



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Институт повышения квалификации
и переподготовки кадров

Кафедра «Обработка материалов давлением»

Н. А. Лепшая, А. П. Лепший

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

ПРАКТИКУМ

для слушателей специальности 1-59 01 01

**«Охрана труда в машиностроении и приборостроении»
заочной формы обучения**

Гомель 2013

УДК 621:658.382.3(075.8)
ББК 65.246.95я73
Л48

*Рекомендовано кафедрой «Обработка материалов давлением»
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 11 от 24.10.2012 г.)*

Рецензент: декан машиностр. ф-та ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук, доц.
Г. В. Петришин

Лепшая, Н. А.

Л48 Безопасность производственных процессов и оборудования : практикум для слушателей специальности 1-59 01 01 «Охрана труда в машиностроении и приборостроении» заоч. формы обучения / Н. А. Лепшая, А. П. Лепший. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. – 29 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://library.gstu.by/StartEK/>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит программу курса «Безопасность производственных процессов и оборудования» и задачи к выполнению практических работ.
Для слушателей ИПК и ПК.

**УДК 621:658.382.3(075.8)
ББК 65.246.95я73**

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение дисциплины «Безопасность производственных процессов и оборудования» включает в себя:

1. Прослушивание и конспектирование обзорных лекций.
2. Самостоятельное изучение всего курса по учебникам и нормативно-правовым документам.
3. Выполнение практической работы.
4. Сдача зачета.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ»

Дисциплина «Безопасность производственных процессов и оборудования» является комплексной дисциплиной, базирующейся на знаниях полученных при получении высшего технического образования.

Цель преподавания дисциплины – изучение студентами требований безопасности при проектировании, организации и проведении технологических процессов на промышленных предприятиях машиностроительного профиля.

В результате освоения дисциплины «Безопасность производственных процессов и оборудования» слушатели должны получить знания по:

- общим требованиям безопасности, предъявляемым к оборудованию и применяемым средствам защиты;
- требованиям охраны труда при разработке, изготовлении и испытаниях образцов новых машин и передаче их в серийное производство;
- требованиям размещению производственного оборудования и организации рабочих мест, требованиям к производственным зданиям и помещениям;
- требованиям безопасности к исходным материалам и технологическим процессам в машиностроении и металлообработке.

уметь:

- работать с нормативно-технической документацией по охране труда;
- оценивать параметры условий труда;
- организовывать обучение работающих безопасным методам работы;

- характеризовать машины, оборудование, технологические процессы и материалы с точки зрения опасного или вредного влияния на здоровье и работоспособность человека в процессе труда;
- анализировать состояние охраны труда в машиностроительном производстве и металлообработке.

2. ПРОГРАММА КУРСА «БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ»

Тема 1. Введение.

Классификация отраслей промышленности. Состав машиностроительного завода и цеха.

Тема 2.

Общие требования безопасности к производственным процессам.

Тема 3.

Требования к территории предприятия, производственным зданиям и помещениям.

Тема 4.

Требования к системам отопления, вентиляции и освещения помещений

Общие требования к системам отопления.

Общие требования к системам вентиляции.

Общие требования к кондиционированию воздуха.

Общие требования к освещению помещения.

Тема 5.

Общие требования к конструкции оборудования

Требования к размещению оборудования.

Требования к организации рабочих мест

Тема 6.

Требования к хранению, транспортировке материалов и отходов производства

Общие требования к хранению и транспортированию материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых изделий и отходов производства.

Тема 7.

Средства защиты.

Классификация средств защиты.

Тема 8.

Контроль за соблюдением требований безопасности.

3. ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

ЗАДАЧА 1

Определить теплоступления от кузнечной печи при открытой дверце печи, а также интенсивность облучения рабочего, находящегося на расстоянии $X = 1$ м от этой дверцы с исходными данными:

- а) степень черноты абсолютно черного тела $C_0 = 5,78 \text{ Вт/м}^2$;
- б) абсолютная температура газов в печи $T_{\text{печ}} = 373 + 1200 = 1473 \text{ К}$;
1200 – температура в печи, °С;
- в) толщина стенки печи δ , м; отверстие дверей F и продолжительность t открывания отверстия принимается из таблицы.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
δ , м	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5
$F = a \cdot b$, м^2	0,4 · 0,6	0,5 · 0,7	0,4 · 0,5	0,5 · 0,4	0,5 · 0,4	0,6 · 0,8	0,8 · 0,6	0,7 · 0,6	0,5 · 0,8	0,5 · 0,7
t , мин	10	15	10	5	10	10	5	15	20	10

Указания к решению задачи

1. Интенсивность излучения из открытого отверстия определяется по формуле:

$$q'_{\text{отв}} = C_0 \cdot (T_{\text{печ}}/100)^4, \text{ Вт/м}^2.$$

2. Коэффициент облучения:

$$\varphi_{\text{отв}} = (\varphi'_{\text{отв}} + \varphi''_{\text{отв}}) / 2,$$

где $\varphi'_{\text{отв}}$ – зависит от δ/a и от δ/b .

