

10/6/4

**Одобрено кафедрой
«Охрана труда»**

**ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**Задание на контрольную работу
с методическими указаниями
для студентов VI курса**

специальностей

280202 ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ЭК)

**280101 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В ТЕХНОСФЕРЕ (БЖТ)**

РОАТ

Москва – 2009

С о с т а в и т е л ь — канд. техн. наук, проф. В.И. Бекасов

Р е ц е н з е н т — д-р воен. наук, проф. В.И. Купаев

**ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Задание на контрольную работу
с методическими указаниями

Переиздание

Редактор *В. И. Чучева*
Компьютерная верстка *Л. В. Орлова*

| | | |
|-----------------------------|-------------------|---|
| Тип. зак. | Изд. зак.86 | Тираж 300 экз. |
| Подписано в печать 20.11.09 | Гарнитура NewtonC | Формат 60×90 ¹ / ₁₆ |
| Усл. печ. л. 1,25 | | |

Издательский центр
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2
Участок оперативной печати
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© **Московский государственный университет путей сообщения, 2009**

ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ С МЕТОДИЧЕСКИМИ УКАЗАНИЯМИ

В контрольной работе студент должен решить две задачи и ответить на три вопроса.

Номера вопросов и задач студент выбирает по табл. 1 в зависимости от двух последних цифр учебного шифра. Например, при шифре 97-ЭК-1234 следует ответить на вопросы 3, 8, 34 и решить задачи 2 и 3.

Исходные данные для решения задач принимают по предпоследней цифре учебного шифра.

Ответы на вопросы следует излагать в реферативной форме с приведением поясняющих схем, графиков, эскизов в соответствии с правилами технического чертёжа. Решение задач необходимо сопровождать ссылками на нормативные документы и литературные источники. Каждая задача должна заканчиваться выводом, поясняющим полученный результат и факт окончания расчетов. Контрольную работу выполняют чернилами (пастой), четко, разборчиво, с полями по краям листа и соответствующими интервалами в тексте. В конце работы указывают список использованной литературы, ставят дату и подпись.

| Вариант (последняя цифра учебного шифра) | Вариант (последняя цифра учебного шифра) | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Задачи | | | | | | | | | | |
| 1 | 1,5,45 1,5 | 2,6,44 1,4 | 3,7,43 1,3 | 4,8,41 1,2 | 9,19,40 2,3 | 10,20,39 2,4 | 11,21,38 2,5 | 7,12,23 3,4 | 14,24,36 3,5 | 14,25,35 1,2 |
| 2 | 15,24,34 1,3 | 16,23,42 1,4 | 17,21,35 1,5 | 18,22,36 2,1 | 20,27,37 2,3 | 19,28,38 2,4 | 4,29,39 2,5 | 3,30,40 3,4 | 2,31,41 3,5 | 1,32,42 1,5 |
| 3 | 5,26,45 1,4 | 6,33,43 1,3 | 2,7,44 1,2 | 3,8,34 2,3 | 4,9,35 2,4 | 10,19,36 2,5 | 11,20,37 3,4 | 12,21,38 3,5 | 13,22,39 3,5 | 14,23,40 1,3 |
| 4 | 15,25,41 1,2 | 16,24,42 1,4 | 17,25,43 1,5 | 18,26,44 2,3 | 33,37,45 2,4 | 1,28,34 2,5 | 2,29,35 3,4 | 3,31,36 3,5 | 4,30,37 4,5 | 19,32,38 2,3 |
| 5 | 5,20,39 2,4 | 6,21,38 2,5 | 7,27,37 3,4 | 8,23,36 3,5 | 9,24,40 4,5 | 10,25,41 1,2 | 11,26,35 1,3 | 3,12,42 1,4 | 1,13,34 1,5 | 2,14,43 2,3 |
| 6 | 3,15,45 2,4 | 4,16,44 2,5 | 17,19,34 3,4 | 20,32,35 3,5 | 21,31,36 4,5 | 22,30,37 2,3 | 23,29,38 9,4 | 24,28,39 2,5 | 25,27,40 3,4 | 5,26,41 3,5 |
| 7 | 6,33,42 3,4 | 1,7,43 3,5 | 2,8,44 4,5 | 3,9,45 1,2 | 4,10,44 1,3 | 11,19,43 1,4 | 12,20,42 1,5 | 13,21,41 2,3 | 14,22,40 2,4 | 15,23,39 2,5 |
| 8 | 16,24,38 3,4 | 17,25,37 3,5 | 26,32,35 4,5 | 18,33,36 1,2 | 1,31,37 1,3 | 2,30,38 1,4 | 3,29,39 1,5 | 4,28,40 2,3 | 19,27,41 2,4 | 8,20,42 4,5 |
| 9 | 4,17,45 2,5 | 3,14,20 3,4 | 3,32,45 3,5 | 6,29,41 4,5 | 10,18,26 1,5 | 1,14,28 1,4 | 8,19,31 1,3 | 6,16,44 1,2 | 2,17,35 2,3 | 12,21,39 2,4 |
| 0 | 9,25,27 2,5 | 15,26,37 3,4 | 7,33,42 3,5 | 7,5,34,44 1,5 | 12,23,30 1,4 | 17,25,39 1,3 | 10,25,41 1,2 | 11,31,40 2,3 | 6,11,34 2,4 | 3,26,31 2,5 |

