

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»  
Кафедра безопасности жизнедеятельности

В.А. Солопова, В.Е. Дудоров

# **РАСЧЕТЫ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Оренбург  
2018

УДК 331.4(076.5)

ББК 30ня7

С 60

Рецензент - кандидат технических наук, доцент Е.Л. Горшенина

**Солопова, В.А.**

С 60 Расчеты по охране труда и производственной безопасности: методические указания / В.А. Солопова, В.Е. Дудоров; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2018. – 28 с.

В методических указаниях представлены расчеты количества необходимого воздухообмена, акустического эффекта от звукопоглощающей конструкции, искусственного освещения в производственных помещениях, а также определения температуры при пожаре, определения ширины прохода эвакуационных путей и другие, которые используются для оптимизации мероприятий по охране труда и производственной безопасности.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

УДК 331.4(076.5)

ББК 30ня7

© Солопова В.А.,  
Дудоров В.Е., 2018  
© ОГУ, 2018

## Содержание

Введение .....	4
Задача 1. Расчет воздухообмена в помещении .....	6
Задача 2. Расчет расхода воздуха на обдув транспортера.....	7
Задача 3. Определение расхода воздуха на вентиляцию сварки .....	8
Задача 4. Расчет акустического эффекта от звукопоглощающей конструкции .....	8
Задача 5. Расчет искусственного освещения в помещении .....	12
Задача 6. Подбор конструкции звукоизолирующего кожуха для станка .....	14
Задача 7. Определить толщину и материал стенки ограждения центрифуги .....	15
Задача 8. Определение окружной скорости и допустимого смещения шлифовального круга.....	16
Задача 9. Определение величины поражения током .....	17
Задача 10. Определение сопротивления кожи человека при ударе электрическим током .....	18
Задача 11. Расчет количества труб, составляющих контур заземления .....	19
Задача 12. Определение воздухообмена малярного цеха.....	22
Задача 13. Построение стандартной кривой «температура - время» .....	23
Задача 14. Определение температуры при пожаре .....	23
Задача 15. Определение ширины эвакуационных проходов при равномерном людском потоке .....	24
Список использованных источников .....	26
Приложение А.....	27
Приложение Б .....	28

## Введение

В процессе труда на человека воздействует масса разнообразных факторов производственной среды, которые в целом определяют состояние условий труда.

Условия труда зависят от того или иного сочетания производственных факторов и, в свою очередь, влияют на производительность и результаты труда, на состояние здоровья работающих. Благоприятные условия улучшают общее самочувствие, настроение человека, создают предпосылки для высокой производительности, и, наоборот, плохие условия снижают интенсивность и качество труда, способствуют возникновению производственного травматизма и заболеваний. Создание здоровых и безопасных условий труда – главная задача администрации предприятия, работодателя.

Охрана труда - система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [1].

Социально-экономические мероприятия по охране труда включают меры государственного стимулирования работодателей по повышению уровня охраны труда, установление компенсаций и льгот при выполнении работ во вредных и опасных условиях труда, защиту отдельных, наименее социально защищенных категорий работников, обязательное социальное страхование и выплату компенсаций при возникновении профессиональных заболеваний и производственных травмах.

Организационно-технические мероприятия по охране труда заключаются в создании системы управления охраной труда – единого комплекса взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели в области охраны труда в конкретной организации и процедуры по достижению этих целей.

При осуществлении организационно-технических мероприятий важная роль отводится научно обоснованным инженерным расчетам, внедрению прогрессивных технологических процессов. Данные вопросы решаются на всех этапах технологической подготовки производства – от разработки планировочных решений, проектов и технологических процессов до внедрения их в производство. Необходима значительная работа по приведению эксплуатируемого оборудования, машин, механизмов в соответствие с требованиями правил и норм охраны труда. Для решения этой задачи необходимо владение навыками инженерных расчетов по производственной безопасности и охране труда.

