


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий кафедрой  
охраны труда и окружающей среды  
*(наименование кафедры полностью)*

  
Юшин В.В.  
*(подпись)*

« 30 » 08 2024 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
для текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине

Теория горения и взрыва  
*(наименование дисциплины)*

20.03.01 Техносферная безопасность  
Безопасность жизнедеятельности в техносфере  
*(код и наименование ОПОП ВО)*

Курск – 20 24

# 1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

## 1.1 ВОПРОСЫ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

*Тема № 1.* Введение. Цели и задачи курса.. Основные понятия и определения. Явления горения и взрыва.

1. Понятие о горении и взрыве, классификация взрывных процессов, классификация взрывчатых систем.
2. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами специальности.
3. Научно-технический прогресс и состояние взрывопожаробезопасности техносферы.
4. Значение курса для обеспечения своевременного и обоснованного прогнозирования потенциальной пожаровзрывоопасности веществ и материалов, технологических процессов и производств.
5. Использование горения и взрыва в современных технологиях.

*Тема № 2.* Химическая термодинамика горения и взрыва. Расчет тепловых эффектов реакций горения Основные особенности теории горения. Виды пламени и скорости его распространения.

1. Кислородный баланс и коэффициент избытка окислителя.
2. Функции состояния и основные термодинамические соотношения.
3. Зависимость энтальпии продуктов горения и взрыва от температуры.
4. Химическое равновесие в продуктах горения и взрыва при умеренном и высоком давлении. Расчет состава продуктов и горения.
5. Термодинамические характеристики продуктов взрыва при высоком давлении.
6. Расчет давления взрыва и детонации.
7. Экспериментальные методы определения состава, теплоты и температуры продуктов взрыва. Оценка адекватности расчетных методов.

*Тема № 3.* Кинетика реакций горения и взрыва. Расчет скорости реакций горения. Электрофизические свойства пламени

1. Кинетика простых газовых реакций, зависимость скорости реакции от температуры и давления. Изменение скорости реакции во времени.
2. Основные типы самоускоряющихся реакций.
3. Особенности их протекания.
4. Тепловое самоускорение реакций. Исследование теплового самовоспламенения газов.
5. Теория теплового самовоспламенения Н.Н. Семенова. Учет изменения содержания реагентов в предвоспламенительном периоде, оценка задержки теплового самовоспламенения. Основы закономерности кинетики цепных процессов.
6. Начальное инициирование активных центров.

7. Кинетика цепных реакций водорода с кислородом, окисление оксида углерода и углеводородов. Роль цепных реакций в тепловом самовоспламенении

*Тема № 4.* Массоперенос и теплопередача в процессах горения. Химические процессы при горении.

1. Виды горения. Основные источники энергии взрыва.
2. Химические и физические основы горения.
3. Условия образования взрывоопасных систем в технологических процессах.
4. Условия и причины возникновения случайных взрывов в промышленности и их последствия. Основные условия протекания химической реакции в форме взрыва.
5. Основы прогнозирования потенциальной взрывоопасности веществ и материалов.

6. Экзотермичность и скорость реакции как факторы, определяющие возможность распространения горения и взрыва.

7. Скорость газообразования и способность химического превращения к самораспространению как факторы, определяющие разрушающее действие ВВ.

*Тема № 5.* Теория горения газовоздушных и паровоздушных смесей

1. Общая характеристика пламени и закономерностей его распространения.
2. Теория нормального горения. Тепломассообмен при горении.
3. Подобие полей температуры и концентрации. Пространственная структура пламени.
4. Приближенное и численное решение уравнения теплопроводности.
5. Особенности горения смесей газов различной молекулярной массы.
6. Роль генерирования активных центров в пламени. Условия нарушения устойчивости нормального горения.
7. Ускорение горения в незамкнутом и замкнутом объеме.

*Тема № 6.* Особенности горения частиц металлов и аэрозвесей

1. Роль диффузии при горении. Роль летучих составляющих при горении органического происхождения.
2. Кондуктивная и кондуктивно-радиационная теория распространения пламени. Гидродинамический анализ горения аэрозолей.
3. Конвективная теория горения.
4. Фазодинамический режим распространения пламени по аэродисперсной системе.
5. Теория предельных условий горения аэрозвесей.
6. Горение гибридных систем: дисперсный материал - горючий газ-воздух.
7. Устойчивость горения аэрозвесей.