δ/a или δ/b	...	0,4	1,0	1,4	2,0	2,4
$\varphi'_{\text{отв}}$ или $\varphi''_{\text{отв}}$	...	0,83	0,65	0,57	0,5	0,45

3. Интенсивность теплового излучения из открытого отверстия определяется по формуле:

$$q_{\text{отв}} = \varphi_{\text{отв}} \cdot q'_{\text{отв}}, \text{ Вт/м}^2.$$

4. Теплопоступление из отверстия печи, открываемого на t мин в течение каждого часа:

$$Q_{\text{отв}} = q_{\text{отв}} \cdot F \cdot (t / 60), \text{ Вт.}$$

5. Наибольшая интенсивность теплового облучения рабочего, находящегося на расстоянии $X = 1$ м,

$$q_{\text{рм}} = (\varphi_{\text{рм}} \cdot Q_{\text{отв}}) / F, \text{ Вт/м}^2.$$

где $\varphi_{\text{рм}}$ – коэффициент облучения, определяется по таблице в зависимости от отношения X / \sqrt{F} :

X / \sqrt{F}	...	0,4	1,2	2,0	2,8	3,6	4,8
$\varphi_{\text{рм}}$	...	0,4	0,12	0,05	0,03	0,02	0,01

Результаты подсчета интенсивности облучения сравнить с допустимой интенсивностью, и если они превышают ее, то внести предложения по снижению облучения.

$$q_{\text{доп}} = 140 \text{ Вт/м}^2.$$

ЗАДАЧА 2

В землеприготовленном отделении чугунолитейного цеха земля из бункера подается на транспортер через точку под углом $\alpha=90^\circ$ в количестве $W_m, \text{ м}^3/\text{ч}$. Материал падает с высоты $H=2,5\text{ м}$. В целях предотвращения запыления в цеху транспортер имеет укрытие, причем площадь щелей в укрытии $F_t, \text{ м}^2$. Определить расход воздуха удаляемого от укрытия. Исходные данные:

а) скорость проникновения воздуха через неплотности укрытия $v=1,5 \text{ м/с}$;

б) коэффициент трения сухой земли о поверхность точки $f_m = 0,5$.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$W_M, \text{м}^3/\text{ч}$	200	150	100	250	175	200	150	100	250	175
$F_T, \text{м}^2$	0,3	0,4	0,1	0,5	0,3	0,4	0,3	0,5	0,1	0,2

Указания к решению задачи

1. Определение скорости движения материала при входе в укрытие:

$$v_M = \sqrt{19,62 \cdot H \cdot (1 - 1,2 \cdot f_m \cdot \text{ctg} \alpha)}, \text{ м/с.}$$

2. Объемный расход воздуха, вносимого в укрытие с поступающей землей:

$$L_M = 0,12 \cdot K_y \cdot W_M \cdot v_M^2, \text{ м}^3/\text{ч},$$

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

3. Объемный расход воздуха, проникающего из помещения через неплотности укрытия:

$$L_{BC} = 3600 \cdot v \cdot F_T, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Общий объемный расход воздуха, удаляемого из-под укрытия:

$$L = L_M + L_{BC}, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

ЗАДАЧА 3

В помещении испытательной станции завода испытываются карбюраторные двигатели внутреннего сгорания. Определить воздухообмен, необходимый для растворения окиси углерода, содержащейся в отработанных газах. Причем, от испытываемых двигателей

85 % выхлопных газов отводится местным отсосом наружу, а 15 % остается в помещении.

Исходные данные:

- а) количество двигателей – n ;
- б) рабочий объем цилиндров двигателей – V_n , л;
- в) время работы двигателей – T , мин;
- г) содержание в отработанных газах окиси углерода – P , %, при испытании на стенде принимается 3 %;
- д) предельно допустимые концентрации окиси углерода в воздухе рабочей зоны принять $q_{\text{пдк}} = 20 \text{ мг/м}^3$.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n , двиг	5	8	10	10	10	8	10	8	10	8
V_n , л	6	7	5,55	4,25	2,45	0,75	1,36	2,12	3,48	1,07
T , мин	60	60	60	60	45	45	45	60	60	60

Указания к решению задачи

1. Количество окиси углерода, выделяющейся в помещении при работе двигателя, определяется по формуле:

$$G = 15 \cdot B \cdot (P / 100) \cdot (T/60),$$

где B – расход топлива одним двигателем, кг/ч.

