

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт гражданской защиты
Кафедра пожарной безопасности



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Теория горения и взрыва»
20.05.01 Пожарная безопасность

Разработчики:
доцент Жданова М.Н.
(подпись)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры пожарной безопасности
от «15» 02 2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой Красногрудов А.В.
(подпись)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Теория горения и взрыва»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ.

Как называется быстропротекающий химический процесс окисления, который сопровождается выделением значительного количества тепла и света:

- А) взрыв;
- Б) горение;
- В) детонация;
- Г) химическая реакция.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

2. Выберите один правильный ответ.

При каком горении скорость химической реакции достигает наибольшего значения?

- А) диффузионном;
- Б) кинетическом;
- В) смешанном;
- Г) атмосферном.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

3. Выберите один правильный ответ.

Укажите процесс инициирования начального очага горения в горючей смеси, после чего возникший фронт пламени самопроизвольно распространяется по всему объему:

- А) самовоспламенение;
- Б) воспламенение;
- В) зажигание;
- Г) тление.

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

4. Выберите один правильный ответ.

Укажите на один из основных параметров, характеризующий опасность взрыва:

- А) давление взрыва;
- Б) температура взрыва;
- В) фугасные свойства взрывоопасной среды;

Г) давление на фоне ударной волны.

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

5. Выберите один правильный ответ.

Какой вид горения является преобладающим на пожаре:

А) кинетическое;

Б) детонационное;

В) диффузионное;

Г) ламинарное.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

6. Выберите один правильный ответ.

Как изменяются концентрационные пределы воспламенения с повышением температуры смеси:

А) расширяются;

Б) сужаются;

В) не изменяются;

Г) изменяются скачкообразно.

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите соответствие между природой горючего и видом его горения:

	Природа горючего		Вид его горения
1)	Порошкообразные тугоплавкие металлы	А)	гомогенное
2)	Тротил	Б)	гетерогенное
3)	Пары бензина	В)	дефлаграционное
4)	Кокс	Г)	детонационное

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Г	А	Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

2. Установите соответствие между факторами, влияющими на процесс горения и пожарной опасностью:

Факторы, влияющие на процесс горения

Пожарная опасность

- | | | | |
|----|-----------------------------|----|---------------|
| 1) | Концентрация флегматизатора | A) | уменьшается |
| 2) | увеличивается | | |
| 2) | Содержание кислорода | Б) | увеличивается |
| 3) | увеличивается | | |
| 3) | Понижается давление | В) | уменьшается |
| 4) | Повышается температура | Г) | увеличивается |

Правильный ответ:

1	2	3	4
A	Б	В	Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

3. Установите соответствие между видом топлива и химической реакцией горения:

- | | Вид топлива | | Химическая
реакция
горения |
|----|----------------|----|--|
| 1) | Уголь | A) | $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ |
| 2) | Ацетилен | Б) | $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ |
| 3) | Этиловый спирт | В) | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ |
| 4) | Метан | Г) | $\text{C}_2\text{H}_2 + 2,5\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	Г	В	А

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

4. Укажите соответствие между средой и видом взрыва:

- | | Среда | | Вид взрыва |
|----|--------------------|----|------------|
| 1) | Грунт | A) | воздушный |
| 2) | Вода | Б) | подводный |
| 3) | Газ | В) | наземный |
| 4) | Поверхность грунта | Г) | подземный |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	Б	А	В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

5. Установите соответствие между величиной давления в ударной волне, Р, кПа, и степенью повреждения строительных элементов:

	Величина давления ударной волны, Р, кПа		Степень повреждения строительных элементов
1)	0,2	A)	искривление конструкций
2)	9,2	B)	разрушение стекол
3)	14,2	B)	разрушение бетонных стен
4)	70,0	Г)	разрушение кирпичной кладки

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	А	В	Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

6. Установите соответствие между молярной массой предельных спиртов и температурой вспышки, $^{\circ}\text{C}$:

	Молярная масса предельных спиртов		Температура вспышки, $^{\circ}\text{C}$:
1)	Метиловый CH_3OH	A)	13
2)	Этиловый $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Б)	8
3)	Пропиловый $\text{C}_3\text{H}_8\text{OH}$	В)	34
4)	Бутиловый $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	Г)	23

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	А	Г	В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Запишите правильную последовательность букв слева на право

1. Установите последовательность горения древесины:

- А) испарение воды;
- Б) образование угольного слоя;
- В) разложение древесины;
- Г) горение продуктов разложения.

