

## ВВЕДЕНИЕ

Задача современного образования в техническом вузе по безопасности жизнедеятельности (БЖД) – дать необходимые представления, знания, умения в данной области, которые позволят справиться с растущими угрозами в системе «человек – производство – окружающая среда». Успех в решении данной задачи в большой степени зависит от качества подготовки специалистов в этой области, от их умения принимать правильные решения в сложных и изменчивых условиях современного производства. Сегодняшнему выпускнику необходимо решать вопросы аттестации рабочих мест по условиям труда работающих на предприятиях и сертификации производственных объектов по безопасности труда.

Для повышения качества подготовки студентов по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» преподавателями кафедры ЭБЖ ЭЛТИ ТПУ подготовлено учебное пособие – практикум. При его написании авторы руководствовались программой дисциплины, направлениями научных исследований на кафедре и учебным планом подготовки студентов всех специальностей ТПУ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

При формировании содержания практикума по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» авторы придерживались следующих методических принципов:

- облегчить самостоятельную работу студентов при усвоении теоретической части дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»;
- способствовать формированию практических навыков профессионального решения производственных и экологических задач в области будущей специальности;
- получить навыки анализа и применения в выпускных квалификационных проектах и работах изученных методов и средств защиты от вредностей и опасностей производственной среды.

Практикум предназначен для выполнения индивидуальных заданий студентов всех специальностей очного и заочного обучения, обучающихся в ТПУ. В нём приводятся методические указания, примеры и варианты выполнения 8 заданий, подобранных для самостоятельного закрепления теоретических основ дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» студентами.

Выполнение предлагаемых заданий должно способствовать достижению образовательной цели – успешной сдаче экзамена по курсу «Безопасность жизнедеятельности».

# РАБОТА 1. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ВОЗДУХООБМЕНА

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Воздухообмен в производственных помещениях необходим для очистки воздуха от вредных веществ: для удаления вредных веществ (выделяющихся вредных газов, паров и пыли); для удаления излишних водяных паров; для удаления избыточного тепла.

В данных методических указаниях рассматривается расчет потребного воздухообмена ( $L$  м<sup>3</sup>/ч), для очистки воздуха от вредных газов и паров и для удаления избыточного тепла с помощью механической общеобменной вентиляции.

## 2. ЗАДАНИЕ

В помещении объемом  $V$  работают  $n$  человек со средней производительностью  $a$  каждый. Они производят покраску и шпаклевку изделий нитро- (на основе ацетона) красками, эмалями и шпаклевками, для чего используется ручное и механизированное оборудование. В этом же помещении производится пайка  $N$  контактов припоем ПОС-60. Источники тепловыделения – оборудование мощностью  $P_{ном}$  и осветительная сеть мощностью  $P_{осв}$  из люминесцентных ламп. Расчеты вести для холодного периода года. Помещение имеет  $K$  окон направленных на север размерами 2,5x1,75 м с двойным остеклением и деревянными рамами. Категория работ – III (тяжелая).

Рассчитать потребный воздухообмен и определить кратность воздухообмена для: 1) испарений растворителей и лаков; 2) при пайке припоем ПОС-60; 3) удаления выделяемой людьми углекислоты; 4) удаления избыточного тепла.

## 3. МЕТОДИКА И ПОРЯДОК РАСЧЕТА ВОЗДУХООБМЕНА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА

Потребный воздухообмен определяется по формуле:

$$L = \frac{1000G}{x_n - x_b}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.1)$$

где  $L$ , м<sup>3</sup>/ч – потребный воздухообмен;  $G$ , г/ч – количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения;  $x_в$ , мг/м<sup>3</sup> – предельно допустимая концентрация вредности в воздухе рабочей зоны помещения, согласно ГОСТ 12.1.005-88 [1];  $x_n$ , мг/м<sup>3</sup> – максимально возможная концентрация той же вредности в воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03) [4].

Применяется также понятие кратности воздухообмена ( $n$ ), которая показывает сколько раз в течение одного часа воздух полностью сменяется в помещении. Значение  $n < \lambda$  может быть достигнуто естественным воздухообменом без устройства механической вентиляции.

Кратность воздухообмена определяется по формуле:

$$n = \frac{L}{V}, \text{ ч}^{-1}, \quad (1.2)$$

где  $V$  – внутренний объем помещения, м<sup>3</sup>.

Таблица 1.1

**Исходные данные для расчёта потребного воздухообмена**

№ вар.	$a$ , м <sup>2</sup> /ч	Материал	$n$ чел.	$V$ м <sup>3</sup>	$N$ шт/час	Местность	$P_{\text{ном.}}$ кВт	$P_{\text{осв.}}$ кВт	$m$ окон
1	2	Бесцветный	1	100	40	Сельские населенные пункты	10	0,5	2
2	1,5	аэролак,	2	200	35		20	0,5	3
3	1	окраска кистью	3	300	400		30	1	4
4	2	Цветной аэролак,	4	400	45	Малые города	40	1	5
5	3		1	500	305		200	1	6
6	4		1	600	48		150	1,5	6
7	3,5	окраска механизир.	1	700	450	Большие города	200	1	6
8	5		1	800	480		100	2	8
9	0,2	Шпаклевка	3	80	325	Сельские населенные пункты	10	0,5	2
10	0,3	кистью	4	200	420		20	1	4
11	1,5	Шпаклевка механизир,	1	200	250	Сельские населенные пункты	30	1	3
12	1		2	300	450		40	1,5	4
13	0,8	Бесцветный аэролак,	1	150	300	Малые города	50	0,6	2
14	1		2	150	48		60	0,8	3
15	1,2		1	120	335		70	1	2
16	0,7	окраска кистью	2	200	400	Большие города	80	1,2	4
17	2	Цветной аэролак,	1	200	280		90	0,6	4
18	2,5		2	400	480	100	0,8	6	
19	2,2		окраска механизир.	1	400	290	Сельские населенные пункты	150	1,2
20	1,8	2	600	300	200	1,5		8	
21	0,3	Шпаклевка	1	80	200	Малые города	250	0,5	1
22	0,4	кистью	2	100	250		300	0,6	2
23	1	Шпаклевка механизир.	1	150	242	Большие города	60	1	2
24	1		2	400	440		80	1	3
25	1,5	Шпаклевка кистью	1	100	270	Большие города	100	1,2	4
26	2		3	200	180		150	0,5	6

Согласно СП 2.2.1.1312-03, кратность воздухообмена  $n > 10$  недопустима.

Так как  $x_n$  определяется по табл. 1.1 прил. 1, а  $x_e$  по табл. 1.2 прил.1, то для расчета потребного воздухообмена необходимо в каждом случае определять количество вредных веществ, выделяющихся в воздух помещения.

Рассмотрим отдельные характерные случаи выделения вредных веществ в воздух помещения и определения потребного воздухообмена.

### 3.1. Определение воздухообмена при испарении растворителей и лаков

Испарение растворителей и лаков обычно происходит при покраске различных изделий. Количество летучих растворителей, выделяющихся в воздухе помещений можно определить по следующей формуле

$$G = \frac{aAmn}{100}, \text{ г/ч}, \quad (1.3)$$

где  $a$ , м<sup>2</sup>/ч – средняя производительность по покраске одного (при ручной покраске кистью – 12 м<sup>2</sup>/ч, пульверизатором – 50 м<sup>2</sup>/ч);  $A$ , г/м<sup>2</sup> – расход лакокрасочных материалов;  $m$ , % – процент летучих растворителей, содержащихся в лакокрасочных материалах;  $n$  – число рабочих, одновременно занятых на покраске.

Численные значения величин  $A$  и  $m$  определяются по табл. 1.3 прил.1.

**Пример.** Определить количество выделяющихся в воздух помещения летучих растворителей.

*Решение:*

По табл. 1.3 прил. 1 для цветного аэролака при окраске распылением находим, что  $A = 180$  г/м<sup>2</sup>,  $m = 75$  %, тогда  $G = 50 \cdot 180 \cdot 75 \cdot 2 / 100 = 13500$  г/ч. Далее определяем потребный воздухообмен в помещении по формуле (1.3). Находим для ацетона из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1, что  $x_e = 200$  мг/м<sup>3</sup>,  $x_n = 0,35$  мг/м<sup>3</sup>, тогда  $L = 13500 \cdot 1000 / (200 - 0,35) = 67500$  м<sup>3</sup>/ч.

Ответ:  $L = 67500$  м<sup>3</sup>/ч.

### 3.2. Определение необходимого воздухообмена при пайке электронных схем

Пайка осуществляется свинцово-оловянным припоем ПОС-60, который содержит  $C = 0,4$  доли объема свинца и 60 % олова. Наиболее ядовиты аэрозоли (пары) свинца.

В процессе пайки из припоя испаряется до  $B = 0,1$  % свинца, а на 1 пайку расходуется 10 мг припоя. При числе паек –  $N$ , количество выделяемых паров свинца определяется по формуле

$$G = CBN, \text{ мг/ч.} \quad (1.4)$$

**Пример.** В помещении объемом  $V = 1050 \text{ м}^3$  три человека осуществляют пайку припоем ПОС-40 с производительностью по 100 контактов в час. Найти требуемую кратность воздухообмена.

*Решение:*

По формуле (1.4) определяем количество аэрозолей свинца, выделяемых в воздух:  $G = 0,6 \cdot 0,001 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 3 = 1,8 \text{ мг/ч}$ . Далее определяем потребный воздухообмен по формуле (1.1). Находим из табл. 1.1 и 1.2 прил. 1 для свинца и его соединений  $x_B = 0,01 \text{ мг/м}^3$ ;  $x_H = 0,001 \text{ мг/м}^3$ . Тогда  $L = 1,8 / (0,01 - 0,001) = 200,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Ответ:  $L = 185,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

### 3.3. Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях

В жилых и общественных помещениях постоянным вредным выделением является выдыхаемая людьми углекислота ( $\text{CO}_2$ ). Определение потребного воздухообмена производится по количеству углекислоты, выделяемой человеком и по допустимой концентрации её.

Количество углекислоты в зависимости от возраста человека и выполняемой работы, а также допустимые концентрации углекислоты для различных помещений приведены в табл. 1.4 и 1.5 прил. 1.

Содержание углекислоты в атмосферном воздухе можно определить по химическому составу воздуха. Однако, учитывая повышенное содержание углекислоты в атмосфере населенных пунктов, следует принимать при расчете содержания  $\text{CO}_2$  следующие значения: для сельских населенных пунктов –  $0,33 \text{ л/м}^3$ , для малых городов (до 300 тыс. жителей) –  $0,4 \text{ л/м}^3$ , для больших городов (свыше 300 тыс. жителей) –  $0,5 \text{ л/м}^3$ .

**Пример.** Определить требуемую кратность воздухообмена в помещении, где работают 3 человека.

*Решение:*

По табл. 1.4 прил.1 определяем количество CO<sub>2</sub>, выделяемой одним человеком  $g = 23$  л/ч. По табл.1.5 прил. 1 определяем допустимую концентрацию CO<sub>2</sub>. Тогда  $x_b = 1$  л/м<sup>3</sup> и содержание CO<sub>2</sub> в наружном воздухе для больших городов  $x_n = 0,5$  л/м<sup>3</sup>. Определяем требуемый воздухообмен по формуле (1.1)  $L = 23 \cdot 3 / (1 - 0,5) = 138$  м<sup>3</sup>/ч.

Ответ:  $L = 138$  м<sup>3</sup>/ч.

### 3.4. Определение требуемого воздухообмена при выделении газов (паров) через неплотности аппаратуры, находящейся под давлением

Производственная аппаратура, работающая под давлением, как правило, не является вполне герметичной. Степень герметичности аппаратуры уменьшается по мере ее износа. Считая, что просачивание газов через неплотности подчиняется тем же законам, что и истечение через небольшие отверстия, и, предполагая, что истечение происходит адиабатически, количество газов, просочившиеся через неплотности, можно определить по формуле:

$$G = kcv\sqrt{\frac{M}{T}}, \text{ кг/ч,} \quad (1.5)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий повышение утечки от износа оборудования ( $k = 1-2$ );  $c$  – коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате;  $v$  – внутренний объем аппаратуры и трубопроводов, находящихся под давлением, м<sup>3</sup>;  $M$  – молекулярный вес газов, находящихся в аппаратуре;  $T$  – абсолютная температура газов в аппаратуре, К.

Таблица 1.2

**Коэффициент, учитывающий влияние давление газа в аппарате**

Давление $p$ , атм	до 2	2	7	17	41	161
$c$	0,121	0,166	0,182	0,189	0,25	0,29

#### **Пример.**

Система, состоящая из аппаратов и трубопроводов, заполнена сероводородом. Рабочее давление в аппаратуре  $p_a = 3$  атм, а в проводящих трубопроводах  $p_a = 4$  атм. Внутренний объем аппаратуры  $v_a = 5$  м<sup>3</sup>, объём трубопроводов,  $v_{тр} = 1,2$  м<sup>3</sup>. Температура газа в аппаратуре –  $t_a = 120$  °С, в трубопроводе –  $t_{тр} = 25$  °С. Определить требуемый воздухообмен в помещении.

*Решение:* Определяем величины утечек сероводорода ( $H_2S$ ) из аппаратуры и трубопроводов. Принимаем  $k = 1,5$ ;  $c = 0,169$  (по табл. 1.2);  $M = 34$ , для  $H_2S$ ; Утечка газа из аппаратуры составляет:

$$G_a = 1,5 \times 0,169 \times 5 \sqrt{\frac{34}{393}} = 0,372 \text{ кг/ч.}$$

Утечка газа из трубопроводов составляет:

$$G_{тр} = 1,5 \times 0,172 \times 1,2 \times \sqrt{\frac{34}{298}} = 0,104 \text{ кг/ч,}$$

$$G = G_a + G_{тр} = 0,372 + 0,104 = 0,476 \text{ кг/ч.}$$

Используя данные табл. 1 и 2 прил. 1, находим, что для сероводорода  $x_v = 10 \text{ мг/м}^3$ ;  $x_n = 0,008 \text{ мг/м}^3$ . Потребный воздухообмен равен:

$$L = \frac{4761000}{(10 - 0,008)} = 47638,1 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Ответ:  $L = 47638,1 \text{ м}^3/\text{ч}$

**Вывод:** В воздух помещения одновременно могут выделяться несколько вредных веществ. По действию на организм человека они могут быть однонаправленными и разнонаправленными. Для однонаправленных веществ расчетные значения потребного воздухообмена суммируются, а для разнонаправленных веществ выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

### **Пример.**

Для первой вредности в воздухе рабочей зоны – вредных (токсичных) веществ в рассмотренных примерах, так как все они относятся к веществам разнонаправленного действия, поэтому принимаем к дальнейшему расчету максимальное из полученных значений, т. е.  $L = 67500 \text{ м}^3/\text{ч}$  (потребный воздухообмен для паров растворителей при окраске).

Для проверки соответствия требованиям устройства вентиляции определим кратность воздухообмена  $n = 67500/4800 = 14,1 \text{ ч}^{-1}$ . Данное значение превышает установленную величину –  $10 \text{ ч}^{-1}$ , поэтому необходимо принять дополнительное решение по устройству вентиляции в помещении. Например, таким решением может быть исключение распро-

странения от двух мест окраски растворителей по всему помещению за счет применения местной вытяжной вентиляции.

Расчет объема воздуха удаляемого местной вентиляцией определяется по формуле:

$$L_{\text{МВ}} = 3600Fv, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.6)$$

где  $F$  – площадь сечения всасывающих отверстий,  $\text{м}^2$ ;  $v$  – скорость воздуха в сечении вытяжной вентиляции,  $\text{м}/\text{с}$ . Рекомендуется принимать значение скорости в интервале  $0,8\text{--}1,5 \text{ м}/\text{с}$ .

Таким образом, требуемый воздухообмен для оставшихся вредных веществ принимаем для выделений сероводорода:  $L = 47638,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Проверка:

$$n = 47638,1 / 4800 = 9,9 \text{ ч}^{-1}.$$

### 3.5. Расчёт требуемого воздухообмена для удаления избыточного тепла

Расчет требуемого воздухообмена для удаления избыточного тепла производится по формуле:

$$L = \frac{Q_{\text{изб}}}{\gamma c \Delta t}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1.7)$$

где  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$  – требуемый воздухообмен;  $Q_{\text{изб}}$ ,  $\text{ккал}/\text{ч}$  – избыточное тепло;  $\gamma_{\text{в}} = 1,206 \text{ кг}/\text{м}^3$  – удельная масса приточного воздуха;  $c_{\text{в}} = 0,24 \text{ ккал}/\text{кг}\cdot\text{град}$  – теплоемкость воздуха;

$$\Delta t = t_{\text{вых}} - t_{\text{пр}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (1.8)$$

где  $t_{\text{вых}}$ ,  $^\circ\text{C}$  – температура удаляемого воздуха;  $t_{\text{пр}}$ ,  $^\circ\text{C}$  – температура приточного воздуха.

Величина  $\Delta t$  при расчетах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха –  $Q_{\text{н}}$ : при  $Q_{\text{н}} \leq 20 \text{ ккал}/\text{м}^3\cdot\text{ч}$   $\Delta t = 6 \text{ } ^\circ\text{C}$ ; при  $Q_{\text{н}} > 20 \text{ ккал}/\text{м}^3\cdot\text{ч}$   $\Delta t = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;

$$Q_{\text{н}} = \frac{Q_{\text{изб}}}{V}, \text{ ккал}/\text{м}^3\cdot\text{ч}, \quad (1.9)$$

где  $V$ ,  $\text{м}^3$  – внутренний объем помещения.



Таким образом, для определения потребного воздухообмена необходимо определить количество избыточного тепла по формуле:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{об}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{р}} - Q_{\text{отд}}, \text{ ккал/ч}, \quad (1.10)$$

где  $Q_{\text{об}}$ , ккал/ч – тепло, выделяемое оборудованием;  $Q_{\text{осв}}$ , ккал/ч – тепло, выделяемое системой освещения;  $Q_{\text{л}}$ , ккал/ч – тепло, выделяемое людьми в помещении;  $Q_{\text{р}}$ , ккал/ч – тепло, вносимое за счет солнечной радиации;  $Q_{\text{отд}}$ , ккал/ч – теплоотдача естественным путем.

Определяем количество тепла, выделяемого оборудованием

$$Q_{\text{об}} = 860P_{\text{об}}Y_1, \text{ ккал/ч}, \quad (1.11)$$

где  $Y_1$  – коэффициент перехода тепла в помещение, зависящий от вида оборудования;  $P_{\text{об}}$ , кВт – мощность, потребляемая оборудованием;

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном}}Y_2Y_3Y_4, \text{ кВт}, \quad (1.12)$$

где  $P_{\text{ном}}$ , кВт – номинальная (установленная) мощность электрооборудования помещения;  $Y_2$  – коэффициент использования установленной мощности, учитывающий превышение номинальной мощности над фактически необходимой;  $Y_3$  – коэффициент загрузки, т. е. отношение величины среднего потребления мощности (во времени) к максимально необходимой;  $Y_4$  – коэффициент одновременности работы оборудования.

При ориентировочных расчетах произведение всех четырех коэффициентов можно принимать равным:

$$Y_1Y_2Y_3Y_4 = 0,25. \quad (1.13)$$

Определяем количество тепла, выделяемого системой освещения

$$Q_{\text{осв}} = 860P_{\text{осв}}\alpha b \cos(\varphi), \text{ ккал/ч}, \quad (1.14)$$

где  $\alpha$  – коэф. перевода электрической энергии в тепловую для лампы накаливания  $\alpha = 0,92 - 0,97$ , люминесцентной лампы  $\alpha = 0,46 - 0,48$ ;  $b$  – коэффициент одновременности работы (при работе всех светильников  $b = 1$ );  $\cos(\varphi) = 0,7 - 0,8$  – коэффициент мощности;  $P_{\text{осв}}$ , кВт – мощность осветительной установки.

Определяем количество тепла, выделяемого находящимися в помещении людьми

$$Q_{\text{л}} = Nq_{\text{л}}, \text{ ккал/ч}, \quad (1.15)$$

где  $N$  – количество людей в помещении;  $q_{\text{л}}$ , ккал/ч – тепловыделение одного человека табл. 1.6 прил. 1.

Определяем количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации

$$Q_{\text{р}} = MSq_{\text{ост}}, \text{ ккал/ч}, \quad (1.16)$$

где  $M$  – количество окон;  $S$ ,  $\text{м}^2$  – площадь одного окна;  $q_{\text{ост}}$ , ккал/ч – солнечная радиация через остекленную поверхность табл. 1.7 прил. 1.

Определяем теплоотдачу, происходящую естественным путем.

Если нет дополнительных условий, то можно считать ориентировочно, что  $Q_{\text{отд}} = Q_{\text{р}}$  для холодного и переходного периодов года (среднесуточная температура наружного воздуха ниже  $+10$  °С). Для теплого периода года (среднесуточная температура воздуха выше  $+10$  °С) принимаем  $Q_{\text{отд}} = 0$ .