2. Расход топлива двигателем определяется по формуле:

$$B = (0,6 \div 0,8) \cdot V_n, \text{ кг/ч.}$$

3. Количество окиси углерода, остающееся с отработанными газами в помещении:

$$G_{\text{п}} = G \cdot 0,15 \cdot 10^6, \text{ мг/ч.}$$

4. Воздухообмен или объем воздуха, необходимый для растворения в помещении окиси углерода по предельно допустимой концентрации, определяется по формуле:

$$L = G_{\text{п}} / q_{\text{пдк}}, \text{ м}^3/\text{ч.}$$

ЗАДАЧА 4

Рассчитать общее люминесцентное освещение цеха, исходя из норм по разряду зрительной работы и безопасности труда по следующим исходным данным: высота цеха $H = 6$ м; размеры цеха $A \cdot B$, м; напряжение осветительной цепи 220В; коэффициент отражения потолка $S_n = 70\%$, стен $S_c = 50\%$; светильник с люминесцентными лампами ЛБ-20-4, имеющими световой поток $\Phi = 11800$ лм.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$A \cdot B$, м	15*10	25*15	50*30	70*50	100*70	110*108	50*30	70*100	25*35	80*105
Разряд и подразряд работы	Пв	Шб	IVг	IIIг	IIIа	IVа	IIг	IIIг	IVг	Пв
Освещенность E , лк	500	300	150	250	500	300	300	200	150	500
Коэффициент K_z	1,5	1,8	1,5	1,4	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,6

Указания к решению задачи

1. Определение расчетной высоты подвеса светильника: $h = H - h_p - h_c$, где $h_p = 0,8$ м, высота рабочей поверхности над полом; $h_c = 0,5$ м, расстояние светового центра светильника от потолка (свес).

2. Оптимальное расстояние между светильниками при многорядном расположении определяется: $L = 1,5 \cdot h$, м.

3. Определение индекса площади помещения $i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}$.

4. Необходимое количество ламп: $n = E \cdot K_z \cdot S \cdot Z / (\Phi \cdot \eta)$, шт.
 $S = A \cdot B$ – площадь цеха, m^2 ; $Z = 1,15$ – коэффициент неравномерности освещения; $\eta = 0,4$ – коэффициент использования светового потока.

ЗАДАЧА 5

Точечный изотопный источник C_{O}^{60} ($h\nu = 1,25$ Мэв) транспортируется в свинцовом контейнере. Определить толщину свинцового экрана контейнера.

Исходные данные:

- активность источника – C , Ки;
- время транспортирования – $t = 24$ ч;
- расстояние от источника до экспедитора, сопровождающего изотропный источник – R , м;
- предельно допустимая доза облучения $D_{\text{пдд}} = 0,017$ Р/сут.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C , Ки	5,4	2,7	1,35	1,35	5,4	2,7	1,35	1,7	1,35	5,4
R , м	1,5	2	1	1,5	2	4	2,5	3	1	1

Указания к решению задачи

- Определение экспозиционной дозы за сутки по формуле:

$$D = C \cdot P_{\gamma} \cdot t / R^2 = C \cdot P_{\gamma} \cdot 10^3 \cdot t / (R^2 \cdot 10^4), \text{ Р},$$

где $P_{\gamma} = 12,9 \text{ Р} \cdot \text{см}^2$ (ч·мКи), гамма – постоянная изотопа C_{O}^{60} .

- Определение кратности ослабления:

$$K = D / D_{\text{пдд}}.$$

- Определение толщины стенки свинцового контейнера по номограмме, рис. 92 [4].

ЗАДАЧА 6

Рассчитать в каждой октавной полосе частот уровень шума, создаваемого оборудованием закрытым кожухом из листовой стали, и сравнить с допустимым. При необходимости дать предложения по дальнейшему снижению уровня шума.

Октавный уровень звукового давления внутри кожуха принять по таблице:

Среднегеометрическая частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового давления, дБ	100	120	130	130	130	125	115	110

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Толщина кожуха δ , мм	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0

Указания к решению задачи

Уровень снижения шума определить по формуле:

$$R = 20 \cdot \lg (m_0 \cdot f) - 47,5, \text{ дБ},$$

где m_0 – масса 1 м² ограждения, кг;
 f – частота, Гц.

Допустимые уровни шума принять по табл. 3.3 [1, с. 137] для выполнения всех видов работ (п. 9).

ЗАДАЧА 7

Компрессор подает воздух давлением P_2 , кПа, при начальном давлении сжимаемого воздуха $P_1 = 98$ кПа и температуре $T_1 = 288$ °К. В компрессоре применяется компрессорное масло марки 12 (М) с температурой вспышки не ниже 216 °С.

Согласно правилам устройства и безопасной эксплуатации воздушных компрессоров и воздухопроводов разница между температурой вспышки масла и температурой сжатого воздуха должны быть не менее 75 °С. Определить температуру сжатого воздуха и сделать за-

ключение о возможности эксплуатации компрессоров без охлаждения.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_2 , кПа	800	600	400	1200	1000	600	1200	1000	800	800

Указания к решению задачи

Конечная температура сжатого воздуха определяется по формуле:

$$T_2 = T_1 (P_2 / P_1)^{(m-1)/m},$$

где T_1 – абсолютная температура воздуха до сжатия, °К;

T_2 – абсолютная температура воздуха после сжатия, °К;

m – показатель политропы (для воздуха $m = 1,41$).