Правильный ответ: В, Г, А, Б.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

2. Установите последовательность горения летучих металлов:

- А) плавление металла;

- Б) образование оксида;
- В) горение;
- Д) испарение металлов.

Правильный ответ: Б, В, Д, А.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

3. Установите последовательность детонационного горения:

- А) возникновение волны сжатия;
- Б) накладка волн;
- В) каждая последующая волна догоняет предыдущую;
- Г) соединение волн в одну ударную волну.

Правильный ответ: А, В, Б, Г.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

4. Установите последовательность процессов пиролиза органических веществ:

- А) образование газообразных горючих веществ;
- Б) образование смеси газообразных горючих веществ с окислителем;
- В) прогрев твердой фазы;
- Г) превращение продуктов пиролиза в конечные газообразные продукты.

Правильный ответ: В, А, Б, Г.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

5. Установите последовательность протекания гетерогенной реакции горения между газом и твердым веществом:

- А) возникновение межмолекулярного взаимодействия на поверхности твердого вещества;
- Б) адсорбция;
- В) процесс горения;
- Г) процесс окисления.

Правильный ответ: Б, А, Г, В.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

6. Установите последовательность процесса распространения горения в пылевидных смесях:

- А) адсорбция окислителя на поверхности дисперсных частиц;
- Б) зона прогрева;
- В) зона образования продуктов горения.

Г) зона горения;

Правильный ответ: А, Б, Г, В.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание)

1. В основе процесса горения лежат реакции _____:

- А) обмена;
- Б) нейтрализации;
- В) замещения;
- Г) окисления-восстановления.

Правильный ответ: окисления-восстановления

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

2. Для возникновения процесса горения необходимым условием является наличие_____:

- А) горючего вещества;
- Б) окислителя;
- В) источника воспламенения;
- Г) горючего вещества, источника воспламенения и окислителя.

Правильный ответ: горючего вещества, источника воспламенения и окислителя

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

3. Способность вещества или материала к горению называется_____:

- А) возгоранием;
- Б) горючестью;
- В) огнестойкостью;
- Г) пожароопасностью.

Правильный ответ: горючестью

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

4. Основными параметрами, характеризующими опасность взрыва являются:

- А) давление и температура среды;
- Б) концентрация реагирующих веществ;
- В) агрегатное состояние веществ;
- Г) источник зажигания.

Правильный ответ: давление и температура среды

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

5. В органический состав топлива НЕ входит _____;

- А) кислород O₂;
- Б) азот N₂;
- В) вода H₂O;
- Г) углерод, C.

Правильный ответ: азот N₂

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

6. Пожарная опасность вещества с уменьшением энергии активации реакции окисления _____:

- А) увеличивается;
- Б) уменьшается;
- В) не зависит от энергии активации;
- Г) сохраняется.

Правильный ответ: уменьшается

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Какие вещества являются окислителями?

Правильный ответ: окислителями являются вещества, принимающие электроны.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

2. Как называется смесь горючего вещества и окислителя, которые находятся в одной фазе?

Правильный ответ: смесь горючего вещества и окислителя, которые находятся в одной фазе, называется гомогенной.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

3. Кто является автором учения о цепных реакциях?

Правильный ответ: автором учения о цепных реакциях является советский ученый, лауреат Нобелевской премии, Академик Н.Н. Семенов.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

4. Как называются окислительно-восстановительные реакции, протекающие с выделением тепла?

Правильный ответ: окислительно-восстановительные реакции, протекающие с выделением тепла, называются экзотермическими.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

5. Как называется беспламенное горение, происходящее при горении конденсированных систем?

Правильный ответ: беспламенное горение, происходящее при горении конденсированных систем называется тлением.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

6. От чего зависит оценка пожароопасности веществ?

