

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Основы химической термодинамики

Код модуля
1156683(1)

Модуль
Физико-химические основы тепловых процессов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники
2	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

Авторы:

- Мунц Владимир Александрович, Профессор, теплоэнергетики и теплотехники
- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Основы химической термодинамики

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Междисциплинарный курсовой проект	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1
		Расчетная работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Основы химической термодинамики

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
УК-1 -Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде	З-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений,	Лекции Междисциплинарный курсовой проект Практические/семинарские занятия Расчетная работа Экзамен

	<p>рисков и моделируемых результатов</p> <p>П-2 - Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде</p> <p>У-1 - Выявлять проблемные ситуации, используя методы системного подхода и критического анализа</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов</p>	
<p>ПК-3 -Способен рассчитывать равновесные составы продуктов химических реакций, тепловые эффекты химических реакций, составы растворов и их паров, проводить расчёты огнетехнических и теплообменных установок, выполнять и анализировать решения конкретных задач с целью создания более совершенных конструкций оборудования промышленных теплоэнергетических установок и систем</p>	<p>З-1 - Характеризовать и реализовывать различные методики по расчету основных технологических параметров огнетехнических и теплообменных установок</p> <p>П-2 - Разрабатывать решения прикладных технических задач на основании проведенных расчетов для проектирования и усовершенствования технологических установок</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт расчетов и анализа полученных данных</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы по расчету как оптимальных параметров процессов горения топлива, так и тепловых эффектов</p> <p>У-2 - Обосновать результаты расчета равновесные составы продуктов химических реакций, тепловые эффекты химических реакций, составы растворов и их паров; анализировать результаты расчетов</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетная работа</p> <p>Экзамен</p>

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО

**ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ
(ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)**

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>расчетная работа</i>	16	50
<i>контрольная работа</i>	9	25
<i>домашняя работа</i>	12	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.40		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>работа на занятиях</i>	15	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Расчет равновесного состава продуктов конверсии природного газа в зависимости от избытка окислителя и температуры	5	35
Тепловой баланс трубчатой печи	10	35
Технико-экономические показатели процесса получения конечного продукта	13	30
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0.4		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 0.6		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Основные понятия и соотношения химической термодинамики
2. Равновесие термодинамических систем и его устойчивость
3. Равновесие в химически реагирующих системах
4. Расчет равновесного состава продуктов сгорания
5. Методы расчета констант равновесия и изобарных потенциалов
6. Термодинамика растворов
7. Растворы электролитов

8. Топливные элементы

Примерные задания

Вывести выражение для изобарно-изотермического потенциала через термодинамические параметры и параметры статистической физики.

Вывести выражения для термодинамического потенциала Гиббса через термодинамические параметры и параметры статистической термодинамики. Какими свойствами обладает потенциал Гиббса и когда его используют?

В закрытой с одного конца металлической трубке диаметром $d = 7,62$ мм и длиной 1 м в 5 мм от закрытого конца находится свинцовый грузик массой $m = 9$ г.

В пространстве между грузиком и замкнутым концом находится 0,1 моль газа под давлением 104 атм и с температурой 300 К. Газ начинает адиабатически расширяться, выталкивает грузик из трубки и дальше расширяется в атмосферу. Найти температуру выходящих из трубки газов и полную совершенную газом работу. Какая часть из этой работы приходится на выталкивание грузика из трубки? Газ считать идеальным с $cV = 16,62$ Дж / (моль · К).

Оценить равновесный состав газовой фазы для реакции



при 400 К и давлении 1 бар, если исходно в систему был введен только толуол.

Для адсорбции 1 см³ окиси углерода на 1 г активированного угля при 200 К необходимо давление CO 0,03 атм, а при 300 К – 0,16 атм. Оценить энтальпию адсорбции CO на угле. Для физической или химической адсорбции характерна полученная величина?

Используя каноническое термодинамическое определение коэффициента поверхностного натяжения σ , рассчитайте зависимость коэффициента поверхностного натяжения адсорбента от степени заполнения поверхности адсорбатом θ для модели идеальной адсорбции из газовой фазы по Ленгмюру. Коэффициент

поверхностного натяжения поверхности адсорбента до адсорбции равен σ_0 , площадь элементарного места адсорбции на поверхности адсорбента равна a . Считать, что адсорбция не приводит к изменению парциального давления адсорбата в газовой фазе.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

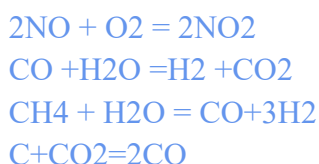
Примерный перечень тем

1. Равновесие термодинамических систем и его устойчивость

Примерные задания

Вычислить константы равновесия при заданных энтальпиях образования реагентов и продуктов реакции для реакций:





Вычислить давления пара при заданной температуре над идеальными водными растворами:

этанола
метанола
сахара
глюкозы
кислорода

с различными концентрациями веществ в растворе.

