

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИМФ

А.В. Федорян

"___" 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины	Б1.О.18 Теория горения и взрыва
Направление(я)	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (и)	Пожарная безопасность
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Факультет	Лесохозяйственный факультет
Кафедра	Экологические технологии природопользования
Учебный план	2023_20.03.01.plx.plx 20.03.01 Техносферная безопасность
ФГОС ВО (3++) направления	Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (приказ Минобрнауки России от 25.05.2020 г. № 680)

Общая
трудоемкость

144 / 4 ЗЕТ

Разработчик (и):

**д-р. техн. наук, зав. каф., Дрововозова Т.
И.**

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экологические технологии
природопользования**

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент Кулакова Е.С.

Дата утверждения плана уч. советом от 29.01.2025 протокол № 5.

Дата утверждения рабочей программы уч. советом от 25.06.2025 протокол № 10

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

4 ЗЕТ

Общая трудоемкость

Часов по учебному плану	144
в том числе:	
аудиторные занятия	48
самостоятельная работа	78
часов на контроль	18

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	Недель	15 3/6		
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	78	78	78	78
Часы на контроль	18	18	18	18
Итого	144	144	144	144

Виды контроля в семестрах:

Экзамен	4	семестр
Расчетно-графическая работа	4	семестр

2. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2.1	Знать:
2.2	-физико-химическую природу явлений горения и взрыва; условия самовоспламенения, самовозгорания и зажигания; условия перехода нормального горения во взрыв
2.3	Уметь:
2.4	- проводить анализ изменения параметров горения в зависимости от условий протекания процесса возникновения и развития горения; теоретически рассчитывать и
2.5	экспериментально определять основные показатели пожарной опасности веществ и
2.6	материалов
2.7	Навык:
2.8	- навыками в проведении элементарных пожарно-технических расчетов
2.9	Опыт деятельности:
2.10	- в определении параметров пожаро-взрывоопасности веществ

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
3.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
3.1.1	Гидрогазодинамика
3.1.2	Метрология, стандартизация и сертификация
3.1.3	Строительные материалы
3.1.4	Теоретическая механика
3.1.5	Введение в специальность
3.1.6	Инженерная графика
3.1.7	Учебная ознакомительная практика
3.1.8	Физика
3.1.9	Химия
3.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
3.2.1	Прогнозирование опасных факторов пожара
3.2.2	Проектирование систем противопожарного водоснабжения
3.2.3	Противопожарное водоснабжение
3.2.4	Электроника и электротехника
3.2.5	Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре
3.2.6	Надёжность технических систем и техногенный риск
3.2.7	Пожарная безопасность технологических процессов
3.2.8	Пожарная безопасность электроустановок
3.2.9	Производственная эксплуатационная практика
3.2.10	Управление техносферной безопасностью
3.2.11	Компьютерное моделирование пожара в помещении
3.2.12	Надзор и контроль в сфере безопасности
3.2.13	Пожарная безопасность в строительстве
3.2.14	Производственная и пожарная автоматика
3.2.15	Аудит пожарной безопасности
3.2.16	Заштита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
3.2.17	Производственная преддипломная практика
3.2.18	Расследование и экспертиза пожаров
3.2.19	Проектирование систем противопожарного водоснабжения

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-3 : Способен контролировать строящиеся и реконструируемые здания, помещения, в части выполнения проектных решений по пожарной безопасности

ПК-3.1 : Владеет навыками контроля проведения мероприятий по ограничению образования и распространения опасных факторов пожара в пределах очага пожара
ПК-3.11 : Знает огнестойкость строительных материалов и методы её повышения
ПК-3.2 : Владеет навыками контроля достаточности проводимых мероприятий по спасению людей и сокращению наносимого пожаром ущерба имуществу физических или юридических лиц
ПК-3.3 : Умеет выполнять расчет противопожарных разрывов или расстояний от проектируемого здания или сооружения до ближайшего здания, сооружения
ПК-3.8 : Знает методы прогнозирования взрывопожарной обстановки и прогнозирования опасных факторов пожара
ПК-3.9 : Знает порядок проведения пожарно-технической экспертизы, методы и средства пожарного надзора
ПК-5 : Способен разрабатывать мероприятия по снижению пожарных рисков
ПК-5.9 : Знает горючие и взрывоопасные характеристики веществ и материалов

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Индикаторы	Литература	Интеракт.	Примечание
	Раздел 1. Физико-химическая природа процессов горения и взрыва						
1.1	Основы процессов горения. Физические основы горения. Виды горения. Классификация по признакам и особенностям. /Лек/	4	2	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ПК1
1.2	Методы и примеры расчета по уравнению состояния идеального газа. /Пр/	4	2	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ТК 1, ПК 1
1.3	Подготовка к тестированию, решение задач. Подготовка к коллоквиуму. Работа с электронной библиотекой (подготовка к ситуационным задачам) /Сп/	4	18	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ПК1
1.4	Техника безопасности. Определение температуры в различных зонах пламени. Установление зависимости между химическим свойством вещества и характером сгорания пламени. /Лаб/	4	2	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ТК1
	Раздел 2. Материальный и тепловой балансы процессов горения						

2.1	Материальный баланс процессов горения. Расход воздуха на горение. Коэффициент избытка воздуха. Расчет количества продуктов горения. Теплосодержание веществ. Тепловой баланс процессов горения. Уравнение теплового баланса процесса горения. Расчет теплоты горения индивидуального вещества, смеси. Расчет температуры горения. Теоретическая, калориметрическая, адиабатическая, действительная температуры горения. Динамика развития пожара. Основные стадии пожара. /Лек/	4	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ПК1
2.2	1. Уравнения материального баланса. Расчеты по уравнению материального баланса. 2. Тепловой баланс. Определение теплоты сгорания вещества. Расчет адиабатической и действительной температуры горения. /Пр/	4	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ТК 1, ПК 1, ТК 2
2.3	Определение концентрации газообразных продуктов горения смеси горючих веществ. Изучение принципа работы на газоанализаторе ГХП-3М /Лаб/	4	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ПК 1
2.4	Работа с электронной библиотекой (подготовка к практическим и лабораторным занятиям). /Ср/	4	18	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	
	Раздел 3. Показатели пожаро-взрывоопасности веществ						