ВОПРОСЫ

1. Правовая основа охраны окружающей природной среды.
2. Ответственность за экологические правонарушения.
3. Аварийные ситуации на железнодорожном транспорте, несущие потенциальную опасность возникновения чрезвычайных ситуаций в окружающей природной среде.
4. Уровни и нормы воздействия на окружающую природную среду.
5. Экологический механизм охраны окружающей природной среды.
6. Основные причины возрастания числа чрезвычайных ситуаций в окружающей природной среде.
7. Классификация аварийных событий, инициирующих чрезвычайные ситуации.
8. Организационные основы управления охраной окружающей природной среды.
9. Цель и порядок проведения экологической экспертизы.
10. Экспертиза безопасности и экологичности при поставке новой продукции на производство
11. Возникновение чрезвычайных ситуаций в окружающей природной среде в связи с геофизическими природными явлениями (землетрясениями, извержения вулканов).
12. Возникновение чрезвычайных ситуаций в окружающей природной среде в результате действий геологических природных явлений (оползни, сели, обвалы, осыпи, лавины, просадка земной поверхности, эрозии и др.).
13. Метеорологические явления как источник возникновения опасности для окружающей природной среды (бури, ураганы, смерчи, осадки, заморозки и др.).
14. Чрезвычайные ситуации в окружающей природной среде в результате воздействия морских гидрологических явлений (тайфуны, цунами и др.).
15. Гидрологические явления как источник возникновения чрезвычайных ситуаций в окружающей природной среде (наводнения, выход на поверхность грунтовых вод и др.).

16. Природные пожары и их последствия для окружающей природной среды (лесные, степные, торфяные пожары).

17. Чрезвычайные ситуации в окружающей природной среде при авариях на радиационно-опасных объектах.

18. Чрезвычайные ситуации окружающей природной среде при авариях на химически опасных предприятиях и объектах.

19. Землетрясение. Классификация и последствия для окружающей природной среды.

20. Оползни. Классификация и последствия для окружающей природной среды.

21. Селевые потоки. Классификация и последствия для окружающей природной среды.

22. Снежные лавины. Классификация и последствия для окружающей природной среды.

23. Смерчи и ураганы. Классификация и последствия для окружающей природной среды.

24. Волны цунами. Последствия для окружающей природной среды.

25. Наводнения. Гидродинамические опасные объекты. Опасность для окружающей природной среды.

26. Лесные пожары. Классификация и последствия для окружающей природной среды.

27. Торфяные пожары. Их распространение на торфополе. Последствия для окружающей природной среды.

28. Прогнозирование возможной обстановки при авариях на химически опасных объектах.

29. Прогнозирование последствий гидротехнических аварий.