Этанол и метанол при смешении образуют раствор, близкий к идеальному. При 20 оС давление пара над чистым этанолом равно 44,5 торр, а над чистым метанолом – 88,7 торр. Рассчитайте давление пара над 50 % (вес.) раствором, а также состав пара над этим раствором при 20 оС. Определите минимальную работу, необходимую для разделения одного моля паровой фазы на исходные компоненты?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Определение теплового эффекта реакции
2. Условие равновесия химической реакции

Примерные задания

Бензин, используемый в поршневых двигателях, состоит в основном из октана C_8H_{18} .

Горение бензина описывается стехиометрической формулой



1. Вычислить максимальную массу бензина (октана), которая может быть полностью сожжена в 1 кг сухого воздуха (массовая доля кислорода, содержащегося в воздухе, равна 23,2 %).

2. Вычислить физические свойства смеси «воздух–бензин» при нормальных физических условиях.

3. Вычислить физические свойства продуктов сгорания при тех же условиях.

4. Сравнить вычисленные свойства со свойствами чистого воздуха.

Горючая смесь состоит из водорода H_2 и этана C_2H_6 и задана объемными долями 0,40, 0,60 соответственно. Подсчитать

объем сухого воздуха, теоретически необходимый для сжигания 1 м³ смеси при нормальных физических условиях.

Рассчитайте КПД адсорбционной установки выделения кислорода из воздуха, если ее производительность составляет 0,5 м³ O_2 / час при $T = 25$ °С и стандартном давлении, а потребляемая мощность 1,1 кВт. Содержание кислорода в воздухе 21 об.%. При решении задачи предположить, что кислород полностью отделяется

от остальных газов.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Расчетная работа

Примерный перечень тем

1. Расчет стехиометрического состава продуктов сгорания топлив при различных избытках (недостатках) воздуха
2. Расчет равновесного состава продуктов сгорания топлив при различных избытках (недостатках) воздуха

Примерные задания

Рассчитать равновесный состав продуктов сгорания во всем диапазоне значений α от 0 до 1 (через $\alpha=0,1$), найти значения α , при которых равновесные продукты сгорания равновесны с железом (Fe) и вюститом (FeO), а также со свободным углеродом $\alpha(c)$ (максимальное). Построить графики зависимости относительного (в объемных долях) содержания CO, CO₂, H₂, H₂O, CH₄ от α . Здесь же построить зависимость количества выделяющейся сажи при $\alpha < \alpha(c)$

В камеру сгорания ГТУ поступает воздух и топливо с температурой t_1 , на выходе из камеры сгорания температура t_2 .

Определить коэффициент избытка воздуха α и расходы топлива и воздуха, если теплотворность топлива $Q_p = 40$ МДж/кг, тепловая мощность камеры сгорания $Q_t = 10$ МВт.

Учесть зависимость теплоемкости от температуры

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Термодинамическая система. Индивидуальные вещества и их смеси (растворы)
2. Уравнение Гиббса-Дюгема
3. Уравнение Гиббса-Гельмгольца
4. Соотношения между парциальными величинами в бинарном растворе
5. Химический потенциал
6. Химический и изобарный потенциалы реального вещества
7. Летучесть. Активность, коэффициент активности
8. Общие условия термодинамического равновесия физико-химических систем
9. Анализ общих условий равновесия и устойчивости
10. Принцип Ле-Шателье-Брауна
11. Правило фаз Гиббса
12. Константа равновесия химических реакций в идеальных газах
13. Равновесие в химически реагирующей системе реальных тел
14. Тепловые эффекты химических реакций
15. Зависимость константы равновесия от температуры
16. Влияние давления и температуры на состав равновесной смеси
17. Степень диссоциации газа

- 18. Методы расчета Кр и Ка
 - 19. Тепловая теорема Нернста-Планка (Третий закон термодинамики)
 - 20. Законы Рауля и Генри
 - 21. Азеотропные смеси
 - 22. Разделение компонентов раствора
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Междисциплинарный курсовой проект

Примерный перечень тем

1. Получение водорода в энерготехнологических агрегатах при паровой конверсии природного газа
2. Получение синтез-газа при углекислотной конверсии природного газа

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.