3.1	<p>1. Показатели пожаро-взрывоопасности веществ. Возникновение горения: тепловое, самовоспламенение, самовозгорание. Самовозгорание жиров и масел, углей и продуктов растительного происхождения. Химическое самовозгорание.</p> <p>2. Вынужденное воспламенение (зажигание) парогазовоздушных горючих смесей. Горение жидкостей. Сущность процесса зажигания. Температура зажигания. Особенности зажигания газопаровоздушных смесей нагретой поверхностью. Основные виды и характеристики источников зажигания. Химические, микробиологические и тепловые импульсы. Минимальная энергия зажигания, ее зависимость от химической природы вещества.</p> <p>3. Прекращение горения. КПР пламени. Пределы распространения пламени в системе «горючий газ – окислитель – флегматизатор». Механизм флегматизации взрывоопасных смесей.</p> <p>4. Распространение пламени в пространстве. Опасные факторы по-жара и их воздействие на человека.</p> <p>/Лек/</p>	4	8	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ПК-2
3.2	<p>1. Расчет температуры взрыва</p> <p>2. Расчет температуры самовоспламенения горючего вещества.</p> <p>3. Расчет температуры вспышки и воспламенения</p> <p>4. Расчет концентрационных пределов распространения пламени (КПР).</p> <p>Определение зависимости КПР от концентрации флегматизатора.</p> <p>/Пр/</p>	4	10	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ТК 2, ПК 1 ТК 3, ПК 2 ТК 3, ПК 2 ТК 4 ТК 5

3.3	1. Определение группы горючести веществ. 2. Определение горючести растительного масла по йодному числу. 3. Знакомство с работой прибора ТВО и ТВЗ. Определение температуры вспышки горючих веществ. 4. Определение температуры вспышки в зависимости от концентрации горючего вещества. /Лаб/	4	8	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ТК 1,ПК 1 ПК 2 ТК 3, ПК 2 ТК 3, ПК 2
3.4	Решение задач Подготовка к коллоквиуму Работа с электронной библиотекой (подготовка к ситуационным задачам) Расчетно-графическая работа /Ср/	4	22	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ТК 1, ТК 2 ПК 2 ТК 3,ТК 4 ТК 5
	Раздел 4. Температурные параметры пожарной опасности						
4.1	Ударные волны и детонация. Возникновение детонации. Стационарный режим детонации. Определение скорости детонации. /Лек/	4	2	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	ПК-2
4.2	Определение скорости распространения пламени. Математическая обработка результатов экспериментов. /Лаб/	4	2	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	ТК 3 ПК 2
4.3	Работа с электронной библиотекой (подготовка к ситуационным задачам). Расчетно-графическая работа. Подготовка к сдаче отчета по лабораторным работам. /Ср/	4	20	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	
	Раздел 5. Итоговый контроль						
5.1	Подготовка к итоговому контролю. /Экзамен/	4	18	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.8 ПК-3.9 ПК-3.11 ПК-5.9	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1	0	

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

При освоении дисциплины предусмотрен промежуточный и итоговый контроль знаний студентов.

Текущий контроль знаний проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся от 15 мая 2024г.

Текущая аттестация в форме балльно-рейтинговой системы (далее - БРС) применяется для обучающихся очной формы обучения.

В рамках БРС успеваемость обучающихся по каждой дисциплине оценивают следующие виды контроля: текущий контроль (ТК), промежуточный контроль (ПК), активность (А) и итоговый контроль (ИК). Сдача зачета/экзамена обязательна при желании обучающегося повысить итоговый рейтинговый балл или если студент не набрал по БРС минимальное количество баллов (51 балл).

Периодичность проведения ТК и ПК:

- текущий контроль – 3 за семестр;
- промежуточный контроль – 3 за семестр.

Расчетно-графическая работа студентов очной формы обучения

Расчетно-графическая работа (РГР) на тему «Определение параметров взрыва паровоздушной смеси в помещении». Целью выполнения РГР является закрепление теоретических знаний, выносимых на самостоятельную работу студентов, позволяющих освоить специальные разделы дисциплины.

В задачи РГР входит:

- научиться записывать уравнения материального баланса;
- вести расчеты по формулам;
- работать самостоятельно;
- научиться проводить пожарно-технические расчеты

Структура расчетно-графической работы и ее ориентировочный объём

Задание (1 с.)

Основная расчетная и графическая часть

Список использованных источников (0,5с.)

Выполняется РГР студентом индивидуально под руководством преподавателя во внеаудиторное время, самостоятельно. Срок сдачи законченной работы на проверку руководителю указывается в задании. После проверки и доработки указанных замечаний, работа защищается. При положительной оценке выполненной студентом работе на титульном листе работы ставится - "зачтено".

ТК 1 «Материальный баланс процессов горения» (от 6 до 10 баллов);

Вариант 1

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения ацетилена.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 5 м³ метана при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 7 кг анизола при температуре - 150С и давлении 778 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,1.
4. Определить объем и состав продуктов горения, выделившихся при сгорании 1 м³ этана, если температура горения горючего газа составила 1230 К, давление 747 мм рт.ст.

Вариант 2

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения этана.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 1 м³ пропана при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 3 кг бензола при температуре - 80С и давлении 770 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,4.
4. Определить объем продуктов горения при сгорании 1 кг анилина, если температура горения 1230 К, давление 755 мм рт.ст., коэффициент избытка воздуха 1,4.

Вариант 3

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения бутена.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 12 м³ метана при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 8 кг уайт-спирита при температуре 180С и давлении 770 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха 1,3
4. Определить объем и состав продуктов горения, выделившихся при сгорании 1 м³ сероводорода, если температура горения горючего газа составила 1340 К, давление 756 мм рт.ст.

Вариант 4

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения гексана.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 6 м³ ацетона при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 16 кг стирола при температуре 12 и давлении 754 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,5.
4. Определить объем продуктов горения при сгорании 1 кг бензола, если температура горения 1260 К, давление 760 мм рт.ст., коэффициент избытка воздуха 1,7

Вариант 5

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения этанола.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 8 м³ гексана при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 19 кг пентана при температуре -80С и давлении 746 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,6.
4. Определить объем и состав продуктов горения, выделившихся при сгорании 1 м³ пропана, если температура горения горючего газа составила 1378 К, давление 741 мм рт.ст.

Вариант 6

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения бутана.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 4 м³ пентана при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 9 кг этиленгликоля при температуре -160С и давлении 740 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,2.
4. Определить объем продуктов горения при сгорании 1 кг бутилового спирта, если температура горения 1250 К, давление 725 мм рт.ст., коэффициент избытка воздуха 1,3

Вариант 7

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения пропена.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 14 м³ ацетилена при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 13 кг метилового спирта при температуре 140С и давлении 756 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,6.
4. Определить объем и состав продуктов горения, выделившихся при сгорании 1 м³ бутана, если температура горения горючего газа составила 1390 К, давление 755 мм рт.ст.

Вариант 8

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения бензола.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 5 м³ этилового спирта при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 1,5 кг гептана при температуре 20 С и давлении 761 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,1.
4. Определить объем продуктов горения при сгорании 1 кг стирола, если температура горения 1350 К, давление 756 мм рт.ст., коэффициент избытка воздуха 1,8

Вариант 9

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения этана.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 15 м³ 3 цетона при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 8 кг бензола при температуре -110С и давлении 770 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,4.
4. Определить объем и состав продуктов горения, выделившихся при сгорании 1 м³ пропана, если температура горения горючего газа составила 1250 К, давление 745 мм рт.ст.