**Общий вывод:** Среди полученных расчетных значений потребного воздухообмена для вредных веществ и удаления избыточного тепла выбирается наибольшее значение потребного воздухообмена.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1.1

### Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03)

Наименование вредных веществ	ПДКм.р., мг/м <sup>3</sup>	ПДКс.с., мг/м <sup>3</sup>	Агрегатн состоян.
Азота диоксид	0,085	0,04	п
Азота оксид	0,6	0,06	п
Акролеин	0,03	0,03	п
Амилацетат	0,10	0,10	п
Аммиак	0,2	0,04	п
Ацетон	0,35	0,35	п
Бензин (углеводороды)	5,0	1,5	п
Бензол	1,5	0,1	п
Бутан	200	-	п
Бутилацетат	0,1	0,1	п
Винилацетат	0,15	0,15	п
Дихлорэтан	3,0	1,0	п
Ксилол	0,2	0,2	п
Марганец и его соединения	0,01	0,001	а
Метилацетат	0,07	0,07	п
Мышьяк и его неорг. соединения	-	0,003	а
Озон	0,16	0,03	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	0,15	0,05	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	0,5	0,15	а
Ртути хлорид (сулема)	-	0,0003	а
Сажа	0,15	0,05	а
Свинец и его соединения	0,001	0,0003	а
Серная кислота	0,3	0,1	а
Сернистый ангидрид	0,5	0,15	п
Сероводород	0,008	-	п
Сероуглерод	0,03	0,005	п
Спирт бутиловый	0,16	-	п
Спирт изобутиловый	0,1	0,1	п
Спирт метиловый	1,0	0,5	п
Спирт этиловый	5	5	п
Стирол	0,04	0,002	п
Толуол	0,6	0,6	п
Углерода оксид	5,0	3,0	п
Фенол	0,01	0,003	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,02	0,005	п
Хлор	0,1	0,03	п
Хлористый водород	0,2	0,2	п
Этилацетат	0,1	0,1	п

Примечание: п – пары и/или газы; а – аэрозоль

Таблица 1.2

**Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны  
(ГОСТ 12.1.005-88)**

Наименование вредных веществ	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Агрегатн. состояние
Азота диоксид	2,0	3	п
Азота оксиды	5,0	3	п
Акролеин	0,2	2	п
Амилацетат	100	4	п
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин (углеводороды)	100	4	п
Бензол	15/5	2	п
Бутан	300	4	п
Бутилацетат	200	4	п
Винилацетат	10,0	4	п
Дихлорэтан	10,0	2	п
Ксилол	50,0	3	п
Марганец и его соединения (от 2-30 %)	0,1	2	а
Метилацетат	100	4	п
Мышьяк и его неорг. соединения	0,04/0,01	2	а
Озон	0,1	1	п
Пыль (кремнесодержащая – более 70 %)	1,5	4	а
Пыль нетоксичная (фиброгенного действия)	4,0	4	а
Ртут хлорид (сулема)	0,2/0,05	1	а
Сажа	4,0	3	а
Свинец и его соединения	0,01/0,005	1	а
Серная кислота	1,0	2	а
Сернистый ангидрид	10	3	п
Сероводород	10,0	3	п
Сероуглерод	1,0	3	п
Спирт бутиловый	10,0	3	п
Спирт изобутиловый	10,0	3	п
Спирт метиловый	5,0	3	п
Спирт этиловый	1000	4	п
Стирол	30/10	3	п
Толуол	50	3	п
Углерода оксид	20	4	п
Фенол	0,3	2	п
Фтористые соединения (газообразные)	0,5/0,1	2	п
Хлор	1,0	2	п
Хлористый водород	5,0	1	п
Этилацетат	200	4	п

Примечание: значение в числителе – максимально разовые; в знаменателе – среднесменные

Таблица 1.3

**Расходы лакокрасочных материалов на один слой покрытия изделий и содержание в них летучих растворителей**

Наименование лакокрасочных материалов/способ нанесения краски	Расход лакокрасочных материалов, $A$ , г/м <sup>2</sup>	Содержание летучей части, $m$ , %
Нитролаки и краски		
Бесцветный аэролак /кистью	200	92
Цветные аэролаки/распыление пульверизатором	180	75
Нитрошпаклевка /кистью	100-180	10-35
Нитроклей /кистью	160	80-85
Масляные лаки и эмали		
Окраска распылением	60-90	35

Таблица 1.4

**Количество углекислоты, выделяемой человеком при разной работе**

Возраст человека и характер работы	Количество CO <sub>2</sub>	
	в л/ч	в г/ч
Взрослые:		
при физической работе	45	68
при легкой работе (в учреждениях)	23	35
в состоянии покоя	23	35
Дети до 12 лет	12	18

Таблица 1.5

**Предельно-допустимые концентрации углекислоты**

Наименование помещений	Количество CO <sub>2</sub>	
	в л/м <sup>3</sup>	в г/кг
Для постоянного пребывания людей (жилые ком.)	1	1,5
Для пребывания детей и больных	0,7	1
Для учреждений	1,25	1,75
Для кратковременного пребывания людей	2	3

Таблица 1.6

**Количество тепловыделений одним человеком при различной работе**

Категория тяжести работы		Количество тепловыделений $q_{л}$ , ккал/ч в зависимости от окружающей температуры воздуха			
		15 °С	20 °С	25 °С	30 °С
Легкая	I	100	70	50	30
Средней тяжести	II-а	100	70	60	30
Средней тяжести	II-б	110	80	70	35
Тяжелая	III	110	80	80	35

Таблица 1.7

**Солнечная радиация через остекленную поверхность**

Тип остекления-кон	Солнечная радиация, $q_{\text{ост}}$ , ккал/ч от стороны света и широты, град.															
	ЮГ				ЮГО-ВОСТОК ЮГО-ЗАПАД				ВОСТОК ЗАПАД				СЕВЕР, СЕВЕР. ВОСТОК СЕВЕРО-ЗАПАД			
	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Окна с двойным остеклением и деревянными рамами	110	125	125	145	85	110	125	145	125	125	145	145	65	65	65	60
Окна с двойным остеклением и металлическими рамами	140	160	160	180	110	140	160	180	160	160	180	180	80	80	80	70
Фонарь с двойным остеклением и металлическими переплет.	130	130	160	170	110	140	170	170	160	160	180	180	85	85	85	70

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982. – 342 с.
2. Каменев П.Н. Отопление и вентиляция. Часть II. Вентиляция. – М.: Издательство литературы по строительству, 1966. – 289 с.
3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
4. ГН2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

## РАБОТА 2. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА ОТ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Защитное устройство (ЗУ) обладает способностью отражать, поглощать, быть прозрачным по отношению потока энергии. Если  $W^+$  – общий поток энергии,  $W_\alpha$  – поглощенный поток энергии,  $W^-$  – отраженный поток энергии,  $W^\sim$  – поток прошедший сквозь защитное устройство, то  $W^+ = W_\alpha + W^- + W^\sim$ .

Коэффициент защиты ЗУ определяется как отношение потока энергии в заданной точке при отсутствии ЗУ к потоку энергии при наличии ЗУ. В другом варианте коэффициент защиты  $k_w$  определяется формулой  $k_w = W^+ / W^\sim$ , а эффективность защиты  $e$  выражается в децибелах (дБ):  $e = 10 \cdot \lg k_w$ .

1.2 В изолированном объеме, т. е. в пространстве, огражденном стенками, интенсивность энергии в любой точке оказывается выше, по сравнению с интенсивностью энергии, генерируемой источником. Это связано с отражением энергетических волн от ограждающих поверхностей. Вследствие поглощения части энергии поверхностями в объеме создается определенный уровень интенсивности энергии. Плотность энергии в любой точке изолированного объема складывается из плотности энергии прямой волны и плотности энергии при диффузном поле отраженной волны и суммарная плотность потока энергии записывается в виде

$$I_n = \frac{W\Phi}{4\pi r^2} \exp(-2\delta r) + \frac{4W}{\alpha S}(1 - \alpha), \quad (2.1)$$

где  $W$  – мощность источника (Вт),  $\Phi = \frac{4\pi}{\Omega}$  – фактор направленности источника,  $\Omega$  – угол излучения источника (телесный угол),  $r$  – радиус удаления приемника от источника (м),  $\delta$  – коэффициент затухания волн,  $\alpha = W_\alpha / W^+$  – коэффициент поглощения звука поверхностями,  $S$  – площадь поглощающей поверхности (м<sup>2</sup>). Телесный угол  $\Omega$  определяется положением источника по отношению к ограждающим поверхностям:  $\Omega = 2\pi$ , если источник находится на плоскости;  $\Omega = \pi$ , если источник находится в двухгранном угле;  $\Omega = \pi/2$ , если источник расположен в трехгранном угле. Величина  $B = \frac{\alpha S}{1 - \alpha}$  называется постоянной изолиро-

ванного объема. В большинстве случаев можно считать, что произведение  $\delta r \approx 0$ .

Для расчета уровня шума в изолированном объеме без учета затухания используют формулу, которая получается логарифмированием формулы (2.1) и умножением членов на 10, а также умножением и делением правой части на величину  $S_e$ .

$$L_{In}(r, B) = L_W + 10 \lg \left( \frac{S_e \Phi}{S(r)} + \frac{4S_e}{B} \right), \quad (2.2)$$

Здесь  $L_{In} = 10 \cdot \lg(I_{In}/I_*)$ ;  $L_W = 10 \cdot \lg(W/I_* S_e)$ ;  $I_* = 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> – пороговое значение;  $S_e$  – единичная площадь, принимаемая произвольно, поскольку она исчезает при выполнении логарифмирования (2.2).

1.3. Для уменьшения шумового воздействия применяют защитные устройства (кожуха), в которых гасится большая часть генерируемой звуковой энергии.

На рис. 2.1 представлена схема распространения звуковых волн в объеме кожуха с поверхностью  $S_1$  от источника И мощностью  $W$ , а также в объеме помещения а поверхностью  $S_2$ .

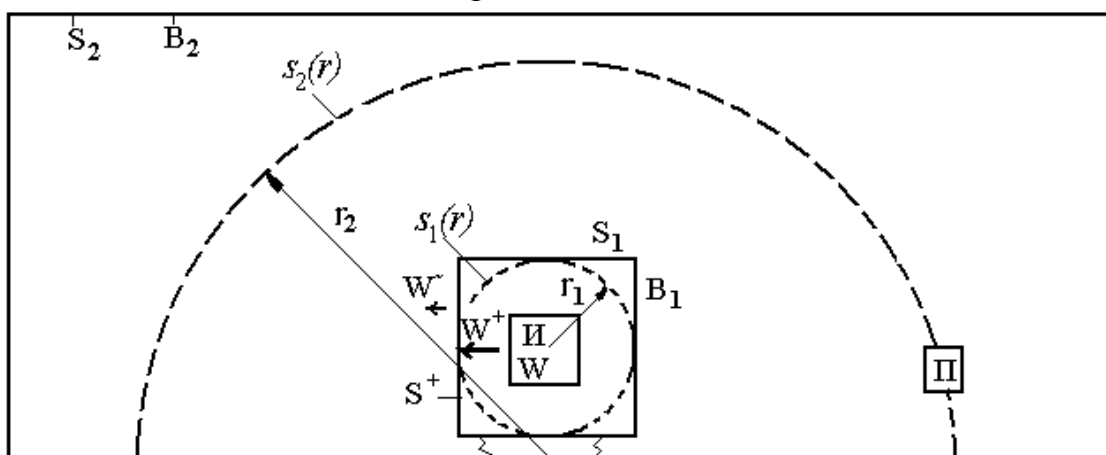


Рис.2.1. Схема потоков энергии в объеме кожуха и в объеме помещения  
И – источник шума, П–приемник,  $S^+$ –излучающая шумовую энергию поверхность кожуха,  $W^+$ –поток энергии, падающий на стенки кожуха,  $W^-$ –поток энергии, выходящий из кожуха,  $B_1$ –постоянная изолированного объема кожуха,  
 $B_2$ –постоянная изолированного объема помещения

Требуемая эффективность звукоизоляции кожуха определится из формулы

$$e = 10 \cdot \lg W^+ / W^- = L_{W_+} - L_{W_-}, \quad W^+ = I^+ S^+ \quad e = 10 \cdot \lg W^+ / W^- = L_{W_+} - L_{W_-}, \quad W^+ = I^+ S^+ .(2.3)$$



$$I^+ = \frac{W\Phi_1}{S_1(r)} + \frac{4W}{B_1}, L_{w+} = L_w + 10 \cdot \lg \left\{ S^+ [\Phi_1 S_1(r) + 4/B_1] \right\}. \quad (2.4)$$

В области координаты расположения приемника уровень потока энергии должен быть меньше допустимого  $L_n$ . Поэтому

$$L_n \geq L_{w-} + 10 \lg [\Phi_2 S_e / S_2(r_2) + 4S_e / B_2]. \quad (2.5)$$

Решая совместно (2.3), (2.4), (2.5), получим

$$e \geq L_w - L_n + 10 \lg \left\{ S^+ [\Phi_1 / S_1(r) + 4/B_1] \cdot [\Phi_2 S_e / S_2(r_2) + 4S_e / B_2] \right\}. \quad (2.6)$$

В первом приближении можно считать, что  $S^+ = S_1$ . Согласно рис.1 источник имеет пространственное расположение относительно кожуха, поэтому  $\Omega_1 = 4\pi$ ,  $\Phi_1 = 1$ .

Для тонкого кожуха и больших частот звуковых волн эффективность звукоизоляции стен кожуха определится из формулы (2.1)

$$e = 20 \lg(m\omega / 2\rho_1 c_1) \approx 20 \lg(mf) - 47,5 \text{ дБ}, \quad (2.7)$$

где  $m = \rho_2 h$  – масса защитного устройства, отнесенного к единице площади,  $\rho_2$  – плотность вещества стенки ( $\text{кг/м}^3$ ),  $h$  – толщина стенки (м),  $\omega$  – круговая частота,  $\rho_1$  – плотность воздуха,  $c_1$  – скорость звука в воздухе,  $f$  – частота (Гц). Из формулы (2.7) определяется необходимая толщина звукоизолирующего слоя.

$$h = \frac{237 \cdot 10^{0,05e}}{f \rho_2} \text{ (м)}. \quad (2.8)$$

1.4. При истечении отработанных газов в атмосферу (турбины, двигатели внутреннего сгорания) или всасывания воздуха из атмосферы в компрессорные установки генерируется сильный шум. Для снижения шума используют глушители. Глушители состоят из активных и реактивных элементов. Активный элемент – любой канал, стенки которого покрыты изнутри звукопоглощающим материалом. Реактивный элемент (рис.2.2) – канал с внезапно изменяющейся площадью большего сечения и с образованием камеры определенной длины.

При изменении площади сечения звук отражается. При длинах камеры, равных кратно половине волны образуются стоячие волны, которые увеличивают давление на концах камерной полости. Эффективность камерного элемента можно определить по формуле

$$e = 10 \lg [\cos^2 kl + 0,25(S_1 / S_2 + S_2 / S_1)^2 \sin^2 kl], \quad (2.9)$$

где  $k=2\pi f/c$ — волновое число,  $c$ — скорость звука,  $\lambda=c/f$ —длина звуковой волны. При  $\sin kl \approx 1$ ,  $e \approx \max$ .

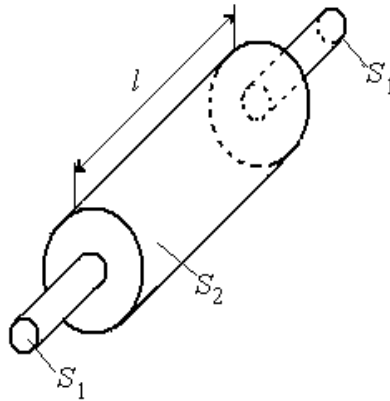


Рис. 2.2. Реактивный элемент глушителя  $l$ ,  
 $S_2$ —длина и площадь сечения камеры,  $S_1$ —площадь канала

## 2. ЗАДАНИЕ

### Задача 1

Определить необходимую эффективность звукоизоляции кожуха, ограждающий источник мощностью  $W$ , если уровень звукового давления приемника, находящегося в помещении на расстоянии 4 м от источника, не должен превышать допустимого  $L_n$ . Принять излучающую поверхность кожуха, равной его физической поверхности, форма кожуха кубическая. Найти необходимую толщину изоляции, если  $\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$ .

Исходные данные приведены табл. 2.3.

Таблица 2.3

**Исходные данные к акустическому расчету кожуха**

Вариант	W(Вт)	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$S_1(\text{м}^2)$	$S_2(\text{м}^2)$	f(Гц)	$L_n(\text{дБ})$
1	1	0.3	0.1	20	1000	50	85
2	1.1	0.3	0.1	20	1000	50	85
3	1.2	0.4	0.1	20	1000	50	85
4	1.3	0.4	0.1	20	1000	50	85
5	1.4	0.4	0.1	20	1000	50	85
6	1.5	0.4	0.1	20	1000	50	85
7	1.6	0.4	0.1	20	1000	50	85
8	1.7	0.4	0.1	20	1000	50	85
9	1.8	0.4	0.1	20	1000	50	85
10	1.9	0.4	0.1	20	1000	50	85
11	2.0	0.4	0.1	20	1000	250	78
12	1	0.5	0.06	24	800	250	78
13	1.1	0.5	0.06	24	800	250	78
14	1.2	0.5	0.06	24	800	250	78
15	1.3	0.5	0.06	24	800	250	78
16	1.4	0.5	0.06	24	800	250	78
17	1.5	0.5	0.06	24	800	250	78
18	1.6	0.5	0.06	24	800	250	78
19	1.7	0.5	0.06	24	800	250	78
20	1.8	0.5	0.06	24	800	250	78
21	1.9	0.3	0.15	16	800	1000	70
22	2.0	0.3	0.15	16	600	1000	70
23	1	0.4	0.15	16	600	1000	70
24	1.1	0.4	0.15	16	600	1000	70

**Задача 2**

Определить эффективность затухания в реактивном камерном элементе в зависимости от его длины при заданном отношении сечений и камеры. Исходные данные приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

**Данные к акустическому расчету реактивного элемента**

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
f(Гц)	100	200	300	400	500	600	700	800
$S_1/S_2$	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
f(Гц)	100	200	300	400	500	600	700	800
$S_1/S_2$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
вариант	17	18	19	20	21	22	23	24
f(Гц)	100	200	300	400	500	600	700	800
$S_1/S_2$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

### 3. МЕТОДИКА РАСЧЁТА

Расчет эффективности проводится по формуле (2.6), толщина стенки кожуха – по формуле (2.8). Уровень мощности источника определяется по формуле:

$$L_w = 10 \lg(W / I_* S_e),$$

где величина  $S_e$  может быть принята произвольно, поскольку она сокращается при вычислениях. Это можно проверить путем преобразования формулы (2.6). Примем  $S_e = 1 \text{ м}^2$ , значение  $I_* = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$ .  $\Phi_1 = 1$ ,  $\Phi_2 = 2$ , поскольку кожух находится на плоскости, а излучение кожуха осуществляется в полупространстве.  $B_1 = \frac{\alpha_1 S_1}{1 - \alpha_1}$ ,  $B_2 = \frac{\alpha_2 S_2}{1 - \alpha_2}$ . Величина

$S_1(r_1)$  рассчитывается из геометрических соотношений из условия, что длина ребра грани кожуха равна  $(S_1/6)^{0.5}$ , а радиус сферы  $r_1$  равен половине ребра.

Эффективность шумогашения элементом определяется формулой (2.9). Если  $S_2/S_1$  больше пяти, то  $e \approx \max$  при  $\sin kl \approx 1$ . Отсюда величина  $kl$  принимает значения  $\pi/2$ ,  $3\pi/2$ ,  $5\pi/2$ . Волновое число определяется по формуле  $k = 2\pi f / c$ , скорость звука при нормальных условиях равна  $c=331 \text{ м/с}$ . Величина  $l_1 = (\pi/2) / k$ ,  $l_2 = (3\pi/2) / k$ ,  $l_3 = (5\pi/2) / k$ .

#### ПРИМЕР

1. Пусть  $W = 0.8 \text{ (Вт)}$ ,  $\alpha_1 = 0.2$ ,  $\alpha_2 = 0.12$ ,  $S_1 = 18 \text{ (м}^2\text{)}$ ,  $S_2 = 1200 \text{ (м}^2\text{)}$ ,  $f = 60 \text{ (Гц)}$ ,  $L_n = 90 \text{ (дБ)}$ . Имеем:  $B_1 = 4,5$ ,  $B_2 = 163,6$ ,  $L_w = 10 \cdot \lg(W/I_* S_e) = 10 \cdot \lg(0.8/10^{-12} \cdot 1) = 119 \text{ дБ}$ ,  $r = (S_1/6)^{0.5}/2 = 0,87 \text{ м}$ ,  $S_1(r) = 4\pi r^2 = 9.5 \text{ м}^2$ ,  $r_2 = 4 \text{ м}$ ,  $S_2(r_2) = 4\pi r_2^2 = 201 \text{ м}^2$ .

$e \geq L_w - L_n + 10 \cdot \lg\{18[1/9.5 + 4/4.5] \cdot [2 \cdot 1/101 + 4 \cdot 1/163]\} = 119 - 90 - 1 = 28 \text{ дБ}$ , толщина стенки кожуха:

$$h = \frac{237 \cdot 10^{0,05e}}{f \rho_2} = \frac{237 \cdot 10^{0,0528}}{50 \cdot 800} = 0,144 \text{ м.}$$

2. Пусть  $S_2/S_1 = 5$ ,  $f = 900 \text{ Гц}$ . Имеем  $k = 2\pi f/c = 2\pi 900/331 = 17.1 \text{ (1/м)}$ ,  $l_1 = (\pi/2)/k = (\pi/2)/17,1 = 0.092 \text{ м}$ .  $l_2 = (3\pi/2)/k = 0,27 \text{ м}$ .

Эффективность шумогашения равна

$$e = 10 \cdot \lg[\cos^2 kl + 0,25(S_1/S_2 + S_2/S_1)^2 \sin^2 kl] = e = 10 \cdot \lg[0 + 0,25(0.2 + 5)^2] = 8,3 \text{ дБА.}$$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. Под общ. ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с.

## РАБОТА 3. РАСЧЁТ ПДВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

### 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВОВ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВЫБРОСОВ ДЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

В соответствии с требованиями [1, 4-6] в последние годы в РФ широко развернуты работы по установлению нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) для каждого источника выбросов предприятия. Для отдельного источника выбросов норматив ПДВ для  $i$ -го вредного (загрязняющего) вещества – это выброс, при котором в районе расположения данного источника загрязнения атмосферы (ИЗА) приземная концентрация ( $c_i$ ) с учетом влияния фоновой концентрации ( $c_{i\phi}$ ), создаваемой источниками выбросов соседних предприятий, не превысят величины ПДК:

$$ПДК_{\text{мр}i} > c_{i\phi} + c_i, \quad (3.1)$$

где ПДК<sub>мр</sub> – максимально разовая ПДК для воздуха населенных пунктов по [6, 15].

Предельно допустимый выброс (ПДВ, г/с) загрязняющих веществ устанавливаются для каждого источника выбросов. ПДВ устанавливается равным мощности выброса,  $M$ , г/с, при условии, что приземная концентрация не превысит значения: ПДК –  $c_{\phi}$ . При невыполнении условия (1) выброс ИЗА согласовывается органами Госнадзора как временно согласованный выброс (ВСВ)

Нормативы выбросов в атмосферу устанавливаются на основе расчетов приземных концентраций для каждого источника выбросов в атмосферу предприятия. Под предприятием понимается юридическое лицо, являющееся собственником источников выбросов. Обоснование нормативов ПДВ оформляются проектом, который состоит из пояснительной записки и книги с результатами расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых источниками предприятия.

### 2. САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – территория между границами территории предприятия и жилой (селитебной) застройкой, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта.

Граница СЗЗ – линия, ограничивающая территорию или максимальную из плановых проекций пространства, за пределами которого нормируемые факторы воздействия не превышают установленные гигиенические нормативы.

Предприятие – объект хозяйственной деятельности, связанный с выпуском продукции, выполнением работ и оказанием услуг, которые осуществляются с использованием процессов, оборудования и технологий, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека.

Территория предприятия – территория, оформленная предприятием в установленном порядке собственником предприятия для осуществления хозяйственной деятельности.

ИЗА – источник загрязнения атмосферного воздуха, посредством которого загрязняющие (вредные) вещества (ЗВ) вместе с газовой смесью (ГВС) поступают в атмосферу. ИЗА, как правило, расположен на территории предприятия. Выброс ЗВ рассеивается в атмосферном воздухе и тем самым концентрация ЗВ в воздухе снижается, на этот процесс влияют такие параметры ГВС: температура ГВС и окружающего воздуха, скорость выхода ГВС из трубы, высота и диаметр устья трубы и т. д.

