линии больше 20, то находим сопротивление грозозащитного троса по формуле 39.2:

$$R_e^{TP} = \sqrt{12 \cdot \frac{0,75}{1}} = 3 \text{ Ом}.$$

Находим сопротивление естественного заземлителя:

$$R_e = \frac{R_e^{TP}}{n_{оп}} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ Ом}. \quad (39.4)$$

Находим требуемое сопротивление искусственного заземлителя R_n :

$$R_n = \frac{R_e \cdot R_d}{R_e - R_d} = \frac{1,5 \cdot 0,5}{1,5 - 0,5} = 0,75 \text{ Ом}. \quad (39.5)$$

В установках с большими токами замыкания на землю размещение электродов должно обеспечить как можно полное выравнивание потенциала на площадке, занятой электрооборудованием. С этой целью заземлитель должен быть выполнен в виде горизонтальной сетки из проводников, уложенных в земле на глубине 0,5 – 0,8 м, и вертикальных электродов. При этом контурный электрод, образующий периметр сетки, должен охватывать как распределительные устройства, так и производственные здания и сооружения защищаемого объекта.

Продольные проводники сетки прокладываются вдоль рядов оборудования и конструкций со стороны обслуживания на расстоянии 0,8 – 1,5 м от оборудования и не более 6 м друг от друга. На участках, не занятых оборудованием, расстояние между продольными проводниками может быть увеличено до 12 м.

Составляем предварительную схему заземлителя и наносим её на план, приняв контурный (распределенный) тип заземлителя, т.е. в виде сетки из гори-

горизонтальных полосовых и вертикальных стержневых (длиной $l_в = 5$ м) электродов. Вертикальные электроды размещаем по периметру заземлителя (рис. 39.1).

Ориентировочная суммарная длина горизонтальных электродов $L_r^{ориснт} \approx 10 \cdot \rho = 1300$ м.

По предварительной схеме определяем суммарную длину горизонтальных и количество вертикальных электродов:

$$L_r = 2 \times 15 + 11 \times 60 + 5 \times 100 + 2 \times 20 + 2 \times 30 = 1290 \text{ м}$$

$$n_в = 32 \text{ шт}$$

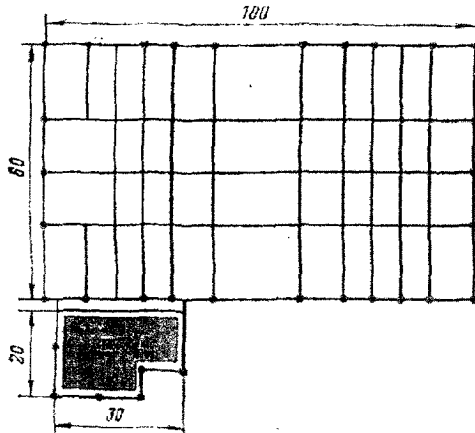


Рисунок 39.1 – Предварительная схема заземлителя

Составляем условную (расчётную) модель заземлителя, представляющего собой горизонтальную квадратную сетку из взаимно пересекающихся полос с вертикальными электродами. Расчётная модель имеет одинаковые с принятой схемой заземлителя: площадь S ; суммарную длину горизонтальных, количество и длины вертикальных электродов L_r , $n_в$, $l_в$; глубину заложения в землю h (рис. 39.2).

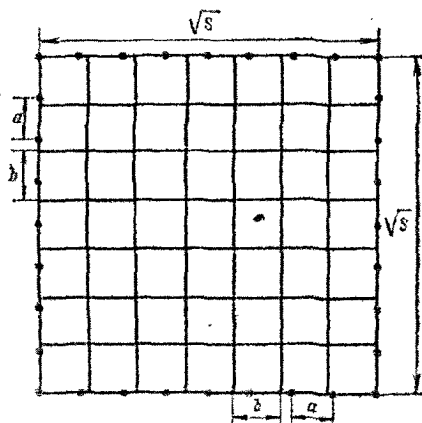


Рисунок 39.2 – Расчётная модель заземлителя

Длина одной стороны квадратной сетки будет равна

$$\sqrt{S} = \sqrt{100 \cdot 60 + 20 \cdot 30} = \sqrt{6600} = 81,2 \text{ м.}$$

Находим количество ячеек по одной стороне модели

$$m = \frac{L_r}{2 \cdot \sqrt{S}} - 1 = \frac{1290}{2 \cdot 81,2} - 1 = 6,9. \quad (39.6)$$

Округляем значение m до ближайшего целого

$$m = 7.$$

Уточняем суммарную длину горизонтальных электродов

$$L_r = 2 \cdot (m + 1) \cdot \sqrt{S} = 2 \cdot (7 + 1) \cdot 81,2 = 1299,2 \text{ м.} \quad (39.7)$$

Находим длину стороны ячейки в модели:

$$b = \frac{\sqrt{S}}{m} = \frac{81,2}{7} = 11,6 \text{ м.} \quad (39.8)$$

Находим расстояние между вертикальными электродами

$$a = 4 \cdot \frac{\sqrt{S}}{n_b} = 4 \cdot \frac{81,2}{32} \approx 10,2 \text{ м.} \quad (39.9)$$

Находим суммарную длину вертикальных электродов

$$L_b = n_b \cdot l = 32 \cdot 5 = 160 \text{ м.} \quad (39.10)$$

Находим относительную глубину погружения в землю вертикальных электродов

$$h_{от} = \frac{l_b + h}{\sqrt{S}} = \frac{5 + 0,8}{81,2} = 0,0714. \quad (39.11)$$

Вычисляем искомое расчетное сопротивление заземлителя по видоизмененной формуле Оллендорфа-Лорана:

$$R = A \cdot \frac{\rho}{\sqrt{S}} + \frac{\rho}{L_r + L_b}, \quad (39.12)$$

где A – коэффициент, равный:

$$A = 0,444 - 0,84 \cdot h_{от} \text{ при } 0 \leq h_{от} < 0,1; \quad (39.13)$$

$$A = 0,385 - 0,25 \cdot h_{от} \text{ при } 0,1 \leq h_{от} \leq 0,5. \quad (39.14)$$

Поскольку в нашем случае $h_{от} = 0,0714$, то используем формулу 39.12:

$$A = 0,444 - 0,84 \cdot 0,0714 = 0,384.$$

Находим сопротивление искусственного заземлителя:

$$R_{и} = 0,384 \cdot \frac{130}{81,2} + \frac{130}{1299,2 + 160} = 0,7 \text{ Ом}.$$

Это значение $R_{и}$ практически совпадает с требующимся значением искусственного заземлителя (0,75 Ом); некоторая разница допустима, тем более что в данном случае она повышает условия безопасности.

Находим общее сопротивление заземлителя:

$$R = \frac{R_c \cdot R_{и}}{R_c + R_{и}} = \frac{1,5 \cdot 0,7}{1,5 + 0,7} = 0,48 \text{ Ом}. \quad (39.15)$$

Сопротивление заземлителя меньше допустимого (0,5 Ом). Таким образом, искусственный заземлитель подстанции должен быть выполнен из горизонтальных электродов сечением 4×40 мм, общей длиной 1290 м и вертикальных электродов диаметром 12 мм, длиной 5 м в количестве 32 шт., размещенных по периметру заземлителя равномерно. При этих условиях сопротивление $R_{и}$ искусственного заземлителя в самое неблагоприятное время года не будет превышать 0,7 Ом, а сопротивление заземлителя подстанции в целом – 0,5 Ом.

Задача 40. Расчёт зануления автономной электрической сети

Рассчитать зануление автономной электрической сети напряжением 380/220 В, которая питает потребителей общей мощностью 21 кВт. Воздушная линия длиной 30 м, которая соединяет питающий трансформатор с общим электрическим щитом выполнена из алюминиевого провода. В помещении проложена кабельная линия из медного провода длиной 40 м. Мощность питающего трансформатора $P_{тр} = 160$ кВт (соединение обмоток треугольник – звезда).

Решение. Расчёт зануления складывается из трех частей: расчёт на отключающую способность, определение максимального напряжения на корпусе относительно земли при замыкании токоведущих частей на корпус и расчёт рабочего и повторного заземлений. Предварительно выбирается вид автоматической защиты электроустановки: плавкие и предохранители или автоматы, установленные для защиты от токов короткого замыкания, автоматы с комбинированными расцепителями. Выбрать элемент автоматической защиты можно из приложения 104.

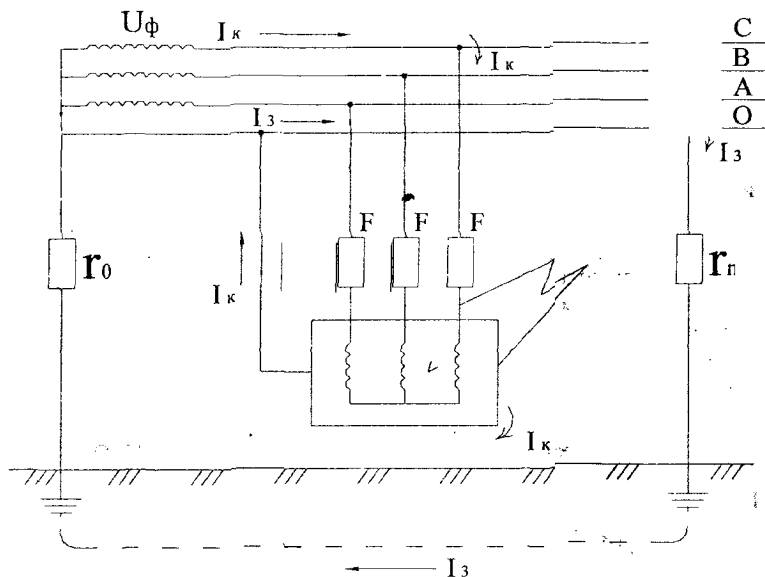


Рисунок 40.1 – Схема защитного зануления

Определяем номинальный ток потребления:

$$I_{\text{ном}} = \frac{P \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{21 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 32,3 \text{ A.} \quad (40.1)$$

С учётом запаса выбираем по приложению 104 автоматический выключатель типа АЗ114/1 с током срабатывания теплового размыкателя $I_{\text{з}}^{\text{тепл}} = 40 \text{ A}$ (защита от перегрузок) и с током срабатывания электромагнитного размыкателя $I_{\text{з}}^{\text{зм}} = 400 \text{ A}$ (токовая защита для зануления). Время его срабатывания не превышает 0,2 с.

Определяем ожидаемое значение тока короткого замыкания:

$$I_{\text{кз}}^{\text{ож}} \geq K \cdot I_{\text{н}}^{\text{ож}} = 1,1 \cdot 400 = 440 \text{ A,} \quad (40.2)$$

где K – коэффициент кратности тока; для автоматических выключателей $K = 1,1$.

По приложениям 108, 109 принимаем сечение алюминиевых проводов $S_{\text{в}} = 10 \text{ мм}^2$, медных проводов $S_{\text{в}} = 6 \text{ мм}^2$.

Находим активное сопротивление воздушной линии из алюминиевых проводов:

$$R_{\text{ф}}^{\text{алюм}} = R_{\text{н}}^{\text{алюм}} = \rho_{\text{алюм}} \cdot \frac{l_{\text{в}}}{S_{\text{в}}} = 0,028 \cdot \frac{30}{10} = 0,084 \text{ Ом,} \quad (40.3)$$

где ρ – удельное сопротивление проводника, которое для меди равно 0,018,

а для алюминия $0,028 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$;

l -- длина проводника, м;

S -- сечение проводника, мм^2 .

Находим активное сопротивление кабельной линии из медных проводников:

$$R_{\phi}^{\text{мед}} = R_n^{\text{мед}} = \rho_{\text{мед}} \cdot \frac{l}{S_{\kappa}} = 0,018 \cdot \frac{40}{6} = 0,12 \text{ Ом}. \quad (40.4)$$

Индуктивные сопротивления медных и алюминиевых проводов X_n и X_{ϕ} очень малы и ими можно пренебречь. Сопротивление взаимной индукции зависит от расстояния между проводами D и их диаметра d . Обычно при отдельно проложенных нулевых защитных проводах принимают $X_{\phi n} = 6 \cdot 10^{-4} \cdot l$, при кабельных линиях, значением $X_{\phi n}$ можно пренебречь.

Находим длину петли «фаза-нуль»:

$$l_n = l_{\phi}^{\text{алюм}} + l_{\phi}^{\text{мед}} + l_n^{\text{мед}} + l_n^{\text{алюм}} = 30 + 40 + 40 + 30 = 140 \text{ м}. \quad (40.5)$$

Определяем сопротивление петли фаза-нуль:

$$X_{\phi n} = X_n l_n, \quad (40.6)$$

где X_n -- удельное сопротивление петли фаза-нуль; $X_n = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Ом/м}$;

$$X_{\phi n} = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 140 = 0,084 \text{ Ом}.$$

Полное сопротивление петли «фаза-нуль»:

$$Z_n = \sqrt{(R_{\phi}^{\text{алюм}} + R_n^{\text{алюм}} + R_{\phi}^{\text{мед}} + R_n^{\text{мед}})^2 + (X_{\phi n} + X_{\phi} + X_n)^2}; \quad (40.7)$$

$$Z_n = \sqrt{(0,084 + 0,084 + 0,12 + 0,12)^2 + (0,084 + 0 + 0)^2} = 0,42 \text{ Ом}.$$

Находим по приложению 102 значение сопротивления трансформатора. При мощности питающего трансформатора $P_{\text{тр}} = 160 \text{ кВт}$ его сопротивление

$$Z_{\text{тр}} = 0,047 \text{ Ом}.$$

Ток однофазного короткого замыкания будет равен:

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\phi}}{\left(\frac{Z_{\text{тр}}}{3} \right) + Z_n} = \frac{220}{\frac{0,047}{3} + 0,42} = 504,9 \text{ А}. \quad (40.8)$$

Проверяем условие токовой защиты:

$$I_{\text{кз}}^{\text{ож}} \leq I_{\text{кз}};$$

$$440 \leq 504,9 - \text{условие выполняется}.$$

Находим напряжение на корпусе нагрузки:

$$U_n = I_{\text{кз}} \cdot (R_n^{\text{алюм}} + R_n^{\text{мед}}) = 504,9 \cdot (0,084 + 0,12) = 103 \text{ В}, \quad (40.9)$$

что меньше допустимого (по приложению 105 при времени срабатывания 0,2 с допустимое напряжение $U_{\text{доп}} = 160 \text{ В}$).

Вычисляем напряжение на корпусе при наличии повторного заземлителя ($R_n = 6 \text{ Ом}$):

$$U_n = I_{\text{кз}} \cdot (R_n^{\text{алюм}} + R_n^{\text{мед}}) \cdot \frac{R_n}{R_0 + R_n}; \quad (40.10)$$

$$U_n = 504,9 \cdot (0,084 + 0,12) \cdot \frac{6}{4 + 6} = 62 \text{ В.}$$

Задача 41. Расчёт напряжения, которое образуется на корпусе нагрузки при случайном обрыве нулевого проводника

Определить напряжение, которое образуется на корпусе нагрузки (по условию задачи 40) при случайном обрыве нулевого проводника. Рассмотреть варианты с повторным заземлителем и при его отсутствии.

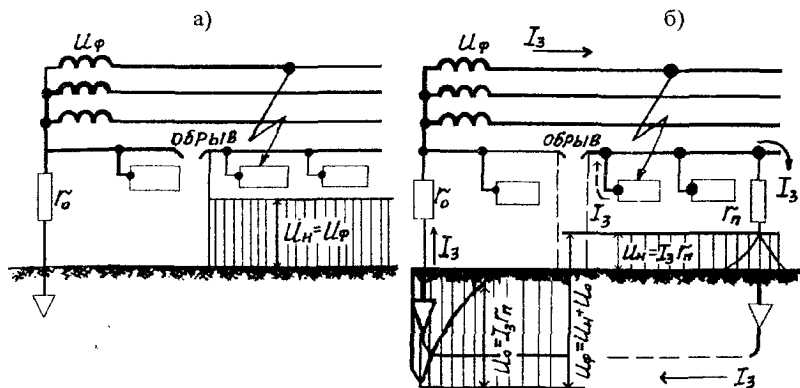


Рисунок. 41.1 – Замыкание на корпус при обрыве нулевого защитного проводника

Решение. При случайном обрыве нулевого защитного проводника и замыкании фазы на корпус за местом обрыва (при отсутствии повторного заземления), напряжение относительно земли на участке нулевого защитного проводника за местом обрыва и всех присоединенных к нему корпусов, в том числе корпусов исправных установок, окажется близким по значению фазному напряжению сети (рис. 41.1, а).

$$U_n \approx U_\phi = 220 \text{ В.}$$

Это напряжение будет существовать длительно, поскольку поврежденная установка автоматически не отключится и её будет трудно обнаружить среди исправных установок, чтобы отключить вручную.

Если же нулевой защитный проводник имеет повторное заземление, то при обрыве его сохранится цепь тока I_3 через землю (рис. 41.1, б), благодаря чему напряжение зануленных корпусов, находящихся за местом обрыва, снизится:

$$U_n = I_3 \cdot r_n = U_\phi \cdot \frac{r_n}{r_0 + r_n} = 220 \cdot \frac{6}{4 + 6} = 132 \text{ В.}$$

Следовательно, повторное заземление нулевого защитного проводника уменьшает опасность поражения током, возникающую в результате обрыва нулевого защитного проводника и замыкания фазы на корпус за местом обрыва, но не

может устранить ее полностью, т. е. не может обеспечить тех условий безопасности, которые существовали до обрыва. В связи с этим требуется тщательная прокладка нулевого защитного проводника, чтобы исключить возможность его обрыва; в нулевом защитном проводнике запрещается ставить выключатели, предохранители и другие приборы, способные нарушить его целостность.

Задача 42. Расчёт УЗО, реагирующего на потенциал корпуса

В конце линии 380/220 В имеется зануленный потребитель энергии. Вследствие удаленности его от питающего трансформатора возможны случаи отказа зануления. Вместе с тем по условиям безопасности требуется безусловное отключение установки при замыкании фазы на корпус, причем напряжение прикосновения $U_{\text{доп}}$ не должно превышать длительно 36 В. Для выполнения этих условий снабжаем установку устройством защитного отключения, реагирующим на потенциал корпуса (рис. 42.1). При этом используем реле напряжения, у которого напряжение срабатывания $U_{\text{ср}} = 24 \text{ В}$, активное сопротивление обмотки $R_p = 400 \text{ Ом}$, индуктивное $X_p = 100 \text{ Ом}$. Принимаем, что человек, касающийся корпуса, стоит на сырой земле вне зоны растекания тока с заземлителей, т. е. считаем, что $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$. Рассчитать допустимое сопротивление вспомогательного заземления.

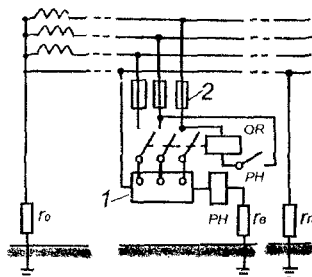


Рисунок 42.1 – Схема УЗО, реагирующее на потенциал корпуса:

1 – корпус электроприёмника, 2 – предохранители,

r_0 – сопротивление заземления нейтрали,

$r_в$ – сопротивление вспомогательного заземления.

$r_н$ – сопротивление повторного заземления нулевого защитного проводника

Решение. Напряжение срабатывания УЗО, реагирующего на потенциал корпуса, определяется по формуле:

$$U_{\text{ср}} = U_{\text{доп}} \cdot \frac{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \sqrt{(R_p + r_в)^2 + X_p^2}} \quad (42.1)$$

Подставляем в эту формулу известные значения и решаем уравнение:

$$24 = 36 \cdot \frac{\sqrt{400^2 + 100^2}}{1 \cdot 1 \cdot \sqrt{(400 + r_B)^2 + 100^2}};$$

$$\sqrt{(400 + r_B)^2 + 10^4} = 618,5;$$

$$r_B = 210,4 \text{ Ом.}$$

Сопротивление вспомогательного заземления не должно превышать 210 Ом, при этом УЗО будет срабатывать, если напряжение прикосновения достигнет напряжения, меньшего 36 В.

Задача 43. Расчёт тока, проходящий через тело человека, находящегося в электрическом поле

Человек стоит на земле на сухой деревянной доске и касается рукой заземленной конструкции. Определить ток, проходящий через него в землю, если напряженность электрического поля на высоте роста человека $l_{\text{чел}} = 1,7 \text{ м}$ составляет $E = 9000 \text{ В/м}$.

Решение. Заменяем тело человека равной ему по высоте и объёму половиной вытянутого эллипсоида вращения (овоида) с полуосями a и b , стоящего на земле так, что большая полуось его перпендикулярна поверхности земли (рис. 43.1).

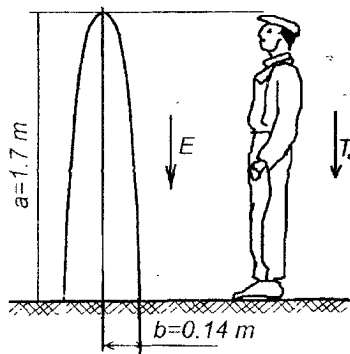


Рисунок 43.1 – Размещение на земле в электрическом поле половины эллипсоида вращения, эквивалентной по объёму и высоте телу человека среднего роста

Принимая, что человек имеет средний рост 1,7 м, что соответствующий этому росту объём тела $V_{\text{чел}} = 0,068 \text{ м}^3$ [10]. Длина малой полуоси b определяется из формулы для объёма половины эллипсоида вращения, м^3 :

$$V_{\text{чел}} = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot a \cdot b^2;$$

$$b = \sqrt{\frac{3 \cdot V_{\text{чел}}}{2 \cdot \pi \cdot a}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 0,068}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,7}} = 0,14 \text{ м.}$$

Ток, проходящий через тело человека, определяется по формуле:

$$I_{\text{чел}} = E \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot a^2 \cdot f}{\ln\left(\frac{2 \cdot a}{b}\right) - 1},$$

где E – напряжённость электрического поля, В/м;

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ – электрическая постоянная, Ф/м (приложение 80)

f – частота электрического поля, Гц.

Подставляем значения в формулу:

$$I_{\text{чел}} = 9000 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{2 \cdot 3,14^2 \cdot 1,7^2 \cdot 50}{\ln\left(\frac{2 \cdot 1,7}{0,14}\right) - 1} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ А.}$$

Задача 44. Расчёт напряжения прикосновения

Человек коснулся оборванного и лежащего на земле провода воздушной линии, находящейся под напряжением (рис 44.1). Определить напряжение прикосновения $U_{\text{пр}}$, если длина участка провода, лежащего на земле, $l = 10$ м; расстояние от человека до этого участка $s = 2$ м; сечение провода $S = 120$ мм²; ток замыкания на землю $I_3 = 40$ А; удельное сопротивление грунта $\rho = 80$ Ом·м; сопротивление тела человека $R_{\text{чел}} = 10^3$ Ом. Рассмотреть варианты, когда ступни ног находятся на расстоянии шага и когда ступни ног находятся вместе.

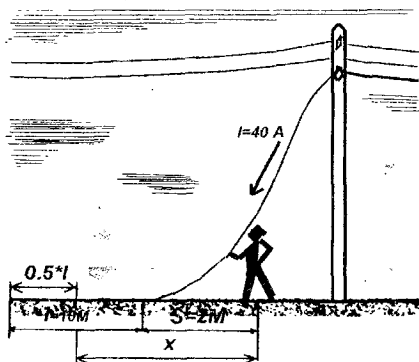


Рисунок 44.1 – Прикосновение человека к лежащему проводу

Решение. Находим диаметр провода по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 120}{3,14}} = 12,4 \text{ мм.} \quad (44.1)$$

Рассматривая провод, лежащий на земле, как протяженный заземлитель круглого сечения, по приложению 94 определяем потенциал провода:

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3 = \frac{I_3 \cdot \rho}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d} = \frac{40 \cdot 80}{3,14 \cdot 10} \cdot \ln \frac{2 \cdot 10}{0,0124} = 753 \text{ В.} \quad (44.2)$$

Находим расстояние от середины электрода до места, где стоит человек:

$$x = \frac{1}{2} + s = \frac{10}{2} + 2 = 7 \text{ м.} \quad (44.3)$$

Находим α_1 – коэффициент напряжения прикосновения, учитывающий форму потенциальной кривой (приложение 95):

$$\alpha_1 = 1 - \frac{\ln(2 \cdot x + 1) - \ln(2 \cdot x - 1)}{2 \cdot \ln(2 \cdot 1) - 2 \cdot \ln 1} = 1 - \frac{\ln(2 \cdot 7 + 10) - \ln(2 \cdot 7 - 10)}{2 \cdot \ln(2 \cdot 10) - 2 \cdot \ln 0,0124} = 0,88. \quad (44.4)$$

Находим α_2 – коэффициент напряжения прикосновения, учитывающий падение напряжения в сопротивлении основания, на котором стоит человек:

$$\alpha_2 = \frac{1}{1 + \frac{R_{oc}}{R_{чел}}}, \quad (44.5)$$

где R_{oc} – сопротивление растеканию тока основания, на котором стоит человек.

Сопротивление растеканию тока основания, на котором стоит человек, находится следующим образом. Подошвы обуви человека, создающие контакт с основанием, можно уподобить дисковому заземлителю, лежащему на поверхности земли. Если площадь подошвы одной ноги принять равной 225 см^2 , то диаметр эквивалентного ей диска будет равен $D = 0,17 \text{ м}$, а сопротивление растеканию тока составит по приложению 94:

$$R_n = \frac{\rho}{2 \cdot D}. \quad (44.6)$$

Полагая, что ступни ног отстоят одна от другой на расстоянии шага, и считая поэтому, что их поля растекания токов не влияют одно на другое, получим искомое сопротивление растеканию основания, т.е. сопротивление растеканию обеих ног человека:

$$R_{oc} = \frac{R_n}{2} = \frac{\rho}{4 \cdot D}. \quad (44.7)$$

Подставляем это значение в формулу 44.5, получим окончательное выражение для коэффициента напряжения прикосновения, учитывающего падение напряжения в сопротивлении растеканию ног человека:

$$\alpha_2 = \frac{1}{1 + \frac{\rho}{4 \cdot D \cdot R_{чел}}}. \quad (44.8)$$

Подставляем значения в формулу:

$$\alpha_2 = \frac{1}{1 + \frac{80}{4 \cdot 0,17 \cdot 1000}} = 0,89.$$

Искомое напряжение прикосновения находится по формуле:

$$U_{np} = \varphi_3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 = 753 \cdot 0,88 \cdot 0,89 = 590 \text{ В} \quad (44.9)$$

Находим ток, проходящий через тело человека:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{пр}}}{R_{\text{чел}}} = \frac{590}{1000} = 0,59 \text{ А.} \quad (44.10)$$

То есть в данном случае человек подвергнут смертельной опасности поражения электрическим током (приложение 89).

В случае, если ступни ног стоят рядом, то их можно уподобить дисковому заземлителю, лежащему на поверхности земли, диаметром 0,25 м. При этом сопротивление растеканию тока составит по приложению 94:

$$R_{\text{ос}} = \frac{\rho}{2 \cdot D} \quad (44.11)$$

Подставляем это значение в формулу 44.5, получим формулу для коэффициента напряжения прикосновения α_2 :

$$\alpha_2 = \frac{1}{1 + \frac{\rho}{2 \cdot D \cdot R_{\text{чел}}}} = \frac{1}{1 + \frac{80}{2 \cdot 0,25 \cdot 1000}} = 0,86. \quad (44.12)$$

В этом случае напряжение прикосновения составит:

$$U_{\text{пр}} = \varphi_3 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 = 753 \cdot 0,88 \cdot 0,86 = 570 \text{ В.} \quad (44.13)$$

Находим ток, проходящий через тело человека:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{пр}}}{R_{\text{чел}}} = \frac{570}{1000} = 0,57 \text{ А.} \quad (44.14)$$

Хотя напряжение прикосновения меньше, чем в предыдущем случае, но его уровень очень высокий и опасность поражения электрическим током сохраняется.

Задача 45. Расчёт напряжения шага

Определить напряжение шага в случае, если человек стоит рядом с лежащим на земле оборванным проводом воздушной линии, находящимся под напряжением, но не касается его (рис 44.1). Длина участка провода, лежащего на земле, $l = 10 \text{ м}$; расстояние от человека до этого участка $s = 2 \text{ м}$; сечение провода $S = 120 \text{ мм}^2$; ток замыкания на землю $I_3 = 40 \text{ А}$; удельное сопротивление грунта $\rho = 800 \text{ Ом} \cdot \text{м}$; сопротивление тела человека $R_{\text{чел}} = 10^3 \text{ Ом}$. Расстояние между ногами человека $a = 0,8 \text{ м}$.

Решение. Находим диаметр провода по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 120}{3,14}} = 12,4 \text{ мм.} \quad (45.1)$$

Рассматривая провод, лежащий на земле, как протяженный заземлитель круглого сечения, по приложению 94 определяем потенциал провода:

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3 = \frac{I_3 \cdot \rho}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l}{d} = \frac{40 \cdot 80}{3,14 \cdot 10} \cdot \ln \frac{2 \cdot 10}{0,0124} = 753 \text{ В.} \quad (45.2)$$

Находим расстояние от середины электрода до места, где стоит человек:

$$x = \frac{l}{2} + s = \frac{10}{2} + 2 = 7 \text{ м.} \quad (45.3)$$

Находим β_1 — коэффициент напряжения шага, учитывающий форму потенциальной кривой (приложение 95):

$$\beta_1 = \frac{\ln\left(\frac{2 \cdot a}{2 \cdot x - l} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot a}{2 \cdot x + l} + 1\right)}{2 \cdot \ln(2 \cdot l) - 2 \cdot \ln d} \quad (45.4)$$

$$\beta_1 = \frac{\ln\left(\frac{2 \cdot 0,8}{2 \cdot 7 - 10} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot 0,8}{2 \cdot 7 + 10} + 1\right)}{2 \cdot \ln(2 \cdot 10) - 2 \cdot \ln 0,0124} = 0,02.$$

Найдём сопротивление растеканию тока основания, на котором стоит человек. Подошвы обуви человека, создающие контакт с основанием, можно уподобить дисковому заземлителю, лежащему на поверхности земли. Если площадь подошвы одной ноги принять равной 225 см^2 , то диаметр эквивалентного ей диска будет равен $D = 0,17 \text{ м}$, а сопротивление растеканию тока составит по приложению 94:

$$R_n = \frac{\rho}{2 \cdot D} \quad (45.5)$$

Находим коэффициент напряжения шага, учитывающий падение напряжения в сопротивлении растеканию ног человека:

$$\beta_2 = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot R_n}{R_{\text{чел}}}} = \frac{1}{1 + \frac{\rho}{D \cdot R_{\text{чел}}}}. \quad (45.6)$$

Подставляем значения в формулу:

$$\beta_2 = \frac{1}{1 + \frac{80}{0,17 \cdot 1000}} = 0,68$$

Искомое напряжение прикосновения находится по формуле:

$$U_{\text{ш}} = \varphi_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 = 753 \cdot 0,02 \cdot 0,68 = 10,2 \text{ В}. \quad (45.7)$$

Находим ток, проходящий через тело человека:

$$I_{\text{чел}} = \frac{U_{\text{ш}}}{R_{\text{чел}}} = \frac{10,2}{1000} = 10,2 \cdot 10^{-3} \text{ А}. \quad (45.8)$$

Напряжение шага невелико, однако такой ток, проходящий через тело человека, может вызвать судорожное сокращение мышц и падение человека на землю, в результате чего ток, проходящий через тело человека, может вырасти многократно.

Пожарная профилактика

Задача 46. Расчёт молниеотвода

Спроектировать молниеотвод для отдельно стоящего трёхэтажного здания банка с размерами $A = 36$ м, $B = 18$ м. Наибольшая высота здания $h_x = 15$ м. Здание расположено в городе Виннице. Грунт, на котором построено здание, — суглинок с удельным сопротивлением $\rho = 100$ Ом·м.

Решение. По карте среднегодовой продолжительности гроз (приложение 116) находим, что для данной местности средняя продолжительность гроз составляет от 80 до 100 часов. По приложению 117 находим, что среднегодовое число поражений молний в 1 км^2 земной поверхности в месте расположения здания $n = 7$.

Ожидаемое количество N поражений зданий прямоугольной формы определяется по формуле:

$$N = [(A + 6 \cdot h_x) \cdot (B + 6 \cdot h_x) - 7,7 \cdot h_x^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (46.1)$$

где A — длина здания, м;

B — ширина здания, м;

h_x — наибольшая высота здания (сооружения) в м

Подсчитаем значения N :

$$N = [(36 + 6 \cdot 15) \cdot (18 + 6 \cdot 15) - 7,7 \cdot 15^2] \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 0,08$$

По приложению 115 находим, что данное здание подлежит к III категории молниезащиты. При этом установлена зона защиты типа Б. Поскольку расстояние от отдельно стоящего молниеотвода до зданий, относимых к III категории молниезащиты, не нормируется, располагаем опору молниеотвода в непосредственной близости от здания (в плане рис. 46.1).

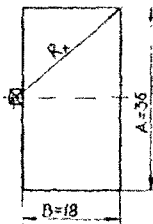


Рисунок 46.1 — План расположения здания и молниеотвода

Тогда из решения прямоугольного треугольника находим R_x — радиус зоны защиты на высоте h_x :

$$R_x = \sqrt{18^2 + \left(\frac{36}{2}\right)^2} = 25,5 \text{ м.}$$

Рисуем зону защиты молниеотвода (рис. 46.2).

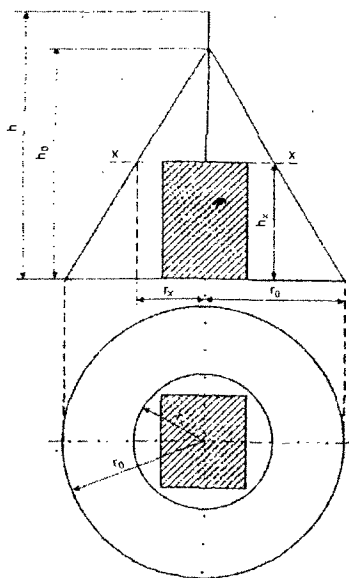


Рисунок 46.2 – Зона защиты молниеотвода

По приложению 118 находим формулы для расчёта параметров молниеотвода. Необходимая высота молниеотвода рассчитывается как:

$$h = \frac{(R_x + 1,63 \cdot h_x)}{1,5} = \frac{(25,5 + 1,63 \cdot 12)}{1,5} = 30 \text{ м.} \quad (46.2)$$

Параметры зоны защиты по приложению 118:

$$h_0 = 0,92 \cdot h = 0,92 \cdot 30 = 27,6 \text{ м;}$$

$$r_0 = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 30 = 45 \text{ м.}$$

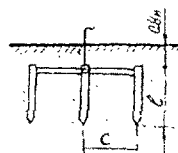


Рисунок 46.3 –
Заземлитель
молниеотвода

Молниеприёмник из круглой стали $\varnothing 12$ мм и длиной 2 м привариваем к верху металлической опоры, решётчатая конструкция которой выполняет роль токоотвода. Для растекания тока в земле на глубине 0,8 м от поверхности устанавливаем искусственный заземлитель (рис. 46.3) в виде 3-х электродов, соединённых горизонтальной полосой $c = 6$ м, $l = 2,5$ м, сопротивление растеканию тока промышленной частоты при этой конструкции заземлители составит 6 Ом, для данного типа грунта (приложение 119).

Задача 47. Расчёт автоматической системы пожаротушения

Рассчитать автоматическую систему пожаротушения швейного цеха. Выбрать тип системы пожаротушения (спринклерную или дренчерную). Цех имеет размеры: длина $A = 36$ м, ширина $B = 24$ м.

Решение. В соответствии с приложением 111 найдем группу помещения. Швейный цех относится ко 2 группе – помещения текстильного, трикотажного, текстильно-галантерейного производства; помещения для производства ваты, швейной промышленности, обувного, кожевенного и мехового производства (пожарная нагрузка – $200 \dots 2000 \text{ МДж/м}^2$).

Наибольшее распространение в настоящее время получили стационарные водные спринклерные и дренчерные установки. Один из недостатков спринклерной системы – инерционность. Замки разрушаются через 2-3 мин с момента повышения температуры, кроме того, вскрываются лишь те замки, которые оказались в зоне повышенных температур, в то время как иногда эффективнее подавать воду сразу на всю площадь защиты. В связи с этим применяем дренчерную установку пожаротушения, которая лишена этих недостатков. Дренчеры – это оросительные головки без легкоплавких замков, устанавливаются на трубопроводах, монтируемых под перекрытиями. В обычное время трубопроводы не заполнены огнегасительным веществом. Установка включается либо вручную, либо автоматически от сигнала датчика, установленного в зоне пожарозащиты. Как более эффективную применяем дренчерную установку.

Согласно приложению 110 находим параметры для расчёта дренчерной установки:

Интенсивность орошения водой	$L = 0,12 \text{ л/(с} \times \text{м}^2)$.
Площадь, защищаемая одним оросителем	$S_{\text{ор}} = 12 \text{ м}^2$.
Продолжительность работы установок водяного пожаротушения	$T = 60 \text{ мин.}$
Расстояние между оросителями	$D = 4 \text{ м.}$

Находим площадь помещения:

$$S = 36 \times 24 = 864 \text{ м}^2.$$

Находим необходимое количество оросителей:

$$N = S / S_{\text{ор}} = 864 / 12 = 72 \text{ шт.}$$

Размещаем оросители на плане помещения. По длине помещения принимаем расстояние между оросителями $D_A = 3$ м, по ширине помещения принимаем расстояние между оросителями $D_B = 4$ м.

Находим необходимую интенсивность воды в трубопроводе:

$$L_{\text{тр}} = L \times S = 0,12 \times 864 = 104 \text{ л/с.}$$

Находим интенсивность воды через один дренчер:

$$L_{\text{дренч}} = \frac{L_{\text{тр}}}{N} = \frac{104}{72} = 1,44 \text{ л/с.}$$

Для приведения в действие автоматической системы пожаротушения согласно приложению 113 применяем тепловые извещатели. В качестве теплового

извещателя применяем автоматический термоизвещатель максимального действия АТИМ-3. Чувствительным элементом, размыкающим контакты этого термоизвещателя, является биметаллическая диафрагма. Извещатель срабатывает при повышении температуры окружающей среды до 80°C и может контролировать площадь до 15 м^2 . Согласно приложению 112 при высоте установки извещателя до $3,5\text{ м}$ и при квадратном размещении извещателей максимальное расстояние между извещателями не должно превышать $5,0\text{ м}$, а от извещателя до стены – $2,5\text{ м}$.

Задача 48. Выбор типа спринклерной установки

Выбрать тип спринклерной установки водяного пожаротушения расположенной в неотапливаемом складе в городе Харькове.

Решение. Спринклерные установки водяного пожаротушения подразделяют на:

- Водозаполненные (все трубопроводы заполнены водой). Их применяют при минимальной температуре воздуха в помещении 5°C и выше.

- Воздушные (трубопроводы в защищаемом помещении заполнены сжатым воздухом до узла управления). Их применяют в неотапливаемых помещениях при среднесуточной температуре 8°C и ниже в течение более 240 дней в году.

- Водовоздушные (в теплый период года трубопроводы заполнены водой, в холодный – воздухом). Их применяют в неотапливаемых помещениях при среднесуточной температуре 8°C и ниже в течение 240 дней в году и менее.

Поскольку помещение является неотапливаемым, то водозаполненная установка по температурным условиям неприменима.

Для того, чтобы выбрать между воздушной и водовоздушной установкой необходимо найти количество дней в году со среднесуточной температурой 8°C и ниже. По приложению 3 находим для Харькова:

$$T_{8^{\circ}\text{C и ниже}} = 179 \text{ дней} < 240 \text{ дней.}$$

По этому условию выбираем для помещения водовоздушную спринклерную установку водяного пожаротушения.

Задача 49. Расчёт путей и времени эвакуации

Определить расчетное время эвакуации людей из зала магазина, расположенного на втором этаже. Торговое оборудование расположено рядами (рис. 49.1) Объем зала $V = 3300\text{ м}^3$, площадь зала $S_z = 782\text{ м}^2$, площадь, занимаемая оборудованием, $S_{об} = 200\text{ м}^2$. Ширина марша лестничной клетки и дверей входа в лестничную клетку на отметке 3,60 и выхода из неё на отметке 0.00 равна $2,4\text{ м}$. Здание II степени огнестойкости. Расчётное число людей в торговом зале составляет $N_p = 300$ человек.

Путь эвакуации от наиболее удаленной от выхода точки до выхода наружу состоит из восьми участков, в пределах которых ширина пути и интенсивность движения может быть принята неизменной. Людские потоки из проходов складываются с потоком, двигающимся по сборному проходу, и направляются через лестничную клетку наружу. Ширина каждого из шести проходов 2 м , длина их, включая путь движения от стены, составляет 42 м . Участки 2...6 имеют длину по 3 м , ширину 4 м , участок 7 имеет длину 2 м , ширину 4 м .

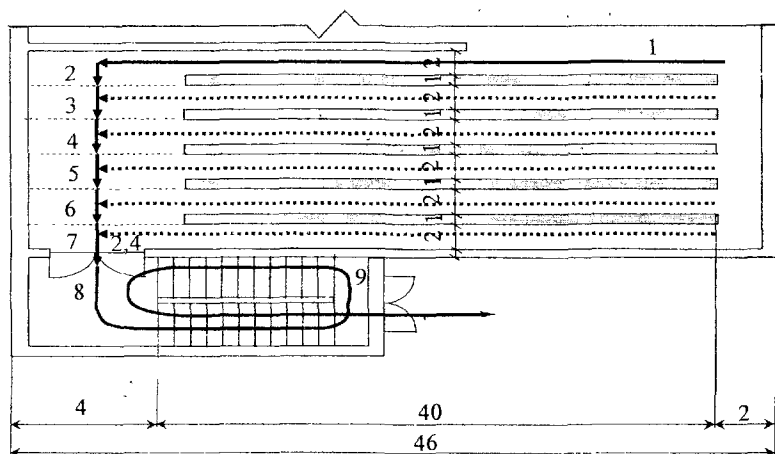


Рисунок 49.1 – Расчётная схема планировки

Решение. Расчётное время эвакуации людей из помещений и зданий устанавливается по расчёту времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

При расчёте весь путь движения людского потока подразделяется на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш, тамбур) длиной l_i и шириной δ_i . Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел и т. п.

При определении расчётного времени длина и ширина каждого участка пути эвакуации принимаются по проекту. Длина пути по лестничным маршам, а также по пандусам измеряется по длине марша. Длина пути в дверном проёме принимается равной нулю. Проем, расположенный в стене толщиной более 0,7 м, а также тамбур следует считать самостоятельным участком горизонтального пути, имеющим конечную длину l_i .

Вычисляем среднюю плотность людского потока (D_{cp}) по формуле:

$$D_{cp} = \frac{N_3 \cdot f}{S_3 - S_{об}} \quad (49.1)$$

где N_3 – расчётное число людей в торговом зале, чел.;

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека, принимаемая по таблице 49.1.