Полученный результат сопоставить с температурой вспышки и компрессорного масла и сделать заключение о необходимости охлаждения компрессора.

ЗАДАЧА 8

Воздухосборник компрессора имеет объем V , м³ и рассчитан на давление P_2 , кПа. Определить мощность взрыва этого воздухосборника, принимая время действия взрыва $t = 0,1$ с.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_2 , кПа	400	600	800	1000	1200	800	600	400	1000	800
V , м ³	1,8	1,6	1,4	1,5	1,0	2,0	3,0	2,5	2,5	3,5

Указания к решению задачи

Мощность взрыва воздухосборника определяется по формуле:

$$N = A / t, \text{ кВт},$$

где $A = \frac{V \cdot P_2}{m - 1} \cdot \left(1 - \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{m-1}{m}}\right)$, кДж – работа взрыва;

$P_1 = 98$ кПа – атмосферное давление;

$m = 1,41$ – показатель политропы.

ЗАДАЧА 9

Построить график распределения потенциалов на поверхности земли при замыкании на одиночный вертикальный стержневой заземлитель и определить величины шаговых напряжений прикосновения к корпусам заземленного оборудования на расстояниях 1,5 и 15 м от заземлителя. Длину шага принять равной 0,8 м. Длина стержневого заземлителя $l = 3,5$ м. Диаметр стержневого заземлителя $d = 0,006$ м.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ток замыкания I_3, A	5000	6000	7000	8000	9000	4000	3000	2000	1000	500
Удельное сопротивление грунта $\rho, \text{ Ом}\cdot\text{м}$.	400	150	70	53	30	53	70	150	400	700

Сделать выводы об опасности этих напряжений и дать предложения, если это необходимо, о мерах по их снижению.

Указания к решению задачи

Уравнение потенциальной кривой для вертикального стержневого заземлителя:

$$\varphi = \frac{I_3 \cdot c}{2 \cdot \rho \cdot l} \cdot \ln \frac{\sqrt{l^2 + x^2} + l}{x}, \text{ В,}$$

где x – расстояние от заземлителя.

ЗАДАЧА 10

Рассчитать количество пружин для виброизоляции установки, приняв пружины ДС-41, диаметр проволоки $d = 6$ мм; диаметр пружины

$D = 54$ мм; высота пружины в ненагруженном состоянии $H = 114$ мм; жесткость пружины в продольном направлении $C_z = 12600$ Н/м.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса установки m , кг	200	250	275	300	325	350	375	400	450	500
Частота вынужденных колебаний f , Гц	50	45	40	35	30	24	20	18	16	14

Указания к решению задачи

1. Определение круговой частоты вынужденных колебаний:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f, \text{ с}^{-1}.$$

1. Определение максимально допустимой амплитуды смещения установки:

$$A_y = v_d / \omega, \text{ м},$$

где $v_d = 0,002$ м/с – допустимая виброскорость.

2. Определение расчетной максимальной нагрузки на виброизоляторы:

$$P_{\text{расч.мах}} = m \cdot g \left(1 + 1,5 \cdot \frac{\omega^2}{10 \cdot g} \cdot A_y \right), \text{ Н},$$

где $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения.

4. Определение количества пружин по формуле:

$$n \geq P_{\text{расч.мах}} / P_{1 \text{ мах}},$$

где $P_{1 \text{ мах}} = 550$ Н – максимальная рабочая нагрузка на пружину.

ЗАДАЧА 11

Рассчитать резиновый виброизолятор используя следующие исходные данные:

- а) силовая нагрузка на виброизолятор P , Н;
- б) жесткость виброизолятора $C_z = 50 \cdot 10^4$, Н/м.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , Н	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750

Указания к решению задачи

1. Определение площади поперечного сечения резинового элемента

$$F \geq P / \sigma, \text{ м}^2,$$

где P – силовая нагрузка на виброизолятор, Н; $\sigma = 3 \cdot 10^5$ Па – статическое напряжение в резине.

2. Определение рабочей высоты резинового виброизолятора:

$$h_{\text{раб}} = (E_d \cdot F) / G_z, \text{ м},$$

где $E_d = 4 \cdot 10^6$ Па – динамический модуль упругости; G_z – жесткость виброизолятора по направлению к оси Z , Н/м.

3. Определение полной высоты резинового виброизолятора:

$$h_{\text{р.в.}} = h_{\text{раб}} + B / 8, \text{ м},$$

где B – характерный размер поперечного сечения резинового элемента. Для круглого поперечного сечения виброизолятора B равно диаметру этого сечения. Причем $h_{\text{р.в.}}$ должно быть не менее $0,375 B$, но не более $1,8 B$.