Правильный ответ: оценка пожароопасности веществ зависит от их агрегатного состояния.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Охарактеризуйте процесс горения углеводородов.

Время выполнения – 25 минут.

Ожидаемый результат:

Горением называется сложный, самоподдерживающийся физико-химический процесс, представляющий собой окислительно-восстановительную реакцию, протекающую с большой скоростью и сопровождающуюся выделением тепла и излучением света.

Для горения необходимо наличие трёх составляющих:

горючего вещества;

окислителя (кислород воздуха, озон, перекись водорода, галогены, перманганат калия, хромовый ангидрид и т. д.);

источника зажигания (открытое пламя, искры различного происхождения, высоко нагретые поверхности).

С точки зрения электронной теории, горение – это перераспределение валентных электронов между горючим веществом и окислителем.

Горючим веществом называется вещество, атомы (молекулы) которого способны отдавать в процессе реакции свои валентные электроны. Горючее вещество в процессе реакции окисляется, образуя продукты окисления.

Окислителем называется вещество, атомы (молекулы) которого способны присоединять валентные электроны в процессе реакции. Окислитель в ходе реакции восстанавливается.

С точки зрения молекулярно-кинетической теории энергия, необходимая для разрыва связей в молекулах горючего и окислителя, называется энергией активации. Разрушение или ослабление химических связей в молекулах происходит под действием теплового движения атомов. Чем выше температура, тем выше доля активных молекул, тем эффективнее соударения и больше их число.

Для реакции горения, как и для многих других химических реакций, справедливо положение: повышение температуры на 10 С приводит к увеличению её скорости в 2-4 раза (правило Вант-Гоффа). Кроме того, скорость реакции, согласно закону действующих масс, увеличивается с возрастанием

концентрации реагентов. Скорость горения максимальна при стехиометрическом составе смеси - когда отношение реагентов соответствует коэффициентам в уравнении реакции.

Критерии оценивания: полное соответствие ожидаемому результату
Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

2. Охарактеризуйте процесс взрыва горючих веществ.

Время выполнения – 25 минут.

Ожидаемый результат:

Взрыв горючих веществ — это процесс чрезвычайно быстрого выделения большого количества энергии. В результате взрыва взрывоопасная смесь, заполняющая объём, в котором произошло выделение энергии, практически мгновенно превращается в сильно нагретый газ с высоким давлением.

Этот газ с большой силой воздействует на окружающую среду, вызывая образование ударной волны. Разрушения, вызванные взрывом, обусловлены именно действием ударной волны. По мере удаления от места взрыва механическое воздействие ударной волны снижается.

При взрыве выделяющаяся энергия приводит к развитию двух основных процессов: дефлограции и детонации.

Дефлограция – процесс дозвукового горения, при котором образуется быстропреремещающаяся зона (фронт) химических превращений.

Дефлограция способна симметрично распространяться во все стороны от источника зажигания. Она характеризуется генерацией низкой волны давления, не обладающей ударным действием.

Детонация – это распространение со сверхзвуковой скоростью зоны быстрой экзотермической химической реакцией, следующей за фронтом ударной волны.

Взрыв в форме детонации – это процесс передачи энергии, обусловленный прохождением ударной волны со сверхзвуковой скоростью. В случае детонационного взрыва газы образуются очень быстро и давление возрастает мгновенно до больших величин, что вызывает образование в окружающей среде ударной волны с сильным разрушающим действием.

Ударная волна – это тонкая переходная область, распространяющаяся со звуковой скоростью, в которой происходит резкое увеличение скорости, давления и температуры вещества.

Различают физический и химический взрывы исходя из процессов, которые вызывают взрыв:

Физический взрыв происходит при быстром переходе вещества из одного состояния в другое. Например: взрыв парового котла, когда мгновенно перегретая жидкую воду превращается в пар, или взрыв баллона, когда сильно сжатый негорючий газ мгновенно сбрасывает давление.