Вариант 10

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения толуола.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 18 м³ метана при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 24 кг октана при температуре -200С и давлении 765 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,4.
4. Определить объем продуктов горения при сгорании 1 кг дизтилового эфира, если температура горения 1270 К, давление 735 мм рт.ст., коэффициент избытка воздуха 1,7

Вариант 11

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения ксилола.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 21 м³ сероводорода при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 20 кг гептана при температуре 40С и давлении 761 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,2.
4. Определить объем и состав продуктов горения, выделившихся при сгорании 1 м³ ацетилена, если температура горения горючего газа составила 1120 К, давление 749 мм рт.ст.

Вариант 12

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения анилина.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 2,5 м³ бутана при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 1 кг ацетона при температуре 40С и давлении 779 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,7.
4. Определить объем продуктов горения при сгорании 1 кг гептана, если температура горения 1160 К, давление 738 мм рт.ст., коэффициент избытка воздуха 1,3

Вариант 13

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения этана.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 18 м³ бензола при н.у. (смесь стехиометрическая).

3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 4 кг диэтилового эфира при температуре 50С и давлении 768 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,4.
4. Определить объем и состав продуктов горения, выделившихся при сгорании 1 м3 пропана, если температура горения горючего газа составила 1330 К, давление 757 мм рт.ст.

Вариант 14

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения пропена.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 1 м3 стирола при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 12 кг бутилового спирта при температуре 80С и давлении 764 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,6.
4. Определить объем продуктов горения при сгорании 1 кг пропана, если температура горения 1381 К, давление 754 мм рт.ст., коэффициент избытка воздуха 1,5

Вариант 15

1. Составить уравнение материального баланса процесса горения бутана.
2. Рассчитайте теоретический объем воздуха, израсходованного на горение 13 м3 бензола при н.у. (смесь стехиометрическая).
3. Рассчитайте объем и массу воздуха, израсходованного на горение 13 кг метилового спирта при температуре 14 и давлении 756 мм рт. ст. Коэффициент избытка воздуха равен 1,2.
4. Определить объем и состав продуктов горения, выделившихся при сгорании 1 м3 метана, если температура горения горючего газа составила 1370 К, давление 756 мм рт.ст.

ТК 2 «Тепловой баланс процессов горения» (от 6 до 10 баллов);

Вариант 1

1. Рассчитать низшую теплоту горения анизола.
 2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси пропилового спирта с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
- Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 15 %.

Вариант 2

1. Рассчитать низшую теплоту горения ацетона.
 2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси диэтилового эфира с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
- Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 24 %.

Вариант 3

1. Рассчитать низшую теплоту горения гексана.
 2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси бутилового спирта с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
- Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 31 %.

Вариант 4

1. Рассчитать низшую теплоту горения анилина.
 2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси сероводорода с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
- Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 12 %.

Вариант 5

1. Рассчитать низшую теплоту горения бензола.
 2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси пропена с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
- Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 25 %

Вариант 6

1. Рассчитать низшую теплоту горения толуола.
 2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси метана с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
- Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 10 %.

Вариант 7

1. Рассчитать низшую теплоту горения этиленгликоля.
 2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси этилового спирта с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
- Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 21 %.

Вариант 8

1. Рассчитать низшую теплоту горения гептана.
2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси этана с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 18 %.

Вариант 9

1. Рассчитать низшую теплоту горения фенола.
2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси аммиака с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 27 %.

Вариант 10

1. Рассчитать низшую теплоту горения пентана.
2. Найти адиабатическую температуру горения стехиометрической смеси метилового спирта с воздухом, начальная температура горения горючей смеси $T_0 = 273$ К .
Рассчитать действительную температуру горения этой же смеси, если теплопотери составили 16 %.

TK 3 «Самовоспламенение, самовозгорание, возгорание жидкостей» (от 6 до 10 баллов);

Вариант 1

1. Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения изопентана.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров амилбензола в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения акриловой кислоты.

Вариант 2

1. Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения 2-метил-2-фенилпропана.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров п-ксилола в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения амилового спирта

Вариант 3

1. Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения 2,4-диметилгексана.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров 3-метилгексана в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения вторичного бутилового спирта.

Вариант 4

1. Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения 4,5-диметилоктана.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров изобутилового спирта в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения диэтилового эфира.

Вариант 5

1. Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения 1,2,3,4-тетраметилбензола.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров пропилбензола в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения толуола.

Вариант 6

1. Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения 2,2,3- trimetilbutana.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров изогексана в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения этилбензола.

Вариант 7

1. Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения 1,4-диметилбензола.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров втор-изоамилового спирта в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения ацетона.

Вариант 8

1. Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения 2,4-диметил-3-этилпентана.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров 4-метилоктана в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения метилового спирта.

Вариант 9

1. Рассчитать с тандартную температуру самовоспламенения 2-метил-пропанол-1.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров трет-амилового спирта в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения октана.

Вариант 10

1. Рассчитать стандартную температуру самовоспламенения 1-метил-3-этилбензол.
2. Рассчитать по формуле Элея температуру вспышки паров 3-этилоктана в закрытом тигле.
3. По формуле В.И. Блинова определить температуру воспламенения стирола.

«Расчет КПР и ТПР пламени горючего вещества»

Вариант 1

1. Определить концентрационные пределы воспламенения метана (CH_4) в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси гексана с воздухом водяным паром.
3. Определить температурные пределы распространения пламени бутилового спирта в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

Вариант 2

1. Определить концентрационные пределы воспламенения гептана в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси этанола с воздухом углекислым газом.
3. Определить температурные пределы распространения пламени ацетона в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

Вариант 3

1. Определить концентрационные пределы воспламенения анилина в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси пентана с воздухом водяным паром.
3. Определить температурные пределы распространения пламени бензола в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

Вариант 4

1. Определить концентрационные пределы воспламенения бутилового спирта в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси ацетона с воздухом углекислым газом.
3. Определить температурные пределы распространения пламени гексана в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

Вариант 5

1. Определить концентрационные пределы воспламенения диэтилового эфира в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси этанола с воздухом водяным паром.
3. Определить температурные пределы распространения пламени пентанол-1 в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

Вариант 6

1. Определить концентрационные пределы воспламенения этиленгликоля в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси октана с воздухом водяным паром.
3. Определить температурные пределы распространения пламени пропанола в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

Вариант 7

1. Определить концентрационные пределы воспламенения метилового спирта в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси гептана с воздухом углекислым газом.
3. Определить температурные пределы распространения пламени глицерина в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

Вариант 8

1. Определить концентрационные пределы воспламенения толуола в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси бутанола с воздухом водяным паром.
3. Определить температурные пределы распространения пламени пропанола в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

Вариант 9

1. Определить концентрационные пределы воспламенения стирола в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси ацетилена с воздухом углекислым газом.
3. Определить температурные пределы распространения пламени этанола в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

Вариант 10

1. Определить концентрационные пределы воспламенения ксилола в воздухе.
2. Рассчитать значения МФК и МВСК при разбавлении смеси метилового спирта с воздухом водяным паром.
3. Определить температурные пределы распространения пламени глицерина в воздухе. $P_0 = 101325 \text{ Па.}$

ПК 3 РГР на тему «Расчет массы горючей газовоздушной смеси безопасной для хранения в помещении заданных размеров»

Структура расчетно-графической работы и ее ориентировочный объём

Задание (1 с.)