В данных методических указаниях представлены расчеты количества необходимого воздухообмена, расчет акустического эффекта от звукопоглощающей конструкции, расчет искусственного освещения, определение толщины и материала стенки ограждения центрифуги, определение температуры помещения при пожаре, определение толщины прохода эвакуационных путей и т.д.

Все эти расчеты формируют у студентов способность использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности.

Для решения задач исходные данные для расчета принимать из приведенных в скобках трех вариантов согласно последним двум цифрам зачетной книжки. Первые варианты исходных данных в скобках – для цифр зачетной книжки 00, 02, 04, 06, 10, 12, 14, 16, 22, 24, 26; вторые – для цифр 01, 03, 05, 11, 13, 15, 20, 23, 25; третьи – для цифр 07, 08, 09, 17, 18, 19, 21, 27, 28, 29. В случае если цифры зачетной книжки больше вышеуказанных необходимо определять вариант только по последней. По каждой из задач необходимо формулировать вывод.

## Задача 1. Расчет воздухообмена в помещении

Для исключения травм от стружки при обработке металла на металлорежущих станках устанавливают пылестружкоотсасывающие устройства, конструкция которых описана в ГОСТ 12.2.009-99.

Рассчитать объем воздуха  $L_B$ , необходимого для транспортирования чугунной стружки, образующейся в количестве (9,10,12) кг/ч (машинного времени), при индивидуальном пылестружкоотсасывающем устройстве.

Указания к решению задачи:

1 Определить количество воздуха ( $G_B$ ), необходимого для непрерывного удаления стружки:

$$G_B = \frac{G_c}{\mu} \quad (1)$$

где  $G_c$  – количество образующихся при обработке чугуна стружки, кг/ч;

$\mu$  – концентрация пыли и стружки, кг/кг (принять  $\leq 1$ ).

2 Определить минимальный объем воздуха ( $L_B$ ), необходимый для транспортировки стружки:

$$L_B = \frac{G_B}{\delta_B}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2)$$

где  $\delta_B$  – удельная масса воздуха при обработке чугуна стружки, кг/м<sup>3</sup> (принять 1,2 кг/м<sup>3</sup>).

3 Составить краткое описание пылестружкоотсасывающего устройства.

## Задача 2. Расчет расхода воздуха на обдув транспортера

В землеприготовительном отделении чугунолитейного цеха земля из бункера подается на транспортер через точку под углом  $\alpha = 90^\circ$  в количестве  $W_m = (150, 100, 250) \text{ м}^3/\text{ч}$ . Материал падает с высоты  $H = 2,5 \text{ м}$ . Для предотвращения пыления в цехе транспортер имеет укрытие, из-под которого непрерывно удаляется воздух, причем площадь щелей в укрытии  $F_T = (0,3; 0,5; 0,4) \text{ м}^2$ .

Определить расход воздуха, удаляемого от укрытия, если скорость проникновения воздуха через неплотности укрытия  $V = 1,5 \text{ м/с}$ , а коэффициент трения сухой земли о поверхность точки  $f_m = 0,5$ .

Указания к решению задачи:

1 Определить скорость материала при входе в укрытие:

$$V_m = \sqrt{19,62H(1 - 1,2f_m \text{Ctg}\alpha)}, \text{ м/с} \quad (3)$$

2 Рассчитать объемный расход воздуха, вносимого в укрытие с поступающей с землей:

$$L_m = 0,12K_y W_m V_m^2, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4)$$

где,  $K_y = 3$ , коэффициент, характеризующий конструкцию укрытия.

3 Определить расход воздуха, удаляемого из под укрытия:

$$L_{\text{вс}} = 3600VF_T, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5)$$

4 Вычислить общий объемный расход воздуха, удаляемого из под укрытия:

$$L = L_m + L_{\text{вс}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (6)$$

### **Задача 3. Определение расхода воздуха на вентиляцию сварки**

Определить расход воздуха, который нужно удалить с помощью панели равномерного всасывания при ручной сварке изделия, расположенного на столе. Размеры панели: длина (1000, 1100, 1115) мм, ширина (640, 650, 660) мм.