Все ИЗА делятся на организованные (дымовые трубы, вентиляционные шахты, т. е. работающие периодически либо постоянно за счет искусственной побудительной силы – вентилятора) и неорганизованные (открытый склад сыпучего материала, выброс которого зависит от естественных причин – скорости ветра).

СЗЗ устанавливается с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния на окружающую среду и здоровье человека при обеспечении соблюдения требований гигиенических нормативов в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов, устанавливаются следующие минимальные размеры санитарно-защитных зон в соответствии с [2]:

I класс – 1000 м;

II класс – 500 м;

III класс – 300 м;

IV класс – 100 м;

V класс – 50 м.

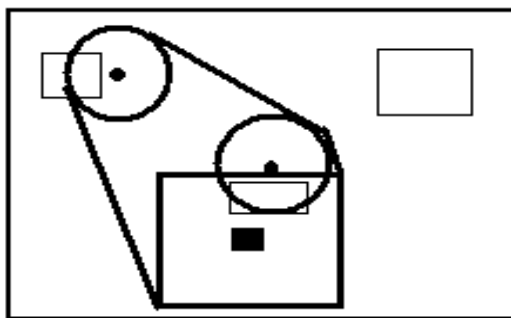
На рис. 3.1 представлена схема территории предприятия. На предприятии действуют 3 источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (выделено цветом): 2 организованных источника выбросов (дымовые трубы, либо вентшахты) и 1 – неорганизованный (открытый склад угля и т. п.). Жирной линией показана СЗЗ предприятия.

В зависимости от характеристики основных выбросов для предприятий, по которым ведущим для установления СЗЗ фактором является химическое загрязнение атмосферы, граница СЗЗ устанавливается от границы промпредприятия и от источника выбросов загрязняющих веществ.

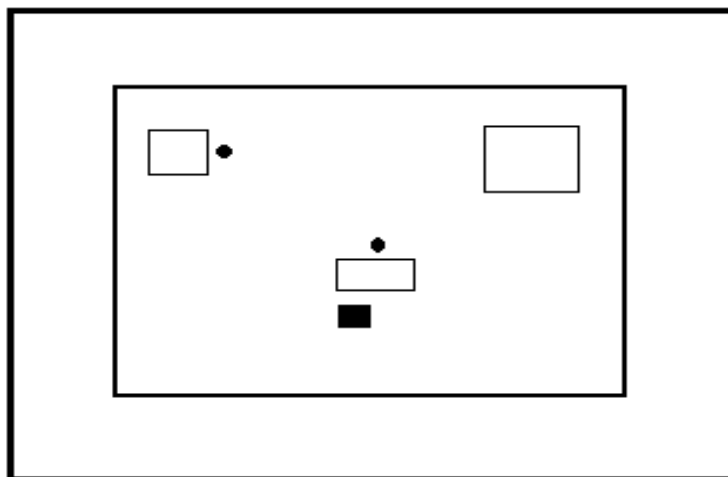
От границы территории промплощадки:

- при объеме выбросов от неорганизованных источников и технологических процессов на открытых площадках, составляющих более 30 % от суммарных выбросов основного производства;
- в случае организации производства с большим количеством источников, рассредоточенных по территории предприятия.

а



б



*Рис. 3.1. Установление размера СЗЗ:  
а – от источников выбросов в атмосферу;  
б – от границ территории предприятия*



## ЗАДАНИЕ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Для организованного точечного источника, рис. 3.2, выполнить оценку воздействия источника объекта промышленного производства на состояние атмосферного воздуха вдоль направления преобладающего ветра (по факелу):

1. Разработать порядок проведения расчетов приземных концентраций (построить карту схему, определить расчетные точки для источника)
2. Выполнить расчеты приземных концентраций в расчетных точках. Результаты представить в  $\text{мг}/\text{м}^3$  и долях ПДК. Построить кривую по результатам расчетов приземных концентраций  $c = f(x)$ .
3. Провести анализ результатов с целью определения нормативов ПДВ, при необходимости разработать мероприятия по достижению нормативов ПДВ

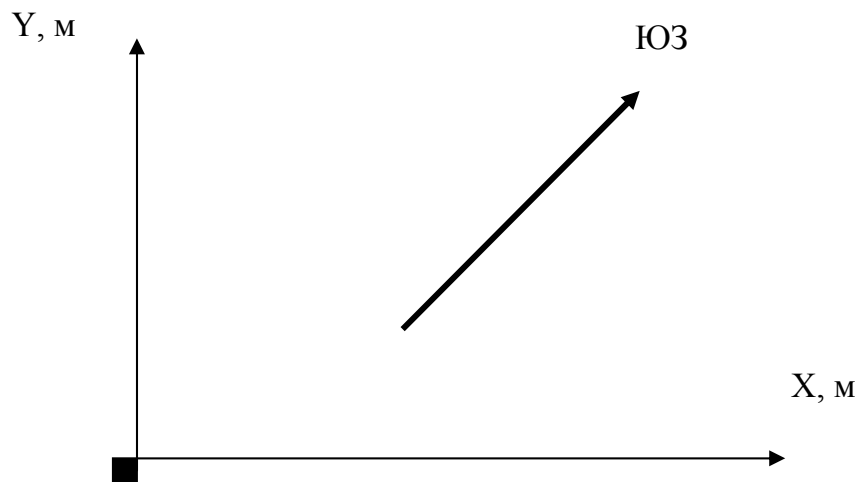


Рис. 3.2. Схема расположения источника выбросов в атмосферу загрязняющих веществ (ИЗА) и направление преобладающего ветра

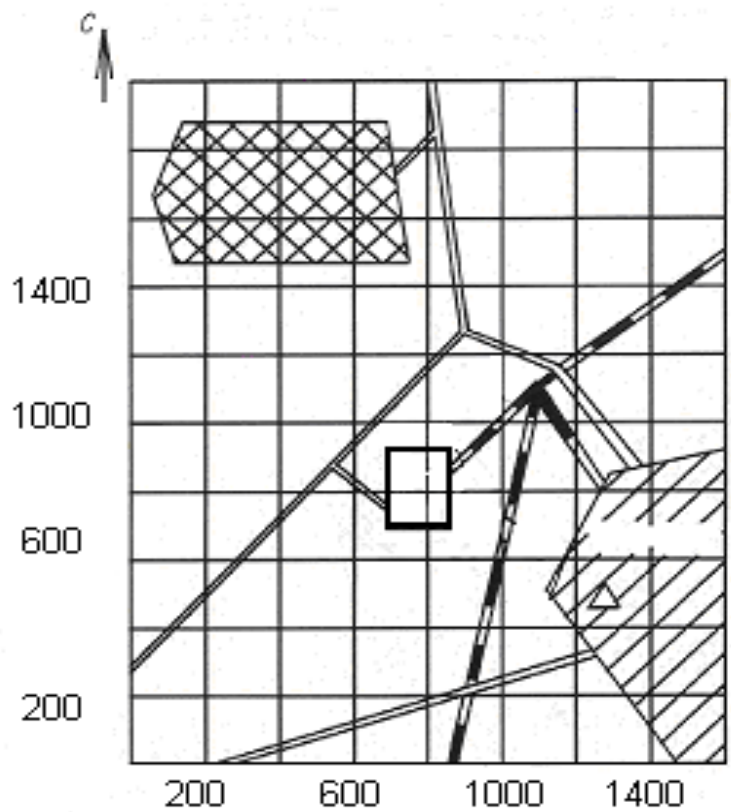
### Дополнительная информация

Источник представляет собой дымовую трубу, высотой  $H$ , диаметром устья  $D$ , через которую выбрасывается загрязняющее вещество массой  $M$ , с линейной скоростью  $w$ , с разницей температур воздуха и ГВС  $\Delta T$ , коэффициент очистки очистного устройства  $K_{оч}$ .

Источник расположен в точке с координатами  $X_0$ ,  $Y_0$  на карте схеме города. Размер СЗЗ соответствует классу предприятия по санитарной классификации  $K_{сзз}$ .

Данные по вариантам представлены в таблице 3.1.

**Ситуационная карта – схема города \_\_\_\_\_**



Условные обозначения:





-  – Территория города;
-  – Территория зоны отдыха;
-  – Пост наблюдения за состоянием атмосферного воздуха города;  
Автомобильные дороги;  
Ж/д пути;
-  – источник загрязнения атмосферы (ИЗА).

Таблица 3.1

## Исходные данные по вариантам

№ Ва р	H, м	D, м	w, м/с	X <sub>0</sub> , м	Y <sub>0</sub> , м	K <sub>сзз</sub>	K <sub>оч</sub> , %	На- прав. ветра	Город рас- положения ИЗА	U*, м/с	Наименование загряз- няющего вещества	M г/с,	ΔT, °C
1	11	0,4	8,8	800	900	5		С-В	Архангельск	10	1401 Ацетон	60,99	27
2	12	0,55	8,9	900	900	4	59	С-В	Астрахань	12	0138 Марганец и его соед.	20,99	25
3	14	0,6	6,8	700	700	5		Ю	Барнаул	12	0330 Сернистый ангидрид	94,53	58
4	22	0,55	8,9	400	900	2	83	Ю-В	Белгород	9	0203 Хром и его соед.	10,99	26
5	29	0,8	14,0	700	900	3		С-В	Благове- щенск	8	0616 Ксилол	55,21	27
6	32	0,55	8,9	500	900	5	92	Ю-В	Брянск	9	0184 Свинец и его соед.	4,99	45
7	24	0,6	12,4	400	900	5	71	С-В	Владивосток	10	2936 Древесная пыль	43,54	28
8	14	0,6	6,8	600	900	4	99	Ю-В	Владимир	12	2926 Зола электростанций	31,53	66
9	35	1,0	16,4	700	900	4		Ю-В	Волгоград	10	0337 Углерода оксид	128,8 8	60
10	29	0,8	14,0	800	900	3		Ю-В	Воронеж	8	Фтористый водород	23,21	42
11	11	0,4	8,8	900	900	5		Ю-В	Иваново	10	1401 Ацетон	51,76	30
12	12	0,55	8,9	400	900	4	86	В	Иркутск	12	0138 Марганец и его соед.	21,22	50
13	12	0,55	8,9	700	800	3		Ю	Казань	8	2732 Керосин	94,99	30
14	22	0,55	8,9	500	900	2	83	В	Калининград	9	0203 Хром и его соед.	30,99	44
15	32	0,55	8,9	600	900	5	96	В	Калуга	9	2902 Взвешенные веществ- ва	124,4 6	50
16	27	0,8	12,0	700	900	3	85	В	Кемерово	8	2902 Взвешенные веществ- ва	94,99	50
17	22	0,6	14,8	900	900	5	71	В	Кострома	10	2936 Древесная пыль	55,42	30

Окончание таблицы 1

18	25	0,18	18,4	800	800	2		Ю	Краснодар	8	0301 Окислы азота	20,8	55
19	18	0,4	17,8	900	800	1	86	Ю	Красноярск	9	0328 Сажа (углерод черный)	53,44	60
20	25	0,18	18,4	400	600	3		Ю	Москва	8	0301 Азота диоксид	20,82 3	29
21	29	0,8	14,0	900	700	4	92	Ю	Назрань	10	2902 Зола угольная	53,21	22
22	11	0,4	8,8	400	800	4	96	Ю	Петрозаводск	7	2926 Зола электростанций	78,99	60
23	12	0,55	8,9	500	800	4		Ю	Саранск	10	0621 Тoluол	84,99	26
24	18	0,4	17,8	500	700	4	80	Ю	С-Петербург	8	0328 Сажа (углерод черный)	31,44	55
25	14	0,6	6,8	500	900	4		С-В	Ставрополь	12	0330 Сернистый ангидрид	34,53	52
26	27	0,8	12,0	800	900	3		В	Томск	8	2732 Керосин	121,0	28
27	35	1,0	16,4	800	700	3		Ю	Улан-Удэ	9	2754 Углеводороды пред.	112,8 8	32
28	20	0,8	12,4	600	700	4		Ю	Уфа	9	0337 Углерода оксид	143,5 2	60
29	35	1,0	16,4	600	900	4		С-В	Хабаровск	10	2754 Углеводороды пред.	92,88	66
30	12	0,55	8,9	600	800	3	85	Ю	Якутск	8	2902 Взвешенные вещества	124,0	46

### 3. РАСЧЕТ ПРИЗЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В АТМОСФЕРЕ ОТ ВЫБРОСОВ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества  $c$ , мг/м<sup>3</sup>, при выбросе ГВС из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $x$ , м, от источника и определяется по формуле

$$c_M = \frac{AMFmn\eta}{H^2(V_1 \cdot \Delta T)^{1/3}}, \quad (3.2)$$

где  $A$  – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

$M$  – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

$F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в воздухе.

$m$ ,  $n$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

$H$  – высота источника выброса над уровнем земли (для наземных источников при расчетах принимается  $H = 2$  м), м;

$\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км,  $\eta = 1$ ;

$\Delta T$  – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси  $T_{\Gamma}$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_{\text{в.}}$ , °С;

$V_1$  – расход газовой смеси, определяемый по формуле

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad (3.3)$$

где  $D$  – диаметр устья источника выброса, м;

$\omega_0$  – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с.

Значение коэффициента  $A$ , соответствует неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным:

а) 250 – для районов Средней Азии южнее 40° с.ш., Бурятии и Читинской области;

б) 200 – для Европейской территории бывшего СССР; для районов России южнее 50° с.ш., для остальных районов Нижнего Поволжья,

Кавказа, Молдовы; для Азиатской территории России: для Казахстана, Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии;

в) 180 – для Европейской территории России и Урала от 50 до 52° с.ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов и Украины;

г) 160 – для Европейской территории России и Урала севернее 52° с.ш. (за исключением Центра ЕТС), а также для Украины (для расположенных на Украине источников высотой менее 200 м в зоне от 50 до 52° с.ш. – 180, а южнее 50° с.ш. – 200);

д) 140 – для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

Значения массовых выбросов  $M$ , г/с, и расхода ГВС,  $V_1$ , м<sup>3</sup>/с, принимаются по технологической части вновь строящихся и реконструируемых предприятий, а для действующих – по данным инвентаризации (обследования).

Необходимо отметить, что значения  $M$  следует относить к 20-30 минутному периоду осреднения, в том числе и в случаях, когда продолжительность выброса менее 20 мин.

При определении значения  $\Delta T$ , °С, следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха  $Tв$  °С, равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца по [1], а температуру выбрасываемой в атмосферу газовоздушной смеси,  $Tг$ , °С, – по действующим для данного источника результатам измерений.

Для котельных, работающих по отопительному графику, допускается при расчетах принимать значения,  $Tв$ , равными средним температурам наружного воздуха за самый холодный месяц по [1].

Значение коэффициента  $F$  принимается:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т. п., скорость упорядоченного оседания практически равна нулю) – 1;

б) для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в п. а) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % – 2; от 75 до 90 % – 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки – 3.

Значения коэффициентов  $m$  и  $n$  определяются в зависимости от параметров  $f$ ,  $v_m$ ;  $v_m'$ ;  $f_0$ :

$$f = 1000 \frac{\omega_o^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}; \quad (3.4)$$

$$v_m = 0,65(V_1 \cdot \Delta T / H)^{1/3}; \quad (3.5)$$

$$\dot{v}_M = 1,3 \frac{\omega_o \cdot D}{H}; \quad (3.6)$$

$$f_o = 800(V_M). \quad (3.7)$$

Коэффициент  $m$  определяется в зависимости от  $f$  по формулам:

$$m = 1/(0,67 + 0,1f^{1/2} + 0,34f^{1/3}) \text{ при } f < 100; \quad (3.8)$$

$$m = 1,47 / f^{1/3} \text{ при } f \geq 100. \quad (3.9)$$

Для  $f_o < f < 100$  значение коэффициента  $m$  вычисляется при  $f = f_o$ .

Коэффициент  $n$  при  $f < 100$  определяется в зависимости от  $v_M$  по формулам

$$n = 1 \text{ при } v_M \geq 2; \quad (3.10)$$

$$n = 0,532v_M^2 - 2,13v_M + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq v_M < 2; \quad (3.11)$$

$$n = 4,4v_M \text{ при } v_M < 0,5. \quad (3.12)$$

Для  $f \geq 100$  (или  $\Delta T = 0$ ) и  $\dot{v}_M \geq 0,5$  (холодные выбросы) при расчёте  $c_M$  вместо формулы (5) используется формула:

$$c_M = \frac{AMF n \eta}{H^{4/3}} K, \quad (3.13)$$

$$\text{где } K = D/8V_1 = 1/(7,1 \cdot (\omega_o V_1)^{1/2}), \quad (3.14)$$

причем  $n$  определяется по формулам (3.10) – (3.12) при  $v_M = \dot{v}_M$ .

Расстояние  $x_M$ , от источника выбросов, на котором приземная концентрация  $c$ , мг/м<sup>3</sup>, при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения,  $c_M$ .

Определяется по формуле:

$$x_M = \frac{5-F}{4} dH, \quad (3.15)$$

где безразмерный коэффициент  $d$  при  $f < 100$  находится по формулам:

$$d = 2,48(1 + 0,28f_e^{1/3}) \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (3.16)$$

$$d = 4,95v_M(1 + 0,28f^{1/3}) \text{ при } 0,5 < v_M \leq 2; \quad (3.17)$$

$$d = 7v_M^{1/2}(1 + 0,28f^{1/3}) \text{ при } v_M > 2. \quad (3.18)$$

при  $f > 100$  или  $\Delta T = 0$  значение  $d$  находится по формулам:

$$d = 5,7 \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (3.19)$$

$$d = 11,4v_M \text{ при } 0,5 < v_M \leq 2; \quad (3.20)$$

$$d = 16v_M^{1/2} \text{ при } v_M > 2. \quad (3.21)$$

В формулу (3.2) в скрытой форме входит скорость ветра. Ветер оказывает двойное влияние на рассеивание примесей: чем больше скорость ветра, тем больше турбулентность атмосферы и, следовательно, интенсивнее распространяются эти примеси в окружающей среде; в то же время, с увеличением скорости ветра уменьшается высота факела над устьем трубы, что увеличивает приземную концентрацию.

Опасная скорость ветра не является метеорологическим фактором и для одного и того же производственного здания, на котором имеются различные источники выбросов, она может иметь различные численные значения для каждого источника в зависимости от его характера.

Значение опасной скорости  $U_M^1$ , м/с, на уровне флюгера (обычно около 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ  $c_M$ , в случае  $f < 100$  определяется по формулам:

$$U_M = 0,5 \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (3.22)$$

$$U_M = v_M \text{ при } 0,5 < v_M \leq 2; \quad (3.23)$$

$$U_M = v_M(1 + 0,12f^{1/2}) \text{ при } v_M > 2; \quad (3.24)$$

При  $f \geq 100$  или  $\Delta T = 0$  значение  $U_M$  вычисляется по формулам:

$$U_M = 0,5 \text{ при } v_M \leq 0,5; \quad (3.25)$$

$$U_M = v_M \text{ при } 0,5 < v_M \leq 2; \quad (3.26)$$

$$U_M = 2,2 \cdot v_M \text{ при } v_M > 2; \quad (3.27)$$

При опасной скорости ветра  $U_M$  приземная концентрация вредных веществ  $c$ , мг/м<sup>3</sup>, в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях  $x$ , м, от источника выброса определяется по формуле:

$$c = S_1 \cdot c_M, \quad (3.28)$$

где  $s_1$  — безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения  $x/x_M$  и коэффициента  $F$  по формулам:

$$s_1 = 3(x/x_M)^4 - 8(x/x_M)^3 + 6(x/x_M)^2 \text{ при } x/x_M \leq 1; \quad (3.29)$$

---

<sup>1</sup> Исходные данные содержат максимальное значение  $U_M$ , которое должно использоваться при машинном расчете



$$s_1 = 1.13 / (0.13 \cdot (x/x_M)^2 + 1) \text{ при } 1 < x/x_M \leq 8; \quad (3.30)$$

$$s_1 = (x/x_M) / (3.58 \cdot (x/x_M)^2 - 35.2 \cdot (x/x_M) + 120) \text{ при } F \leq 1.5 \text{ и } x/x_M > 8; \quad (3.31)$$

$$s_1 = 1 / (0.1 \cdot (x/x_M)^2 + 2.47 \cdot (x/x_M) - 17.8) \text{ при } F > 1.5 \text{ и } x/x_M > 8. \quad (3.32)$$

Для низких и наземных источников (высотой  $H$  не более 10 м) при значениях  $x/x_M$  величина  $S_1$  в (3.28) заменяется на величину  $s_1''$ , определяемую в зависимости от  $x/x_M$  и  $H$  по формуле:

$$s_1'' = 0.125(10 - H) + 0.125(H - 2) \cdot s_1 \text{ при } 2 \leq H < 10. \quad (3.33)$$

Значение приземной концентрации вредных веществ в атмосфере  $c$ , мг/м<sup>3</sup>, на расстоянии  $y$ , м, по перпендикуляру к оси факела выброса определяется по формуле:

$$c_y = s_2 \cdot c, \quad (3.34)$$

где  $s_2$  – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра  $U_M$ , м/с, и отношения  $y/x$  по значению аргумента  $t_y$ :

$$t_y = u y^2 / x^2, \text{ при } u \leq 5; \quad (3.35)$$

$$t_y = 5 y^2 / x^2, \text{ при } u > 5; \quad (3.36)$$

$$s_2 = 1 / (1 + 5t_y + 12,8t_y^2 + 17t_y^3 + 45,1t_y^4)^2. \quad (3.37)$$

Расчеты загрязнения атмосферы при выбросах газовойоздушной смеси из источника с прямоугольным устьем (шахты) производится по приведенным выше формулам при средней скорости  $\omega_0$  и значениях:

$$D = D_3, \text{ м, и } V_1 = V_{13}, \text{ м}^3/\text{с}.$$

Средняя скорость выхода в атмосферу газовойоздушной смеси  $\omega_0$  м/с, определяется по формуле

$$\omega_0 = V_1 / Lb, \quad (3.38)$$

где  $L$  – длина устья, м;  $b$  – ширина устья, м.

Эффективный диаметр устья  $D_3$ , м, определяется по формуле

$$D_3 = 2Lb / (L + b). \quad (3.39)$$

Эффективный расход выходящей в атмосферу в единицу времени ГВС  $V_{13}$ , м<sup>3</sup>/с, определяется по формуле:

$$V_{19} = (\pi D_9^2 / 4) \cdot \omega_0. \quad (3.40)$$

Приземная концентрация вредных веществ  $c$ , мг/м<sup>3</sup>, в любой точке местности при наличии  $N$  источников определяется как сумма концентраций веществ от отдельных источников при заданном направлении и скорости ветра.

$$c = c_1 + c_2 + \dots + c_N, \quad (3.41)$$

где  $c_1, c_2, \dots, c_N$  – концентрации вредного вещества соответственно от первого, второго,  $N$ -го источников, расположенных с наветренной стороны при рассматриваемом направлении ветра.