ЗАДАЧА 12

Рассчитать защитное заземляющее устройство. Исходные данные:

- а) линейное напряжение в сети $U_{л} = 220 \text{ В}, 380 \text{ В}$;
- б) заземляющее устройство состоит из стержней $l = 2500 \text{ мм}$ и $d = 50 \text{ мм}$;
- в) стержни размещаются по периметру $30 \cdot 70 \text{ м}$;
- г) удельное сопротивление грунта – $\rho_{изм} \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\rho \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	1-4	1,5-4	0,4-1,5	0,08-0,7	0,09-5,3	1-4	1,5-4	0,4-1,5	1-4	1,5-4
	песок	супесок	суглина	глина	чернозем	песок	супесок	суглина	песок	супесок

Указания к решению задачи

1. Определение сопротивления одиночного вертикального стержневого заземлителя, заглубленного ниже уровня земли на $H_0 = 0,5 \text{ м}$ по формуле:

$$R_{о.в.с.} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{4H-l} \right), \text{ Ом},$$

где $H = H_0 + \frac{l}{2}$.

2. Ориентировочное определение коэффициента использования заземлителей без учета влияния соединительной полосы. С этой целью предварительно принимается 50 шт. заземлителей. Тогда по таблице 15 [2] этот коэффициент равен 0,4.

3. Предварительное определение количества заземлителей:

$$n_3 = \frac{R_{o.v.c.}}{\eta_{n_3} \cdot R_3}, \text{ шт.},$$

где $R_3 = 4 \text{ Ом}$.

4. Определение сопротивления полосы, соединяющей одиночные стержни (без учета коэффициента использования полосы):

$$R_{\text{пол}} = \frac{\rho p}{\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{4 \cdot L_{\text{пол}}}{B}, \text{ Ом},$$

где B – ширина полосы; $B = 0,012 \text{ м}$; $L_{\text{пол}} = 2 \cdot n_3 \cdot l$ – длина полосы.

5. Определение коэффициента использования соединительной полосы. По табл. 20 [2] принимается $\eta_{\text{и.п.}} = 0,21$.

6. Определение сопротивления соединительной полосы с учетом коэффициента использования:

$$R_{\text{пол/к.и.}} = R_{\text{пол}} / \eta_{\text{и.п.}}, \text{ Ом}.$$

7. Определение требуемого сопротивления заземлителей:

$$R_{o.v.c./к.и.} = (R_{\text{пол/к.и.}} \cdot R_3) / (R_{\text{пол/к.и.}} - R_3), \text{ Ом}.$$

8. Определение уточненного количества заземлителей с учетом коэффициента использования заземлителей:

$$n_3 = R_{o.v.c.} / (R_{o.v.c./к.и.} \cdot \eta_{\text{и.з.}}), \text{ шт.}$$

9. Уточнить сопротивление заземления:

$$R_3 = \frac{R_{\text{пол}} \cdot R_{o.v.c.}}{R_{\text{пол}} \cdot \eta_{\text{пд}} \cdot n_3 + R_{o.v.c.} \cdot \eta_{\text{пд}}}.$$

ЗАДАЧА 13

Определить какое количество свежего воздуха необходимо подавать в помещение в течение часа.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Размеры помещения, м:										
а) ширина А	10	12	14	16	18	20	24	8	6	11
б) длина В	20	24	26	30	32	36	30	15	20	22
в) высота Н	3,0	2,7	2,8	3,0	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8	2,8
количество работающих N, чел	40	50	60	70	110	100	130	12	22	45

Указания к решению задачи

1. Определить объем помещения, приходящийся на одного работающего:

$$\frac{V}{N} = \frac{A \cdot B \cdot H}{N}, \text{ м}^3/\text{чел.}$$

2. Определить требуемый воздухообмен по формуле:

$$L = l_o \cdot N, \text{ м}^3/\text{ч},$$

приняв $l_o = 20 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{чел}$ при $\frac{V}{N} \geq 20 \text{ м}^3/\text{чел}$

и $l_o = 30 \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{чел}$ при $\frac{V}{N} < 20 \text{ м}^3/\text{чел}$.

ЗАДАЧА 14

В целях исключения травм от стружки, образующейся при обработке резанием на металлорежущих станках, устанавливаются пылестружкоотсасывающие устройства.

Рассчитать объем воздуха L_b , необходимый для транспортирования стружки в указанном устройстве.

Исходные данные:

- а) обрабатываемый материал – чугун;
- б) количество стружки, отделяющейся от обрабатываемого изделия – G_c кг/ч (машинного времени).

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G_c кг/ч	10	70	100	15	9	75	12	90	16	110

Указания к решению задачи

1. Определение количества воздуха, необходимого для непрерывного удаления стружки и пыли от режущего инструмента:

$$G_B = G / \mu, \text{ кг/ч,}$$

где: μ – концентрация смеси, принять $\mu = 0,8$.

