

**КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ № 1-2**  
**для магистрантов по дисциплине**  
**"Управление пожарной безопасностью технологических процессов"**

**1. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Контрольная работа № 1 студента заочного отделения специальности «Пожарная безопасность» состоит из трех теоретических вопросов; КР № 2 – из трех расчетных задач. Вариант задания, в обоих случаях, выбирается по последней цифре номера зачетной книжки студента. Номера вопросов (КР № 1) определяются по табл. 1, исходные значения для задач (КР № 2) приведены в табл. 2-4.

Табл. 1 – Выбор теоретических вопросов в зависимости от варианта

Вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
№ вопр.	1, 11, 21	2, 12, 22	3, 13, 23	4, 14, 24	5, 15, 25	6, 16, 26	7, 17, 27	8, 18, 28	9, 19, 29	10, 20, 30

**2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 1**

*Ответы на теоретические вопросы (выбор – по табл. 1) представляют собой полное изложение ответа с приведенными (при необходимости) формулами и схемами.*

1. Какие вещества образуют горючую среду в цехах холодной обработки металлов? Какие факторы влияют на степень разогрева металлов при их механической обработке? Назовите требования пожарной безопасности в процессах механической обработки металлов.
2. Охарактеризуйте особенности пожарной опасности процессов механической обработки магния, титана, циркония и их сплавов. Назовите специфические требования пожарной безопасности при механической обработке магния, титана, циркония и их сплавов.
3. Назовите причины образования пылевоздушных горючих концентраций в машинах измельчения твердых горючих материалов. Дайте характеристику источников зажигания в процессах измельчения твердых горючих материалов

(в машинах, системах аспирации и т.п.). Назовите требования пожарной безопасности, исключающие возникновение пожаров и взрывов в процессах измельчения твердых горючих материалов.

4. Что составляет горючую среду при механической обработке древесины. Перечислите источники зажигания в деревообрабатывающих производствах. Назовите требования пожарной безопасности для процессов механической обработки древесины.
5. Охарактеризуйте пожарную опасность процессов механической обработки пластмасс. Назовите требования пожарной безопасности для процессов механической обработки пластмасс.
6. Нарисуйте схему устройства пневмотранспорта, работающего под разрежением (избыточным давлением), объясните их работу. Назовите причину образования горючих концентраций в системах пневмотранспорта. Перечислите источники зажигания и назовите пути распространения пожара в системах пневмотранспорта. Назовите требования пожарной безопасности, обеспечивающие безопасную работу систем пневмотранспорта.
7. Нарисуйте схемы теплообменных аппаратов для обогрева «острым» и «глухим» водяным паром. Дайте классификацию теплообменных аппаратов, опишите их устройство. Нарисуйте схему устройства трубчатой печи и объясните ее работу. Охарактеризуйте пожарную опасность трубчатых печей. Назовите требования пожарной безопасности, исключающие трубчатую печь как источник зажигания.
8. Приведите общее устройство конвективных сушилок. Охарактеризуйте их достоинства и недостатки, объясните причины образования паровоздушных горючих концентраций и назовите меры по их предотвращению. Назовите источники зажигания в конвективных сушилках и меры по их предотвращению. Приведите общее устройство и принцип работы тоннельной калориферной сушилки, охарактеризуйте пожарную опасность и назовите требования пожарной безопасности.

9. Приведите общее устройство и принцип работы петролатумной сушилки и зерносушилки. Охарактеризуйте особенности пожарной опасности и назовите требования пожарной безопасности.
10. Охарактеризуйте сущность процесса окраски окунанием, нарисуйте схему окрасочной камеры и опишите ее работу. Назовите условия образования горючей среды при окраске окунанием и перечислите требования пожарной безопасности при окраске этим способом. Опишите процесс окраски обливанием с выдержкой в парах растворителей и охарактеризуйте пожарную опасность процесса.
11. Опишите процесс окраски в электрическом поле высокого напряжения, нарисуйте принципиальную схему установки, опишите достоинства и недостатки. Опишите процесс окраски ПС и охарактеризуйте пожарную опасность процесса. Перечислите основные требования пожарной безопасности к окрасочным производствам с применением ПС.
12. Объясните сущность процесса абсорбции. Перечислите абсорбенты, наиболее часто используемые в технологических процессах производств, охарактеризуйте их свойства. Нарисуйте схему насадочного абсорбера, объясните его работу. Дайте оценку пожарной опасности абсорбционных установок и приведите требования пожарной безопасности к процессам абсорбции.
13. Объясните сущность процессов разделения горючих жидкостей простой перегонкой и ректификацией. Объясните устройство и работу РК, приведите виды колонн. Нарисуйте принципиальную схему непрерывно действующей ректификационной установки, объясните ее работу. Охарактеризуйте особенности пожарной опасности процессов ректификации. Перечислите источники зажигания на ректификационных установках. Приведите основные требования пожарной безопасности при проведении процессов ректификации.
14. Образование горючей среды внутри производственного оборудования. Аппараты с жидкостями.