Для источников выброса, имеющих различные параметры, расчет приземной концентрации начинается с определения для всех источников по каждому веществу максимальных приземных концентраций  $c_M (c_{M1}, c_{M2}, \dots, c_{MN})$  и опасных скоростей ветра  $u$ , ( $U_{M1}, U_{M2}, \dots, U_{MN}$ ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий и иных объектов.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1986.
4. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Санкт-Петербург, НИИ Атмосфера, 2005. – 212 с.
5. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
6. ГН 2.1.6.695-98 (с изм. 1999, 2000). Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (взамен ГН 2.1.6.584а-96, ГН 2.1.6.574а-96 и ГН 2.1.6.565а-96)
7. ГН 2.1.6.696-98 (с изм. 1999, 2000). Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (взамен ГН 2.1.6.584б-96, ГН 2.1.6.565б-96, ГН 2.1.6.571-96, ГН 2.1.6.572-96, ГН 2.1.6.673-97)

8. ГН 2.1.6.713-98. Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение 1 к ГН 2.1.6.696-98
9. ГН 2.1.6.716-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение 1 к ГН 2.1.6.695-98
10. ГН 2.1.6.789-99. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение 2 к ГН 2.1.6.695-98
11. ГН 2.1.6.790-99. Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение 2 к ГН 2.1.6.696-98
12. ГН 2.1.6.981-00. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение 3 к ГН 2.1.6.695-98
13. ГН 2.1.6.982-00. Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение 3 к ГН 2.1.6.696-98
14. ГН 2.1.6.1033-01. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение № 4 к ГН 2.1.6.695-98
15. ГН 2.1.6.1041-01. Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение № 2 к ГН 2.1.6.711-98

### Пример расчета

Определить приземную концентрацию ЗВ в атмосфере  $c$ , мг/м<sup>3</sup>, по оси факела выброса на различных расстояниях  $x$ , м, от ИЗА при опасной скорости ветра  $u_m$ , м/с. Построить график распределения концентраций  $c = f(x)$ .

#### Исходные данные:

ИЗА является труба котельной для технологических нужд завода "Автомедтехника" в г. Пензе.

Источник имеет следующие параметры: высота  $H = 30$  м, диаметр устья  $D = 1,0$  м, скорость выхода газовой смеси из устья  $w_0 = 7,06$  м/с, её расход  $V_1 = 5,54$  м<sup>3</sup>/с, температура  $T_r = 160$  °С. Массовый выброс диоксида азота  $M = 4,1$  г/с и оксида углерода  $M = 11,4$  г/с. Местность ровная,  $c_M = 0,221$  мг/м<sup>3</sup>,  $x_M = 341$  м,  $u_M = 1,9$  м/с.

*Решение:* Величина приземной концентрации  $c(x)$  определяется по формуле (3.28), где  $s_1$  рассчитывается в зависимости от отношения  $x/x_M < 1$  по формулам (3.30) и (3.31). Зададимся интервалами значений  $x$ : 50 м при  $x/x_M < 1$  и 200 м при  $x/x_M > 1$ . Для  $x = 50$  м коэффициент  $s_1$  по формуле (3.30) равен:

$$S_1 = 3(50/341)^4 - 8(50/341)^3 + 6(50/341)^2 = 0,105.$$

Тогда по формуле (3.28)  $c = 0,105 \cdot 0,221 = 0,0232$  мг/м<sup>3</sup>.

Для  $x = 400$  м коэффициент  $s_1$  по формуле (3.30) равен:

$$S_1 = 1,13 / [0,13(400/341)^2 + 1] = 0,959.$$

Тогда по формуле (3.28) для  $x = 400$  м

$$c = 0,959 \cdot 0,221 = 0,212 \text{ мг/м}^3.$$

Для остальных значений  $x$  расчеты концентраций  $c$  сводим в табл.2.1.

Таблица 2.1

## Расчет концентраций ЗВ по оси факела

$x, \text{ м}$	$x/x_M$	$s_1$	$c, \text{ мг/м}^3$
1	2	3	4
50	0.147	0.105	0.0232
100	0.293	0.33	0.073
150	0.44	0.593	0.131
200	0.587	0.804	0.178
250	0.733	0.941	0.208
300	0.880	0.995	0.22
341	1	1	0.221
400	1.173	0.959	0.212
600	1.76	0.806	0.178
800	2.35	0.659	0.146
1000	2.93	0.534	0.118
1200	3.52	0.433	0.0957

На основании данных таблицы строим графическую зависимость  $c = f(x)$

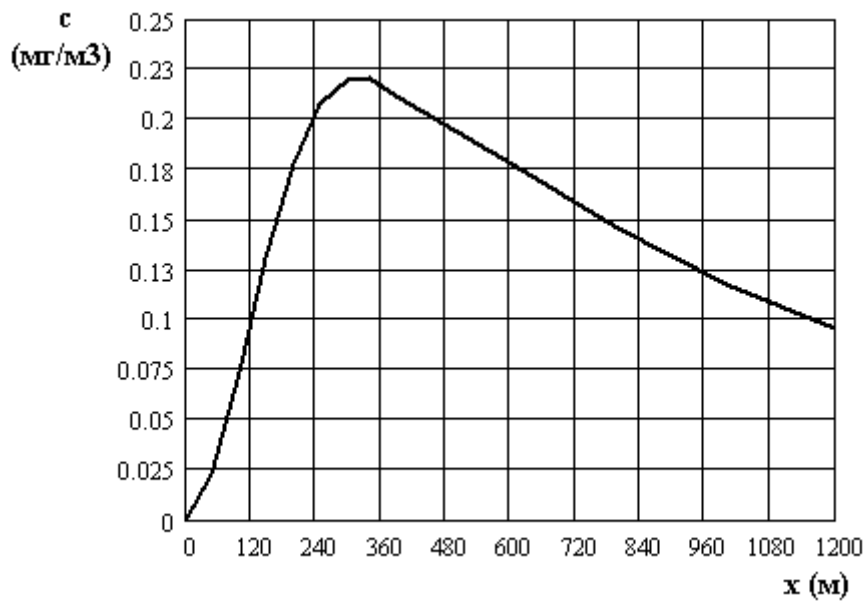


Рис. 2. 1. График приземной  $c(x)$  концентрации вдоль направления преобладающего ветра

## **РАБОТА 4. РАСЧЁТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

Основной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

В расчётном задании должны быть решены следующие вопросы:

- выбор системы освещения;
- выбор источников света;
- выбор светильников и их размещение;
- выбор нормируемой освещённости;
- расчёт освещения методом светового потока.

### **1. ВЫБОР СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ**

Для производственных помещений всех назначений применяются системы общего (равномерного или локализованного) и комбинированного (общего и местного) освещения. Выбор между равномерным и локализованным освещением проводится с учётом особенностей производственного процесса и размещения технологического оборудования. Система комбинированного освещения применяется для производственных помещений, в которых выполняются точные зрительные работы. Применение одного местного освещения на рабочих местах не допускается.

В данном расчётном задании для всех помещений рассчитывается общее равномерное освещение.

### **2. ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ СВЕТА**

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на две группы – газоразрядные лампы и лампы накаливания.

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. По спектральному составу видимого света различают лампы

дневной (ЛД), холодно-белой (ЛХБ), тепло-белой (ЛТБ) и белой цветности (ЛБ). Наиболее широко применяются лампы типа ЛБ. При повышенных требованиях к передаче цветов освещением применяются лампы типа ЛХБ, ЛД. Лампа типа ЛТБ применяется для правильной цветопередачи человеческого лица. Характеристики люминесцентных ламп приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Основные характеристики люминесцентных ламп**

Мощность, Вт	Напряжение сети, В	Световой поток, лм			
		ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
15	127	700	820	835	850
20	127	880	1020	1060	1060
30	220	1650	1940	2020	2020
40	220	2300	2700	2800	2850
65	220	3750	4400	4600	4600
80	220	4250	5000	5200	5200
125	220	-	8000	-	8150

Кроме люминесцентных газоразрядных ламп (низкого давления) для производственного освещения применяют газоразрядные лампы высокого давления, например, лампы ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные) и др., которые рекомендуется использовать для освещения более высоких помещений (6–10 м). Основные характеристики ламп ДРЛ приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

**Основные характеристики ламп ДРЛ**

Тип лампы	Номинальная мощность, Вт	Световой поток, лм
ДРЛ 250	250	13000
ДРЛ 400	400	23000
ДРЛ 700	700	39000
ДРЛ 1000	1000	55000

Использование ламп накаливания допускается при производстве грубых работ или осуществлении общего надзора за эксплуатацией оборудования, особенно если эти помещения не предназначены для пребывания людей, а также в случае невозможности или технико-экономической нецелесообразности применения газоразрядных ламп. Во взрыво- и пожароопасных помещениях, сырых, пыльных, с химически активной средой, там, где температура воздуха может быть менее +10 °С и напряжение в сети падает ниже 90 % от номинального, следует отдавать предпочтение лампам накаливания. Характеристики ламп накаливания приведены в табл. 4.3.

**Основные характеристики ламп накаливания**

Тип лампы	Номинальная мощность, Вт	Световой поток, лм
V215-225-15-1	15	120
V215-225-25	25	220
V215-225-40-1	40	430
V215-225-60-1	60	730
V215-225-75-1	75	960
V215-225-100-1	100	1380
V215-225-150	150	2220
V215-225-200	200	3150
Г215-225-300-2	300	4850
Г215-225-500-1	500	8400
Г215-225-750	750	13100
Г215-225-1000-2	10000	18800

### 3. ВЫБОР СВЕТИЛЬНИКОВ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ

При выборе типа светильников следует учитывать светотехнические требования, экономические показатели, условия среды.

Наиболее распространёнными типами светильников для люминесцентных ламп являются:

Открытые двухламповые светильники типа ОД, ОДОР, ШОД, ОДО, ООД – для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запылённости.

Светильник ПВЛ – является пылевлагозащищённым, пригоден для некоторых пожароопасных помещений: мощность ламп 2х40 Вт.

Плафоны потолочные для общего освещения закрытых сухих помещений:

Л71Б03 – мощность ламп 10х30 Вт;

Л71Б84 – мощность ламп 8х40 Вт.

Основные характеристики светильников с люминесцентными лампами приведены в табл. 4.4.

Для ламп накаливания и ламп ДРЛ применяются следующие типы светильников:

Универсаль (У) – для ламп до 500 Вт; применим для общего и местного освещения в нормальных условиях.

Шар молочного стекла (ШМ) – для ламп до 1000 Вт; предназначен для нормальных помещений с большим отражением потолков и стен (помещения точной сборки, конструкторские).

«Люцетта» (ЛЦ) – для ламп до 300 Вт; предназначен для тех же помещений, что и ШМ.



Глубокоизлучатель со средней концентрацией потока (ГС) – для ламп 500, 1000 Вт; устойчив в условиях сырости и среды с повышенной химической активностью.

Таблица 4.4

**Основные характеристики некоторых светильников с люминесцентными лампами**

Тип светильника	Количество и мощность лампы	Область применения	Размеры, мм			КПД, %
			Длина	Ширина	Высота	
ОД – 2-30	2 x30	Освещение производственных помещений с нормальными условиями среды	933	204	156	75
ОД – 2-40	2 x40		1230	266	158	75
ОД – 2-80	2 x80		1531	266	198	75
ОД – 2-125	2 x125		1528	266	190	75
ОДО – 2-40	2 x40		1230	266	158	75
ОДОР - 2-30	2 x30		925	265	125	75
ОДОР - 2-40	2 x40		1227	265	155	75
АОД - 2-30	2 x30		945	255	-	80
АОД - 2-40	2 x40		1241	255	-	80
ШОД - 2-40	2 x40		1228	284	-	85
ШОД - 2-80	2 x80		1530	284	-	83
Л71Б03 ПВЛ	10x30		1096	1096	187	45
Для пожаро-опасных помещений с пыле- и влаговыделениями			Аналогично ОД			

Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами, м (рис. 4.1):

$H$  – высота помещения;

$h_c$  – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$  – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_{рп}$  – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_{рп}$  – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

Для создания благоприятных зрительных условий на рабочем месте, для борьбы со слепящим действием источников света введены требования ограничения наименьшей высоты светильников над полом (табл. 5 и 6);

$L$  – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются  $L_A$  и  $L_B$ ),

$l$  – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Оптимальное расстояние  $l$  от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным  $L/3$ .

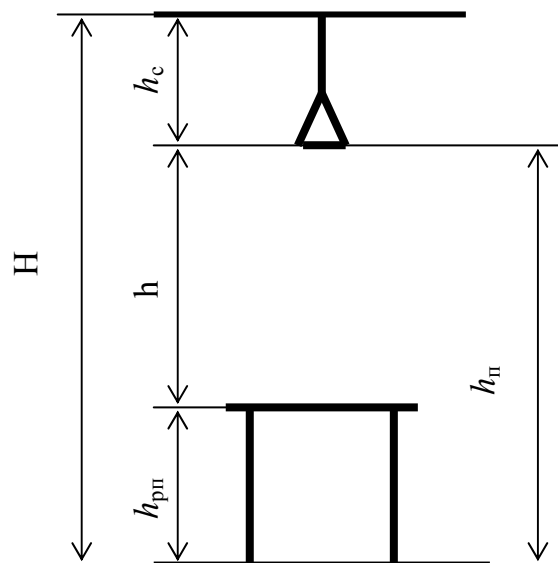


Рис. 4.1. Основные расчетные параметры

Таблица 4.5

**Наименьшая допустимая высота подвеса светильников с люминесцентными лампами**

Тип светильника	Наименьшая допустимая высота подвеса над полом, м
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при одиночной установке или при непрерывных рядах из одиночных светильников	3,5
Двухламповые светильники ОД, ОДР, ОДО, ОДОР при непрерывных рядах из сдвоенных светильников	4,0
Двухламповые светильники ШЛД, ШОД	2,5
Двухламповые уплотнённые светильники ПВЛ	3,0

Таблица 4.6

**Наименьшая допустимая высота подвеса светильников с лампами накаливания**

Тип светильника	Наименьшая допустимая высота подвеса над полом, м		
	В матированной колбе, до 150 Вт	В прозрачной колбе, ≤ 200 Вт	В прозрачной колбе, > 200 Вт
У	2,5	3	4
ШМ	–	2,5	3
ЛЦ	2,5	3	4
ГС	2,5	3	4

Наилучшими вариантами равномерного размещения светильников являются шахматное размещение и по сторонам квадрата (расстояния

между светильниками в ряду и между рядами светильников равны) (рис. 4.2).

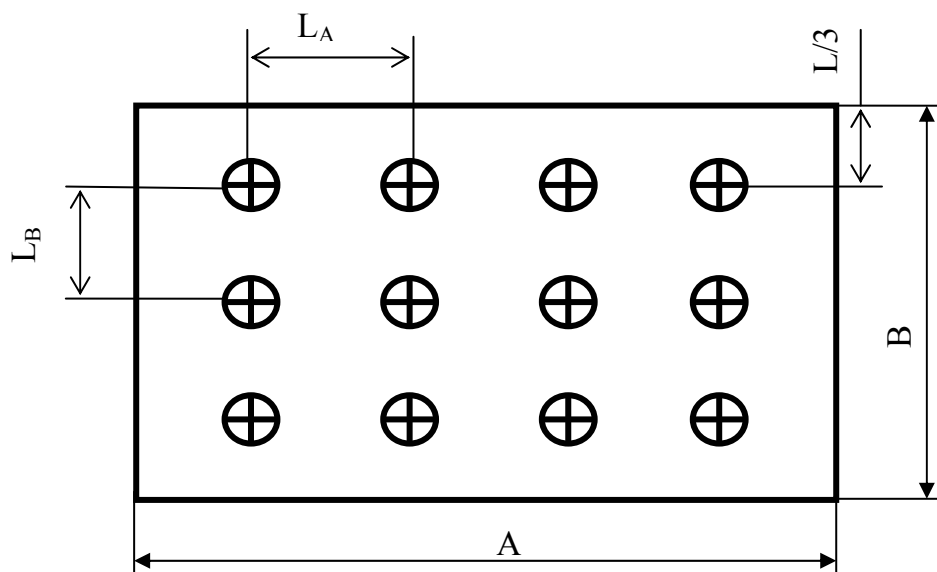


Рис. 4.2. Схема размещения светильников в помещении для ламп накаливания

При равномерном размещении люминесцентных светильников последние располагаются обычно рядами – параллельно рядам оборудования (рис. 4.3). При высоких уровнях нормированной освещённости люминесцентные светильники обычно располагаются непрерывными рядами, для чего светильники сочленяются друг с другом торцами.

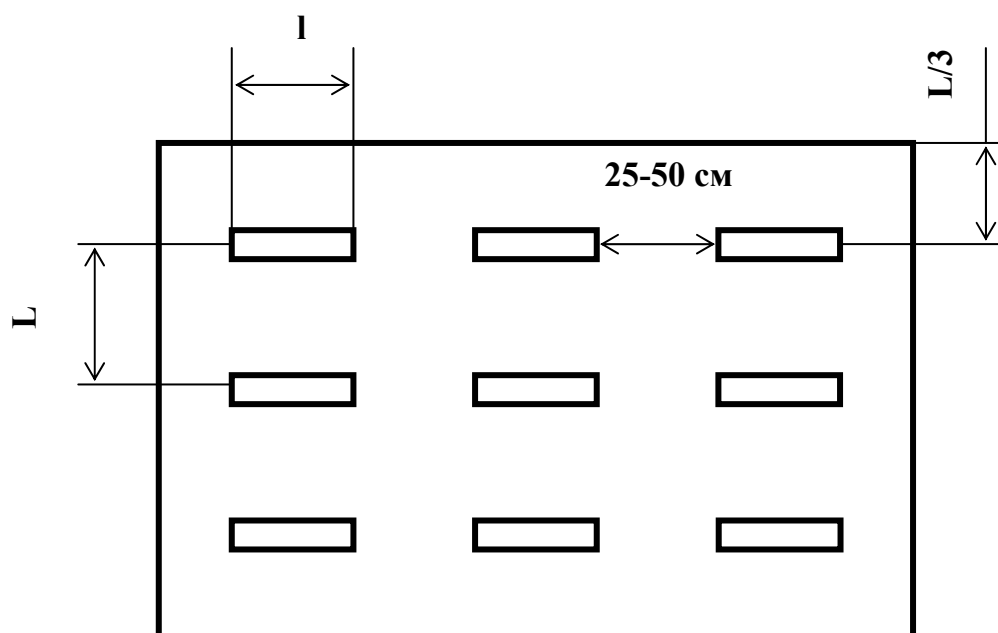


Рис. 4.3. Схема размещения светильников в помещении для люминесцентных ламп

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda = L/h$ , уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости. В табл. 4.7 приведены значения  $\lambda$  для разных светильников.

Таблица 4.7

**Наивыгоднейшее расположение светильников**

Наименование светильников	$\lambda$
Люминесцентные с защитной решёткой ОДР, ОДОР, ШЛД, ШОД	1,1 – 1,3
Люминесцентные без защитной решётки типов ОД, ОДО	1,4
ПВЛ	1,5
ГС, ЛЦ	1,6
У	1,8
ШМ	2,3

Расстояние между светильниками  $L$  определяется как:

$$L = \lambda \cdot h \quad (4.1)$$

Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников (см. пример, рис. 4.4) и определить их число.

#### 4. ВЫБОР НОРМИРУЕМОЙ ОСВЕЩЁННОСТИ

Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СНиП 23-05-95. Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона. Необходимые сведения для выбора нормируемой освещённости производственных помещений приведены в табл. 4.8.

Таблица 4.8

**Нормы освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении (по СНиП 23-05-95)**

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
всего	в том числе от общего							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	a	Малый	Тёмный	5000 4500	500 500	- -
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	4000 3500	400 400	1250 1000
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	2500 2000	300 200	750 600
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	1500 1250	200 200	400 300
Очень высокой точности	От 0,15	II	a	Малый	Тёмный	4000 3500	400 400	- -
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	3000 2500	300 300	750 600
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	2000 1500	200 200	500 400
			г	Средний Большой «	Светлый Светлый Средний	1000 750	200 200	300 200

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	a	Малый	Тёмный	2000 1500	200 200	500 400
			б	Малый Средний	Средний Тёмный	1000 750	200 200	300 200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	750 600	200 200	300 200
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	400	200	200
Средней точности	От 0,5 до 1,0	IV	a	Малый	Тёмный	750	200	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	-	-	200
Малой точности	Св. 1 5 до 5	V	a	Малый	Темный	400	200	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	-	-	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	-	-	200
			г	Средний Большой «	Светлый « Средний	-	-	200
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200

## 5. РАСЧЁТ ОБЩЕГО РАВНОМЕРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (4.2)$$

где  $E_n$  – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;  $S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;  $K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли (табл. 4.9);  $Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение  $E_{cp}/E_{min}$ . Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;  $N$  – число ламп в помещении;  $\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_n$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A + B). \quad (4.3)$$

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно (табл. 4.10).

Значения коэффициента использования светового потока  $\eta$  светильников для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в табл. 4.11 и 4.12.

Рассчитав световой поток  $\Phi$ , зная тип лампы, по табл. 1-3 выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток лампы выходит за пределы диапазона (–10 ÷ +20 %), то корректируется число светильников либо высота подвеса светильников.