2. Определение минимального объема воздуха, необходимого для транспортировки стружки:

$$L_B = G_B / \gamma_B, \text{ м}^3/\text{ч,}$$

где γ_B – удельная масса воздуха при температуре перемещаемой смеси, кг/м^3 , принимается $1,2 \text{ кг/м}^3$.

ЗАДАЧА 15

Рассчитать установку для тушения пожара углекислотой в помещении завода.

Исходные данные:

- а) $W_{\text{п}}$ – объем защищаемого помещения, м^3 ;
- б) K_y – коэффициент, учитывающий особенности процесса газообмена, утечки углекислоты через неплотности и проемы защищаемого помещения.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$W_{п}, м^3$	450	600	900	750	500	850	750	850	950	550
K_y	1,0	1,5	1,1	1,4	2,0	1,8	1,2	1,5	1,2	1,3

Указания к решению задачи

1. Определение количества огнегасительного газового состава по формуле:

$$G_r = G_b \cdot W_{п} \cdot K_y + G_o, \text{ кг},$$

где $G_b = 0,7 \text{ кг/м}^3$ – огнегасительная концентрация газового состава для углекислоты; $G_o = 0,7 \text{ кг/м}^3$ – количество углекислоты остающейся в установке после окончания ее работы, кг.

2. Определение потребного количества рабочих баллонов с углекислотой:

$$N_{\sigma} = G_r / (V_{\sigma} \cdot \rho \cdot \alpha_n), \text{ шт.},$$

где $V_{\sigma} = 25 \text{ л}$ – объем баллона, при 25 л в баллоне содержится 15,6 кг углекислоты; $\rho = 0,625 \text{ кг/л}$ – плотность углекислоты; α_n – коэффициент наполнения.

3. Количество резервных баллонов принять равным числу рабочих баллонов.

ЗАДАЧА 16

В производственном помещении был пролит бензин А-76. Определить время, в течение которого испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха.

Исходные данные:

- а) количество пролитого бензина Q , л;
- б) температура в помещении $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- в) радиус лужи бензина r , см;
- г) атмосферное давление в помещении 0,1 МПа (760 мм рт. ст.);

д) объем помещения V , м^3 .

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q, л	2,0	3,0	2,5	3,3	1,5	2,7	1,75	2,3	2,75	2,9
r, см	200	300	250	230	150	270	175	230	275	290
V, м^3	20	30	25	33	10	27	2	25	28	30

Указания к решению задачи

1. Определение интенсивности испарения бензина по формуле:

$$m = 4 \cdot r \cdot D_t \cdot \frac{M \cdot P_{\text{нас}}}{V_t \cdot P_{\text{атм}}}, \text{ г/с},$$

где D_t – коэффициент диффузии паров бензина, $\text{см}^2/\text{с}$; $M = 96$ – молекулярная масса бензина; V_t – объем грамм-молекулы паров бензина при температуре

$t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, см^3 ; $P_{\text{атм}} = 0,1 \text{ МПа}$ – атмосферное давление; $P_{\text{нас}} = 0,014$ – давление насыщенного пара бензина, МПа.

2. Определение коэффициента диффузии паров бензина:

$$D_t = D_0 \left[\frac{(T+t)}{T} \right], \text{ см}^2/\text{с},$$

где D_0 – коэффициент диффузии паров бензина при $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении

$0,1 \text{ МПа}$, $\text{см}^2/\text{с}$, определяется: $D_0 = 0,8 / \sqrt{M}$, $T = 273 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Определение объема грамм-молекулы паров бензина при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$V_t = [V_0 (T+t)] / T, \text{ см}^3,$$

где $V_0 = 22,4 \text{ л}$ – объем грамм-молекулы паров бензина при давлении $0,1 \text{ МПа}$.

4. Определение продолжительности испарения Q бензина, л:

$$\tau = (1000 \cdot Q \cdot 0,73) / (m \cdot 3600), \text{ ч},$$

где $0,73$ – плотность бензина.

5. Определение весовой концентрации:

$$K_{\text{вес}} = (K_{\text{об}} \cdot M \cdot 10) / V_t, \text{ мг/л},$$

где $K_{\text{об}} = 0,76 \%$ – нижний предел взрываемости паров бензина при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; V_t – в литрах.

6. Определение объема воздуха, в котором образуется взрывоопасная концентрация:

$$V_{\text{в.к.}} = Q / K_{\text{вес}}, \text{ м}^3,$$

где Q – в граммах.

7. Определение времени образования взрывоопасной концентрации в помещении объемом V воздуха, м^3 :

$$\tau_v = (V \cdot 60) / V_{\text{в.к.}}, \text{ МИН.}$$

ЗАДАЧА 17

В отделении приготовления окрасочных составов малярного цеха применяется в качестве растворителя ацетон.