15. Образование горючей среды внутри производственного оборудования. Аппараты с газами.
16. Образование горючей среды внутри производственного оборудования. Аппараты с пылями.
17. Предупреждение образования горючей паровоздушной среды внутри аппаратов с жидкостью при их нормальной работе. Применение системы газовой обвязки емкостных аппаратов (резервуаров) с изменяющимся уровнем жидкости.
18. Предупреждение образования горючей концентрации в аппаратах с газами.
19. Предупреждение образования горючей концентрации в аппаратах с пылями.
20. Выход горючих веществ наружу из поврежденного технологического оборудования. Характерные ситуации повреждения технологического оборудования.
21. Выход горючих веществ наружу из поврежденного технологического оборудования. Причины повреждения производственного оборудования. Механические воздействия.
22. Выход горючих веществ наружу из поврежденного технологического оборудования. Причины повреждения производственного оборудования. Температурные воздействия .
23. Выход горючих веществ наружу из поврежденного технологического оборудования. Причины повреждения производственного оборудования. Химические воздействия.
24. Производственные источники зажигания. Тепловое проявление химических реакций. Вещества, самовоспламенение которых происходит на воздухе.
25. Производственные источники зажигания. Тепловое проявление химических реакций. Вещества, воспламенение которых происходит при контакте с водой или влагой воздуха.
26. Производственные источники зажигания. Тепловое проявление химических реакций. Вещества, воспламенение которых происходит при контакте друг с другом.

27. Производственные источники зажигания. Тепловое проявление химических реакций. Вещества, воспламенение которых происходит в результате саморазложения при нагревании или механическом воздействии.
28. Предотвращение распространения пожара. Снижение количества горючих веществ и материалов в технологии производства. Снижение количества горючих веществ в период нормальной эксплуатации производства. Замена ЛВЖ и ГЖ пожаробезопасными средствами в технологических процессах обезжиривания.
29. Предотвращение распространения пожара. Защита производственных коммуникаций. Сухие огнепреградители. Жидкостные огнепреградители. Затворы из измельченных материалов. Огнезадерживающие заслонки и пламеотсекатели.
30. Предотвращение распространения пожара. Защита технологических аппаратов. Защита от растекания. Защита технологических аппаратов. Защита аппаратов от разрушения при взрыве.

### **3. РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № 2**

#### **ЗАДАЧА 1**

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 (табл. 2):

- 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  $V$ ,  $\text{м}^3$ .

Табл. 2 – Исходные данные к задаче 1

Исходные данные	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q, л	2,90	2,00	3,00	2,50	3,30	1,50	2,70	1,75	2,30	2,75
Г, см	290	200	300	250	230	150	270	175	230	275
V, м <sup>3</sup>	30	20	30	25	33	10	27	2	15	28

Указания к решению задачи

1. Интенсивность испарения бензина определяется по формуле:

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

где:  $D_t$  – коэффициент диффузии паров бензина, см<sup>2</sup>/с;

$M = 96$  – молекулярная масса бензина (по ГОСТ 2084-67),

$V_t$  – объем грамм-молекулы паров бензина при температуре  $t = 20$  °С, см<sup>3</sup>;

$P_{атм} = 0,1$  МПа – атмосферное давление;

$P_{нас} = 0,014$  – давление насыщенного пара бензина, МПа.

2. Определение коэффициента диффузии паров бензина:

$$D_t = D_0 \cdot \left( \frac{T}{T_0} \right)^n \cdot \frac{P_{атм}}{P_{нас}}, \text{ см}^2/\text{с}$$

где  $D_0$  – коэффициент диффузии паров бензина (при  $T_0 = 273$  К и давлении 0,1 МПа), см<sup>2</sup>/с;

$T$  – абсолютная температура паров бензина в помещении, К;

$n = 1,75-2,0$  – показатель степени.