*Тема № 7.* Кинетика процессов горения. Теория горения дисперсных и горючих материалов

1. Элементарная теория ударных волн. Адиабата Гюгонио.

2. Особенности ударного сжатия. Прямая и косая волна.
3. Акустическая теория ударных волн.
4. Учет процессов диссипации и ионизации.
5. Параметры ударных волн при их сложении.
6. Параметры ударных волн при взрыве в воздухе.
7. Одномерный разлет продуктов взрыва.
8. Теория точечного взрыва.
9. Распространение сферических ударных волн в воде и грунте.
10. Особенности распространения ударных волн в плотных средах

*Тема № 8. Теории взрыва. Виды взрыва: взрыв в воздухе. Характеристики взрывной волны.*

1. Общие представления о работе взрыва.
2. Формы работы и баланс энергии при взрыве.
3. Методы определения общей работы при взрыве.
4. Фугасное, бризантное и местное действие при взрыве.
5. Кумулятивный эффект при взрыве.
6. Основные факторы разрушающего действия волн.
7. Элементы теории подобия при взрывах.
8. Особенности использования теории подобия для газоздушных, пылевоздушных и конденсированных взрывчатых систем.

***Шкала оценивания:*** 5-балльная.

***Критерии оценивания:***

**5 баллов** (или оценка «**отлично**») выставляется обучающемуся, если он принимает активное участие в беседе по большинству обсуждаемых вопросов (в том числе самых сложных); демонстрирует сформированную способность к диалогическому мышлению, проявляет уважение и интерес к иным мнениям; владеет глубокими (в том числе дополнительными) знаниями по существу обсуждаемых вопросов, ораторскими способностями и правилами ведения полемики; строит логичные, аргументированные, точные и лаконичные высказывания, сопровождаемые яркими примерами; легко и заинтересованно откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**4 балла** (или оценка «**хорошо**») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в обсуждении не менее 50% дискуссионных вопросов; проявляет уважение и интерес к иным мнениям, доказательно и корректно защищает свое мнение; владеет хорошими знаниями вопросов, в обсуждении которых принимает участие; умеет не столько вести полемику, сколько участвовать в ней; строит логичные, аргументированные высказывания, сопровождаемые подходящими примерами; не всегда откликается на неожиданные ракурсы беседы; не нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**3 балла** (или оценка «**удовлетворительно**») выставляется обучающемуся, если он принимает участие в беседе по одному-двум наиболее простым обсуждаемым вопросам; корректно выслушивает иные мнения; неуверенно

ориентируется в содержании обсуждаемых вопросов, порой допуская ошибки; в полемике предпочитает занимать позицию заинтересованного слушателя; строит краткие, но в целом логичные высказывания, сопровождаемые наиболее очевидными примерами; теряется при возникновении неожиданных ракурсов беседы и в этом случае нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

**2 балла** (или оценка «неудовлетворительно») выставляется обучающемуся, если он не владеет содержанием обсуждаемых вопросов или допускает грубые ошибки; пассивен в обмене мнениями или вообще не участвует в дискуссии; затрудняется в построении монологического высказывания и (или) допускает ошибочные высказывания; постоянно нуждается в уточняющих и (или) дополнительных вопросах преподавателя.

## **2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

### **2.1 БАНК ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ В ТЕСТОВОЙ ФОРМЕ**

#### **1. Вопросы в закрытой форме**

1. *Концентрационные пределы воспламенения с повышением температуры смеси:*

1) расширяются 2) Не изменяются 3) Сужаются

2. *Сложный, быстро протекающий химический процесс окисления, сопровождающийся выделением значительным количеством тепла и свечением, называется:*

1) Химической реакцией 2) горением 3) Взрывом

3. *Количество горючей смеси, сгорающей на единице поверхности фронта пламени в единицу времени, это*

1) Средняя скорость нарастания давления при взрыве

2) Массовая скорость горения

3) Нормальная скорость распространения пламени

4. *Все вещества по агрегатному состоянию, определяющему оценку пожаровзрывоопасности, подразделяются на следующие группы:*

