

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2018г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Физика горения натурального топлива

Направление подготовки/ специальность	13.03.03 Энергетическое машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Энергетическое машиностроение		
Уровень образования	Эксплуатация и обслуживание оборудования газокompрессорных станций		
	высшее образование – бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры		А.С. Заворин
Руководитель ООП		Т.С. Тайлашева
Преподаватель		А.Н. Субботин

2020 г.

1. Роль дисциплины «Физика горения натурального топлива» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код	Наименование
Физика горения натурального топлива	6	ОПК(У)-3	Способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках	ОПК(У)-3.В9	Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.У9	Умеет оценивать технологические параметры работы оборудования для сжигания натуральных топлив
				ОПК(У)-3.39	Знает свойств натуральных топлив и продуктов их сгорания, а также углеводородных смесей и газовых конденсатов
				ОПК(У)-3.У10	Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.310	Знает основные технологии преобразования, транспортировки и использования энергии топлива; принцип действия и устройство нетрадиционных и возобновляемых источников энергии

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД1	Понимать сущность и условия протекания физико-химических процессов в энергетическом оборудовании	ОПК(У)-3	Раздел 1. Химическое равновесие реакций горения Раздел 3. Диффузия и массообмен при горении Раздел 4. Теория теплового самовоспламенения Раздел 5. Аэродинамические основы процесса горения	Защита лабораторной работы. Контрольная работа. Экзамен.
РД2	Использовать методы математического анализа физико-химических процессов, протекающих в топках котлов, камерах сгорания, в том числе с применением пакетов прикладных программ	ОПК(У)-3	Раздел 1. Химическое равновесие реакций горения	Защита лабораторной работы. Контрольная работа. Экзамен.

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
			Раздел 4. Теория теплового самовоспламенения	
РД3	Определять константы равновесия реакций, находить основные характеристики воспламенения и горения натурального топлива	ОПК(У)-3	Раздел 2. Кинетика реакций горения Раздел 3. Диффузия и массообмен при горении	Защита лабораторной работы. Контрольная работа. Экзамен.
РД4	Использовать основные законы естественнонаучных и математических дисциплин в инженерной деятельности	ОПК(У)-3	Раздел 2. Кинетика реакций горения Раздел 3. Диффузия и массообмен при горении Раздел 4. Теория теплового самовоспламенения	Защита лабораторной работы. Контрольная работа. Экзамен.
РД5	Проводить расчеты констант равновесия, кинетических констант, коэффициентов диффузии	ОПК(У)-3	Раздел 2. Кинетика реакций горения Раздел 3. Диффузия и массообмен при горении Раздел 5. Аэродинамические основы процесса горения	Защита лабораторной работы. Контрольная работа. Экзамен.
РД6	Проводить расчеты по определению характеристик воспламенения и горения натурального топлива, турбулентной струи и зоны смешения.	ОПК(У)-3	Раздел 2. Кинетика реакций горения Раздел 3. Диффузия и массообмен при горении Раздел 5. Аэродинамические основы процесса горения	Защита лабораторной работы. Контрольная работа. Экзамен.

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка – максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтингом-планом дисциплины.

Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

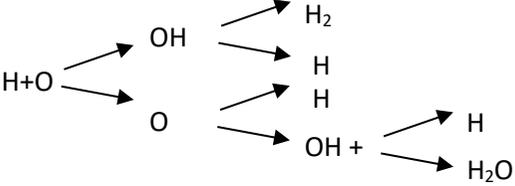
% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Защита лабораторной работы	<p>Примерные вопросы для защиты лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какую горючую смесь называют гомогенной? 2. Какую горючую смесь называют гетерогенной? 3. Какие реакции называются химически обратимыми? 4. Какое состояние реагирующей системы называют химически равновесным? 5. Сформулировать принцип Ле Шателье – Брауна. 6. Сформулировать словами закон действующих масс. 7. Математическое выражение закона действующих масс. 8. Записать уравнение состояния смеси газов. 9. Записать уравнение состояния для i-го газа. 10. От каких параметров зависит константа равновесия? 11. Применим ли закон действующих масс к гетерогенным реакциям?