Основная расчетная и графическая часть

Список использованных источников (0,5с.)

ПК 1 на тему «Физико-химическая природа процессов горения.Материальный и тепловой балансы процессов горения» (от 9 до 15 баллов);

Вариант 1

1. Дать определение процесса горения. В чем отличие процессов горения от других окислительно-восстановительных процессов? (1 балл)

2. Уравнение материального баланса, соответствующее полному окислению пропана, имеет вид: (1 балл)
 1. $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 + 5 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 5 \cdot 3,76\text{N}_2$
 2. $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$
 3. $\text{C}_3\text{H}_8 + 3,5\text{O}_2 = 3\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O}$
 4. $\text{C}_3\text{H}_8 + 3,5\text{O}_2 + 3,5 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 3\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O} + 3,5 \cdot 3,76\text{N}_2$
 3. К продуктам полного окисления сероводорода относятся: (1 балл)
 1. $\text{SO}_2, \text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{SO}_3, \text{H}_2\text{O}$
 2. $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{CO}, \text{H}_2\text{O}$.
 4. Зависимость скорости реакции горения метана от концентрации реагирующих веществ описывается выражением: (2 балла)
 1) $k[\text{CH}_4]\cdot[\text{O}_2]$; 3) $k[\text{CH}_4]\cdot[\text{O}_2]^2$;
 2) $k[\text{CH}_4]^2\cdot[\text{O}_2]$; 4) $k[\text{CO}_2]\cdot[\text{H}_2\text{O}]$
 5. Дайте определение коэффициента избытка воздуха. (1 балл)
 6. Дайте определение удельной теплоты горения. (1 балл)
 7. Сколько зон пламени образуется при горении газов: (1 балл)
 1) 2 3) 4
 2) 3 4) 5.
 8. Определить теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ бутана: (2 балла)
 1) 13 3) 30,94
 2) 11,95 4) 21,42.
 9. Низшая теплота сгорания пентана равна ($\text{QCO}_2 = 396,6 \text{ кДж/моль}, \text{QH}_2\text{O} = 242,2 \text{ кДж/моль}, \text{QC}_5\text{H}_{12} = 184,4 \text{ кДж/моль}$): (2 балла)
 1) 3251,8 3) 2145,5
 2) 1625,9 4) 3436,2.

Вариант 2

1. Перечислить элементарные стадии любой цепной реакции. Приведите пример цепной реакции горения водорода в кислороде. (1 балл)
2. Уравнение материального баланса, соответствующее полному окислению ацетона, имеет вид: (1 балл)
 1) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 5,5\text{O}_2 + 5,5 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 3\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 5,5 \cdot 3,76\text{N}_2$;
 2) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 4\text{O}_2 + 4 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 4 \cdot 3,76\text{N}_2$;
 3) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 4\text{O}_2 + 5 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 4 \cdot 3,76\text{N}_2$;
 4) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 3\text{O}_2 + 3 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 3 \cdot 3,76\text{N}_2$.
3. К продуктам полного окисления ацетилена относятся: (1 балл)
 1) $\text{CO}, \text{H}_2\text{O}$ 3) $\text{SO}_3, \text{H}_2\text{O}$
 2) $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$ 4) $\text{C}, \text{CO}, \text{H}_2\text{O}$.
4. Зависимость скорости реакции горения пропана от концентрации реагирующих веществ описывается выражением: (2 балла)
 1) $k[\text{C}_3\text{H}_6]\cdot[\text{O}_2]^{4,5}$; 3) $k[\text{C}_3\text{H}_8]\cdot[\text{O}_2]^2$;
 2) $k[\text{C}_3\text{H}_8]\cdot[\text{O}_2]^{5,5}$; 4) $k[\text{CO}_2]^3\cdot[\text{H}_2\text{O}]$
5. Что является причиной свечения пламени? Что такое холодные пламена? (1 балл)
6. Какие составляющие входят в приход в уравнении теплового баланса? (1 балл)
7. Температура, при которой выделившаяся теплота горения смеси стехиометрического состава расходуется на нагрев и диссоциацию продуктов горения, называется: (1 балл)
 1) теоретическая, 3) адиабатическая,
 2) калориметрическая, 4) действительная.
8. Определить теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ октана: (2 балла)
 1) 40,46 3) 30,94
 2) 59,5 4) 57,12.
9. Низшая теплота сгорания гексана равна ($\text{QCO}_2 = 396,6 \text{ кДж/моль}, \text{QH}_2\text{O} = 242,2 \text{ кДж/моль}, \text{QC}_6\text{H}_{14} = 167,2 \text{ кДж/моль}$): (2 балла)
 1) 2251,8 3) 3560,5
 2) 3907,8 4) 3486,8.

Вариант 3

1. Что такое гомогенное горение? Гетерогенное горение? (1 балл)
2. Какое значение принимает коэффициент избытка воздуха при горении горючей смеси богатой по горючему веществу: (1 балл)
 1) $\alpha > 1$; 3) $\alpha = 1$
 2) $\alpha < 1$; 4) $\alpha = 0$.
3. Уравнение материального баланса, соответствующее полному окислению этанола, имеет вид: (1 балл)
 1) $\text{C}_2\text{H}_5\text{O} + 3,5\text{O}_2 + 3,5 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 3,5 \cdot 3,76\text{N}_2$;
 2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 + 3 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 3 \cdot 3,76\text{N}_2$;
 3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{O}_2 + 2 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 2\text{CO} + 3\text{H}_2\text{O} + 2 \cdot 3,76\text{N}_2$;
 4) $\text{C}_2\text{H}_5\text{O} + 3\text{O}_2 + 3 \cdot 3,76 \text{ N}_2 = 3\text{CO}_2 + 2,5\text{H}_2\text{O} + 3 \cdot 3,76\text{N}_2$.
4. Зависимость скорости реакции горения от температуры описывается зависимостью: (2 балла)

- 1) $V_k = V_h \cdot \gamma \Delta t 10$; 3) $PV = mRTM$;
- 2) $k = A \cdot e^{-E_a/RT}$; 4) $P_1 \square V_1 T_1 = P_2 \square V_2 T_2$.
- 5) Чем отличается горение плавящихся от неплавящихся твердых веществ? (1 балл)
- 6) Каков механизм процессов горения: (1 балл)
 - 1) обменный, 3) цепной разветвленный,
 - 2) цепной неразветвленный, 4) донорно-акцепторный.
7. Чем отличается низшая теплота сгорания от высшей теплоты сгорания? (1 балл)
8. Определить теоретический объем продуктов сгорания 1 м³ этана при н.у.: (2 балла)
 - 1) 18,16 3) 9,08
 - 2) 14,4 4) 20,1.
9. Низшая теплота сгорания этиленгликоля равна ($QCO_2 = 396,6$ кДж/моль, $QH_2O = 242,2$ кДж/моль, $QC_2H_6O_2 = 455,4$ кДж/моль): (2 балла)
 - 1) 532,2 3) 1064,4
 - 2) 2128,8 4) 266,1.