1) Газы, жидкости, твердые вещества, пыли

2) Газы, жидкости, твердые вещества

3) Газообразные и твердые вещества

5. *Кислород, азотная кислота, пероксиды, нитросоединения чаще всего выступают в реакции горения в качестве:*

1) Окислителя 2) Горючего вещества 3) Источника воспламенения

6. *Для возникновения горения необходимо наличие:*

1) Горючего вещества, источника воспламенения и окислителя

2) Горючего вещества и источника воспламенения

3) Окислителя и источника воспламенения

7. Процесс химического превращения системы окислитель – восстановитель (взрывчатого вещества), представляющий собой совокупность ударной волны, распространяющейся с постоянной скоростью, и следующей за фронтом зоны химических превращений исходных веществ детонационной волны, называется

1) Детонацией 2) Пожаром 3) взрывом

8. Беспламенное горение, происходящее обычно при горении конденсированных систем, называется

1) нагревом 2) тлением 3) Самовоспламенением

9. Способность вещества или материала к горению называется

1) Возгорание 2) Огнестойкость 3) Горючесть

10. Процесс инициирования начального очага горения в горючей смеси, после чего возникший фронт пламени самопроизвольно распространяется по всему объему, называется

1) самовоспламенение 2) тление 3) Воспламенение

11. В зависимости от агрегатного состояния горючего и окислителя различают виды горения:

1) Гомогенное, гетерогенное горение и горение взрывчатых веществ

2) Гомогенное и гетерогенное горение

3) Гомогенное, гетерогенное горение, взрыв и детонация

12. Основные параметры, характеризующие опасность взрыва, это:

1) Давление взрыва и скорость взрыва

2) Дробящие и фугасные свойства взрывоопасной среды

3) давление на фронте ударной волны, максимальное давление взрыва, средняя и максимальная скорость нарастания давления при взрыве, дробящие или фугасные свойства взрывоопасной среды

13. Температура, которая достигается в стехиометрической смеси при полном сгорании без теплотерь и отсутствии диссоциации продуктов горения, называется

1) Температурой горения

2) Температурой самовоспламенения

3) Теоретической температурой горения

14. Оценка пожароопасности веществ зависит от

1) Природы происхождения вещества

2) Агрегатного состояния веществ

3) Химических свойств веществ

15. Горючие вещества и материалы, способные воспламеняться от кратковременного воздействия источника зажигания с низкой энергией, называются

1) Быстровоспламеняющимися

2) Воспламеняющимися

3) легковоспламеняющимися

16. Вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть, относятся к группе

- 1) Трудно горючих веществ 2) Горючих веществ 3) Сильно горючих веществ

## 2 Вопросы в открытой форме

*Дать определение:*

1. Что называется свободным радикалом
2. Что называется самовоспламенением
3. Что называется самовозгоранием
4. Что называется дефлаграционным горением
5. Что называется Детонационным горением
6. Что называется пожаром
7. Что называется энтальпией
8. Что называется теплотой горения
9. Что называется удельной поверхностью
10. Что называется йодным числом
11. Что называется минимальной энергией зажигания
12. Что называется горючей средой
13. Что такое удельная теплота горения
14. Что называется фронтом пожара
15. Что называется горением
16. Что называется кинетическим горением
17. Что называется пиролизом
18. Что называется адсорбцией
19. Что называется катализатором
20. Что называется абсорбцией

## 3 Вопросы на установление последовательности

1. *Какие химические процессы происходят при горении:*

- а) окисление, ионизация, дезодорирование
- б) окисление, ионизация, диссоциация, дивергенция
- в) разложение исходных соединений, окисление, превращение продуктов разложения, диссоциация, ионизация

2. *Что представляет собой:*

- а) диффузионное и кинетическое горение;
- б) однородное и неоднородное горение;
- в) гомогенное и гетерогенное горение;
- г) ламинарное и турбулентное горение;
- д) дефлаграционное и детонационное горение?

3. *Приведите примеры простых и сложных веществ:*

- а) горючих и негорючих;
- б) негорючих, представляющих пожарную опасность;
- в) представляющих опасность при взаимодействии с водой;
- г) окислителей;
- д) восстановителей;

е) огнетушащих веществ.