Коэффициент диффузии паров бензина определяется по формуле:

$$D_0 = 0,8 \cdot \sqrt{M}$$

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

$$V_t = \frac{V_0 \cdot T}{T_0}, \text{ см}^3$$

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

4. Определение продолжительности испарения бензина:

$$\tau = \frac{Q \cdot \rho}{m}, \text{ ч}$$

где:  $\rho = 0,73\text{ г/см}^3$  – плотность бензина;

$m$  – интенсивность испарения бензина, г/ч;ъ

$Q$  – количество пролитого бензина, см<sup>3</sup>.

5. Определение весовой концентрации:

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

где:  $K_{\text{вес}} = 0,76\text{ \%}$  – нижний предел взрываемости паров бензина при  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

$V_t$  – объем грамм-молекулы паров бензина, л.

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

$$V_{\text{вк}} = \frac{Q}{K_{\text{вес}}}, \text{ м}^3$$

где:  $Q$  – количество пролитого бензина, г;

$K_{вес}$  – весовая концентрация, г/м<sup>3</sup>.

7. Время, в течение которого испарится бензин и образуется взрывоопасная концентрация паров бензина и воздуха определяется по формуле:

$$\tau_V = \frac{V \cdot \tau \cdot 60}{V_{вк}}, \text{ мин.}$$

Рекомендуемая литература: 1–3.

## ЗАДАЧА 2

На основе расчетов проведите анализ возможного возникновения пожара в электросети, если сечение провода рассчитано на силу тока  $I = 30 \text{ А}$ , а общая потребляемая мощность  $\Sigma P$ , кВт. Определите количество тепла, выделяемого в электропроводке за время  $\tau = 15 \text{ мин}$ , при сопротивлении сети  $R_C = 0,8 \text{ Ом}$ .

Исходные данные (табл. 3):

- а) КПД потребляемой электроэнергии  $-\cos \lambda = 0,75$ ;
- б) линейное напряжение  $U_{л} = 380 \text{ В}$ .

Табл. 3 – Исходные данные к задаче 2

Исходные данные	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\Sigma P$ , кВт	10,0	7,5	10,8	8,0	9,5	8,5	9,0	10,0	10,5	7,0

*Указания к решению задачи*

1. Силу тока а электрической сети рассчитывают по формуле:

$$I = \frac{\Sigma P}{U_{л} \cdot \cos \lambda}, \text{ А}$$

где:  $\Sigma P$  – общая потребляемая мощность, Вт;;

$U_{л}$  – линейное напряжение ,В;

$\cos \lambda$  – КПД потребляемой электроэнергии;

2. Количество теплоты, выделяемой током в электропроводке, по закону Джоуля-Ленца определяют по формуле:

$$\theta = I^2 \cdot R \cdot \tau, \text{ Дж}$$

где:  $I$  – сила тока в электросети, А;

$R_C$  – сопротивление электросети. Ом;

$\tau$  – время прохождения тока в сети, с.

Рекомендуемая литература: 4–10.

### ЗАДАЧА 3

На объекте взорвалась цистерна с бензином массой  $M$  (т) (одиночное хранение). Определить характер разрушения цеха с лёгким каркасом, пожарную обстановку на объекте и потери людей. Цех находится на расстоянии  $R_3$  (м) от цистерны. Плотность населения в районе аварии –  $P$ , тыс.чел./км<sup>2</sup>, удельная теплота пожара бензина  $Q_0 = 280$  кДж/м<sup>2</sup>.

Табл. 4 – Исходные данные к задаче 3

Исходные данные	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$M, \text{ т}$	130	120	110	100	90	80	70	140	150	160
$R_3, \text{ м}$	260	500	450	400	350	300	250	600	650	700
$P, \text{ тыс.чел./км}^2$	1	2	3	4	5	4	2	1	3	2

*Указания к решению задачи*

1. Радиус бризантного действия взрыва определяется по формуле:

$$R_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \text{ м}$$

где:  $Q$  – масса газа или топлива в резервуаре

$Q = 0,5 M$  для одиночного резервуара,  $Q = 0,9 M$  для группового хранения;

$M$  – емкость резервуара, т.