Таблица 49.1 – Средняя площадь горизонтальной проекции человека

Категория людей	Взрослый в домашней одежде	Взрослый в зимней одежде	Подросток
средняя площадь горизонтальной проекции, м ²	0,1	0,125	0,07

По таблице 49.1 принимаем наихудший вариант, что эвакуация происходит в зимнее время и $f = 1,25 \text{ м}^2$.

Вычисляем среднюю плотность людского потока:

$$D_{\text{ср}} = \frac{300 \cdot 0,125}{782 - 200} = 0,06 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

Определяем время прохождения каждого участка пути.

Участок 1 (проход), $l_1 = 42 \text{ м}$. Плотность людского потока:

$$D_1 = D_{\text{ср}} = 0,06 \text{ м}^2/\text{м}^2$$

По приложению 120 определяем интенсивность движения людского потока на 1 участке $q_1 = 5,71 \text{ м/мин}$; скорость движения людского потока $V_1 = 95,21 \text{ м/мин}$. Время прохождения 1 участка:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1} = \frac{42}{95,21} = 0,44 \text{ мин.} \quad (49.2)$$

Участок 2 (расширение пути), $l_2 = 3 \text{ м}$. Скорость движения людского потока на участках пути, следующих после первого, принимается по приложению 120 в зависимости от значения интенсивности движения людского потока по каждому из этих участков пути, которое вычисляют для всех участков пути, в том числе и для дверных проемов, по формуле:

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (49.3)$$

где δ_i, δ_{i-1} – ширина рассматриваемого i -го и предшествующего ему участка пути, м;

q_i, q_{i-1} – значения интенсивности движения людского потока по рассматриваемому i -му и предшествующему участкам пути, м/мин.

Рассчитываем интенсивность движения людского потока по 2 участку:

$$q_2 = \frac{5,71 \cdot 2}{4} = 2,86 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Поскольку $q_2 < q_{\text{макс}}$ (для горизонтального пути $q_{\text{макс}} = 16,5 \text{ м/мин}$ по таблице 49.2) затора людей не происходит.

Таблица 49.2 – Максимальные значения интенсивности движения при эвакуации

Тип пути	Горизонтальный путь	Дверной проём	Лестница вниз	Лестница вверх
Максимальные значения интенсивности движения $q_{\text{макс}}, \text{ м/мин}$:	16,5	19,6	16	11

По приложению 120 скорость движения людского потока $V_2 = 100$ м/мин.
 Время прохождения 2 участка:

$$t_2 = \frac{l_2}{V_2} = \frac{3}{100} = 0,03 \text{ мин.} \quad (49.4)$$

Участок 3 (слияние потоков), $l_3 = 3$ м. При слиянии вначале участка i двух и более людских потоков (рис. 49.2) интенсивность движения (q_i), м/мин, вычисляют по формуле:

$$q_i = \frac{\sum (q_{i-1} \cdot \delta_{i-1})}{\delta_i}, \quad (49.5)$$

где q_{i-1} – интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка i , м/мин.

δ_{i-1} – ширина участков пути слияния, м;

δ_i – ширина рассматриваемого участка пути, м.

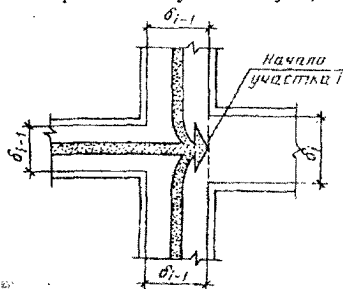


Рисунок 49.2 – Слияние людских потоков

Интенсивность движения во всех потоках принимаем одинаковой. Тогда:

$$q_3 = \frac{q_2 \cdot \delta_2 + q_1 \cdot \delta_1}{\delta_3} = \frac{2,86 \cdot 4 + 5,71 \cdot 2}{4} = 5,72 \text{ м/мин.} \quad (49.6)$$

По приложению 120 скорость движения людского потока $V_3 = 95,21$ м/мин.
 Время прохождения 3 участка:

$$t_3 = \frac{l_3}{V_3} = \frac{3}{95,21} = 0,03 \text{ мин.} \quad (49.7)$$

Участки 4 – 6 (слияние потоков) рассчитываются аналогично участку 3:

$$q_4 = \frac{q_3 \cdot \delta_3 + q_1 \cdot \delta_1}{\delta_4} = \frac{5,72 \cdot 4 + 5,71 \cdot 2}{4} = 8,58 \text{ м/мин.} \quad (49.8)$$

$$V_4 = 77,32 \text{ м/мин;}$$

$$t_4 = \frac{l_4}{V_4} = \frac{3}{77,32} = 0,04 \text{ мин;} \quad (49.9)$$

$$q_5 = \frac{q_4 \cdot \delta_4 + q_1 \cdot \delta_1}{\delta_5} = \frac{8,58 \cdot 4 + 5,71 \cdot 2}{4} = 11,44 \text{ м/мин;} \quad (49.10)$$

$$V_5 = 62,80 \text{ м/мин;}$$

$$t_5 = \frac{l_5}{V_5} = \frac{3}{62,8} = 0,05 \text{ мин}; \quad (49.11)$$

$$q_6 = \frac{q_5 \cdot \delta_5 + q_1 \cdot \delta_1}{\delta_6} = \frac{11,44 \cdot 4 + 5,71 \cdot 2}{4} = 14,30 \text{ м/мин}; \quad (49.12)$$

$$V_6 = 47,73 \text{ м/мин};$$

$$t_6 = \frac{l_6}{V_6} = \frac{3}{47,73} = 0,06 \text{ мин}. \quad (49.13)$$

Участок 7 (слияние потоков):

$$q_7 = \frac{q_6 \cdot \delta_6 + q_1 \cdot \delta_1}{\delta_7} = \frac{14,30 \cdot 4 + 5,71 \cdot 2}{4} = 17,16 \text{ м/мин}. \quad (49.14)$$

Поскольку $q_7 > q_{\text{макс}}$ (для горизонтального пути $q_{\text{макс}} = 16,5$ м/мин по таблице 49.2) на участке 7 возникает скопление людей. Участком, лимитирующим пропускную способность эвакуационного пути, является марш лестницы шириной 2,4 м, так как интенсивность движения при скоплении по маршу лестницы меньше интенсивности движения в дверном проёме.

Время эвакуации на участке 7 с учётом задержки движения у лестничного марша равно:

$$t_7 = \frac{l_7}{V_{\text{ск}}} + N_3 \cdot f \cdot \left(\frac{1}{q_{\text{ск}} \cdot \delta_m} - \frac{1}{q_6 \cdot \delta_6 + q_1 \cdot \delta_1} \right), \quad (49.15)$$

где $V_{\text{ск}}$ – скорость движения скопления людей, м/мин;

$q_{\text{ск}}$ – интенсивность движения скопления людей, м/мин;

δ_m – ширина марша лестницы, м.

Так как интенсивность на участке больше $q_{\text{макс}} = 16,5$ м/мин, то дальше принимаем максимальную плотность потока $D_{\text{макс}} = 0,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$ и интенсивность и скорость движения скопления людей принимаем по лимитирующему показателю – лестнице вниз соответственно $q_{\text{ск}} = 7,2$ м/мин и $V_{\text{ск}} = 8$ м/мин

$$t_7 = \frac{2}{8} + 300 \cdot 0,125 \cdot \left(\frac{1}{7,2 \cdot 2,4} - \frac{1}{14,3 \cdot 4 + 5,71 \cdot 2} \right) = 2,97 \text{ мин}.$$

Участок 8 (дверной проём). Время прохождения $t_8 = 0$. Интенсивность движения людского потока по лестнице $q_8 = 7,2$ м/мин.

Участок 9 (лестница вниз). Длину лестницы можно принять тройной высоте или $l_n = 3 \cdot H = 3 \cdot 3,6 = 10,8$ м. Интенсивность движения людского потока по лестнице $q_9 = 7,2$ м/мин. По приложению 120 скорость движения людского потока $V_8 = 8$ м/мин. Время прохождения 8 участка:

$$t_8 = \frac{l_8}{V_8} = \frac{10,8}{8} = 1,35 \text{ мин}. \quad (49.16)$$

Расчётное время эвакуации людей (t_p) следует определять как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути t_i :

$$t_p = \sum t_i = 0,44 + 0,03 + 0,03 + 0,04 + 0,05 + 0,06 + 2,97 + 0 + 1,35 = 4,97 \text{ мин}. \quad (49.17)$$

По приложению 122 находим допустимое время эвакуации:

$$t_{\text{доп}} = 1,5 \text{ мин}.$$

Проверяем условие безопасности:

$$t_p \leq t_{\text{доп}};$$

$$4,97 \leq 1,5.$$

Условие безопасности не выполняется, следовательно, проект нуждается в переработке.

С целью обеспечения безопасной эвакуации людей из каждой секции следует предусмотреть два эвакуационных выхода шириной по 2,4 м на наружный балкон. Ширина балкона принята 4 м для размещения всех эвакуирующихся. При этом на каждого человека приходится около $0,4 \text{ м}^2$, что в два раза превышает установленную норму площади для разгрузочных площадок. С балкона на уровень земли ведут эвакуационные лестницы шириной по 2,4 м с обеих сторон здания.

Задача 50. Расчёт необходимого количества и типов огнетушителей

Цех механической обработки металлов площадью 850 м^2 . Категория помещения цеха – Д. Возможно загорание электродвигателей в станках, поэтому класс пожара будет Е.

Решение. По приложению 124 определяем, что для защиты такого типа помещения необходимы 4 порошковых огнетушителя с зарядом тушащего вещества 8 кг. Выбираем огнетушитель типа ВП-8.

Задача 51. Защита от разрядов статического электричества

Бензин со скоростью $v=100 \text{ л/мин}$ наливают в изолированную цистерну вместимостью $M=1000 \text{ л}$. Скорость электризации бензина $q=1,1 \cdot 10^{-8} \text{ А·с/л}$. В каком случае будет обеспечена безопасность от возможных разрядов статического электричества:

Решение. Определим потенциал на цистерне к концу налива. Общий заряд, передаваемый электризованным бензином цистерне, составит

$$Q = qM = 1,1 \cdot 10^{-8} \cdot 1000 = 11 \cdot 10^{-6} \text{ К.}$$

Если электрическую емкость цистерны принять равной $C=10^{-9} \text{ Ф}$, то потенциал на корпусе к концу налива будет

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{11 \cdot 10^{-6}}{10^{-9}} = 11 \cdot 10^3 \text{ В.}$$

При данном потенциале в случае разряда энергии искры между цистерной и землей

$$E = 0,5CU^2 = 0,5 \cdot 10^{-9} \cdot 121 \cdot 10^6 = 60,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

Для воспламенения бензина достаточно искры с энергией $E_{\text{мин}}=0,9 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$, а поэтому потенциал на цистерне должен быть не более

$$U_{\text{доп}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{мин}}}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3}}{10^{-9}}} = 1,35 \cdot 10^3 \text{ В.}$$

Для уменьшения потенциала до допустимой величины необходимо предусмотреть заземление, величина сопротивления которого может быть определена из выражения

$$R \leq U_{\text{доп}} t / Q = U_{\text{доп}} M / Qv,$$

то есть

$$R = \frac{1,35 \cdot 10^3 \cdot 1000 \cdot 60}{11 \cdot 10^{-6} \cdot 100} = 73,6 \cdot 10^9 \text{ Ом} \quad (t = 60 \text{ с}).$$

При этом время полного разряда

$$T = 3\tau = 3RC = 3 \cdot 73,6 \cdot 10^9 \cdot 10^{-9} = 220,8 \text{ с}.$$

Принимая во внимание, что во взрывоопасной среде постоянная времени релаксации должна быть $\tau_{\text{доп}} \leq 0,001 \text{ с}$, необходимо предусмотреть заземляющее устройство с сопротивлением

$$R_{\text{доп}} \leq \frac{\tau_{\text{доп}}}{C} = \frac{0,001}{10^{-9}} = 10^6 \text{ Ом}.$$

Тогда потенциал на корпусе цистерны не превысит допустимого значения, то есть

$$U' = \frac{QR}{t'} = \frac{11 \cdot 10^{-6} \cdot 10^6}{10 \cdot 60} = 1,83 \cdot 10^{-2} \text{ В} \quad (t' = 10 \text{ мин}),$$

здесь $t = 10 \text{ мин}$ — полное время налива бензина со скоростью 100 л/мин в цистерну емкостью 1000 л .

Задача 52. Расчёт времени образования взрывоопасной концентрации

На железобетонном полу механического цеха разлит 1 л ацетона; при этом образовалась лужа диаметром 1 м (или поверхность $F = 0,785 \text{ м}^2$). Температура в помещении $t = +20^\circ\text{C}$, атмосферное давление $B = 750 \text{ мм рт. ст.}$. Определить время испарения 1 л ацетона, когда может образоваться взрывоопасная концентрация и в каком объёме

Решение. Определяем количество выделений в места разлива ацетона m , г/ч:

$$m = 4 \cdot r \cdot D_t \cdot \frac{M}{V_t} \cdot \frac{P_{\text{нас}}}{B},$$

где $r = 50 \text{ см}$ (радиус образовавшейся лужи ацетона);

D — коэффициент диффузии, $\text{см}^2/\text{с}$;

$V_t = 24050 \text{ см}^3$ — объём испарения;

$P_{\text{нас}} = 185 \text{ мм рт. ст.}$ — давление насыщенного пара для ацетона;

$B = 750 \text{ мм рт. ст.}$ — атмосферное давление;

$M = 58,08$ — молекулярный вес ацетона;

Коэффициент диффузии при $t = +20^\circ\text{C}$ $D_t = 0,121 \text{ см}^2/\text{с}$. Подставляем значения в формулу:

$$m = \frac{4 \cdot 50 \cdot 0,121 \cdot 58,08 \cdot 185}{24050 \cdot 750} = 0,0144 \text{ г/с}.$$

Определяем время испарения 1 л ацетона

$$\tau = \frac{Q \cdot \rho}{m \cdot 3600},$$

где $Q = 1000 \text{ г}$;

$\rho = 0,792 \text{ г/см}^3$ – плотность ацетона;

$$\tau = \frac{1000 \cdot 0,792}{0,0144 \cdot 3600} = 15,4 \text{ ч.}$$

Нижний предел взрываемости паров ацетона $K_{об} = 2,6\%$, что соответствует следующей весовой концентрации (при 20°C):

$$K_{\text{вес}} = \frac{K_{об} \cdot M \cdot 10}{v_t} = \frac{2,6 \cdot 58,08 \cdot 10}{24,05} = 62,5 \text{ мг/л (г/м}^3\text{)}.$$

1 л испаряемого ацетона или 792 г паров могут образовать взрывоопасную концентрацию в объеме $792:62,5=12,6 \text{ м}^3$ воздуха; на образование этой взрывоопасной концентрации потребуется 15 ч. При $t=40^\circ\text{C}$ скорость испарения составляет $0,0326 \text{ г/с}$; 1 л ацетона испарится за 5,2 ч, то есть опасность взрыва наступит раньше.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Расчёт численности работников службы охраны труда предприятия
(Рекомендации о структуре и численности службы охраны труда к типовому положению о службе охраны труда)

Среднесписочная численность работающих на предприятии, $P_{\text{ср}}$		Численность работников службы охраны труда, M	Примечание
предприятия производственной сферы	предприятия непроизводственной сферы		
до 50	до 100	1	лица с соответствующей профессиональной подготовкой по совместительству
от 51 до 500	от 101 до 500	1	один специалист по охране труда с инженерно-техническим образованием.
Более 500	Более 500	$M = 2 + \frac{P_{\text{ср}} \cdot K_a}{\Phi}$	.

Примечания. 1. На предприятиях, где используются взрывчатые материалы или сильнодействующие ядовитые вещества, в такой службе должно быть два специалиста.

2. Φ – эффективный годовой фонд рабочего времени специалиста по охране труда, равный 1820 часов, который учитывает потери рабочего времени на возможные заболевания, отпуск и др.

3. K_a – коэффициент, учитывающий вредность и опасность производства, рассчитывается по формуле:

$$K = 1 + \frac{P_b \cdot P_a}{P_{\text{ср}}},$$

где P_b – численность работающих с вредными веществами, независимо от уровня их концентрации;

P_a – численность работающих на работах повышенной опасности (подлежащих ежегодной аттестации по охране труда).

K_b максимально может равняться 3 в случае, когда все работники работают с вредными веществами и все они подлежат ежегодной аттестации по вопросам охраны труда, то есть $P_b + P_a = 2P_{\text{ср}}$.

4. Расчет численности службы охраны труда предприятия не учитывает специалистов по охране окружающей среды, специалистов, осуществляющих технический осмотр и испытания котлоагрегатов, подъемных сооружений и других объектов на их соответствие установленным требованиям – эти работники не входят в состав службы охраны труда.

5. При наличии на предприятии института заместителей руководителя предприятия, руководитель службы охраны труда, независимо от численности работающих, должен назначаться на должность заместителя руководителя предпри-

тия (заместителя генерального директора, директора и т.п. – в зависимости от структуры предприятия).

6. Предприятие, не имеющее возможности содержать в службе охраны труда специалистов по гигиене труда и не имеющее своей лаборатории, пользуется услугами местных санитарно-эпидемиологических станций на договорных началах.

7. При отсутствии на предприятии юридической службы используются специалисты юридической службы другого предприятия или услуги юридических консультаций (по договору).

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Расчёт численности службы охраны труда объединения предприятий (Рекомендации о структуре и численности службы охраны труда к типовому положению о службе охраны труда)

Объединение предприятий	Численность службы охраны труда
Ассоциации, корпорации, концерны и другие объединения предприятий, образованные не по отраслевому принципу, а также управления культуры, просвещения и прочие.	$M = 2 + \frac{P_{150} \cdot K_2}{\Phi}$
Министерства, государственные комитеты, концерны, корпорации и другие объединения предприятий, образованные по отраслевому принципу	$M = 2,4 + \frac{P_{150} \cdot K_3}{\Phi}$

Примечания. 1. P_{150} – количество предприятий, которые имеют численность более 150 человек штатного персонала.

2. K_2 , K_3 – корректирующие коэффициенты (таблицы 0.1 и 0.2)

3. Φ – эффективный годовой фонд рабочего времени специалиста по охране труда, равный 1820 часов, который учитывает потери рабочего времени на возможные заболевания, отпуск и др.

Таблица 2.1 – Значения коэффициента K_2

Количество предприятий с вредным и опасным производством, дошкольных учреждений, школ, имеющих свои производственно-учебные базы	K_2
при отсутствии и до 10	7
от 11 до 100	10
больше 100	20

Таблица 2.2 – Значения коэффициента K_3

Количество предприятий, имеющих вредные и опасные производства	K_3
при отсутствии и до 10	7
от 11 до 100	10
больше 100	20

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Климатические параметры холодного периода года
(СНиП 2.01.01-82, СНиП 23-01-99 (РФ))

Город	Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью 0,98	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,98	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	Продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха			Количество осадков за ноябрь-март, мм	Преобладающее направление ветра (его средняя скорость) за декабрь-февраль
					< 0 °С	< 8 °С	< 10 °С		
Винница	-29	-25	-10	-36	107	180	198	194	Ю (3,7)
Днепропетровск	-29	-26	-10	-38	100	172	187	209	В
Донецк	-28	-24	-9	-34	105	176	190	204	ЮВ
Житомир	-29	-24	-9	-35	109	182	201	174	З (4)
Запорожье	-27	-23	-7	-32	86	166	181	219	СВ (4,3)
Ивано-Франковск	-26	-22	-9	-34	96	178	198	172	ЮВ (3,2)
Киев	-29	-25	-10	-32	103	176	193	235	З (3)
Кировоград	-30	-25	-10	-35	102	175	191	167	Ю (5,1)
Кривой Рог	-21	-18	-7	-28	95	170	186	177	В
Луганск	-32	-27	-10	-42	100	172	188	179	В (6,8)
Луцк	-27	-22	-8	-34	99	179	199	162	ЮВ (4,8)
Львов	-25	-20	-9	-34	99	179	201	231	ЮВ (4,8)
Николаев	-26	-22	-7	-30	76	160	176	178	СВ (4,8)
Одесса	-24	-20	-6	-29	61	158	178	204	С (6,3)
Полтава	-30	-25	-11	-34	112	177	193	215	В (5,9)
Ровно	-27	-22	-9	-35	105	181	200	157	З (5,8)
Симферополь	-22	-18	-3	-30	37	153	174	210	СВ (3,6)
Сумы	-30	-27	-13	-36	121	185	201	220	ЮВ
Тернополь	-25	-22	-9	-32	109	183	203	175	ЮВ (4)
Ужгород	-25	-21	-7	-32	63	154	176	278	ЮВ (2,4)
Харьков	-31	-26	-11	-36	113	179	194	192	В (3,1)
Херсон	-27	-23	-7	-32	77	163	180	165	В (4,8)
Хмельницкий	-26	-22	-9	-32	106	181	200	195	ЮВ
Чернигов	-31	-27	-10	-36	115	185	202	210	Ю (4,1)
Черновцы	-26	-22	-9	-32	92	173	191	173	СЗ (3,9)
Ялта	-10	-7	1	-15	0	119	149	355	З

Примечание: Продолжительность периодов со средней суточной температурой воздуха, равной и меньше 0, 8 и 10 °С, характеризует продолжительность периода с устойчивыми значениями этих температур; отдельные дни со средней суточной температурой воздуха, равной и меньше 0, 8 и 10 °С, не учитываются.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Климатические параметры тёплого периода года
СНиП 2.01.01-82, СНиП 23-01-99 (РФ))

Город	Барометрическое давление, гПа	Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,98	Средняя максимальная тем- пература воздуха наиболее теплого месяца, °С	Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	Суточный максимум осадков, мм	Преобладающее направление ветра за июнь-август	Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с
Винница	980	23	24	38	112	СЗ	1,3
Луцк	990	22	23,6	36	114	З	1,9
Днепропетровск	1000	27	27,4	40	82	С	2,6
Кривой Рог	—	26	27,2	38	75	С	2,6
Донецк	990	26	26,9	39	125	СВ	2,3
Житомир	990	22	23,7	38	180	—	1,7
Ужгород	1000	24	25,9	39	75	В	1,5
Запорожье	1010	27	28,1	40	120	С	1,1
Ивано-Франковск	985	21	23,6	37	93	З	1,4
Киев	995	24	25,2	39	103	С	1,6
Кировоград	995	25	25,9	39	122	СЗ	2,8
Луганск	1010	26	27,8	41	80	З	1,4
Львов	975	22	22,9	37	92	З	2
Николаев	1010	26	28,5	39	144	С	2,1
Одесса	1010	24	25,4	38	103	С	2,1
Полтава	995	25	26	38	178	З	1,7
Ровно	1000	22	23,5	37	66	З	2,2
Сумы	995	23	25,1	40	89	СЗ	2
Тернополь	975	21	23	37	106	СЗ	1,3
Харьков	1000	25	26,4	39	83	С	1,2
Херсон	1010	26	28	39	86	С	2,3
Хмельницкий	980	20	23,7	37	106	СЗ	1,4
Чернигов	1000	23	24,5	39	78	С	2,1
Черновцы	990	23	24,5	38	117	СЗ	2
Симферополь	990	26	27,6	39	122	В	2,7
Ялта	1010	26	27,3	37	189	З	1,4

Примечание: 1. Обеспеченность — интегральная повторяемость значений климатического параметра ниже или выше их определенных пределов. Средняя температура воздуха по месяцам и за год характеризует температурный режим отдельных месяцев и всего года с обеспеченностью в среднем 0,5; эти показатели рассчитаны за 50 — 80 лет в пределах периода наблюдений 1881 — 1960 гг.

2. Абсолютная максимальная температура воздуха приведена из СНиП 23-01-99 по выборке из ряда наблюдений за период 1881-1985 гг.; в СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» абсолютная максимальная температура воздуха для отдельных пунктов определялась методом приведения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Минимальный расход наружного воздуха для помещений
(прил. 19 СнИП 2.04.05-91)

Помещения (участки, зоны)	Расход воздуха м ³ /ч		Примечания
	При воз- можности естест- венного проветри- вания	При невозможности естественного про- ветривания	
Производ- ственные	30	—	При объёме помещения (участка, зо- ны) на 1 чел. менее 20 м ³
	20	—	При объёме помещения (участка, зо- ны) на 1 чел. 20 м ³ и более
	—	60, но не менее од- нократного обмена в помещении в час	В системах, подающих только наруж- ный воздух и при системах, рабо- тающих с рециркуляцией при крат- ности 10 обменов/ч и более
	—	60, но не менее 20% воздухообмена	При системах, работающих с рецир- куляцией при кратности менее 10 об- менов/ч
	—	90, но не менее 15% воздухообмена	
	—	120, но не менее 10% воздухообмена	
Общест- венные и админист- ративно- бытовые	По требо- ваниям соответ- ствующих СНиП	60 (20)	В скобках — для зрительных залов, за- лов совещаний и других помещений, в которых люди находятся до 3 ч не- прерывно)
Жилые	3 м ³ /ч на 1 м ² жи- лых по- мещений	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Энергозатраты в зависимости от категории работ по степени тяжести
(прил. 1 ГОСТ 12.1.005-88, ДСН 3.3.6.042-99)

Категории работ		Энергозатраты	
		Ватт	Ккал/час
Легкие:	Ia	До 139	До 120
	Iб	140 - 174	121 - 150
Средней тяжести:	IIa	175 - 232	151 - 200
	IIб	233 - 290	201 - 250
Тяжелые	III	Более 290	Более 250

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне (табл. 1, 2 ДСН 3.3.6.042-99, табл. 1 ГОСТ 12.1.005-88)

Период года	Категория работ	Температура, °С			Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		оптимальная	допустимая на рабочих местах		оптимальная	допустимая	оптимальная, не более	допустимая
			постоянных	непостоянных				
Холодный	Легкая - Ia	22-24	21-25	18-26	40-60	75	0,1	Не более 0,1
	Легкая - Ib	21-23	20-24	17-25	40-60	75	0,1	Не более 0,2
	Средней тяжести - IIa	19-21 (18-20) ²	17-23	15-24	40-60	75	0,2	Не более 0,3
	Средней тяжести - IIб	17-19	15-21	13-23	40-60	75	0,2	Не более 0,4
	Тяжелая - III	16-18	13-19	12-20	40-60	75	0,3	Не более 0,5
Теплый	Легкая - Ia	23-25	22-28	20-30	40-60	55 (при 28°C)	0,1	0,1 - 0,2
	Легкая - Ib	22-24	21-28	19-30	40-60	60 (при 27°C)	0,2	0,1 - 0,3
	Средней тяжести - IIa	21-23	18-27	17-29	40-60	65 (при 26°C)	0,3	0,2 - 0,4
	Средней тяжести - IIб	20-22	15-27 (16-27) ²	15-29	40-60	70 (при 25°C)	0,3	0,2 - 0,5
	Тяжелая - III	19-20	15-26	13-28	40-60	75 (при 24°C и ниже)	0,4	0,2 - 0,6 (0,5 - 0,6) ²

Примечания: 1. Большая скорость движения воздуха в теплый период года соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая — минимальной температуре воздуха. Для промежуточных величин температуры воздуха скорость его движения допускается определять интерполяцией; при минимальной температуре воздуха скорость его движения может приниматься также ниже 0,1 м/с — при легкой работе и ниже 0,2 м/с — при работе средней тяжести и тяжелой.

2. Без скобок указаны значения по ДСН 3.3.6.042-99, в скобках — по ГОСТ 12.1.005-88. В остальных случаях эти значения совпадают.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне жилых, общественных и административно-бытовых помещений (прил. 1, 5 СНиП 2.04.05-91)

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с, не более	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
Теплый	20 – 22	Не более чем на 3 °С выше расчётной температуры наружного воздуха	60–30	65 ³	0,2	0,5
	23 – 25		60–30		0,3	
Холодный	20-22	18 – 22 ²	45–30	65	0,2	0,2

Примечания: 1. Но не более 28°С для общественных и административно-бытовых помещений с постоянным пребыванием людей и не более 33°С для указанных зданий, расположенных в районах с расчетной температурой наружного воздуха 25°С и выше.

2. Не ниже 14°С – для общественных и административно-бытовых помещений с пребыванием людей в уличной одежде.

3. Допускается принимать до 75% в районах с расчётной относительной влажностью воздуха более 75%.

4. Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более 2 ч непрерывно.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Расчётная температура воздуха в помещениях в холодный период года (СНиП 2.04.05-91, СНиП 2.08.01-89, СНиП 2.08.02-89)

№ п/п	Помещения	Расчётная температура воздуха, °С	№ п/п	Помещения	Расчётная температура воздуха, °С
1	Жилые комнаты в районах с температурой наиболее холодной пятидневки выше -31°С	18 (20)	12	Помещения детских садов:	
2	То же, с температурой наиболее холодной пятидневки -31°С и ниже	20 (22)		групповых, раздевальных:	
3	Кухни	18		младших групп;	22
4	Вестибюли, общие коридоры, лестничные клетки в жилых домах	16		старших групп;	20
5	То же, в общежитиях	18		спальни:	
6	Помещения для культурно-массовых мероприятий, отдыха, учебных и спортивных занятий, для администрации и персонала	18		младших групп;	21
7	Зрительные залы в клубах и театрах	20		дошкольных;	19
8	Помещения библиотек	18		буфетные;	16
9	Спортивные залы, катки	18		для музыкальных и гимнастических занятий;	19
10	Торговые залы магазинов: универсальных и непродовольственных, продовольственных	15 12		бассейнов	30
11	Помещения больниц: наркозные, родовые, послеоперационные, для грудных детей, для взрослых больных, реанимационные, приемно-смотровые, перевязочные, предоперационные	25 20 22	13	Школьные помещения: классные, учебные кабинеты, лаборатории	18
				спальные комнаты школьных интернатов	16
				актовый зал, лекционные аудитории,	18
				учебные мастерские,	15
				кружковые	18
			14	Производственные помещения с категориями работ:	
				легкой Ia;	21 (18)
				легкой Ib;	20 (17)
				средней тяжести Pa;	17 (15)
				средней тяжести Pb;	15 (13)
				тяжелой П	13 (12)

Примечания 1. В пп. 1, 2 в скобках даны значения расчётной температуры воздуха в помещениях для престарелых и семей инвалидов.

2. В п. 14 в скобках даны значения расчётной температуры воздуха в производственных помещениях с непостоянными рабочими местами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Тепловыделения от взрослых людей (табл. 9 пособия 2.91 к СНиП 2.04.05-91)

Показатели	Тепловыделения от взрослых людей, Вт при температуре окружающего воздуха в °С					
	10	15	20	25	30	35
В состоянии покоя						
Тепловыделения явные	143	116	87	58	41	12
скрытые	23	29	29	35	52	81
полные	163	145	116	93	93	93
При лёгкой работе (категория I)						
Тепловыделения явные	151	122	99	64	41	6
скрытые	29	35	52	81	105	140
полные	180	157	151	145	146	46
При работе средней тяжести (категория II а)						
Тепловыделения явные	166	135	108	73	44	7
скрытые	51	66	90	121	150	187
полные	217	201	198	194	194	194
При работе средней тяжести (категория II б)						
Тепловыделения явные	182	150	119	84	49	9
скрытые	71	97	126	158	193	233
полные	253	247	245	242	242	242
При тяжёлой работе						
Тепловыделения явные	198	163	129	93	52	12
скрытые	93	128	163	198	238	279
полные	291	291	291	291	290	291

Примечание: приведены средние данные для взрослых мужчин. Считается, что женщины выделяют 85%, а дети – 75% теплоты и влаги, выделяемых мужчинами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны
(прил. 2 ГОСТ 12.1.005-88, сокращённое)

Номерация по ГОСТ 12.1.005-88	Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
1	2	3	4	5	6
1	Азота диоксид	2	п	III	О
2	Азота оксиды (в пересчете на NO ₂)	5	п	III	О
23	Алюминий и его сплавы	2	а	III	Ф
58	Аммиак	20	п	IV	
59	Аммиачно-карбамидное удобрение	25	п+а	IV	
66	Аммония хлорид	10	а	III	
75	Ангидрид серный+	1	а	II	
76	Ангидрид сернистый+	10	п	III	
86	Анилин+	0,1	п	II	
96	Ацетон	200	п	IV	
127	Бензин (растворитель, топливный)	100	п	IV	
131	Бензол+	15/5	п	II	К
136	Бенз(а)пирен	0,0001 5	а	I	К
160	Бром+	0,5	п	II	О
168	Бутан	300	п	IV	
174	Бутилацетат	200	п	IV	
203	Водорода хлорид	5	п	II	О
433	Дихлорэтан+	10	п	II	
473	Зола горючих сланцев	4	а	III	Ф
474	Известняк	6	а	IV	Ф
518	Капролактам	10	а	III	
519	Капрон	5	а	III	Ф
527	Керамика	2	а	III	Ф
528	Керосин (в пересчете на С)	300	п	IV	
529	Кислота акриловая	5	п	III	
531	Кислота азотная+	2	а	III	
537	Кислота борная	10	п+а	III	
566	Кислота серная+	1	а	II	
587	Корунд белый	6	а	IV	Ф

1	2	3	4	5	6
605	Кремния карбид (карборунд)	6	а	IV	Ф
611	Ксилол	50	п	III	
613	Лавсан	5	а	III	Ф
631	Марганец в сварочных аэрозолях:				
	при его содержании до 20%	0,2	а	II	
	при его содержании от 20 до 30%	0,1	а	II	
633	Масла минеральные нефтяные+	5	а	III	
748	Натрия гидрокарбонат	5	а	III	
755	Натрия хлорид	5	а	III	
765	Нефть+	10	а	III	
774	Нитроаммофоска	4	а	III	Ф
800	Озон	0,1	п	I	О
859	Поливинилхлорид	6	а	III	
874	Полиэтилен	10	а	IV	
892	Пыль органическая:				
	а) зерновая	4	а	III	А, Ф
	б) мучная, древесная	6	а	IV	А, Ф
	в) хлопчатобумажная, льняная, шерстяная	2	а	IV	А, Ф
900	Ртуть металлическая	0,01 / 0,005	п	I	
901	Ртуты неорганические соединения+ (по ртути)	0,2 / 0,05	а	I	
905	Свинец и его неорганические соединения (по свинцу)	0,01 / 0,005	а	I	
915	Сероводород+	10	п	II	О
917	Сероуглерод	1	п	III	
918	Силикатсодержащие пыли, силикаты:				
	а) асбест, смешанные асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 10%	2	а	III	Ф, К
	б) асбестопородные пыли при содержании в них асбеста до 10%	4	а	III	Ф, К
	в) асбестоцемент	6	а	IV	Ф
	г) асбестобакелит, асбесторезина	8	а	IV	Ф
	д) слюды (флогопит, мусковит), тальк	4	а	III	Ф
	е) искусственные минеральные волокна силикатные (стекловолокно, стекловата)	2	а	III	Ф
	ж) цемент, апатит, глина, шамот каолиновый	6	а	IV	Ф
920	Синтетические моющие средства	5	а	III	Ф
923	Скипидар (в пересчете на С)	300	п	IV	
927	Сода кальцинированная+	2	а	III	
947	Спирт метиловый+	5	п	III	

1	2	3	4	5	6
957	Спирт этиловый	1000	п	IV	
960	Стеклопластик на основе полиэфирной смолы	5	а	III	
962	Стирол	30/10	п	III	
976	Табак	3	а	III	A
1018	Тетраэтилсвинец+	0,005	п	I	O
1032	Толуол	50	п	III	
1103	Углерода оксид	20	п	IV	O
1104	Углерода пыли:			V	
	а) коксы каменноугольный, пековый, нефтяной	6	а	IV	Ф
	б) антрацит с содержанием свободного диоксида кремния до 5%	6	а	IV	Ф
1132	Фенол+	0,3	п	II	
1144	Формальдегид+	0,5	п	II	O, A
1161	Хлор+	1	п	II	O
1245	Цинка оксид	0,5	а	II	
1251	Чай	3	а	III	
1252	Чугун в смеси с электрокорундом до 20%	6	а	IV	Ф
1253	Шамотнографитовые огнеупоры	2	а	III	Ф
1278	Этиленгликоль	5	п+а	III	

Примечания: 1. Если в графе "Величина ПДК" приведены две величины, то это означает, что в числителе максимальная, а в знаменателе — среднесменная ПДК.

2. Условные обозначения:

п — пары и/или газы; а — аэрозоль; п+а — смесь паров и аэрозоля;

O — вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;

A — вещества, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях;

K — канцерогены;

Ф — аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Некоторые физические характеристики воздуха при атмосферном давлении

$P_0 = 760$ мм. рт. столба

Температура воздуха, °C	Объёмный вес сухого воздуха	Упругость насыщен- ных водяных паров P_s мм.рт. столба	Влагосодержание влажного воздуха при полном насыще- нии $d_{p, \text{рт.}} \text{ сухого воз-}$ духа	Температура воздуха, °C	Объёмный вес сухого воздуха	Упругость насыщен- ных водяных паров P_s , мм.рт. столба	Влагосодержание влажного воздуха при полном насыще- нии $d_{p, \text{рт.}} \text{ сухого воз-}$ духа
-40	1,524	0,25	0,2	7	1,261	7,492	6,21
-35	1,489	0,35	0,3	8	1,256	8,017	6,65
-30	1,456	0,45	0,4	9	1,252	8,574	7,13
-28	1,444	0,50	0,4	10	1,248	9,210	7,63
-26	1,432	0,58	0,5	11	1,243	9,840	8,15
-24	1,420	0,68	0,6	12	1,239	10,520	8,75
-22	1,408	0,80	0,7	13	1,235	11,292	9,35
-20	1,396	0,94	0,77	14	1,230	11,988	9,97
-19	1,390	1,015	0,86	15	1,226	12,790	10,60
-18	1,385	1,116	0,93	16	1,222	13,630	11,40
-17	1,379	1,207	1,04	17	1,217	14,530	12,10
-16	1,374	1,303	1,11	18	1,213	15,480	12,90
-15	1,368	1,40	1,2	19	1,209	16,480	13,80
-14	1,363	1,55	1,3	20	1,205	17,530	14,70
-13	1,358	1,68	1,4	21	1,201	18,650	15,60
-12	1,353	1,83	1,5	22	1,197	19,830	16,80
-11	1,348	1,98	1,65	23	1,193	21,070	17,70
-10	1,342	2,14	1,79	24	1,189	22,380	18,80
-9	1,337	2,267	1,93	25	1,185	23,760	20,00
-8	1,332	2,455	2,08	26	1,181	25,210	21,40
-7	1,327	2,658	2,25	27	1,177	26,74	22,6
-6	1,322	2,876	2,40	28	1,173	28,35	24,0
-5	1,317	3,160	2,60	29	1,169	30,04	25,6
-4	1,312	3,368	2,80	30	1,165	31,82	27,28
-3	1,308	3,644	3,10	31	1,161	33,70	28,8
-2	1,303	3,941	3,28	32	1,157	35,66	30,6
-1	1,298	4,263	3,58	33	1,154	37,73	32,5
0	1,293	4,580	3,80	34	1,150	38,90	34,4
1	1,288	4,940	4,15	35	1,146	42,18	35,6
2	1,284	5,302	4,48	36	1,142	44,56	38,8
3	1,279	5,687	4,77	37	1,139	47,07	41,1
4	1,275	6,097	5,10	38	1,135	49,69	43,5
5	1,270	6,534	5,40	39	1,132	52,44	46,0
6	1,265	6,998	5,78	40	1,128	55,32	48,9

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Температура и скорость движения воздуха при воздушном душировании
(прил. 3 СНиП 2.04.05-91)

Категория работ	Температура воздуха в рабочей зоне, °С	Скорость движения воздуха, м/сек.	Температура воздуха в душирующей струе, °С при интенсивности инфракрасного облучения, Вт/м ²				
			350	700	1400	2100	2800
Легкая Ia, Ib	до 28	1	28	24	21	16	-
		2	-	28	26	24	20
		3	-	-	28	26	24
		3,5	-	-	-	27	25
Средней тяжести IIa, IIб	до 27	1	27	22	-	-	-
		2	28	24	21	16	-
		3	-	27	24	21	18
		3,5	-	28	25	22	19
Тяжёлая	до 26	2	25	19	16	-	-
		3	26	22	20	18	17
		3,5	-	23	22	20	19

Примечания. 1. При температуре воздуха вне струи, отличающейся от указанной в таблице, температуру смеси воздуха в душирующей струе на рабочем месте следует повышать или понижать на 0,4 °С на каждый градус разности от значения, приведенного в таблице, но принимать не ниже 16 °С.

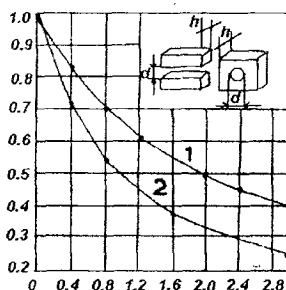
2. Поверхностную плотность лучистого теплового потока следует принимать равной средней за время облучения.

3. При длительности воздействия лучистого теплового потока менее 15 или более 30 мин непрерывной работы температуру смеси воздуха в душирующей струе допускается принимать соответственно на 2 °С выше или ниже значений, приведенных в таблице.

4. Для промежуточных значений поверхностной плотности лучистого теплового потока температуру смеси воздуха в душирующей струе следует определять интерполяцией.

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

Зависимость коэффициента диафрагмирования при излучении из отверстия печи от отношения $r = h/d$



h – толщина стенки печи;
 d – диаметр или высота отверстия.

Зависимости в аналитическом виде	
для прямоугольного отверстия	для круглого отверстия
$\Phi_{\text{отв}} = 0,91e^{-0,31r} \quad (2,8 > r > 0,1)$	$\Phi_{\text{отв}} = 0,81e^{-0,45r}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

Допустимая продолжительность непрерывного инфракрасного облучения и регламентированных перерывов в течение часа (ДНАОП 0.03-1.23-82)

Интенсивность инфракрасного облучения, Вт/м ²	Продолжительность непрерывных периодов облучения, мин.	Продолжительность перерывов, мин.	Суммарное облучение на протяжении смены, %
350,0	20,0	8,0	до 50
700,0	15,0	10,0	до 45
1050,0	12,0	12,0	до 40
1400,0	9,0	13,0	до 30
1750,0	7,0	14,0	до 25
2100,0	5,0	15,0	до 15
2450,0	3,5	12,0	до 15

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Интенсивность теплового облучения рабочих мест

Отделение, участок цеха	Категория работ	Рабочее место	Интенсивность теплового облучения, кВт/м ²	Направление подачи воздуха и количество приточных насадков
Колошниковая площадка	Легкая	Крановщик шаржирного крана	350-700	Спереди и сверху. Один стационарный насадок, закрепленный на кране
	Тяжелая	Загрузчик вагранки вручную	700-1400	Сбоку и сверху. Один поворотный насадок на две смежные вагранки.
Плавильно-заливочное	Средней тяжести	На площадке у летки вагранки	350-700	Сбоку и сверху в сторону летки вагранки. Один неподвижный насадок
	Средней тяжести	У миксера вагранки	700-1400	Сбоку и сверху. Один неподвижный насадок
	Средней тяжести	Заливщик на конвейере	1400-2100	Сбоку и сверху. Насадки вдоль рабочей площадки на расстоянии 2-2,5 м друг от друга или воздуховод для равномерно направленной подачи воздуха по длине всей рабочей площадки
	Средней тяжести	Шлаковщик на конвейере	1400-2100	Сверху и вдоль конвейера. Один насадок на рабочее место
	Тяжелая	Загрузчик плавильных и отжигательных печей	700-1400	Сбоку и сверху или сверху и спереди (но не со стороны печи). Один насадок
Плавильно-заливочное	Тяжелая	Место наращивания электродов на печи	1400-2100	Один в сторону электродов печи. Один насадок на рабочее место.
	Средней тяжести	Места загрузки и обслуживания печей	350-700	Сбоку и сверху. Один неподвижный насадок
Выбивное	Средней тяжести	У выбивной решетки на конвейере	700-1400	Сзади и сверху в сторону выбивной решетки. Один насадок на рабочее место
	Средней тяжести	У крупной выбивной решетки периодического действия	350-700	Сзади и сверху в сторону выбивной решетки. Один поворотный насадок на рабочее место.