Химический взрыв — это химическое превращение веществ при горении, когда в закрытых аппаратах или помещениях воспламеняется смесь горючего вещества и окислителя. Чаще всего окислителем служит кислород воздуха.

Критерии оценивания: полное соответствие ожидаемому результату
Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

3. Составить уравнение реакции горения пентана C_5H_{12} в воздухе.

Время выполнения – 25 минут.

Ожидаемый результат:

1. Определяем исходные вещества: пентан C_5H_{12} находится в газообразном состоянии, горючее, окислительная среда воздух.

2. Принимаем, что воздух состоит из 21% кислорода O_2 и 79 % азота N_2 , то есть на один объем кислорода в воздухе приходится $79/21 = 3,76$ объема азота (N_2). Таким образом, состав воздуха может быть представлен как 1 моль воздуха = $O_2 + 3,76 N_2$.

3. Левая часть химического уравнения с исходными веществами будет иметь вид: $C_5H_{12} + O_2 + 3,76 N_2 =$

4. Определяем продукты сгорания углеводорода. Так как данный углеводород не содержит других элементов, кроме углерода С, водорода Н и кислорода О, то продуктами сгорания будут диоксид углерода CO_2 и вода H_2O .

5. Азот воздуха 3,76 N_2 не принимает участие в процессе сгорания и переходит в продукты реакции.

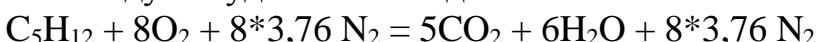
6. Правая часть уравнения будет иметь вид: $= CO_2 + H_2O + 3,76 N_2$

7. Записываем общий вид химического уравнения горения пентана: $C_5H_{12} + O_2 + 3,76 N_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + 3,76 N_2$

8. Учитывая закон сохранения массы веществ, согласно которому число атомов каждого элемента в левой части уравнения равно числу атомов этих же элементов в правой его части.

9. Так как расчет обычно ведут на 1 г-моль или 1 m^3 горючего вещества, то в уравнении реакции коэффициент перед ним не ставят.

10. Окончательная запись химического управления реакции горения пентана в воздухе будет иметь вид



Критерии оценивания: правильное решение поставленной задачи

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

4. Решить задачу.

Определить температуру вспышки и воспламенения муравьиной кислоты $HCOOH$, если ее температура кипения составляет 101 $^{\circ}C$.

Какова группа горючести вещества? К какому классу относится данная жидкость? В помещении какой категории можно работать с этой жидкостью?

Коэффициент горючести определяется по формуле:

$$K = 4C + 4S + H + N - 2O - 2Cl - 3F + 5Br$$

Время выполнения – 25 минут.

Ожидаемый результат:

1. Определяем коэффициент горючести муравьиной кислоты по формуле:

$$K = 4C + 4S + H + N - 2O - 2Cl - 3F + 5Br$$

Так как S, Cl, Br и N не входят в состав муравьиной кислоты, то их количество равно 0 и данное уравнение принимает вид:

$$K = 4C + H - 2O = 4*1 + 2*1 - 2*2 = 2$$

1. По формуле Элея определяем температуру вспышки: $t_{всп} = t_{кип} - 18$

$$\sqrt{K}, {}^{\circ}\text{C}$$

$$t_{всп} = 101 - 18\sqrt{2} = 74,5 {}^{\circ}\text{C}$$

3. По коэффициенту горючести определяем группу горючести вещества, учитывая, что если $K \leq 1$ – вещество относится к группе негорючих веществ, если $K > 1$ – вещество относится к группе горючих веществ. Так как для муравьиной кислоты $K=2$, то она относится к группе горючих веществ.

4. Согласно номенклатуре показателей по пожарной опасности, у горючих жидкостей $t_{всп} > 61 {}^{\circ}\text{C}$, поэтому НСООН относится к горючей жидкости.

5. Так как $t_{всп}$ муравьиной кислоты $74,5 {}^{\circ}\text{C}$, то с ней можно работать в помещении категории В.

6. Определяем температуру воспламенения муравьиной кислоты, учитывая, что для ГЖ $t_{восп} = t_{всп} + (30-35 {}^{\circ}\text{C})$, $t_{всп} = 74,5 + 30-50 {}^{\circ}\text{C} = 104,5-109,5 {}^{\circ}\text{C}$.