Вариант 4

1. Дать определение теоретическому объему воздуха. (1 балл)
2. Уравнение материального баланса, соответствующее не полному окислению пропана, имеет вид (1 балл):
 - 1) $C_3H_8 + 5O_2 + 5 \cdot 3,76 N_2 = 3CO_2 + 4H_2O + 5 \cdot 3,76 N_2$
 - 2) $C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$
 - 3) $C_3H_8 + 3,5O_2 = 3CO + 4H_2O$
 - 4) $C_3H_8 + 3,5O_2 + 3,5 \cdot 3,76 N_2 = 3CO + 4H_2O + 3,5 \cdot 3,76 N_2$
3. Какие физические процессы не сопровождают горение (1 балл):
 - 1) конвекция, 3) УФ-излучение,
 - 2) излучение лучистой энергии, 4) диффузия.
4. Зависимость скорости реакции горения ацетилена от концентрации реагирующих веществ описывается выражением (2 балла):
 - 1) $k[C_2H_2] \cdot [O_2]^{5,5}$; 3) $k[C_2H_2]^{2,5} \cdot [O_2]^{2,5}$;
 - 2) $k[C_2H_2] \cdot [O_2]^{2,5}$; 4) $k[C_2H_2]^{3,5} \cdot [O_2]$.
5. Что такое тление? (1 балл)
6. Какое значение принимает коэффициент избытка воздуха при горении горючей смеси бедной по горючему веществу (1 балл):
 - 1) $\alpha > 1$; 3) $\alpha = 1$
 - 2) $\alpha < 1$; 4) $\alpha = 0$.
7. Какие составляющие входят в расход в уравнении теплового баланса? (1 балл)
8. Определить состав продуктов горения пентена (при н.у.) (2 балла):
 - 1) 13,1%; 13,1%; 73,8% 3) 6,55%; 6,55%; 86,9%
 - 2) 17,7%; 17,7%; 64,6%; 4) 8,8%; 8,8%; 82,3%.
9. Низшая теплота неполного сгорания этанола равна ($QCO_2 = 396,6$ кДж/моль, $QH_2O = 242,2$ кДж/моль, $QC_2H_5OH = 278,2$ кДж/моль, $QCO = 112,7$ кДж/моль) (2 балла):
 - 1) 620,8 3) 673,8
 - 2) 1241,6 4) 1347,6.

Вариант 5

1. Перечислите физические и химические процессы, протекающие при горении (1 балл).
2. Уравнение материального баланса, соответствующее полному окислению толуола, имеет вид (1 балла):
 - 1) $C_7H_8 + 5O_2 + 9 \cdot 3,76 N_2 = 7CO_2 + 4H_2O + 9 \cdot 3,76 N_2$
 - 2) $C_7H_8 + 9O_2 + 9 \cdot 3,76 N_2 = 7CO_2 + 4H_2O + 9 \cdot 3,76 N_2$
 - 3) $C_7H_8 + 9O_2 + 9 \cdot 3,76 N_2 = 7CO + 4H_2O + 9 \cdot 3,76 N_2$
 - 4) $C_7H_8 + 5,5O_2 + 5,5 \cdot 3,76 N_2 = 7CO + 4H_2O + 5,5 \cdot 3,76 N_2$
3. Зависимость скорости реакции горения стирола от концентрации реагирующих веществ описывается выражением (2 балла):
 - 1) $k[C_8H_8] \cdot [O_2]^{5,5}$; 3) $k[C_8H_8]^{8,5} \cdot [O_2]^{4,5}$;
 - 2) $k[C_8H_8] \cdot [O_2]^{10,5}$; 4) $k[CO_2]^{8,5} \cdot [H_2O]^{4,5}$.
4. К продуктам не полного окисления анизола относятся (1 балл):
 - 3) CO_3, H_2O 3) C, CO_2, H_2O
 - 4) CO_2, H_2O 4) CO, H_2O .
5. Приведите уравнение теплового баланса процесса горения. Расшифруйте значения величин, входящих в него (1 балл).
6. Температура полного сгорания смесей любого состава при отсутствии тепловых потерь в окружающую среду, называется (1 балл):
 - 1) теоретическая, 3) адиабатическая,
 - 2) калориметрическая, 4) действительная.
7. Перечислите элементарные стадии любой цепной реакции. (1 балл)
8. Определите теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 2 м² ксилола (C_8H_10) (2 балла).
 - 1) 39,48 3) 49,98
 - 2) 99,96 4) 47,6.
9. Низшая теплота полного сгорания бензола равна ($QCO_2 = 396,6$ кДж/моль, $QH_2O = 242,2$ кДж/моль, $QC_6H_6 = -34,8$ кДж/моль) (2 балла).

кДж/моль, $QCO = 112,7$ кДж/моль) (2 балла):

- 1) 1570,5 3) 785,25
- 2) 3071,4 4) 3141.

Вариант 6

1. Что называется избытком воздуха? (1 балл)
2. Уравнение материального баланса, соответствующее полному окислению бутана, имеет вид: (1 балла)

 - 1) $C_4H_8 + 6O_2 + 6 \cdot 3,76 N_2 = 4CO_2 + 4H_2O + 6 \cdot 3,76 N_2$
 - 2) $C_4H_{10} + 6,5O_2 + 6,5 \cdot 3,76 N_2 = 4CO_2 + 5H_2O + 6,5 \cdot 3,76 N_2$
 - 3) $C_4H_{10} + 4,5O_2 + 4,5 \cdot 3,76 N_2 = 4CO + 5H_2O + 4,5 \cdot 3,76 N_2$
 - 4) $C_4H_8 + 4O_2 + 4 \cdot 3,76 N_2 = 4CO + 4H_2O + 4 \cdot 3,76 N_2$

3. Температура, которая достигается при горении стехиометрической горючей смеси, с начальной температурой 273 К и при отсутствии потерь в окружающую среду, называется (1 балл):

 - 1) теоретическая, 3) адиабатическая,
 - 2) калориметрическая, 4) действительная.