#### 4 Вопросы на установление соответствия

##### 1. Установите соответствие между вредным фактором и средством защиты от него

1. Пламя	А. процесс протекает только в конденсированной системе практически без газообразования
2. Окислительное пламя	Б. явление, вызванное свечением раскаленной газообразной среды
3. Восстановительное пламя	В. характеризуется избытком кислорода и недостатком топлива
4. Горение	Г. реакция окисления горючих материалов
5. Беспламенное горение	Д. характеризуется недостатком кислорода и избытком топлива

##### 2. Соотнесите понятие и его характеристику:

- 1) пламя
- 2) окислительное пламя
- 3) восстановительное пламя
- 4) горение
- 5) беспламенное горение

А) Процесс протекает только в конденсированной системе практически без газообразования

Б) явление, вызванное свечением раскаленной газообразной среды, в ряде случаев содержащей плазму и диспергированные твердые вещества, в которой происходят физико-химические превращения реагентов, приводящие к свечению, тепловыделению и саморазогреву

В) характеризуется избытком кислорода и недостатком топлива

Г) характеризуется недостатком кислорода и избытком топлива

Д) реакция окисления горючих материалов, протекающая с большим выделением количества тепла и света

##### 3. Соотнесите понятия и их характеристику:

- 1) фронт пожара
- 2) температура пожара в ограждении
- 3) температура пожара на открытом пространстве
- 4) теплота пожара

А) количество тепла, выделяющееся в зоне горения в единицу времени

Б) среднеобъемная температура газовой среды в помещении, в котором происходит пожар

В) температура в зоне горения

Г) часть периметра пожара, на которой распространение пожара происходит наиболее интенсивно



**Шкала оценивания результатов тестирования:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 баллов (установлено положением П 02.016).

Максимальный балл за тестирование представляет собой разность двух чисел: максимального балла по промежуточной аттестации для данной формы обучения (36 или 60) и максимального балла за решение компетентностно-ориентированной задачи (6).

Балл, полученный обучающимся за тестирование, суммируется с баллом, выставленным ему за решение компетентностно-ориентированной задачи.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по дихотомической шкале</i>
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

***Критерии оценивания результатов тестирования:***

Каждый вопрос (задание) в тестовой форме оценивается по дихотомической шкале: выполнено – **2 балла**, не выполнено – **0 баллов**.

**2.2 КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ**

*Компетентностно-ориентированная задача № 1*

Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 15 кг бутиламина  $C_4H_9NH_2$ ? Температура –  $5^{\circ}C$ , давление 1,1 ат, коэффициент избытка воздуха 1,4.

*Компетентностно-ориентированная задача № 2*

Рассчитать объем воздуха, необходимый для полного сгорания  $25 \text{ м}^3$  светильного газа, состоящего из 3 % диоксида углерода, 8 % оксида углерода, 35 % метана, 48 % водорода, 3 % азота и 3 % этана. Условия нормальные,  $\alpha = 1,5$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 3*

Какой объем воздуха необходим для полного сгорания 100 кг древесины, состоящей из 46 % углерода, 6 % водорода, 42 % кислорода, 2 % азота, 2 % воды и 2 % золы, при  $t = 17^\circ\text{C}$  и  $p = 1,3 \text{ ат}$ ,  $\alpha = 2,1$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 4*

Сгорело 10 кг пропанола  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ . Определить объем и процентный состав образовавшихся продуктов горения.  $t = 17^\circ\text{C}$  и  $p = 1,3 \text{ ат}$ ,  $\alpha = 2,2$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 5*

Определить объем и процентный состав продуктов горения, образовавшихся при полном сгорании  $1000 \text{ м}^3$  генераторного газа, состоящего из 24 % диоксида углерода, 7 % водорода, 1 % метана, 5 % оксида углерода и 63 % азота. Условия стандартные,  $\alpha = 1,3$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 6*

Определить объем и процентный состав продуктов горения, образовавшихся при полном сгорании 3 кг нитроклетчатки, состоящей из 28,6 % углерода, 57,1 % кислорода, 3,2 % водорода и 11,1 % азота, при  $t = 20^\circ\text{C}$  и  $p = 110 \text{ КПа}$ ,  $\alpha = 2,0$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 7*

Энтальпия горения этана  $\Delta H_{\text{ГОР}} = - 1430,4 \text{ кДж/моль}$ . Чему равно значение теплоты горения этана в  $\text{кДж/моль}$  и  $\text{кДж/м}^3$ . Условия стандартные.

