

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 24.06.2024 12:15:51  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Прогнозирование опасных факторов пожара**

Код, направление подготовки	<b>20.05.01 Пожарная безопасность</b>
Направленность (профиль)	<b>Пожарная безопасность в промышленности, строительстве и на транспорте</b>
Форма обучения	<b>Очная</b>
Кафедра-разработчик	<b>Безопасности жизнедеятельности</b>
Выпускающая кафедра	<b>Безопасности жизнедеятельности</b>

1. Типовые задания для текущего контроля.

Тема 1. Исходные понятия и общие сведения об опасных факторах пожара и методах их прогнозирования

Вопросы для устного опроса:

1. Каковы цели прогнозирования ОФП?
2. Дайте определение пожару и ОФП;
3. Охарактеризуйте пожарный фактор - пламя и искры;
4. Охарактеризуйте пожарный фактор - повышенная температура окружающей среды;
5. Охарактеризуйте пожарный фактор - токсичность продуктов горения и термического разложения;
6. Охарактеризуйте пожарный фактор – дым;
7. Перечислите предельно допустимые ОФП;
8. На какие классы делятся математические модели пожара.

Тема 2. Физические закономерности распространения пламени

Вопросы для устного опроса:

1. Каковы цели прогнозирования ОФП?
2. Дайте определение пожару и ОФП
3. Охарактеризуйте пожарный фактор - пламя и искры
4. Охарактеризуйте пожарный фактор повышенная температура окружающей среды
5. Охарактеризуйте пожарный фактор - токсичность продуктов горения и термического разложения
6. Охарактеризуйте пожарный фактор – дым
7. Перечислите предельно допустимые ОФП
8. На какие классы делятся математические модели пожара
9. Охарактеризуйте интегральную модель пожара.
10. Охарактеризуйте зонную модель пожара.
11. Охарактеризуйте полевою (дифференциальную) модель пожара

Тема 3. Опасные факторы пожара, формирующиеся на начальном этапе развития пожара в закрытом помещении

Вопросы для устного опроса:

1. Какие физические явления влияют на распространение пожара.
2. Перечислите факторы, влияющие на скорость распространения пламени по горючим материалам.
3. Охарактеризуйте пожарный фактор - пламя и искры
4. Охарактеризуйте пожарный фактор - повышенная температура окружающей среды

5. Охарактеризуйте пожарный фактор - токсичность продуктов горения и термического разложения

6. Охарактеризуйте пожарный фактор – дым

Практическая работа 1. Исследование материального и энергетического баланса пожара

Тема 4. Опасные факторы пожара, формирующиеся на этапе развития пожара после полного охвата помещения пламенем

Вопросы для устного опроса:

1. Какие физические факторы приводят к возникновению естественного газообмена при пожаре?
2. Каков физический смысл понятия высоты нейтральной плоскости? От каких параметров она зависит и всегда ли существует?
3. Чем определяется режим газообмена каждого проема и каким он может быть?
4. В чем сложность картины газообмена при пожаре?
5. Можно ли рассчитать газообмен, не зная температурного режима пожара и наоборот?

Тема 5. Развитие пожара на объектах различного назначения

Вопросы для устного опроса:

1. Почему при проектировании установок объемного тушения пожара инертным газом желательно использование методов математического моделирования пожаров?
2. Как следует модифицировать уравнения пожара, чтобы они учитывали работу системы противодымной вентиляции?
3. Запишите соответствующие уравнения баланса энергии и кислорода.
4. В чем сходны и чем отличаются по своему воздействию на динамику пожара системы противодымной вентиляции и газового пожаротушения?
5. Объясните характер построенных графиков и их взаимосвязь.

Тема 6. Газообразные продукты сгорания

Вопросы для устного опроса:

1. Расположите в ряд по мере убывания токсичности следующие продукты сгорания:  $H_2O$ ,  $HCN$ ,  $COCl_2$ ,  $HF$ ,  $HCl$ ,  $CO$ ,  $H_2$ .
2. Первая помощь при отравлении угарным газом.
3. Напишите схему образования продуктов полного и неполного сгорания пенополистирола.
4. Почему при тушении пенополиуретанов (теплоизоляции, поролонов) необходимо использовать изолирующий противогаз.