Отделение, участок цеха	Категория работ	Рабочее место	Интенсивность теплового облучения, кВт/м ²	Направление подачи воздуха и количество приточных насадков
	Средней тяжести	У вибраторов для выбивки стержней	1400-2100	Сверху в сторону вибратора. Один неподвижный насадок на рабочее место
Участок термических печей	Средней тяжести	У рабочего окна печи	700-1400	Сбоку и сверху. Один неподвижный насадок
Участок электро- и газосварки	Средней тяжести	-	350-700	Сверху, минимальным количеством

ПРИЛОЖЕНИЕ 17

Формулы для расчёта количества тепла, поступившего в помещение от нагретых поверхностей печей, выполненных из стандартного красного и огнеупорного кирпича

Толщина стенки, м	Количество тепла, поступившего в помещение с нагретых поверхностей, Вт/м ²	Температура наружной поверхности печи, °С
0,12	$q_{н} = 32,6 \cdot Z^2 + 380 \cdot Z - 116$	$t_{н} = -0,083 \cdot Z^2 + 30 \cdot Z + 24,7$
0,24	$q_{н} = 11,6 \cdot Z^2 + 255 \cdot Z - 223,5$	$t_{н} = -0,29 \cdot Z^2 + 24,85 \cdot Z - 2,9$
0,36	$q_{н} = 7,9 \cdot Z^2 + 168,8 \cdot Z - 73,3$	$t_{н} = -0,3 \cdot Z^2 + 21,56 \cdot Z - 11,2$
0,48	$q_{н} = 5,8 \cdot Z^2 + 125,7 \cdot Z - 45,4$	$t_{н} = 0,11 \cdot Z^2 + 16,18 \cdot Z - 8,6$
0,6	$q_{н} = 5,4 \cdot Z^2 + 98,9 \cdot Z - 26,8$	$t_{н} = 0,05 \cdot Z^2 + 11,83 \cdot Z - 0,5$
0,7	$q_{н} = 6,3 \cdot Z^2 + 54,7 \cdot Z - 66,3$	$t_{н} = 0,163 \cdot Z^2 + 8,15 \cdot Z + 4,3$
0,9	$q_{н} = 5,1 \cdot Z^2 + 38,4 \cdot Z + 70$	$t_{н} = 0,14 \cdot Z^2 + 7,86 \cdot Z - 5,9$
1,2	$q_{н} = 5,8 \cdot Z^2 + 8,5 \cdot Z + 246,7$	$t_{н} = 0,28 \cdot Z^2 + 1,84 \cdot Z + 21,2$
1,5	$q_{н} = 6,6 \cdot Z^2 + 46,6 \cdot Z + 380$	$t_{н} = 0,14 \cdot Z^2 + 4 \cdot Z - 1,5$

Примечание: В формулах переменной Z обозначена внутренняя температура печи (°С), делённая на 100:

$$Z = \frac{t_{\text{пл}}}{100}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 18

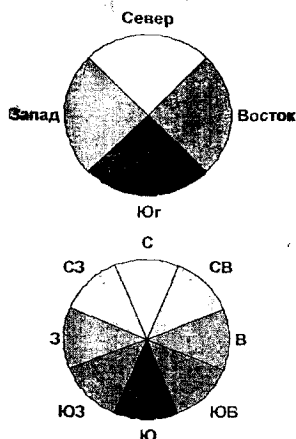
Эффективность η условия применения и место установки теплозащитных экранов в горячих цехах

Экраны для локализации тепловых излучений	Вид	Конструктивное исполнение	$\eta, \%$	Условия применения		Место установки
				Интенсивность облучения, кВт/м ²	Температура источника, К	
Глухие непрозрачные	Теплоотводящие	Заслонки сварные, футерованные	88	14	2070 - 2270	Проемы печей
		Полостные плиты-коробки	93	1,5 - 5	470 - 1470	Открытые и закрытые источники стенки, проёмы печей)
	Теплопоглощающие	Заслонки литые, футерованные кирпичом или теплоизоляционным материалом	30	3,5 - 7	1070 - 1170	Проемы печей
Глухие прозрачные	Теплопроводящие	Завеса пленочная, водяная по стеклу	92	0,35 - 1,75	1170	Посты пультовщиков
		Завеса водяная, без стекла сливная	90	0,35 - 3,5	1170	Проемы печей
		Завеса водяная напорная	90	0,35 - 7	1170	Проемы печей
	Теплопоглощающие	Завеса вододисперсная	60	3,5 - 7	2070	Проемы печей
		Завеса паровая	55	5	1470	Проемы печей

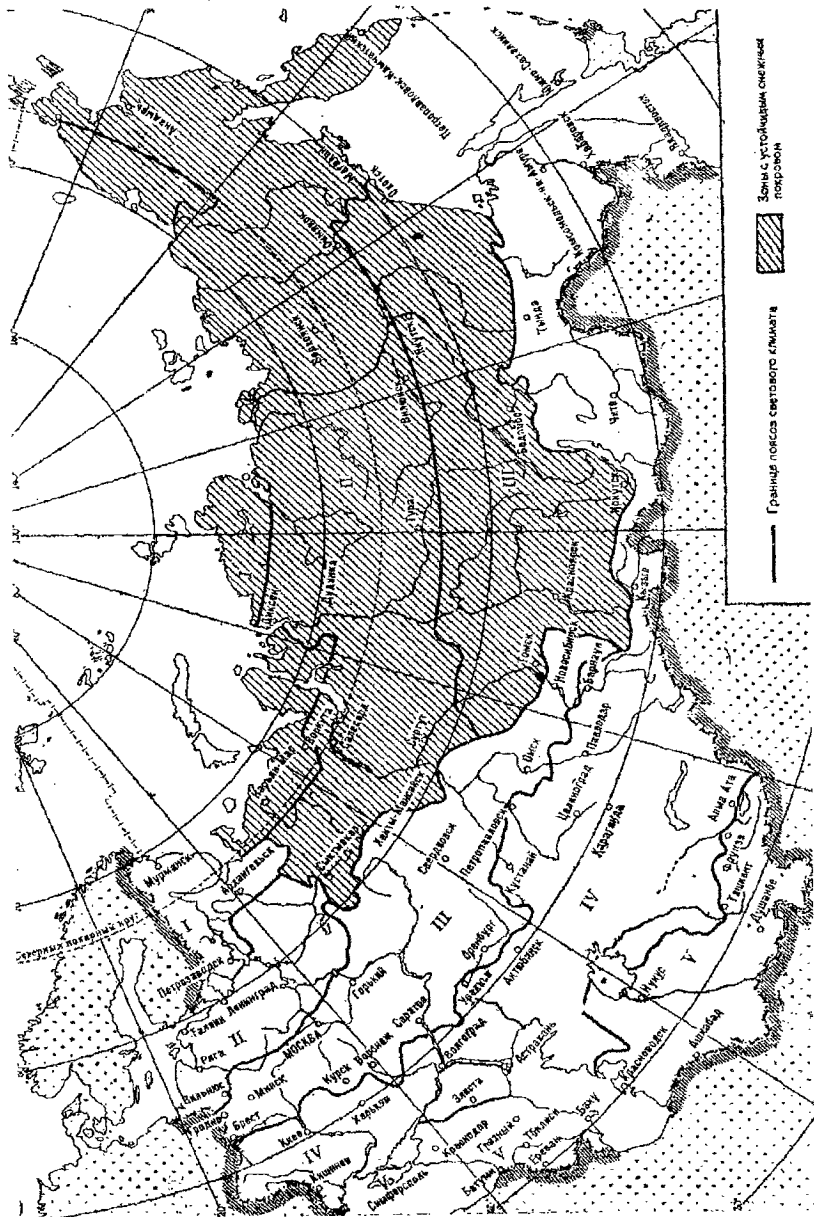
ПРИЛОЖЕНИЕ 19

Значение коэффициента солнечности климата «с» и коэффициента светового климата «т» (табл. 4, 5 СНиП II-4-79)

Пояс светового климата	Коэффициент светового климата «т»	Коэффициент солнечности климата «с» при световых проёмах, ориентированных по сторонам горизонта (азимут)							
		В наружных стенах зданий			В фонарях				
					прямоугольных и трапециевидных			типа ШЕД	Зенитных
		Юг	Запад, Восток	Север	В, З	СВ, СЗ, ЮВ, ЮЗ	С, Ю	Север	
I	1,2	0,9	0,95	1	1	1	1	1	1
II	1,1	0,85	0,9	1	0,95	1	1	1	1
IV, севернее 50° с.ш.	0,9	0,75	0,8	1	0,85	0,9	0,95	1	1
IV, 50° с.ш. и южнее	0,9	0,75	0,75	0,95	0,8	0,85	0,9	0,95	0,85
V, севернее 40° с.ш.	0,8	0,65	0,7	0,9	0,75	0,8	0,85	0,9	0,75
V, 40° с.ш. и южнее	0,8	0,6	0,65	0,85	0,7	0,75	0,8	0,85	0,65



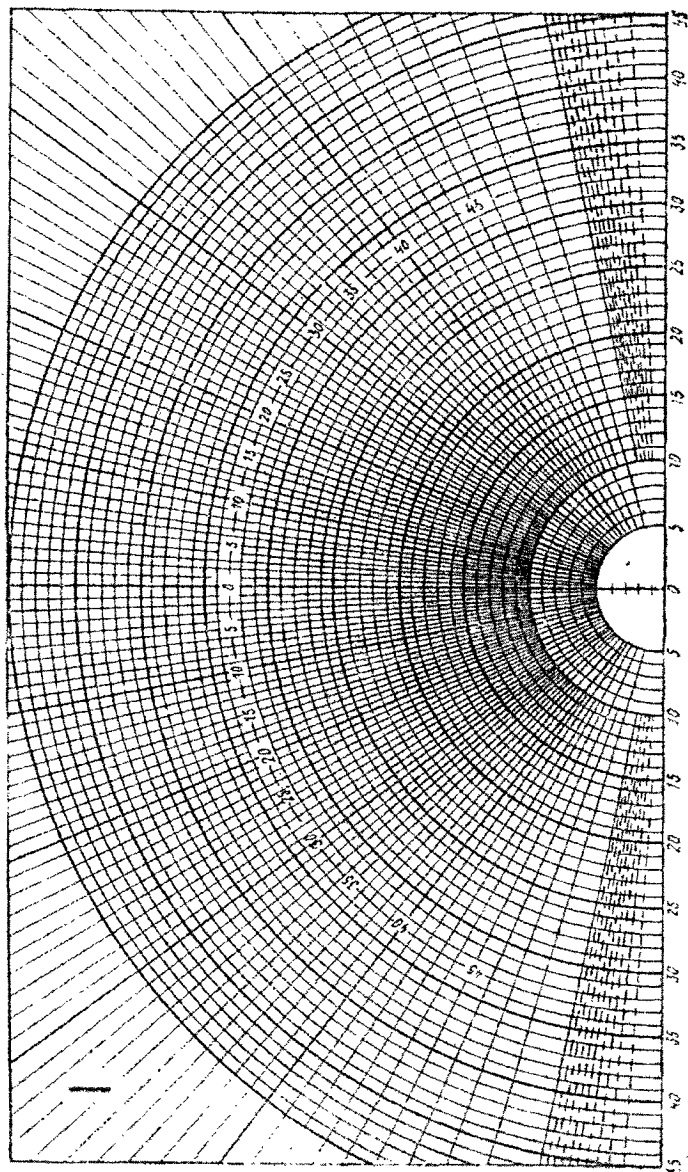
Обозначение	Направление горизонта	Азимут, °
Север	Север	316° – 45°
Восток	Восток	46° – 135°
Юг	Юг	136° – 225°
Запад	Запад	226° – 315°
С	Север	339° – 23°
СВ	Северо-восток	24° – 68°
В	Восток	69° – 113°
ЮВ	Юго-восток	114° – 158°
Ю	Юг	159° – 203°
ЮЗ	Юго-запад	204° – 248°
З	Запад	249° – 293°
СЗ	Северо-запад	294° – 338°

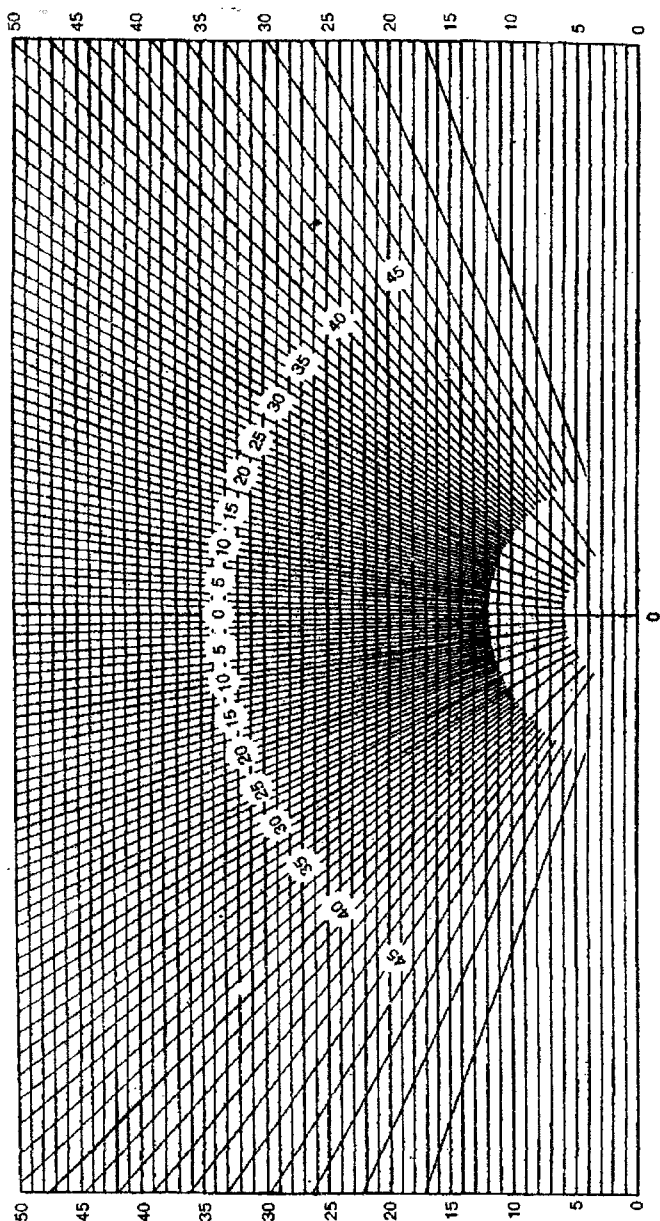


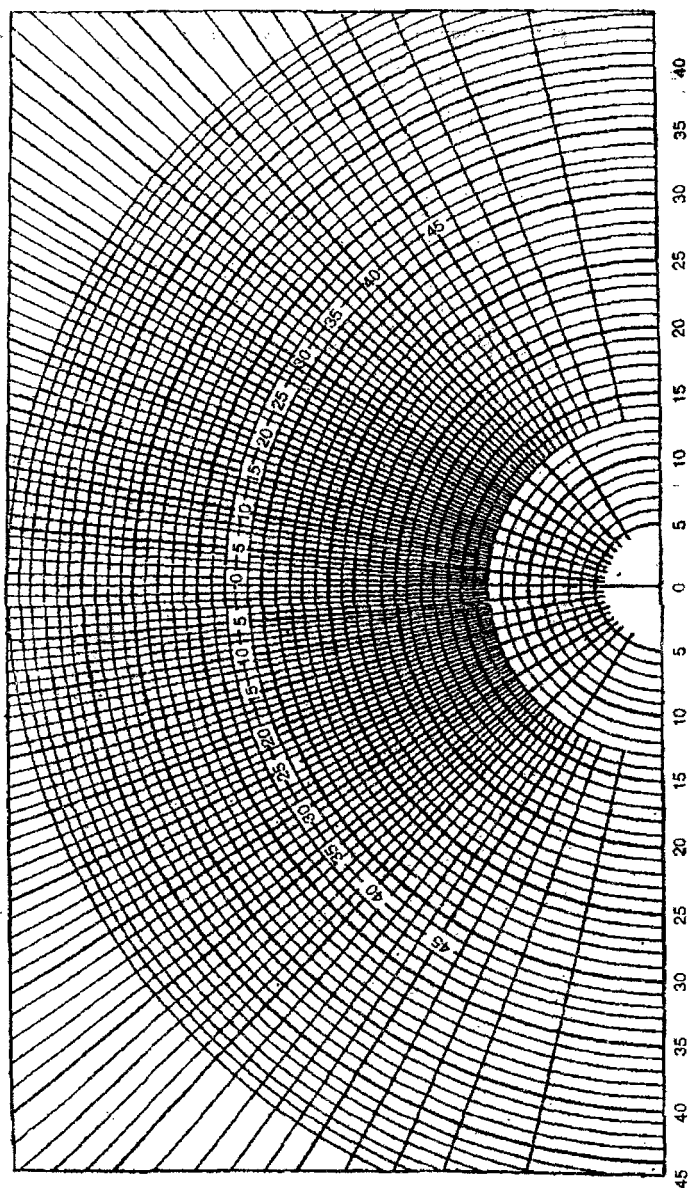
ПРИЛОЖЕНИЕ 21

(рис.2 СНиП II-4-79)

График I для подсчета количества лучей n , попадающих на рабочую поверхность
через световой проём окон, на поперечном разрезе помещения







ПРИЛОЖЕНИЕ 24

Разряды зрительных работ при работе в помещениях
(табл. 1, прил. 2 СНиП II-4-79 с доп. 1985 г.)

Расстояние от объекта различения до глаз работающего		Характеристика зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Зрительная работа	
0,5 м и менее	Более 0,5 м				Подразряд	Разряд
Наименьший размер объекта различения, мм	Угловой размер объекта различения ¹					
Менее 0,15 мм	Менее $0,3 \times 10^{-3}$	Наивысшей точности	Малый	Тёмный	а	I
			Малый	Средний	б	
			Средний	Тёмный	б	
			Малый	Светлый	в	
			Средний	Средний	в	
			Большой	Тёмный	в	
			Средний	Светлый	г	
			Большой	Светлый	г	
От 0,15 до 0,3 мм	От $0,3 \times 10^{-3}$ до $0,6 \times 10^{-3}$	Очень высокой точности	Малый	Тёмный	а	II
			Малый	Средний	б	
			Средний	Тёмный	б	
			Малый	Светлый	в	
			Средний	Средний	в	
			Большой	Тёмный	в	
			Средний	Светлый	г	
			Большой	Светлый	г	
Свыше 0,3 до 0,5 мм	Свыше $0,6 \times 10^{-3}$ до 1×10^{-3}	Высокой точности	Малый	Тёмный	а	III
			Малый	Средний	б	
			Средний	Тёмный	б	
			Малый	Светлый	в	
			Средний	Средний	в	
			Большой	Тёмный	в	
			Средний	Светлый	г	
			Большой	Светлый	г	
Свыше 0,5 до 1 мм	Свыше 1×10^{-3} до 2×10^{-3}	Средней точности	Малый	Тёмный	а	IV
			Малый	Средний	б	
			Средний	Тёмный	б	
			Малый	Светлый	в	
			Средний	Средний	в	
			Большой	Тёмный	в	
			Средний	Светлый	г	
			Большой	Светлый	г	
			Большой	Средний	г	
			Большой	Средний	г	

Продолжение приложения 24

Расстояние от объекта различения до глаз работающего		Характеристика зрительной работы	Контраст объекта различения с фоном	Характеристика фона	Зрительная работа	
0,5 м и менее	Более 0,5 м				Подразряд	Разряд
Наименьший размер объекта различения, мм	Угловой размер объекта различения ¹					
Свыше 1 до 5 мм	Свыше 2×10^{-3} до 1×10^{-2}	Малой точности	Малый	Тёмный	а	V
			Малый	Средний	б	
			Средний	Тёмный	б	
			Малый	Светлый	в	
			Средний	Средний	в	
			Большой	Тёмный	в	
			Средний	Светлый	г	
			Большой	Светлый	г	
Свыше 5 мм	Свыше 1×10^{-2}	Грубая (очень малой точности)	—	—	—	VI
		Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	—	—	—	VII
—	—	Постоянное общее наблюдение за ходом производственного процесса	—	—	а	VIII
—	—	Периодическое общее наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном пребывании людей в помещении	—	—	б	
—	—	Периодическое общее наблюдение за ходом производственного процесса при периодическом пребывании людей в помещении	—	—	в	
—	—	Общее наблюдение за инженерными коммуникациями	—	—	г	

Примечания:

1 Угловой размер объекта различения равен отношению наименьшего размера объекта различия к расстоянию от этого объекта до глаз работающего.

2. Работы со светящимися объектами размером 0,5 мм и менее нормируются по размеру объекта различения и подразряду «в».

3. Объект различения – рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы.

4. Фон – поверхность, прилегающая непосредственно к объекту различения, на которой он рассматривается.

Фон считается:

- светлым – при коэффициенте отражения поверхности более 0,4;
- средним – при коэффициенте отражения поверхности от 0,2 до 0,4;
- тёмным – при коэффициенте отражения поверхности менее 0,2.

5. Контраст объекта различения с фоном K определяется отношением абсолютной величины разности между яркостью объекта и фона к яркости фона. Контраст объекта различения с фоном считается:

- большим – при значении K более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости);
- средним – при значениях K от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости);
- малым – при значениях K менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

ПРИЛОЖЕНИЕ 25

Разряды зрительных работ при работе вне зданий (табл. 16 СНиП II-4-79)

Угловой размер объекта различения ¹	Характеристика зрительной работы	Разряд зрительной работы
Менее 5×10^{-3}	Точные работы	IX
От 5×10^{-3} до 2×10^{-2}	Работы средней точности	X
Свыше 2×10^{-2} до 5×10^{-2}	Работы малой точности	XI
5×10^{-2} и более	Грубые работы	XII
—	Работы, требующие только общего наблюдения за ходом производственного процесса	XI
—	Работы, требующие различения крупных предметов, находящихся в непосредственной близости от рабочего	XIII

Примечание.

1. Угловой размер объекта различения равен отношению наименьшего размера объекта различия к расстоянию от этого объекта до глаз работающего.

ПРИЛОЖЕНИЕ 26

Нормы искусственного и естественного освещения (табл. 1 СНиП II-4-79 с доп. 1985 г.)

Зрительные работы		Искусственное			Совмещённое			Естественное		
		Освещённость, лк			КЕО e_n^{III} , %			КЕО e_n^{III} , %		
Разряд	Подразряд	Комбинированное	Из него общее	Только общее	Верхнее и комбинированное	Боковое		Верхнее и комбинированное	Боковое	
						В зоне с устойчивым снежным покровом	На остальной территории		В зоне с устойчивым снежным покровом	На остальной территории
I	a	5000 ²	500 (100)	—	6	1,7	2	—	—	—
	б	4000 ²	400 (100)	1250						
	в	2500 ²	250 (100)	750						
	г	1500	150 (100)	400						
II	a	4000 ²	400 (100)	—	4,2	1,2	1,5	—	—	—
	б	3000 ²	300 (100)	750						
	в	2000 ²	200 (100)	500						
	г	1000	150 (100)	300						
III	a	2000	200 (100)	500	3	1	1,2	—	—	—
	б	1000	150 (100)	300						
	в	750	150 (75)	300						
	г	400	150 (50)	200						
IV	a	750	150 (75)	300	2,4	0,7	0,9	4	1,2	1,5
	б	500	150 (50)	200						
	в	400	150 (50)	200						
	г	300	150 (50)	150						
V	a	300	150 (50)	200	1,8	0,5	0,6	3	0,8	1
	б	200	150 (50)	150						
	в	—	—	150						
	г	—	—	100						
VI	—	—	—	150	1,2	0,3	0,3	2	0,4	0,5
VII	—	—	—	200	1,8	0,5	0,6	3	0,8	1
VIII	a	—	—	75	0,7	0,2	0,2	1	0,2	0,3
	б	—	—	50	0,5	0,2	0,2	0,7	0,2	0,2
	в	—	—	30	0,3	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1
	г	—	—	20	—	—	—	—	—	—
IX	—	—	—	50	—	—	—	—	—	—
X	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—
XI	—	—	—	10	—	—	—	—	—	—
XII	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—
XIII	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—

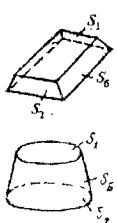
ПРИЛОЖЕНИЕ 27

Значение световой характеристики окон η_0 при боковом освещении
(табл. 26 СНиП II-4-79)

Отношение длины по- мещения к его глубине	Значение световой характеристики окна η_0 при отношении глубины помещения В к его высоте от уровня условной рабочей поверхнос- ти до верха окна h_1							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 28

Значения световой характеристики η_f зенитных фонарей
(табл. 32 СНиП II-4-79)

Схема фонаря	Отношение пло- щади выходного отверстия S_2 к сумме площадей входного отвер- стия S_1 и боковой поверхности фо- наря S_6	Индекс помещения i									
		0,5	0,7	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5
	0,05	25	19	16	14,3	13,3	12	11,5	11	10,5	10
	0,1	13	10,3	8,5	7,7	7	6,3	6	5,8	5,5	5,4
	0,2	7	5,6	4,6	4,2	3,8	3,4	3,3	3,1	3	2,9
	0,3	5	4	3,3	2,9	2,7	2,4	2,3	2,2	2,1	2
	0,4	4,2	3,3	2,7	2,4	2,2	2	1,9	1,85	1,8	1,7
	0,5	3,7	2,9	2,4	2,1	2	1,8	1,7	1,6	1,55	1,5
	0,6	3,3	2,6	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,45	1,4	1,3
	0,7	3,1	2,4	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,35	1,3	1,25
	0,8	2,9	2,3	1,9	1,7	1,55	1,4	1,35	1,3	1,2	1,2
	0,9	2,8	2,2	1,8	1,6	1,5	1,35	1,3	1,25	1,2	1,15

Примечание

$$1. \text{ Индекс помещения } i = \frac{l_n \cdot b}{H \cdot (l_n + b)},$$

где l_n — длина помещения вдоль оси пролетов;

b — ширина помещения;

H — высота покрытия над условной рабочей поверхностью

ПРИЛОЖЕНИЕ 29

Значения световой характеристики $\eta_{\text{ф}}$ фонарей (прямоугольных, трапецевидных и шед) (табл. 31 СНиП II-4-79)

Тип фонарей	Количество пролётов	Значения световой характеристики фонарей								
		Отношение длины помещения l_n к ширине пролёта l_1								
		от 1 до 2			от 2 до 4			более 4		
		Отношение высоты помещения H к ширине пролёта l_1								
		от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1	от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1	от 0,2 до 0,4	от 0,4 до 0,7	от 0,7 до 1
С вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные М-образные)	Один	5,8	9,4	16	4,6	6,8	10,5	4,4	6,4	9,1
	Два	5,2	7,5	12,8	4	5,1	7,8	3,7	6,4	6,5
	Три и более	4,8	6,7	11,4	3,8	4,5	6,9	3,4	4	5,6
С наклонным двусторонним остеклением	Один	3,5	5,2	6,2	2,8	3,8	4,7	2,7	3,6	4,1
	Два	3,2	4,4	5,3	2,5	3	4,1	2,3	2,7	3,4
	Три и более	3	4	4,7	2,35	2,7	3,7	2,1	2,4	3
С вертикальным односторонним остеклением (шеды)	Один	6,4	10,5	15,2	5,1	7,6	10	4,9	7,1	8,5
	Два	6,1	8	11	4,7	5,5	6,6	4,35	5	5,5
	Три и более	5	6,5	8,2	4	4,3	5	3,6	3,8	4,1
С наклонным односторонним остеклением (шеды)	Один	3,8	4,55	6,8	2,9	3,4	4,5	2,5	3,2	3,9
	Два	3	4,3	5,7	2,3	2,9	3,5	2,15	2,65	2,9
	Три и более	2,7	3,7	5,1	2,2	2,5	3,1	2	2,25	2,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 30

Значения коэффициента $K_{\text{ф}}$, учитывающего тип фонарей (табл. 34 СНиП II-4-79)

Тип фонаря	Значения коэффициента $K_{\text{ф}}$
Световые проемы в плоскости покрытия, ленточные	1
Световые проемы в плоскости покрытия, штучные	1,1
Фонари с наклонным двусторонним остеклением (трапецевидные)	1,15
Фонари с вертикальным двусторонним остеклением (прямоугольные)	1,2
Фонари с односторонним наклонным остеклением (шеды)	1,3
Фонари с односторонним вертикальным остеклением (шеды)	1,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 31

Коэффициент светопропускания материалов τ_1 (табл. 28 СНиП II-4-79):

Наименование материала		Коэффициент светопропускания	Коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·°С)
Стекло листовое	одинарное	0,9	0,76
	двойное	0,8	0,76
	тройное	0,75	0,76
Стекло закаленное строительное		0,85	0,76
Стекло армированное листовое		0,6	0,76
Стекло листовое энергосберегающее		0,7	0,76
Стекло витринное толщиной 6-8 мм		0,8	0,76
Стекло защитное многослойное		0,6-0,8	0,76
Стекло листовое узорчатое		0,65	0,76
Стеклопакет однокамерный		0,75	—
Стеклопакет двухкамерный		0,65	—
Органическое техническое стекло	прозрачное	0,9	0,18
	молочное	0,6	0,18
Поликарбонат		0,85	0,2
Поливинилхлорид (ПВХ) прозрачный		0,85	0,16
Пустотелые стеклянные блоки	светорассеивающие	0,5	
	светопрозрачные	0,55	

ПРИЛОЖЕНИЕ 32

Коэффициент, учитывающий потерю света в несущих конструкциях τ_3 (табл. 28 СНиП II-4-79)

Несущие конструкции покрытий	Стальные формы	Железобетонные и деревянные фермы и арки	Балки и рамы, сплошные при высоте, сечении	
			50 см и более	менее 50 см
τ_3	0,9	0,8	0,8	0,9

ПРИЛОЖЕНИЕ 33

Коэффициент, учитывающий потерю света в солнцезащитных устройствах τ_4
(табл. 29 СНиП II-4-79)

Солнцезащитные устройства, изделия и материалы	Коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, τ_4 .
Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы (межстекольные, внутренние, наружные)	1,0
Стационарные жалюзи и экраны с защитным углом не более 45° при расположении пластин жалюзи или экранов под углом 90° к плоскости окна:	
горизонтальные	0,65
вертикальные	0,75
Горизонтальные козырьки:	
с защитным углом не более 30° ,	0,8
с защитным углом от 15° до 45° (многоступенчатые)	0,9-0,6
Балконы	
глубиной до 1,20 м,	0,90
глубиной 1,20 ÷ 1,50 м	0,85
Лоджии	
глубиной до 1,20 м,	0,80
глубиной 1,20 ÷ 1,50 м	0,70

ПРИЛОЖЕНИЕ 34

Коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроёма τ_2 (табл. 28 СНиП II-4-79)

Переплѣты для окон и фонарей промышленных зданий			Переплѣты для окон жилых, общественных и вспомогательных зданий		
Вид переплѣта		Значение τ_2	Вид переплѣта		Значение τ_2
деревянные	одинарные	0,75	деревянные	одинарные	0,8
	спаренные	0,7		спаренные	0,75
	двойные	0,6		двойные	0,65
	раздельные				
стальные	одинарные открывающиеся	0,75	Металлические	тройное остекление	0,5
	одинарные глухие	0,9		одинарные	0,9
	двойные открывающиеся	0,6		спаренные	0,85
	двойные глухие	0,8		двойные раздельные	0,8
Стекложелезобетонные панели с пустотелыми стеклянными блоками	С толщиной шва 20 мм и менее	0,9		с тройным остеклением	0,7
	С толщиной шва более 20 мм	0,85			

ПРИЛОЖЕНИЕ 35

Значение коэффициента $K_{зд}$, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями (табл. 27 СНиП II-4-79)

Отношение расстояние между рассматриваемым и противостоящим зданиями (Р) к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна Нзд.	Значение коэффициента $K_{зд}$
0,5	1,7
1,0	1,4
1,5	1,2
2,0	1,1
3,0 и более	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 36

Значение коэффициента R, учитывающего относительную яркость противостоящего здания (табл. 36 СНиП II-4-79)

Отделочный материал фасада противостоящего здания	Индекс противостоящего здания в плане Z_1	Индекс противостоящего здания в разрезе Z_2							
		0,1	0,5	1	1,5	2	3	4	5 и более
Кирпич или бетон	1	0,14	0,25	0,26	0,23	0,2	0,15	0,11	0,06
	1,5	0,14	0,23	0,25	0,22	0,19	0,14	0,1	0,05
	3	0,14	0,21	0,23	0,2	0,18	0,12	0,08	0,04
	6	0,14	0,2	0,22	0,2	0,17	0,12	0,08	0,04
	10 и более	0,14	0,18	0,2	0,18	0,16	0,11	0,08	0,04
Блоки облицовочные, керамические	1	0,16	0,3	0,3	0,26	0,23	0,17	0,13	0,07
	1,5	0,16	0,26	0,28	0,25	0,22	0,16	0,12	0,06
	3	0,16	0,24	0,26	0,24	0,2	0,14	0,1	0,05
	6	0,16	0,23	0,25	0,23	0,2	0,13	0,09	0,05
	10 и более	0,16	0,23	0,23	0,21	0,18	0,12	0,09	0,04
Краска фасадная, цветная, на бетоне светлая, атмосферостойкая	1	0,2	0,36	0,37	0,33	0,29	0,21	0,16	0,08
	1,5	0,2	0,33	0,35	0,32	0,28	0,2	0,15	0,07
	3	0,2	0,3	0,33	0,3	0,25	0,18	0,12	0,06
	6	0,2	0,29	0,32	0,29	0,24	0,17	0,12	0,06
	10 и более	0,2	0,26	0,29	0,26	0,23	0,16	0,11	0,05
Краска фасадная на бетоне белая, атмосферостойкая	1	0,25	0,45	0,46	0,4	0,37	0,27	0,2	0,1
	1,5	0,26	0,42	0,44	0,4	0,35	0,24	0,19	0,09
	3	0,25	0,38	0,41	0,37	0,32	0,22	0,15	0,08
	6	0,25	0,37	0,4	0,36	0,31	0,21	0,15	0,08
	10 и более	0,25	0,33	0,36	0,32	0,28	0,19	0,14	0,07

Примечания

1. Индекс противостоящего здания в плане $Z_1 = \frac{l_{np} \cdot l}{(P + l) \cdot a}$.

2. Индекс противостоящего здания в разрезе $Z_2 = \frac{H_{np} \cdot l}{(P + l) \cdot h_1}$.

l_{np} — длина противостоящего здания, м;

H_{np} — высота противостоящего здания, м;

l — расстояние расчётной точки А в рассматриваемой помещении от внешней поверхности наружной стены, м;

P — удаление противостоящего здания, м;

a — ширина окна в плане, м;

h_1 — высота верхней грани окна над полом, м.

3. При расположении противостоящего здания торцом значения коэффициента R умножаются на 1,5.

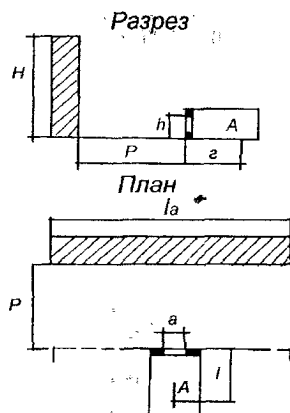


Рисунок 36.1 – Схема расположения противостоящего здания

ПРИЛОЖЕНИЕ 37

Значение коэффициента q , учитывающего неравномерную яркость облачного неба (табл. 35 СНиП II-4-79)

Угловая высота середины светопроёма над рабочей поверхностью, градусы	Значения коэффициента q	Угловая высота середины светопроёма над рабочей поверхностью, градусы	Значения коэффициента q
2	0,46	50	1,08
6	0,52	54	1,12
10	0,58	58	1,16
14	0,64	62	1,18
18	0,69	66	1,21
22	0,75	70	1,23
26	0,80	74	1,25
30	0,86	78	1,27
34	0,91	82	1,28
38	0,96	86	1,28
42	1,00	90	1,29
46	1,04		

Примечание.

При промежуточных значениях угловой высоты значения коэффициента q находятся линейной интерполяцией.

ПРИЛОЖЕНИЕ 38

Коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении γ_1
(табл. 30 СНиП II-4-79)

Отношение глубины по- мещения В к высоте от уровня рабо- чей поверх- ности до верха окна h_1	Отношение расстояния расчётной точки от на- ружной стены 1 к глубине помещения В	Средневзвешенный коэффициент отражения по- верхностей помещения								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения к его глубине								
		0,5	1	2 и бо- лее	0,5	1	2 и бо- лее	0,5	1	2 и бо- лее
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
От 1,5 до 2,5	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
От 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
Более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 39

Коэффициент, учитывающий повышение КЕО при двухстороннем боковом освещении τ_1 (табл. 30 СНиП II-4-79)

Отношение глубины по- мещения В к высоте от уровня рабо- чей поверхнос- ти до верха окна h_1	Отношение расстояния расчётной точки от на- ружной стены 1 к глубине помещения В	Средневзвешенный коэффициент отражения по- верхностей помещения								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения к его глубине								
		0,5	1	2 и бо- лее	0,5	1	2 и бо- лее	0,5	1	2 и бо- лее
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,35	1,25	1,15	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1	1,6	1,4	1,25	1,45	1,3	1,15	1,25	1,15	1,1
От 1,5 до 2,5	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,8	1,45	1,25	1,4	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,1	1,75	1,5	1,75	1,45	1,2	1,3	1,25	1,2
	1	2,35	2	1,6	1,9	1,6	1,5	1,5	1,35	1,2
От 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,2	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1
	0,5	1,5	1,4	1,25	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,1
	0,6	1,8	1,6	1,35	1,5	1,35	1,2	1,35	1,25	1,15
	0,7	2,25	1,9	1,45	1,7	1,5	1,25	1,5	1,4	1,2
	0,8	2,8	2,4	1,9	1,9	1,6	1,3	1,65	1,5	1,25
	0,9	3,65	2,9	2,6	2,2	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3
	1	4,45	3,35	2,65	2,4	2,1	1,6	2	1,7	1,4
Более 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,35	2	1,75	1,6	1,4	1,3	1,35	1,25	1,15
	0,5	3,25	2,8	2,4	1,9	1,7	1,45	1,65	1,5	1,3
	0,6	4,2	3,5	2,85	2,25	2	1,7	1,95	1,7	1,4
	0,7	5,1	4	3,2	2,55	2,3	1,85	2,1	1,8	1,5
	0,8	5,8	4,5	3,6	2,8	2,4	1,95	2,25	2	1,6
	0,9	6,2	4,9	3,9	3,4	2,8	2,3	2,45	2,1	1,7
	1	6,3	5	4	3,5	2,9	2,4	2,6	2,25	1,9

ПРИЛОЖЕНИЕ 40

Коэффициент, учитывающий повышение КЕО при верхнем освещении за счет света, отраженного от поверхностей помещения τ_2 (табл. 33 СНиП II-4-79)

Отношение высоты помещения, принимаемой от условной рабочей поверхности до остекления $H_{\text{ф}}$, к ширине пролета l_1	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола								
	$\rho_{\text{ср}} = 0,5$			$\rho_{\text{ср}} = 0,4$			$\rho_{\text{ср}} = 0,3$		
	Количество пролетов								
	1	2	3 и более	1	2	3 и более	1	2	3 и более
2	1,7	1,5	1,15	1,6	1,4	1,1	1,4	1,1	1,05
1	1,5	1,4	1,15	1,4	1,3	1,1	1,3	1,1	1,05
0,75	1,45	1,35	1,15	1,35	1,25	1,1	1,25	1,1	1,05
0,5	1,4	1,3	1,15	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,05
0,25	1,35	1,25	1,15	1,25	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05

ПРИЛОЖЕНИЕ 41

Значение коэффициентов отражения светового потока потолка $\rho_{\text{пот}}$, стен $\rho_{\text{ст}}$ и пола $\rho_{\text{пол}}$

Состояние потолка	Коэффициент отражения потолка $\rho_{\text{пот}}$, %	Состояние стен	Коэффициент отражения стен $\rho_{\text{ст}}$, %	Состояние пола	Коэффициент отражения пола $\rho_{\text{пол}}$, %
Чистый бетонный	50	Свежепобеленные с окнами без штор	50	Светлый паркет	30
Побеленный в сырых помещениях	50	Свежепобеленные с окнами, закрытыми белыми шторами	70	Светлая керамическая плитка	30
Свежепобеленный	70	Бетонные с окнами	30	Светлый линолеум	30
Светлый деревянный (окрашенный)	50	Оклеены светлыми обоями	30	Тёмный паркет	10
Бетонный грязный	30	Грязные и тёмные	10	Тёмная плитка	10
Деревянный (неокрашенный)	30	Кирпичные неоштукатуренные	10	Тёмный линолеум	10
Грязный, тёмный	10	Оклеены темными обоями	10	Деревянный пол, тёмный (покрашенный)	10

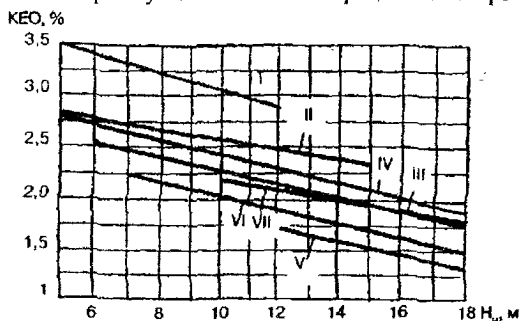
ПРИЛОЖЕНИЕ 42

Графики для определения среднего значения КЕО

Среднее значение КЕО в помещениях, освещаемых светоаэрационными фонарями с однослойным остеклением, может определяться с помощью приведенных графиков. При заполнении световых проёмов однокамерными стеклопакетами найденные значения КЕО должны быть уменьшены на 12-15 %, а при заполнении панелями из поликарбоната толщиной 10-16 мм – на 15-20 %.

На графике приведены значения КЕО для помещений высотой от условной рабочей поверхности (у.р.п.) до низа светоаэрационного фонаря до 18 м и длиной – 60 м и более. При меньшей длине фонаря и большей высоте до низа фонаря принимаемые по графикам значения КЕО должны умножаться на коэффициент K_1 , приведенный в таблице.