Указания к решению задачи:

1 Определить скорость воздуха в рабочем сечении панели:

$$V = L / 3600 \times F \quad (7)$$

где L- расхода приточного воздуха,  $\text{м}^3/\text{ч}$  в зависимости от размера площади сечения канала (F,  $\text{м}^2$ .)

2 Определить необходимый расход воздуха по формуле

$$L = 3600 * V * F, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (8)$$

где V-скорость воздуха в рабочем сечении панели, м/с;

F-площадь рабочего сечения,  $\text{м}^2$ .

### **Задача 4. Расчет акустического эффекта от звукопоглощающей конструкции**

В помещении механосборочного цеха №1 (длиной 54 м, шириной 24 м, высотой 5 м); цеха №2 (длиной 56 м, шириной 26 м, высотой 6 м); цеха №3 (длиной 65 м, шириной 28 м, высотой 7 м), шумовая обстановка характеризуется следующими данными (Таблица 1 - Уровень звукового давления):

Таблица 1 – Уровень звукового давления

Варианты	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	65	125	250	500	1000	2000	4000	8000
цех 1	98	105	104	102	99	95	93	84
цех 2	99	106	105	103	100	96	94	85
цех 3	97	104	103	101	98	94	92	83

Нужно подобрать звукопоглощающую конструкцию и рассчитать акустический эффект от ее применения.

1 Определить объем помещения по формуле

$$V=A \cdot B \cdot H, \text{ м}^3 \quad (9)$$

где А – длина помещения, м;

В – ширина помещения, м;

Н – высота помещения, м.

2 Рассчитать площадь ограждающих поверхностей:

$$S=2 \cdot (A \cdot B+A \cdot H+B \cdot H), \text{ м}^2 \quad (10)$$

3 Определить постоянную акустически необработанного помещения при частоте 1000 Гц,  $V_{1000}$ ,  $\text{м}^2$ , в зависимости от объема помещения, V:

$$V_{1000} = V/20 \quad (11)$$

4 Определить частотный множитель  $\mu$  и рассчитать постоянную акустически необработанного помещения в октавных полосах (Приложение А, таблица А.1.):

$$V = V_{1000} \cdot \mu, \text{ м}^2 \quad (12)$$

5 Определить границу зоны отраженного звука по величине предельного радиуса:

$$r_{\text{пр}} = 0,2 \cdot \sqrt{B_{8000} \cdot n}, \quad (13)$$

где  $n=20$  – число одинаковых источников шума.

6 Для акустической обработки помещения выбрать плиты перлитовые толщиной 30 мм с коэффициентом звукопоглощения  $\alpha_0$  на частотах (согласно приложению А, таблице А.1.).

7 Вычислить максимально возможное снижение уровня шума:

$$\Delta L = 10 \cdot \lg B_1 / B \quad (14)$$

где  $B_1$  – постоянная помещения после установки в нем звукопоглощающих конструкций,  $\text{м}^2$ , определяется по формуле:

$$B_1 = \frac{(A_1 + \Delta A)}{(1 - \alpha_1)}, \quad (15)$$

где  $A_1$  – эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностями без звукопоглощающей облицовки,  $\text{м}^2$ :

$$A_1 = \alpha \cdot (S - S_0) \quad (16)$$

$\Delta A$  – суммарная дополнительная площадь звукопоглощения,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha$  – средний коэффициент звукопоглощения в помещении до его акустической обработки:

$$\alpha = \frac{B}{B + S}, \quad (17)$$

$\alpha_1$  – средний коэффициент звукопоглощения акустически обработанного помещения.

$$\alpha_1 = \frac{(A_1 + \Delta A)}{S}, \quad (18)$$

Суммарная дополнительная площадь помещения звукопоглощения от конструкции звукопоглощающей облицовки:

$$\Delta A = \alpha_0 \cdot S_0, \quad (19)$$

$\alpha_0$  – коэффициент звукопоглощения конструкции облицовки;