4. Сколько зон пламени образуется при горении жидкости в открытой емкости (1 балл):

 - 1) 2 3) 4
 - 2) 3 4) 5

5. Что такое кинетическое горение? Каким процессом определяется скорость горения? (1 балл)
6. Зависимость скорости реакции горения этана от концентрации реагирующих веществ описывается выражением (2 балла):

 - 1) $k[C_2H_2] \cdot [O_2]^{2,5}$; 3) $k[C_2H_6] \cdot [O_2]^{3,5}$;
 - 2) $k[C_2H_4] \cdot [O_2]^3$; 4) $k[CO_2]^2 \cdot [H_2O]^2$

7. Что такое полное горение? Неполное горение? Приведите примеры реакций полного и неполного горения. (1 балл)
8. Определите теоретический объем продуктов сгорания 3 м³гептана (2 балла).

 - 1) 15 3) 41,36
 - 2) 56,36 4) 169,08

9. Низшая теплота неполного сгорания диэтилового эфира равна ($QCO_2 = 396,6$ кДж/моль, $QH_2O = 242,2$ кДж/моль, $QC_4H_{10}O = 283,2$ кДж/моль, $QCO = 112,7$ кДж/моль) (2 балла):

 - 1) 1378,6 3) 698,3
 - 2) 1945 4) 972,5.

ПК 2 Температурные параметры пожарной опасности. Параметры взрыва газовоздушных смесей. (от 9 до 15 баллов);

1. Концентрационные пределы распространения пламени
2. Пределы распространения пламени в системе «горючий газ-окислительфлегматизатор»
3. Закономерности для точки флегматизации
4. Механизм флегматизации взрывоопасных смесей.
5. Самовоспламенение. Механизм самовоспламенения. Температура самовоспламенения.
6. Факторы, влияющие на температуру самовоспламенения
7. Самовозгорание. Показатели пожароопасности, характеризующие способность к самовозгоранию.
8. Механизм теплового самовозгорания. Теория блющающих «горячих точек».
9. Зажигание. Сущность процесса зажигания. Температура зажигания.
10. Особенности зажигания газопаровоздушных смесей нагретой поверхностью.
11. Основные виды и характеристики источников зажигания. Химические, микробиологические и тепловые импульсы.
12. Тепловые источники зажигания: открытая пламя, искры, разряды статического электричества.
13. Минимальная энергия зажигания, ее зависимость от химической природы вещества. Самовозгорание в среде галогенов, пероксида водорода, азотной кислоты и ее солей, перманганата калия.
14. Самовозгорание жиров и масел.
15. Самовозгорание углей и продуктов растительного происхождения.
16. Основные опасные факторы пожара (ОФП). Что называют продуктами сгорания.
17. Дым. Дым при пламенном и беспламенном горении.
18. Кинетическая и агрегативная устойчивость дыма.
19. Факторы, влияющие на движение дыма в условиях пожара.
20. Плотность дыма. Плотность задымления. Дымообразование на пожаре. Коэффициент дымообразования.
21. Продукты термоокислительного разложения горючих веществ.
22. Физические и химические причины возникновения взрыва.
23. Тепловая теория распространения пламени. Классификация процессов химических превращений по скоростным параметрам.
24. Механизм возникновения ударной волны.

25. Детонация в замкнутом объеме и открытом пространстве.
26. Стационарный режим распространения пламени.
27. Тротиловый эквивалент взрыва. Безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны

ПК 3 РГР на тему «Расчет массы горючей газовоздушной смеси безопасной для хранения в помещении заданных размеров» (от 15 до 25 баллов).

Структура расчетно-графической работы и ее ориентировочный объем

Задание (1 с.)

Основная расчетная и графическая часть

Список использованных источников (0,5с.)

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена:

1. Определение горения: основные понятия горения, пожара, общий вид химической реакции окисления.
2. Тепловой механизм химических реакций при горении.
3. Цепной механизм химических реакций при горении. Реакция горения водорода в кислороде.
4. Влияние различных факторов на скорость химических реакций
5. Основные процессы, происходящие при горении (конвекция, диффузия, излучение)
6. Виды горения. Классификация по признакам и особенностям.
7. Горение газообразных, жидких, и твердых веществ
8. Гомогенное, гетерогенное, взрывное горение.
9. Диффузионное горение
10. Кинетическое горение.
11. Полное, неполное горение.
12. Нормальное, дефлаграционное (взрывное) горение.
13. Детонационное горение
14. Уравнение материального баланса. Расход воздуха на горение. Коэффициент избытка воздуха.
15. Расчет количества продуктов горения.
16. Уравнение теплового баланса процесса горения. Расчет теплоты горения индивидуального вещества, смеси.
17. Расчет температуры горения. Теоретическая, калориметрическая, адиабатическая, действительная температуры горения.
18. Энергетика пожара. Приведенная пожарная нагрузка. Удельная теплота пожара.
19. Динамика развития пожара. Основные стадии пожара.
20. Общие показатели для горючих веществ и видов горения.
21. Показатели пожароопасности газо-, паро- и пылевоздушных смесей.
22. Показатели пожаровзрывоопасности твердых веществ.
23. Самовоспламенение. Механизм самовоспламенения. Температура самовоспламенения.
24. Факторы, влияющие на температуру самовоспламенения
25. Самовозгорание. Показатели пожароопасности, характеризующие способность к самовозгоранию.
26. Механизм теплового самовозгорания. Теория блуждающих «горячих точек».
27. Самовозгорание жиров и масел.
28. Самовозгорание углей и продуктов растительного происхождения.
29. Химическое самовозгорание.
30. Зажигание. Сущность процесса зажигания. Температура зажигания.
31. Особенности зажигания газопаровоздушных смесей нагретой поверхностью.
32. Основные виды и характеристики источников зажигания. Химические, микробиологические и тепловые импульсы.
33. Тепловые источники зажигания: открытое пламя, искры, разряды статического электричества.
34. Минимальная энергия зажигания, ее зависимость от химической природы вещества. Самовозгорание в среде галогенов, пероксида водорода, азотной кислоты и ее солей, перманганата калия.
35. Концентрационные пределы распространения пламени
36. Пределы распространения пламени в системе «горючий газ-окислитель-флэгматизатор»
37. Закономерности для точки флэгматизации
38. Механизм флэгматизации взрывоопасных смесей.
39. Основные опасные факторы пожара (ОФП). Что называют продуктами сгорания.
40. Дым. Дым при пламенном и беспламенном горении.
41. Кинетическая и агрегативная устойчивость дыма.
42. Факторы, влияющие на движение дыма в условиях пожара.
43. Плотность дыма. Плотность задымления. Дымообразование на пожаре. Коэффициент дымообразования.
44. Продукты термоокислительного разложения горючих веществ.
45. Физические и химические причины возникновения взрыва.
46. Тепловая теория распространения пламени. Классификация процессов химических превращений по скоростным параметрам.
47. Механизм возникновения ударной волны.