Тема 7. Дымообразование

Вопросы для устного опроса:

1. Почему при тушении пенополиуретанов (теплоизоляции, поролонов) необходимо использовать изолирующий противогаз.
2. Как определить время оседания дыма.
3. Как характеризуют концентрацию частиц в дымах и какая концентрация считается опасной.
4. Чем обусловлена опасность при работе пожарных в задымленном помещении.

Тема 8. Критические ситуации, возникающие в ходе пожара

Вопросы для устного опроса:

1. Отличительные признаки взрыва газов смесей.
2. Физический взрыв, его источники и последствия.
3. Основные параметры взрыва ВВ: скорость, детонация, фугасность, бризантность.
4. Тротильный эквивалент для ВВ и газовоздушных смесей.
5. Механизм перехода горения в детонацию для газов.
6. Характер разрушений при газовом взрыве.
7. Чувствительность ВВ к удару, накали, трению, лучу огня, детонации.

Тема 9. Основные понятия и уравнения интегральной математической модели пожара

Вопросы для устного опроса:

1. Почему для расчета динамики пожара используется система взаимосвязанных уравнений? В чем заключается эта взаимосвязь?
2. Какие уравнения лежат в основе любой математической модели пожара и какие физические законы они отражают?
3. Объясните физический смысл каждого слагаемого в уравнениях (1.1) и (1.2). Почему эти слагаемые имеют разные знаки?

$$\frac{dM}{d\tau} = \varphi + GB - GF \quad (1.1);$$

$$\frac{dU}{d\tau} = (\eta QH + \Pi T)\varphi + CPBVBGB - CPTTGG - GW \quad (1.2)$$

4. За счет каких физических процессов численное значение  $\varphi$  в уравнении (1.1) существенно меньше, чем значения других слагаемых?
5. Почему внутренняя энергия газовой среды в помещении при пожаре практически неизменна? При каких условиях ее изменение будет существенным?
6. В чем заключается основная сложность исследования пожара как физического явления?
7. Поясните сущность метода анализа сложных процессов.
8. Какие свойства горючей нагрузки (ГН) и каким образом влияют на динамику пожара и его опасных факторов?

Тема 10. Основные положения зонного моделирования пожаров. Численная реализация зонной математической модели

Вопросы для устного опроса:

1. Почему невозможно подробно изучить влияние свойств ГН на протекание пожара только на основании физических экспериментов?
2. Что такое компьютерный эксперимент? В чем его преимущества и недостатки по сравнению с физическим экспериментом?
3. Какие физические факторы приводят к возникновению естественного газообмена при пожаре?
4. Каков физический смысл понятия высоты нейтральной плоскости? От каких параметров она зависит и всегда ли существует?
5. Чем определяется режим газообмена каждого проема и каким он может быть?
6. В чем сложность картины газообмена при пожаре? Можно ли рассчитать газообмен, не зная температурного режима пожара и наоборот?
7. Почему при квазистационарном режиме пожара разница между расходом истекающих газов и расходом втекающего воздуха равна скорости газификации горючей нагрузки? Является ли этот факт общей закономерностью пожара или он отражает лишь особенность конкретного расчета?

Тема 11. Основа дифференциального метода прогнозирования опасных факторов пожара. Численная реализация дифференциальной математической модели.

Вопросы для устного опроса:

1. Почему при проектировании установок объемного тушения пожара инертным газом желательное использование методов математического моделирования пожаров?
2. Как следует модифицировать уравнения пожара, чтобы они учитывали работу системы противодымной вентиляции? Запишите 3 соответствующих уравнения баланса энергии и кислорода.
4. В чем сходны и чем отличаются по своему воздействию на динамику пожара системы противодымной вентиляции и газового пожаротушения? Объясните характер построенных графиков и их взаимосвязь.
5. В чем состоит суть зонного метода моделирования пожаров? Каково его основное назначение?
6. Поясните механизм формирования задымленной зоны в верхней части помещения. Является ли эта зона полностью однородной?