Графики для определения средних значений КЕО на у.р.п. в помещениях, освещаемых прямоугольными светоаэрационными фонарями



- I – фонарь одноярусный высотой 1,8 м, шириной 6 м, помещение пролётом 18 м.
- II – фонарь одноярусный высотой 1,8 м, шириной 12 м, помещение пролётом 24 м.
- III – фонарь одноярусный высотой 1,8 м, шириной 12 м, помещение пролётом 30 м.
- IV – фонарь одноярусный высотой 1,8 м, шириной 12 м, помещение пролётом 36 м.
- V – фонарь одноярусный высотой 1,8 м, шириной 12 м, помещение пролётом 42 м.
- VI, VII – двухъярусный фонарь высотой 2×1,25 м, шириной 12 м.
- VI – помещение пролётом 36 м.
- VII – помещение пролётом 42 м.

Значения коэффициента K_1

Длина светоаэрационного фонаря, м	Расстояние от у.р.п. до низа фонаря	
	до 18 м	от 18 до 25 м
60	0,95	0,83
48	0,9	0,8
36	0,8	0,7
24	0,7	0,55

ПРИЛОЖЕНИЕ 43

Нормы освещенности рабочих поверхностей (табл. 2 СНиП II-4-79 с доп. 1985 г.)

Помещения	Плоскость нормирования ¹	Освещённость поверхностей, лк	КЕО ²
Здания управления, конструкторских и проектных организаций			
1. Кабинеты и рабочие комнаты, проектные комнаты	Г – 0,8	300	– (1)
2. Проектные залы и комнаты, конструкторские, чертёжные бюро	Г – 0,8	500	5 (2)
3. Машинописные и машиносчётные бюро	Г – 0,8	400	4 (1,5)
4. Читальные залы	Г – 0,8	300	3 (1)
5. Помещения записи и регистрации читателей	Г – 0,8	300	2 (0,5)
6. Читательские каталоги	В	150	2 (0,5)
7. Лингофонные кабинеты	Г – 0,8	200	– (–)
8. Помещения тематических выставок	Г – 0,8	200	– (–)
9. Книгохранилища и архивы	Г – 0,8	300	– (–)
10. Переплётно-брошюровочные	Г – 0,8	200	2 (0,5)
11. Помещения для светокопирования, электрографирования и микрофотографирования	Г – 0,8	200	– (–)
12. Помещения офсетной печати:			
редакционно-оформительское отделение;	Г – 0,8	500	5 (2)
отделение печатных форм;	Г – 0,8	200	4 (1,5)
печатное отделение	Г – 0,8	300	4 (1,4)
13. Макетные, столярные и ремонтные мастерские	Г – 0,8	300	4 (1,5)
14. Помещения для работы с дисплеями, видеотерминалами	Г – 0,8	400	4 (1,5)
15. Конференц-залы, залы заседаний	Г – 0,8	200	2 (0,5)
16. Кулуары (фойе)	Г – 0	150	– (–)
17. Лаборатории химии, препаратормские	Г – 0,8	300	– (1,5)
18. Аналитические лаборатории	Г – 0,8	400	– (1,5)
19. Весовые	Г – 0,8	300	– (1,5)
20. Термостатные лаборатории	Г – 0,8	300	– (1,5)
21. Фотокомнаты, дистилляторные, стеклодувные	Г – 0,8	200	– (–)
22. Архивы проб, хранение реактивов	В – 1	100	– (–)
23. Моечные	Г – 0,8	200	– (0,5)
Общеобразовательные школы и школы-интернаты, профессионально-технические, средние специальные и высшие учебные заведения			

Помещения	Плос- кость норми- рова- ния ¹	Освещён- ность по- верхнос- тей, лк	КЕО ²
24. Классные комнаты, аудитории, учебные кабинеты, лаборатории:			
на середине доски	В – На	500	– (–)
на рабочих столах и партах	Г – 0,8	300	4 (1,5)
25. Кабинеты рисования и черчения:			
на середине доски	В – На	500	– (–)
на рабочих столах и партах	Г – 0,8	500	5 (2)
26. Мастерские по обработке металлов и древесины	Г – 0,8	300	4 (1,5)
27. Инструментальная, комната мастера, инструктора	Г – 0,8	200	3 (1)
28. Кабинеты труда для девочек:			
по обработке тканей (шитьё)	Г – 0,8	400	4 (1,5)
кулинария	Г – 0,8	300	3 (1)
29. Спортивные залы			
	Г – 0	200	3 (1)
	В – 2	75	– (–)
30. Снарядные, инвентарные, хозяйственные кладовые	Г – 0,8	50	– (–)
31. Крытые бассейны	Г – по- верх- ность воды	150	– (1)
32. Актовые залы, киноаудитории	Г – 0	200	– (–)
33. Эстрады актовых залов	В – 1,5	300	– (–)
34. Кабинеты и комнаты преподавателей	Г – 0,8	200	– (1)
35. Рекреации	Г – 0	150	3 (1)
Театры, кинотеатры			
36. Залы, предназначенные для мероприятий респуб- ликанского значения	Г – 0,8	500	– (–)
37. Зрительные залы театров, концертные залы	Г – 0,8	300	– (–)
38. Зрительные залы клубов, фойе театров	Г – 0	200	– (–)
39. Выставочные залы	Г – 0,8	200	2 (0,5)
40. Зрительные залы кинотеатров	Г – 0,8	75	– (–)
41. Фойе кинотеатров, клубов	Г – 0	150	– (–)
42. Комнаты кружков	Г – 0,8	300	– (1)
43. Киноаппаратные, звукоаппаратные, регулировоч- ные сцены	Г – 0,8	150	– (–)
44. Артистическая, гримёрная	В – 0,8	200	– (–)
Детские учреждения, санатории, дома отдыха, предприятия общепита			
(смотри СНиП II-4-79)			

Помещения	Плос- кость норми- рова- ния ¹	Освещён- ность по- верхнос- тей, лк	КЕО ²
Магазины			
60. Торговые залы магазинов книжных, готового белья, платья, обуви, тканей, меховых изделий, головных уборов, парфюмерных, галантерейных, ювелирных, электро- и радиотоваров, продовольственных без са- мообслуживания	Г – 0,8	300	2 (0,5)
61. Торговые залы продовольственных магазинов с са- мообслуживанием	Г – 0,8	400	2 (0,5)
62. Торговые залы магазинов посуды, мебельных, спортивных товаров, стройматериалов, электробыто- вых машин, игрушек и канцелярских товаров	Г – 0,8	200	2 (0,5)
63. Примерочные кабины	В – 1,5	300	– (–)
64. Залы демонстрации новых товаров	Г – 0,8; В – 1,5	300	– (–)
65. Помещения отделов заказов, бюро обслуживания	Г – 0,8	200	– (0,5)
66. Помещения для подготовки товаров к продаже: а) разрубочные, расфасовочные, комплектующие отдела заказов б) помещения для нарезки тканей, гладильные мастерские, мастерские в магазинах радио- и электро товаров	Г – 0,8 Г – 0,8	200 300	2 (0,5) 3 (1)
67. Помещения главных касс	Г – 0,8	300	3 (1)
68. Мастерские подгонки готового платья	Г – 0,8	500	– (1,5)
69. Рекламно-декорационные и ремонтные мастерские	Г – 0,8	300	– (1,5)
70. Комнаты матери и ребёнка	Г – 0,8	150	– (0,5)
71. Помещения пожарно-сторожевой охраны	Г – 0,8	150	– (–)
72. Пункты приема посуды	Г – 0,8	75	– (–)
73. Камеры хранения	В – 1	75	– (–)
74. Площадки у лифтов, приемочные	Г – 0	150	– (–)
75. Разгрузочные помещения	Г – 0	100	– (–)
76. Транспортные тоннели	Г – 0	50	– (–)
77. Помещения для хранения упаковочных материалов, инвентаря и обменного фонда контейнеров	Г – 0,8	50	– (–)
78. Кладовые продовольственных товаров	Г – 0	50	– (–)
79. Кладовые непродовольственных товаров	Г – 0	75	– (–)

Помещения	Плос- кость норми- рова- ния ¹	Освещён- ность по- верхнос- тей, лк	КЕО ²
Предприятия бытового обслуживания, гостиницы			
(смотри СНиП II-4-79)			
Жилые здания			
95. Жилые комнаты	Г - 0,8	100	-(0,5)
96. Кухни	Г - 0,8	100	-(0,5)
97. Ванные, уборные	Г - 0	50	-(-)
Вспомогательные здания и помещения			
98. Санитарно-бытовые помещения:			
умывальные, уборные, курительные,	Г - 0	75	-(0,3)
душевые, гардеробные, помещения для обеспыли- вания и обезвреживания одежды и обуви, поме- щения для обогрева.	Г - 0	50	-(0,3)
99. Здравпункты:			
ожидальные,	Г - 0,8	150	-(0,5)
регистратура, комнаты дежурного персонала, ка- бинет заведующего,	Г - 0,8	200	-(0,5)
кабинеты врачей, перевязочные,	Г - 0,8	300	-(1)
процедурные кабинеты,	Г - 0,8	150	-(0,5)
автоклавные, кладовые лекарственных и перевя- зочных средств	Г - 0,8	150	-(-)
100. Ингалятории	Г - 0,8	150	-(0,5)
101. Фотарии	Г - 0	50	-(-)
102. Помещения для личной гигиены женщин	Г - 0	75	-(0,3)
103. Красные уголки, кабинеты политпросвещения	Г - 0,8	300	-(0,5)
Прочие помещения производственных, вспомогательных и общественных зданий			
104. Вестибюли и гардеробные:			
в ВУЗах, школах, театрах, клубах, общежитиях, гостиницах и входах в крупные производствен- ные, вспомогательные и общественные здания	Г - 0	150	-(0,4)
в прочих промышленных, вспомогательных и об- щественных зданиях,	Г - 0	75	-(-)
вестибюли в жилых зданиях	Г - 0	30	

Продолжение приложения 43

Помещения	Плоскость нормирования ¹	Освещённость поверхностей, лк	КЕО ²
105. Лестницы: главные лестничные клетки общественных, производственных и вспомогательных зданий, лестничные клетки жилых зданий, остальные лестничные клетки	Г – 0 Г – 0 Г – 0	100 100 50	– (0,2) – (0,1) – (0,1)
106. Лифтовые холлы: в общественных, производственных и вспомогательных зданиях, в жилых зданиях	Г – 0 Г – 0	75 20	– (–) – (–)
107. Коридоры, проходы и переходы: главные коридоры и проходы, позажные коридоры жилых зданий, остальные коридоры	Г – 0 Г – 0 Г – 0	75 20 50	– (0,1) – (–) – (–)
108. Машинные отделения лифтов и помещения для фреоновых установок	Г – 0,8	30	– (–)
109. Чердаки	Г – 0	5	– (–)

Примечания.

1. Условные обозначения: Г – горизонтальная плоскость, В – вертикальная плоскость. Число обозначает высоту нормируемой точки над полом, м.

2. Значение КЕО указано для верхнего или верхнего и бокового освещения. В скобках – значения для бокового освещения.

3. Для ламп накаливания норму необходимо понижать на 1-2 ступени. Ступени освещённости приведены ниже в таблице.

Таблица 43.1 – Ступени освещённости, лк

0,2	10	300	2000
0,3	20	400	2500
0,5	30	500	3000
1	50	600	3500
2	75	750	4000
3	100	1000	4500
5	150	1250	5000
7	200	1500	

ПРИЛОЖЕНИЕ 44

Нормы освещенности при основных технологических операциях наиболее массовых отраслей промышленности ([19], сокр.)

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОИЗВОДСТВА			
Обработка и приготовление материалов			
1. Обработка сырья и материалов, приготовление электролита, клеев, лаков и т.д. (элеваторы, сушилки, мельницы, смесители, вальцы, сита, бегуны и т.д.):			
а) для работы;	VIIIa	-	75
б) для наладки и ремонта оборудования	IVб	-	200
Литейные цехи			
2. Подготовка шихты, смесеприготовительное, смесеподготовительное отделения	VI	-	150
3. Изготовление форм и стержней:			
а) I класса точности	IIб	3000	750
б) II и III классов точности	IIIб	1000	300
4. Сушка стержней	IVб	-	200
5. Сборка опок, вторичная обрубка и очистка литья	IIIб	1000	300
6. Плавильно-заливочное отделение	VII	-	200
7. Первичная обрубка и очистка литья	Va	-	200
Термические цехи			
11. Общий уровень освещенности по цеху	-	-	200
12. Печи для разогрева деталей	VII	-	200
13. Закалка током высокой частоты	VI	-	150
14. ОТК	IIв	2000	-
Цехи металлопокрытий			
15. Автоматические линии металлопокрытия, ванны (травление, мойка, металлопокрытие)	IVб	-	300 ³
16. Контроль качества покрытия	IIв	2000	-
17. Полировальные станки	IIв	1500 ⁴	200
Механические и инструментальные цехи			
18. Общий уровень освещенности	-	-	300
19. Металлорежущие станки:			
а) токарные, фрезерные, зубо- и резьбошлифовальные, точные, прецизионные и т.п.;	IIв	2000	-
б) отрезные, долбежные, станки-автоматы, автоматические линии при постоянном пребывании людей;	IIв	750 ⁴	-

Продолжение приложения 44

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
в) станки с роботами при периодическом пребывании людей	Пв	500 ⁴	-
20. Разметочные плиты, слесарные, лекальные и граверные работы, ОТК, измерительные лаборатории	Пв	2000	-
Сварка, пайка			
21. Сварка электродуговая и газовая, грубая пайка	Шв	750	300
22. Точечная конденсаторная сварка, точная пайка	Пв	2000	500
Сборочные цехи			
23. Очень точная сборка (монтаж микросхем, микроэлементов, сборка женских наручных часов и т.п.)	Іб	4000	-
24. Точная сборка (мужских наручных часов, малых электрических машин и т.п.)	ІІб	3000	750
25. Сборка средней точности (станков, светильников, больших электродвигателей и т.п.)	ІІІб	1000	300
26. Сборка малой точности (крупных изделий из блоков, тележек вагонов, мебели и т.п.)	ІVб	500	200
Окраска изделий при требованиях к качеству окраски			
27. Пониженных (модели, станки и т.п.)	ІVб	500	200
28. Средних (бытовые машины и т.п.)	ІІІб	1000	300
29. Высоких (автомобили и т.п.)	ІІа	2000	500
Деревообработка (столярное производство, изготовление мебели, моделей и т.п.)			
30. Общее освещение лесопильного отделения, столярного, окончательной обработки древесных плит	-	-	200
31. Станки круглопильные, стругачные, слесарные установки, прессование и обрезка древесных плит	ІVб	-	200
32. Общее освещение отделений сушки шпона, сортировки пиломатериалов, изготовления стружки	-	-	150
33. Общее освещение модельных цехов, отделений раскроя, ребросклеивания, механических, обойки и монтажа мебели, окрашивания, лакировки, облагораживания и т.п.	-	-	300
34. Станки кромкофугальные, ребросклеивающие, деревообрабатывающие, верстаки, раскрой и пошив тканей, окончательная обработка и отделка древесных плит	Шв	750	300
35. Станки шлифовальные, ленточные, кромкошлифовальные, полировальные	ІІІб	1000	-
Производство резиновых технических изделий			

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
40. Разогрев и листование резиновой смеси на вальцах	Va	300	200
41. Вулканизация резиновых изделий	Va	200	150
42. Работа на каландрах	IVб	500	200
43. Раскрой кордной ткани на станках. Механическая обработка рукавов	IVв	400	300 ¹
44. Раскрой резины на полосы, сборка рукавов, стыковка полос, изготовление браслетов, сборка шин, комплектация покрышек камерами	Va	300	200
45. Сплетение и навивка нитей. Наложение на рукава свинцовой обложки	IVв	400	200
46. Изготовление ремней и транспортных лент	IVб	500	200
47. Участок обработки гуммированных изделий (обточка, шлифовка и контроль качества поверхности)	IVa	750	300
48. Экструзия и коагуляция нитей из латекса, вулканизация нитей, разбраковка и упаковка готовой продукции	IVб	500	200
49. Производство губчатых изделий и gobеленовых ковров, изготовление камерных рукавов, механическая стыковка камер	Vб	-	150
50. Настил, разметка и раскрой ткани и деталей при производстве резиновой обуви	IIIa	-	500
51. Раскрой деталей резиновой обуви, вставка фурнитуры, лакирование	IVб	500	200
52. Контроль обрезиненного корда, раскрой корда	IIIa	2000	500
Производство пластмасс			
53. Изготовление и обработка пластмасс:			
а) темных	IVa	750	300
б) светлых	IVa	400	200
ЛЁГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ			
Трикотажное производство			
64. Машины мотальные и бобинажно-перемоточные	IIa	-	750 ⁴
65. Машины резинокруточные, сиовальные, основовязальные (класса 20 и выше), катонные для чулок и круглочулочные автоматы (класса 18 и выше)	Iв	-	750
66. Машины однофонтурные и двухфонтурные (класса 6 и выше), краеобметочные, круглочулочные автоматы (до 18-го класса), плоскофаиговые полуавтоматы для штучных изделий верхнего трикотажа, перчаток, беретов	IIв	-	500

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
67. Двухфонтурные машины (до 6-го класса), плоскофанговые полуавтоматы для штурных изделий верхнего трикотажа, перчаток, беретов	Шв	-	400 ¹
68. Аппараты для крашения трикотажного полотна, чулочных изделий и пряжи в бобинах	VI	-	200 ⁴
69. Браковочно-накатная машина	IIIa	2000	-
70. Машины для отделки трикотажного полотна, декантовочная, для разрезания и расправки полотна, сушильная для сушки пряжи, чулочно-носочная формовочная, аппарат для крашения пряжи в мотках	Va	-	300 ⁴
71. Машины ворсовальная и стригальная	IVa	-	300
72. Рабочее место браковки изделий	IIIa	2000	500
Производство искусственного меха			
73. Машины чесальные, отделочные для укладки ворса щетками, стригальные	IVa	-	400 ¹
74. Линия отделки меха, браковочные столы	IIIa	-	600 ¹
75. Художественные мастерские и мастерские для нанесения рисунка на шаблоны	IIb	-	500
76. Тумблерная машина для отделки меха	Va	-	200
Производство искусственных кож и пленочных материалов			
77. Общее освещение подготовительных участков	-	-	150
78. Краскотерки, вальцы разогревательные, питательные и др.	Vб	-	200 ²
79. Мешалки планетные и бегуны	Va	-	200
80. Швейные и обметочные машины	IIIб	1000	-
81. Участки нанесения покрытий:			
а) общее освещение по участкам	-	-	150
б) пистолетные устройства	Vб	200	-
в) крашение	Va	300	-
82. Общее освещение участка нанесения каучукового покрытия на искусственную кожу и технические ткани	-	-	200
83. Нанесение покрытий и тиснильный узел	Va	300	-
84. Общее освещение участка нанесения поливинилхлоридного покрытия на искусственную кожу и технические ткани на тканевой и трикотажной основах	-	-	300
85. Тиснильные и отделочные узлы агрегатов покрытия	IVa	1000 ¹	-

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
86. Общее освещение участков производства синтетической кожи с полиуретановым покрытием:			
а) подготовка основы и сортировка готовой продукции	-	-	150
б) нанесения покрытий	-	-	300
87. Иглопробивная машина и устройство для наметки и резки материала	-	-	200
88. Нанесение лицевого покрытия	IVa	750	300
89. Машины ленточная и шлифовальная	IIIг	500 ¹	300 ¹
90. Сортировочные столы	IVa	1000 ¹	-
Швейные фабрики			
120. Приготовление лекал	IIIв	-	500 ³
121. Столы настила и раскроя ткани, стегальные машины, ручная утюжка	IIIa	-	600 ¹
122. Работы на швейных машинах (прямострочных, челночных, специального назначения). Контроль и приемка готовой продукции	IIa	2000 ⁴	750 ^{*4}
123. Работа на швейных машинах (многониточных, краеобметочных, обметывания петель и пришивания пуговиц, двухигольных для вышивки)	IIб	2000 ⁴	750
124. Машины (полуавтоматы) для обработки деталей одежды, вышивальные автоматы	IIв	-	750 ⁴
125. Машины и автоматы для заполнения товарных ярлыков, склады сырья и готовых изделий	IVб	500 ⁴	-
126. Прессы, отпарочные аппараты, гладильные машины, паровоздушные манекены, стол для формования шляп, сушильные шкафы (аппараты)	Va	-	200
Производство обуви			
127. Общее освещение на складах	-	-	200
128. Подбор производственных партий кож:			
а) для верха обуви	IVa	750	300
б) для низа обуви	IVб	-	200
129. Общее освещение участков раскроя и обработки деталей низа обуви	-	-	150
130. Вырубка, сортировка и обработка деталей низа обуви, контроль качества обработанных деталей	IVб	600 ¹	-
131. Общее освещение участков раскроя верха обуви и сборки заготовок обуви	-	-	300

Продолжение приложения 44

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
132. Вырубка деталей верха обуви	IIIa	2000	-
133. Контроль и сортировка деталей верха обуви и сборка заготовок	IIIa	2500 ¹	-
134. Общее освещение участков сборки обуви и приготовления красок	-	-	300
135. Обработка деталей	IVa	1000 ¹	-
136. Приклеивание, крепление подошв и каблуков гвоздями или винтами, отделка верха и низа обуви	IVa	750	-
137. Участки ремонта электрооборудования и механических узлов обувных машин	IVa	750	300
138. Пришивание рантов и подошв, приготовление красок	IIIa	2000	-
139. Крепление резинового низа вулканизацией	IVa	-	300
140. Заделка дефектов и контроль качества готовой продукции	IIIa	2500 ¹	-
ПРОИЗВОДСТВО ФУРНИТУРЫ			
Производство металлической фурнитуры			
190. Приемка металла (ОТК), автоматы для изготовления и сборки пуговиц, пряжек, навивки пружин и т.п.	IIIб	1000	300
191. Резка и гальваническая обработка металла	IVб	-	200
192. Рихтовка ленты и проволоки, прессы кривошипные, эксцентриковые с усилием до 25 т с автоматической подачей, травление, промывка, известкование и сушка проволоки, автоматы проволочно-гвоздильные и гибочные, изготовление ручного текста из ленты	IVб	500	-
193. Металлообрабатывающие станки	IIв	См. п. 19	
194. Точечная сварка, лакокрасочные покрытия pulverизатором	IIIб	1000	-
195. Волоочильные станки, обрубочные, сварочные и остригальные аппараты			
а) грубое волочение	IVб	-	200
б) среднее волочение	IIIб	-	300
в) тонкое волочение	IIб	3000	-
г) тончайшее волочение	Iб	4000	-
196. Термические цехи, обезжиривание, травление, анодирование, деканирование, полирование, лакокрасочные покрытия, изготовление коробок и маркировка этикеток	IVб	-	200

Продолжение приложения 44

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	общего
197. Сборка отдельных изделий на винтовых и других прессах с ручной и ножной подачей, машины винтокатанные	IIIб	1250*	-
198. Сборка изделий	IVб	500	200
Производство пластмассовой фурнитуры			
199. Подготовка сырья к переработке, таблетирование, экструдирование с гранулированием	Vа	-	200
200. Размол, дробление облоя, вальцевание, просеивание, галтовка в барабанах, промывка	Vб	-	150
201. Распиловка, вырезка пуговиц (заготовок), зачистка заусенцев, заточка поверхности заготовок, фрезерование, сверление, прокол, прессование	IVа	750	-
202. Шлифование и полирование	IIIб	1250 ¹	-
203. Литье под давлением, нанесение грунтовочного лакопокрытия и защитного лака, металлизация в вакууме	IVа	-	300
204. Разбраковка отливок, отпрессовок, вырезок, выборочный контроль	IIIа	2500 ¹	-
ФАРФОРО-ФАЯНСОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО			
232. Глинорезки, мешалки, шлатомойки, фильтропрессы, шаровые краскотерки, глиномылки, варочные котлы	VIIIа	-	75
233. Дробилки, бегуны, смесители, массомяльные машины, пласторезки, резательные аппараты, туннельные печи 1-го и 2-го обжига	VIIIа	-	100 ¹
234. Шаровые мельницы, стиральная машина, пропиточные ванны, печатные линии для изготовления гипсовых форм, индивидуальные рабочие столы для отливки форм	VI	-	150
235. Формовочные станки и полуавтоматы, гидравлические и фрикционные прессы	Vб	-	200 ¹
236. Зачистные станки, столы для чистки, оправки и приставки деталей к изделиям	IIIб	1000	-
237. Столы первичной сортировки изделий, раскраски (ручной, штампами и методами шелкографии и деколькомании)	IIв	-	500
238. Столы гравиров	IIIв	2000	-
239. Столы и конвейеры для сортировки и контроля готовых изделий	IIв	-	750 ¹

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
240. Станки периодического и непрерывного действия для приготовления печатных рисунков	IIIв	750	-
241. Участок обжига раскрашенных изделий (муфельный)	IVв	-	300 ¹
ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ			
Булочно-кондитерское производство			
242. Замес, передняя часть полок (вертикальная плоскость)	IVа	-	300 ³
243. Внутри емкости	IIIв	-	400 ¹
244. Помещение для брожения, изготовления хлеба	IVв	-	300 ³
245. Изготовление сладкой дрожжевой продукции	IIIв	-	400 ³
246. Выпечка	IVв	-	300 ³
247. Украшение изделий	IIIв	750	400 ³
248. Изготовление шоколада и конфет	IIIв	-	400 ³
249. Изготовление коробок	IVб	500	200
Предприятия молочной промышленности			
250. Производство мороженого, молочных консервов, сухого молока и ЗЦМ, молочного сахара, сухой и сгущенной сыворотки, плавленого сыра, приемо-моечный цех	Vб	-	150
251. Отделение восстановления сухого молока, выпечки вафель, цех расфасовки сгущенного молока, выработки масла	Vб	-	200 ³
252. Платформа для приема и выдачи готовой продукции и тары, подготовительное отделение мороженого и обсушки сыра, камеры созревания и хранения сыра	VI	-	150
253. Творожный и сыродельный цеха	IVг	-	200 ³
254. Заквасочное отделение	IVг	-	150
255. Лаборатории (бактериологическая, средоварочная, аналитическая), моечная	IIIв	-	300
256. Термостат, хладостат, закалочная камера	VIIIа	-	30 ⁶
Мясоптицеперерабатывающее производство			
257. Камеры охлаждения, замораживания и хранения мяса, жира, тушек, субпродуктов и мясных изделий	VIIIа	-	75
258. Загоны для скота, предубойная бухта	VIIIа	-	30 ⁶
259. Дефростация мяса, осадочная камера, замораживание пельменей, сушильная кишок и колбасных изделий	VIIIа	-	50 ³

Продолжение приложения 44

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
265. Приготовление котлет и кулинарии, расфасовка мяса, исполнительное отделение консервного цеха, обработка сырья птицеперерабатывающего цеха, приготовление продукции из яиц	IVб	600 ³	300 ³
266. Цеховая лаборатория, ветеринарный и санитарный контроль	IIIб	1000	300
Винодельческое и коньячное производство			
267. Переработка винограда и мезги, бродильно-нейтрализационное отделение, приготовление ликеров, дрожжевой цех, шампанизация, хранение виноматериалов	Vб	-	150
268. Обработка виноматериалов теплом и холодом, аппаратное и сливное отделения при переработке отходов, хранение коньячных спиртов, выдержка ликеров, приготовление спирто-вочных вод, сахарного сиропа и колора, розлив коньяка в бочки	Vв	-	100 ⁶
269. Обработка пробок, варка клея, посудный цех, приемно-отпускное отделение розлива виноматериалов и вин	Vв	-	150
270. Контроль стеклотары	IIIб	-	1000
271. Моечно-разливочный цех, коллекционное отделение	IVб	500	200
272. Дегустационное отделение	IIIб	-	300
Производство пива, безалкогольных напитков и солода			
273. Приготовление соков, экстрактов, кваса, сиропа, сухих напитков, бродильно-лагерный цех, бондарно-осмолочная мастерская, посудный цех	Vб	-	150
274. Приготовление спиртованных настоев, производство солода	Vв	-	100 ⁶
275. Моечно-разливочный цех	IVб	500	200
277. Машинное отделение варницы	VI	-	150
278. Помещение приема бочек, силосные корпуса, элеватор, помещения топок, сушилок	VIIIa	-	30 ⁶
ПОЛИГРАФИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО			
284. Общее освещение отделений машинного и ручного набора	-	-	300
285. Верстаки на линотипах, отливка текста на монотипах, наборная касса, верстка и правка набора	IIб	3000	-
286. Оригиналы при ручном и машинном наборе и клавиатуры наборных машин, корректурные станки и столы корректоров	IIIг	1000	-

Продолжение приложения 44

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	комбинированного общего
287. Отливка шрифта на монотипах, шрифто-литейных и крупнокегельных машинах, отливка линеек и пробельного материала, вязка набора	Шб	1000	-
288. Общее освещение отделения матрицирования	-	-	200
289. Проверка стереотипов по росту, матрицирование	Пв	2000	-
290. Общее освещение гартоплавильного отделения и отделения отливки стереотипов	-	-	300
291. Отделка стереотипов вручную и на станках	Пв	2000	500
292. Ретушерское отделение	Шб	1000	-
293. Формные цехи - отделения нанесения светочувствительного слоя, темные лаборатории, копировальные рамы и машины	Vr	-	75*6
294. Общее освещение отделений подготовки форм печати:			
а) офсетной	-	-	300
б) глубокой	-	-	200
295. Травильные ванны для форм офсетной печати, пластин в цинкографии, пробопечатные станки офсетной печати	Шб	1000	-
296. Участок хромирования и меднения, полировки, шлифовки, станки травления форм для глубокой печати, столы травильщиков и столы для выкрывания в цинкографии	Пв	2000	-
297. Граверные работы	Пб	3000	-
298. Общее освещение печатных цехов	-	-	300
299. Приправочные столы в цехах высокой печати	Пв	2000	-
300. Тигельные машины	Пв	-	500
301. Талер плоскопечатных машин, формные цилиндры ротационных, офсетных машин и машин глубокой печати	Шб	1000	-
302. Приемные столы машин всех видов печати	Шб	1250 ¹	-
303. Контроль качества продукции (столы печатников всех видов машин)	Пб	3000	-
304. Общее освещение брошюровочно-переплетных цехов	-	-	300
305. Резальные, листоподборочные, ниткошвейные, фальцевальные и т.п. машины	Пв	750	-
306. Проволокошвейные машины, позолотные прессы, столы для ручных работ	Шб	1000	-

Продолжение приложения 44

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
307. Контроль готовой продукции	IIIa	2000	-
ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ			
Цементное производство			
308. Общее освещение цехов и отделений	-	-	75
309. Обжиговая печь (площадка машинистов)	VIIIб	-	50
310. Расфасовка и упаковка цемента	Vб	-	150
Производство кровельных и гидроизоляционных материалов			
315. Приемные столы сырья, роллы, массные бассейны, пропиточные ванны, агрегаты склейки картона, смесители, каландры, термические печи	VIIIa	-	75
316. Картоноделательная и вальцовочная машины, сушильные цилиндры, перемоточные станки	Vб	-	150
Производство сборных железобетонных и бетонных конструкций и деталей			
318. Правильно-отрезной станок, станок для гнутья сеток и петель, вальцовочный станок	VI	-	150
319. Место сборки объемных каркасов	Va	-	200
320. Сварочные аппараты, контактные машины, одноточечные автоматы	VII	-	200
321. Ручная доводка изделий при помощи шлифовальной машины, распалубка и устранение мелких дефектов, формовочное отделение, ОТК	IVб	-	200
Производство строительных материалов и изделий из полимерного сырья			
322. Краскотерка, смеситель, эмульгатор, дозатор, экстраuder, сушильные камеры и емкости	VIIIa	-	75
323. Грунтовальная, вальцово-каландровая машина, вулканизационный пресс, швейная, кашировальная машина, стол для обрезки и отбраковки выпрессовок плитки	IIIв	750	300
324. Сварка ковров и очистка основы	IVб	-	200
325. Экструдерная машина, прессы	IVв	400	200
326. Отрезное устройство для резки линолеума, браковка и сортировка пенопласта, литьевых и прессовых изделий	IVб	600 ¹	300 ¹
327. Форма для пенопласта, литьевая машина, машина для изготовления пленки, ковровая машина	Vб	-	150
328. Участок изготовления синтетического ворсового ковра	-	-	200

Продолжение приложения 44

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
Производство строительной керамики			
329. Печи-дезинтеграторы, смесители, сетки для провеса шамота	VIIIa	-	75
330. Сушильно-глазуровочный конвейер, конвейерная линия изготовления плиток, матрица шнекового пресса	IVa	400	150
331. Места сортировки и столы для браковки и набора плиток в ковры	IVб	600 ²	-
332. Брикетные вальцы и очистительные машины, полуавтоматы для приготовления валяшки	VI	-	150
333. Шлифовальные и сверлильные станки, место контроля и упаковки изделий	IIIв	750	300
Производство теплоизоляционных материалов			
334. Прессы, сушильные печи и камеры, зоны обслуживания емкостей для эмульсии, электродвигателей и насосов, печи варки стекла	VIIIa	-	75
335. Конвейеры полимеризации и цепной	VI	-	150
336. Прошивочная машина, шлифовальный и сверлильный станки, станок для снятия фаски	Vв	-	150
337. Формовочная и прессовочная машины	Va	-	200
Производство технического фаянса и фарфора			
344. Общее освещение помещений	-	-	200
345. Места сборки, заливки и разъема форм	IVв	-	200
346. Печь обжига	VIIIa	-	75
347. Контроль	IIIa	750	-
ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ			
348. Автомобильные дороги на строительной площадке при интенсивности движения в обоих направлениях:			
а) более 400 ед./ч	-	-	3
б) от 200 до 400 ед./ч	-	-	1
в) менее 200 ед./ч	-	-	0,5
349. Подходы к рабочим местам (лестницы, леса и т.д.), земляные работы, проводимые землеройными механизмами		-	5
350. Строительная площадка в районе производства строительных и монтажных работ, места немеханизированной разгрузки и погрузки конструкций, деталей и материалов, склады нерудных материалов	XIII	-	2

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
351. Погрузка, установка, подъём оборудования, строительных конструкций, деталей и материалов грузоподъемными кранами, устройство траншей для фундаментов, коммуникаций и т.д., разработка грунта бульдозерами, скреперами, катками и др., кладка из крупных бетонных блоков, кирпичная кладка, монтаж сборных фундаментов	XI	-	10
352. Монтаж конструкций стальных железобетонных и деревянных (каркасы зданий, мосты, колонны, фермы, балки и т.п.), сборка арматуры (стыковка, сварка, вязка каркасов и т.п.), установка опалубки, лесов и ограждений, бетонирование колонн, покрытий и т.п., работы по устройству полов, песчаных, щебеночных, гравийных, бетонных и асфальтобетонных подстилающих слоев, устройство булыжных покрытий из брусчатки, кровельные работы, штукатурные работы под открытым небом	X	-	30
353. Стационарные сварочные аппараты, механические ножницы, гибочные станки для заготовки арматуры, сборка и пригонка готовых столярных изделий (окоинных переплетов, дверных полотен и т.п.), работы по устройству полов, асфальтобетонных, кирпичных, дощатых, бетонных, мозаичных и др., настила паркета и линолеума, штукатурные работы в помещениях, монтаж и сборка энергетического оборудования	IX	-	50
354. Стекольные работы	-	-	75
355. Малярные работы (шпатлевка, грунтовка, окраска, накатка рисунков валиками и т.п.), облицовочные работы и оклейка стен обоями, разделка электрических кабелей	-	-	100
МЕСТНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ			
Производство сувениров			
367. Механическая обработка кости, дерева и т.п.	IIIв	750	300
368. Грунтовка, лакировка, комплектование изделий	IVв	400	200
369. Ручная роспись средней точности (значки и т.п.)	IVб	500	-
370. Ручная роспись мелкая и точная (финифть, чекайка, резьба по кости и дереву и т.п.)	IIIб	1000	-
Производство музыкальных инструментов			
371. Пайка голосовых машинок, сборка деревянных и духовых музыкальных инструментов, склейка корпусов	IIIб	1000	300
372. Меховой участок	IVб	500	200

Продолжение приложения 44

Наименование цеха, участка, производственной операции, оборудования	Разряд зрительной работы	Освещенность, лк, при системе освещения	
		комбиниров.	одного общего
373. Окончательная настройка	IIIб	1250 ¹	400
374. Комиата прослушивания	-	-	200
375. Пошив чехлов	IIб	2000 ⁴	750
Бытовая химия			
385. Контроль сырья	Vб	200	150
386. Составление рецепта (рецептура, загрузочная рецептура)	IVг	300	150
387. Основное производство (шаровые мельницы, смесители, вальцы, реакторы, печи, оксидаторы, краскотерочные машины и т.п.)	VI	-	150
388. Расфасовка, упаковка, маркировка	Vб	200	150
389. Мойка бутылок	VI	-	150
390. Контроль чистоты бутылок	IVг	300	150
391. Производство полиэтиленовой и поливинилхлоридной пленки, сварка пакетов	IVв	400	200

Примечания.

1. Освещенность повышена согласно п. 4.5а СНиП II-4-79.
2. Освещенность повышена согласно п. 4.5б СНиП II-4-79.
3. Освещенность повышена согласно п. 4.5в СНиП II-4-79.
4. Освещенность снижена с целью ограничения отраженной блескости или установлена экспериментально.
5. Освещенность снижена согласно п. 4.6 СНиП II-4-79.
6. Освещенность приведена для ламп накаливания (рекомендуемый источник света).

ПРИЛОЖЕНИЕ 45

Номинальный световой поток люминесцентных ламп (лм)

Номинальная мощность, Вт	ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛТБ	ЛБ
15	500	590	675	700	760
20	820	920	935	975	1060
30	1450	1640	1720	1720	2100
40	2100	2340	3000	3000	3120
60	3050	3570	3820	3980	4650
80	3740	4070	4440	4440	5220

Условные обозначения: ЛД — дневного света, ЛДЦ — дневного света с улучшенной цветопередачей, ЛХБ — холодного белого цвета, ЛБ — белого цвета, ЛТБ — теплого белого цвета.

ПРИЛОЖЕНИЕ 46

Световой поток ламп накаливания общего назначения при напряжении 220 В

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм
В 215-225-15	15	135	Б215-225-150	150	2100
В215-225-25	25	200	Г215-225-200	200	2800
Б215-225-40	40	490	Б215-225-200	200	2920
БК215-225-40	40	520	Г215-225-300	300	4600
Б215-225-60	60	820	Г215-225-500	500	8300
БК215-225-60	60	875	Г215-225-750	750	13100
Б215-225-100	100	1560	Г215-225-1000	1000	18600
БК215-225-100	100	1630	Г215-225-1500	1500	29000
Г215-225-150	150	2280			

Примечание: В - вакуумная, Г - газоразрядная, Б - биспиральная, БК - биспиральная криптоновая.

ПРИЛОЖЕНИЕ 47

Технические параметры основных типов ламп ДНаТ

Наименование	Номинальная мощность, Вт	Средняя продолжительность горения, ч	Световой поток, Лм	Тип цоколя
ДНаТ-50	50	6000	3500	E27
ДНаТ-70	70	6000	5900	E27
ДНаТ-100	100	6000	9400	E40
ДНаТ-150	150	10000	14000	E40
ДНаТ-250	250	15000	24000	E40
ДНаТ-400	400	15000	47500	E40
ДНаТ-700	700	15000	84000	E40
ДНаТ-1000	1000	15000	125000	E40

ПРИЛОЖЕНИЕ 48
Номинальный световой поток дуговых ртутных ламп (лм)

Номинальная мощность, Вт	ДРЛ(6)	ДРЛ(10)	ДРИ	ДРИ-5	ДРИ-6
80	3200	3400	—	—	—
125	5400	6000	—	—	—
250	12000	13000	18700	19000	19000
400	23000	23000	34000	35000	32000
700	38000	40000	59500	60000	56000
1000	57000	58500	—	90000	90000
2000	120000	120000	—	—	200000

Условные обозначения: ДРИ — дуговая ртутная лампа с излучающими добавками, ДРИ-5 — лампа ДРИ 5-й модификации (имеет эллипсоидную колбу и может работать в любом положении), ДРИ-6 — лампа ДРИ 6-й модификации (имеет цилиндрическую колбу и может работать только в горизонтальном положении ($\pm 60^\circ$)).

ПРИЛОЖЕНИЕ 49

Значения коэффициента запаса и сроки чистки заполнений световых проемов и светильников (СНиП II-4-79, табл.2)

		Значения коэффициента K_z					Количество чисток в год	
		при естественном освещении и расположении светопропускающего материала			при искусственном освещении		заполнений световых проемов	светильников
		вертикально	наклонно	горизонтально	газоразрядные лампы	лампы накаливания		
Помещения и территории с различным состоянием воздушной среды								
Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне:	свыше 5 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	1,5	1,7	2	2	1,7	4	18
	от 1 до 5 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	1,4	1,5	1,8	1,8	1,5	3	6
	менее 1 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	1,3	1,4	1,5	1,5	1,3	2	4
	значительные концентрации паров кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы кислот, щелочей, а также обладающих большой коррозирующей способностью	1,5	1,7	2	1,8	1,5	3	6
Производственные помещения с особым режимом по чистоте воздуха при обслуживании светильников:	с технического этажа	—	—	—	1,3	1,15	2	4
	снизу из помещения	—	—	—	1,4	1,2	2	2
Помещения общественных зданий		1,2	1,4	1,6	1,5	1,3	2	2
Территории металлургических, химических, горнодобывающих предприятий, шахт, рудников, железнодорожных станций		—	—	—	1,5	1,4	—	4
Территории промышленных предприятий (кроме указанных выше) и общественных зданий		—	—	—	1,5	1,3	—	2

Примечания:

1. Коэффициенты запаса установлены с учетом приведенного количества чисток в год заполнений световых проемов и светильников.

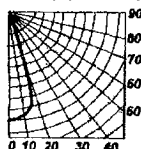
2. Значения коэффициента запаса при естественном освещении следует умножать на 1,1 при применении узорчатого стекла, стеклопластика, армопленки и матированного стекла, а также при использовании световых проемов для аэрации: на 0,9 – при применении органического стекла.