30. Прогнозирование последствий аварий, при пожаре разлитой жидкости.

31. Прогнозирование обстановки при лесных пожарах.

32. Прогнозирование последствий аварий, связанных с взрывами и пожарами.

33. Прогнозирование последствий оползней.

34. Аварийные ситуации при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом. Основные положения.

35. Утечки химических грузов в процессе перевозки. Возможные последствия.

36. Способы локализации источника загрязнения нефтепродуктами окружающей природной среды.

37. Средства для устранения аварийных разливов из подвижного состава.

38. Очистка и обезвреживание территории, загрязненной нефтепродуктами.

39. Охрана природной среды при строительстве и эксплуатации объектов железнодорожного транспорта.

40. Организационные меры по предотвращению чрезвычайных ситуаций в окружающей среде при авариях с опасными грузами.

41. Ликвидация последствий аварийных ситуаций на железнодорожном транспорте.

42. Порядок действия железнодорожного персонала при ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами.

43. Мероприятия по ликвидации аварийных ситуаций с радиоактивными веществами.

44. Транспортная потенциальная опасность химических грузов.

45. Аварийные карточки на массовые опасные грузы. Их содержание и назначение.

ЗАДАЧА 1

Дать оценку экологической безопасности окружающей природной среды от возможных разрядов статистического электричества при наливе бензола в изолированную цистерну.

Вариант исходных данных принять из табл. 2

Т а б л и ц а 2

| Исходные данные | Вариант (предпоследняя цифра учебного шифра) | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Скорость налива V , л/с | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 |
| Вместимость цистерны M , л | 2000 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1800 | 1700 | 1600 | 1500 | 2000 |

1. Указания к решению задачи.

Скорость электризации бензола $g=1,1 \cdot 10^{-8}$ А/мин на 1 литр продукта.

Электрическая емкость цистерны $C = 10^{-9}$ Ф.

Минимальная энергия, необходимая для воспламенения бензола $E_{\text{мин}} = 0,9 \cdot 10^{-3}$ Дж.

2. Определить:

Электрический заряд, передаваемый электризованным бензолом корпус изолированной цистерны, Кл:

$$Q=g \cdot M$$

Потенциал на корпусе изолированной цистерны к концу налива, В:

$$V = \frac{Q}{C}.$$

Тепловую энергию искры разряда статистического электричества, Дж:

$$E=0,5CV^2.$$

Сравнить полученную величину с минимальной энергией $E_{\text{мин}} = 0,9 \cdot 10^{-3}$ Дж, при которой возможно воспламенение паров бензола и последующее возгорание и взрыв.

При необходимости рассчитать электрический потенциал на корпусе цистерны, при котором воспламенение паров бензола не происходит, В:

$$V_{\text{доп}} = \sqrt{\frac{2E_{\text{мин}}}{C}}$$

Для уменьшения потенциала на корпусе цистерны до безопасной величины необходимо устроить заметное заземление, сопротивление, Ом, которого не должно быть более

$$R \leq \frac{V_{\text{доп}} t_{\text{сл}}}{Q} = \frac{V_{\text{доп}} M}{QV}$$

где время слива бензола составит $t_{\text{сл}} = M/V$, с.

Время полного разряда, с, (стекание потенциала статистического электричества) заземленной цистерны составит

$$T = 3\tau = 3RC.$$

Принимая во внимание, что во взрывоопасной среде постоянная времени релаксации должна быть $\tau_{\text{доп}} \leq 0,001\text{с}$, необходимо иметь заземляющее устройство с сопротивлением, Ом:

$$R_{\text{доп}} \leq \frac{\tau_{\text{доп}}}{C}.$$

В этом случае потенциал на заземленном корпусе цистерны не превышает величину

$$V_{\text{к}} = \frac{QR_{\text{доп}}}{t_{\text{сл}}}.$$

3. Сделать вывод о параметрах устройства заземления, предупреждающего взрыв на наливной установке.