7. Перечислите минимальный набор уравнений зонной математической модели пожара.
8. Какие уравнения и с какой целью могут быть использованы в зонной модели пожара дополнительно к основным?
9. От каких факторов в наибольшей степени зависит температура задымленной зоны? Почему температура в нижней зоне остается практически неизменной?
10. Почему при поверочных расчетах систем противодымной защиты желательно использовать методы компьютерного моделирования пожаров?
11. Каким образом необходимо изменить уравнения математической модели пожара, чтобы они учитывали работу систем противодымной защиты? Запишите соответствующие уравнения баланса энергии, кислорода, двуокиси углерода и оптического количества дыма.
12. Объясните построенные графики зависимости высоты нейтральной плоскости от времени.

#### **Аналитические задачи:**

1. Показать динамику развития пожара по интегральной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.
2. Показать динамику развития пожара по зонной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.
3. Показать динамику развития пожара по интегральной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.
4. Показать динамику развития пожара по интегральной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.
5. Показать динамику развития пожара по интегральной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.
6. Показать динамику развития пожара по интегральной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.
7. Показать динамику развития пожара по интегральной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.
8. Показать динамику развития пожара по интегральной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.
9. Показать динамику развития пожара по интегральной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.
10. Показать динамику развития пожара по интегральной модели прогнозирования, позволяющей определить среднеобъемные показатели состояния газовой среды помещений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.

#### **Расчетные задачи:**

1. Определите необходимое время эвакуации людей из торгового зала во время возгорания площадью помещения  $633,0 \text{ м}^2$ , высота помещения до подвесного потолка  $2,7 \text{ м}$ . За расчетный вариант возникновения и развития пожара принимается возгорание упаковки, которая имеет следующие характеристики:  $Q = 23540 \text{ КДж} \cdot \text{кг}$ ,

$\psi = 0,0132 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $D = 172 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ,  $v = 0,004 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $L_{O_2} = 1,7 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO_2} = 0,679 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{HCl} = 0,0037 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO} = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

2. Определить необходимое время эвакуации людей из зрительного зала кинотеатра. Длина зала равна 25 м, ширина - 20 м. Высота зала со стороны сцены - 12 м, с противоположной стороны - 9 м. Длина горизонтального участка пола у сцены на нулевой отметке равна 7 м. Балкон зрительного зала расположен на высоте 7 м от нулевой отметки. Занавес массой 50 кг выполнен из ткани со следующими характеристиками:

$Q = 13,8 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $D = 50 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{O_2} = 1,03 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO_2} = 0,203 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO} = 0,0022 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $\psi = 0,0115 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $V_B = 0,3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $V_T = 0,013 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ . Обивка кресел - пенополиуретан, обтянутый дерматином. Начальная температура в зале равна 25 °С, начальная освещенность - 40 лк, объем предметов и оборудования - 200 м<sup>3</sup>.

3. Требуется найти необходимое время эвакуации людей из механообрабатывающего цеха размером 104×72×16,2 м, в котором произошел аварийный разлив и загорание масла на площади 420 м<sup>2</sup>. Люди находятся на нулевой отметке. Время установления стационарного режима выгорания масла 900 с. Характеристики горения масла:

$Q = 41,9 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $D = 243 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{O_2} = 0,282 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO_2} = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $\psi = 0,03 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ .

4. Определить необходимое время эвакуации людей из помещения подготовительного цеха льнокомбината, имеющего размеры 54×212×6 м. Горючий материал (лен) в количестве 1500 кг равномерно разложен на площади 230×18 м, еще 250 кг находятся на ленте транспортера шириной 2 м. Рабочая зона людей расположена на отметке 8 м. Начальные значения температуры и освещенности в помещении соответственно 20 °С и 60 лк.