Таблица 4.9

**Коэффициент запаса светильников с люминесцентными лампами**

Характеристика объекта	Коэффициент запаса
Помещения с большим выделением пыли	2,0
Помещения со средним выделением пыли	1,8
Помещения с малым выделением пыли	1,5

Таблица 4.10

**Значение коэффициентов отражения потолка и стен**

Состояние потолка	$\rho_n, \%$	Состояние стен	$\rho_{ст}, \%$
Свежепобеленный	70	Свежепобеленные с окнами, закрытыми шторами	70
Побеленный, в сырых помещениях		Свежепобеленные с окнами без штор	
Чистый бетонный	50	Бетонные с окнами	50
Светлый деревянный (окрашенный)	50	Оклеенные светлыми обоями	30
Бетонный грязный		Грязные	30
Деревянный неокрашенный	50	Кирпичные неоштукатуренные	10
Грязный (кузницы, склады)	30	С темными обоями	10
	10		10



Таблица 4.11

**Коэффициенты использования светового потока светильников с люминесцентными лампами**

Тип светильника	ОД и ОДЛ			ОДР			ОДО			ОДОР			Л71БОЗ ОЛ1Б68		
	$\rho_n, \%$	$\rho_c, \%$	$i$	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
				10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
	<b>Коэффициенты использования, %</b>														
0,5	23	26	31	21	24	28	21	25	30	18	21	26	14	16	19
0,6	30	33	37	27	30	34	27	31	36	23	27	32	18	20	22
0,7	35	38	42	32	35	38	32	36	41	27	31	35	21	23	25
0,8	39	41	45	35	37	41	36	39	44	30	33	38	23	25	27
0,9	42	44	48	38	40	43	39	42	46	32	36	40	25	27	29
1,0	44	46	49	40	42	45	41	44	48	34	38	42	26	28	30
1,1	46	48	51	41	43	46	42	46	50	36	39	43	27	29	31
1,25	48	50	53	43	45	48	44	48	52	38	41	45	29	30	32
1,5	50	52	56	45	48	51	46	50	55	40	43	47	30	31	34
1,75	52	55	58	47	50	53	49	52	58	42	45	50	31	33	35
2,0	55	57	60	50	52	54	51	55	60	43	47	52	33	34	36
2,25	57	59	62	52	54	56	53	57	62	45	49	54	34	35	37
2,5	59	61	64	53	55	58	55	58	64	47	50	56	35	36	39
3,0	60	62	66	54	56	60	56	60	66	48	52	58	36	37	40
3,5	61	64	67	56	57	61	58	62	67	49	53	59	37	38	40
4,0	63	65	68	57	58	62	59	63	68	50	54	60	38	39	41
5,0	64	66	70	58	60	63	60	64	70	51	56	62	38	40	42

Продолжение табл. 4.11

Тип светильника	АОД и ШОД					ПВЛ - I		
	$\rho_n, \%$	$\rho_c, \%$	$\rho_n, \%$	$\rho_c, \%$	$\rho_n, \%$	$\rho_c, \%$	$\rho_n, \%$	$\rho_c, \%$
$\rho_n, \%$	50	50	70	70	30	30	50	70
$\rho_c, \%$	30	50	50	70	10	30	50	70
<b>i</b>	<b>Коэффициенты использования, %</b>							
0,5	19	22	24	30	14	10	13	17
0,6	24	27	29	36	18	13	17	22
0,7	28	31	33	39	20	16	20	25
0,8	30	33	36	42	24	18	22	28
0,9	32	35	38	44	26	20	24	30
1,0	34	36	40	45	29	22	26	32
1,1	35	38	41	46	33	24	28	34
1,25	37	40	43	48	35	26	30	36
1,5	39	42	46	51	37	29	33	39
1,75	41	44	48	53	40	31	36	42
2,0	43	46	50	55	42	33	38	44
2,25	45	48	51	56	43	35	40	45
2,5	46	49	54	58	45	37	41	47
3,0	48	50	56	59	48	39	43	49
3,5	50	52	57	60	50	41	45	51
4,0	51	53	59	62	51	43	47	52
5,0	52	55	60	63	53	45	49	54

Таблица 4.12

Коэффициенты использования светового потока светильников с лампами накаливания  $\eta$ , %

Тип светильника	У			ШМ			ЛЦ			ГС			
	$\rho_n$ , %	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70
$\rho_c$ , %	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	70
$i$													
0,5	21	24	28	8	9	12	14	16	20	19	21	25	
0,6	27	30	34	10	12	16	19	21	25	24	27	31	
0,7	32	35	38	12	14	18	23	24	29	29	31	34	
0,8	35	38	41	14	16	20	25	26	31	32	33	37	
0,9	38	40	44	16	17	21	27	29	33	34	36	39	
1,0	40	42	45	17	19	22	29	31	34	36	38	40	
1,1	42	44	46	17	19	23	30	32	36	37	39	41	
1,25	44	46	48	19	21	24	31	34	38	39	41	43	
1,5	46	48	51	21	23	27	34	37	41	41	43	46	
1,75	48	50	53	22	25	29	36	39	43	43	44	48	
2,0	50	52	55	24	27	30	38	41	45	44	46	49	
2,25	55	57	60	25	28	31	44	47	51	47	47	50	
2,5	54	55	59	27	29	33	41	45	48	48	49	52	
3,0	55	57	60	28	31	35	44	47	51	49	51	53	
3,5	56	58	61	30	33	37	45	49	52	50	52	54	
4,0	57	59	62	31	35	38	46	50	54	51	53	55	
5,0	58	60	63	32	37	40	48	52	56	52	54	57	

### Пример

Дано помещение с размерами: длина  $A = 24$  м, ширина  $B = 12$  м, высота  $H = 4,5$  м. Высота рабочей поверхности  $h_{\text{рп}} = 0,8$  м. Требуется создать освещенность  $E = 300$  лк.

Коэффициент отражения стен  $R_c = 30\%$ , потолка  $R_n = 50\%$ . Коэффициент запаса  $k = 1,5$ , коэффициент неравномерности  $Z = 1,1$ .

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД,  $\lambda = 1,4$ .

Приняв  $h_c = 0,5$  м, получаем  $h = 4,5 - 0,5 - 0,8 = 3,2$  м;

$$L = 1,4 \cdot 3,2 = 4,5 \text{ м}; L/3 = 1,5 \text{ м}.$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 12 светильников типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис. 4). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении  $N = 72$ .

Находим индекс помещения

$$i = 288 / [3,2(24 + 12)] = 2,5.$$

По табл. 4.11 определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,61.$$

$$\Phi = \frac{300 \cdot 288 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{72 \cdot 0,63} = 3143 \text{ Лм}.$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

По табл. 1 выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} 100\% \leq +20\%.$$

Получаем

$$-10\% \leq 8,78\% \leq +20\%.$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 72 \cdot 40 = 2880 \text{ Вт}.$$

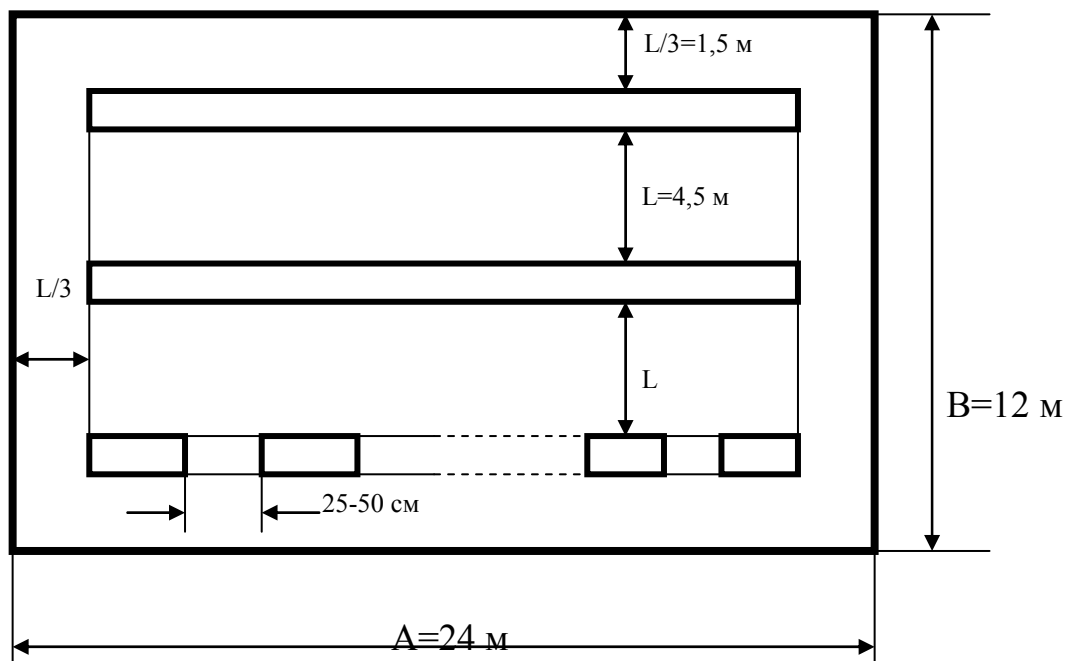


Рис. 4.4. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 800 с.
2. Кнорринг Г.М. Осветительные установки. – Л.: Энергия, 1981. – 412 с.
3. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Под ред. Г.М. Кнорринга. – СПб.: Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.
4. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
5. ГОСТ 6825-91. Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения.
6. ГОСТ 2239-79. Лампы накаливания общего назначения.

## **РАБОТА 5. РАСЧЁТ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ**

### **1. ВВЕДЕНИЕ**

Искусственное групповое защитное заземляющее устройство (УЗЗ) может состоять из вертикальных электродов и горизонтально расположенной соединительной полосы, соединенных между собой сваркой или болтовым соединением. Для обеспечения надежной защиты от электропоражения устройство заглубляется в земле на 0,7–0,8 м. Это необходимо, так как верхний слой земли промерзает и высыхает при снижении и повышении сезонных колебаний температуры, что может приводить к возрастанию удельного сопротивления растеканию тока в земле.

Для уменьшения размеров и экономических затрат на сооружение УЗЗ рекомендуется использовать сопротивление естественных заземлителей. В качестве которых можно использовать: свинцовые оболочки кабелей; инженерные сооружения, проложенные в земле, кроме трубопроводов для горючих жидкостей; грозозащита опор линий электропередачи.

В данной работе расчет УЗЗ выполнен, исходя из допустимого, согласно ПУЭ, сопротивления заземлителя растеканию тока методом коэффициентов использования

### **2. ПОРЯДОК РАСЧЕТА**

1. Уточняются исходные данные.
2. Определяется расчетный ток замыкания на землю.
3. Определяется требуемое сопротивление растеканию заземляющего устройства.
4. Определяется требуемое сопротивление искусственного заземлителя;
5. Выбирается тип заземлителя и составляется предварительная схема (проект) заземляющего устройства, т. е. размещаются на плане установки принятые для сооружения УЗЗ электроды и заземляющие проводники;
6. Уточняются параметры УЗЗ.

#### **2.1. Исходные данные для расчета**

Для расчета заземления необходимы следующие сведения:

1) характеристика электроустановки – тип установки, виды основного оборудования, рабочие напряжения, способы заземления нейтралей трансформаторов и генераторов и т. п.;

2) план электроустановки с указанием основных размеров и размещения оборудования;

3) формы и размеры электродов, из которых предполагается соорудить проектируемый групповой заземлитель, а также предполагаемая глубина погружения их в землю. Вертикальные (стержневые) электроды, забиваемые вертикально в землю, выполнены обычно из стальных труб диаметром 5–6 см с толщиной стенки не менее 3,5 мм или из угловой стали с толщиной полок не менее 4 мм (обычно от 40x40 до 60x60 мм) длиной 2,5–3,0 м. Широко для стержневых электродов применяется прутковая сталь диаметром не менее 10 мм и длиной до 10 м. Для горизонтальных электродов применяется полосовая сталь сечением не менее 4x12 мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм;

4) данные измерений удельного сопротивления грунта на участке, где предполагается сооружение заземлителя, а также характеристика климатической зоны (в соответствии с табл. 5.1);

Таблица 5.1

**Удельные сопротивления грунта растеканию тока короткого замыкания**

Грунт	Удельное сопротивление, (Ом·см)	Грунт	Удельное сопротивление, (Ом·см)
Песок сухой	2500	Глина	60
Песок влажный	600	Торф	20
Супесок	300	Каменный	4000
Чернозем	200	Вода речная	100
Суглинок	100	Вода озерная	50

5) данные о естественных заземлителях: какие сооружения могут быть использованы для этой цели и сопротивление их растеканию, тока, полученные непосредственным измерением; если по каким-либо причинам измерение сопротивления естественного заземлителя произвести невозможно, должны быть даны сведения, позволяющие определить это сопротивление расчетом: Сопротивление естественных заземлителей можно вычислять по формулам, выведенным для искусственных заземлителей аналогичной формы (см. [1], табл.1-17), или специальным формулам, встречающимся в технической литературе. Например, сопротивление растеканию системы «грозозащитный трос – опоры» (при числе опор с тросом более 20) определяется приближенной формулой

$$R_e = \sqrt{r_{on} \cdot \frac{r_T}{n_T}}, \quad (5.1)$$

где,  $r_{on}$  – расчетное, т. е. наибольшее (с учетом сезонных колебаний) сопротивление заземления одной опоры, Ом;  $r_T$  – активное сопротивление троса на длине одного пролета, Ом;  $n_T$  – число тросов на опоре.

Для стального троса сечением  $s$ , мм<sup>2</sup>, при длине пролета  $l$ , м, активное сопротивление, Ом,

$$r_T = 0,15 \cdot \frac{l}{s}. \quad (5.2)$$

Поскольку на сопротивление естественных заземлителей влияют многие факторы, которые не учитываются этими формулами (наличие антикоррозийной изоляции на трубах или резиновых прокладок в стыках труб, различная глубина заложения протяженного заземлителя в земле и т. п.), указанные вычисления дают, как правило, очень большую ошибку. Поэтому сопротивления естественных заземлителей следует определять непосредственно измерениями. Если заземлители при этом находятся на глубине промерзания, то результат измерения умножается на коэффициент сезонности (см. табл. 5.2).

Таблица 5.2

**Признаки климатических зон и значения коэффициентов**

Характеристики климатических зон	1	2	3	4
Средняя многолетняя низшая температура (январь), С	от -20 до -15	от -14 до -10	от -10 до 0	от 0 до +5
Средняя многолетняя высшая температура (июль), С	от +16 до +18	от +18 до +22	от +22 до +24	от +24 до +26
Среднегодовое количество осадков см.	40	50	50	30 - 50
Продолжительность замерзания вод (дней)	190	150	100	0
Значения повышающих коэффициентов				
Для вертикальных электродов, Кв	1,8-2,0	1,5-1,8	1,4-1,6	1,2-1,4
Для горизонтальных электродов, Кг	4,5-7,0	3,5-4,5	2,0-2,5	1,5-2,0

б) расчетный ток замыкания на землю; если ток неизвестен, его вычисляют обычными способами, при этом следует учитывать указания, приведенные в п. «2»;

## 2.2. Определение расчетного тока замыкания на землю

Током замыкания на землю называется ток, проходящий через место замыкания на землю, т. е. в месте случайного электрического соединения токоведущей части непосредственно с землей или нетоковеду-



щими проводящими конструкциями или предметами, не изолированными от земли.

Электроустановки по значению тока замыкания на землю условно разделяются на две группы:

а) Установки с большими токами замыкания на землю, в которых однофазный ток замыкания на землю больше 500 А. К ним относятся установки трехфазного тока напряжением 110 кВ и выше с глухозаземленной нейтралью, т. е. присоединенной к заземляющему устройству непосредственно или через малое сопротивление (трансформатор тока и др.).

б) Установки с малыми токами замыкания на землю, в которых однофазный ток замыкания на землю не превышает 500 А. К ним относятся установки трехфазного тока напряжением до 35 кВ включительно с изолированной нейтралью, т. е. не присоединенной к заземляющему устройству или присоединенной через аппараты, компенсирующие емкостный ток в сети, трансформаторы напряжения и другие аппараты, имеющие большое сопротивление.

В установках с большими токами замыкания на землю расчетным током является наибольший из токов однофазного замыкания (установившееся значение), проходящих через рассчитываемое заземляющее устройство. При определении этого тока должны быть учтены: возможность замыкания фазы на землю, как в пределах проектируемой электроустановки, так и вне ее; распределение тока замыкания на землю между заземленными нейтральями сети; различные варианты схем работы сети.

Покажем это на примере сети с несколькими подстанциями, приведенной на рис.1.

а) нейтрали трансформаторов заземлены на всех подстанциях. Тогда при замыкании одной из фаз на землю ток  $I_z$ , стекающий в землю, будет равен сумме токов, посылаемых к месту замыкания каждой подстанцией, т. е.  $I_z = I_A + I_B + I_C$

Если замыкание произошло в пределах одной подстанции, например  $A$ , то токи, проходящие через заземления подстанций, будут: для подстанции  $A$  –  $I_z$ , а для других – соответственно  $I_B$  и  $I_C$ .

б) если замыкание фазы на землю произошло вне подстанций, то через заземления подстанций будут проходить токи  $I_A$ ,  $I_B$  и  $I_C$  соответственно.

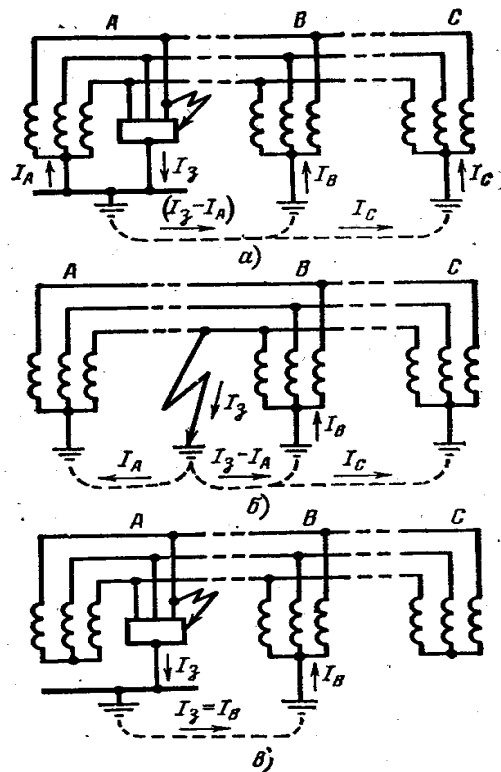


Рис.5.1. К определению тока замыкания на землю в установках выше 1000В с большими токами замыкания на землю

в) если на подстанциях *A* и *C* нейтрали изолированы, то при замыканий фазы на землю на подстанции *A* через заземляющие устройства подстанций *A* и *B* пройдет полный ток замыкания на землю  $I_з = I_B$ , который посылается подстанцией *B*. Очевидно, при этой схеме во всех случаях замыкания наибольшим током для каждой подстанции будет ток  $I_B$ ; он и будет расчетным током.

В установках с малыми токами замыкания на землю расчетный ток зависит от наличия аппаратов, компенсирующих емкостный ток сети. В установках, не имеющей компенсирующих аппаратов, расчетным является полный ток замыкания на землю. Для сети с изолированной нейтралью он приближенно определяется выражением:

$$I_{кз} = \frac{U}{350} [35(L_{кл} + L_{вл})], \quad (5.3)$$

где,  $U$  – линейное напряжение, кВ;

$L_{кл}$ ,  $L_{вл}$  – длины электрически связанных кабельных и воздушных линий электропередачи.

Для установки с малыми токами замыкания на землю в целях уп-

рошения допускается принимать в качестве расчетного ток срабатывания релейной защиты от междуфазных замыканий или ток плавления предохранителей, если эта защита обеспечивает отключение от замыкания на землю. В этом случае ток замыкания на землю должен быть не менее 1,5-кратного тока срабатывания релейной защиты или 3-кратного номинального тока предохранителя.

В установках с компенсацией емкостных токов в качестве расчетного принимается ток равный 125 % номинального тока аппарата:

$$I_{кз} = 1,25 \cdot I_{НОМ} . \quad (5.4)$$

### 2.3. Определение требуемого сопротивления заземляющего устройства

Расчет заземлителя производится по заранее заданным наибольшим допустимым значениям сопротивления заземлителя растеканию тока  $R_z$  или напряжения прикосновения (и шага) Упр.

Наибольшие допустимые значения  $R_z$ , установленные Правилами устройства электроустановок, составляют:

для установок до 1000 В

**10 Ом** – при суммарной мощности генераторов или трансформаторов, питающих данную сеть, не более 100 кВА;

**4 Ом** – во всех остальных случаях;

для установок выше 1000 В

**0,5 Ом** – при больших токах замыкания на землю (т. е. больше 500 А);

**$250/I_z \leq 10$  Ом** – при малых токах замыкания на землю и при условии, что заземлитель используется только для электроустановок напряжением выше 1000 В;  **$250/I_z \leq 10$  Ом** – при малых токах замыкания на землю и при условии, что заземлитель используется одновременно для установок напряжением до 1000 В.

В этих выражениях  $I_z$  – расчетный ток замыкания на землю, А.

Примечание: при удельном сопротивлении  $\rho$  более 100 Ом·м допускается увеличивать указанные выше нормы в **0,01· $\rho$**  раз, но не более десятикратного.

### 2.4. Определение требуемого сопротивления искусственного заземлителя

При использовании естественных заземлителей, а это дает значительную экономию средств и предписывается ПУЭ сопротивление ис-

искусственного заземлителя  $R_{и}$ , Ом, меньше требующегося  $R_3$ , Ом, и определяется из выражения

$$R_{и} = \frac{R_e \cdot R_3}{R_e - R_3}, \quad (5.5)$$

Где  $R_e$  – сопротивление растеканию естественного заземлителя, Ом.

## 2.5. Выбор типа заземлителя и составление предварительной схемы заземляющего устройства

На основании данных о территории, на которой возможно размещение искусственного заземлителя, и значений  $I_3$ ,  $R_{и}$ ,  $\rho$  и др. выбирается тип заземляющего устройства – *выносной* или *контурный*.

Затем после выбора формы электродов (обычно стержневые и полосовые) их ориентировочно размещают на плане участка.

В установках с большими токами замыкания на землю размещение электродов должно обеспечить возможно 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.

Поперечные проводники сетки прокладывают в удобных местах между оборудованием на расстоянии не более 12 м друг от друга.

В местах пересечения продольные и поперечные проводники надежно соединяются между собой с помощью сварки.

При расчете заземлителя по допустимому напряжению прикосновения (и шага) расстояние между продольными, а также между поперечными проводниками определяется расчетом.

Расстояние от границ заземлителя до ограды электроустановки с внутренней стороны должно быть не менее 3 м. Если заземлитель не размещается на ограждаемой территории, его расширяют за пределы территории электроустановки; при этом металлические части ограды и

арматура стоек железобетонной ограды должны быть присоединены к заземлителю. Кроме того, должно быть обеспечено плавное снижение потенциала вблизи заземлителя путем укладки в землю на глубине 1,5 м проводника вокруг заземлителя на расстоянии 1 м от его границ.

## 2.6. Уточнение параметров заземлителя

На основании предварительной схемы заземлителя и имеющихся данных о расчетных удельных сопротивлениях грунта вычисляется расчетное сопротивление этого заземлителя  $R$  и результат сравнивается с ранее определенным расчетным значением требуемого сопротивления искусственного заземлителя  $R_{и}$ .

Если значения  $R$  и  $R_{и}$  совпадают или, по крайней мере, отличаются незначительно, это свидетельствует о том, что все основные параметры принятого нами заземлителя – форма, размеры, размещение электродов в земле и относительно друг друга выбраны правильно и, следовательно, напряжения прикосновения и шага находятся в допустимых пределах.

При значительных расхождениях в значениях  $R$  и  $R_{и}$  необходимо внести поправки в предварительную схему заземлителя – изменить количество и размещение электродов, а иногда их размеры, площадь, занимаемую заземлителем, и т. п. и вновь произвести вычисление  $R$ .