Таблица 49.1 – Примеры помещений

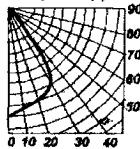
Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне	Примеры помещений
свыше 5 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	Агломерационные фабрики, цементные заводы и обрубные отделения литейных цехов
от 1 до 5 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	Цехи кузнечные, литейные, мартеновские, сварочные, сборного железобетона
менее 1 мг/м^3 пыли, дыма, копоти	Цехи инструментальные, сборочные, механические, механосборочные, ткацкие, пошивочные, прядильные, деревообрабатывающие
значительные концентрации паров кислот, щелочей, газов, способных при соприкосновении с влагой образовывать слабые растворы щелочей, кислот, а также обладающих большой коррозирующей способностью	Цехи химических заводов по выработке кислот, щелочей, едких химических реактивов, ядохимикатов, удобрений; цехи гальванических покрытий и гальванопластики с применением электролиза

Классификация светильников по 7 типовым кривым силы света:

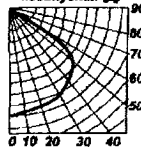
концентрированная (К)



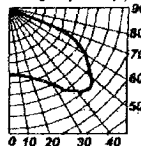
глубокая (Г)



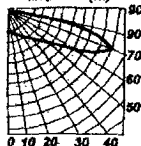
косинусная (Д)



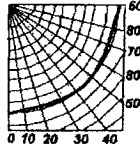
полуширокая (Л)



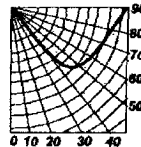
широкая (Ш)



равномерная (М)



синусная (С)



Основным признаком, определяющим тип кривой, является отношение максимальной силы света светильника к средней арифметической для данной плоскости

Обозначение типа КСС	Наименование типа КСС	Рекомендуемые значения λ	Математическое выражение КСС
С	Синусная	—	$I_a = I_0 \times \sin \alpha$
Л	Полуширокая	1,8	$I_a = I_0 \times \left(\frac{\cos \alpha}{\cos(70^\circ \cdot \sin^{1,2}(1,66 \cdot \alpha))} \right)$
Л-Ш	Широкая	—	$I_a = I_0 \times \left(\frac{\cos \alpha}{\cos(78,3^\circ \cdot \sin^{1,4}(1,39 \cdot \alpha))} \right)$
Ш	Широкая	—	$I_a = I_0 \times \left(\frac{\cos \alpha}{\cos(84,4^\circ \cdot \sin^{1,5}(1,2 \cdot \alpha))} \right)$
М	Равномерная	2,6	$I_a = I_0$
Д-1	Косинусная	1,3	$I_a = I_0 \times \cos(0,784 \cdot \alpha)$
Д-2	Косинусная	0,96	$I_a = I_0 \times \cos(1,037 \cdot \alpha)$
Г-1	Глубокая	0,91	$I_a = I_0 \times \cos(1,104 \cdot \alpha)$
Г-2	Глубокая	0,77	$I_a = I_0 \times \cos(1,293 \cdot \alpha)$
Г-3	Глубокая	0,66	$I_a = I_0 \times \cos(1,511 \cdot \alpha)$
Г-4	Глубокая	0,54	$I_a = I_0 \times \cos(1,758 \cdot \alpha)$
К-1	Концентрированная	0,49	$I_a = I_0 \times \cos(2,040 \cdot \alpha)$
К-2	Концентрированная	0,42	$I_a = I_0 \times \cos(2,368 \cdot \alpha)$
К-3	Концентрированная	0,36	$I_a = I_0 \times \cos(2,747 \cdot \alpha)$

ПРИЛОЖЕНИЕ 51
Коэффициент использования светового потока η , %

Индекс помещения	Коэффициенты отражения, %			Кривая силы света											
	потолка	стен	пола	М	Д-1	Д-2	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	К-1	К-2	К-3	Л	
0,6	70	50	30	35	36	44	49	58	64	70	74	75	76	32	
	70	50	10	34	0	42	48	55	62	65	69	71	73	31	
	70	30	10	26	0	33	42	48	57	62	65	67	68	24	
	50	50	30	32	36	42	45	55	63	68	70	72	74	32	
	50	50	10	31	34	40	44	53	61	65	68	71	72	30	
	50	30	10	23	27	33	41	48	57	62	64	68	68	24	
	30	10	10	17	27	28	35	43	53	61	62	68	64	20	
	0	0	0	16	0	25	34	43	53	59	60	65	64	17	
0,8	70	50	30	50	50	52	60	68	74	77	83	84	85	49	
	70	50	10	47	47	51	57	64	70	71	76	78	80	46	
	70	30	10	36	40	0	52	60	66	69	73	75	77	40	
	50	50	30	45	48	51	56	66	72	73	78	80	83	47	
	50	50	10	43	47	48	53	63	68	71	77	78	79	45	
	50	30	10	36	40	42	48	58	65	68	73	74	76	40	
	30	10	10	29	35	36	45	54	62	66	71	72	73	35	
	0	0	0	28	33	33	44	53	61	65	69	71	72	33	
1,25	70	50	30	61	58	68	75	82	85	84	90	95	96	59	
	70	50	10	56	56	64	71	78	79	78	83	87	90	55	
	70	30	10	46	49	56	69	73	76	76	81	84	86	50	
	50	50	30	55	57	65	0	80	83	81	86	91	93	57	
	50	50	10	53	54	61	69	76	78	78	83	87	88	55	
	50	30	10	45	48	52	64	72	75	74	80	84	85	49	
	30	10	10	38	42	48	60	68	73	72	77	80	83	44	
	0	0	0	38	40	47	56	0	71	71	77	79	81	42	

Продолжение приложения 51

Индекс помещения	Коэффициенты отражения, %			Кривая силы света											
	потолок	стен	пола	М	Д-1	Д-2	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	К-1	К-2	К-3	Л	
2,0	70	50	30	73	72	84	90	96	95	90	96	104	106	71	
	70	50	10	66	63	76	82	86	86	83	88	95	94	65	
	70	30	10	56	59	74	78	84	84	81	86	93	95	62	
	50	50	30	67	66	71	78	92	91	87	92	99	101	69	
	50	50	10	63	63	74	77	85	84	81	86	93	94	65	
	50	30	10	56	55	69	76	83	83	81	86	92	93	60	
	30	10	10	46	52	63	73	79	80	78	83	89	90	48	
	0	0	0	45	49	61	71	77	78	78	84	88	88	53	
3,0	70	50	30	83	81	93	101	102	100	94	100	108	110	83	
	70	50	10	75	73	84	89	92	90	86	91	97	99	74	
	70	30	10	67	68	80	73	90	83	84	89	97	98	71	
	50	50	30	74	76	90	76	98	96	91	96	103	106	79	
	50	50	10	72	70	82	83	90	88	84	89	98	97	70	
	50	30	10	65	65	75	70	86	86	83	88	93	95	70	
	30	10	10	58	61	75	68	85	84	81	86	93	94	65	
	0	0	0	55	58	70	68	82	82	80	85	92	91	63	
5,0	70	50	30	95	90	103	106	109	105	99	106	115	116	91	
	70	50	10	86	79	92	94	96	93	87	92	100	102	83	
	70	30	10	80	74	76	76	94	91	85	90	100	101	77	
	50	50	30	84	85	85	84	103	100	94	100	108	110	90	
	50	50	10	80	77	84	80	94	91	85	90	99	99	78	
	50	30	10	75	73	86	88	93	93	85	90	99	99	76	
	30	10	10	67	68	81	77	90	86	83	88	97	97	69	
	0	0	0	65	66	78	74	86	85	81	86	95	94	70	

ПРИЛОЖЕНИЕ 52

Угол α и горизонтальная условная освещенность, лк, для силы света источника 100 кд, горизонтальное расстояние d , от светильника, м

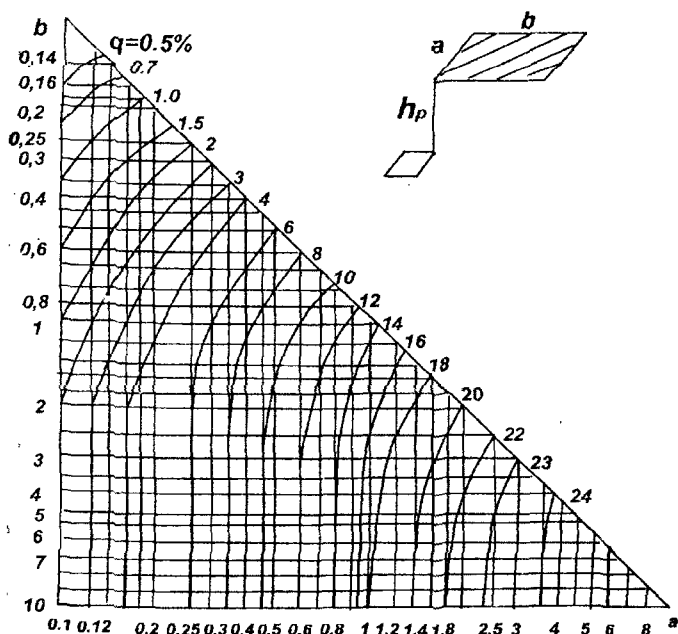
d, m h, m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0°0' 25,0	27° 17,85	45° 8,85	56° 4,28	63° 2,24	63° 1,30	71° 0,80	74° 0,53	76° 0,36	78° 0,26
3	0°0' 11,11	18° 9,50	34° 6,40	45° 3,93	53° 2,40	59° 1,52	63° 1,0	67° 0,63	69° 0,48	72° 0,36
4	0°0' 6,25	14° 5,71	27° 4,47	37° 3,20	45° 2,21	51° 1,52	56° 1,076	60° 0,76	63° 0,56	66° 0,42
5	0°0' 4,0	11° 3,77	22° 3,20	31° 2,52	39° 1,91	45° 1,41	50° 1,05	54° 0,79	53° 0,60	61° 0,46
6	0°0' 2,79	9° 2,67	18° 2,37	27° 1,96	34° 1,60	40° 1,26	45° 0,98	49° 0,77	53° 0,60	56° 0,47
7	0°0' 2,04	8° 1,93	16° 1,81	23° 1,59	30° 1,34	36° 1,10	41° 0,89	45° 0,72	49° 0,53	52° 0,47
8	0°0' 1,56	7° 1,53	14° 1,43	21° 1,28	27° 1,12	32° 0,96	37° 0,80	41° 0,67	45° 0,55	48° 0,46
9	0°0' 1,24	6° 1,21	13° 1,15	18° 1,05	24° 0,94	29° 0,82	34° 0,71	38° 0,70	42° 0,52	45° 0,44
10	0°0' 1,0	5°43' 0,90	11° 0,94	17° 0,88	22° 0,80	27° 0,72	31° 0,63	35° 0,55	39° 0,48	42° 0,41
11	0°0' 0,82	5°12' 0,82	10° 0,79	15° 0,74	20° 0,69	24° 0,62	29° 0,60	32° 0,50	36° 0,44	39° 0,38
12	0°0' 0,69	4°46' 0,69	9° 0,69	14° 0,64	18° 0,59	23° 0,55	27° 0,50	30° 0,45	34° 0,40	37° 0,36
13	0°0' 0,59	4°24' 0,59	9° 0,58	13° 0,55	17° 0,52	21° 0,48	25° 0,45	28° 0,40	32° 0,37	35° 0,32
14	0°0' 0,51	4°5' 0,51	8° 0,50	12° 0,48	16° 0,45	20° 0,43	23° 0,40	27° 0,36	30° 0,33	33° 0,30
15	0°0' 0,44	3°49' 0,44	8° 0,44	11° 0,42	15° 0,40	18° 0,38	22° 0,36	25° 0,33	28° 0,31	31° 0,28
16	0°0' 0,39	3°35' 0,39	7° 0,38	11° 0,37	14° 0,36	17° 0,34	21° 0,32	24° 0,30	27° 0,28	29° 0,26
17	0°0' 0,35	3°22' 0,34	7° 0,34	10° 0,33	13° 0,32	16° 0,31	19° 0,29	22° 0,27	25° 0,26	28° 0,24
18	0°0' 0,31	3° 0,31	6° 0,30	9° 0,30	13° 0,29	16° 0,28	18° 0,26	21° 0,25	24° 0,24	27° 0,22
19	0°0' 0,28	3°1' 0,28	6° 0,27	9° 0,27	12° 0,26	15° 0,25	18° 0,24	20° 0,23	23° 0,22	25° 0,21
20	0°0' 0,25	2°51' 0,25	5°43' 0,25	9° 0,24	11° 0,24	14° 0,23	17° 0,22	19° 0,21	22° 0,20	24° 0,19

Продолжение приложения 52

d, m h, m	10	11	12	13	14	15	16	18	20
2	79° 0,19	80° 0,14	81° 0,11	81° 0,09	82° 0,07	82° 0,06	83° 0,05	84° 0,04	84° 0,02
3	73° 0,26	75° 0,21	76° 0,16	77° 0,13	78° 0,10	79° 0,84	80° 0,07	81° 0,05	81° 0,04
4	68° 0,32	70° 0,25	72° 0,20	73° 0,16	74° 0,13	75° 0,11	76° 0,09	78° 0,06	79° 0,05
5	63° 0,36	66° 0,28	67° 0,21	69° 0,18	70° 0,15	72° 0,13	73° 0,11	74° 0,08	76° 0,06
6	59° 0,38	61° 0,31	63° 0,25	66° 0,21	67° 0,17	68° 0,14	69° 0,12	71° 0,09	73° 0,07
7	55° 0,38	58° 0,32	60° 0,26	62° 0,22	63° 0,18	65° 0,15	66° 0,13	69° 0,10	71° 0,07
8	51° 0,38	54° 0,32	56° 0,27	58° 0,22	60° 0,19	62° 0,16	63° 0,14	66° 0,11	63° 0,08
9	48° 0,37	51° 0,31	53° 0,27	55° 0,23	57° 0,19	59° 0,17	61° 0,14	63° 0,11	66° 0,08
10	45° 0,35	48° 0,31	50° 0,26	52° 0,23	54° 0,10	56° 0,17	59° 0,15	61° 0,12	63° 0,04
11	42° 0,34	45° 0,29	48° 0,26	50° 0,22	52° 0,20	54° 0,17	55° 0,15	59° 0,12	61° 0,09
12	40° 0,32	43° 0,28	45° 0,25	47° 0,22	49° 0,19	51° 0,17	53° 0,15	56° 0,12	59° 0,09
13	38° 0,30	40° 0,26	43° 0,24	45° 0,21	47° 0,19	49° 0,17	51° 0,15	54° 0,12	57° 0,10
14	36° 0,28	38° 0,25	41° 0,22	43° 0,20	45° 0,18	47° 0,16	49° 0,15	52° 0,12	55° 0,10
15	34° 0,26	36° 0,23	39° 0,21	41° 0,19	43° 0,17	45° 0,16	47° 0,14	50° 0,12	53° 0,10
16	32° 0,24	35° 0,22	37° 0,20	39° 0,18	41° 0,17	43° 0,15	45° 0,14	48° 0,12	51° 0,10
17	30° 0,22	33° 0,21	35° 0,19	37° 0,17	39° 0,15	41° 0,15	43° 0,13	47° 0,11	50° 0,09
18	29° 0,21	31° 0,19	34° 0,18	36° 0,16	38° 0,15	40° 0,14	42° 0,13	45° 0,11	48° 0,09
19	28° 0,19	30° 0,18	32° 0,17	34° 0,16	36° 0,14	38° 0,13	40° 0,12	43° 0,11	46° 0,09
20	27° 0,18	29° 0,17	31° 0,16	33° 0,15	35° 0,14	37° 0,13	39° 0,12	42° 0,10	45° 0,09

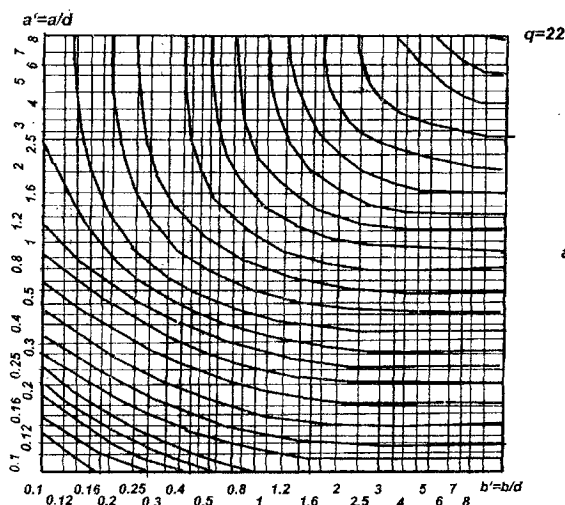
ПРИЛОЖЕНИЕ 53

Номограмма для расчета освещенности от равномерного светящегося прямоугольника, параллельного расчетной плоскости



ПРИЛОЖЕНИЕ 54

Номограмма для расчета освещенности от равномерного светящегося прямоугольника, перпендикулярного расчетной плоскости



ПРИЛОЖЕНИЕ 55

Значение силы света типовых КСС

Угол, град	I _α									
	М	Д-1	Д-2	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	К-1	К-2	К-3
0	199,2	233,4	333,5	377,3	503,0	670,7	804,2	1192	1583	2120
5	159,2	232,9	332,0	375,5	449,8	664,8	883,8	1173	1549	2062
10	159,2	229,2	328,2	370,3	490,2	647,5	852,5	1118	1449	1893
15	159,2	228,5	321,2	361,6	474,4	618,5	801,1	1026	1288	1595
20	159,2	224,7	311,8	349,8	452,7	579,5	731,2	902	1052	1261
25	159,2	220,0	300,0	334,3	425,1	530,2	643,8	750	810	832
30	159,2	214,1	285,5	316,0	392,1	471,4	541,3	574	315	249
35	159,2	207,1	268,8	294,7	354,1	404,7	439,9	380	196	о
40	159,2	199,3	249,8	270,7	311,7	330,9	301,0	174	0	
45	159,2	190,6	228,9	244,2	265,3	251,4	163,8	0		
50	159,2	180,0	206,0	215,4	215,5	167,3	32,6			
55	159,2	170,5	181,7	184,6	162,9	51,8				
60	159,2	159,2	155,4	152,0	103,3	0				
65	159,2	147,1	128,1	118,2	52,6					
70	159,2	134,3	99,8	83,1	0					

ПРИЛОЖЕНИЕ 56
Параметры светильников

№ п/п	Тип светиль- ника	Число ламп	Тип	Мощ- ность	КСС	Степень защиты	η
1	СД2ДРЛ	1	ДРЛ	1000	Г-1	IP20	70
2	СЗ4ДРЛ	1	ДРЛ	1000	Г-3	IP20	75
3	СЗ5ДРЛ	1	ДРЛ	1000	К-1	IP20	75
4	СД2РТС	1	ДРЛ	1000	Г-1	5'3	70
5	ППРДРЛ	1	ДРЛ	250	М	IP63	47
6	ПШДРЛ	1	ДРЛ	250	Д-2	IP63	63
7	РСП05	1	ДРЛ	1000	Г-1	IP23	70
8	РСП05	1	ДРЛ	1000	Г-3	IP23	80
9	РСП05	1	ДРЛ	1000	К-1	IP23	80
10	РСП08	1	ДРЛ	400	Г-3	5'0	80
11	РСП08	1	ДРЛ	400	К-1	5'3	80
12	РСП08	1	ДРЛ	400	Л	5'0	80
13	РСП10	1	ДРЛ	2000	Г-3	IP20	75
14	РСП10	1	ДРЛ	2000	К-2	IP20	75
15	РСП11	1	ДРЛ	400	Д-1	IP60	60
16	РСП11	1	ДРЛ	400	М	IP60	40
17	РСП12	1	ДРЛ	700	Г-1	IP60	62
18	РСП13	1	ДРЛ	1000	Г-1	5'4	70
19	РСП13	1	ДРЛ	1000	Г-3	5'4	75
20	РСП13	1	ДРЛ	1000	К-1	5'4	75
21	РСП14	2	ДРЛ	400	Г-1	5'0	72
22	РСП14	2	ДРЛ	700	Г-4	5'0	77
23	ЖСП01	1	НЛВД	400	Г-4	70	70
24	ЖСП01	1	НЛВД	400	К-2	IP53	70
25	ГСП14	2	ДРИ	700	Г-2	5'0	72
26	ГСП15	1	ДРИ	400	Г-2	IP54	60
27	РСП16	1	ДРЛ	400	Г-1	IP54	60
28	РСП17	1	ДРЛ	700	Г-1	IP20	70
29	РСП17	1	ДРЛ	1000	К-1	IP20	80
30	РСП17	1	ДРЛ	2000	Г-3	IP20	75
31	ГСП17	1	ДРИ	700	Г-3	IP20	75
32	ГСП17	1	ДРИ	2000	К-1	IP20	75
33	ЖСП17	1	НЛВД	400	Г-4	IP20	75
34	РСП18	1	ДРЛ	1000	Г-2	IP20	70
35	РСП18	1	ДРЛ	1000	Г-4	IP20	75
36	РСП18	1	ДРЛ	1000	К-2	IP20	75
37	ГСП18	1	ДРИ	1000	Г-2	IP20	70
38	ГСП18	1	ДРИ	1000	Г-4	IP20	75
39	ГСП18	1	ДРИ	1000	Д-2	5'0	75

Продолжение приложения 56

№ п/п	Тип светиль- ника	Число ламп	Тип	Мощ- ность	КСС	Степень защиты	η %
40	РСП20	1	ДРЛ	250	Г-1	IP63	63
41	ЖСП20	1	НЛВД	250	К-2	IP20	70
42	ССП02	1	ДРИ	700	Г-3	5'0	100
43	ССП02	1	ДРИ	700	К-2	5'0	100
44	ИСП01	1	ГЛН	2000	Д-2	IP20	75
45	ИСП02	1	ГЛН	1000	К-1	IP54	75
46	НСП01	1	ЛН	200	Д-2	IP23	76
47	НСП01	1	ЛН	200	Д-2	5'3	76
48	НСП02	1	ЛН	100	М	IP54	42
49	НСП04	1	ЛН	200	М	IP23	45
50	НСП09	1	ЛН	200	М	IP50	45
51	НСП11	1	ЛН	500	Д-1	IP60	55
52	НСП11	1	ЛН	500	М	IP60	47
53	НСП17	1	ЛН	500	Л	5'3	80
54	НСП17	1	ЛН	1000	Г-4	5'3	80
55	НСП17	1	ЛН	1000	К-1	5'3	80
56	НСП20	1	ЛН	1000	Г-1	5'0	75
57	НСП20	1	ЛН	500	Г-2	IP63	67
58	НСП22	1	ЛН	500	Д-2	5'0	75
59	НСП22	1	ЛН	500	Г-1	IP63	67
60	НПП02	1	ЛН	100	Д-1	IP54	70
61	Н4БН-150	1	ЛН	150	Г-1	2ExiIIT2	55
62	Н4БН-150	1	ЛН	150	М	2ExiIIT2	40
63	Н4Б-300М	1	ЛН	300	Г-2	2ExiIIT2	50
64	Н4Б-300М	1	ЛН	300	М	2ExiIIT2	45
65	Н4Т2Н-300	1	ЛН	300	Г-2	2ExiIIT2	55
66	Н4Т2Н-300	1	ЛН	300	М	2ExiIIT2	40
67	В4А-60	1	ЛН	60	Д-1	2ExdIIT1	50
68	В3Г-100А	1	ЛН	100	Д-1	2ExdIIT3	45
69	В3Г-200АМ	1	ЛН	200	Д-1	2ExdIIT3	55
70	В3Г-200АМ	1	ЛН	200	Д-2	2ExdIIT3	60
71	В4А-200М	1	ЛН	200	Д-1	2ExdIIT3	55
72	В4А-200М	1	ЛН	200	Д-2	2ExdIIT3	55
73	ОДР	2	ЛЛ	80	Г-1	IP20	70
74	ЛД	2	ЛЛ	80	Д-2	IP20	75
75	ЛД	2	ЛЛ	80	Г-1	IP20	70
76	ЛСП02	2	ЛЛ	80	Д-2	IP20	70
77	ЛСП02	2	ЛЛ	80	Г-1	IP20	60
78	ЛСП06	2	ЛЛ	80	Д-2	IP20	70
79	ЛСП06	2	ЛЛ	80	Г-1	IP20	65

Продолжение приложения 56

№ п/п	Тип светиль- ника	Число ламп	Тип	Мощ- ность	КСС	Степень защиты	η
80	ЛСП13	2	ЛЛ	65	Л	IP20	75
81	ЛСП13	2	ЛЛ	65	Г-2	IP20	75
82	ПВЛМ	2	ЛЛ	80	Д-2	5'0	75
83	ПВЛМ	2	ЛЛ	80	Г-1	5'0	65
84	ПВЛМ	2	ЛЛ	80	Д-1	5'0	85
85	ПВЛМ	1	ЛЛ	80	Д-1	5'0	85
86	ЛСП12	2	ЛЛ	80	Д-2	5'1	70
87	ЛСП12	2	ЛЛ	80	Г-1	5'1	65
88	ЛСП12	2	ЛЛ	80	Д-1	5'0	85
89	ЛСП18	1	ЛЛ	40	Д-1	5'0	85
90	ЛСП16	2	ЛЛ	40	Д-1	IP54	60
91	ПВЛП	2	ЛЛ	40	Д-1	IP54	65
92	ЛСП14	2	ЛЛ	40	Д-1	IP54	65
93	НОГЛ	1	ЛЛ	80	М	2ExiПТ4	70
94	Н4Т4Л	1	ЛЛ	80	Г-1	2ExiПТ4	60
95	Н4Т4Л	2	ЛЛ	80	М	2ExiПТ4	65
96	Н4Т4Л	2	ЛЛ	80	Г-1	2ExiПТ4	55
97	НОДЛ	1	ЛЛ	40	М	2ExiПТ5	65
98	НОДЛ	1	ЛЛ	40	Г-1	2ExiПТ5	60
99	Н4Т5Л	1	ЛЛ	80	М	2ExiПТ5	70
100	Н4Т5Л	1	ЛЛ	80	Г-1	2ExiПТ5	65
101	Н4Т5Л	2	ЛЛ	80	М	2ExiПТ5	65
102	Н4Т5Л	2	ЛЛ	80	Г-1	2ExiПТ5	55

ПРИЛОЖЕНИЕ 57
Нормативы производственного шума

N п/ п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Общие и эквивалентные уровни шума, дБА, дБА экв.	
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000		8000
Предприятия, учреждения, организации											
1.	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность; рабочие места в помещениях - дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приёма больных в медпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2.	Высококвалифицированная работа, которая требует сосредоточения, административно-руководящая деятельность, измерительные и аналитические работы в лаборатории, рабочие места в помещениях цехового руководящего аппарата, контор, лабораторий	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3.	Работа, которая выполняется с указаниями и акустическими сигналами, которые часто приходят, работа, которая требует постоянного слухового контроля, операторская работа по точному графику с инструкцией, диспетчерская работа: рабочие места в помещениях диспетчерской службы, кабинетах и помещениях наблюдения и дистанционного управления с голосовой связью по телефону, печатных бюро, на участках точного счёта, на телефонных и телеграфных станциях, в помещениях мастеров, в залах обработки информации на вычислительных машинах без дисплея и в помещениях операторов-акустиков	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Продолжение приложения 57

N п/п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Общие и эквивалентные уровни шума, дБА, дБАэкв.
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
4.	Работа, которая требует сосредоточения, работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами: рабочие места за пультами в кабинах надзора и дистанционного управления без голосовой связи по телефону; в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, шумными агрегатами вычислительных машин	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75	
5.	Выполнение всех видов работ (кроме пересчитанных в п. 1-4 и аналогичных им) на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
Подвижный состав железнодорожного транспорта												
6.	Рабочие места в кабинах машинистов тепловозов, электровозов, поездов метрополитена, дизель-поездов и автомотрис	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	
7.	Рабочие места в кабинах машинистов скоростных и пригородных электропоездов	99	91	83	77	73	70	68	66	64	75	
8.	Помещения для персонала вагонов поездов дальнего следования, служебных отделений рефрижераторных секций, помещений для отдыха в багажных и почтовых отделениях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	
9.	Служебные помещения багажных и почтовых вагонов, вагонов-ресторанов	96	87	79	72	68	65	63	61	59	70	
Городские, годовые, рыбопромышленные и прочие судиа												
10.	Рабочие зоны в служебных помещениях:											
	судов I - II категории	89	75	66	59	54	50	47	45	44	55	
	судов III - IV категории	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	
	на крыльях ходового мостика	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	

Продолжение приложения 57

N п/ п	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими час- тотами, Гц									Общие и эквивалентные уровни шума, дБА, дБАэкв.
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
11.	Рабочая зона в помещениях энергетическо- го отделения	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
12.	Рабочие места, которые находятся за преде- лами энергетических отделений на откры- тых палубах	96	87	79	72	68	65	63	61	59	70
13.	Рабочие зоны в центральных постах управ- ления судов (звукоизолированные), помеще- ний, которые выделенные из энергетиче- ских отделений, в которых установленные контрольные приборы, средства индикации, органы управления главной энергетической установкой и вспомогательными механиз- мами	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
14.	Рабочие зоны промышленно- технологических помещений и промышлен- ные палубы судов рыбной промышленности	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
15.	Рабочие места в лабораториях в рыбных це- хах на судах рыбной промышленности	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Тракторы, сельскохозяйственные, мелиоративные, дорожно-строительные, земле- ройные, транспортные и прочие аналогичные виды машин, автотранспорт											
16.	Рабочие места водителей и обслуживающе- го персонала тракторов, сельскохозяйствен- ных, мелиоративных, дорожно- строительных, землеройных, транспортных и других аналогичных машин, водителей грузовых машин	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80
17.	Рабочие места водителей автобусов	99	91	83	77	73	70	68	66	64	75
18.	Рабочие места водителей легковых автомо- билей	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Пассажирские и транспортные самолеты и вертолеты											
19.	Рабочие места экипажа и бортпроводников	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Примечания.

1. Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, равные шума и эквивалентные равные шума на рабочих местах для тонального и импульсного шума следует принимать на 5 дБ меньше, чем значение, которое указано в таблице.

2. Для шума, создаваемого в помещении установками кондиционирования воздух, вентиляции и воздушного отопления, допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, равные шума и эквивалентные уровни звукового давления на рабочих местах устанавливаются на 5 дБ меньше чем фактические равные шума в помещении, если последние не превышают значений таблицы 2. Поправка для тонального и импульсного шума, при этом, не учитывается.

ПРИЛОЖЕНИЕ 58

Координаты точек для построения частотной характеристики звукоизолирующей способности однослойного ограждения

Средняя поверхностная плотность q , кг/м ²	Частота, кГц					Звукоизолирующая способность, дБ				
	f_A	f_B	f_C	f_D	f_E	R_A	R_B	R_C	R_D	R_E
От 90 до 150	0,0315	$\frac{17}{q}$	$\frac{70}{q}$	$\frac{500}{q}$	8	$0,0222 \cdot q + 23$	35	35	55	55
От 160 до 200	0,0315	$\frac{24}{q}$	$\frac{75}{q}$	$\frac{600}{q}$	8	$0,0158 \cdot q + 26$	38	38	60	60
От 220 до 400	0,0315	$\frac{30}{q}$	$\frac{80}{q}$	$\frac{900}{q}$	8	$0,0126 \cdot q + 28$	40	40	60	60
От 500 до 600	0,0315	$\frac{40}{q}$	$\frac{100}{q}$	$\frac{900}{q}$	8	$0,0095 \cdot q + 30$	42	42	65	65
От 800 и выше	0,0315	$\frac{52}{q}$	$\frac{100}{q}$	$\frac{1200}{q}$	8	$0,0073 \cdot q + 33$	45	45	70	70

Примечания.

1. Для значений q , не указанных в таблице, величину плато следует определять интерполяцией, а значения частот брать по ближайшему значению поверхностной плотности q .

2. Данные в таблице приведены из [37].

ПРИЛОЖЕНИЕ 59

Звукоизолирующая способность стен и перегородок акустически однослойной конструкции

Материал конструкции	Толщина	Средняя поверхностная плотность, кг/м ²	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								Показатель изоляции от воздушного шума, дБ
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Кирпичная кладка (оштукатуренная с двух сторон)	½ кирпича	220	32	39	40	42	48	54	60	60	
	1 кирпич	420	36	41	44	51	58	64	65	65	
	1½ кирпича	620	41	44	48	55	61	65	65	65	
	2 кирпича	820	45	45	52	59	65	70	70	70	
	2½ кирпича	1000	45	47	55	60	67	70	70	70	
Виброкирпичная панель неоштукатуренная	160 мм	280	—	34	41	45	50	54	55	—	-5
	140 мм	240	—	33	40	43	49	54	56	—	-6
Железобетонная плита	40 мм	100	—	32	30	35	38	47	53	—	-13
	50 мм	125	28	34	35	35	41	48	55	55	
	100 мм	250	34	40	40	44	50	55	60	60	
	160 мм	400	—	43	47	51	60	63	—	—	0
	200 мм	500	40	42	44	51	59	65	65	65	
	300 мм	750	44	44,5	50	58	65	69	69	69	
	400 мм	1000	45	47,5	55	61	67,5	70	70	70	
	800 мм	2000	47,5	55	61	67,5	70	70	70	70	
Гипсобетонная (гипсолитовая) плита	80 мм	115	—	28	33	37	39	44	44	42	-11
	95 мм	135	—	32	37	37	42	48	53	—	
Керамзитобетонная плита	80 мм	100	—	33	34	39	47	52	54	—	-10
	120 мм	150	—	33	37	39	47	54	—	—	-7
Пемзобетонная панель, оштукатуренная с двух сторон	130 мм	255	—	37	34	46	50	60	65	—	-5
Газобетонная плита	240 мм	270	—	39	42	51	56	54	52	—	0
Шлакобетонная панель	250 мм	400	—	30	45	52	59	64	64	—	+1
	140 мм	250	—	—	41	45	49	51	51	—	-3

Материал конструкции	Толщина	Средняя поверхностная плотность, кг/м ²	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								Показатель изоляции от воздушного шума, дБ
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Шлакоблоки, оштукатуренные с двух сторон	220 мм	360	—	42	42	48	54	60	63	—	-1
Армированная силикатобетонная панель	140 мм	300	—	34	41	48	55	59	59	—	0
Древесностружечная плита	20 мм	12	—	23	26	26	26	26	26	33	—
Фанера	3 мм	2,4	7	11	14	19	23	26	27	26	—
	4 мм	3,2	8	12	16	20	24	27	27	27	—
	5 мм	4	9	13	17	21	25	28	26	29	—
	8 мм	6,4	12	16	20	24	27	27	27	32	—
	10 мм	8	13	17	21	25	28	25	29	33	—
Стеклопластик	3 мм	5,1	9	13	17	21	25	29	31	32	—
	5 мм	8,5	12	16	20	24	28	31	31	34	—
	8 мм	13,6	15	19	23	27	30	31	33	37	—
	10 мм	17	17	21	25	28	31	31	34	38	—
Сталь (панели с рёбрами жесткости, размер ячеек между рёбрами не более 1×1 м)	0,7 мм	—	8	15	19	23	26	30	34	37	—
	1 мм	7,8	13	17	21	25	28	32	36	35	—
	2 мм	15,6	16	20	24	28	32	36	35	33	—
	3 мм	23,4	19	23	27	31	35	37	30	39	—
	4 мм	31,2	21	25	29	33	36	34	34	41	—
	5 мм	39	22	26	30	34	37	32	36	42	—
	6 мм	46,8	23	27	31	35	37	30	39	43	—
	8 мм	62,4	24	28	32	36	34	33	40	44	—
Алюминиево-магнелиевые сплавы (панели с рёбрами жесткости, размер ячеек между рёбрами не более 1×1 м)	10 мм	78	26	30	34	36	32	36	42	46	—
	1 мм	2,8	6	10	12	18	22	25	29	28	—
	2 мм	5,6	10	14	18	22	26	29	27	25	—
	3 мм	8,4	12	16	20	24	28	31	22	30	—
	4 мм	11,2	14	18	22	26	29	37	25	32	—

Примечания.

1. Численные значения звукоизолирующей способности в таблице приведены в децибелах (дБ)

2. Данные в таблице приведены из [37]

ПРИЛОЖЕНИЕ 60

Звукоизолирующая способность двойных стен и перегородок

Элемент конструкции	Толщина, мм		Средняя поверх- ностная плот- ность, кг/м ²	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								Показатель изоляции от воздушного шума, дБ
	эле- мента	воз- душ- ного зазо- ра		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Две кирпичные стены на общем фундаменте	380 и 510	150	1400	45	49	51	60	68	74	81	87	-
Две кирпичные стены на раздельном фундаменте	380 и 510	300	1400	59	61	65	72	80	88	95	100	-
Две гипсобетонные (гипсолитовые) плиты на общем фундаменте	95	100	270	-	41	43	42	48	56	62	-	-5
		40	270	-	36	40	45	47	52	57	-	-8
Две гипсошлакобетонные плиты на общем фундаменте	80	40	200	-	38	43	44	52	58	50	-	-2
Две железобетонные плиты на общем фундаменте	40	40	180	-	36	43	42	46	55	57	-	-7
Две керамзитобетонные плиты на общем фундаменте	60	60	150	-	33	36	43	51	57	57	-	-5
Гипсоволокнистая плита и плита сухой штукатурки с откосом	40 и 10	20	-	-	31	38	40	43	44	45	-	-11
Две гипсоволокнистые плиты с воздушным зазором между ними.	40 и 40	40	-	-	37	43	51	53	56	-	-	-2
Облицовка из плит сухой штукатурки с откосом на 20 мм	10											

Примечания.

1. Численные значения звукоизолирующей способности в таблице приведены в децибелах (дБ).

2. Данные в таблице приведены из [37].

ПРИЛОЖЕНИЕ 61

Определение постоянной помещения V_{1000} на частоте 1000 Гц

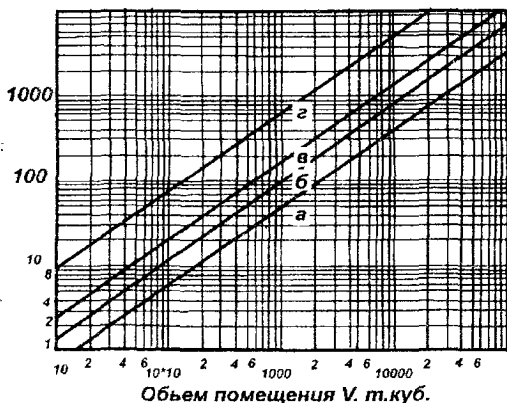


График для определения постоянной помещения V_{1000}

Описание помещения	Индекс прямой
Без мебели, с небольшим количеством людей (металлообрабатывающие цехи, вентиляционные камеры, генераторные, машинные залы, испытательные стенды и т. п.)	а
С жесткой мебелью или с небольшим количеством людей и мягкой мебелью (лаборатории, ткацкие и деревообрабатывающие цехи, кабинеты и т.п.)	б
С большим количеством людей и мягкой мебелью (например, рабочие помещения административных зданий, конструкторские залы, аудитории, рестораны, универмаги, помещения аэропортов и залы ожидания, номера гостиниц, школьные классы, библиотеки, жилые помещения)	в
Помещения со звукопоглощающей облицовкой потолка и части стен (Прямая с индексом г применяется только при расчёте требуемой звукоизолирующей способности ограждающих конструкций и акустическом расчёте вентиляционных систем. В других случаях для определения V необходимо пользоваться данными, приведенными при расчёте эффективности звукопоглощающих облицовок, экранов и т. п.).	г

ПРИЛОЖЕНИЕ 62

Частотный множитель для определения постоянной помещения V

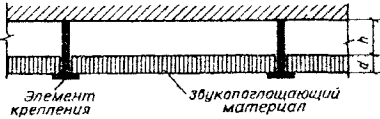
Объем помещения, m^3	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V < 200$	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
$V = 200 - 500$	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
$V > 500$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

ПРИЛОЖЕНИЕ 63
Материалы для звукопоглощения

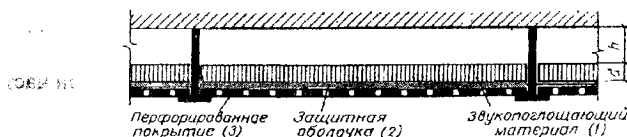
1	Плиты ПА/О, минераловатные акустические отделочные. Полужёсткие, на синтетическом связующем, трудносгораемые. Покрываются краской на основе поливинилацетатной эмульсии с белым пигментом. Лицевая поверхность плит перфорирована круглыми отверстиями диаметром 4 мм с шагом 14 мм и глубиной 5 мм, размер 500×500 мм
2	Винипор полужёсткий с огнестойкой пропиткой
3	Плиты ПА/С минераловатные акустические стандартные. Полужёсткие, на синтетическом связующем, трудносгораемые. Покрываются белой краской с набрызгом под мрамор, размер 500×500 мм
4	Плиты минераловатные акустические «Акмигран», размером 300×300×20 мм
5	Плиты АГП гипсовые с заполнением из минеральной ваты, перфорация по квадрату 13%, диаметр 4 мм, размером 810×810 мм
6	Маты из супертонкого стекловолокна; оболочка из стеклоткани ССТЭ-6
7	Маты из супертонкого базальтового волокна БСТВ; оболочка из декоративной стеклоткани ТСД
8	Плита минераловатная
9	Стеклоткань Э-0,1
10	Гипсовая плита, перфорация по квадрату 13%, диаметр 10 мм, толщина 6 мм, размер 500×500 мм
11	Гипсовая плита, перфорация по рисунку 13%. диаметр 7-9 мм, толщина 6 мм, размер 500×500 мм
12	Гипсовая плита, подклеенная бязью, перфорация по квадрату 13%, диаметр 10 мм, толщина 6 мм, размер 500×500 мм.
13	Гипсовая плита, подклеенная бязью, перфорация по рисунку 13%, диаметр 7-9 мм, толщина 6 мм, размер 500×500 мм.
14	Металлический лист, перфорация в «шахмат» 46 %, диаметр 6 мм, размер 500×1000 мм
15	Металлический лист толщиной 1,2 мм, перфорация по квадрату 33%, диаметр 3 мм
16	Металлический лист толщиной 1,2 мм, перфорация в «шахмат» 33 %, диаметр 3 мм
17	Металлический лист толщиной 1,2 мм, перфорация по квадрату 24%, диаметр 5,5 мм
18	Прошивные минераловатные маты
19	Отходы капронового волокна, распушенные
20	Сетка из стеклоткани ССТЭ- 6
21	Супертонкое стекловолокно

ПРИЛОЖЕНИЕ 64

Коэффициенты звукопоглощения материалами и конструкциями (СНиП II-12-77)

Звукопоглощающие облицовки без перфорированного покрытия													
													
№ п/п	Звукопоглощающий материал	Средняя плотность звукопоглощающего материала	Толщина слоя звукопоглощающего материала d, см	Воздушный зазор h, см	Ревберационный коэффициент звукопоглощения α при среднегеометрической частоте октавной полосы, Гц								Рекомендация для применения в общественных зданиях
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	1	150	20	0	(0,02)	0,03	0,17	0,68	0,98	0,86	0,45	0,20	+
2	1	150	20	50	(0,02)	0,05	0,42	0,98	0,9	0,8	0,45	0,19	+
3	1	150	20	100	(0,08)	0,20	0,52	0,98	0,85	0,8	0,45	0,20	+
4	2	120	30	0	(0,01)	0,15	0,25	0,56	0,85	1	1	1	
5	2	120	60	0	(0,02)	0,18	0,55	0,85	0,95	1	0,97	0,97	
6	3	150	20	0	(0,02)	0,05	0,21	0,66	0,91	0,96	0,89	0,83	+
7	3	150	20	50	(0,02)	0,12	0,35	0,88	0,94	0,84	0,8	0,65	+
8	3	150	20	100	(0,1)	0,18	0,64	0,99	0,93	0,9	0,83	0,74	+
9	4	400	20	0	(0,02)	0,11	0,3	0,85	0,9	0,78	0,72	0,59	
10	4	400	20	50	(0,1)	0,2	0,71	0,83	0,81	0,71	0,79	0,65	
11	4	400	20	100	(0,15)	0,36	0,77	0,88	0,78	0,77	0,62	0,78	
12	4	400	20	200	(0,3)	0,48	0,71	0,7	0,79	0,77	0,62	0,59	
13	5	80	20	0	(0,03)	0,09	0,26	0,54	0,94	0,67	0,4	0,3	+
14	5	80	20	50	(0,03)	0,09	0,49	0,91	0,88	0,69	0,34	0,29	+
15	6	15	50	0	(0,1)	0,25	0,7	0,98	1	1	1	0,95	
16	7	20	50	0	(0,1)	(0,2)	0,9	1	1	0,95	0,95	1	

Звукопоглощающие облицовки с перфорированным покрытием



№ п/п	Звукопоглощающий материал						Ревверберационный коэффициент звукопоглощения α при среднегеометрической частоте октавной полосы, Гц								Рекомендация для применения в общественных зданиях
	Звукопоглощающий материал	Защитная оболочка	Перфорированное покрытие	Средняя плотность звукопоглощающего материала $\rho_{ср}$, кг/м ³	Толщина слоя звукопоглощающего материала d , см	Воздушный зазор h , см	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
17	8	9	10	80	60	0	(0,1)	0,31	0,7	0,95	0,69	0,59	0,5	0,3	+
18	8	9	11	80	60	0	(0,1)	0,31	0,95	0,99	0,8	0,52	0,46	0,42	+
19	8	9	14	80	60	0	(0,05)	0,18	0,63	0,9	0,94	1	1	0,95	
20	8	-	12	150	70	0	(0,05)	0,42	0,95	1	0,75	0,6	0,51	0,35	+
21	8	9	15	120	50	0	(0,03)	0,18	0,39	0,6	0,73	0,8	0,85	0,85	
22	8	9	15	120	50	100	(0,08)	0,27	0,53	0,69	0,76	0,92	0,87	0,87	
23	18	-	12	100	100	0	(0,03)	0,42	0,81	0,82	0,69	0,58	0,59	0,58	+
24	18	-	13	100	100	0	(0,05)	0,4	0,89	0,97	0,76	0,7	0,71	0,68	+
25	18	9	14	100	100	0	(0,05)	0,32	0,76	1	0,95	0,9	0,98	0,95	
26	19	20	16	100	50	0	(0,02)	0,15	0,46	0,82	0,92	0,83	0,93	0,93	
27	19	20	16	100	50	100	(0,1)	0,35	0,58	0,79	0,82	0,83	0,83	0,83	
28	19	20	16	100	100	0	(0,23)	0,48	0,72	0,89	0,97	0,98	0,98	0,98	
29	21	9	11	15	100	0	(0,3)	0,66	1	1	1	0,96	0,7	0,55	
30	21	9	11	15	100	250	(0,4)	0,73	1	1	1	1	0,92	0,8	
31	21	9	17	15	100	0	(0,15)	0,47	1	1	1	1	1	0,95	
32	21	9	17	15	100	250	(0,5)	0,93	1	1	1	1	1	1	

Примечания:

1. Названия материалов приведены в приложении 63.