ЗАДАЧА 2

Произошел взрыв на магистральном газопроводе. Определить расстояние от газопровода, на которое распространяется разрушающее влияние на окружающую природную среду.

Вариант исходных данных принять из табл. 3.

Т а б л и ц а 3

| Исходные данные | Вариант (предпоследняя цифра учебного шифра) | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Давление газа в газопроводе, P_r МПа | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,3 | 2,1 | 1,9 |
| Температура транспортируемого газа, t , °С | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 41 | 40 | 39 | 38 |
| Коэффициент расхода газа, μ | 0,70 | 0,72 | 0,74 | 0,76 | 0,78 | 0,80 | 0,83 | 0,86 | 0,89 | 0,90 |

1. Указания к решению задачи.

Скорость ветра в момент взрыва $W=1, 2$ м/с.

Состав транспортируемого газа представлен в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

| Компонент транспортируемого газа | Химический состав | Долевой состав компонентов g | Молекулярная масса компонента, m , кг/кмоль |
|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|---|
| Метан | CH_4 | 0,90 | 16 |
| Этан | C_2H_6 | 0,04 | 30 |
| Пропан | C_3H_8 | 0,02 | 44 |
| Н-бутан | C_4H_{10} | 0,02 | 58 |
| Изопентан | C_5H_{12} | 0,2 | 72 |

Диаметр отверстия в трубе $d = 0,5$ м. За радиус зоны воздействия на окружающую природную среду принять дальность распространения облака взрывоопасной смеси.

2. Определить:

Удельную газовую постоянную газовой смеси, Дж / (кмоль · К):

$$R_0 = 8\,314 \sum_{i=1}^n g_i / m_i,$$

где 8 314 — универсальная газовая постоянная, Дж / (кмоль · К);

n — число компонентов газовой смеси.

Удельный объем транспортируемого газа, м³/кг,

$$V_r = \frac{R_0 \cdot T}{P_r},$$

где $T = t + 273$.

Массовый секундный расход газа из газопровода при критическом режиме истечения, кг/с,

$$M = \mu F \psi \sqrt{\frac{P_r 10^6}{V_r}},$$

где F — площадь отверстия истечения, принимаемая равной площади сечения трубопровода $F = \frac{\pi d^2}{4}$, м²;

ψ — коэффициент, учитывающий расход газа, $\psi = 0,7$.

Радиус границы зоны детонации, м,

$$r_0 = 12,5 \sqrt{M / W}.$$

3. Сделать вывод о зоне потенциальной опасности возгорания лесов в результате взрыва на газопроводе.

ЗАДАЧА 3

Определить давление, создаваемое волнами цунами на береговые объекты, лесные массивы, водные источники и элементы рельефа местности.

Вариант исходных данных принять из табл. 5.

Т а б л и ц а 5

| Исходные данные | Вариант (предпоследняя цифра учебного шифра) | | | | | | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Высота главной волны цунами h_0 , м | 3 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 8,0 |
| Расстояние от эпицентра возникновения цунами до берега $L \cdot 10^3$ | 480 | 460 | 440 | 420 | 400 | 380 | 360 | 340 | 320 | 300 |
| Уклон берега i | 0,010 | 0,009 | 0,008 | 0,007 | 0,006 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,001 |
| Расстояние от берега до расчетной точки $S_p, \text{ м} \cdot 10^3$ | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 |

1. Указания к решению задачи.

Средняя глубина океана $H=4\ 200$ м.

Глубина гидропотока в расчетной точке $h = 0,5$ м.

Коэффициент любого сопротивления движению волны при соударении с препятствием $b=1,4$.

2. Определить:

Скорость распространения волн цунами, м/с,

$$C = \sqrt{2gH},$$

где $g = 9,8$ м/с² — ускорение свободного падения.