Таким образом, *вычисление  $R_{и}$  является поверочным и производится путем постепенного приближения.*

При расчете сложного заземлителя, состоящего из вертикальных и горизонтального электродов, в однородной земле способом коэффициентов использования вычисление  $R_{и}$  производится в следующем порядке для конструкции УЗЗ (рис.5.2):

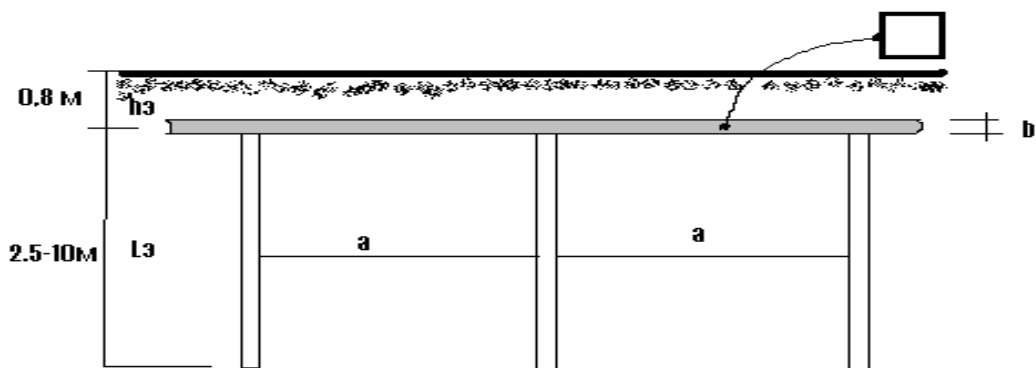


Рис. 5.2. Схема устройства искусственного группового заземления:

$L_3$ , м – длина электрода;  $d_3$ , м – диаметр электрода;  
 $h_3$ , м – глубина заложения электрода;  $a$ , м – расстояние между электродами;  $b$ , см – ширина соединительной полосы;  
 $h_{п}$ , см – глубина заложения соединительной полосы;  
 $L_i$ , см – длина соединительной полосы

Длина соединительной полосы определяется по формуле:  $L_{п} = a \cdot n$ , если электроды расположены в ряд,  $L_{п} = a \cdot (n-1)$ , если электроды расположены по контуру, где  $n$  – количество электродов.

Таким образом, расчет защитного заземления сводится к определению необходимого количества электродов, чтобы общее сопротивление защитного заземления не превышало допустимого по нормам.

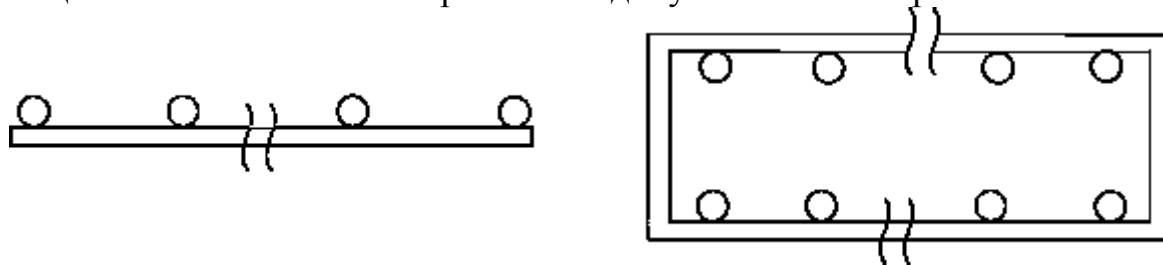


Рис. 5.3. План размещения УЗЗ

### Порядок расчета.

1. Определяем сопротивление стержневого электрода

$$R_3 = \frac{0,366 \cdot \rho \cdot K_с}{l_3} \left( \lg \frac{2 \cdot l_3}{d_3} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot h_3 + l_3}{4 \cdot h_3 - l_3} \right), \text{ Ом либо}$$

$$R_3 = \frac{\rho \cdot K_с}{2\pi l_3} \left( \ln \frac{2 \cdot l_3}{d_3} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot h_3 + l_3}{4 \cdot h_3 - l_3} \right). \quad (5.6)$$

Примечание: если электрод из уголкового стали, то  $d_3 = 0,95 \cdot b$ .

где  $b$  – ширина полки уголка,  $K_с$  – коэффициент сезонно-

сти вертикальных электродов равный 2.

2. Определяем предварительно количество электродов –  $n'$

$$n' = \frac{R_{\text{э}}}{R_u} \quad (5.7)$$

3. Зная расположение электродов (в ряд или по контуру), отношение расстояния между электродами к их длине и предварительное количество электродов, определяем коэффициент использования электродов (табл. 5.3).

4. Определяем окончательно потребное количество электродов –  $n$ ,

$$n = \frac{R_{\text{э}}}{R_u \cdot \eta_{\text{э}}} \quad (5.8)$$

5. Определяем длину соединительной полосы,  $l_n$  если электроды расположены ряд:

$$l_n = \alpha n, \text{ м,}$$

если электроды расположены по контуру:

$$l_n = \alpha(n-1), \text{ м.}$$

Предпочтительно длину соединительной полосы определять согласуя ее с размерами помещения, где установлено оборудование.

6. Определяем сопротивление соединительной полосы:

$$R_n = \frac{0,36 \cdot \rho \cdot K_{\text{г}}}{l_n} \cdot \lg \frac{2l_n^2}{h \cdot \epsilon}, \text{ либо} \quad (5.9)$$
$$R_n = \frac{\rho \cdot K_{\text{г}}}{2\pi l_n} \cdot \ln \frac{2l_n^2}{h_n \cdot \epsilon}$$

где  $K_{\text{г}}$  – коэффициент сезонности горизонтальных электродов, равный 2

7. Определяем общее сопротивление контура защитного заземления

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{\text{э}} \cdot R_n}{R_{\text{э}} \cdot \eta_n + R_n \cdot \eta_{\text{э}} \cdot n} \quad (5.10)$$

где  $\eta_n, \eta_{\text{э}}$  коэффициент использования полосы (табл. 5.4).

## 8. Производим проверку выполнения условия

$$R_{\Sigma} \leq R_u$$

Таблица 5.3

Коэффициент использования электродов ( $\eta_{\alpha}$ ) при отношении  $\alpha/l$

Количество электродов	Электроды в ряд			Электроды по контуру		
	3	2	1	3	2	1
5	0,87	0,80	0,63	–	–	–
10	0,83	0,70	0,55	0,78	0,67	0,50
20	0,77	0,62	0,47	0,72	0,60	0,43
30	0,75	0,60	0,40	0,71	0,59	0,42
50	0,73	0,58	0,38	0,68	0,52	0,37
100	–	–	–	0,64	0,48	0,33
200	–	–	–	0,61	0,44	0,30
300	–	–	–	0,60	0,43	0,28

Таблица 5.4

Коэффициент использования полосы ( $\eta_n$ ) при отношении  $\alpha/l$

Количество электродов	Электроды в ряд			Электроды по контуру		
	3	2	1	3	2	1
5	0,90	0,85	0,72	0,71	0,50	0,41
10	0,79	0,70	0,59	0,55	0,39	0,33
20	0,65	0,55	0,40	0,44	0,32	0,27
30	0,57	0,45	0,30	0,40	0,30	0,23
50	0,49	0,35	0,21	0,37	0,27	0,21
70	0,46	0,33	0,19	0,35	0,25	0,20
100	–	–	–	0,33	0,24	0,19

Расчет сопротивление контурного заземлителя, состоящего только из горизонтальных электродов (решетка), в однородной земле может быть определено по приближенной формуле Оллендорфа — Лорана, Ом,

$$R_{\Sigma} = \frac{\rho}{2pL_{\Gamma}} \left( \ln \frac{L_{\Gamma}^2}{td} + m \right), \quad (5.11)$$

где,  $L_{\Gamma}$  – суммарная длина всех проводников, образующих решетку, м;

$d$  – диаметр прутков круглого сечения, из которых выполнена решетка, м;

$t$  – глубина размещения решетки, м;

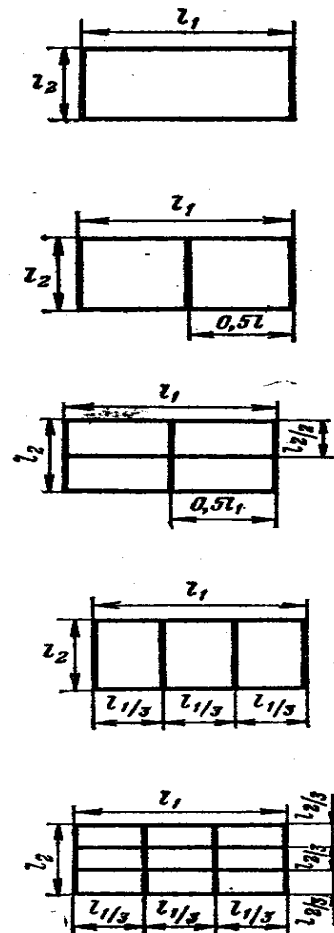
$m$  – коэффициент, зависящий от конфигурации решетки (см табл. 5.5)



Таблица 5.5

Коэффициент, учитывающий влияние конфигурации решётки

m				
Отношение сторон решетки				
1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
1,71	1,76	1,86	2,10	2,34
3,67	3,41	3,31	3,29	3,35
4,95	5,16	5,44	6,00	6,52
4,33	4,43	4,73	5,04	5,61
8,55	8,94	9,40	10,3	11,11



### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Энергоиздат, 1982
2. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках.– М.: Энергия, 1979. – 408 с.

## **РАБОТА 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАТЕЖЕЙ НА ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ ОТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний являются экономическим гарантом защиты работников в случае ущерба здоровью работающих в процессе трудовой деятельности. Платежи работодателя в Фонд социального страхования РФ определяются классом риска вида экономической деятельности организации и состоянием организации управления охраной труда в ней. В данных методических указаниях рассматривается расчет платежей на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний организации с учетом конкретного состояния охраны труда.

### **2. ЗАДАНИЕ**

Определить платежи по страхованию от несчастных случаев организации в которой в прошлом году работало **Р** работников, произошло **Н** несчастных случаев, с суммарным числом дней потери по нетрудоспособности **Д**, фонд оплаты труда составил рублей **ФОТ**, перечислено в ФСС рублей **ВЗ**, проведена аттестация рабочих мест по условиям труда на % рабочих мест **АРМ%**, периодический медосмотр прошло работников **ПМ%**. Средние значения показателей для расета скидок и надбавок к страховым тарифам за прошлый год утверждены в размере  $a_{отр}$ ,  $b_{отр}$ ,  $c_{отр}$ .

№	Код оконх	Отрасль Вид деятельности	a <sub>отр</sub>	b <sub>отр</sub>	c <sub>отр</sub>	P	N	Д	ФОТ тыс. р	ВЗ тыс. р	АРМ %	ПМ %
1	11200	Топливная промышленность	1,87	4,84	8,50	100	5	150	960	3	30	50
2	11210	Нефтедобывающая промышленность	0,81	1,24	53,11	200	6	200	32000	45	45	60
3	11220	Нефтеперерабатывающая промышленность	0,71	1,28	44,12	300	6	180	45000	50	60	70
4	11230	Газовая промышленность	1,99	1,99	47,33	450	5	140	50000	60	45	80
5	11231	Добыча природного газа	0,79	1,74	45,10	50	1	24	5800	43	70	90
6	11232	Переработка природного газа	0,72	1,18	32,83	150	2	36	1200	68	80	95
7	11233	Переработка попутного нефтяного газа	0,80	0,74	56,58	206	3	38	30000	80	90	98
8	11300	Угольная промышленность	330,6 7	12,84	5,45	58	1	60	6000	75	100	93
9	11310	Добыча угля	67,08	0,00	0,00	100	5	150	960	3	30	50
10	11311	Добыча угля открытым способом	0,45	6,13	31,78	200	6	200	32000	45	45	60
11	11312	Добыча угля подземным способом	3,32	39,05	38,55	300	6	180	45000	50	60	70
12	11320	Обогащение угля	0,99	8,92	32,97	450	5	140	50000	60	45	80
13	11330	Производство угольных брикетов	0,63	4,83	28,00	50	1	24	5800	43	70	90
14	11410	Сланцевая промышленность	1,80	13,23	62,80	150	2	36	1200	68	80	95
15	11610	Торфяная промышленность	0,43	3,76	26,40	206	3	38	30000	80	90	98
16	11611	Добыча торфа	0,89	8,74	28,51	58	1	60	6000	75	100	93
17	11612	Производство торфяных брикетов	0,35	4,78	5,17	100	5	150	960	3	30	50
18	12100	Черная металлургия	63,79	0,00	0,00	200	6	200	32000	45	45	60

№	Код оконх	Отрасль Вид деятельности	a <sub>отр</sub>	b <sub>отр</sub>	c <sub>отр</sub>	P	N	Д	ФОТ тыс. р	ВЗ тыс. р	АРМ %	ПМ %
19	12110	Добыча и обогащение рудного сырья для черной металлургии	1343 5,6	400,0	0,00	300	6	180	45000	50	60	70
20	12111	Подземная добыча руд черных металлов	0,53	6,44	42,11	450	5	140	50000	60	45	80
21	12112	Открытая добыча руд черных металлов	0,77	3,17	45,40	50	1	24	5800	43	70	90
22	12120	Добыча и обогащение нерудного сырья для черной металлургии	1,21	5,78	25,97	150	2	36	1200	68	80	95
23	12130	Производство черных металлов	0,67	3,24	31,17	206	3	38	30000	80	90	98
24	12140	Производство труб	0,57	2,99	41,70	58	1	60	6000	75	100	93
25	12150	Производство электроферросплавов	0,77	3,92	30,25	100	5	150	960	3	30	50
26	12160	Коксохимическая промышленность	0,71	3,40	31,75	200	6	200	32000	45	45	60
27	12170	Производство огнеупоров	0,53	5,72	26,28	300	6	180	45000	50	60	70
28	12180	Вторичная обработка черных металлов	0,70	4,87	34,32	450	5	140	50000	60	45	80
29	12190	Производство метизов производственного назначения	0,70	3,56	35,04	50	1	24	5800	43	70	90
30	12200	Цветная металлургия	0,23	13,95	42,37	150	2	36	1200	68	80	95
31	12210	Алюминиевая промышленность	0,00	0,00	0,00	206	3	38	30000	80	90	98
32	12211	Добыча и обогащение алюминийсодержащего сырья	2,06	16,11	39,19	58	1	60	6000	75	100	93
33	12212	Производство алюминия, глинозема и фтористых солей	1,26	3,88	21,55	100	5	150	960	3	30	50
34	12220	Медная промышленность	0,63	6,04	88,00	200	6	200	32000	45	45	60

№	Код оконх	Отрасль Вид деятельности	a <sub>отр</sub>	b <sub>отр</sub>	c <sub>отр</sub>	P	N	Д	ФОТ тыс. р	ВЗ тыс. р	АРМ %	ПМ %
35	12221	Добыча и обогащение медной руды	1,78	5,76	43,41	300	6	180	45000	50	60	70
36	12222	Производство меди	0,78	3,30	37,75	450	5	140	50000	60	45	80
37	12230	Свинцово-цинковая промышленность	0,00	0,00	0,00	50	1	24	5800	43	70	90
38	12231	Добыча и обогащение свинцово-цинковой руды	0,01	11,56	23,39	150	2	36	1200	68	80	95
39	12232	Производство свинца и цинка	1,12	15,57	39,06	206	3	38	30000	80	90	98
40	12240	Никель-кобальтовая промышленность	4,47	9,90	101,0	58	1	60	6000	75	100	93
41	12241	Добыча и обогащение никелевой и кобальтовой руды	0,11	2,20	33,33	100	5	150	960	3	30	50
42	12242	Производство никеля и кобальта	0,45	6,23	18,54	200	6	200	32000	45	45	60
43	12250	Титано-магниева промышленность	0,00	0,00	0,00	300	6	180	45000	50	60	70
44	12251	Добыча и обогащение титанового сырья	0,00	0,00	0,00	450	5	140	50000	60	45	80
45	12252	Производство титана и магния	0,91	3,03	21,61	50	1	24	5800	43	70	90
46	12260	Вольфрамо-молибденовая промышленность	1,55	31,36	18,46	150	2	36	1200	68	80	95
47	12270	Оловянная промышленность	1,02	0,54	21,00	206	3	38	30000	80	90	98
48	12272	Производство олова	2,13	12,42	20,69	58	1	60	6000	75	100	93
49	12280	Сурьяно-ртутная промышленность	0,00	0,00	0,00	100	5	150	960	3	30	50
50	12281	Добыча и обогащение сурьяно-ртутных руд	0,00	0,00	0,00	200	6	200	32000	45	45	60
51	12282	Производство сурьмы и ртути	7,19	0,00	0,00	300	6	180	45000	50	60	70

№	Код оконх	Отрасль Вид деятельности	a <sub>отр</sub>	b <sub>отр</sub>	c <sub>отр</sub>	P	N	Д	ФОТ тыс. р	ВЗ тыс. р	АРМ %	ПМ %
52	12310	Промышленность редких металлов и полупроводниковых материалов	0,93	4,67	56,67	450	5	140	50000	60	45	80
53	12311	Добыча и обогащение руд редких металлов (кроме радиоактивных и бериллиевых руд)	0,28	4,51	32,13	50	1	24	5800	43	70	90
54	12312	Производство редких металлов (кроме радиоактивных материалов)	4,17	11,74	12,53	150	2	36	1200	68	80	95
55	12313	Производство полупроводниковых материалов	1,05	1,62	101,5	206	3	38	30000	80	90	98
56	12314	Добыча и обогащение радиоактивных и бериллиевых руд	2,21	2,32	47,05	58	1	60	6000	75	100	93
57	12315	Производство и переработка радиоактивных материалов	1,09	0,98	35,17	100	5	150	960	3	30	50
58	12410	Промышленность драгоценных металлов и алмазов	22,15	0,00	0,00	200	6	200	32000	45	45	60
59	12411	Добыча драгеталлов	0,54	4,81	45,58	300	6	180	45000	50	60	70
60	12412	Производство драгоценных металлов и сплавов	0,47	1,91	39,63	450	5	140	50000	60	45	80
61	12413	Добыча алмазов	0,74	2,32	45,47	50	1	24	5800	43	70	90
62	12510	Обработка цветных металлов	0,67	0,00	,00	150	2	36	1200	68	80	95
63	12511	Обработка цветных металлов и сплавов (без проката легких металлов)	0,61	4,41	37,29	206	3	38	30000	80	90	98

№	Код оконх	Отрасль Вид деятельности	a <sub>отр</sub>	b <sub>отр</sub>	c <sub>отр</sub>	P	N	Д	ФОТ тыс. р	ВЗ тыс. р	АРМ %	ПМ %
64	12512	Производство алюминиевого, магниевого и титанового проката	1,24	3,48	30,58	58	1	60	6000	75	100	93
65	12610	Производство вторичных цветных металлов	0,82	5,36	37,27	100	5	150	960	3	30	50
66	12710	Электродная промышленность	0,74	2,96	23,89	200	6	200	32000	45	45	60
67	12810	Промышленность твердых сплавов, тугоплавких и жаропрочных металлов	1,43	6,30	24,49	300	6	180	45000	50	60	70
68	13000	Химическая и нефте-химическая промышленность (без микрофармацевтической промышленности)	0,00	1,26	0,00	450	5	140	50000	60	45	80
69	13100	Химическая промышленность	14,83	0,00	0,00	50	1	24	5800	43	70	90
70	13101	Горно-химическая промышленность	0,76	5,91	27,24	150	2	36	1200	68	80	95
71	13110	Основная химия	0,43	2,71	36,14	206	3	38	30000	80	90	98
72	13111	Азотная промышленность	0,67	1,91	45,74	58	1	60	6000	75	100	93
73	13112	Производство фосфатных удобрений и др. Продукция неорганической химии	0,59	2,81	44,01	100	5	150	960	3	30	50
74	13113	Содовая промышленность	0,93	1,46	46,35	200	6	200	32000	45	45	60
75	13114	Хлорная промышленность	1,17	4,78	31,53	300	6	180	45000	50	60	70
76	13115	Йодо-бромная промышленность	1,46	6,06	38,60	450	5	140	50000	60	45	80
77	13116	Производство прочих продуктов основной химии	0,64	2,43	36,26	50	1	24	5800	43	70	90

№	Код оконх	Отрасль Вид деятельности	a <sub>отр</sub>	b <sub>отр</sub>	c <sub>отр</sub>	P	N	Д	ФОТ тыс. р	ВЗ тыс. р	АРМ %	ПМ %
78	13120	Промышленность волокон и нитей химических	1,83	2,37	27,26	150	2	36	1200	68	80	95
79	13130	Промышленность синтетических смол и пластических масс	0,54	1,59	40,33	206	3	38	30000	80	90	98
80	13150	Лакокрасочная промышленность	0,72	2,44	33,14	58	1	60	6000	75	100	93
81	13160	Промышленность химических реактивов и особо чистых веществ	0,57	2,24	29,00	100	5	150	960	3	30	50
82	13170	Промышленность синтетических красителей	1,46	5,11	11,43	200	6	200	32000	45	45	60
83	13190	Промышленность бытовой химии	0,63	1,82	29,34	300	6	180	45000	50	60	70
84	13199	Другие производства химической промышленности	0,53	2,96	31,69	450	5	140	50000	60	45	80
85	13300	Нефтехимическая промышленность	0,40	0,00	0,00	50	1	24	5800	43	70	90
86	13310	Производство синтетического каучука	0,52	1,54	41,46	150	2	36	1200	68	80	95
87	13320	Производство продуктов основного оргсинтеза	1,21	2,06	44,06	206	3	38	30000	80	90	98
88	13330	Производство техуглерода	0,44	2,94	45,71	58	1	60	6000	75	100	93
89	13350	Шинная промышленность	4,27	12,58	46,00	100	5	150	960	3	30	50
90	13360	Резиноасбестовая промышленность	0,12	0,00	0,00	200	6	200	32000	45	45	60
91	13361	Производство резинотехнических изделий	0,66	2,82	38,70	300	6	180	45000	50	60	70



№	Код оконх	Отрасль Вид деятельности	a <sub>отр</sub>	b <sub>отр</sub>	c <sub>отр</sub>	P	N	Д	ФОТ тыс. р	ВЗ тыс. р	АРМ %	ПМ %
92	13362	Производство асбестотехнических изделий	1,22	6,39	31,31	450	5	140	50000	60	45	80
93	13363	Производство резиновой обуви	1,32	2,28	49,30	50	1	24	5800	43	70	90
94	13364	Производство резиновых изделий широкого потребления	0,47	2,85	17,36	150	2	36	1200	68	80	95
95	14172	Кабельная промышленность	0,49	5,43	32,33	206	3	38	30000	80	90	98
96	14173	Электроламповая промышленность	1,24	4,31	45,41	58	1	60	6000	75	100	93
97	14174	Электроизоляционная промышленность	0,72	2,93	46,41	100	5	150	960	3	30	50
98	14175	Аккумуляторная и элементная промышленность	0,80	4,21	26,09	200	6	200	32000	45	45	60
99	14180	Химическое и нефтяное машиностроение	1,52	0,00	0,00	300	6	180	45000	50	60	70
100	14181	Химическое машиностроение	0,92	5,41	42,48	450	5	140	50000	60	45	80

### **3. МЕТОДИКА И ПОРЯДОК РАСЧЕТА ПЛАТЕЖЕЙ НА ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ ОТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

3.1. По Постановлению Правительства РФ на текущий год определяется класс профессионального риска (от 1 до 32) к которому по виду экономической деятельности относится организация предварительно необходимо перевести ОКОНХ в ОКВЭД.