48. Детонация в замкнутом объеме и открытом пространстве.
 49. Стационарный режим распространения пламени.
 50. Тротиловый эквивалент взрыва. Безопасное расстояние по действию воздушной ударной волны.

6.2. Темы письменных работ

Наименование лабораторных работ

Техника безопасности. Определение температуры в различных зонах пламени. Установление зависимости между химическим свойством вещества и характером свечения пламени.

Определение концентрации газообразных продуктов горения смеси горючих веществ. Изучение принципа работы на газоанализаторе ГХП-3М

Определение группы горючести веществ.

Определение горючести растительного масла по йодному числу

Знакомство с работой прибора ТВО и ТВЗ. Определение температуры вспышки горючих веществ.

Определение температуры вспышки в зависимости от концентрации горючего вещества.

Определение скорости распространения пламени.

Математическая обработка результатов экспериментов.

Расчетно-графическая работа (РГР) на тему «Определение параметров взрыва паровоздушной смеси в помещении».

6.3. Процедура оценивания

Рейтинговый балл по БРС за работу в семестре по дисциплине не может превышать 100 баллов (min 51):

$$S = TK + PK + A$$

Распределение количества баллов для получения зачета или экзамена:

TK+PK от 51 до 85; A от 0 до 15.

Если при изучении дисциплины учебным планом запланировано выполнение реферата, РГР, курсового проекта (работы), то для их оценки выделяется один ПК. Такие виды работ оцениваются от 15 до 25 баллов.

Сдача работ, запланированных учебным планом, является обязательным элементом, независимо от количества набранных баллов по другим видам ТК и ПК.

Независимо от результатов предыдущего этапа контроля в семестре (ТК или ПК), обучающийся допускается к следующему.

Если обучающийся в конце семестра не набрал минимальное количество баллов (51 балл), то для него обязательным становится:

- ПК – РГР / курсовой проект (работа) / реферат, запланированный учебным планом. Если при изучении дисциплины учебным планом не установлено выполнение вышеперечисленных работ, то выполняется один ПК, предложенный преподавателем (например, устный или письменный опрос, реферат, тестирование и т.п.);

- ИК – сдача зачета или экзамена, в сроки, установленные расписанием промежуточной аттестации. Оценивание производится по пятибалльной шкале. В ведомости в графу «Экзаменационная оценка» выставляется оценка по результатам ИК.

Максимальное количество баллов за РГР / курсовой проект (работу) / реферат, запланированный учебным планом равно 25 (min 15). Пересчет баллов в оценку по пятибалльной шкале выполняется по таблице 1.

Таблица 1 – Пересчет баллов за реферат, РГР, курсовой проект (работу) по 5-ти бальной шкале

Рейтинговый балл Оценка по 5-ти бальной шкале

25-23 Отлично

22-19 Хорошо

18-15 Удовлетворительно

<15 Неудовлетворительно

Критерии оценки уровня сформированности компетенций и выставления баллов за реферат, расчетно-графическую работу, курсовую работу (проект): соответствие содержания работы заданию; грамотность изложения и качество оформления работы; соответствие нормативным требованиям; самостоятельность выполнения работы, глубина проработки материала; использование рекомендованной и справочной литературы; правильность выполненных расчетов и графической части; обоснованность и доказательность выводов.

Для расчета итоговой оценки по дисциплине необходимо итоговые баллы (S) перевести в пятибалльную шкалу с использованием таблицы 2.

Таблица 2 – Пересчет итоговых баллов дисциплины по 5-ти бальной шкале

Рейтинговый балл

(итоговый балл по дисциплине)

Оценка по 5-ти бальной шкале

86-100 Отлично

68-85 Хорошо

51-67 Удовлетворительно

<51 Неудовлетворительно

Итоговый контроль (ИК) проводится в форме зачета или экзамена. Оценивание производится по 5-ти бальной шкале.

Оценка сформированности компетенций у обучающихся и выставление оценки по дисциплине ведется следующим образом : для студентов очной формы обучения итоговая оценка по дисциплине выставляется по 100-балльной системе, затем переводится в оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» / «зачтено» и «не засчитено»; для студентов заочной иочно-заочной формы обучения оценивается по пятибалльной шкале, оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» / «зачтено» или «не засчитено».

Высокий уровень освоения компетенций, итоговая оценка по дисциплине «отлично» или «зачтено» (86-100 баллов): глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет

тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал учебной литературы, правильно обосновывает принятное решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Системно и планомерно работает в течении семестра.

Повышенный уровень освоения компетенций, итоговая оценка по дисциплине «хорошо» или «зачтено» (68-85 баллов): твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Системно и планомерно работает в течении семестра.

Пороговый уровень освоения компетенций, итоговая оценка по дисциплине «удовлетворительно» или «зачтено» (51-67 баллов): имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Пороговый уровень освоения компетенций не сформирован, итоговая оценка по дисциплине «неудовлетворительно» или «не засчитено» (менее 51 балла): не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Общий порядок проведения процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, соответствие индикаторам достижения сформированности компетенций определен в следующих локальных нормативных актах:

1. Положение о текущей аттестации знаний обучающихся в НИМИ Донской ГАУ (в действующей редакции).
2. Положение о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (в действующей редакции).

Документы размещены в свободном доступе на официальном сайте НИМИ Донской ГАУ <https://ngma.su/> в разделе: Главная страница/Сведения об образовательной организации/Документы.

6.4. Перечень видов оценочных средств

По дисциплине Теория горения и взрыва формами текущего контроля являются:

ТК1, ТК2, ТК3,, - решение задач по представленным вариантам заданий.

В течение семестра проводятся 3 промежуточных контроля : ПК1, ПК2 проводятся по пройденному теоретическому материалу лекций, ПК3 - выполнение РГР.

Журнал лабораторных работ.