$S_0$  – суммарная площадь облицованных поверхностей, м<sup>2</sup>.

$$S_0 = S - S_{\text{пола}} - S_{\text{окон}} \quad (20)$$

8 Вычислить достигнутые в результате применения облицовки в помещении звукопоглощающим материалом уровни звукового давления:

$$L_{\text{дос}} = L_{\text{сущ}} - \Delta L \quad (21)$$

9 Все расчеты занести в таблицу 2:

Таблица 2 – Результаты расчета акустического эффекта от звукопоглощающей конструкции

№ п/п	Величина	Октавные полосы частот, Гц
1.	$L_{\text{сущ}}$ – уровень звука до облицовки, дБ	
2.	$L_N$ – нормативные значения уровней шума, дБ	
3.	$V$ – постоянная помещения, м <sup>2</sup>	
4.	$\alpha_0$ – коэффициент звукопоглощения	
5.	$\Delta L$ – максимально возможное снижение уровня шума после облицовки, дБ	
6.	$L_{\text{дос}}$ – уровень шума после облицовки, дБ	

10 Сделать вывод.

## Задача 5. Расчет искусственного освещения в помещении

Рассчитать искусственное освещение механического цеха завода по методу коэффициента использования светового потока.

Исходные данные:

Длина помещения А - (Цех №1 – 20, Цех №2 – 30, Цех №3 – 40)м.

Ширина помещения В - (Цех №1 – 12, Цех №2 – 18, Цех №3 – 24) м.

Высота помещения Н - (Цех №1 – 4, Цех №2 – 5, Цех №3 – 6) м.

Высота подвеса светильника от пола  $H_c$ - (Цех №1 - 3,5; Цех №2 - 4,0; Цех №3 - 5,0) м.

Высота рабочих поверхностей от пола  $h_p$ - 1,2 м.

Коэффициент отражения от:

- потолка ( $p_n$ ) – 50%;

- стены ( $p_c$ ) – 30%;

- пола ( $p_{расч. пл}$ ) = 10%.

Нормируемое значение освещенности,  $E_{min}$  (250,300, 400) лк.

Запыленность цеха С (4,7,12) мг/м<sup>3</sup>.

Указания к решению задачи:

1 Принять тип светильника.

2 Определить расчетную величину подвеса светильника:

$$H_p = H_c - h_p \quad (22)$$

3 Найти индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{AB}{H_p(A+B)}, \quad (23)$$

4 С учетом характера отражающих поверхностей найти коэффициент использования светильника для выбранного типа по таблице 3.

Таблица 3 - Коэффициент использования светового потока при коэффициенте отражения потолка  $p_{ном}=50\%$ , стен -  $p_{стен}=30\%$  и расчетной поверхности или пола -  $p_{расч. пл} = 10\%$

Индекс помещения $i$	Коэффициент использования, $\tau$ , % при различных типах светильников			
	ЛЦ	ПВЛ	ОДОР	ШМ
0,5	18	10	20	8
0,8	31	18	31	18
1,0	36	22	35	22
1,5	43	29	43	26
2,0	48	33	48	30
2,5	51	37	51	33
3,0	53	39	53	36

5 На плане привести схему размещения светильников и определить их общее количество.

6 Определить световой поток лампы каждого светильника:

$$\Phi = \frac{E_{min} \cdot K_z \cdot S \cdot z}{N \tau}, \text{ ЛМ}, \quad (24)$$

где  $E_{min}$  - нормируемое значение освещенности, лк;

$K_z$  - коэффициент запаса, принимаемый в зависимости от запыленности цеха по таблице 4.

$S$  - площадь цеха,  $m^2$ ;

$z$  - коэффициент, учитывающий неравномерность освещения (для ламп накаливания-1,15, для люминесцентных-1,1);

$N$  - количество светильников;

$\tau$  - коэффициент использования светового потока.