3.2. По Федеральному Закону «О страховых тарифах...» определяется соответствующий определенному классу тариф на социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (от 0,2 до 8,5 % от ФОТ).

3.3. По Методике рассчитываем скидки или надбавки к страховому тарифу на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Предварительно необходимо рассчитать сумму, выплаченную в возмещения вреда пострадавшим. Можно ограничиться суммой выплат по больничным листам нетрудоспособности используя понятие средняя заработная работника плата в день.

3.4. Сравнить сумму перечисленных ФСС РФ средств с расчетной и сделать вывод о компетенции органов управления организации.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Федеральный Закон «О страховых тарифах на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний на 2006 год».
2. Постановление Правительства РФ «Об утверждении правил установления страхователям скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 11.04.2005 N 207.
3. Постановление ФСС РФ «Об утверждении средних значений основных показателей для расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в 2006 году» от 31 марта 2006 г. N 38.

4. Методика расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний Утверждена Постановлением ФСС РФ от 5 .02.02 г. N 11.

## РАБОТА 7. РАССЛЕДОВАНИЕ НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Расследование несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний один из элементов социальной защиты работающих. В этом процессе сталкиваются интересы работников пострадавших на производстве, работодателей, сотрудников ФСС РФ, Рострудинспекции, других госинспекций и прокуратуры РФ. Квалифицированное участие в расследовании позволит пострадавшему возместить вред причиненный здоровью. Предлагается студентам группы провести ролевое занятие по рассмотрению конкретных ситуаций, с составлением необходимых документов, для получения возмещения вреда через ФСС РФ.

### 2. ЗАДАНИЕ

**Вариант задания 1.** Директор школы села Старое Кожского района приехала в райцентр, чтобы решить ряд вопросов в районном управлении образования и в районном отделе финансов. Решив все вопросы в отделе финансов, она хотела идти в управление образования, но, позвонив в приемную управления образования, узнала, что заведующая районным управлением образования будет позднее. Тогда директор решила сходить в магазин и купить хлеба. При следовании в магазин она поскользнулась на крыльце магазина, упала и сильно ушибла ногу. Диагноз – перелом ноги.

Староста группы в качестве Заведующего управлением образования организует расследование данного случая.

Остальные студенты группы участвуют в расследовании в разных ролях (с составлением соответствующих документов).

**Вариант задания 2.** Инженер предприятия захотел повесить шторы на окна в рабочем кабинете. Подвинув стол к окну и, поставив на него стул, он встал на него. Стул соскользнул с полированной поверхности стола, и инженер упал на пол, получив сильный ушиб головы. Диагноз: сотрясение головного мозга.

Староста группы в качестве главного инженера предприятия организует расследование данного случая. Остальные студенты группы участвуют в расследовании в разных ролях (с составлением соответствующих документов).

**Вариант задания 3.** Инженер предприятия во время обеденного перерыва вышел на крыльцо производственного корпуса. Крыльцо имеет восемь ступенек в три стороны, и не имеет поручней. Ступени сделаны из каменного материала. Инженер поскользнулся и упал на ступеньки. Диагноз: перелом позвонка копчикового отдела.

Староста группы в качестве главного инженера предприятия организует расследование данного случая. Остальные студенты группы участвуют в расследовании в разных ролях (с составлением соответствующих документов).

**Вариант задания 4.** Инженер предприятия во время перекура вышел на улицу и закурил стоя в одном метре от стены здания. Кусок штукатурки карниза упал на голову. Диагноз: сотрясение головного мозга.

Староста группы в качестве главного инженера предприятия организует расследование данного случая. Остальные студенты группы участвуют в расследовании в разных ролях (с составлением соответствующих документов).

**Вариант задания 5.** Инженер предприятия во время транспортировки 20 литровой бутылки с серной кислотой облился ей. Диагноз: химический ожог кожи рук и ноги.

Староста группы в качестве главного инженера предприятия организует расследование данного случая. Остальные студенты группы участвуют в расследовании в разных ролях (с составлением соответствующих документов).

**Вариант задания 6.** Инженер предприятия во время настройки прибора прикоснулся к токоведущей части в приборе находящейся под напряжением. Ногой касался радиатора системы отопления. Диагноз: электрический удар.

Староста группы в качестве главного инженера предприятия организует расследование данного случая. Остальные студенты группы участвуют в расследовании в разных ролях (с составлением соответствующих документов).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Трудовой кодекс Российской Федерации. – М.: Юрайт-М. 2002. – 168 с.

**Примеры Актов расследования**

**АКТ  
О РАССЛЕДОВАНИИ ГРУПОВОГО НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ  
(ТЯЖЕЛОГО НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ,  
НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ СО СМЕРТЕЛЬНЫМ ИСХОДОМ)**

Расследование несчастливого случая со смертельным исходом, происшедшего «13» сентября 2005 г. в 14 часов 15 минут

ГОУ НПО «Профессиональное училище № 4» Управления начального профессионального образования, Администрации Томской области, Томский район, с. Моряковский Затон, ул. Советская 45,

(наименование, место нахождения, юридический адрес организации, отраслевая принадлежность  
ОКОНХ 92200

(ОКОНХ основного вида деятельности), наименование вышестоящего федерального органа

Глухов Е.Б., и.о. Директора ПУ №4

исполнительной власти; фамилия, инициалы работодателя – физического лица)

проведено в период с «13» сентября 2005 г. по «\_» октября 2005 г.

Лица, проводившие расследование несчастного случая:

Панков Денис Александрович – Государственный инспектор Управления по технологическому и экологическому надзору по Томской области – \_\_\_\_\_

(фамилия, инициалы, должность, место работы)

- председатель комиссии.

Члены комиссии :

Толкачёв Прокофий Александрович – Государственный инспектор труда в Томской области; \_\_\_\_\_

Чулков Николай Александрович – технический инспектор ТТО Проф.образования;

Янко Игорь Валентинович – ведущий специалист УНПО;

Смирнова Екатерина Александровна – Главный специалист по охране труда отдела социально-трудовых отношений Департамента по экономической политике и муниципальным ресурсам МО «Томский район»;

Пивоваров Михаил Григорьевич – зам. директора по УПР ПУ №4;

Жирнов Владимир Михайлович – председатель профкомитета ПУ №4.

Лица, принимавшие участие в расследовании несчастного случая:

\_\_\_\_\_  
(фамилия, инициалы доверенного лица пострадавшего (пострадавших); фамилия, инициалы,

должность и место работы других лиц, принимавших участие в расследовании несчастного случая)

1. Сведения о пострадавшем:

фамилия, имя, отчество Фамилия Имя Отчество

пол (мужской, женский) женский

дата рождения 17.11.1965г.

профессиональный статус регулярный наёмный работник по трудовому договору

профессия (должность) Заведующая столовой

стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай \_\_\_\_\_

2 года 5 месяцев  
(число полных лет и месяцев)  
в том числе в данной организации 11 лет 7 месяцев  
(число полных лет и месяцев)  
семейное положение замужем, иждивенцев нет  
(состав семьи, фамилии, инициалы, возраст членов семьи,

находящихся на иждивении пострадавшего)

1. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда Вводный инструктаж Данные не сохранились.

(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый, целевой) \_\_\_ по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай Данные не сохранились

(число, месяц, год)

Стажировка: с «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г. по «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Данные не сохранились

(если не проводилась - указать)

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с «18» октября 2004г. по «25» октября 2004г.

(если не проводилось - указать)

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай 26 октября 2004 года № 7

(число, месяц, год, № протокола)

3. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай:

Варочный цех пищеблока имеет естественное и искусственное освещение, пол бетонный, ровный, чистый, покрыт кафельной плиткой. В цехе расположены 11 единиц электрооборудования, 5 столов для разделки продуктов, чистой посуды и варёных овощей. Возле электродуховок, электрошкафов, электроплит и электросковороды на полу находятся резиновые диэлектрические коврики. Документация завода-изготовителя на электросковороду не сохранилась.

Питание электросковороды осуществляется: от гр. № 3 ШС б/н, установленного в варочном цехе пищеблока, по КЛ-0,4 кВ (марки АВВГ (4х6) мм<sup>2</sup> L=3 м), проложенной по стене пищеблока с креплением скобами до кнопки пускателя, далее по КЛ-0,4 кВ (марки КГХЛ (4х6) мм<sup>2</sup> L=5 м), проложенной по стене пищеблока с креплением скобами до ящика с пускателями (марки пускателей документально не установлены), далее проводом АПВ (8х6) мм<sup>2</sup>, проложенного в металлической трубе по полу до электросковороды.

Защитное зануление ящика с пускателями, дополнительная система уравнивания потенциалов визуально не обнаружены.

Световая индикация работы и регулятор мощности электросковороды демонтированы.

Слева, в 5 см, располагается водопроводный кран, возвышающийся на 20 см над электросковородой. Водопроводный кран служил для наполнения водой электродуховки, демонтированного ранее.

#### 4. Обстоятельства несчастного случая:

3 сентября 2005 года в столовой училища с проверкой соблюдения санитарных правил находились представители Роспотребнадзора, которые выявили некоторые нарушения и установили двухнедельный срок для их устранения. Одним из нарушений было недостаточное количество разделочных досок и ножей. Чтобы восполнить количество разделочных досок, Фамилия И.О. решила восстановить старые, бывшие в употреблении разделочные доски путём пропарки и очистки. 13 сентября Фамилия И.О., не привлекая других работников пищеблока, перед обедом прокипятила первую партию разделочных досок в электросковороде и заложила вторую партию досок. В 14 часов 15 минут Фамилия И.О. подошла к электросковороде, правой рукой стала открывать крышку, левой рукой взялась за водопроводный кран, находящийся рядом с электросковородой, и была поражена электрическим током.

Присутствующие работники немедленно позвали из находящейся в этом же здании поликлиники медицинских работников, которые стали оказывать пострадавшей медицинскую помощь, одновременно была вызвана реанимационная бригада.

Несмотря на принятые меры прибывшие работники скорой помощи констатировали смерть пострадавшей.

Впоследствии согласно произведенных замеров электролабораторией ЗАО «Наладка Сибэлектромонтаж», протокол №1 от 20.09.05г., были выявлены повреждение рабочей изоляции электросковороды и отсутствие защитного зануления корпуса электросковороды.

## 5. Причины, вызвавшие несчастный случай

Эксплуатация неисправных машин, механизмов и оборудования:

Неудовлетворительная организация эксплуатации электроустановок ПУ-4 выразившаяся в том, что не сработало защитное автоматическое отключение питания при повреждении изоляции электросковороды по следующим причинам:

1. Отсутствия защитного зануления, нарушение пункта 1.7.78 Правил устройства электроустановок, который гласит:

«При выполнении автоматического отключения питания в электроустановках напряжением до 1 кВ все открытые проводящие части должны быть присоединены к глухозаземленной нейтрали источника питания, если применена система TN»

2. Не выполнение системы дополнительного уравнивания потенциалов, нарушение пункта 1.7.83 Правил устройства электроустановок, который гласит:

«Система дополнительного уравнивания потенциалов должна соединять между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания».

6. Заключение о лицах, ответственных за допущенные нарушения законодательных и иных нормативных правовых и локальных нормативных актов, явившихся причинами несчастного случая:



И.о. директора ПУ № 4 Глухов Е.Б. не обеспечил безопасность работников при эксплуатации электрооборудования, тем самым нарушил: \_\_\_\_\_

1. Федеральный Закон РФ № 181-ФЗ, ст.14, п.2, «Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда», который гласит : \_\_\_\_\_

Работодатель обязан обеспечить: \_\_\_\_\_

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов; ....

2. « Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», п. 1.2.2. который гласит: Потребитель обязан обеспечить: \_\_\_\_\_

- содержание электроустановок в работоспособном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями настоящих Правил, правил безопасности и других нормативно-технических документов; ....

---

ответственность за нарушения, явившиеся причинами несчастного случая, указанными в п. 5

---

### 3. Квалификация и учет несчастного случая

КОМИССИЯ, ПРОВОДИВШАЯ РАССЛЕДОВАНИЕ НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ СО СМЕРТЕЛЬНЫМ ИСХОДОМ С ЗАВЕДУЮЩЕЙ СТОЛОВОЙ ПУ № 4 ФАМИЛИЯ И.О.

(излагается решение лиц, проводивших расследование несчастного случая, о квалификации в соответствии со статьёй 227 ТК Р.Ф.

несчастного случая со ссылками на соответствующие статьи Трудового кодекса Российской и п. 3 «Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве»

Федерации и пункты Положения об особенностях расследования несчастных случаев на от 24.10.2002 года № 73 квалифицирует данный несчастный случай как несчастный производстве в отдельных отраслях и организациях, утвержденного Постановлением случай на производстве.

Минтруда России от 24 октября 2002 г. № 73, и указывается наименование организации

Гражданин Евгений Борисович – и.о. Директора ПУ №4

(фамилия, инициалы работодателя – физического лица), где подлежит учету и регистрации н/с)

8. Мероприятия по устранению причин несчастного случая:

1. Привести в соответствие с установленными Нормами и Правилами техническое состояние электроустановок столовой:

- Все открытые проводящие части электроприемников присоединить к глухозаземленной нейтрали источника питания. (срок исполнения 15.11.05 г, ответственный Гражданин Е. Б.)
- Соединить между собой все одновременно доступные прикосновению открытые проводящие части стационарного электрооборудования и сторонние проводящие части, включая доступные прикосновению металлические части строительных конструкций здания. Для уравнивания потенциалов могут быть использованы специально предусмотренные проводники либо открытые и сторонние проводящие части, если они удовлетворяют  елее  аниям к защитным проводникам в отношении проводимости и непрерывности электрической цепи. (срок исполнения 15.11.05 г, ответственный Гражданин Е. Б.)

- Провести в полном объеме профилактические измерения электроустановок столовой с оформлением соответствующих протоколов. (срок исполнения 15.11.05 г, ответственный Гражданин Е. Б.)
- 2. Издать приказ о назначении лица, ответственного за электрохозяйство, после проверки знаний Норм и Правил работ в электроустановках в объеме IV группы в комиссии Управления ТиЭН по ТО. (срок исполнения 01.11.05 г, ответственный Гражданин Е. Б.)
- 3. Провести проверку знаний норм и правил работы в электроустановках у электротехнического персонала учреждения в комиссии Управление ТиЭН по ТО, (срок исполнения 01.11.05 г, ответственный Гражданин Е. Б.)
- 4. Персоналу учреждения провести внеплановый инструктаж по безопасности труда (п. 7.4.1. ГОСТ 12.0.004.-90 «Организация обучения безопасности труда»), (срок исполнения 01.11.05 г, ответственный Гражданин Е. Б.)
- 5. Обстоятельства и причины несчастного случая довести до всех работников учреждения (срок исполнения 01.11.05 г, ответственный Гражданин Е. Б.)  
(указать содержание мероприятий и сроки их выполнения)
- 9. Прилагаемые документы и материалы расследования:  
(перечислить прилагаемые к акту документы и материалы расследования)

- 1). Акт о несчастном случае на производстве формы Н-1;
- 2). Извещение о несчастном случае;
- 3)
- 4).
- 5).
- 6). Протокол опроса Харина Н.Г;
- 7). Протокол опроса Борткевич З.А;
- 8). Протокол осмотра места несчастного случая;
- 9). Выписка из акта судмедэкспертизы;
- 10). Протокол № 1 от 20.09.2005 г. испытательной электролаборатории ЗАО «Наладка Сибэлектромонтаж».

Подписи лиц, проводивших расследование несчастного случая  
(фамилии, инициалы, дата)

Председатель комиссии	/Панков Д.А./
Члены комиссии:	/Толкачев П.А./
	/Чулков Н.А./
	/Янко И.В./
	/Смирнова Е.А./
	/Жирнов В.М./
	/Пивоваров М.Г./

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Томского государственного  
промышленно-гуманитарного колледжа

\_\_\_\_\_ Герман В.П.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2003 г.

Печать

АКТ N \_\_\_\_\_  
О ТЯЖЕЛОМ НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

1. Дата и время несчастного случая 3 апреля 2003 г. 9 час. 40 мин.  
(число, месяц, год и время происшествия несчастного случая,

1 час.

количество полных часов от начала работы)

2. Организация (работодатель), работником которой является  
(являлся) пострадавший Томский государственный промышленно -  
(наименование, место нахождения, юридический адрес, ведомственная

гуманитарный колледж (ТТПГК); г. Томск, ул. Мичурина, 4  
и отраслевая принадлежность (ОКОНХ основного вида деятельности); фамилия,

инициалы работодателя - физического лица)

Наименование структурного подразделения администр.-хозяйственная  
часть

4. Организация, направившая работника

(наименование, место нахождения, юридический адрес, отраслевая принадлежность)

5. Лица, проводившие расследование несчастного случая:  
Ясенский Андрей Валентинович - зам. Руководителя гос. Инспекции  
труда- зам. Главного гос. Инспекто  
ра труда в Томской области;  
Соляник Галина Васильевна - зам. Главы объединенной Администра  
ции Ленинского и Октябрьского окру  
гов;  
Чулков Николай Александрович - технический инспектор Томской  
территориальной организации  
профсоюза работников народного об  
разования и науки  
Бородин Геннадий Яковлевич - главный специалист ГУ ТРО Фонда  
социального страхования РФ;  
Крюкова Галина Михайловна - зам. Директора по УР ТТПГК;  
Иванунина Ольга Алексеевна - инженер по ТВ ТТПГК;  
Кузьмина Ирина Владимировна - преподаватель ТТПГК - инспектор ТВ от  
профкома.

6. Сведения о пострадавшем:

фамилия, имя, отчество Пеле Наил  
пол (мужской, женский) мужской  
дата рождения 12 ноября 1936 г.  
профессиональный статус \_\_\_\_\_  
профессия (должность) слесарь – ремонтник  
стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай  
36 лет 6 месяцев,  
(число полных лет и месяцев)  
в том числе в данной организации 15 лет 7 месяцев  
(число полных лет и месяцев)

7. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда

Вводный инструктаж данные не сохранились  
(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый, Пелеевой)

(нужное подчеркнуть)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай 12 сентября 2002 г.

(число, месяц, год)

Стажировка: с «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_ г. по «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_ г.

данные отсутствуют

(если не проводилась - указать)

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_ г. по «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_ г.

(если не проводилось - указать)

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай \_\_\_\_\_

(число, месяц, год, N протокола)

7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай

покрытие дороги – ровное, асфальт; освещенность удовлетворительная

(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных

легкий снег, гололедица

факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)

Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю

(наименование, тип, марка, год выпуска, организация – изготовитель)

8. Обстоятельства несчастного случая

При переходе из одного корпуса в другой поскользнулся на  
(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю,

асфальтированной дорожке, покрытой льдом и припорошенной снегом.

Описание событий и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения, установленные в ходе расследования)

8.1. Вид происшествия падение

8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья Перелом наружной лодыжки правой голени, по мед. Заключению

ж/д поликлиники ст. Томск-2 от 19 сентября 2003 г.

8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения не определялось

(нет, да - указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)

8.4. Очевидцы несчастного случая Морозов С.Ю., прож. Г. Томск,  
(фамилия, инициалы, постоянное  
ул. Мичурина, 6а к. 311; дом. Тел. 72-63-95  
место жительства, домашний телефон)

9. Причины несчастного случая неудовлетворительное состояние  
(указать основную и сопутствующие причины  
территории (асфальтированная дорожка покрыта льдом, покрытым  
несчастного случая со ссылками на нарушенные требования законодательных и иных  
свежевыпавшим снегом),  
нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)

10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:

Уборщик территории

фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием требований законодательных,  
Морозов С.Ю. - зам. Директора ТППГК по АХР, нарушен пункт 2  
иных нормативных правовых и локальных нормативных актов, предусматривающих их  
подпункт 2.2 Должностной инструкции: «Обеспечивать создание  
ответственности за нарушения, явившиеся причинами несчастного случая, указанными  
комфортных производственных условий во всех помещениях и на  
в п. 9 настоящего акта; при установлении факта грубой неосторожности пострадавшего  
территории учебного заведения». Не обеспечил контроль за  
указать степень его вины в процентах)

качеством работы уборщика

Организация (работодатель), работниками которой являются данные лица  
(наименование, адрес)

11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки

1. Организовать уборку территории.

2. Провести инструктаж с уборщиком.

3. Провести внеплановый инструктаж с работниками колледжа

Срок: 6 апреля 2003 г. Ответственный: Морозов С.Ю.

Подписи лиц, проводивших  
расследование несчастного случая

\_\_\_\_\_ Ясенский А.В. «\_\_» \_\_\_\_\_  
2003 г.

\_\_\_\_\_ Соляник Г.В. «\_\_» \_\_\_\_\_  
2003 г.

\_\_\_\_\_ Чулков Н.А. «\_\_» \_\_\_\_\_  
2003 г.

\_\_\_\_\_ Бородин Г.Я. «\_\_» \_\_\_\_\_  
2003 г.

\_\_\_\_\_ Крюкова Г.М. «\_\_» \_\_\_\_\_  
2003 г.

## РАБОТА 8. ЭВАКУАЦИЯ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ

### 8.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ

В соответствии с требованиями главы СНиП 11-2-80 эвакуационные пути должны обеспечивать эвакуацию всех людей, находящихся в помещениях зданий и сооружений, в течение необходимого времени эвакуации. Время, в течение которого все люди могут выйти из помещения или из здания, определяют расчетом и называют расчетным. Время, в течение которого еще возможна эвакуация людей в безопасных условиях, называют необходимым временем эвакуации и определяют по таблицам, приведенным в прилож. 1 СНиП 11-2-80.

Для обеспечения безопасной эвакуации людей из помещений и зданий расчетное время эвакуации  $t_p$  должно быть меньше необходимого времени эвакуации людей  $t_{нб}$ :  $t_p \leq t_{нб}$ .

Расчетное время эвакуации людей из помещений и зданий определяют исходя из протяженности эвакуационных путей и скорости движения людских потоков на всех участках пути от наиболее удаленных мест до эвакуационных выходов.

При расчете весь путь движения людского потока делят на участки (проход, коридор, дверной проем, лестничный марш) длиной  $l_i$  и шириной  $\sigma_i$ .

Начальными участками являются проходы между рабочими местами, оборудованием, рядами кресел, столами и т. п. Длина и ширина каждого участка пути эвакуации принимается по проекту. Путь по лестничной клетке определяется длиной маршей. Длина пути в проеме принимается равной нулю при толщине стены менее 0,7 м.

Расчетное время эвакуации людей  $t_p$  определяют как сумму времени движения людского потока по отдельным участкам пути  $t_i$  по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + \dots + t_n. \quad (8.1)$$

Время движения людского потока по первому участку пути:

$$t_1 = l_1 / v_i, \quad (8.2)$$

где  $v_i$  – скорость движения людского потока.