Итоговый контроль (ИК) – экзамен.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
7.1. Рекомендуемая литература			
7.1.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Керученко Л. С., Чекусов М. С.	Теория горения и взрыва: учебное пособие	Омск: Омский ГАУ, 2018, https://e.lanbook.com/book/105587
Л1.2	Дрововозова Т.И.	Теория горения и взрыва: курс лекций для студентов направления "Техносферная безопасность" направленность "Пожарная безопасность"	Новочеркасск, 2023, http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=429124&idb=0
Л1.3	Адамян В.Л.	Теория горения и взрыва: учеб. пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2023,
7.1.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Дрововозова Т.И., Кулакова Е.С.	Теория горения и взрыва: практикум для студентов направления "Техносферная безопасность" направленность "Пожарная безопасность"	Новочеркасск, 2023, http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&id=429122&idb=0
Л2.2	Дрововозова Т.И., Викулова О.И., Пятницына Е.В.	Теория горения и взрыва: лабораторный практикум для студентов направления "Техносферная безопасность" направленность "Пожарная безопасность"	Новочеркасск, 2023, http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&id=429123&idb=0

7.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Новочерк. инж.- мелиор. ин-т Донской ГАУ ; сост. Т.И. Дрововозова, Е.С. Кулакова	Теория горения и взрыва: методические указания по выполнению расчетно-графической работы для студентов направления "Техносферная безопасность" направленность "Пожарная безопасность"	Новочеркасск, 2023, http://biblio.dongau.ru/MegaProNIMI/UserEntry? Action=Link_FindDoc&id=429121&idb=0

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

7.2.1	информационно-справочные и поисковые системы	http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
-------	--	---

7.3 Перечень программного обеспечения

7.3.1	Yandex browser	
7.3.2	Microsoft Teams	Предоставляется бесплатно
7.3.3	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ» (интернет-версия); Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет»	Лицензионный договор № 8047 от 30.01.2024 г.. АО «Антиплагиат»

7.4 Перечень информационных справочных систем

7.4.1	Базы данных ООО Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/
7.4.2	Базы данных ООО "Пресс-Информ" (Консультант +)	https://www.consultant.ru

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	2102	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): экран - 1 шт., проектор - 1 шт., нетбук - 1 шт.; Аппарат ТВО – 1шт.; Аппарат ТВЗ – 1 шт.; Плита электрическая – 1 шт.; Плита нагревательная ES-HA3040 – 1 шт.; Газоанализатор ГХП-3М – 1 шт.; Огнетушитель – 1 шт.; Ведро конусное – 1 шт.; Лабораторная посуда; Растворы реактивов, необходимых для выполнения лабораторных работ; Аптечка с медикаментами – 1 шт.; Мебель лабораторная; Доска магнитно-маркерная - 1шт.; Сушильный шкаф - 1шт.; Весы технохимические ВЛКТ- 500 - 1шт.; Муфельная печь - 2 шт.; Доска – 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочие места преподавателя.
8.2	2313	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): ноутбук марки Asusmodel/X552M – 1 шт., проектор Acerx113RH – 1шт., экран настенный – 1 шт.; Учебно-наглядные пособия – 15 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.
8.3	2305	Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации и оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НИМИ Донской ГАУ: Компьютеры марок: Intel Celeron 430 – 1 шт.; Celeron 366 – 1 шт.; Femoza – 2 шт.; Монитор VS – 1 шт.; Монитор OPTIQUESTQ – 2 шт.; Монитор Intel Celeron 430 – 1 шт.; Кафедральная библиотека; Столы компьютерные – 6 шт.; Стол-тумба – 5 шт.; Стулья – 16 шт.; Тематические плакаты – 5 шт.; Доска – 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.

8.4	2321	Специальное помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации аудитории: Набор демонстрационного оборудования (переносной): ноутбук марки Asusmodel/X552M – 1 шт., проектор Acerx113PH – 1шт., экран настенный – 1 шт.; Учебно-наглядные пособия – 9 шт.; Доска - 1 шт.; Рабочие места студентов; Рабочее место преподавателя.
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)		
1. Положение о текущей аттестации обучающихся в НИМИ ДГАУ [Электронный ресурс] (введено в действие приказом директора №119 от 14 июля 2015 г.) / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Электрон. дан.- Новочеркасск, 2015.- Режим доступа: http://www.ngma.su 25.08.2019		
2. Типовые формы титульных листов текстовой документации, выполняемой студентами в учебном процессе [Электронный ресурс] / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.-Электрон. дан.- Новочеркасск, 2015.- Режим доступа: http://www.ngma.su 25.08.2019		
3. Положение о фонде оценочных средств [Электронный ресурс] : (принято решением Ученого совета НИМИ ДГАУ №3 от 27.06.2018г) / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ.- Электрон. дан.- Ново- черкасск, 2014.- Режим доступа: http://www.ngma.su		
4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся в НИМИ ДГАУ [Электронный ресурс] : (введ. в действие приказом директора №106 от 19 июня 2015г.) / Новочерк. инж.- мелиор. ин-т Донской ГАУ.-Электрон. дан.- Новочеркасск, 2015.- Режим доступа: http://www.ngma.su		
5. Дрововозова Т.И. Теория горения и взрыва[Текст]: метод. указ. по вып. расч.- граф. работы для студ. направл. 280700 «Техносферная безопасность» / Т.И. Дрововозова, Е. С. Кулакова; Новочерк. гос. мелиор. акад. - Новочеркасск, 2013. - 22 с.- 20 экз.		
6. Дрововозова Т.И. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс]: метод. указ. по вып. расч.- граф. работы для студ. направл. 280700 « Техносферная безопасность » / Т.И. Дрововозова, Е. С. Кулакова; Новочерк. гос. мелиор. акад. - Новочеркасск, 2013. - 22 с.– ЖМД; PDF – Систем. требования: IBMPC.Windows 7.AdobeAcrobat 9. – Загл. с экрана.		
7. Дрововозова Т.И. Теория горения и взрыва[Текст]: лабораторный практикум для студ. направл. «Техносферная безопасность» профиль "Пожарная безопасность"/ Т.И. Дрововозова, И.М. Викулов, Е.В. Пятницына; Новочерк. гинж.-мелиор. ин-т ДГАУ, каф. экологических технологий природопользования. - Новочеркасск, 2015. - 47 с.- 10 экз.		
8. Дрововозова Т.И. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студ. направл. «Техносферная безопасность» профиль "Пожарная безопасность" / Т.И. Дрововозова, И.М. Викулов, Е.В. Пятницына; Новочерк. гинж.-мелиор. ин-т ДГАУ, каф. экологических технологий природопользования. -Электрон. дан.- Новочеркасск, 2015. - ЖМД; PDF: 0,9 МБ – Систем. требования: IBMPC.Windows 7.AdobeAcrobat 9. – Загл. с экрана.		
9. Дрововозова, Т.И. Теория горения и взрыва [Текст]: курс лекций для студ. напр. - «Техносферная безопасность» профиль - «Пожарная безопасность») / Т.И. Дрововозова; Новочерк. инж.-мелиорат. ин-т., каф. экологических технологий природопользования. - Новочеркасск, 2015 – 22 с. – 25 экз.		
10. Дрововозова, Т.И. Теория горения и взрыва [Электронный ресурс]: курс лекций для студ. напр. -«Техносферная безопасность» профиль - «Пожарная безопасность») / Т.И. Дрововозова; Новочерк. инж.- мелиорат. ин-т., каф. экологических технологий природопользования. - Новочеркасск, 2015 - ЖМД; PDF; 1,19 МБ. – Систем. требования: IBMPC.Windows 7.Adobe Acrobat 9. – Загл. с экрана.		