Таблица 4 - Коэффициент запаса  $K_3$ , учитывающий снижение освещенности из-за загрязнения и старения лампы

Запыленность помещения, мг/м <sup>3</sup>	Коэффициент запаса, $K_3$	
	Люминесцентные лампы	Лампы накаливания
менее 5	1,5	1,3
от 5 до 10	1,8	1,5
более 10	2,0	1,7

### Задача 6. Подбор конструкции звукоизолирующего кожуха для станка

Подобрать конструкцию звукоизолирующего кожуха для станка, имеющие габаритные размеры: длину  $l=3$  м, ширину  $b=1,5$  м и высоту  $h=1$  м. Октавные уровни звукового давления в расчетной точке изолируемого агрегата принять по варианту из таблицы 5:

Таблица 5 - Октавные уровни звукового давления в расчетной точке изолируемого агрегата

Частоты, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Цех №1	100	120	130	130	130	125	115	110
Цех №2	102	104	100	98	96	102	104	90
Цех №3	98	110	120	122	120	115	110	105

Указания к решению задачи:

1 Установить нормируемые значения  $L_m$  уровня шума при работе станка (Таблица 6 - Нормируемое значение уровня шума в зависимость от частот).

Таблица 6 - Нормируемое значение уровня шума в зависимость от частот

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69

2 Определить требуемое снижение уровня шума:

$$\Delta L = L - L_m, \text{ дБ} \quad (25)$$

где L – уровень шума при работе станка, дБ.

3 Подобрать материал, обеспечивающий требуемое снижение уровня шума, дать его характеристику и подставить схему установки звукоизолирующего кожуха.

### **Задача 7. Определить толщину и материал стенки ограждения центрифуги**

Определить толщину и материал стенки ограждения центрифуги при испытании на ней приборов. Диаметр стола центрифуги (1; 1,5; 0,8) м, скорость вращения - (25, 30, 20) м/с, вес испытываемого прибора (1,5; 2; 1) кг.

Указания к решению задачи:

1 Определить величину ударной нагрузки для вращающегося прибора:

$$K = \frac{mV^2}{2r_0}, \text{ кг} \quad (26)$$

где  $m$  – масса прибора, кг\*с<sup>2</sup>/м;

$V$  – окружная скорость вращения, м/с;

$r_0$  – радиус центра тяжести половины прибора, м, определяемый по формуле

$$r_0 = \frac{4(R^3 - r^3)}{3\pi(R^3 - r^3)}, \text{ м} \quad (27)$$

где  $R$  – радиус внешней окружности прибора, м;

$r$  – радиус внутренней окружности прибора, м.

2 По величине ударной нагрузки с использованием таблицы подобрать толщину стенки защитного кожуха (Приложение Б, таблица Б.1).

### **Задача 8. Определение окружной скорости и допустимого смещения шлифовального круга**

Определить окружную скорость и допустимое смещение шлифовального круга при диаметре его (500, 400, 450) мм, весе (20,25,30) кг. Рабочая частота вращения круга  $n = (1000, 950, 1100)$ . Связка выдерживает центральную силу  $F_{ц} = 1100$  Н.

Указания к решению задачи:

1 Определить окружную скорость круга по формуле:

$$V = \frac{\pi D n}{1000 * 60}; \text{ м/с} \quad (28)$$

где  $D$  – диаметр круга, мм;

$n$  – частота вращения вала, об/мин.

2 Определяем смещение шлифовального круга (эксцентриситет) по формуле:

$$e = \frac{F_{ц}}{0,011Gn^2}, \text{ мм} \quad (29)$$

где  $G$  – вес круга, кг.

### Задача 9. Определение величины поражения током

Определить величину тока, протекающего через человека, при прикосновении его к оголенному проводу трехфазной трехпроводной сети с изолированной нейтралью в нормальном и аварийном режиме. Напряжение питающего трансформатора  $U = 380/220$  В. Выявить наиболее опасное условие для человека.

Исходные данные:

Сопротивление тела человека  $R_z = (0,8; 1; 1,2)$  кОм.

Сопротивление обуви  $R_{об} = (10, 15, 8)$  кОм.

Сопротивление пола  $R_n = (25, 40, 10)$  кОм.