Время распространения волн цунами, м/с, от эпицентра землетрясения до берега океана:

$$t = L/C.$$

Глубина гидропотока у уреза воды, м,

$$h_{\text{уп}} = 1,5h_0.$$

Скорость распространения гидравлического потока у уреза воды, с/м,

$$V_{\text{yp}} = 3\sqrt{h_0},$$

Коэффициент шероховатости, влияющий на сопротивление движению гидротока

$$n = (1/V_{\text{yp}}) h^{0,7} \cdot i^{0,5}.$$

Максимальная дальность распространения гидравлического потока от берега, м,

$$S_{\text{макс}} = \frac{h_{\text{yp}}(1-n)-h}{i(1-n)}.$$

Высота волны, м, на заданном расчетном расстоянии S_p

$$h_{\text{вр}} = (V_{\text{yp}} - iS_p)(1-n),$$

где S_p — различные расстояния от берега.

Скорость распространения гидравлического потока V_p на расчетном расстоянии $V_p = V_{\text{yp}} (h_{\text{вр}}/h_{\text{yp}})^{0,7}$.

Давление, Па, создаваемое гидравлическим потоком на препятствие, находящиеся на расчетном расстоянии S_p от берега:

$$P = \frac{1}{2} \rho (gh_{\text{вр}} + \beta V^2),$$

где $\rho = 1\,000 \text{ кг/м}^3$ — плотность воды;

β — коэффициент лобового сопротивления ($\beta = 1,4$);

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения.

3. Сделать вывод о степени экологической опасности воздействия волн цунами на леса, растительность, водные источники и элементы рельефа местности. [2]

ЗАДАЧА 4

Определить дальность распространения хлора в окружающей природной среде в результате утечки из резервуара на химическом предприятии.

Вариант исходных данных принять из табл. 6.

Т а б л и ц а 6

| Исходные данные | Вариант (предпоследняя цифра учебного шифра) | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Количество хлора в резервуаре Q_0 , т | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| Толщина слоя хлора в обваловании h , м | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| Скорость ветра, м/с | 3 | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 |

1. Указания к выполнению задачи.

Условия хранения хлора — жидкость под давлением.

Плотность хлора $d = 1,568 \text{ т/м}^3$.

Максимальная продолжительность сохранения метеоусловий на месте аварии

$N = 4 \text{ ч.}$

$V = 12/29$ — скорость переноса предельного фронта зараженного облака, в зависимости от скорости ветра.

$K_1 = 0,18$ — коэффициент, учитывающий от условий хранения хлора;

$K_2 = 0,052$ — коэффициент, зависящий от физико-химических свойств отравляющего вещества;

$K_3 = 1,0$ коэффициент, равный отношению пороговой токсичной дозы хлора к пороговой токсикодозе;

K_4 — принимают по табл. 6 и 7;

$K_5 = 0,23$ — коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха;

$K_6 = 3,03$ — коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии;

$K_7 = 0,8$ — коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха на скорость образования первичного облака;

2. Определить:

Эквивалентное количество хлора, т, перешедшего в первичное облако:

$$Q_{\text{эп}} = K_1 K_3 K_5 K_7 Q_0.$$

Эквивалентное количество хлора, т, перешедшего во второе облако:

$$Q_{\text{эв}} = (1 - K_1) K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d},$$

Продолжительность поражающего действия хлора:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}.$$

В зависимости от эквивалентного количества хлора определяем расчетную глубину распространения первичного $\Gamma_{\text{рп}}$ и вторичного $\Gamma_{\text{рв}}$ облака (см. табл. 7) с учетом интерполирования.

Общую глубину распространения хлорсодержащих облаков

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma_{\text{рп}} + 0,5\Gamma_{\text{рв}}.$$

Предельно возможную глубину переноса зараженного облака в направлении воздушного потока

$$\Gamma_{\text{пр}} = N \cdot V.$$

3. Сделать выводы по задаче.