Плотность потока на этом участке пути  $D_l$  определяют по формуле:

$$D_1 = N_1 x f / (l_1 x \sigma_1), \quad (8.3)$$

где  $N_1$  – число людей на первом участке;  $f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека: взрослого в летней одежде  $0,1 \text{ м}^2$ , взрослого в зимней одежде –  $0,125 \text{ м}^2$ , подростка –  $0,07 \text{ м}^2$ ,  $\sigma_1$  – ширина потока,  $l_1$  – длина участка движения.

Значение скорости движения потока людей в зависимости от плотности  $D$  приведено в табл. 1. Там же даны зависимости интенсивного людского потока  $q$  от его плотности и скорости движения.

Интенсивность движения людского потока  $q = D \times v$ , 1/мин или чел/мин.

Интенсивность движения не зависит от ширины потока и является функцией плотности.

Пропускная способность потока,  $Q = D \times v \times \sigma_1$ ,  $\text{м}^2/\text{мин}$ .

Величину скорости движения людского потока  $v_1$  на участках пути, следующих после первого, принимают по табл. 1 в зависимости от интенсивности движения потока. Интенсивность движения потока по каждому из участков

$$q_i = q_{i-1} x \sigma_{i-1} / \sigma_i, \quad (8.4)$$

где  $\sigma_i, \sigma_{i-1}$  – ширина рассматриваемого  $i$ -го и предшествующего  $i-1$  участку пути, м;  $q_i, q_{i-1}$  – значения интенсивности движения потока по рассматриваемому  $i$  и предшествующему  $i-1$  участкам пути, м/мин.

Если  $q_i$  меньше или равно  $q_{max}$ , то время движения на участке пути следует определять по формуле:

$$t_i = l_i / v_i, \quad (8.5)$$

При этом значение  $q_{max}$  следует принимать равным, м/мин:

Для горизонтальных участков	16,5
дверных проемов	19,6
лестницы вниз	16
вверх	11

Если значение  $q_i$  больше  $q_{max}$ , то ширину  $\sigma_i$  данного участка пути следует увеличить так, чтобы соблюдалось условие  $q_i \leq q_{max}$ .

При невозможности выполнения этого условия интенсивность и скорость движения потока по участку пути  $i$  определяют по табл. 2 при значении  $D = 0,9$ .

При слиянии в начале участка  $i$  двух и более людских потоков интенсивность движения определяют по формуле:

$$q_i = \sum q_{i-1} \times \sigma_{i-1} / \sigma_i, \quad (8.6)$$

где  $q_{i-1}$  – интенсивность движения людских потоков, сливающихся в начале участка  $i$ , м/мин;  $\sigma_{i-1}$  – ширина участков пути до слияния, м;  $\sigma_i$  – ширина рассматриваемого  $i$  участка пути, м.

Если значение  $q_i$  больше  $q_{max}$ , то ширину  $\sigma_i$  данного участка пути следует увеличить.

## 8.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ

Необходимое время эвакуации людей  $t_{нб.}$  из зальных помещений общественных зданий I и II степени огнестойкости принимают по табл. 2.

Необходимое время эвакуации людей с балконов, а также трибун, размещенных выше отметки, равной половине высоты помещения, уменьшается вдвое по сравнению с данными, приведенными в табл. 2.

Необходимое время эвакуации людей из помещений в зданиях III и IV степени огнестойкости, приведенное в табл. 2, уменьшается на 30 %, а из помещений в зданиях V степени огнестойкости на 50 %.

Таблица 8.1

**Значения скорости и интенсивности движения людского потока по горизонтальному пути в зависимости от плотности**

Плотность потока $D$ , чел $\times$ м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Горизонтальный путь		Дверной проем	Лестница вниз		Лестница вверх	
	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин	Скорость $v$ , м/мин	Интенсивность $q$ , м/мин
0,01	100	1	1	100	1	60	0,6
0,05	100	5	5	100	5	60	3
0,1	80	8	8,7	95	9,5	53	5,3
0,2	60	12	13,4	68	13,6	40	8
0,3	47	14,1	16,5	52	15,6	32	9,6
0,4	40	16	18,4	40	16	26	10,4
0,5	33	16,5	19,6	31	15,5	22	11
0,6	27	16,2	19	24	14,4	18	10,8
0,7	23	16,1	18,5	18	12,6	15	10,5
0,8	19	15,2	17,3	13	10,4	13	10,4
0,9 и более	15	13,5	8,5	8	7,2	11	9,9



Таблица 8.2

**Необходимое время эвакуации людей из зданий  
1 и 2 степени огнестойкости**

Помещения	Необходимое время эвакуации, мин. при объеме помещения тыс. м <sup>3</sup>				
	до 5	10	20	40	60
Зрительные залы в театрах, клубах, домах культуры и другие залы с колосниковой сценой; торговые залы универсальных магазинов	1,5	2	2,5	2,5	-
Зрительные, концертные, лекционные залы и залы собраний, выставочные и др. без колосниковой сцены (кинотеатры, крытые спортивные сооружения, цирки, столовые)	2	3	3,5	4	4,5

*Время эвакуации людей из залов, фойе и коридоров, обслуживающих залы, принимают равным времени, необходимому для эвакуации людей из залов, приведенному в табл. 2, увеличенному на 1 мин.* При этом следует учитывать, что эвакуация из всех помещений начинается одновременно.

Необходимое время эвакуации людей из зданий театров, клубов, дворцов культуры и других зданий с колосниковой сценой, а также из зданий кинотеатров, киноконцертных зданий, крытых спортивных сооружений, цирков, универмагов и столовых принимается: для зданий I и II степени огнестойкости – 6 мин, III и IV степени огнестойкости – 4 мин, V степени огнестойкости – 3 мин.

Для зрительных залов без колосниковой сцены, объем которых превышает 60 тыс. м<sup>3</sup>, необходимое время эвакуации людей  $t_{нб}$  следует определять по формуле

$$t_{нб} = 0,115V^{1/3}, \quad (8.7)$$

где  $V$  – объем помещения, м<sup>3</sup>.

При этом необходимое время эвакуации людей должно быть не более 6 мин, а число эвакуирующихся на один выход из зала не должно превышать 600 чел.

Необходимое время эвакуации людей из амфитеатров, ярусов или балконов уменьшается в зависимости от высоты зала: на 35 % – при размещении эвакуационных выходов по середине высоты, на 65 % – на отметке, равной 0,8 высоты зала. Максимальная высота размещения эвакуационных выходов в зале не должна превышать 22 м. Время эвакуации людей из зданий не должно превышать 10 мин.

При размещении эвакуационных выходов из зала на промежуточной высоте зала необходимое время эвакуации людей следует определять по интерполяции.

Выходы из зала, а также входы в лестничные клетки должны иметь автоматически закрывающиеся дымонепроницаемые двери.

В помещениях фойе каждые 2200 м<sup>2</sup> площади должны отделяться противопожарными перегородками с противопожарными дверями.

Помещения для зрителей должны иметь оконные проемы или дымовые шахты с ручным и автоматическим открыванием, общая площадь сечения которых, определяемая по расчету, должна быть не менее 0,2 % площади пола помещения.

Для зданий с такими залами должны предусматриваться центры управления для регулирования процесса движения людей при пожаре с организационной техникой (магнитофонами, радиотрансляцией, аварийно-спасательной сигнализацией); эвакуационные пути и выходы должны быть оборудованы световыми указателями и эвакуационным освещением.

*В общественных и вспомогательных зданиях* промышленных предприятий I, II, III степеней огнестойкости с коридорами, служащими для эвакуации людей, необходимое время для эвакуации людей  $t_{нб}$  от дверей наиболее удаленных помещений до выхода наружу или в ближайшую лестничную клетку принимают: от помещений, расположенных между двумя лестничными клетками или наружными выходами – 1 мин; от помещений с выходом в тупиковый коридор – 0,5 мин.

Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

В общественных и вспомогательных зданиях промышленных предприятий I, II и III степеней огнестойкости необходимое время эвакуации людей по лестницам следует принимать: для зданий высотой до 5 этажей включительно – 5 мин; для зданий высотой свыше 5 до 9 этажей – 10 мин.

Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации людей уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

Необходимое время эвакуации людей по незадымляемым лестничным клеткам (с входом через воздушную зону, с подпором воздуха или входом через тамбур-шлюз с подпором воздуха) не нормируется.

Необходимое время эвакуации людей из *помещений производственных зданий* I, II и III степеней огнестойкости принимают по табл.3 в

зависимости от категории производства по взрыво- и пожароопасности и объема помещений.

Таблица 8.3

**Необходимое время эвакуации, мин., из производственных зданий I, II и III степеней огнестойкости**

Категория произ-ва	Объем помещений, тыс. м <sup>3</sup>				
	До 15	30	40	50	60 и более
А,Б,Е	0,5	0,75	1	1,5	1,75
В	1,25	2		2,5	3
Г,Д	Не ограничивается				

Для производственных зданий промышленных предприятий I, II и III степеней огнестойкости с коридорами, служащими для эвакуации людей, необходимое время эвакуации людей от дверей наиболее удаленных помещений до выхода наружу или в ближайшую лестничную клетку принимают:

– от помещений, расположенных между двумя лестничными клетками или наружными выходами для зданий с категориями производства А, Б и Е – 1 мин.; с категорией В – 2 мин.; с категориями Г и Д – 3 мин.;

– от помещений с выходом в тупиковый коридор – 0,5 мин. Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации людей уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

Необходимое время эвакуации людей по лестницам из производственных зданий промышленных предприятий I, II и III степеней огнестойкости следует принимать:

для зданий высотой до 5 этажей включительно – 5 мин.; для зданий с производствами категорий В, Г и Д высотой свыше 5 и до 9 этажей – 10 мин.

Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации людей уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %.

Необходимое время, эвакуации людей по незадымляемым лестничным клеткам (с входом через воздушную зону с подпором духа или входом через тамбур-шлюз с подпором воздуха), не регламентируется.

### **8.3. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ПОМЕЩЕНИЙ ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

#### **Пример**

Определить расчетное время эвакуации людей из зала универсального магазина, расположенного на втором этаже. Зал состоит из двух

одинаковых секции, в которых торговое оборудование расположено рядами (рис. 1). Объем каждой секции  $3300 \text{ м}^3$ , площадь секции  $782 \text{ м}^2$ , площадь, занимаемая оборудованием.  $200 \text{ м}^2$ . Ширина маршей лестничных клеток и дверей входа в лестничную клетку на отметке 3,60 и выхода из нее на отметке 000 равна 2,4 м. Здание II степени огнестойкости.

Так как универмаг имеет симметричную планировку, достаточно выполнить расчет времени эвакуации для одной секции, например секции 2.

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 сливаются 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  $l = 42 \text{ м}$ . Участки 2-6 имеют длину по 3 м, ширину 4 м, участок 7 имеет длину 2 м, ширину 4 м. Для расчета необходимо знать возможное число людей в секции. Согласно СНиП 11-77-80. п. 3.16 на одного человека приходится  $1,35 \text{ м}^2$ , следовательно, расчетное число людей составляет

$$N = F_{\text{секции}} / 1,35 = 782 / 1,35 = 579 \text{ чел.}$$

Средняя плотность людского потока

$$D_{\text{ср}} = N \times f \times (F_{\text{секц}} - F_{\text{оборуд}}) = (579 \cdot 0,125) / (782 - 200) = 0,12.$$

Определяем время прохождения каждого участка пути.

*Участок 1* (проход)  $D_1 = D_{\text{ср}} = 0,12$ ;  $l_1 = 42 \text{ м}$ ; по табл. 1  $q_1 = 9 \text{ м/мин}$ ;  $V_1 = 75 \text{ м/мин}$ ;  $t_1 = 42 / 75 = 0,56 \text{ мин}$ .

*Участок 2* (расширение пути)  $q_2 = q_1 \times \sigma_1 / \sigma_2 = 9 \times 2 / 4 = 4,5 \text{ м/мин}$ ;  $v_2 = 100 \text{ м/мин}$ ;  $t_2 = 3 / 100 = 0,03 \text{ мин}$ .

*Участок 3* (слияние потоков). Интенсивность движения во всех потоках принимается одинаковой:

$$q_3 = (q_2 \times \sigma_2 + q_1 \times \sigma_1) / \sigma_3 = (4,5 \times 4 + 9 \times 2) / 4 = 9 \text{ м/мин};$$

$$v_3 = 75 \text{ м/мин}; t_3 = 3 / 75 = 0,04 \text{ мин}.$$

*Участок 4* (слияние потоков).

$q_4 = (q_3 \times \sigma_3 + q_1 \times \sigma_1) / \sigma_4 = (9 \times 4 + 9 \times 2) / 4 = 13,5 \text{ м/мин}$ ;  $v_4 = 48 \text{ м/мин}$ ;  $t_4 = 3 / 48 = 0,06 \text{ мин}$ .

*Участок 5* (слияние потоков).

$Q_5 = (q_4 \times \sigma_4 + q_1 \times \sigma_1) / \sigma_5 = (13,5 \times 4 + 9 \times 2) / 4 = 18 \text{ м/мин}$   $> q_{\text{max}} = 16,5 \text{ м/мин}$ .

Следовательно, на участке 5 и тем более на участках 6 и 7 возникает скопление людей, причем ширина участков 5, 6 и 7 одинакова и составляет 4 м, а участком, лимитирующим пропускную способность эвакуационного пути, является марш лестницы шириной 2,4 м, так как ин-

тенсивность движения при скоплении по маршу лестницы меньше интенсивности движения в дверном проеме.

Время эвакуации на участках 5-7, на которых к основным потокам добавляется три потока из проходов, с учетом задержки движения у лестничного марша равно:

$$t_{5-7} = l_{5-7}/v_{ск} + Nf(1/q_{ск} \times \sigma_{марш} - 1/(q_4 \times \sigma_4 + 3q_1 \times \sigma_1)) = 8/33 + 579 \times 0,125 \times (1/(19,6 \times 2,4) - 1/(13,5 \times 4 + 3 \times 9 \times 2)) = 0,24 + 0,87 = 1,11 \text{ мин.}$$

Расчетное время эвакуации людей из зала  $t_p = \Sigma t_i = 1,79$  мин., т. е.  $t_p > t_{нб} = 1,7$  мин. (см. табл. 2).

Условие безопасности не выполняется, следовательно, проект нуждается в переработке.

Пример варианта, переработанного с целью обеспечения безопасной эвакуации людей, показан на рис. 2.

В этом варианте из каждой секции предусмотрено два эвакуационных выхода шириной 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 2,4 м с обеих сторон здания.

Определим расчетное время эвакуации через выход А.

Участок 1 такой же, как в предыдущем варианте планировки, следовательно:

$$q_1 = 9 \text{ м/мин};$$

$$v_1 = 75 \text{ м/мин}; t_1 = 42/75 = 0,56 \text{ мин.}$$

Участок 2 характеризуется слиянием трех потоков из проходов в сборном проходе при движении к выходу. Интенсивность движения на этом участке:  $q_2 = \Sigma_1^3 q_1 \times \sigma_1 / \sigma_2 = 3 \times 9 \times 2/4 = 13,5 \text{ м/мин}$ ; при такой незначительной интенсивности движения  $v_1 = 55 \text{ м/мин}$ ;  $t_1 = 4/55 = 0,08 \text{ мин.}$

Интенсивность движения в дверном проёме

$$q_{дв} = q_2 \times \sigma_2 / \sigma_{дв} = 13,5 \times 4/2,4 = 22,5 \text{ м/мин} > q_{\max} = 19,6 \text{ м/мин.}$$

Перед дверями скапливаются люди, движение задерживается. Время задержки:

$$\Delta t = N_{дв} \times f \times (1/q_{дв} \times \sigma_{дв} - 1/q_2 \times \sigma_2) = 579/2 \times 0,125 \times (1/19,6 \times 2,4 - 1/13,5 \times 4) = 0,77 \text{ мин.}$$

Расчетное время эвакуации:

$$t_p = 0,56 + 0,08 + 0,77 = 1,41 \text{ мин} < t_{нб} = 1,7 \text{ мин.}$$

Условие безопасности при новом, переработанном варианте планировки соблюдается.

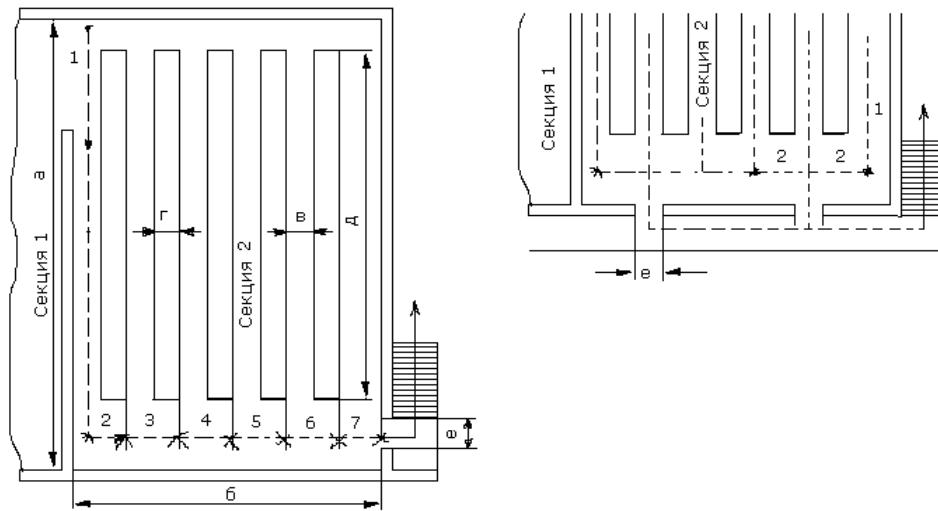


Рис. 8.1. Расчетные схемы планировки универмага  
 а) – исходная; б) – переработанная по результатам расчетов; 1,2,...7 – участки  
 пути; а, б, в, г, д, е – размеры помещения, оборудования, дверных проемов в метрах,  
 ширина коридора на выход везде одинакова и равна 4 м

Таблица 8.4

**Варианты индивидуального задания**

№ вар.	Объем помещения, м <sup>3</sup>	а, м	б, м	в, м	г, м	д, м	е, м
1	3000	30	21	2,0	1,8	24	2,2
2	3000	32	21	2,0	1,8	26	2,2
3	3000	34	21	2,0	1,8	28	2,2
4	3000	36	21	2,0	1,8	30	2,2
5	3000	38	21	2,0	1,8	32	2,2
6	4000	40	26,5	2,5	2,3	34	2,3
7	4000	42	26,5	2,5	2,3	36	2,3
8	4000	44	26,5	2,5	2,3	38	2,3
9	4000	46	26,5	2,5	2,3	40	2,3
10	4000	48	26,5	2,5	2,3	42	2,3
11	5500	50	32	3,0	2,8	44	2,4
12	5500	52	32	3,0	2,8	46	2,4
13	5500	54	32	3,0	2,8	48	2,4
14	5500	56	32	3,0	2,8	50	2,4
15	5500	58	32	3,0	2,8	52	2,4
16	6000	60	23,2	2,2	2,0	54	2,5
17	6000	62	23,2	2,2	2,0	56	2,5
18	6000	64	23,2	2,2	2,0	58	2,5
19	6000	68	23,2	2,2	2,0	62	2,5
20	6000	70	23,2	2,2	2,0	64	2,5
21	10000	72	29,3	2,8	2,5	66	2,6
22	10000	74	29,3	2,8	2,5	68	2,6
23	10000	76	29,3	2,8	2,5	70	2,6
24	10000	78	29,3	2,8	2,5	72	2,6
25	10000	80	29,3	2,8	2,5	74	2,6
26	4500	40	28	2,5	2,3	34	2,3
27	4500	42	28	2,5	2,3	36	2,3
28	4500	44	28	2,5	2,3	38	2,3

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>РАБОТА 1. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО ВОЗДУХООБМЕНА.....</b>	<b>4</b>
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	4
2. ЗАДАНИЕ .....	4
3. МЕТОДИКА И ПОРЯДОК РАСЧЕТА ВОЗДУХООБМЕНА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА.....	4
3.1. Определение воздухообмена при испарении растворителей и лаков .....	6
3.2. Определение требуемого воздухообмена при пайке электронных схем.....	7
3.3. Определение воздухообмена в жилых и общественных помещениях.....	7
3.4. Определение требуемого воздухообмена при выделении газов (паров) через неплотности аппаратуры, находящейся под давлением.....	8
3.5. Расчёт требуемого воздухообмена для удаления избыточного тепла .....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	13
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	16
<b>РАБОТА 2. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА ОТ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ..</b>	<b>17</b>
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	17
2. ЗАДАНИЕ .....	20
3. МЕТОДИКА РАСЧЁТА .....	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	22
<b>РАБОТА 3. РАСЧЁТ ПДВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>23</b>
1. Определение нормативов предельно допустимых выбросов для стационарных источников .....	23
2. Санитарно защитные зоны .....	23
Задание и исходные данные:.....	27
3. Расчет приземной концентрации в атмосфере от выбросов одиночного источника.....	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	36



ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	38
Пример расчета .....	38
<b>РАБОТА 4. РАСЧЁТ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ.....</b>	<b>40</b>
1. ВЫБОР СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ .....	40
2. ВЫБОР ИСТОЧНИКОВ СВЕТА .....	40
3. ВЫБОР СВЕТИЛЬНИКОВ И ИХ РАЗМЕЩЕНИЕ .....	42
4. ВЫБОР НОРМИРУЕМОЙ ОСВЕЩЁННОСТИ .....	46
5. РАСЧЁТ ОБЩЕГО РАВНОМЕРНОГО ОСВЕЩЕНИЯ .....	48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	55
<b>РАБОТА 5. РАСЧЁТ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ</b>	<b>56</b>
1. ВВЕДЕНИЕ.....	56
2. ПОРЯДОК РАСЧЕТА.....	56
2.1. Исходные данные для расчета.....	56
2.2. Определение расчетного тока замыкания на землю .....	58
2.3. Определение требуемого сопротивления заземляющего устройства .....	61
2.4. Определение требуемого сопротивления искусственного заземлителя .....	61
2.5. Выбор типа заземлителя и составление предварительной схемы заземляющего устройства.....	62
2.6. Уточнение параметров заземлителя .....	63
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	67
<b>РАБОТА 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАТЕЖЕЙ НА ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ ОТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....</b>	<b>68</b>
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	68
2. ЗАДАНИЕ .....	68
3. МЕТОДИКА И ПОРЯДОК РАСЧЕТА ПЛАТЕЖЕЙ НА ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ ОТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНИЗАЦИИ	76
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	76
<b>РАБОТА 7. РАССЛЕДОВАНИЕ НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ.....</b>	<b>78</b>
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	78

2. ЗАДАНИЕ .....	78
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	79

**РАБОТА 8. ЭВАКУАЦИЯ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ .88**

8.1. Определение расчетного времени эвакуации .....	88
8.2. Определение необходимого времени эвакуации .....	90
8.3. Примеры расчета эвакуации людей из помещений зданий различного назначения .....	93