Сопротивление проводов относительно земли  $r = (500, 800, 700)$  кОм.

Сопротивление заземления нулевой точки трансформатора  $r_0 = (1, 10, 8)$  Ом.

Сопротивление короткого замыкания провода на землю  $r_{зм} = 50$  Ом.

Указания к решению задачи:

1 Определить ток, протекающий через человека в нормальном режиме в трехпроводной сети с изолированной нейтралью:

$$I_h = \frac{U_{\phi}}{R_h + \frac{r}{3}}, \text{ А} \quad (30)$$

где  $R_h = R_z + R_{об} + R_n$ .

2 Определить ток, протекающий через человека в трехпроводной сети с изолированной нейтралью, если один из проводов оборван и замкнут на землю через сопротивление  $r_{зм}$ :

$$J_n = \frac{U_\phi \sqrt{3}}{R_h + r_{зм}}, \text{ А} \quad (31)$$

3 Сделать вывод об опасности величины тока для человека в первом и втором случаях.

### **Задача 10. Определение сопротивления кожи человека при ударе электрическим током**

Определить величину тока, протекающего через человека, при прикосновении его к оголенному проводу трехфазной четырехпроводной сети с глухо заземленной нейтралью в нормальном и аварийном режимах.

Напряжение питающего трансформатора  $U = 380/220$  В. Исходные данные принять по условиям задачи 9.

Указания к решению задачи:

- 1 Вычертить схемы, поясняющие условия задачи.
- 2 Определить ток, протекающий через человека в нормальном режиме в четырехпроводной сети с глухо заземленной нейтралью:

$$J_h = \frac{U_\phi}{R_n + r_o}, \text{ А} \quad (32)$$

3 Определить ток, протекающий через человека в четырехпроводной сети с глухо заземленной нейтралью, если один из проводов оборван и замкнут на землю через сопротивление  $r_{зм}$ :

$$R_n = \frac{U_\phi(r_{\text{ЗМ}} + r_0\sqrt{3})}{r_{\text{ЗМ}}r_0 + R_n(r_{\text{ЗМ}} + r_0)}, \text{ Ом} \quad (33)$$

4 Сделать вывод об опасности величины тока для человека в первом и втором случаях.

### Задача 11. Расчет количества труб, составляющих контур заземления

Для контура заземления предполагается использовать трубы диаметром (30,40,50) мм, длиной (2;2,5;3) м, заглубленные на (1;1,2;1,4) м. Полоса соединения – стальная, ширина полосы 40 см. Почва – (суглинок, песок, глина). Установленная мощность электроустановок – 500 кВт, напряжение – 380 В. Использование питающей сети – трехфазная, четырехпроводная с глухо заземленной нейтралью. Рассчитать количество труб, составляющих контур заземления.

Указания к решению задачи:

- 1 Принять величину сопротивления заземляющего устройства (1, 2, 4) Ом.
- 2 Принять удельное сопротивление сухого контура по справочным данным (таблица 7).

Таблица 7 - Величины расчетного электрического удельного сопротивления грунта

Тип грунта	Удельное сопротивление, среднее значение (Ом*м)
Суглинок	100
Песок	1500
Глина	60

- 3 Определить сопротивление одиночного трубчатого заземлителя по

формуле

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \left( \ln \frac{l}{r_0} + \frac{1}{2} \ln \frac{4l+7t}{l+7t} \right), \text{ Ом} \quad (34)$$

где  $\rho$  – удельное сопротивление грунта, Ом/м;

$l$  – длина заземлителя, м;

$r_0$  – диаметр заземлителя, м;

$t$  – расстояние от поверхности земли до верхней кромки заземлителя, м.

4 Определить ориентировочное количество одиночных заземлителей по формуле

$$n = \frac{R}{r \cdot r_{\text{доп}}}, \quad (35)$$

где  $r$  – коэффициент использования заземлителей, равный 2;

$r_{\text{доп}}$  – допустимое сопротивление заземляющего устройства, Ом.