ЗАДАЧА 5

Рассчитать силы и средства для тушения пожара на станционных путях с целью исключить его распространение на окружающую среду. Источник пожара — облако топливовоздушной смеси ТВС от вылившегося из цистерны керосина.

| Скорость ветра, м/с | | Эквивалентное количество АХОВ, $Q_{\text{эк}}$ | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|--|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0,01 | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | 3 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 | 100 | 300 | 500 |
| 1 | 0,38 | 0,85 | 1,25 | 3,16 | 4,75 | 9,18 | 12,53 | 19,20 | 29,56 | 38,13 | 52,67 | 65,23 | 81,91 | 166 | 231 | 363 |
| 2 | 0,26 | 0,59 | 0,84 | 1,92 | 2,84 | 5,35 | 7,20 | 10,83 | 16,44 | 21,02 | 28,73 | 35,35 | 44,09 | 87,79 | 121 | 189 |
| 3 | 0,22 | 0,48 | 0,68 | 1,53 | 2,17 | 3,99 | 5,34 | 7,96 | 11,94 | 15,18 | 20,59 | 25,31 | 31,30 | 61,47 | 84,50 | 130 |
| 4 | 0,19 | 0,42 | 0,59, | 1,33 | 1,88 | 3,28 | 4,36 | 6,46 | 9,62 | 12,18 | 16,43 | 20,05 | 24,80 | 48,18 | 65,92 | 101 |
| 5 | 0,17 | 0,38 | 0,53 | 1,19 | 1,68 | 2,91 | 3,75 | 5,53 | 8,19 | 10,33 | 13,88 | 16,89 | 20,82 | 40,11 | 54,67 | 83,60 |

Вариант исходных данных принять из табл. 8.

| Исходные данные | Вариант (предпоследняя цифра учебного шифра) | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Количество цистерн, разрушенных при взрыве ТВС $N_{\text{ц}}$, шт | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| Толщина слоя разливающегося керосина $h_{\text{кр}}$, м | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,18 | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,13 |

1. Указания к решению задачи.

$S_B = 127 \text{ м}^2$ — площадь поверхности охлаждаемого вагона.

$I_0 = 0,1 \text{ л/см}^2$ — интенсивность подачи распыленной воды на охлаждение.

$I_{II} = 0,2 \text{ л/см}^2$ — интенсивность подачи воды на тушение пожара.

$I_3 = 0,05 \text{ л/см}^2$ — интенсивность подачи распыленной воды на защиту цистерн.

$q_{\text{ст}} = 7 \text{ л/с}$ — расход воды из лафетных и ручных стволов.

$q_{\text{гпс}} = 6 \text{ л/с}$ — расход воды из ствола пеногенфатора.

$t_{\text{охл}} = 105 \text{ мин}$ — время охлаждения вагона, мин.

$V_{\text{ц}} = 60 \text{ м}^3$ — объем цистерны.

$e = 0,85$ — степень заполнения цистерны.

$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ — плотность керосина.

$K_8 = 0,24$ — коэффициент, учитывающий уход нефтепродукта в балласт.

$K_p = 0,75$ — коэффициент, учитывающий расстояние между вагонами при полной загрузке станции.

$S_{\text{вп}} = 40,5 \text{ м}^2$ — средняя площадь, занимаемая вагонами на станционных путях.

$l_{\text{в}} = 13,5 \text{ м}$ — средняя длина вагона.

$I_{\text{т}} = 0,06 \text{ л/см}^2$ — интенсивность подача раствора пены средней кратности на тушение пожара.

2. Определить:

Массу вылившегося керосина, кг,

$$M = N_{\text{ц}} \cdot V_{\text{ц}} \cdot e \cdot \rho.$$

Площадь пожара (разлившегося керосина), м^2 ,

$$S_p = M (1 - K_8) / h_{\text{сл}} \cdot \rho.$$

Длину и ширину очага пожара, м,

$$b = \sqrt{S_p / 3,5}, a = 3,5b.$$

Возможное количество вагонов, охваченных огнем пожара

Количество вагонов на крайних станционных путях по длине фронта с учетом расстояния между вагонами 1 м

$$N_{\text{д}} = a / (l_{\text{в}} + 1).$$

Количество вагонов на станционных путях по ширине фронта пожара

$$N_{\text{ш}} = b / 4,$$

где 4 — ширина железнодорожного пути с подвижным составом, м.