2. Приведенные в приложении значения коэффициента звукопоглощения определены в реверберационных камерах вместимостью до 200 м³, поэтому значения α при частоте 63 Гц следует считать ориентировочными.

ПРИЛОЖЕНИЕ 65

Номенклатура диапазонов частот электромагнитных колебаний

Но- мер диа- пазо- на	Длина волны, м	Диапазон волн	Частота колебаний, Гц	Диапазон частот
1	$10^{10} \leq \lambda < 10^{11}$	Инфранизкие	$3 \cdot 10^{-3} < f \leq 3 \cdot 10^{-2}$	Низкие частоты (НЧ)
2	$10^8 \leq \lambda < 10^{10}$	Низкие	$3 \cdot 10^{-2} < f \leq 3$	
3	$10^6 \leq \lambda < 10^8$	Промышленные	$3 < f \leq 3 \cdot 10^2$	
4	$10^4 \leq \lambda < 10^6$	Звуковые	$3 \cdot 10^2 < f \leq 3 \cdot 10^4$	
5	$10^3 \leq \lambda < 10^4$	Километровые	$3 \cdot 10^4 < f \leq 3 \cdot 10^5$	
6	$10^2 \leq \lambda < 10^3$	Гектаметровые	$3 \cdot 10^5 < f \leq 3 \cdot 10^6$	Средние (СЧ)
7	$10 \leq \lambda < 10^2$	Декаметровые	$3 \cdot 10^6 < f \leq 3 \cdot 10^7$	Высокие частоты (ВЧ)
8	$1 \leq \lambda < 10$	Метровые	$3 \cdot 10^7 < f \leq 3 \cdot 10^8$	Очень высокие частоты (ОВЧ)
9	$10^{-1} \leq \lambda < 1$	Дециметровые	$3 \cdot 10^8 < f \leq 3 \cdot 10^9$	Ультравысокие частоты (УВЧ)
10	$10^{-2} \leq \lambda < 10^{-1}$	Сантиметровые	$3 \cdot 10^9 < f \leq 3 \cdot 10^{10}$	Сверхвысокие частоты (СВЧ)
11	$10^{-3} \leq \lambda < 10^{-2}$	Миллиметровые	$3 \cdot 10^{10} < f \leq 3 \cdot 10^{11}$	Чрезвычайно высокие частоты (ЧВЧ)

ПРИЛОЖЕНИЕ 66

Основные характеристики электротермических установок для индукционного и диэлектрического нагрева

Назначение установки	Рабочая частота, кГц	Мощность, кВт
Поверхностный нагрев металлов	66 – 700	8 – 200
Сквозной нагрев металлов	66 – 5400	8 – 160
Сушка и склеивание древесины	500	50
Нагрев диэлектриков	10000 – 41000	0,6 – 40

ПРИЛОЖЕНИЕ 67

Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей электромагнитного поля на рабочих местах (Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів)

Диапазон частот	Предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжённости электрического поля ¹ , В/м	ПДУ напряжённости электрического поля при 8-часовом рабочем дне, В/м
Промышленная частота (50 Гц)	$E = \frac{50000}{T + 2}$, но не более 20000 (при $0,5 < T < 8$) $E < 25000$ при $T < 10$ минут	5000
1 – 10 кГц	$E = \sqrt{\frac{120000}{T}}$, но не более 1000	120
10 – 60 кГц	$E = \sqrt{\frac{40000}{T}}$, но не более 700	70
0,06 – 3 МГц	$E = \sqrt{\frac{20000}{T}}$, но не более 500	50
3 – 30 МГц	$E = \sqrt{\frac{7000}{T}}$, но не более 300	30
30 – 300 МГц	$E = \sqrt{\frac{800}{T}}$, но не более 80	10

Примечания.

1. T – время воздействия, час
2. Каждый диапазон исключает нижнюю и включает верхнюю границу частоты

ПРИЛОЖЕНИЕ 68

Предельно допустимые уровни плотности потока энергии электромагнитного поля радиочастотного диапазона (Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів)

Диапазон частот	Тип излучателя	Предельно допустимые уровни (ПДУ) плотности потока энергии ¹ , Вт/м ²	ПДУ плотности потока энергии при 8-часовом рабочем дне, Вт/м ²
300 МГц – 300 ГГц	Вращающиеся и сканирующие антенны с частотой не более 1 Гц и скважностью не меньше 50	$E = \frac{20}{T}$, но не более 10	2,5
	Остальные случаи	$E = \frac{2}{T}$, но не более 10	0,25

Примечания. 1. T – время воздействия, час.

2. Каждый диапазон исключает нижнюю и включает верхнюю границу частоты

ПРИЛОЖЕНИЕ 69

Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей импульсных электромагнитных полей радиочастотного диапазона (Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів)

Диапазон частот	Предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжённости импульсного электрического поля ¹ , В/м	ПДУ напряжённости электрического поля при 8-часовом рабочем дне, В/м
0 – 5 Гц	$E = \sqrt{\frac{3,2 \cdot 10^9}{T}}$, но не более 60000	20000
5 – 50 Гц	$E = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^8}{T}}$, но не более 35000	5000
50 – 1000 Гц	$E = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^6}{T}}$, но не более 3500	447
1 – 10 кГц	$E = \sqrt{\frac{120000}{T}}$, но не более 1000	120
10 – 60 кГц	$E = \sqrt{\frac{7200}{T}}$, но не более 300	30
60 – 3000 кГц	$E = \sqrt{\frac{3200}{T}}$, но не более 200	20
3 – 30 МГц	$E = \sqrt{\frac{1800}{T}}$, но не более 150	15
30 – 300 МГц	$E = \sqrt{\frac{800}{T}}$, но не более 100	10
0,3 – 1 ГГц	$E = \sqrt{\frac{500}{T}}$, но не более 80	8

Примечания.

1. T – время воздействия, час.

2. Каждый диапазон исключает нижнюю и включает верхнюю границу частоты

ПРИЛОЖЕНИЕ 70

Допустимое время пребывания в электрическом поле промышленной частоты (50 Гц) без применения средств защиты (Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів)

Напряженность воздействующего электрического поля в контролируемой зоне, кВ/м.	До 5	Свыше 5 до 20	Свыше 20 до 25	Более 25
Допустимое время пребывания в электрическом поле при соответствующем уровне напряженности, ч;	весь рабочий день	$\frac{50}{E} - 2$	$\frac{1}{6}$ (10 минут)	Не допускается без средств защиты

Примечание: E – напряженность воздействующего электрического поля, кВ/м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 71

Предельно допустимые уровни напряжённости электрической составляющей поля промышленной частоты для населения (ДНАОП 0.03-3.30-96)

Место (территория) применения ПДУ	ПДУ, кВ/м
Внутри жилых зданий	0,5
Открытая территория зоны жилой застройки	1
Населенная местность вне зоны жилой застройки (земли городов в пределах городской черты, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа и сельских населенных пунктов), а также территория огородов и садов	5
Участки пересечения высоковольтных линий с автомобильными дорогами I - IV категорий	10
Населенная местность (не застроенные местности, эпизодически посещаемые людьми, и сельскохозяйственные угодья)	15
Труднодоступная местность и на участках, специально огороженных для исключения доступа населения	20

ПРИЛОЖЕНИЕ 72

Предельно допустимые уровни электромагнитного поля непрерывного излучения для населения (табл. 1.2 ДНАОП 0.03-3.30-96)

Номер диапазона ¹	ПДУ напряжённости электрической составляющей поля
5	25 В/м
6	15 В/м
7	$3 \cdot \lg \lambda$ В/м
8	3 В/м

Примечания. 1. Номер диапазона приведен в приложении 65.

2. ПДУ, приведенные в данной таблице, не распространяются на радиосредства телевидения, которые нормируются отдельно.

3. λ — длина волны в метрах.

ПРИЛОЖЕНИЕ 73

Предельно допустимые уровни для электромагнитного поля, создаваемых радиолокационными средствами (импульсное излучение)
(табл. 1.3 ДНАОП 0.03-3.30-96)

Назначение РЛС	№ диапазона	Длина волны, см	Режим работы				
			Скорость вращения антенны, об/мин	Период обзора, с	Время облучения с однопорядковой интенсивностью	Отношение длительности излучения к общему времени работы за сутки	ПДУ, мкВт/см ²
Метеорологические РЛС и им подобные по режиму работы ²	11	0,8±0,12	≤ 6	≥ 10	≤ 0,001 периода обзора	0,5	140
	11	0,8±0,12	0	—	Не больше 12 часов в сутки	1	10
	10	3,0±0,60	≤ 6	≥ 10	≤ 0,004 периода обзора	0,5	60
	10	3,0±0,60	0	—	Не больше 12 часов в сутки		
	9	10,0±1,50	0	—	Не больше 12 часов в сутки	0,5	20
	9	10,0±1,50	≤ 6	≥ 10	≤ 0,008 периода обзора	0,5	40
	9	17,0±2,55	0	—	Не больше 12 часов в сутки	0,5	24
	9	17,0±2,55	0	—	Не больше 12 часов в сутки	1	12
Обзорные РЛС гражданской авиации и другие им подобные по режиму работы	9	10,0±2,00	≤ 15	≥ 4	≤ 0,0063 периода обзора	1	15
	9	23,0±3,45	≤ 15	≥ 4	≤ 0,004 периода обзора	1	20
	9	35,0±5,25	≤ 15	≥ 4	≤ 0,011 периода обзора	1	25
Береговые и судовые обзорные РЛС и другие им подобные по режиму работы	9	10,0±1,50	≤ 25	≥ 2,4	≤ 0,006 периода обзора	1	2,5
	9	10,0±1,50	≤ 25	≥ 2,4	Не больше 12 часов в сутки	1	15
	9	10,0±1,50	≤ 25	≥ 2,4	Не больше 6 часов в сутки	1	20

Примечания 1. Номер диапазона приведен в приложении 65.

2. При общей продолжительности работы радиолокатора, которая не превышает 12 часов в сутки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 74

Предельно допустимые уровни для электромагнитного поля, создаваемыми двухканальными метеорологическими РЛС (комбинированное излучение) (табл. 1.4 ДНАОП 0.03-3.30-96)

Характеристика режима	Длина волн в каналах, см	ПДУ, мкВт/см ² на волне, см				Скорость вращения антенны, об/мин	Коэффициент прерывистости
		0,8	3	10	17		
Совпадающие диаграммы направленности антенны $q_{3,10} = 0,4$	$3 \pm 0,45$ и $10,0 \pm 1,50$	—	10	25	—	≤ 6	$240 \pm 15 \%$
Несовпадающие диаграммы направленности антенны, $q_{0,8/10} = 0,4$ (в максимуме излучения)	$0,8 \pm 0,12$ и $10,0 \pm 1,50$	50	—	25	—	≤ 6	$2000 \pm 15 \%$ на волне 0,8 см $240 \pm 15 \%$ на волне 10 см
Несовпадающие диаграммы направленности антенны $q_{3,17} = 0,4$	$3 \pm 0,45$ и $17,0 \pm 2,55$	—	54	—	—	≤ 6	$240 \pm 15 \%$

ПРИЛОЖЕНИЕ 75

Значения функции Бесселя 1-го порядка

$$x = k \cdot R \cdot \sin \Theta \quad \text{и} \quad y = 4 \cdot \left[\frac{J_1(k \cdot R \cdot \sin \Theta)}{k \cdot R \cdot \sin \Theta} \right]$$

к	у	х	у	х	у	х	у	х	у
0,0	1,000	1,0	0,774	2,0	0,332	3,0	0,052	4,9	0,016
0,1	0,996	1,1	0,732	2,1	0,291	3,1	0,038	5,5	0,015
0,2	0,984	1,2	0,689	2,2	0,252	3,2	0,027	5,8	0,011
0,3	0,972	1,3	0,645	2,3	0,218	3,3	0,019	6,2	0,006
0,4	0,960	1,4	0,599	2,4	0,187	3,5	0,009	6,6	0,001
0,5	0,936	1,5	0,533	2,5	0,159	3,7	0,002	7,0	0,000
0,6	0,912	1,6	0,507	2,6	0,132	3,8	0,000	7,4	0,001
0,7	0,885	1,7	0,462	2,7	0,107	4,1	0,002	8,2	0,004
0,8	0,850	1,8	0,418	2,8	0,085	4,4	0,008	8,8	0,004
0,9	0,812	1,9	0,375	2,9	0,068	4,6	0,012	9,6	0,001
								10,0	0,000

ПРИЛОЖЕНИЕ 76

Ослабление электромагнитных полей с помощью строительных материалов

Материал	Толщина, см	Ослабление ППЭ, дБ		
		Длина волны, см		
		0,8	3,2	10,6
Кирпичная стена	70	-	21	16
Шлакобетонная стена	46	-	20,5	14,5
Штукатурная стена или деревянная перегородка	15	-	12	8
Слой штукатурки	1,8	12	8	-
Доска	5	-	-	8,4
	3,5	-	-	5
	1,6	-	-	2,8
Древесноволокнистая плита	1,8	-	-	3,2
Фанера	0,4	2	1	-
Окно с двойными рамами, стекло силикатное	-	-	13	7
Стекло	0,28	2	2	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 77

Экранирующая способность некоторых тканых сеток при углах падения радиоволн от 0 до 60° (экспериментальные данные В.А. Крылова)

Характеристика сетки					Ослабление потока мощности, дБ					
Номер	Материал	ГОСТ	Шаг, мм	Диаметр проволоки, мм	Длина волны излучения, см					
					3,2		6,3		10,6	
					парал.	перпен.	парал. поляр.	перпен.	парал. поляр.	перпен.
01	Латунь	3584-53	0,17	0,07	>40	>40	>40	>40	>40	>40
02	Латунь	3584-53	0,33	0,13						
04	Латунь	3584-53	0,55	0,15						
05	Латунь	3584-53	0,72	0,22	38-40					
08	Латунь	3584-53	1,1	0,30	35-40	35-28				
09	Латунь	3584-53	1,25	0,35	36-40	36-30				
1	Латунь	3584-53	1,35	0,35	34-40	34-26				
1,25	Латунь	3584-53	1,65	0,40	30-40	30-23				
2,0	Латунь	3584-53	2,5	0,50	24-30	24-20	30-36	30-25	35-41	35-20
2,6	Латунь	3584-53	3,1	0,50	19-25	19-15	25-31	25-19	30-36	30-23
1,2	Сталь	3826-47	1,4	0,35	29-39	29-25	39-46	—	>40	—
1,4	Сталь	3826-47	1,5	0,35	27-37	27-22	36-42	—	>40	—
1,8	Сталь	3826-47	1,8	0,35	25-31	25-21	31-37	—	36-42	—
2,5	Сталь	3826-47	2,3	0,5	25-31	25-21	31-37	31-27	35-41	35-31
3,2	Сталь	3826-47	3,45	0,5	15-21	15-12	21-27	21-18	26-32	26-20
3,2	Сталь	3826-47	4,3	0,9	19-25	19-16	24-30	24-21	29-36	29-25
3,2	Сталь	3826-47	4,35	1,1	24-30	24-22	30-36	30-27	34-40	34-30
5	Сталь	3826-47	5,7	0,7	9-12	9-6	15-18	15-12	20-22	20-17
5	Сталь	3826-47	6,4	1,4	17-22	17-13	20-26	20-16	27-33	27-23
8	Сталь	3826-47	8,7	0,7	4,5-9	4,5-3	10-15	10-8	13-19	13-10
10	Сталь	3826-47	10,7	0,7	—	—	8-14	8-3	11-17	11-8,5
14	Сталь	3826-47	15,4	1,4	—	—	5,5-10	5,5-3,5	9-16	9-6,5
20	Сталь	3826-47	21,5	1,4	—	—	3,5-7	3,5-2,5	5,5-10	5,5-4

Примечания: 1. Слова „параллельная поляризация” и „перпендикулярная поляризация” означают, что плоскость поляризации падающей волны (плоскость вектора E) при изменении угла падения остается соответственно параллельной и перпендикулярной проволокам сетки одного из направлений.

2. В интервалах величин ослабления первое число относится к углу падения 0 градусов, второе — к углу падения 60 градусов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 78 Таблица Менделеева

Период	Ряд	I группа	II группа	III группа	IV группа	V группа	VI группа	VII группа	VIII группа
1	1	(H)						1 H 1,0079	2 He 4,0026
2	2	3 Li 6,939	4 Be 9,0122	5 B 10,81	6 C 12,01115	7 N 14,0067	8 O 15,9994	9 F 18,9984	10 Ne 20,183
3	3	11 Na 22,9898	12 Mg 24,305	13 Al 26,9815	14 Si 28,086	15 P 30,97376	16 S 32,064	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
4	4	19 K 39,102	20 Ca 40,08	21 Sc 44,956	22 Ti 47,90	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,847
	5	29 Cu 63,54	30 Zn 65,37	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,9216	34 Se 78,96	35 Br 79,909	36 Kr 83,80
5	6	37 Rb 85,467	38 Sr 87,62	39 Y 88,905	40 Zr 91,22	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc 98,9062	44 Ru 101,07
	7	47 Ag 107,87	48 Cd 112,40	49 In 114,82	50 Sn 118,69	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,9044	54 Xe 131,30
6	8	55 Cs 132,905	56 Ba 137,34	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,948	74 W 183,85	75 Re 186,2	76 Os 190,2
	9	79 Au 196,967	80 Hg 200,59	81 Tl 204,37	82 Pb 207,19	83 Bi 208,980	84 Po <210>	85 At <210>	86 Rn <222>
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109
	10	Fr <223>	Ra <226>	Ac <227>	Rf(260) re-Db <261>	Sg <263>	Bh <264>	Hs <269>	Mt <268>

Таблица 78.1 – Лантаноиды

57 La 138,91 лантан	58 Ce 140,12 церий	59 Pr 140,907 празеодим	60 Nd 144,24 неодим	61 Pm <145> прометий
62 Sm 150,35 самарий	63 Eu 151,96 европий	64 Gd 157,25 гадолиний	65 Tb 158,924 тербий	66 Dy 162,50 диспрозий
67 Ho 164,93 гольмий	68 Er 167,26 эрбий	69 Tm 168,934 тулий	70 Yb 173,04 иттербий	71 Lu 174,97 лютеций

Таблица 78.2 – Актиноиды

89 Ac <227> актиний	90 Th 232,038 торий	91 Pa <231> проактиний	92 U 238,03 уран	93 Np <237> нептуний
94 Pu <242> плутоний	95 Am <243> амерций	96 Cm <243> кюрий	97 Bk <249> берклий	98 Cf <249> калифорний
99 Es <254> эйнштейний	100 Fm <255> фермий	101 Md <256> менделевий	102 No <254> нобеллий	103 Lr <257> лоуренсий

ПРИЛОЖЕНИЕ 79
Плотности различных материалов и веществ

Наименование материала	ρ , кг/м ³	Наименование материала	ρ , кг/м ³
Алмаз	3470-3560	Масло машинное	890-910
Алюминий	2700	Медный купорос	2200
Асбест	2500	Медь	8940
Асфальт	1100-2800	Мел	1800-2600
Базальт	2400-3100	Молибден	10300
Бензин	700 - 780	Мрамор	2650-2900
Берёза при 15% влажности	650	Никель	8900
Бетон	1800-2800	Олово	7300
Бронзы (Cu, Zn, Sn, Al)	8700-8900	Парафин	900
Бумага	700 - 1100	Песок	1200-1600
Бумага чертёжная плотная	1500	Поливинилхлорид	1390
Вода при 4 °С	1000	Полипропилен	900-920
Войлок технический	370	Полистирол	1050-1100
Вольфрам	19300	Полиуретан	1210
Воск	960	Полиэтилен	920-970
Гипс	1000-2300	Пробка	220-260
Глина	1800-2600	Резина	1300-1800
Глицерин	1250	Ртуть	13600
Гранит	2340-2760	Рубидий	1520
Графит	2100-2520	Свинец	11370
Дуб при 15% влажности	7200	Сера	1900-2100
Дюралюминий (Al, Cu)	2800	Серебро	10500
Ель при 15% влажности	460	Слюда	2650-3200
Железобетон	2200 - 2600	Снег свежеснежавший	100-200
Земля садовая	1300-2000	Сталь конструкционная	7850
Золото	19320	Стальное литьё	7800
Инвар (Fe, Ni, C)	8000	Стеарин	920-1000
Канифоль	1000-1100	Стекло оконное	2400-2600
Картон прокладочный	700-750	Стекло органическое	1200
Картон изоляционный	950-1150	Стеклотекстолит	1850-1900
Кварц	2500-2800	Сургуч	1800
Керосин	820-840	Сухой лёд	1600
Кирпич	1400-2000	Текстолит	1300-1400
Кожа жирная	1020	Титан	4500
Кожа сухая	860	Фанера	600-850
Константан (Cu, Ni)	8800	Фарфор	2300-2500
Латунь (Cu, Zn)	8400-8700	Фторопласт-3	2090-2160
Лёд при 0 °С	9170	Хром	7140
Линолеум	1150-1300	Чугун ковкий	7200-7400
Магний	1740	Чугун серый	7000-7200

ПРИЛОЖЕНИЕ 80
Основные физические константы

Константа	Обозначение	Физическое значение
Гравитационная постоянная	G	$6,6720 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
Скорость света в вакууме	c	$2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Магнитная постоянная	μ_0	$1,25663706144 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}$ ($4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$)
Электрическая постоянная	ϵ_0	$8,85418782 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Постоянная Планка	h	$6,626176 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Атомная единица массы	а.е.м.	$1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Постоянная Авогадро	N_A	$6,022045 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$
Постоянная Фарадея	F	$98484,56 \text{ Кл/моль}$
Молярная газовая постоянная	R	$8,31441 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$
Постоянная Больцмана	k	$1,380662 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Нормальный объем идеального газа при нормальных условиях	V_0	$2,241 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{моль}$
Нормальное атмосферное давление	P_0	101325 Па
Ускорение свободного падения	g	$9,80665 \text{ м/с}^2$

ПРИЛОЖЕНИЕ 81
Магнитная проницаемость и электропроводность некоторых элементов

Элемент	Магнитная проницаемость μ (20 °С)	Электропроводность σ [См/м] (при 20 °С)
Железо	$\sim 10^3$	$1,03 \cdot 10^7$
Медь	0,999912	$5,8 \cdot 10^7$
Алюминий	1,000023	$3,82 \cdot 10^7$
Никель	~ 50	$1,33 \cdot 10^7$

ПРИЛОЖЕНИЕ 82

Численные значения коэффициента истинного поглощения рентгеновского излучения при различных значениях энергии квантов рентгеновского излучения.

Энергия квантов рентгеновского излучения $h\nu$, МэВ	Коэффициент истинного поглощения (для воздуха) рентгеновского излучения μ_a , см ⁻¹
0,01	—
0,02	—
0,03	$1,80 \cdot 10^6$
0,04	$7,96 \cdot 10^5$
0,05	$4,86 \cdot 10^5$
0,06	$3,70 \cdot 10^5$
0,08	$3,95 \cdot 10^5$
0,1	$3,00 \cdot 10^5$
0,15	$3,23 \cdot 10^5$
0,2	$3,47 \cdot 10^5$
0,3	$3,72 \cdot 10^5$
0,4	$3,80 \cdot 10^5$
0,5	$3,80 \cdot 10^5$
0,6	$3,78 \cdot 10^5$
0,8	$3,75 \cdot 10^5$
1,0	$3,68 \cdot 10^5$

ПРИЛОЖЕНИЕ 83

Установки с источником мягкого рентгеновского излучения

Группа	Назначение	Мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения на расстоянии 5-10 см от поверхности защитного кожуха, не более
I	Источники используемого рентгеновского излучения (установки рентгеноструктурного и рентгеноспектрального анализов, установки для химических или биологических экспериментов, рентгеновские толщиномеры и уровнемеры и др.);	2,8 мР/час (0,8 мкР/с)
II	Источники неиспользуемого рентгеновского излучения (высоковольтные электронные лампы, электронные микроскопы, катодно-лучевые осциллографы, электроннолучевые установки для плавления, сварки и пр.)	0,28 мР/час (0,08 мкР/с).

Примечание: Данные значения допустимой мощности экспозиционной дозы даны из расчёта 36-часовой рабочей недели.

ПРИЛОЖЕНИЕ 84

Толщина защитного слоя свинца, мм, для ослабления рентгеновского излучения
высоковольтных электронных приборов

Кратность ослабления, k	Напряжение на аноде электронного прибора, кВ						
	30	40	50	60	70	80	100
2	—	—	—	—	—	0,2	0,2
5	—	—	—	0,1	0,1	0,4	0,4
10	—	—	0,1	0,2	0,2	0,5	0,6
20	—	0,1	0,2	0,2	0,3	0,6	0,8
50	—	0,1	0,2	0,3	0,4	0,8	1,1
100	—	0,2	0,2	0,4	0,5	1,0	1,3
200	—	0,2	0,3	0,5	0,6	1,2	1,5
500	—	0,2	0,4	0,6	0,8	1,4	1,7
1000	0,1	0,3	0,4	0,7	1,0	1,6	1,9
2000	0,2	0,3	0,5	0,8	1,1	1,7	2,1
5000	0,2	0,3	0,6	0,9	1,3	1,8	2,4
10000	0,2	0,4	0,6	1,1	1,5	2,1	2,7
20000	0,2	0,4	0,7	1,2	1,6	2,3	2,9
50000	0,2	0,4	0,7	1,3	1,8	2,5	3,2
100000	0,2	0,5	0,8	1,4	2,0	2,7	3,5
200000	0,3	0,5	0,9	1,5	2,1	2,8	3,7
500000	0,3	0,5	0,9	1,6	2,3	3,0	4,0
1000000	0,3	0,6	1,0	1,7	2,5	3,2	4,3
2000000	0,3	0,6	1,0	1,8	2,6	3,4	4,6
5000000	0,3	0,6	1,1	2,0	2,8	3,6	4,9

ПРИЛОЖЕНИЕ 85

Допустимая мощность эквивалентных доз рентгеновского излучения,
используемая при проектировании стационарной защиты

Категория облучаемых и время облучения	Назначение помещения	Допустимая доза, мбэр/час
Категория А: 30 часов в неделю	Помещение постоянного пребывания персонала	1,00
Категория Б: 41 час в неделю	Любые другие помещения учреждения	0,25
Категория В: 168 часов в неделю	Любые помещения, в том числе жилые и территория в пределах санитарно-защитной зоны учреждения.	0,01

ПРИЛОЖЕНИЕ 86

Основные характеристики некоторых типов лазеров

Тип лазера		Длина волны, мкм	Энергия импульса излучения, Дж	Длительность импульса, с	Угол расходимости луча, град	Мощность излучения, Вт	Частота следования импульсов, имп/с
Импульсные	На рубине	0,6943	10	10^{-3}	0,9	10^4 (в пике)	0,1
	На рубине с модуляцией добротности	0,6943	10	10^{-7}		10^8	0,1
	На стекле с примесью неодима	1,06	20	10^{-3}	0,6	20000 (в пике)	0,2
	На арсениде галлия	0,84	$10^{-6}-10^{-5}$	10^{-7}		10-100	20000
Непрерывного действия	На рубине	0,6943	—	—	0,6	0,01	—
	На смеси гелия с неоном	0,6328	—	—	0,006	0,01-0,05	—
	На аргоне	0,45-0,51	—	—	0,006	100	—
	На смеси углекислого газа с азотом и неоном	10,6	—	—	0,012	50-2000	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 87

Максимальные безопасные уровни лазерных излучений

Режим работы генератора	Нормируемый параметр	Для глаз			Для кожи
		Видимый свет	Инфракрасное излучение		Видимый свет и инфракрасное излучение
			Длина волны $\lambda=1,06$ мкм	Длина волны $\lambda=10,6$ мкм	
Непрерывное излучение	Плотность потока мощности, мкВт/см ²	0,3	3,0	1000	10^5 при $t_{обл} > 5$ с 10^6 при $t_{обл} < 5$ с
Импульсное излучение при свободной генерации	Плотность потока энергии в импульсе, мкДж/см ²	0,03	0,3	100	105
Импульсное излучение при модуляции добротности резонатора	Плотность потока энергии в импульсе, мкДж/см ²	0,002	0,02	8	105

ПРИЛОЖЕНИЕ 88

Значения сопротивлений растеканию тока полов, выполненных из различных материалов

Материал пола	Состояние пола	Относительная влажность помещения в %	Сопротивление растеканию тока, кОм
Дерево	Сухой	50 – 65	30
	Влажный	65 – 75	3
	Мокрый	75 – 100	0,3
Кирпич	Сухой	50 – 65	10
	Влажный	65 – 75	1,5
	Мокрый	75 – 100	0,8
Линолеум	Сухой	50 – 65	1500
	Влажный	65 – 75	50
	Мокрый	75 – 100	4
Ксилолит	Сухой	60 – 70	100
	Влажный	65 – 80	10
	Мокрый	80 – 100	0,5
Метлахская плитка	Сухой	60 – 65	25
	Влажный	65 – 70	2
	Мокрый	75 – 100	0,3
Бетон	Сухой	65 – 70	2000
	Влажный	70 – 80	0,9
	Мокрый	80 – 100	0,1
Асфальт	Сухой	65 – 70	2000
	Влажный	70 – 80	10
	Мокрый	80 – 100	0,8
Земля	Сухой	65 – 70	20
	Влажный	70 – 80	0,8
	Мокрый	80 – 100	0,3
Металл	Сухой	65 – 70	0,01
	Влажный	70 – 80	0
	Мокрый	80 – 100	0

ПРИЛОЖЕНИЕ 89

Влияние значения тока на исход поражения электрическим током

Название тока	Характеристика	Значение переменного тока частотой 50 Гц	Значение постоянного тока
Безопасный ток	Ток, который длительно (в течении нескольких часов) может проходить через человека, не нанося ему вреда и не вызывая никаких ощущений	50 - 75 мкА	100 - 125 мкА
Пороговый ощутимый ток ¹	Воздействие ограничивается при переменном токе слабым зудом и легким пощипыванием (покалыванием), а при постоянном токе — ощущением нагрева кожи на участке, касающемся токоведущей части.	1,1 мА	6 мА
—	Резкое усиление боли, сопровождается непроизвольными сокращениями мышц	6 — 10 мА	30 — 50 мА
Пороговый неотпускающий ток ²	Боль становится едва переносимой, а судороги мышц рук оказываются настолько значительными, что человек не в состоянии их преодолеть.	мужчины	16 мА
		женщины	11 мА
		дети	8 мА
—	Дыхательные движения грудной клетки сильно затрудняются. В случае длительного воздействия этого тока дыхание может оказаться невозможным, после чего через несколько минут наступит смерть от удушья. Этот ток одновременно вызывает сужение кровеносных сосудов, что приводит к повышению артериального давления крови и затруднению работы сердца.	25 — 30 мА	100 — 150 мА
Фибрилляционный ток ^{3, 4}	Через малый промежуток времени, обычно через 1 - 3 с с момента замыкания цепи тока через человека, может наступить фибрилляция или остановка сердца. При этом прекращается кровообращение и, следовательно, в организме возникает недостаток кислорода; это в свою очередь быстро приводит к прекращению дыхания, т. е. наступает смерть	пределы	50 мА — 5 А
		среднее значение	100 мА

Название тока	Характеристика	Значение переменного тока частотой 50 Гц	Значение постоянного тока
Смертельный ток ⁵	Вызывает немедленную остановку сердца, минуя состояние фибрилляции. Если действие тока было кратковременным (1–2 с) и не вызвало повреждения сердца (в результате нагрева, ожога и т. п.), после отключения тока оно, как правило, самостоятельно возобновляет нормальную деятельность. Происходит паралич дыхания даже в случае кратковременного воздействия, причем после отключения тока дыхание, как правило, самостоятельно не восстанавливается	более 5 А	более 5 А

Примечания 1. Указанные значения пороговых ощутимых токов справедливы лишь при прохождении тока по пути рука – рука или рука – ноги. Если же контакт создается другими частями тела, имеющими более нежный кожный покров, в том числе тыльной стороной руки, лицом и т. п., то человек начинает ощущать еще меньший ток. Наименьший ток 40 мкА при постоянном напряжении ощущается языком.

2. При постоянном токе неотпускающих токов, строго говоря, нет, т.е. человек при любых значениях тока может самостоятельно разжать руку, в которой зажат проводник, и таким образом оторваться от токоведущей части. Однако в момент отрыва возникают болезненные сокращения мышц, аналогичные по характеру и болевым ощущениям тем, которые наблюдаются примерно при таком же значении переменного (50 Гц) тока.

3. Значение порогового фибрилляционного тока колеблется в широких пределах, поскольку оно зависит от ряда факторов и в первую очередь от массы тела человека, рода и частоты тока, а также длительности его воздействия.

4. Указанные значения пороговых фибрилляционных токов справедливы при условии длительного прохождения тока через человека (не менее 1 – 3 с) по пути рука – рука или рука – ноги.

5. Длительное (несколько секунд) действие большого тока сопровождается не только остановкой сердца и прекращением дыхания, но и обширными и глубокими ожогами тела, разрушением внутренней структуры тканей организма и другими тяжелыми повреждениями отдельных органов, в том числе сердца, которые, как правило, приводят к гибели организма.

ПРИЛОЖЕНИЕ 90
Значения сопротивлений обуви

Материал подшвы	Сопротивление обуви, кОм, при напряжении сети, В			
	До 65	127	220	Выше 220
Помещение сухое				
Кожа	200	150	100	50
Кожимит	150	100	50	25
Резина	500	500	500	500
Помещение сырое и влажное				
Кожа	1,6	0,8	0,5	0,2
Кожимит	2	1	0,7	0,5
Резина	2	1,8	1,5	1

ПРИЛОЖЕНИЕ 91
Приближенные значения удельных сопротивлений грунтов

Грунт	Удельное сопротивление ρ , Ом·м		Грунт	Удельное сопротивление ρ , Ом·м	
	Возможные предельные колебания	При влажности 10-12% к массе грунта		Возможные предельные колебания	При влажности 10-12% к массе грунта
Песок	400 – 700	700	Чернозём	9 – 530	200
Супесок	150 – 400	300	Садовая земля	30 – 60	50
Суглинок	40 – 150	100	Гравий, щебень	500 – 800	
Глина	8 – 70	40	Скалистый	10^4 – 10^6	

ПРИЛОЖЕНИЕ 92

Коэффициенты сезонности для однородной земли

Климатическая зона	Состояние земли во время измерения ее сопротивления при влажности		
	повышенной	нормальной	малой
Вертикальный электрод длиной 3 м			
I	1,9	1,7	1,5
II	1,7	1,5	1,3
III	1,5	1,3	1,2
IV	1,3	1,1	1,0
Вертикальный электрод длиной 5 м			
I	1,5	1,4	1,3
II	1,4	1,3	1,2
III	1,3	1,2	1,1
IV	1,2	1,1	1,0
Горизонтальный электрод длиной 10 м			
I	9,3	5,5	4,1
II	5,9	3,5	2,6
III	4,2	2,5	2,0
IV	2,5	1,5	1,1
Горизонтальный электрод длиной 50 м			
I	7,2	4,5	3,6
II	4,8	3,0	2,4
III	3,2	2,0	1,6
IV	2,2	1,4	1,12

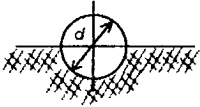
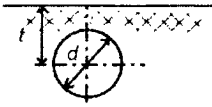
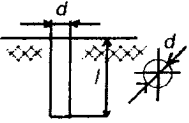
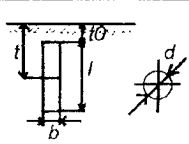
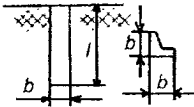
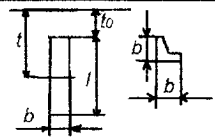
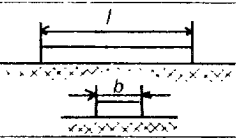
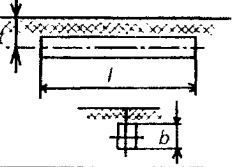
ПРИЛОЖЕНИЕ 93

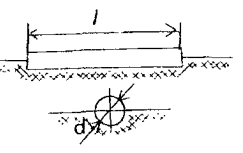
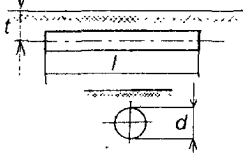
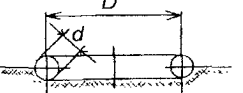
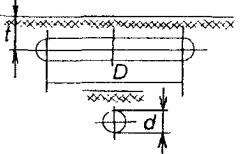
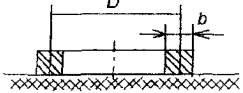
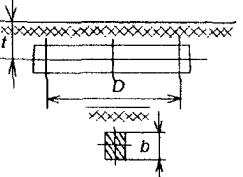
Коэффициенты сезонности ψ для слоя сезонных изменений в многослойной земле

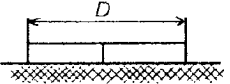
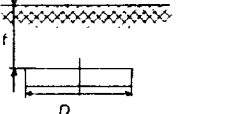
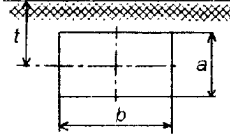
Климатическая зона	Условная толщина слоя сезонных изменений h_c , м	Состояние земли во время измерения ее сопротивления при влажности		
		повышенной	нормальной	малой
I	2,2	7,0	4,0	2,7
II	2,0	5,0	2,7	1,9
III	1,8	4,0	2,0	1,5
IV	1,6	2,5	1,4	1,1

ПРИЛОЖЕНИЕ 94

Формулы для вычисления сопротивления наиболее распространенных одиночных заземлителей растеканию тока

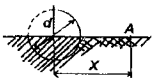
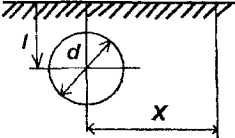
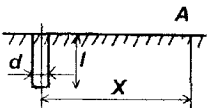
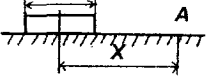
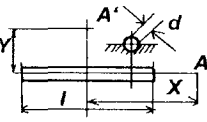
Тип заземлителя	Схема	Формула определения R
Полусферический у поверхности грунта		$R = \frac{\rho}{\pi \cdot d}$
Шаровой в грунте $2 \cdot t \gg d$		$R = \frac{\rho}{\pi \cdot d} \cdot \left(1 + \frac{d}{4 \cdot t} \right)$
Стержневой или трубчатый у поверхности грунта $l \gg d$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{4 \cdot l}{d}$
Стержневой или трубчатый в грунте $l \gg d$ $t_0 \geq 0,5 \text{ м}$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right)$
Угловой у поверхности грунта $l \gg b$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{4,2 \cdot l}{b}$
Угловой в грунте $l \gg b$ $t_0 \geq 0,5 \text{ м}$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2,1 \cdot l}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2 \cdot t + l}{4,2 \cdot t - l} \right)$
Протяженный полосовой на поверхности грунта $l \gg b$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{4 \cdot l}{b}$
Протяженный полосовой в грунте $l \geq 4 \cdot t$ $l \gg b$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot t}$

Тип заземлителя	Схема	Формула определения R
Протяженный круглого сечения (стержень, труба, оболочка кабеля) на поверхности грунта $l \gg d$		$R = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \ln \frac{2 \cdot l}{d}$
Протяженный круглого сечения (стержень, труба, оболочка кабеля) в грунте $l \geq 4 \cdot t$, $l \gg d$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{l^2}{d \cdot t}$
Кольцевой круглого сечения на поверхности грунта		$R = \frac{\rho}{\pi^2 \cdot D} \ln \frac{8 \cdot D}{d}$
Кольцевой круглого сечения в грунте $D \gg d$, $D < 2 \cdot t$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi^2 \cdot D} \ln \frac{4 \cdot \pi \cdot D^2}{d \cdot t}$
Кольцевой прямоугольного сечения на поверхности грунта		$R = \frac{\rho}{\pi^2 \cdot D} \ln \frac{16 \cdot D}{b}$
Кольцевой прямоугольного сечения в грунте $D \gg 0,5 \cdot b$, $D < 2 \cdot t$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi^2 \cdot D} \ln \frac{8 \cdot \pi \cdot D^2}{b \cdot t}$

Тип заземлителя	Схема	Формула определения R
Круглая пластина на поверхности грунта		$R = \frac{\rho}{2 \cdot D}$
Круглая пластина в грунте $D < 2 \cdot t$		$R = \frac{\rho}{4 \cdot D} \cdot \left(1 + \frac{2}{\pi} \cdot \arcsin \frac{D}{\sqrt{16 \cdot t^2 + D}} \right)$
Пластинчатый в грунте (пластина поставлена на ребро) $t > a$		$R = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot a} \cdot \left(\ln \frac{4 \cdot a}{b} + \frac{a}{4 \cdot t - 2 \cdot a} \right)$

ПРИЛОЖЕНИЕ 95

Значения коэффициентов α_1 и β_1 для некоторых видов заземлителей

Тип заземлителя и схема	Значения коэффициентов α_1 и β_1
Полусферический 	$\alpha_1 = 1 - \frac{2}{d \cdot x}$ $\beta_1 = \frac{d \cdot a}{2 \cdot x \cdot (x + a)}$
Шаровой в грунте $8 \cdot t^2 \gg d$ 	$\alpha_1 = 1 - \frac{4 \cdot d \cdot t}{(4 \cdot t + d) \cdot \sqrt{x^2 + t^2}}$ $\beta_1 = \frac{4 \cdot d \cdot t}{4 \cdot t + d} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{x^2 + t^2}} - \frac{1}{\sqrt{(x + a)^2 + t^2}} \right)$
Стержневой 	$\alpha_1 = 1 - \frac{\ln(\sqrt{x^2 + l^2 + 1}) - \ln x}{\ln(4 \cdot l) - \ln d}$ $\beta_1 = \frac{\ln\left(\frac{x + a}{x}\right) + \ln\left(\sqrt{\frac{x^2}{l^2} + 1} + 1\right) - \ln\left(\sqrt{\frac{(x + a)^2}{l^2} + 1} + 1\right)}{\ln(4 \cdot l) - \ln d}$
Дисковый 	$\alpha_1 = 1 - \arcsin \frac{D}{2 \cdot x}$ $\beta_1 = \arcsin \frac{D}{2 \cdot x} - \arcsin \frac{D}{2 \cdot (x + a)}$
Протяженный заземлитель круглого сечения $l^2 \gg d^2$ 	Вдоль оси X: $\alpha_1 = 1 - \frac{\ln(2 \cdot x + 1) - \ln(2 \cdot x - 1)}{2 \cdot \ln(2 \cdot l) - 2 \cdot \ln d}$ $\beta_1 = \frac{\ln\left(\frac{2 \cdot a}{2 \cdot x - 1} + 1\right) - \ln\left(\frac{2 \cdot a}{2 \cdot x + 1} + 1\right)}{2 \cdot \ln(2 \cdot l) - 2 \cdot \ln d}$ Поперек оси X (вдоль оси Y): $\alpha_1 = 1 - \frac{\ln(\sqrt{4 \cdot y^2 + l^2 + 1}) - \ln(2 \cdot y)}{\ln(2 \cdot l) - \ln d}$ $\beta_1 = \frac{\ln\left(\frac{a}{y} + 1\right) + \ln\left(\frac{\sqrt{4 \cdot y^2 + l^2 + 1}}{\sqrt{4 \cdot (y + a)^2 + l^2 + 1}} + 1\right)}{\ln(2 \cdot l) - \ln d}$

Примечание. В таблице приняты следующие обозначения:

I_3 — ток замыкания на землю, т. е. ток, проходящий через место замыкания на землю;

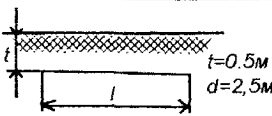
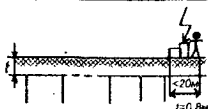
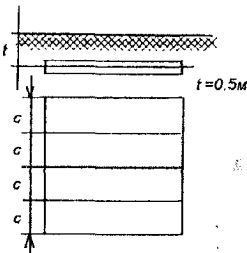
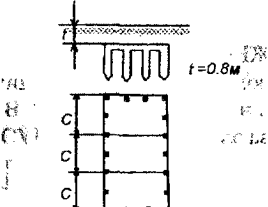
ρ — удельное сопротивление грунта;

a — расстояние между ногами человека (обычно 0,8 м);

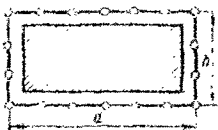
x и y — текущие координаты.