Ответ: температура вспышки муравьиной кислоты НСООН равна $74,5 {}^{\circ}\text{C}$, $t_{восп}$ равна $104,5-109,5$. Она является горючей жидкостью (ГЖ) и с ней можно работать в помещении категории В.

Критерии оценивания: правильное решение поставленной задачи

Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

5. Решить задачу.

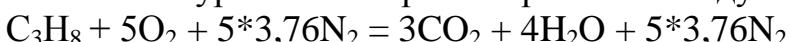
Сгорает 4м^3 пропана C_3H_8 . Рассчитать теоретический объем воздуха для данного процесса. Условия нормальные.

Время выполнения – 25 минут.

Ожидаемый результат:

Пропан C_3H_8 – это индивидуальное горючее вещество, находящееся в газообразном состоянии.

1. Запишем уравнение горения пропана в воздухе:



2. Рассчитаем теоретический объемы воздуха по формуле:

$$V_{\text{в}}^{\text{теор}} = (n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2}) / n_{\text{r}}$$

$$V_{\text{в}}^{\text{теор}} = 5 * (1 + 3,76) / 1 = 23,8 (\text{м}^3/\text{м}^3)$$

3. Учитывая, что сгорает не 1 м^3 газа, 4 м^3 , находим действительный объем воздуха:

$$V_{\text{в}} = V_{\text{в}}^{\text{теор}} * 4, V_{\text{в}} = 23,8 * 4 = 95,2 \text{ м}^3$$

Ответ: на сгорание 4м³ пропана необходим объем воздуха 95,2 м³.
Критерии оценивания: правильное решение поставленной задачи
Компетенции (индикаторы): ОПК-3.

6. Решить задачу.

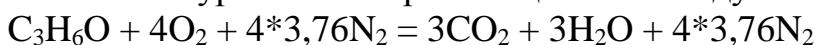
Сгорает 100 кг ацетона. Рассчитать действительный объем воздуха, который расходуется на горение, если коэффициент избытка воздуха равен 2. Условия нормальные.

Время выполнения – 25 минут.

Ожидаемый результат:

1. Сгорает ацетон C₃H₆O, который является индивидуальным химическим соединением, находящемся в конденсируемом состоянии.

2. Запишем уравнение горения ацетона в воздухе:



3. Определяем массу одного киломоля ацетона:

$$M_{\text{гв}} = 3*12 + 1*6 + 16 = 56 \text{ кг/моль.}$$

4. Учитываем, что один моль газа по закону Авогадро занимает объем 22,4 литра.

5. Рассчитываем объем воздуха, необходимый для сгорания одного кг ацетона:

$$V_{\text{в}}^{\text{теор}} = (n_{O_2} + n_{N_2}) / n_{\text{гв}} * M_{\text{гв}} = (4 + 4*3,76)*22,4 / (1*56) = 7,4 \text{ (м}^3/\text{кг)}$$

6. Рассчитываем действительный объем воздуха, пошедшего на сгорание 1 кг ацетона с учетом коэффициента избытка воздуха α:

$$V_{\text{в}}^{\text{действ}} = \alpha * V_{\text{в}}^{\text{теор}} = 2 * 7,4 = 14,8 \text{ (м}^3/\text{кг)}$$

7. Для сгорания 100 кг ацетона V_в^{действ}

$$\text{составляет: } V_{\text{в}}^{\text{действ}} = \alpha * V_{\text{в}}^{\text{теор}} * 100 = 14,8 * 100$$

$$= 1480 \text{ (м}^3/\text{кг)}$$

Ответ: при сгорании 100 кг ацетона объем воздуха при нормальных условиях составляет 1480 м³/кг.

Критерии оценивания: правильное решение поставленной задачи

Компетенции (индикаторы): ОПК-3

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине «Теория горения и взрыва» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «Пожарная безопасность».

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению / специальности.

Председатель учебно-методической комиссии

института



Михайлов Д.В.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)