Количество вагонов, шт., по периметру пожара без учета цистерны, из которой произошел разлив керосина:

$$N_{\text{п}} = 2[N_{\text{д}} + (N_{\text{ш}} - 2)] - 3.$$

Расход огнетушащего состава на тушение пожара пролива керосина:

$$Q_{\text{т}} = S_{\text{п}} \cdot I_{\text{т}}$$

Требуемый расход воды на охлаждение цистерны в очаге пожара, л,

$$Q_0 = 4S_{\text{в}} \cdot I_0.$$

Требуемый расход воды на тушение пожара по его периметру, л,

$$Q_{\text{п}} = N_{\text{п}} \cdot S_{\text{вп}} \cdot I_{\text{п}}.$$

где $N_{\text{п}} = 12$ — количество вагонов по периметру пожара.

Расход воды на защиту цистерн на соседних путях, л,

$$Q_3 = 2S_{\text{в}} \cdot I_3$$

Требуемый расход воды на тушение, л, охлаждение и защиту подвижного состава:

$$Q_{\text{тп}} = Q_{\text{т}} + Q_0 + Q_{\text{п}} + Q_3$$

Расчетное количество стволов, шт., на охлаждение, защиту и тушение подвижного состава:

$$M_0 = Q_0 / q_{\text{ст}};$$

$$M_3 = Q_3 / q_{\text{ст}};$$

$$M_{\text{п}} = Q_{\text{п}} / q_{\text{ст}}.$$

Расчетное количество пеногенераторов, шт., для тушения пожара пролива керосина:

$$M_T = Q_T / q_{\text{гнс}}.$$

Расчетное количество пеногенераторов, шт., для тушения горящих горловин цистерн, принять

$$M_{\text{гор}} = N_{\text{гор}} = 3.$$

Количество воды, л, необходимое для охлаждения цистерн в очаге пожара:

$$Q_{\text{охл}} = 60 Q_0 \cdot t_{\text{охл}}.$$

где $t_{\text{охл}} = 90$ мин — продолжительность охлаждения вагона на станции

Количество раствора пенообразователя, л, необходимого для тушения пожара пролива и тушения горловин цистерн:

$$Q_{\text{по}} = K_3 (Q_T \cdot t_{\text{туш}} + N_{\text{гор}} \cdot q_{\text{гнс}} \cdot t_{\text{гор}}),$$

где $K_3 = 3$ — коэффициент запаса;

$t_{\text{туш}} = 1800$ с — расчетное время тушения разлившейся жидкости;

$t_{\text{гор}} = 600$ с — расчетное время тушения горячей горловины цистерны.

Количество оперативных подразделений для подачи пены:

$$M_{\text{оп}} = (M_0 + M_{\text{гор}}) T_p,$$

для подачи воды:

$$M_{\text{ов}} = (M_0 + M_3 + M_{\text{п}}) T_{\text{ст}},$$

где $T_p = 2$ — количество пеногенераторов, обслуживаемое одним отделением;

$T_{\text{ст}} = 2$ — количество стволов, обслуживаемое одним отделением.

Общее количество отделений:

$$M_{\text{общ}} = K_3 (M_{\text{оп}} + M_{\text{ов}}),$$

где $K_3 = 1,3$ — коэффициент запаса для летнего времени.

3. Сделать вывод о количестве людей и техники, необходимых для предотвращения распространения пожара за территорию станции и возгорания окружающего станцию лесного массива.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности. Ч. 1. Безопасность жизнедеятельности на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов железнодорожного транспорта /К. Б. Кузнецов, В. К. Васин, В. И. Купаев, Е. Д. Чернов; Под ред. К. Б. Кузнецова. — М.: Маршрут, 2005.
2. Безопасность жизнедеятельности /Под ред. С. В. Белова. — М.: Высшая школа, 2001.
3. Буланенков С. А., Воронов С. И., Губченко П. П. и др. Защита населения и территории от чрезвычайных ситуаций. — Калуга, ГУП «ОблИздат», 2001.