*Компетентностно-ориентированная задача № 8*

Энтальпия горения нафталина  $\text{C}_{10}\text{H}_8$   $\Delta H_{\text{ГОР}} = - 5161,2 \text{ кДж/моль}$ . Выразить величину теплоты горения этого вещества в  $\text{кДж/кг}$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 9*

Рассчитать температуру горения бензола, если потери тепла излучением составляют 20 %, а коэффициент избытка воздуха 1,8.

*Компетентностно-ориентированная задача № 10*

Определить температуру горения торфа состава: 56,4 % углерода, 6,56 % водорода, 24,0 % кислорода, 0,6 % серы, 3,6 % азота и 9,84 % золы.  $\eta = 0,4$ ,  $\alpha = 2,0$ .

*Компетентностно-ориентированная задача № 11*

Вычислить температуру горения газовой смеси состава: пропан – 60 %, бутан – 40 %.  $\eta = 0,3$ ,  $\alpha = 1,7$ .

### Компетентностно-ориентированная задача № 12

1. Вычислить иодное число масла состава: глицеридов стеариновой кислоты  $C_{17}H_{35}COOH$  – 20 %; глицеридов клупадоновой кислоты  $C_{19}H_{35}COOH$  – 35 %; глицеридов линолевой кислоты  $C_{17}H_{31}COOH$  – 45 %.

**Шкала оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:** в соответствии с действующей в университете балльно-рейтинговой системой оценивание результатов промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в рамках 100-балльной шкалы, при этом максимальный балл по промежуточной аттестации обучающихся по очной форме обучения составляет 36 баллов, по очно-заочной и заочной формам обучения – 60 (установлено положением П 02.016).

Максимальное количество баллов за решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Балл, полученный обучающимся за решение компетентностно-ориентированной задачи, суммируется с баллом, выставленным ему по результатам тестирования.

Общий балл по промежуточной аттестации суммируется с баллами, полученными обучающимся по результатам текущего контроля успеваемости в течение семестра; сумма баллов переводится в оценку по дихотомической шкале (для зачета) или в оценку по 5-балльной шкале (для экзамена) следующим образом:

#### Соответствие 100-балльной и дихотомической шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по дихотомической шкале</i>
100–50	зачтено
49 и менее	не зачтено

#### Соответствие 100-балльной и 5-балльной шкал

<i>Сумма баллов по 100-балльной шкале</i>	<i>Оценка по 5-балльной шкале</i>
100–85	отлично
84–70	хорошо
69–50	удовлетворительно
49 и менее	неудовлетворительно

#### **Критерии оценивания решения компетентностно-ориентированной задачи:**

**6-5 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует глубокое понимание обучающимся предложенной проблемы и разностороннее ее рассмотрение; свободно конструируемая работа представляет собой логичное, ясное и при этом краткое, точное описание хода решения задачи (последовательности (или выполнения) необходимых трудовых действий) и формулировку доказанного, правильного вывода (ответа); при этом обучающимся предложено несколько вариантов решения или оригинальное, нестандартное решение (или наиболее эффективное, или наиболее

рациональное, или оптимальное, или единственно правильное решение); задача решена в установленное преподавателем время или с опережением времени.

**4-3 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует понимание обучающимся предложенной проблемы; задача решена типовым способом в установленное преподавателем время; имеют место общие фразы и (или) несущественные недочеты в описании хода решения и (или) вывода (ответа).

**2-1 балла** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует поверхностное понимание обучающимся предложенной проблемы; осуществлена попытка шаблонного решения задачи, но при ее решении допущены ошибки и (или) превышено установленное преподавателем время.

**0 баллов** выставляется обучающемуся, если решение задачи демонстрирует непонимание обучающимся предложенной проблемы, и (или) значительное место занимают общие фразы и голословные рассуждения, и (или) задача не решена.