Допускается, что в этом отделении произошла авария, в результате чего ацетон был разлит по полу, и вентиляция перестала работать.

Определить отношение объема взрывоопасной смеси к объему помещения и время испарения ацетона в количестве, достаточном для образования взрывоопасной смеси в 5% объема помещения.

Исходные данные:

- а) количество разлитого ацетона – G , кг;
- б) нижний концентрационный предел воспламенения ацетона $C_{н.п.в.} = 52 \text{ г/м}^3$;
- в) объем помещения $V_{\text{пом}}$, м^3 , площадь – $F_{\text{пом}}$, м^2 ;
- г) молекулярная масса ацетона $M = 58,08 \text{ г}$.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G , кг	10	25	15	12	18	19	13	18	20	15
$V_{\text{пом}}$, м^3	500	3000	2500	1300	1500	2100	2000	1500	1800	1100
$F_{\text{пом}}$, м^2	100	650	450	175	450	350	250	550	600	375

Указания к решению задачи

1. Определение объема взрывоопасной паровоздушной смеси, в которой разделившийся ацетон может образовать взрывоопасную концентрацию на нижнем пределе воспламенения, по формуле:

$$V_{\text{см}} = 1,5 \cdot (G / C_{\text{н.п.в.}}), \text{ м}^3,$$

где G – в граммах.

2. Определение свободного объема помещения, которое займет взрывоопасная смесь при испарении всего ацетона:

$$V_{\text{в.с.}} = 100 \cdot (V_{\text{см}} / V_{\text{пом.}}), \%$$

3. Определить время испарения ацетона в количестве, достаточном для образования взрывоопасной смеси в 5 % объема помещения, по формуле:

$$\tau_{\text{и}} = 0,18 \cdot V_{\text{пом}} \cdot C_{\text{н.п.в.}} / K_{\text{w}} \cdot P_{\text{н}} \cdot \sqrt{M \cdot F}, \text{ ч},$$

где K_{w} – коэффициент, учитывающий влияние скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения, принять $K_{\text{w}} = 1$; $P_{\text{н}} = 230 \text{ мм рт. ст.}$ – давление насыщенных паров ацетона при температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

ЗАДАЧА 18

Рассчитать сечение бензопровода станции испытания двигателей внутреннего сгорания. При недостаточном сечении этого бензопровода возможна обратная вспышка в карбюраторе и возникновение пожара.

Исходные данные:

- а) мощность испытываемого двигателя N , кВт;
- б) скорость перемещения бензина в трубопроводе $v_{\delta} = 0,65$ м/с;
- в) плотность бензина $\psi = 0,75$ г/м³;
- г) расход бензина при испытании $q = 250$ г на 1 кВт.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N , кВт	90	140	250	450	45	350	72	300	250	450

Указания к решению задачи

1. Определение сечения бензопровода по формуле:

$$F = (N \cdot q) / (3,6 \cdot v_{\delta} \cdot \psi), \text{ см}^2.$$

2. Составить эскиз плана испытательной станции с указанием: бензобака, бензопровода, трубопровода для вывода отработанных газов, устройства по снижению шума от выхлопных газов и средства пожаротушения.

ЗАДАЧА 19

Определить время эвакуации людей из столовой, расположенной на втором этаже здания. Эвакуация производится по двум лестницам, расположенным в противоположных боковых сторонах здания. Ширина марша каждой лестницы 2,4 м. Перед каждой лестницей есть фойе и дверь шириной $\delta = 1,2$ м, такой же ширины наружная дверь. Число посадочных мест в зале столовой N . Наиболее удаленное посадочное место от выхода из зала расположено на расстоянии l м.

Полное время эвакуации не должно превышать $\tau_{\text{доп}} = 6$ мин. Протяженность пути по лестнице $l_2 = 10$ м.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число посадочных мест N	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Расстояние от наиболее удаленного места $l, \text{ м}$	23	27	30	20	25	24	21	17	18	19

Расстояние от двери фойе до лестницы $l_1 = 15$ м.

Указания к решению задачи

1. Время преодоления предельного расстояния до выхода из зала:

$$\tau' = l / v, \text{ мин,}$$

где $v = 16$ м/мин – средняя скорость движения потока людей.

2. Время преодоления дверей:

$$\tau'' = N / (2 \cdot \delta \cdot n_0), \text{ мин,}$$

где $n_0 = 60$ чел/м·мин – расчетная удельная пропускная способность 1 м дверей.

3. Полное время эвакуации:

$$\tau_p = \tau' + 2 \tau'' + l_1 / v + l_2 / v_2 \leq \tau_{\text{доп}},$$

где $v_2 = 10$ м/мин – скорость движения потока людей по лестнице вниз.