ПРИЛОЖЕНИЕ 96

Максимальные значения коэффициентов α_1 и β_1 для некоторых видов заземлителей

№ п/п	Тип заземлителя	Схема	Расстояние между параллельными полосами «С», м	Количество внутренних параллельных полос в контуре	Коэффициенты	
					α_1	β_1
1	Одиночный протяженный заземлитель				1	0,3
2	Ряд стержней, соединенных полосой				1	0,6
3	Контур из полос с внутренними параллельными полосами		2,5	2	0,3	0,15
			5		0,35	
			10		0,4	
			15		0,45	
			2,5	5	0,15	
			5		0,2	
			10		0,3	
			15		0,35	
			2,5	10	0,10	
			5		0,15	
			10		0,25	
			15		0,3	
4	Контур из стержней и полос с внутренними параллельными полосами		2,5	5	0,1	0,15
			2,5	10	0,08	
			5	5	0,15	
			5	10	0,1	
			10	5	0,25	
			10	10	0,2	
			15	5	0,35	
			15	10	0,25	

Продолжение приложения 96

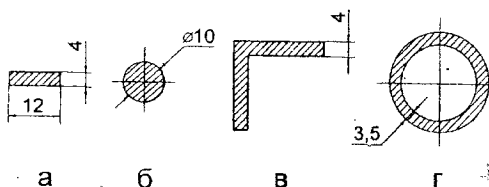
№ п/п	Тип заземлителя	Схема	Отношение a/b	Коэффициенты	
				α_1	β_1
5	Групповой контурный из стержней и полос (вокруг здания, сооружения)		$a = b$	0,4	0,3
			$a = 2 \cdot b$	0,35	0,25
			$a = 3 \cdot b$	0,3	0,2

Примечание. В п. 1 и 2 значения α_1 , приведено для случаев прикосновения на расстоянии более 20 м от заземлителей; в п. 3 – 5 — для точек в пределах контура.

ПРИЛОЖЕНИЕ 97

Минимальные размеры стальных заземлителей и заземляющих проводников, мм
(Правила устройства электроустановок ПУЭ)

			Место расположения		
			В зданиях	В наружных установках	В земле
а	Прямоугольные	сечением, мм ²	24	48	48
		толщиной, мм	3	4	4
б	Круглые, диаметром, мм		5	6	10
в	Угловая сталь с толщиной полос, мм		2	2,5	4
г	Стальные водопроводные (некондиционные) трубы с толщиной стенок, мм		2,5	2,5	3,5



ПРИЛОЖЕНИЕ 98

Наименьшие сечения медных и алюминиевых заземляющих проводников в электроустановках напряжением до 1000 В
(Правила устройства электроустановок ПУЭ)

Проводники		Сечение, мм ²	
		Медь	Алюминий
1.	Без изоляции при открытой прокладке	4	6
2.	Изолированные	1,5	2,5
3.	Заземляющие жилы кабелей или многожильных проводов, находящихся в общей защитной оболочке со средними жилами	1	1,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 99

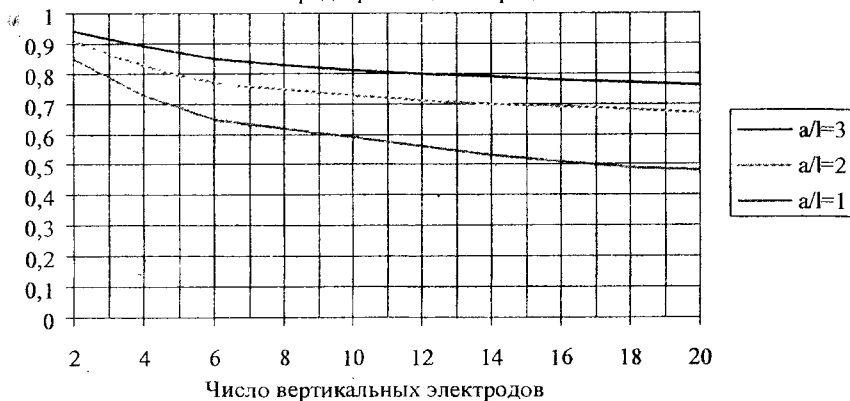
Наибольшие допустимые сопротивления заземляющих устройств (Правила устройства электроустановок ПУЭ)

Установка	Сопротивление заземляющего устройства, Ом
1. Электроустановки напряжением 3-35 кВ и опоры воздушных линий, на которых установлены силовые и измерительные трансформаторы, при одновременном использовании заземляющих устройств для установок напряжением 1000 В	125/I _з , но не более 10
2. То же, для установок выше 1000 В	250/I _з , но не более 10
3. Электроустановки напряжением до 1000 В с заземленной и изолированной нейтралью или при мощности установок более 10 кВ·А	4
4. То же, при мощности генераторов и трансформаторов, электроустановок не более 100 кВ·А	10
5. Железобетонные и металлические опоры воздушных линий напряжением 3-35 кВ при удельном сопротивлении земли, Ом·м (в населенной местности): до 100; от 100 до 500; от 500 до 1000; более 1000	10 15 20 30
6. Железобетонные и металлические опоры воздушных линий напряжением до 1000 В: при изолированной нейтрали; при заземленной нейтрали	50 Опоры заземляются присоединением к нулевому проводу.
7. Повторное заземление нулевого провода в сети 380/220 В.	30
8. Защитное заземление от статического электричества (металлическое и неметаллическое оборудование).	Не более 100
9. Защитное заземление от электростатической индукции	Не более 10
10. Молниезащита от прямых ударов молнии: для каждого токоотвода на объектах 1-2 категории; для наружных установок 2 категории; для каждого токоотвода на объектах 3 категории; для труб, водонапорных башен, насосных башен и пожарных вышек	10 50 20 50

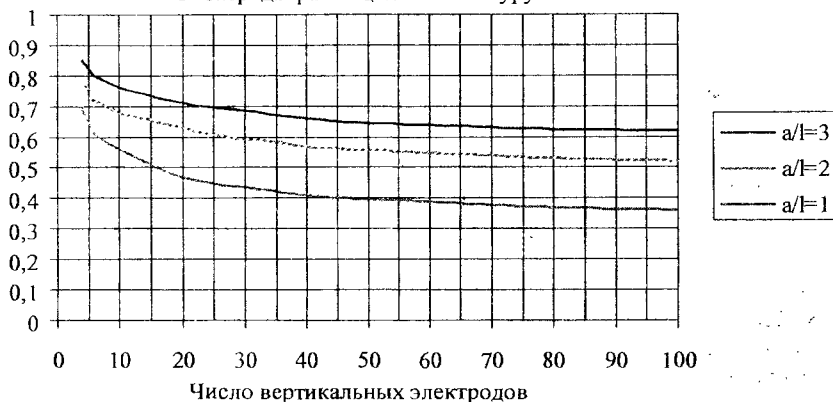
ПРИЛОЖЕНИЕ 100

Коэффициенты использования η_v вертикальных электродов группового заземления (труб, уголков и т.п.) без учета влияния полосы связи

Электроды размещены в ряд



Электроды размещены по контуру

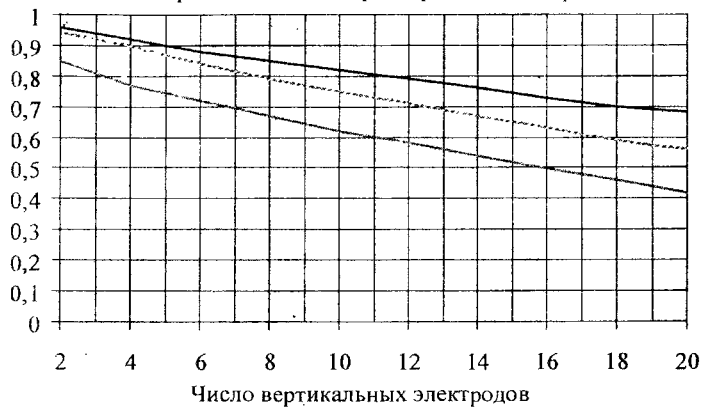


Расположение электродов	Приближённые формулы для вычисления коэффициента использования вертикальных электродов η_v при отношении расстояния между электродами к их длине a/l		
	3	2	1
в ряд	$\eta_v = n^{-0,092}$	$\eta_v = 0,99 \cdot n^{-0,132}$	$\eta_v = 1,02 \cdot n^{-2,46}$
по контуру	$\eta_a = \frac{1,5}{n} + 0,61$	$\eta_a = \frac{1,824}{n} + 0,51$	$\eta_a = \frac{2,02}{n} + 0,346$

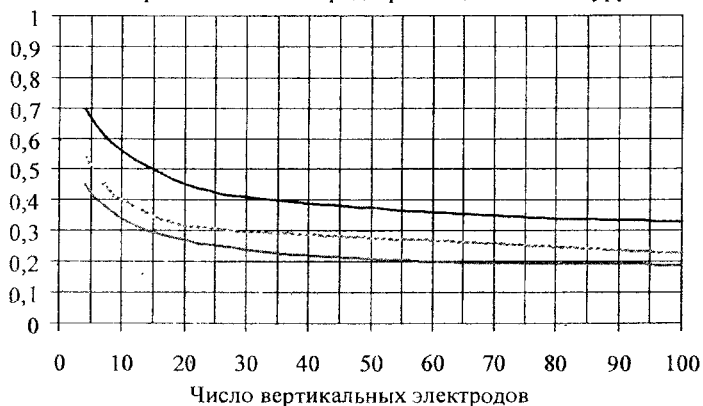
ПРИЛОЖЕНИЕ 101

Коэффициенты использования η , горизонтального полосового электрода, соединяющего вертикальные электроды (трубы, уголки и т.п.) группового заземлителя

Вертикальные электроды размещены в ряд



Вертикальные электроды размещены по контуру



Расположение вертикальных электродов	Приближённые формулы для вычисления коэффициента использования горизонтального электрода η , при отношении расстояния между вертикальными электродами к их длине a/l		
	3	2	1
в ряд	$\eta_a = 0,99 \cdot e^{-0,019 n}$	$\eta_a = 0,96 \cdot e^{-0,027 n}$	$\eta_a = 0,91 \cdot e^{-0,0386 n}$
по контуру	$\eta_a = \frac{2,33}{n} + 0,313$	$\eta_a = \frac{1,914}{n} + 0,22$	$\eta_a = \frac{1,5}{n} + 0,176$

ПРИЛОЖЕНИЕ 102

Приближенные значения полных сопротивлений обмоток масляных трансформаторов с низким напряжением 400/230 В

Мощность трансформатора, кВ·А	Номинальное напряжение обмотки высшего напряжения, кВ	Расчётное сопротивление Z_t в схеме соединения обмоток	
		Y/Y	Δ/Y и Y/Z
25	6 – 10	1,037	0,302
40	6 – 10	0,649	0,187
63	6 – 10	0,412	0,120
	20 – 35	0,379	0,135
100	6 – 10	0,259	0,075
	20 – 35	0,254	0,109
160	6 – 10	0,162	0,047
	20 – 35	0,159	0,068
250	6 – 10	0,104	0,03
	20 – 35	0,102	0,043
400	6 – 10	0,065	0,019
	20 – 35	0,064	—
630	6 – 10	0,043	0,014
	20 – 35	0,04	—
1000	6 – 10	0,027	0,009
	20 – 35	0,026	0,011
1600	6 – 10	0,018	0,006
	20 – 35	0,017	0,007

ПРИЛОЖЕНИЕ 103

Значение тока стандартных предохранителей для сетей напряжением 220 и 380 В

Тип предохранителя	Номинальный ток плавкой вставки $I_{н.вст}$, А	Тип предохранителя	Номинальный ток плавкой вставки $I_{н.вст}$, А
НПИ15	6,10,15	ПР-2-15	6,10,15
НПН60М	20,25,35,45,60	ПР-2-60	16,20,25,35,45,60
ПН 2-100	30,35,40,50,60,80,100	ПР-2-100	60,80,100
ПН 2-250	80,100,125,160,200,250	ПР-2-200	100,125,160,200
ПН 2-400	200,250,315,355,400	ПР-2-350	200,225,260,300,350
ПН 2-600	315,400,500,630	ПР-2-600	350,430,500,600
ПН 2-1000	500,600,750,800,1000	ПР-2-1000	600,700,850,1000

ПРИЛОЖЕНИЕ 104

Технические характеристики некоторых автоматических размыкателей

Тип предохра- нителя	Напряже- ние в сети, В	Расцепитель	Номиналь- ный ток сра- батывания размы- кателя, А	Уставной ток срабатывания электромагнит- ного элемента
А3114/1	380	Комбинирован- ный	15	150
	220		20	200
	380		25	250
			30	300
			40	400
			50	500
	380/220		60	600
220	80	800		
220	100	1000		
Ф3124/144	380		60	600
	220		100	1000
АЕ1036-10РУЗ	380	Электромагнит- ный и тепловой	12,5	144
АЕ2046-10РУЗ	220/380		16	192
			20	240
			25	300
			32	382
220/380	40		480	
380	50		600	
АЕ20-5610- РУЗ	380	50	600	
	220	63	760	
	220	80	960	
АК50- 2МГ(2М) АК50- 3МГ(3М)	380 380	Электромагнит- ный	0,6-30	6-300
АП50Б	500	Электромагнит- ный и тепловой	1,6-63	16-630
А3790	600	Электромагнит- ный и полупро- водниковый	250-630	2400-6300

ПРИЛОЖЕНИЕ 105

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, проходящих через тело человека электроустановок напряжением до 1000 В (ГОСТ 12.1.038-82)

Продолжительность воздействия тока t , с	Аварийный режим						Нормальный режим					
	Переменный ток, 50 Гц		Переменный ток, 400 Гц		Постоянный ток		Переменный ток, 50 Гц		Переменный ток, 400 Гц		Постоянный ток	
	U, В	I, mA	U, В	I, mA	U, В	I, mA	U, В	I, mA	U, В	I, mA	U, В	I, mA
0,01-0,08	550	650	650	—	650	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,1	340	400	500	—	500	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,2	160	190	500	—	400	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,3	135	160	330	—	350	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,4	120	140	250	—	300	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,5	105	125	200	—	250	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,6	95	105	170	—	240	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,7	85	90	140	—	230	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,8	75	75	130	—	220	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
0,9	70	65	110	—	210	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
1,0	60	50	100	—	200	—	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0
Свыше 1,0	20	6	36	8	40	15	2,0	0,3	3,0	0,4	8,0	1,0

Примечания.

1. Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействий не более 10 мин в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения.

2. Напряжения прикосновения и токи при нормальном режиме для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

3. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека при аварийном режиме и продолжительности воздействия более 1 с соответствуют отпускающим (переменным) и неболевым (постоянным) токам.

ПРИЛОЖЕНИЕ 106

Активные и внутренние индуктивные сопротивления стальных проводников при переменном токе 50 Гц, Ом/км

Размеры или диаметр сечения, мм	Сечение, мм ²	Плотность тока, А/мм ²							
		0,5		1,0		1,5		2,0	
		г	х	г	х	г	х	г	х
Полоса прямоугольного сечения									
20х4	80	5,24	3,14	4,2	2,52	3,48	2,09	2,97	1,78
30х4	120	3,66	2,20	2,91	1,75	2,38	1,43	2,04	1,22
30х5	150	3,38	2,03	2,56	1,54	2,08	1,25	—	—
40х4	160	2,80	1,68	2,24	1,34	1,81	1,09	1,54	0,92
50х4	200	2,28	1,37	1,79	1,07	1,45	0,87	1,24	0,74
50х5	250	2,10	1,26	1,60	0,96	1,28	0,77	—	—
60х5	300	1,77	1,06	1,34	0,8	1,08	0,65	—	—
Проводник круглого сечения									
5	19,63	17,0	10,2	14,4	8,65	12,4	7,45	10,7	6,4
6	2,27	13,7	8,2	11,2	6,71	9,4	5,65	8,0	14,8
8	50,27	9,6	5,75	7,5	4,5	6,4	3,84	5,3	3,2
10	78,54	7,2	4,32	5,4	3,24	4,2	2,52	—	—
12	113,1	5,6	3,36	4,0	2,4	—	—	—	—
14	150,9	4,55	2,73	3,2	1,92	—	—	—	—
16	201,1	3,72	2,23	2,7	1,6	—	—	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 107

Классификация взрывоопасных зон (ДНАОП 0.00-1.32-01)

	Класс взрывоопасной зоны, которую создает	
	Газо- паровоздушная взрывоопасная среда	Пылевоздушная взрывоопасная среда
Пространство, в котором взрывоопасная среда присутствует постоянно или на протяжении длительного периода	0	20
Пространство, в котором взрывоопасная среда может создаваться при нормальной работе ²	1	21
Пространство, в котором взрывоопасная среда при нормальных условиях эксплуатации отсутствует, а если возникает, то редко и продолжается недолго ³ .	2	22

Примечания.

1. Взрывоопасная зона класса 0 (20) может иметь место только в пределах корпусов технологического оборудования.
2. Нормальная работа - ситуация, когда установка работает в соответствии со своими расчетными параметрами)
3. Возможные аварии катастрофических размеров (разрыв трубопроводов высокого давления или резервуаров значительной вместимости) не должны рассматриваться при проектировании электроустановок.
4. До введения в действие ДНАОП 0.00-1.32-01 классификация взрывоопасных зон производилась в соответствии с главой 7.3 "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ), 1987, утвержденных Минэнерго СССР.
5. При избыточном расчетном давлении взрыва газо-паровоздушной взрывоопасной смеси, превышающем 5 кПа, взрывоопасная зона занимает весь объем помещения.
6. Взрывоопасная зона классов 20, 21, 22 занимает весь объем помещения.
7. При избыточном расчетном давлении взрыва газо-паровоздушной взрывоопасной смеси, равном или меньше 5 кПа, взрывоопасная зона занимает часть объема помещения и определяется в соответствии с нормами технологического проектирования или рассчитывается технологами по ГОСТ 12.1.004. При отсутствии данных допускается принимать взрывоопасную зону в пределах до 5 м по вертикали и горизонтали от технологического аппарата, из которого возможен выброс горючих газов или паров ЛВЖ.
8. При избыточном расчетном давлении взрыва в помещении, не превышающем 0,5 кПа, взрывоопасная зона отсутствует.
9. При избыточном расчетном давлении взрыва пылевоздушной смеси, паров ГЖ, равном или меньше 5 кПа, будет иметь место пожароопасная зона, определяемая в соответствии с требованиями главы 5 ДНАОП 0.00-1.32-01.
10. Пространство за пределами взрывоопасных зон класса 2 и 22 не считается взрывоопасным, если отсутствуют другие условия, создающие в нем взрывоопасность.

ПРИЛОЖЕНИЕ 108

Длительно допустимый ток для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с алюминиевыми жилами при окружающей температуре воздуха 25°С и земли 15°С

Сечение, мм ²	Способ прокладки		Группа проводов						Кабель и защищенный провод с резиновой и пластмассовой изоляцией						Кабель с бумажной пропитанной изоляцией						Голые провода						
	открыто	в трубах	в воздухе						в земле						в воздухе							в земле					
			Ток, А	Ток, А, при числе жил, равном																							
	-	2	3	4	5-6	7-9	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	открыто/в помещениях					
2,5	24	20	19	19	15	14	21	19	17	34	29	26	23	22	-	35	31	-	-	-	-	-					
4	32	28	28	23	22	21	29	27	24	42	38	35	31	29	27	46	42	38	-	-	-	-					
6	39	36	32	30	26	24	38	32	29	55	46	42	42	35	35	60	55	46	-	-	-	-					
10	60	50	47	39	38	35	55	42	38	80	70	63	55	46	45	80	75	65	-	-	-	-					
16	75	60	60	55	48	45	70	60	54	105	90	81	75	60	60	110	90	90	105/75	-	-	-					
25	105	85	80	70	65	60	90	75	68	135	115	104	100	80	75	140	125	115	135/105	-	-	-					
35	130	100	95	85	75	70	105	90	81	160	140	126	115	95	95	175	145	135	170/130	-	-	-					
50	165	140	130	120	105	95	135	110	100	205	175	158	140	120	110	210	150	165	215/165	-	-	-					
70	210	175	165	140	130	125	165	140	126	245	210	190	175	155	140	250	220	200	265/210	-	-	-					
95	255	215	200	175	-	-	200	170	153	295	255	230	210	190	165	290	260	240	320/255	-	-	-					
120	295	245	220	200	-	-	230	200	190	340	295	266	245	220	200	335	300	270	375/300	-	-	-					
150	340	275	255	-	-	-	270	235	212	390	335	302	290	255	230	385	335	305	440/355	-	-	-					
185	390	-	-	-	-	-	310	270	243	440	385	347	-	290	260	-	380	345	500/410	-	-	-					

ПРИЛОЖЕНИЕ 109

Длительно допустимый ток для проводов и кабелей на напряжение до 1 кВ с медными жилами при окружающей температуре воздуха 25°C и земли 15°C

Сечение, мм ²	Способ прокладки		Провод с резиновой и пластмассовой изоляцией						Кабель и защищенный провод с резиновой и пластмассовой изоляцией						Кабель с бумажной пропитанной изоляцией						Голые провода												
	открыто	в трубах						в воздухе			в земле			в воздухе			в земле			открыто/в помещениях													
Ток, А	Ток, А, при числе жил, равном																																
-	2	3	4	5-6	7-9	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	
1,5	23	19	17	16	15	14	19	19	17	33	27	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,5	30	27	25	25	20	19	27	25	22	44	38	34	30	28	-	45	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	41	38	35	30	28	26	38	35	31	55	49	44	40	37	35	60	55	50	50/25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	50	46	42	40	34	31	50	42	38	70	60	54	55	45	45	80	70	60	70/35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	80	70	60	50	48	45	70	55	50	105	90	81	75	60	60	105	95	85	95/60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	100	85	80	75	64	60	90	75	68	135	115	103	95	80	80	140	120	115	130/100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	140	115	100	90	80	75	115	95	85	175	150	135	130	105	100	185	160	150	180/135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	170	135	125	115	100	95	140	120	108	210	180	162	150	125	120	225	190	175	220/170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	215	185	170	150	135	125	175	145	130	265	225	202	185	155	145	270	235	215	270/215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	270	225	210	185	165	155	215	180	162	320	275	247	225	200	185	325	285	265	340/270	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	330	275	255	225	-	-	260	220	200	385	330	300	275	245	215	380	340	310	415/335	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	385	315	290	260	-	-	300	260	234	445	385	347	320	285	260	435	390	350	485/395	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	440	360	330	300	-	-	350	305	275	505	435	392	375	330	300	500	435	395	570/465	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 110

Параметры для расчёта спринклерных и дренчерных установок
(ДБН В.2.5-13-98, прил. Б)

Группа помещений	Высота складирования	Интенсивность орошения. л/(с·м ²)		Площадь, защищаемая одним оросителем, м ²	Площадь для расчёта расхода воды и раствора пенообразователя, м ²	Продолжительность работы установок водяного пожаротушения, мин	Расстояние между оросителями, м
		Водой	Раствором пенообразователя				
1	-	0,08	-	12	120	30	4
2	-	0,12	0,08	12	240	60	4
3	-	0,24	0,12	12	240	60	4
4	-	0,3	0,15	12	360	60	4
5	До 1	0,08	0,04	9	180	60	3
	1..2	0,16	0,08	9	180	60	3
	2..3	0,24	0,12	9	180	60	3
	3..4	0,32	0,16	9	180	60	3
	4..5,5	0,4	0,32	9	180	60	3
6	До 1	0,16	0,08	9	180	60	3
	1..2	0,32	0,2	9	180	60	3
	2..3	0,4	0,24	9	180	60	3
	3..4	0,4	0,32	9	180	60	3
	4..5,5	-	0,4	9	180	60	3
7	До 1	-	0,1	9	180	-	3
	1..2	-	0,2	9	180	-	3
	2..3	-	0,3	9	180	-	3
	3..5,5	-	0,4	9	180	-	3

ПРИЛОЖЕНИЕ 111

Помещения, которые снабжаются автоматическими установками пожаротушения
(ДБН В.2.5-13-98)

Группа	Помещения
1.	Помещения книгохранилищ, библиотек, цирков, хранения сгораемых музейных ценностей, фондохранилищ, музеев и выставок, картинных галерей, концертных и киноконцертных залов, ЭВМ, магазинов, зданий управлений, гостиниц, больниц (пожарная нагрузка – до 200 МДж/м ²);
2.	Помещения окрасочные, пропиточные, малярные, обезжиривания, консервации и расконсервации, смесеприготовительные, промывки деталей с применением легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ); помещения деревообрабатывающего, текстильного, трикотажного, текстильно-галантерейного, целлюлозно-бумажного и печатного производства; помещения для производства ваты, швейной промышленности, обувного, кожевенного и мехового производства, искусственных и пленочных материалов; помещения для производств с применением резинотехнических изделий, предприятий по обслуживанию автомобилей (пожарная нагрузка – 200...2000 МДж/м ²);
3.	Помещения резинотехнического производства;
4.	Помещения для производства, переработки и обработки горючих натуральных и синтетических волокон и пластмасс, киноплёнки на нитрооснове; окрасочные и сушильные камеры, участки открытой окраски и сушки; помещения краско-, лако- и клееприготовительных производств с применением ЛВЖ и ГЖ; машинные залы компрессорных станций, станций регенерации, гидрирования, экстракции и помещения других производств, перерабатывающих горючие газы, бензин, спирты, эфиры и другие ЛВЖ и ГЖ (пожарная нагрузка – свыше 2000 МДж/м ²);
5.	Склады негорючих материалов в сгораемой упаковке;
6.	Склады твердых горючих материалов;
7.	Склады лаков, красок, ЛВЖ, ГЖ, пластмасс, резины, резинотехнических изделий, каучука, смол.

ПРИЛОЖЕНИЕ 112

Размещение пожарных извещателей в зависимости от высоты их установки
(ДБН В.2.5-13-98, прил. Л)

Высота установки извещателя, м	Схема квадратного размещения извещателей			Схема треугольного размещения извещателей		
	Максимальная площадь, контролируемая одним извещателем, м ²	Максимальное рас- стояние, м		Максимальная площадь, контролируемая одним извещателем, м ²	Максимальное рас- стояние, м	
		между извеща- телями	от извеща- теля до стены		между извеща- телями	от извеща- теля до стены
Тепловые пожарные извещатели						
До 3,5	25	5,0	2,5	30	6,1	1,8
Более 3,5 до 6	20	4,5	2,0	25	5,5	1,6
Более 6 до 9	15	4,0	2,0	20	4,9	1,4
Дымовые пожарные извещатели						
До 3,5	86	9,0	4,5	105	11,0	3,2
Более 3,5 до 6	70	8,5	4,0	90	10,4	3,0
Более 6 до 10	65	8,0	4,0	80	9,8	2,8
Более 10 до 12	55	7,5	3,5	70	9,2	2,6

ПРИЛОЖЕНИЕ 113

Рекомендуемые типы пожарных извещателей для производственных зданий и сооружений (ДБН В.2.5-13-98, прил. К)

Вид зданий или сооружений	Вид извещателя		
	тепловой	дымовой	пламени
Производственные здания			
Производство и хранение изделий из древесины, синтетических смол и волокон, полимерных материалов, текстильных, трикотажных, текстильно-галантерейных, швейных, обувных, кожаных, табачных, меховых, целлюлозно-бумажных изделий, целлулоида, резинотехнических изделий, синтетического каучука, горючих рентгеновских, кино- и фотопленок, хлопка	++	+	
Производство и хранение лаков, красок, растворителей, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, смазочных материалов, химических реактивов, спиртоводочной продукции	++		+
Производство щелочных металлов, металлических порошков, натурального каучука			+
Производство и хранение муки, комбикормов и других продуктов и материалов с выделением пыли	+		
Производство бумаги, картона, обоев, животноводческой и птицеводческой продукции	++		+
Хранение негорючих материалов в сгораемой упаковке, твердых сгораемых материалов	++	+	
Специальные сооружения			
Помещения (сооружения) для прокладки кабелей, трансформаторов, распределительных устройств и щитовых, помещения предприятий по обслуживанию автомобилей	++	+	
Помещения электронно-вычислительной техники, электронных регуляторов, управляющих машин, АТС, радиоаппаратных		+	
Помещения для оборудования и трубопроводов по перекачке горючих жидкостей и масел, для испытания двигателей внутреннего сгорания и топливной аппаратуры, наполнения баллонов горючими газами	++		+

Примечание. В таблице знаками + и ++ указаны рекомендуемые типы извещателей, причём знак ++ указывает на приоритетность применения именно этого типа извещателей. Использование других видов извещателей или необходимость установки в одном помещении автоматических пожарных извещателей, реагирующих на разные факторы пожара в начальной стадии горения, определяется технико-экономическим обоснованием.

ПРИЛОЖЕНИЕ 114

Рекомендуемые типы пожарных извещателей для административных, бытовых и общественных зданий (прил. К ДБН В.2.5-13-98)

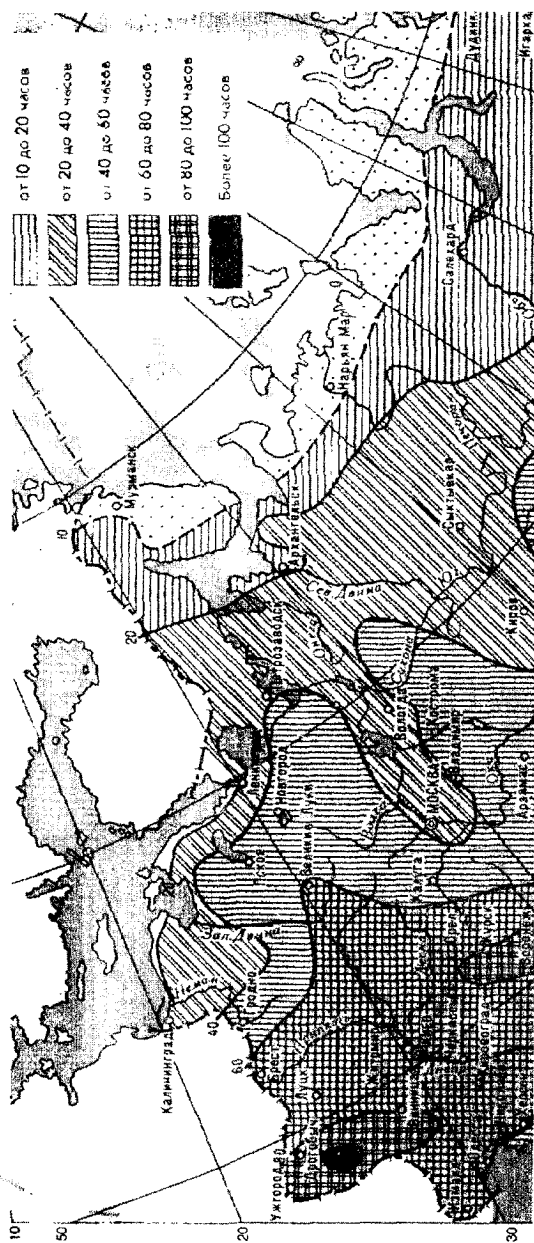
Вид зданий или сооружений	Вид извещателя		
	тепловой	дымовой	пламени
Зрительные, репетиционные, лекционные, читальные и конференц-залы, артистические, кулуарные, костюмерные, реставрационные мастерские, киносветопроекционные, аппаратные, фойе, холлы, коридоры, гардеробные, книгохранилища, архивы, фотолаборатории, пространства за подвесными потолками, помещения с персональными компьютерами		+	
Склады декораций, бутафорий и реквизитов, административно-хозяйственные помещения, машиносчётные станции, пульта управления, прихожие жилых помещений	++	+	
Больничные палаты, помещения предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания, служебные комнаты, жилые помещения гостиниц и общежитий	+		
Помещения музеев, выставок и подпольные пространства помещений с персональными компьютерами.		++	+

Примечание. В таблице знаками + и ++ указаны рекомендуемые типы извещателей, причём знак ++ указывает на приоритетность применения именно этого типа извещателей. Использование других видов извещателей или необходимость установки в одном помещении автоматических пожарных извещателей, реагирующих на разные факторы пожара в начальной стадии горения, определяется технико-экономическим обоснованием.

ПРИЛОЖЕНИЕ 115

Типы зон и категории устройств молниезащиты зданий и сооружений

Здание и сооружение	Местоположение	Типы зоны защиты	Категория молниезащиты
Здания и сооружения или их части, помещения, которые согласно ПУЭ относятся к классам В-I и В-II	По всей территории Украины	Зона А	I
Тоже к классам В-Iа, В-Iб, В-IIа	В местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч/год и более	При ожидаемом количестве поражений молний в год здания или сооружения $N > 1$ — зона А, при $N < 1$ — зона Б	II
Тоже к классам II-I, II-II, II-IIа	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч/год и более	Для зданий и сооружений I и II степени огнестойкости при $0,1 < N < 1$ и для III, IV и V степени огнестойкости при $0,02 < N < 1$ — зона Б, при $N > 2$ — зона А	III
Здания и сооружения III, IV и V степеней огнестойкости, в которых отсутствуют помещения, относимые по ПУЭ к зонам взрыво- и пожароопасных классов	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч/год и более	При $0,1 < N < 2$ — зона Б, при $N > 2$ — зона А	III
Жилые и общественные здания, возвышающиеся более, чем на 25 м над средней высотой окружающих зданий в радиусе 400 м, а также отдельно стоящие здания высотой 30 м, удаленные от других зданий более, чем на 400 м	В местностях со средней годовой продолжительностью гроз 20 ч/год и более	Зона Б	III
Здания вычислительных центров и компьютерных центров	В местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч/год и более	Зона Б	II



ПРИЛОЖЕНИЕ 117

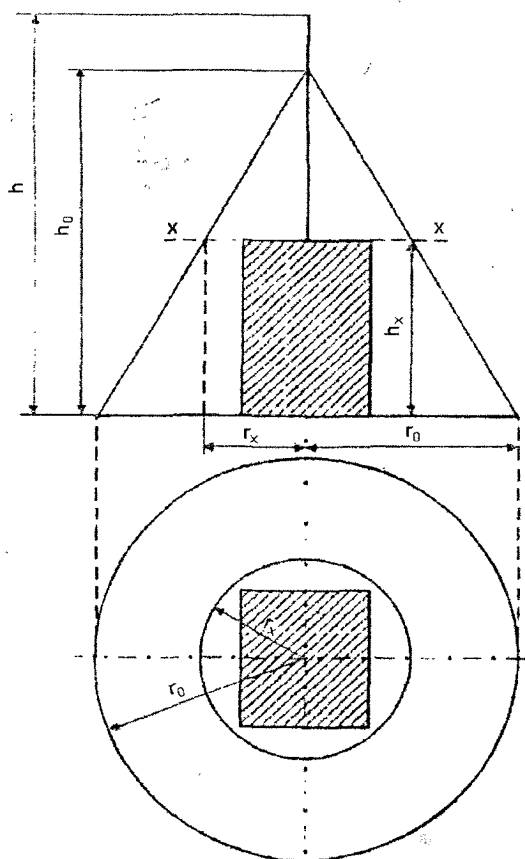
Зависимость среднегодового числа ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности n от среднегодовой продолжительности гроз час/год (прил. 2 РД 34.21.122-87)

Среднегодовая продолжительность гроз, час/год	10 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	более 100
n	1	2	4	5,5	7	8,5

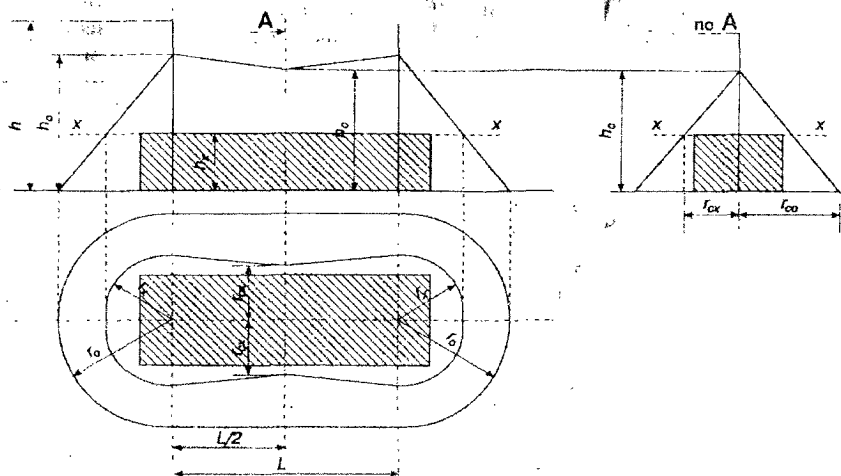
ПРИЛОЖЕНИЕ 118

Расчётные формулы для определения параметров молниеотводов высотой до 150 м (прил. 3 РД 34.21.122-87)

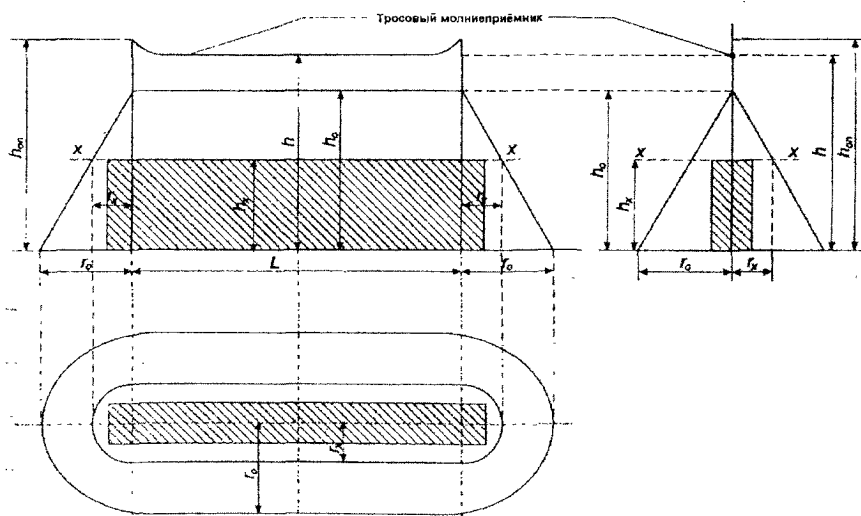
Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода



Зона защиты двойного стержневого молниеотвода



Зона защиты тросового молниеотвода

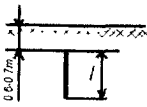
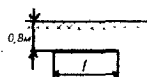
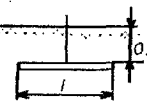
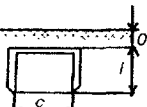
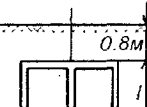