2. Радиус бризантного действия продуктов взрыва (осколков) и огненного шара определяется по формуле:

$$R_2 = 1,7 \cdot R_1, \text{ м}$$

Избыточное давление в зоне огненного шара:

$$\Delta P_{\varphi 2} = 1300 \cdot \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^2 + 50, \text{ кПа}$$

3. Избыточное давление в районе цеха определяется в зависимости от

значения  $\psi$ . При  $\psi = 0,24 \cdot \frac{R_3}{R_1} \leq 2$ , избыточное давление в зоне  $R_3$ ,

определяется по формуле:

$$\Delta P_{\varphi 3} = \frac{700}{3 \cdot \left( \sqrt{1 + 29,8 \cdot \psi^3} - 1 \right)}, \text{ кПа}$$

При  $\psi > 2$ :

$$\Delta P_{\varphi 3} = \frac{22}{\psi \cdot \sqrt{\lg \psi + 0,158}}, \text{ кПа}$$

4. Интенсивность теплового излучения взрыва на расстоянии  $R_3$ :

$$J = Q_0 \cdot F \cdot T, \text{ кВт/м}^2$$

где:  $Q_0$  – удельная теплота пожара, кДж/м<sup>2</sup>;

$T$  – прозрачность воздуха

$$T = 1 - 0,058 \cdot l_n \cdot R_3$$

$$l_n = 0,0124$$

$F$  – угловой коэффициент, характеризующий взаимное расположение источника и объекта:

$$F = \frac{R_2^2 \cdot R_3}{\sqrt{(R_2^2 + R_3^2)^3}}$$

5. Продолжительность существования огненного шара определяется по формуле:

$$\tau_{св} \cong 4,5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \text{ с}$$

6. Значение теплового импульса на  $R_3$ :

$$U_\tau = J \cdot \tau_{св}, \text{ кДж/м}^2$$

7. Определим поражающее действие взрыва цистерны с бензином:

- а) цех получит ... разрушения;
- б) число погибших людей

$$N = 3 \cdot P \cdot Q^{0,666}$$

где  $P$  – плотность населения, тыс.чел./м<sup>2</sup>;

- в) люди в районе цеха получают ожоги ... степени (см. табл. 5).

Поражающее действие теплового импульса определяют, сравнивая  $U_\tau$  с данными табл. 5.

Табл. 5 – Поражающее действие тепловых импульсов

Степень ожога	Тепловой импульс $U_{\tau}$ , кДж/м <sup>2</sup>	Материал	Воспламеняющий тепловой импульс, кДж/м <sup>2</sup>
Лёгкая (I ст.)	80-100	Доски темные, резина	250-400
Средняя (II ст.)	100-400	Стружка, бумага	330-500
Тяжелая (III ст.)	400-600	Брезент	420-500
Смертельная (IV ст.)	Свыше 600	Дерево сухое	500-670
		Кроны деревьев	500-750
		Кровля (рубероид)	580-810
		Древесностружечная плита	150-200

Рекомендуемая литература: 11–18.

#### **4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В., Стрелков Е.В. Охрана окружающей среды – М.: «Колос», 1995.
2. Белов С.В Охрана окружающей среды – М.: Высшая школа, 1991.
3. Гринин А.С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность – М.: Фаир-Пресс, 2000.
4. Долин П. А Основы техники безопасности в электроустановках – М.: Энергоатом, 1984.
5. Чекалин Н.А., Полухина Г.Н., Чекалина С.А. Охрана труда в электрохозяйствах промышленных предприятий. – М.: Энергоиздат, 1990.
6. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках – М.: Энергоатом, 1984.

7. Белов С.В., Козьяков А.Ф., Портолин О.Ф., и др. Средства защиты в машиностроении. Расчёт и проектирование. Справочник – М.: Машиностроение. 1989. – 362 с.
8. Белов С.В. Безопасность производственных процессов. Справочник – М.: Машиностроение, 1985.
9. Бектобеков Г.В., Борисова Н.Н., Коротков В.И. и др. Справочная книга по охране труда в машиностроении – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 541 с.
10. Еремин В.Г. и др. Безопасность жизнедеятельности в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2000.
11. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Издательский дом «Дашков и К0», 2000. – 678 с.
12. Хенли Э.Дж., Кумасото Х. Надежность технических систем и оценка риска – М.: Машиностроение, 1984. – 528с.
13. Черкасов В.Н. Защита пожаро- и взрывоопасных зданий и сооружений от молний и статического электричества – М., 1993.
14. Тарасов В.В. Основы защиты населения и территории в чрезвычайных ситуациях – М.: Изд-во МГУ, 1998.
15. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности – М., 1995.
16. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности – М., 2003.
17. ПУЭ. Правила устройства электроустановок. - М.: Энас, 2004.
18. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М., 1997.