ЗАДАЧА 20

Определить необходимое количество воздуха, подаваемого вентиляцией для ассимиляции избыточных тепловыделений в производственном помещении, обеспечить температуру в рабочей зоне $t_p = 25$ °С. Расстояние от пола до центра вытяжных проемов $H = 5$ м. Температурный градиент по высоте помещения $\Delta t = 1$ °С/м. Температура приточного воздуха $t_{пр} = 20$ °С. Удельная теплоемкость воздуха $C = 1$ кДж/кг·К.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Избыточное выделение явной теплоты, $Q'_{изб.}$, кДж/м ³ ·ч	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	18000

Указания к решению задачи

1. Температура воздуха, удаляемого из помещения:

$$t_{вт} = t_n + \Delta t (H - 2).$$

2. Требуемое количество приточного воздуха:

$$L_{пр} = \frac{Q_{изб}}{C \cdot \rho \cdot (t_{вм} - t_{пр})}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где ρ – плотность приточного воздуха, кг/м³.

$$\rho = 1,29 \text{ кг/ м}^3.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазаренков А.М., Калиниченко В.А. Охрана труда. - Мн.: из-во «ИВЦ министерства финансов», 2010. — 473 с.
2. Михнюк Т.Ф. Безопасность и жизнедеятельность. – Мн.: Дизайн ПРО, 1998.
3. Охрана труда в машиностроении /Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1983.
4. Полтев М.К. Охрана труда в машиностроении. – М.: Высш. школа, 1980.
5. Охрана труда /Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Высш. школа, 1982.
6. Система стандартов безопасности труда ССБТ.
7. СНРБ № 2.04.05-98 “Естественное и искусственное освещение”.
8. СНРБ № 9.90-98 “Вибрация производственная локальная. Предельно допустимые уровни”.
9. СНРБ № 9.89-98 “Вибрация производственная общая. Предельно допустимые уровни”.
10. СНРБ № 9.89-98 “Шум на рабочих местах. Предельно допустимые уровни”.
11. СНРБ № 9.84-98 “Переменное магнитное поле. Предельно допустимые уровни на рабочих местах”.

Санитарные правила и нормы:

12. СанПиН № 9.94-98 “Санитарные правила и нормы производственных предприятий “.
13. СанПиН № 11.22-94 “Санитарные нормы инфразвука на рабочих местах”.
14. СанПиН № 11.22-94 “Санитарные правила при работе со смазочно-охлаждающими жидкостями и технологическими смазками и маслами”.
15. СанПиН №22.2.542-96 “Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным ЭВМ и организация работы”.
16. СанПиН РБ № 9.98-98 “Санитарные правила и нормы аэронизации воздушной среды производственной и общественных помещений”.
17. СанПиН РБ № 11.09-94 “Санитарные правила организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию”.

18. СанПиН РБ № 9.80-98 “Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений”.
19. СанПиН РБ № 11.08-94 “Санитарные правила и нормы по ограничению шума и вибрации на рабочих местах тракторов, сельскохозяйственных и транспортных машин”.
20. СанПиН РБ № 12.32-95 “Перечень аварийно опасных химических соединений”.
21. СанПиН РБ № 11.19-94 “Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ”.
22. ГН РБ № 9.106-98 “Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны”.
23. ГН РБ № 9.105-98 “Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами”.
24. ГН РБ № 9.105-98 “Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны”.
25. ГН РБ № 2.6.1.8.127-2000. НРБ-2000. “Нормы радиационной безопасности”.
26. ГН 2.6.1.8.127-2000. ОСП-72/87 “Основные санитарные правила № 4422-87”.
27. СТБ 11.0.02-95 “Пожарная безопасность. Общие термины и определения”.
28. СТБ 11.0.03-95 “Пассивная противопожарная защита”.
29. СТБ 11.0.04-95 “Организация тушения пожаров”.
30. СТБ 11.4.01-95 “Легко воспламеняющиеся и горючие жидкости. Обеспечение пожарной безопасности при хранении, перемещении и применении на промышленных предприятиях”.
31. Общие правила пожарной безопасности для промышленных предприятий Республики Беларусь. ПБ РБ – 94.
32. СНИП 2.04.05-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования.
33. СНИП 2.01.02-91 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
34. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91.
35. Правила техники безопасности и правила технической эксплуатации электроустановок потребителей ПТБ и ПТЭ.
36. Правила устройства электроустановок. ПУЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
1. Цели и задачи дисциплины	3
2. Программа курса	4
3. Задачи для практических работ.....	4
Литература	23

Лепшая Наталья Агафоновна
Лепший Александр Парфенович

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

Практикум
для слушателей специальности 1-59 01 01
«Охрана труда в машиностроении и приборостроении»
заочной формы обучения

Подписано в печать 24.04.13.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 1.86. Уч.-изд. л. 1.69.

Изд. № 8.

<http://www.gstu.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе с макета оригинала авторского.

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48