Продолжение приложения 118

Зона	Соотношение L и h, м	Параметр	Одиночный стержневой молниевывод, м	Двойной стержневой молниевывод, м	Тросовый молниевывод, м
А	—	h	$h = p \pm \sqrt{p^2 - q}$	$h = p \pm \sqrt{p^2 - q}$	$h = p \pm \sqrt{p^2 - q}$
	—	p	$p = 275 + \frac{h_x}{1,7}$	$p = 275 + \frac{h_x}{1,7}$	$p = 270 + \frac{h_x}{1,7}$
	—	q	$q = \frac{r_x + 1,294h_x}{0,002}$	$q = \frac{r_x + 1,294h_x}{0,002}$	$q = \frac{r_x + 1,588h_x}{0,0025}$
	—	h _о	h _о = 0,85h	h _о = 0,85h	h _о = 0,85h
	—	r _о	r _о = (1,1 - 0,002h)·h	r _о = (1,1 - 0,002h)·h	r _о = (1,35 - 0,0025h)·h
	L ≤ h	h _c	—	h _c = h _о	—
		r _{co}	—	r _{co} = r _о	—
		r _{cx}	—	r _{cx} = r _x	—
	h < L ≤ 2h	h _c	—	$h_c = h_o - (L - h) \times (0,17 + 3 \cdot 10^{-4}h)$	—
		r _{co}	—	r _{co} = r _о	—
		r _{cx}	—	$r_{cx} = \frac{r_o \cdot (h_c - h_x)}{h_c}$	—
	2h < L ≤ 4h	h _c	—	$h_c = h_o - (L - h) \times (0,17 + 3 \cdot 10^{-4}h)$	—
		r _{co}	—	$r_{co} = 1,4 \cdot r_o - \frac{0,2 \cdot r_o \cdot L}{h}$	—
		r _{cx}	—	$r_{cx} = \frac{r_{co} \cdot (h_c - h_x)}{h_c}$	—
	L ≤ 120	h _{он}	—	—	h _{он} = h + 2
	120 < L ≤ 150	h _{он}	—	—	h _{он} = h + 3
Б	—	h	$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5}$	$h = \frac{r_x + 1,63h_x}{1,5}$	$h = \frac{r_x + 1,85h_x}{1,7}$
	—	h _о	h _о = 0,92h	h _о = 0,92h	h _о = 0,92h
	—	r _о	r _о = 1,5h	r _о = 1,5h	r _о = 1,7h
	L ≤ h	h _c	—	h _c = h _о	—
		r _{co}	—	r _{co} = r _о	—
		r _{cx}	—	r _{cx} = r _x	—
	h < L ≤ 6·h	h _c	—	h _c = h _о - 0,14·(L - h)	—
		r _{co}	—	r _{co} = r _о	—
		r _{cx}	—	$r_{cx} = \frac{r_{co} \cdot (h_c - h_x)}{h_c}$	—
	L ≤ 120	h _{он}	—	—	h _{он} = h + 2
	120 < L ≤ 150	h _{он}	—	—	h _{он} = h + 3

ПРИЛОЖЕНИЕ 119

Типовые конструкции заземлителей молниезащиты и их сопротивление растеканию тока промышленной частоты

Тип заземлителя	Материал	l, м	с, м	Сопротивление растеканию тока промышленной частоты, Ом, при удельных сопротивлениях грунта, Ом·м			
				50	100	500	1000
	Уголок 40х40х4	2	—	19	38	190	380
		3	—	14	28	140	280
	Сталь круглая d = 10-20 мм	2	—	24	48	240	480
		3	—	17	34	170	340
		5	—	14	28	140	440
	Полоса 4х40 мм	2	—	22	44	220	440
		5	—	12	24	120	240
		10	—	7	14	70	140
	Полоса 4х40 мм	5	—	9,5	19	95	190
		10	—	5,85	12	60	120
		12	—	5,4	11	54	110
		24	—	3,1	6,2	31	62
		32	—	—	—	24	48
		40	—	—	—	20	40
	Уголок 40х40х4 мм, полоса 4х40 мм	2,5	3	7	14	70	140
		3	3	6	12	60	120
		2,5	6	5,5	11	55	110
		3	6	4,5	9,1	45	90
	Круглая сталь d= 10-20 мм полоса 4х40мм	2,5	3	7,5	15	75	150
		3	3	6,8	14	70	140
		2,5	5	6	12	60	120
		3	5	5,5	11	55	110
		5	3	5,5	11	55	110
		5	5	4	8	40	80
		2,5	3	4	8	40	80
	Уголок 40х40х4 мм, полоса 4х40 мм	2,5	6	3	6	30	60
		3	7	2,7	5,4	27	55
		2,5	2,5	4,8	9,7	50	100
	Круглая сталь d= 10-20 мм полоса 4х40мм	3	2,5	4,4	8,9	45	90
		2,5	5	3,5	7,1	36	70
		5	6	2,7	5,4	27	55

ПРИЛОЖЕНИЕ 120
Расчётные параметры при эвакуации людей
 (табл. 2 ГОСТ 12.1.004-91)

Плотность потока $D, \text{м}^2/\text{м}^2$	Горизонтальный путь вне здания		Горизонтальный путь в здании		Дверной проём		Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$
0,01	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00	1,00	100,00	1,00	60,00	0,60
0,02	100,00	2,00	100,00	2,00	100,00	2,00	100,00	2,00	60,00	1,20
0,03	100,00	3,00	100,00	3,00	100,00	3,00	100,00	3,00	60,00	1,80
0,04	100,00	4,00	100,00	4,00	100,00	4,00	100,00	4,00	60,00	2,40
0,05	100,00	5,00	100,00	5,00	100,00	5,00	100,00	5,00	60,00	3,00
0,06	100,00	6,00	95,21	5,71	100,00	6,00	100,00	6,00	60,00	3,60
0,07	100,00	7,00	90,66	6,35	97,81	6,85	100,00	7,00	59,20	4,14
0,08	100,00	8,00	86,72	6,94	93,87	7,51	100,00	8,00	56,75	4,54
0,09	100,00	9,00	83,24	7,49	90,40	8,14	99,56	8,96	54,60	4,91
0,10	100,00	10,14	80,14	8,01	87,29	8,73	95,30	9,53	52,67	5,27
0,11	97,52	10,73	77,32	8,51	84,48	9,29	91,55	10,07	50,93	5,60
0,12	93,98	11,28	74,76	8,97	81,91	9,83	88,08	10,57	49,33	5,92
0,13	90,72	11,79	72,40	9,41	79,55	10,34	84,85	11,03	47,87	6,22
0,14	87,71	12,28	70,21	9,83	77,37	10,83	81,86	11,46	46,51	6,51
0,15	84,90	12,73	68,18	10,23	75,33	11,30	79,13	11,87	45,25	6,79
0,16	82,27	13,16	66,27	10,60	73,43	11,75	76,56	12,25	44,07	7,05
0,17	79,80	13,57	64,48	10,96	71,64	12,18	74,12	12,60	42,96	7,30
0,18	77,48	13,95	62,80	11,30	69,95	12,59	71,83	12,93	41,91	7,54
0,19	75,28	14,30	61,20	11,63	68,36	12,99	69,68	13,24	40,93	7,78
0,20	73,19	14,64	59,69	11,94	66,84	13,37	67,60	13,52	39,99	8,00
0,21	71,20	14,95	58,25	12,23	65,40	13,73	65,67	13,79	39,09	8,21
0,22	69,31	15,25	56,88	12,51	64,03	14,09	63,82	14,04	38,24	8,41
0,23	67,50	15,53	55,57	12,78	62,72	14,43	62,04	14,27	37,43	8,61
0,24	65,77	15,78	54,31	13,03	61,47	14,75	60,33	14,48	36,65	8,80
0,25	64,11	16,03	53,11	13,28	60,26	15,07	58,68	14,67	35,90	8,98
0,26	62,51	16,25	51,95	13,51	59,10	15,37	57,12	14,85	35,19	9,15
0,27	60,97	16,46	50,84	13,73	57,99	15,66	55,59	15,01	34,49	9,31
0,28	59,49	16,66	49,76	13,93	56,92	15,94	54,14	15,16	33,83	9,47
0,29	58,07	16,84	48,73	14,13	55,88	16,21	52,76	15,30	33,19	9,62
0,30	56,69	17,01	47,73	14,32	54,88	16,46	51,40	15,42	32,57	9,77
0,31	55,35	17,16	46,76	14,50	53,92	16,71	50,10	15,53	31,97	9,91
0,32	54,06	17,30	45,82	14,66	52,98	16,95	48,81	15,62	31,39	10,04

Продолжение приложения 120

Плотность потока $D, \text{м}^2/\text{м}^2$	Горизонталь- ный путь вне здания		Горизонталь- ный путь в здании		Дверной проём		Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$
0,33	52,81	17,43	44,92	14,82	52,07	17,18	47,58	15,70	30,82	10,17
0,34	51,59	17,54	44,03	14,97	51,19	17,40	46,38	15,77	30,28	10,29
0,35	50,41	17,64	43,18	15,11	50,34	17,62	45,23	15,83	29,75	10,41
0,36	49,27	17,74	42,35	15,25	49,50	17,82	44,11	15,88	29,23	10,52
0,37	48,15	17,82	41,54	15,37	48,70	18,02	43,00	15,91	28,73	10,63
0,38	47,07	17,88	40,75	15,49	47,91	18,21	41,95	15,94	28,24	10,73
0,39	46,01	17,94	39,99	15,60	47,14	18,39	40,90	15,95	27,77	10,83
0,40	44,98	17,99	39,24	15,70	46,40	18,56	39,88	15,95	27,30	10,92
0,41	43,97	18,03	38,51	15,79	45,67	18,72	38,90	15,95	26,85	11,01
0,42	42,99	18,06	37,80	15,88	44,96	18,88	37,93	15,93	26,41	11,09
0,43	42,03	18,07	37,11	15,96	44,26	19,03	37,00	15,91	25,98	11,17
0,44	41,10	18,08	36,43	16,03	43,58	19,18	36,07	15,87	25,56	11,25
0,45	40,18	18,08	35,77	16,09	42,92	19,31	35,18	15,83	25,15	11,32
0,46	39,29	18,07	35,12	16,15	42,27	19,45	34,30	15,78	24,74	11,38
0,47	38,41	18,05	34,48	16,21	41,64	19,57	33,43	15,71	24,35	11,44
0,48	37,56	18,03	33,86	16,25	41,02	19,69	32,60	15,65	23,97	11,50
0,49	36,72	17,99	33,25	16,29	40,41	19,80	31,78	15,57	23,59	11,56
0,50	35,90	17,95	32,66	16,33	39,81	19,91	30,96	15,48	23,22	11,61
0,51	35,09	17,90	32,07	16,36	39,23	19,51	30,18	15,39	22,86	11,66
0,52	34,30	17,84	31,50	16,38	38,66	19,50	29,38	15,28	22,50	11,70
0,53	33,52	17,77	30,94	16,40	38,09	19,48	28,62	15,17	22,15	11,74
0,54	32,76	17,69	30,39	16,41	37,54	19,46	27,89	15,06	21,81	11,78
0,55	32,02	17,61	29,85	16,42	37,00	19,44	27,15	14,93	21,47	11,81
0,56	31,28	17,52	29,31	16,42	36,47	19,40	26,43	14,80	21,14	11,84
0,57	30,56	17,42	28,79	16,41	35,95	19,36	25,72	14,66	20,82	11,87
0,58	29,86	17,32	28,28	16,40	35,44	19,32	25,02	14,51	20,50	11,89
0,59	29,16	17,20	27,78	16,39	34,93	19,27	24,34	14,36	20,19	11,91
0,60	28,48	17,09	27,28	16,37	34,43	19,21	23,67	14,20	19,88	11,93
0,61	27,80	16,96	26,79	16,34	33,95	19,15	23,00	14,03	19,58	11,94
0,62	27,14	16,83	26,31	16,31	33,47	19,09	22,35	13,86	19,28	11,95
0,63	26,49	16,69	25,84	16,28	33,00	19,02	21,71	13,68	18,99	11,96
0,64	25,85	16,54	25,38	16,24	32,53	18,95	21,09	13,50	18,70	11,97

Продолжение приложения 120

Плотность потока $D, \text{м}^2/\text{м}^2$	Горизонталь- ный путь вне здания		Горизонталь- ный путь в здании		Дверной проём		Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$	Скорость $V, \text{м/мин}$	Интенсивность $q, \text{м/мин}$
0,65	25,22	16,39	24,92	16,20	32,07	18,87	20,46	13,30	18,42	11,97
0,66	24,60	16,23	24,47	16,15	31,62	18,78	19,85	13,10	18,14	11,97
0,67	23,98	16,07	24,02	16,10	31,18	18,70	19,25	12,90	17,86	11,97
0,68	23,38	15,90	23,59	16,04	30,74	18,61	18,66	12,69	17,59	11,96
0,69	22,79	15,72	23,16	15,98	30,31	18,51	18,07	12,47	17,32	11,95
0,70	22,20	15,54	22,73	15,91	29,89	18,41	17,50	12,25	17,06	11,94
0,71	21,62	15,35	22,31	15,84	29,47	18,31	16,93	12,02	16,80	11,93
0,72	21,06	15,16	21,90	15,77	29,06	18,20	16,38	11,79	16,55	11,91
0,73	20,49	14,96	21,49	15,69	28,65	18,09	15,82	11,55	16,29	11,89
0,74	19,94	14,76	21,09	15,61	28,25	17,98	15,28	11,31	16,04	11,87
0,75	19,39	14,55	20,70	15,52	27,85	17,86	14,75	11,06	15,80	11,85
0,76	18,85	14,33	20,31	15,43	27,46	17,74	14,21	10,80	15,56	11,82
0,77	18,32	14,11	19,92	15,34	27,08	17,62	13,69	10,54	15,32	11,79
0,78	17,80	13,88	19,54	15,24	26,70	17,49	13,18	10,28	15,08	11,76
0,79	17,28	13,65	19,16	15,14	26,32	17,36	12,66	10,00	14,85	11,73
0,80	16,77	13,41	18,79	15,03	25,95	17,23	12,16	9,73	14,62	11,69
0,81	16,26	13,17	18,43	14,93	25,58	17,10	11,67	9,45	14,39	11,66
0,82	15,76	12,92	18,06	14,81	25,22	16,96	11,17	9,16	14,17	11,62
0,83	15,27	12,67	17,71	14,70	24,86	16,82	10,69	8,87	13,94	11,57
0,84	14,78	12,42	17,35	14,58	24,51	16,68	10,21	8,58	13,72	11,53
0,85	14,30	12,15	17,00	14,45	24,16	16,53	9,74	8,28	13,51	11,48
0,9 и более	11,1	10,2	15	13,5	9,4	8,5	8	7,2	11	9,9

ПРИЛОЖЕНИЕ 121

Нормируемое время эвакуации при пожарах в производственных зданиях

Категории производства	Необходимое время эвакуации, мин, при объеме помещения, тыс.м ³				
	до 15	30	40	50	60 и более
А, Б	0,50	0,75	1,0	1,50	1,75
В	1,25	2,0	2,0	2,50	3,0
Г, Д	Не ограничивается				

Примечания.

1. Необходимое время эвакуации людей из помещений производственных зданий I, II степеней огнестойкости принимается по таблице. Для зданий III IV степени огнестойкости указанное необходимое время эвакуации людей уменьшается на 30%, а для зданий V степени огнестойкости – на 50%.

2. При промежуточных объемах необходимое время эвакуации следует определять по интерполяции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 122

Нормируемое время эвакуации при пожарах в общественных зданиях

Наименование помещений	Необходимое время эвакуации, мин, при объеме помещения, тыс.м ³				
	До 5	10	20	40	60
Зрительные залы в театрах, клубах, Домах культуры и др. залы с колосниковой сценой	1,5	2	2,5	2,5	–
Зрительные, концертные, лекционные залы и залы собраний, выставочные залы и др. залы без колосниковой сцены (кинотеатры, крытые спорт. сооружен., цирки, столовые и др.	2	3	3,5	4	4,5
Торговые залы универсальных магазинов	1,5	2	2,5	2,5	–

Примечание.

1. Необходимое время эвакуации людей из помещений производственных зданий I, II степеней огнестойкости принимается по таблице. Для зданий III IV степени огнестойкости указанное необходимое время эвакуации людей уменьшается на 30%, а для зданий V степени огнестойкости – на 50%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 123

Расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода в производственных зданиях

Категория производства	Степень ог- нестойкости здания	Наибольшие допустимые расстояния до эвакуационного выхода, м		
		В одноэтажных зданиях	В многоэтажных зданиях	
			В два этажа	В три этажа и более
А	I, II	50	40	40
Б	I, II	100	75	75
В	I, II	100	75	75
	III	80	60	60
	IV	50	30	—
	V	50	—	—
Г	I, II	Не ограничивается		
	III	100	60	60
	IV	50	40	—
	V	50	—	—
Д	I, II	Не ограничивается		
	III	100	75	75
	IV	60	50	—
	V	50	40	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 124

Рекомендации по оснащению помещений переносными огнетушителями (Типові норми належності вогнегасників, табл. 1-3)

Типовые нормы наличия огнетушителей распространяются на производственные, складские, лабораторные, административные и бытовые здания, помещения объектов разного назначения, общественные здания и сооружения и предназначенные для выбора типа огнетушителей и определения их необходимого количества для оснащения указанных объектов.

Эти нормы не распространяются на:

- дома, сооружения и помещения, в которых сохраняются, вырабатываются или находятся в обращении взрывчатые вещества и средства подрыва, сильнодействующие ядовитые вещества, радиационные и бактериологические средства;
- подземные сооружения предприятий горнодобывающей промышленности;
- электродвижущий состав и подземные сооружения метрополитенов;
- дорожные транспортные средства и транспортные средства железнодорожного, воздушного, речного и морского транспорта.

Общественные и административно-бытовые здания на каждом этаже должны иметь не меньше двух переносных (порошковых, водопенных или водных) огнетушителей с массой заряда огнегасящего вещества 5 кг и больше. Кроме того, следует предусматривать по одному углекислотному огнетушителю с величиной заряда огнегасящего вещества 3 кг и больше:

- на 20 м² площади пола в таких помещениях: офисные помещения с ПЭВМ, амбары, электрощитовые, вентиляционные камеры и прочие технические помещения;
- на 50 м² площади пола помещений архивов, машзалов, библиотек, музеев.

Дополнительно вышеуказанные помещения могут оснащаться аэрозольными водопенными огнетушителями с массой заряда огнегасящего вещества 400 г и больше.

При наличии в помещении возможности возникновения пожаров разных классов количество огнетушителей выбирается за одним из классов, для которого это количество больше.

Помещения, в которых размещены ПЭВМ, следует оснащать переносными углекислотными огнетушителями из расчета один огнетушитель ВВК-1,4 (старое обозначение - ОУ-2) ли ВВК-2 (старое обозначение - ОУ-3) или один ВВПА-400 на три ПЭВМ, но не меньше чем 1 огнетушитель указанных типов на помещение.

Помещения, оборудованные модульными установками автоматического пожаротушения, если в них нет постоянного пребывания людей, могут обеспечиваться огнетушителями на 50 % от их норм принадлежности для этих помещений.

При наличии в помещении возможности возникновения пожаров разных классов количество огнетушителей выбирается по одному из классов, для которого это количество больше.

При выборе огнетушителей необходимо пользоваться перечнями, приведенными в приложении 128.

Таблица 124.1 – Нормы наличия переносных огнетушителей

Категория помещений	Класс воз-можного по-жара	Предель-ная за-щищае-мая пло-щадь, м ²	Минимальное количество огнетушителей												
			Порошковых с зарядом огнету-шащего вещест-ва, кг						Водяных или во-допенных с заря-дом огнетушащего вещества, кг				Углекислотных с зарядом, кг		
			от	до	5	6	8	9	12	5	6	9			12
В (с нали-чием го-рящих га-зов и жид-костей), А, Б	А	—	25	2	2	1	1	1	1	4	4	2	2	н/д	н/д
		25	50	3	3	2	2	2	2	8	8	4	3	н/д	н/д
		50	150	4	4	3	3	2	2	12	12	6	4	н/д	н/д
		150	250	6	6	4	4	3	3	н/д	н/д	8	6	н/д	н/д
		250	500	8	8	6	6	4	4	н/д	н/д	12	8	н/д	н/д
		500	1000	16	16	12	12	8	8	н/д	н/д	н/д	16	н/д	н/д
	В ¹ С ^{2,3} (Е) ²	—	25	2	2	1	1	1	1	3	3	2	1	4	4
		25	50	3	3	2	2	2	2	12	12	6	4	8	8
		50	150	4	4	3	3	2	2	8	8	5	3	13	13
		150	250	6	6	4	4	3	3	н/д	н/д	7	4	н/д	н/д
		250	500	8	8	6	6	4	4	н/д	н/д	10	6	н/д	н/д
		500	1000	16	16	12	12	8	8	н/д	н/д	н/д	12	н/д	н/д
В (отсутст-вие горю-чих газов и жидкостей)	А (Е) ²	—	50	2	2	1	1	1	1	4	4	2	2	—	—
		50	100	3	3	2	2	2	2	8	8	4	3	—	—
		100	300	4	4	3	3	2	2	12	12	6	4	—	—
		300	500	6	6	4	4	3	3	н/д	н/д	8	6	—	—
		500	1000	9	9	7	7	5	5	н/д	н/д	14	10	—	—
Г	В ¹ С ^{2,3}	—	50	2	2	1	1	1	1	3	3	2	1	4	4
		50	100	3	3	2	2	2	2	5	5	3	2	8	8
		100	300	5	5	3	3	2	2	8	8	5	3	13	13
		300	500	7	7	4	4	3	3	11	11	7	4	н/д	н/д
		500	1000	11	11	7	7	5	5	н/д	н/д	12	7	н/д	н/д
	(Е)	—	50	2	2	1	1	1	1	н/д	н/д	н/д	н/д	4	4
		50	100	3	3	2	2	2	2	н/д	н/д	н/д	н/д	8	8
		100	150	3	3	2	2	2	2	н/д	н/д	н/д	н/д	13	13
		150	300	4	4	3	3	2	2	н/д	н/д	н/д	н/д	13	13
		300	500	4	4	3	3	2	2	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		500	1000	6	6	4	4	3	3	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
Г; Д	А	—	50	2	2	1	1	1	1	4	4	2	2	н/д	н/д
		50	150	3	3	2	2	2	2	8	8	4	3	н/д	н/д
		150	500	4	4	3	3	2	2	12	12	6	4	н/д	н/д
		500	1000	6	6	4	4	3	3	16	16	8	6	н/д	н/д
Д	(Е)	—	50	2	2	1	1	1	1	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—
		50	150	3	3	2	2	2	2	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—
		150	500	4	4	3	3	2	2	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—
		500	1000	6	6	4	4	3	3	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—

Примечания к таблице 124.1 :

1. Для тушения пожаров класса В водными или водопенными огнетушителями следует применять огнетушители с добавками, которые обеспечивают тушение пожаров класса В.
2. При этих классах возможного пожара применение водяных или водопенных огнетушителей не допускается.
3. При классе С возможного пожара применение углекислотных огнетушителей не допускается.
4. Обозначением "н/д" обозначены огнетушители, которые не допускаются для оснащения указанных помещений.

Для защиты квартир жилых домов и домов индивидуальной застройки следует использовать переносные огнетушители из расчета один водный (ВВ-5, ВВ-6) или водопенный (ВВП-6) огнетушитель или один порошковый (ВП-2, ВП-3) огнетушитель на одну квартиру или на один дом индивидуальной застройки. Кухни или комнаты для приготовления пищи вышеуказанных домов дополнительно могут оснащаться одним аэрозольным водопенным огнетушителем с массой заряда огнетушащего вещества 400 г и больше.

На объекте (в доме, сооружении, помещении) огнетушители должны размещаться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.009-83.

В помещениях, в которых нет постоянного пребывания обслуживающего персонала, огнетушители следует размещать вне помещения или на входе у него.

В помещениях, в которых обслуживающий персонал находится постоянно, огнетушители нужно размещать в середине помещения, предотвращая создание препятствий для эвакуации людей.

Очередной персонал объектов разного назначения во время дежурства может дополнительно быть обеспечен аэрозольным водопенным огнетушителем с массой заряда огнетушащего вещества 400 г и больше.

ПРИЛОЖЕНИЕ 125

Нормы наличия огнетушителей для гаражей и автомастерских
(Типові норми належності вогнегасників, табл. 4)

№ п/п	Количество мест стоянки автомобилей в боксе гаража	Минимальное количество огнетушителей одного из типов		
		порошковый	водный ¹	водопенный
1	до 10	один ВП-5 или один ВП-6	два ВВ-9	два ВВП-9
2	больше 10	на каждые следующие 15 мест стоянки - в соответствии с пунктом 1 таблицы		

Примечания.

1. Водный огнетушитель с зарядом, пригодным для тушения пожаров классов А и В.
2. Дополнительно гаражи и автомастерские могут оснащаться огнетушителями ВВПА с массой заряда 400 г и больше.

ПРИЛОЖЕНИЕ 126

Нормы наличия передвижных огнетушителей
(Типові норми належності вогнегасників, табл. 1-3)

Категория помещений	Класс пожара	Защищаемая площадь, м ²		Минимальное количество огнетушителей												
				Порошковых с зарядом, кг				Водяных или водопенных с зарядом, кг				Углекислотных с зарядом, кг				
		от	до	20	50	100	150	20	50	100	150	7	14	18	28	56
В (с наличием горючих газов и жидкостей), А, Б	А	—	25	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		25	50	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		50	150	1	н/д	н/д	н/д	2	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		150	250	2	1	н/д	н/д	3	2	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		250	500	3	2	1	н/д	4	3	2	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		500	1000	4	3	2	1	6	4	3	2	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
	В ¹ С ^{2,3} (Е) ²	—	25	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д
		25	50	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	2	1	н/д	н/д	н/д
		50	150	1	н/д	н/д	н/д	2	1	н/д	н/д	3	2	1	н/д	н/д
		150	250	2	1	н/д	н/д	3	2	1	н/д	4	3	2	1	н/д
		250	500	3	2	1	н/д	4	3	2	1	н/д	4	3	2	1
		500	1000	4	3	2	1	6	4	3	2	н/д	н/д	4	3	2
В (нет горючих газов и жидкостей)	А (Е) ²	—	50	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—	—	—	—
		50	100	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	—	—	—	—	—
		100	300	1	н/д	н/д	н/д	2	1	н/д	н/д	—	—	—	—	—
		300	500	2	1	н/д	н/д	3	2	1	н/д	—	—	—	—	—
		500	1000	3	2	1	н/д	4	3	2	1	—	—	—	—	—
Г	В ¹ С ^{2,3}	—	50	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		50	100	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д
		100	300	1	н/д	н/д	н/д	2	1	н/д	н/д	2	1	н/д	н/д	н/д
		300	500	2	1	н/д	н/д	3	2	1	н/д	3	2	1	н/д	н/д
		500	1000	3	2	1	н/д	4	3	2	1	4	3	2	1	н/д
	(Е)	—	50	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		50	100	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д
		100	150	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	2	1	н/д	н/д	н/д
		150	300	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	2	1	н/д	н/д	н/д
		300	500	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	3	2	1	н/д	н/д
Г; Д	А	—	50	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		50	150	н/д	н/д	н/д	н/д	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		150	500	1	н/д	н/д	н/д	2	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
		500	1000	2	1	н/д	н/д	3	2	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
Д	(Е)	—	50	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—	—	—	—
		50	150	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—	—	—	—
		150	500	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—	—	—	—
		500	1000	2	1	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—	—	—	—

Примечания

1. Для тушения пожаров класса В водными или водопенными огнетушителями следует применять огнетушители с добавками, которые обеспечивают тушение пожаров класса В.
2. При этих классах возможного пожара применение водяных или водопенных огнетушителей не допускается.
3. При классе С возможного пожара применение углекислотных огнетушителей не допускается.
4. Обозначением "н/д" обозначены огнетушители, которые не допускаются для оснащения указанных помещений.
5. При выборе огнетушителей необходимо пользоваться перечнями, приведенными в приложении 129.

ПРИЛОЖЕНИЕ 127

Коэффициенты эффективности огнетушителей по их огнетушащей способности тушения пожаров классов А и В

(Типові норми належності вогнегасників, прил.2 к пункту 3.6)

При необходимости применения разных типов огнетушителей допускается осуществлять замену одного типа на другой с обеспечением равенства суммарной огнетушащей способности огнетушителей по классу пожара, характерного для этого объекта. Для удобства осуществления такой замены далее приведены коэффициенты эффективности огнетушителей, которые являются относительными значениями эффективности пожара классов А и В. Например, порошковый огнетушитель ВП-9 для пожара класса В, который имеет коэффициент эффективности 13, можно заменить на два огнетушителя - порошковый ВП-6 (имеет коэффициент эффективности 8) и водопенный ВВП-6 (имеет коэффициент эффективности 5), которые имеют суммарный коэффициент эффективности 13

Таблица 127.1 – Коэффициенты эффективности огнетушителей

Тип и обозначение огнетушителя		Коэффициент эффективности огнетушителя по его огнетушащей способности тушения модельного пожара	
		класса А	класса В
Порошковый	ВП-2	2	2
	ВП-3	4	3
	ВП-4	4	5
	ВП-5	6	8
	ВП-6	6	8
	ВП-8	8	13
	ВП-9	8	13
	ВП-12; ВП-20	12	17
	ВП-50	20	22
	ВП-100	30	35
	ВП-150	40	58

Продолжение таблицы 127.1

Тип и обозначение огнетушителя		Коэффициент эффективности огнетушителя по его огнетушащей способности тушения модельного пожара	
		A	B
Водяной	ВВ-2	2	2 ¹
	ВВ-3	2	3 ¹
	ВВ-5; ВВ-6	2	5 ¹
	ВВ-9	4	8 ¹
	ВВ-12	6	13 ¹
Водопенный	ВВП-6	2	5
	ВВП-9	4	8
	ВВП-12	6	13
	ВВП-50	8	17
	ВВП-100	12	22
	ВВП-150	20	35
Водопенный аэрозольный	ВВПА-400	0,4	0,7
Углекислот- ный	ВВК-1,4; ВВК-2	0	2
	ВВК-3,5; ВВК-5	0	3
	ВВК-7	0	5
	ВВК-14; ВВК-18	0	6
	ВВК-28	0	8
	ВВК-56	0	13

Примечание

1. Для водяных огнетушителей с зарядом воды с добавками, которые обеспечивают тушение пожара класса В.

ПРИЛОЖЕНИЕ 128

Перечень объектов различного назначения, которые должны быть оснащены переносными огнетушителями
(Типові норми належності вогнегасників, прил.3 к пункту 3.7)

Наименование объектов, которые рекомендуется оснащать переносными огнетушителями	Тип и обозначение огнетушителя					
	Водяной	Водопенный	Водопенный аэрозольный	Углекислотный ¹	Порошковый ²	
	ВВ-5, ВВ-6	ВВ-9, ВВ-12	ВВП-6	ВВП-9, ВВП-12	ВВПА-400	ВВК-1,4, ВВК-2
						ВВК-3,5, ВВК-5
						ВП-2, ВП-3, ВП-4
						ВП-5, ВП-6 ВП-9, ВП-12
Производственные, сельскохозяйственные, складские здания и помещения		+	+			+
Административные и бытовые здания и помещения		+	+	+		+
Сооружения промышленных предприятий		+	+	+	+	+
Помещения вычислительных центров					+	+
Лабораторные помещения		+	+	+		+
Общественные здания и сооружения	+	+	+	+		+
Общественные здания и сооружения с наличием ПЭВМ					+	+
Квартиры жилых домов	+		+	+		+
Помещения общежитий	+		+	+		+
Дома индивидуальной застройки	+		+	+		+
Киоски	+		+	+		
Торговые лотки				+		
Гаражи и автомастерские		+		+	+	+
Помещения для сохранения автотранспорта, которые расположенные в подвальных и цокольных этажах жилых домов						+
Передвижные ремонтные мастерские и лаборатории						+

Примечания

1. Предостережение при использовании углекислотных огнетушителей: при тушении пожара в помещении необходимо учитывать возможность снижения содержания кислорода в воздухе помещения ниже предельно допустимого значения.

2. Порошковые огнетушители следует применять после эвакуации людей из помещения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 129

Перечень объектов различного назначения, которые должны быть оснащены передвижными огнетушителями

(Типові норми належності вогнегасників, прил. 4 к пункту 3.7)

Наименование объектов, которые рекомендуется оснащать передвижными огнетушителями	Тип и обозначение огнетушителя		
	Водопенный	Углекислотный ¹	Порошковый ²
	ВВП-50, ВВП-100, ВВП-150	ВВК-14, ВВК-18, ВВК-28, ВВК-56	ВП-20, ВП-50, ВП-100, ВП-150
Производственные, сельскохозяйственные, складские здания и помещения	+		+
Склады нефти и нефтепродуктов	+	+	+
Автозаправочные станции	+	+	+
Сооружения промышленных предприятий	+	+	+
Сооружения энергетических объектов		+	
Гаражи и автомастерские			+

Примечания

1. Предостережение при использовании углекислотных огнетушителей: при тушении пожара в помещении необходимо учитывать возможность снижения содержания кислорода в воздухе помещения ниже предельно допустимого значения.

2. Порошковые огнетушители следует применять после эвакуации людей из помещения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 130
Степень огнестойкости здания

Строительные конструкции		Степень огнестойкости зданий	Граничное состояние конструкции			Минимальная степень огнестойкости конструкций (в минутах)	Максимальный предел распространения пламени
			Утрата несущей способности (R)	Утрата целостности (E)	Утрата теплоизолирующей способности (I)		
Стены	Несущие и лестничных клеток	I	x	x	x	150	M0
		II, III	x	x	x	120	M0
		IIIa	x	x	x	60	M0
		IIIб	x	x	x	60	M1
		IV, IVa	x	x	x	30	M1
	Самонесущие	I	x	x	x	75	M0
		II, III	x	x	x	60	M0
		IIIa	x	x	x	30	M0
		IIIб	x	x	x	30	M1
		IV, IVa	x	x	x	15	M1
	Внешние ненесущие	I		x		30	M0
		II		x		15	M0
		III, IIIб		x		15/30	M0/1
				x		15	M1
	Внутренние ненесущие (перегородки)	I		x	x	30	M0
		II		x	x	15	M0
		III, IIIa, IIIб, IV, IVa		x	x	15	M1
Колонны		I	x			150	M0
		II, III	x			120	M0
		IIIa, IVa	x			15	M0
		IIIб	x			60	M1
		IV	x			30	M1
Лестничные площадки, косяки, сходы, балки, марши лестничных клеток		I, II, III, IIIa	x			60	M0
		IIIб	x			45	M0
		IV	x			15	M1
		IVa	x			15	M0
Перекрытия межэтажные (в т. ч. чердачные и над подвалами)		I	x	x	x	60	M0
		II	x	x	x	45	M0
		III, IIIб	x	x	x	45	M1
		IIIa, IVa	x	x	x	15	M0
		IV	x	x	x	15	M1

Строительные конструкции		Степень огнестойкости зданий	Граничное состояние конструкции			Минимальная степень огнестойкости конструкций (в минутах)	Максимальный предел распространения пламени
			Утрата несущей способности (R)	Утрата целостности (E)	Утрата теплоизолирующей способности (I)		
Элементы совмещенных покрытий	Плиты, настилы, прогоны	I	×	×		30	M0
		II	×	×		15	M0
		III, IV				—	—
		IIIa	×	×		15	M1
		IIIб	×	×		15/30	M0/1
		IVa	×	×		15	—
	Балки, фермы, арки, рамы	I, II	×			45	M0
		III, IV				—	—
		IIIa, IVa	×			15	M0
		IIIб	×			45	M1

Примечания.

1. Предел огнестойкости самонесущих стен, которые учитываются при расчётах жёсткости и стойкости здания, принимают как для несущих стен.

2. Здания V степени огнестойкости по минимальной степени огнестойкости и максимальному пределу распространения пламени не нормируются

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. ГОСТ ССБТ 12.1.002-84 Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
2. ГОСТ ССБТ 12.1.018-93. Пожаровзрывобезопасность статического электричества.
3. ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Затверджені наказом Держбуду України від ... № ...
4. ДБН В.2.5-13-98. Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд./Пожежна безпека. Протипожежні вимоги в галузі проектування та будівництва.–Т.6.–К.:Пожінформтехніка, 2000.– 512 с.
5. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18 грудня 2002 р. № 476
6. ДНАОП 0.01-1.01-95. Правила пожежної безпеки в Україні.–К.: Укрархстройинформ, 1996.– 214 с.
7. ДНАОП 0.03-3.24-97. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ).
8. ДНАОП 0.03-3.30-96 Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 1 серпня 1996 р. № 239.
9. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 448 с.
10. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985. – 639 с.
11. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навч. посібник / За ред. канд. техн. наук, доцента В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000.
12. Жидецкий В.Ц., Джигирей В.С., Мельников А.В. Основы охраны труда. – Львов., 2000.– 351 с.
13. Качество промышленного освещения / Ц.Е.Кроль, Е.И.Мясоедова, С.Г. Терешкевич.-М.:Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.
14. Кнорринг Г.М. Осветительные установки. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1981. – 288 с.
15. Кнорринг Г.М., Оболонцев Ю.Б., Берим Р.И., Крючков В.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – Л.: Энергия, 1976. – 384 с.
16. НАПБ Б.07.005-86 (ОНТП 24-86). Общесоюзные нормы технологического проектирования. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.
17. Охрана труда в строительстве / Г.Н. Крикунов, П.Т. Резниченко. – К.: Вища школа, 1987. – 240 с.
18. Пожарная безопасность в строительстве: Справочник /Денисенко В.В., Точилкина В.Г.–К.: Будівельник, 1987.– 304 с.

19. Пособие по расчёту и проектированию естественного, искусственного и совмещённого освещения (к СНиП II-4-79). - М.: НИИСФ Госстроя СССР, 1985. - 384 с.

20. Проектирование промышленной вентиляции. Справочник. / Торговников Б.И., Табачник В.Е., Ефанов В.Н. - К.: Будівельник, 1983. - 256 с.

21. СНиП II-3-79. Строительная теплотехника. Утв. постановлением Госстроя СССР от 14 марта 1979 г. N 28) (с изменениями от 19 декабря 1985 г. и с поправками, утверждёнными приказом Госстроя Украины № 117 от 27.06.1996 г.)

22. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. Утв. постановлением Госстроя СССР от XX марта 1979 г. N XX (с изм. и доп. от 4 декабря 1985 г.).

23. СНиП II-12-77. Защита от шума. Утв. постановлением Госстроя СССР от 14 июня 1977 г. N 72.

24. СНиП III-4-80. Техника безопасности в строительстве. Утв. постановлением Госстроя СССР от 9 июня 1980 г. N 82) (с изм. и доп. от 23 апреля 1984 г., 26 августа, 16 октября 1987 г., 18 мая 1989 г.).

25. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы. Утв. постановлением Госстроя СССР от 17.12.85 N 232.

26. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий. Утв. постановлением Госстроя СССР от 4 октября 1985 г. N 189.

27. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Утв. постановлением Госстроя СССР от 28 ноября 1991 г.

28. СНиП 2.08.01-89. Жилые здания. Утв. постановлением Госстроя СССР от 16 мая 1989 г. N 78.

29. СНиП 2.08.02-89. Общественные здания и сооружения. Утв. постановлением Госстроя СССР от 16 мая 1989 г. N 78 (с изм. и доп. от 28 июня 1991 г.).

30. СНиП 2.09.02-85 Производственные здания. Утв. постановлением Госстроя СССР от 30 декабря 1985 г. N 287 (с изм. и доп. от 28 сентября 1988 г., 24 апреля 1991 г.).

31. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания. Утв. постановлением Госстроя СССР от 30 декабря 1987 г. N 313.

32. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. Утв. постановлением Госстроя России от 11.06.99 N 45.

33. Справочная книга по светотехнике. Том 2 Осветительные установки / Под ред. акад. В.С. Кулебакина. - М.: Издательство академии наук СССР, 1958. - 454 с.

34. Справочная книга по светотехнике /Под ред. Ю.Б. Айзенберга. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 472 с.

35. Справочник по защите от шума и вибрации жилых и общественных зданий / В.И. Заборов, М.И. Могилевский, В.Н. Мякшин, Е.П. Самойлюк // Под ред. В.И. Заборова. - К.: Будівельник, 1989. - 160 с.

36. Справочник по охране труда на промышленном предприятии / К.Н. Ткачук, Д.Ф. Иванчук, Р.В. Сабарно, А.Г. Степанов. - К.: Техника, 1991. - 285 с.

37. Справочник проектировщика. Защита от шума / Под ред. Е.Я. Юдина. М.: Стройиздат 1974. - 134 с.

38. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Часть 2. / Под ред. И.Г. Старовойтова. М.: Стройиздат 1969. – 586с.

39. Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование: Справочник / С.В. Белов и др. // Под ред. С.В.Белова.- М.: Машиностроение, 1989. – 306 с.

40. Типові норми належності вогнегасників. Затверджено наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 2 квітня 2004 р. № 151.

41. Типовое положение о службе охраны труда. Утверждены при Государственном комитете Украины по надзору за охраной труда от 3 августа 1993 г. № 73.

42. Электробезопасность на промышленных предприятиях: Справочник / Р.В. Сабарно, А.Г. Степанов, А.В. Слонченко, Г.Д. Харламов. – К.: Техніка, 1985. – 288 с.

43. <http://aresp.nm.ru/mirozd/lamps.htm>. Лампы.

44. <http://dnop.com.ua> Реєстр ДНАОП

45. <http://lamps.narod.ru/inform.html>. Искусственные источники света.

46. <http://lta.ru/market/guide5.html>. Сравнительные параметры источников света широкого применения.

47. <http://niiwest.narod.ru/lamp.htm> Характеристика ламп.

48. http://www.energосvet.ru/index.phtml?load=c_slp. Светильники люминесцентные потолочные.

49. <http://www.fireman.ru> Пожарная безопасность.

50. <http://www.fireevacuation.ru/russian.html> Эвакуация при пожаре.

51. <http://www.inrost.ru/catalog.html>. Полный каталог: кондиционеры, обогреватели, вентиляция и отопление.

52. http://www.ivd.ru/site_rubriks.xgi?gid=38&vid=124&id=124. Светить - и никаких гвоздей! Лампы накаливания и галогенные лампы.

53. http://www.ivd.ru/site_rubriks.xgi?gid=38&vid=125&id=125. Соперницы солнца. Обзор рынка люминесцентных ламп.

54. http://www.ivd.ru/site_rubriks.xgi?gid=38&vid=126&id=126. Плоды освещения. Современные светильники: классификация.

55. http://www.meccelectrica.ru/html/manual/fixt_klassif.htm. Светильники. Классификация и маркировка.

Навчальне видання

ДЗЮНДЗЮК Борис Васильович,
ІВАНОВ Віктор Георгійович,
КЛИМЕНКО Віктор Миколайович,
СОЛДАТОВ Олексій Вікторович,
СТИЦЕНКО Тетяна Євгенівна,
ТУЛУПОВ Сергій Дмитрович,
ФІЛЕНКО Ігор Олександрович

ОХОРОНА ПРАЦІ. ЗБІРНИК ЗАДАЧ

Навчальний посібник

Відповідальний випусковий	Б.В. Дзюндзюк
Редактор	Б.П. Косіковська
Комп'ютерна верстка	О.А. Чурсіна

План 2005, поз. 123

Підп. до друку 17.10.05. Формат 60×84 1/16. Спосіб друку – ризографія.
Умов. друк. арк. 14,2. Облік. вид. арк. 12,7. Тираж 300 прим.
Зам. № 1-206. Ціна договірна.

ХНУРЕ, Україна, 61166, Харків, пр. Леніна, 14

Віддруковано в навчально-науковому
видавничо-поліграфічному центрі ХНУРЕ
61166, Харків, пр. Леніна, 14