5 Найти сопротивление вертикальных заземлителей, составляющих контур по формуле

$$R_k = \frac{R}{0,75 r_{\text{доп}}} \quad (36)$$

где 0,75 – коэффициент использования заземлителей из труб без учета влияния полосы связи.

6 Рассчитать сопротивление соединительных полос без учета коэффициента использования по формуле

$$R'_n = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{1,5l}{\sqrt{bt}} \quad (37)$$

где  $b$  – ширина металлической полосы.

7 Определить сопротивление соединительных полос с учетом коэффициента использования по формуле

$$R_n = \frac{R'_n}{r_n}, \text{ Ом} \quad (38)$$

где  $r_n$  – коэффициент использования полос, который определяется по таблице 8.

Таблица 8 - Коэффициент использования соединительной полосы в контуре из вертикальных электродов

Отношение расстояния между заземлителями к их длине	Число вертикальных заземлителей						
	4	6	8	10	20	30	50
1	0,45	0,40	0,36	0,34	0,27	0,24	0,21
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32	0,30	0,28
3	0,70	0,64	0,60	0,56	0,45	0,41	0,37

8 Найти сопротивление контура из выражения:

$$R_0 = \frac{R_k R_n}{R_k + R_n}, \text{ Ом} \quad (39)$$

9 Сделать вывод на основании расчета.

## Задача 12. Определение воздухообмена малярного цеха

Для покрытия поверхностей сердцевин радиаторов нитроэмалью в малярном цехе применяется рассеянная окраска распылением. В краску вводится 70 % растворителя и 15 % разжижителя (85% к массе эмали). Массовый состав растворите: ацетон - 70 %, бензол - 30 %; массовый состав разжижителя: ацетон - 25 %, этиловый спирт - 15 %, бутиловый спирт - 15 %, бензол - 45%. Определить воздухообмен в цехе, если за 1 час окрашивается  $F = (150, 170, 120)$  г/м<sup>2</sup>.

Общий коэффициент, характеризующий процесс окраски,  $K = 0,1$ .

Указания к решению задачи:

1 Определить общий расход нитроэмали:

$$F_{н.э} = qF, \text{ кг/ч} \quad (40)$$

2 Вычислить содержание каждого компонента в долях к массе нитроэмали:

- ацетон  $m_1 = 0,7 \cdot 0,7 + 0,25 \cdot 0,15 = 0,528$  г.

- этиловый спирт  $m_2 = ?$

- бутиловый спирт  $m_3 = ?$

- бензол  $m_4 = ?$

3 Найти значение коэффициента:

$$B = 1 - \frac{1}{k\tau} (1 - e^{k\tau}), \quad (41)$$

где  $k$  – коэффициент, характеризующий процесс окраски, 0,1;

$\tau$  – время высыхания с момента нанесения лакокрасочного материала, мин,  
 $\tau = 60$ .

4 Определить количество летучих веществ:

- ацетон:  $G_1 = G_{н.э} m_1 B$ , кг/ч

- этиловый спирт:  $G_2 = G_{н.э} m_2 B$ , кг/ч.

5 С учетом ПДК применяемых компонентов (ГОСТ 12.1.005 – 76) определить требуемый объем вентиляционного воздуха:

$$L = \frac{G_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{G_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{G_3}{\text{ПДК}_3} + \frac{G_4}{\text{ПДК}_4}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (42)$$

По полученному значению подобрать центробежный вентилятор, обеспечивающий необходимый воздухообмен.

### **Задача 13. Построение стандартной кривой «температура - время»**

Построить стандартную кривую «температура – время»:

$$t_{o.c} = 345 \lg(8\tau + 1) \quad (43)$$

где  $t_{o.c}$  – температура окружающей среды, °С;

$\tau$  – время горения, мин.

На кривой отметить температуру для  $\tau = (5, 10, 15)$  мин и для  $\tau = (1,5; 2; 3)$  час.