5. Требуется найти необходимое время эвакуации людей из сборочного цеха размером 404×72×20 м, в котором произошел аварийный разлив и загорание масла на площади 420 м<sup>2</sup>. Люди находятся на нулевой отметке. Время установления стационарного режима выгорания масла 900 с. Характеристики горения масла:

$Q = 41,9 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $D = 243 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{O_2} = 0,282 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO_2} = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $\psi = 0,03 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ .

6. Определить необходимое время эвакуации людей из помещения швейного цеха, имеющего размеры 100×65×6 м. Горючий материал (ситец) в количестве 1000 кг равномерно разложен на площади 130×8 м, еще 1250 кг находятся на складе шириной 4 м. Рабочая зона людей расположена на отметке 4 м. Начальные значения температуры и освещенности в помещении соответственно 22 °С и 60 лк.

7. Определить необходимое время эвакуации людей из зрительного зала кинотеатра. Длина зала равна 25 м, ширина - 20 м. Высота зала со стороны сцены - 6 м, с противоположной стороны - 4 м. Занавес массой 30 кг выполнен из ткани со следующими характеристиками:  $Q = 13,8 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $D = 50 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{O_2} = 1,03 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO_2} = 0,203 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO} = 0,0022 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $\psi = 0,0115 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $V_B = 0,3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $V_T = 0,013 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ . Обивка кресел - дерматин. Начальная температура в зале равна 20 °С, начальная освещенность - 60 лк, объем предметов и оборудования - 100 м<sup>3</sup>.

8. Требуется найти необходимое время эвакуации людей из столовой размером 124×36×6 м, в котором произошел аварийный взрыв газового баллона и произошло загорание растительного масла на площади 20 м<sup>2</sup>. Время установления стационарного режима выгорания масла 900 с. Характеристики горения масла:  $Q = 41,9 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $D = 243 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{O_2} = 0,282 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO_2} = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $\psi = 0,03 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ .

9. Определите необходимое время эвакуации людей из выставочного зала во время возгорания площадью помещения 400,0 м<sup>2</sup>, высота помещения до подвесного потолка 4,7 м. За расчетный вариант возникновения и развития пожара принимается возгорание картона и упаковки, которая имеет следующие характеристики:  $Q = 23540 \text{ КДж} \cdot \text{кг}$ ,  $\psi = 0,0132 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $D = 132 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ,  $v = 0,004 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $L_{O_2} = 1,0 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO_2} = 0,079 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{HCl} = 0,002 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO} = 0,3 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

10. Определите необходимое время эвакуации людей из спортивного зала во время возгорания площадью помещения  $1033,0 \text{ м}^2$ , высота помещения до подвесного потолка  $5,7 \text{ м}$ . За расчетный вариант возникновения и развития пожара принимается возгорание спортивной одежды, которая имеет следующие характеристики:  $Q = 10540 \text{ КДж} \cdot \text{кг}$ ,  $\psi = 0,0132 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $D = 12 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ,  $v = 0,004 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $L_{O_2} = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO_2} = 0,0679 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{HCl} = 0,0007 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;  $L_{CO} = 0,07 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

2. Типовые вопросы (задания) к зачету:

1. Опасные факторы пожара.
2. Физические величины, характеризующие ОФП в количественном отношении.
3. Современные научные методы прогнозирования ОФП.
4. Виды моделей: интегральная, зонная, полевая.
5. Физические закономерности распространения пламени.
6. Распространение пламени в горючих смесях.
7. Опасные факторы пожара, формирующиеся на начальном этапе развития пожара в закрытом помещении.
8. Опасные факторы пожара, формирующиеся на этапе развития пожара после полного охвата помещения пламенем.
9. Фазы пожара.
10. Газообразные продукты горения.
11. Расчет количества и состава продуктов горения.
12. Дым и его влияние на термодинамические параметры среды.
13. Дымообразование как основной фактор из ОФП.
14. Критические ситуации, возникающие в ходе развития пожара.
15. Основные понятия и уравнения интегральной математической модели пожара в помещении.
16. Дифференциальные уравнения пожара