### **Задача 14. Определение температуры при пожаре**

Определить температуру при пожаре через (1; 2; 2,5) ч. после его начала в помещении и на поверхности железобетонных конструкций при их объемном весе  $\delta = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Температура на пожаре развивается по стандартному режиму.

Указания к решению задачи:

- 1 Построить стандартную кривую «температура – время» (как в задаче 13).
- 2 Определить температуру при пожаре в помещениях через заданное время.

**Задача 15. Определение ширины эвакуационных проходов при равномерном людском потоке**

В одноэтажном здании механического цеха длиной (50, 60, 75) м, с одним продольным и двумя поперечными проходами работают (90, 100, 120) человек. Определить ширину эвакуационных проходов при равномерном людском потоке.

Указания к решению задачи:

- 1 Определить количество людей, приходящих на один проход.
- 2 Определить продолжительность эвакуации работающих при максимальном расстоянии от любой точки в цехе и принятой скорости движения потока 25 м/мин по формуле

$$\tau = \frac{L}{V}, \text{ мин} \quad (44)$$

где  $\tau$  – время эвакуации работающих из цеха, мин;

$L$  – длина пути эвакуации людей, м;

$V$  – скорость людского потока при вынужденной эвакуации, м/мин.

- 3 Найти суммарную ширину всех проходов по формуле

$$b = \frac{mc}{\tau\varphi}, \text{ м} \quad (45)$$

где  $m$  – число работающих в цехе;

$c$  – минимальная ширина одного потока (принимается равной 0,6 м);

$\tau$  – время эвакуации, мин;

$\varphi$  – средняя пропускная способность одного потока (25 чел/мин).

4 Определить ширину каждого прохода  $b_1$ :

$$b_1 = \frac{b}{3}, \text{ м} \quad (46)$$

5 Установить по полученной величине соответствует ли нормам техники безопасности ширина прохода для цехов холодной обработки металлов.

## Список использованных источников

1. Солопова, В.А. Охрана труда на предприятии: учебное пособие / В.А. Солопова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 125 с.
2. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. – Введ. 1995-08-02. - М.: Стройиздат, 1996. – 68 с.
3. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. - Введ. 1989-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 2002. – 48 с.
4. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – Взамен ГОСТ 12.1.003-76; введ. 1984-06-30.– М.: Стандартиформ, 2007. – 11 с.
5. Рахимова, Н.Н. Производственный шум. Нормирование. Методы снижения шума: учебное пособие / Н. Н. Рахимова, Л. Г. Проскурина, Е.А. Солопова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. - 106 с.
6. Инженерные расчеты по охране труда и технической безопасности : учеб. - метод. пособие для студентов химико - технологических специальностей / Б. Р. Ладик [и др.]. – Минск: БГТУ, 2007. – 86 с. - Режим доступа: [https://www.belstu.by/book\\_library/955/inzhenernye-raschety-po-oxrane-truda\\_ladik.pdf](https://www.belstu.by/book_library/955/inzhenernye-raschety-po-oxrane-truda_ladik.pdf)

## Приложение А (справочное)

Таблица А.1 – Зависимость частоты от коэффициента звукопоглощения  $\alpha_0$  и значения частотного множителя  $\mu$

Частота звука, $\nu_n$	Частотный множитель, $\mu$	Коэффициент звукопоглощения, $\alpha_0$
$\nu_{63}$	0,65	0,15
$\nu_{125}$	0,62	0,15
$\nu_{250}$	0,64	0,68
$\nu_{500}$	0,75	0,79
$\nu_{1000}$	1	0,61
$\nu_{2000}$	1,5	0,6
$\nu_{4000}$	2,4	0,63
$\nu_{8000}$	4,2	0,15

## Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 - Зависимость толщины стенки ограждения из листовой стали от ударной нагрузки

Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм	Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм
4,91	1	73,5	10
8,33	2	80,36	11
14,6	3	96,04	12
17,15	4	102,9	13
25,67	5	115,64	14
31,16	6	139,16	15
39,69	7	159,74	16
47,04	8	188,16	17
61,74	9	205,8	18