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<ol style="list-style-type: none"> 12. По каким парциальным давлениям рассчитывается константа равновесия для гетерогенной реакции? 13. Что такое диссоциация? 14. Что такое степень диссоциации? 15. Как изменяется степень диссоциации при понижении давления и постоянной температуре? 16. Как изменяется степень диссоциации при повышении температуры и постоянном давлении? 17. Как влияет диссоциация на температуру горения? 18. Дать определение адиабатической температуры горения. 19. Дать определение теоретической температуры горения. 20. Какая реакция называется гомогенной? 21. Какая реакция называется гетерогенной? 22. Дать определение скорости гомогенной реакции. 23. Что понимают под скоростью гетерогенной реакции? 24. Какие реакции называются необратимыми? 25. Какие реакции называются обратимыми? 26. Какие реакции называют мономолекулярными? 27. Какие реакции называют бимолекулярными? 28. Какие реакции называют тримолекулярными? 29. Что такое порядок реакции? 30. Дать определение энергии активации? 31. Сформулировать закон Аррениуса. 32. Каким образом определяют константы скорости химической реакции с помощью закона Аррениуса? 33. Дать термодинамическое объяснение закона Аррениуса. 34. Как осуществляется статистическое обоснование закона Аррениуса? 35. Как зависит скорость химической реакции от температуры? 36. Как зависит скорость химической реакции от давления при постоянной температуре? 37. Как зависит скорость химической реакции от состава смеси при постоянных давлении и температуре? 38. Как влияет наличие инертной примеси на скорость реакции? 39. Дать понятие цепных реакций? 40. Какие три процесса включает в себя цепная реакция? 41. Что такое разветвление и обрыв цепей? 42. Какая цепная реакция называется неразветвленной? 43. Привести пример неразветвленной цепной реакции. 44. Какая цепная реакция называется разветвленной? 45. Привести пример разветвленной цепной реакции. 46. Какое явление называется цепным воспламенением? 47. Дать определение диффузионного и кинетического режима горения. 48. Что такое смешанный режим горения? 49. Записать, как коэффициент кинематической вязкости выражается через коэффициент динамической вязкости. 50. На какие две основные группы делят топочные процессы при сжигании топлива? 51. За счет чего обеспечивается воспламенение свежего топлива в топочной камере? 52. Каким образом обеспечивается время пребывания горючего в топочной камере до достижения желаемой степени выгорания? 53. За счет чего создается вихревая структура в топке? 54. Для каких целей применяются закрученные струи?
55.	Контрольная работа	<p>Примерные задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вычислить константу равновесия реакции $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ при температуре 1700 и 2400 К. 2. Рассчитать константу равновесия K_p и степень диссоциации углекислого газа по реакции $\text{CO}_2 \leftrightarrow \text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2$ при температуре 1600, 2500 К и давлении $1,01 \cdot 10^6$ Па для случая, когда углекислый газ разбавлен посторонним (не участвующим в реакции) газом. Принять молярное отношение $\gamma = 20$ молей на моль CO_2.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>3. Рассчитать степень диссоциации водяного пара по двум параллельно протекающим реакциям $\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$, $\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{OH} + \frac{1}{2} \text{H}_2$ при наличии не участвующего в реакциях газа. Содержание примеси в исходной смеси $\gamma=100$ молей на моль H_2O. Общее давление $1,01 \cdot 10^7$ Па, температура 2000 К. Константы равновесия $K_{p1}=2,84 \cdot 10^{-4}$ и $K_{p1}^*=1,64 \cdot 10^{-4}$.</p> <p>4. Определить параметры воспламенения и горения в закрытом сосуде для СО-воздушной смеси при адиабатных условиях. Кинетические параметры: $E = 96,3$ МДж/кмоль, $k_0 = 7,05 \cdot 10^6 \text{ c}^{-1}$, адиабатная температура горения $T_a = 1700 + T_0$, К, если $T_0 = 300$ К.</p> <p>5. Определить скорость реакции между молекулами А и В, если молярное содержание компонентов в смеси равно, массы молекул равны между собой, $m_A = m_B = 5,31 \cdot 10^{-26}$ кг, а радиусы молекул соответственно равны $r_A = 1,8 \cdot 10^{-10}$ м, $r_B = 2,4 \cdot 10^{-10}$ м. Давление смеси $P = 10^5$ Па, температура $T = 1000$ К, энергия активации $E=168$ МДж/кмоль, стерический фактор равен 0,7.</p> <p>6. Провести расчет коэффициента диффузии для смеси кислород – азот при температуре 1600 К и атмосферном давлении $1,01 \cdot 10^5$ Па, $5,05 \cdot 10^4$ Па.</p> <p>7. Провести расчет коэффициентов бинарной диффузии для смеси – водород (H_2), окись азота (NO_2), бензол (C_6H_6), метан (CH_4) при температуре 1500 К и атмосферном давлении $5,05 \cdot 10^4$ Па. Вычислить эффективные коэффициенты диффузии для компонентов данной смеси при $x_1 = 0,1$, $x_2 = 0,25$, $x_3 = 0,45$, $x_4 = 0,2$.</p> <p>8. Рассчитать теплопроводность азота N_2 для температуры 750 К. При вычислении поправки Эйкена принять для азота $c_v = 2,86R$</p> <p>9. Вычислить коэффициент теплопроводности многокомпонентной смеси – кислород (O_2), водяной пар (H_2O), изобутан (C_4H_{10}), пропан (C_3H_8) при температуре 2600 К и $x_1 = 0,2$, $x_2 = 0,45$, $x_3 = 0,25$, $x_4 = 0,1$. При вычислении поправки Эйкена принять $c_v = 3,46R$.</p> <p>10. Определить размер сферического сосуда, в котором может произойти самовоспламенение газовой смеси спустя 0,4 с после выпуска, если кинетические константы равны $E = 71,2$ МДж/кмоль, $k_0 = 1 \cdot 10^{11} \text{ c}^{-1}$. Начальная температура смеси и температура стенок одинакова и равна 300 К, адиабатная температура горения $T_a = 1900$ К. Теплоемкость смеси $c_v = 1,88$ кДж/(кг·К), плотность смеси $\rho_0 = 1,45$ кг/м³, а коэффициент теплоотдачи от газов к стенке $\alpha = 11,63$ Вт/(м²·К).</p> <p>11. Определить параметры воспламенения и горения в закрытом сосуде для СО-воздушной смеси при адиабатных условиях. Кинетические параметры: $E = 96,3$ МДж/кмоль, $k_0 = 7,05 \cdot 10^6 \text{ c}^{-1}$, адиабатная температура горения $T_a = 1700 + T_0$, К, если $T_0 = 300$ К.</p>
56.	Экзамен	<p>Примерные вопросы и задания:</p> <p>1. Какую горючую смесь называют гомогенной?</p> <p>2. Какое уравнение представляет собой математическое выражение закона действующих масс?</p> <p>a) $\frac{k_1}{k_2} = \frac{C_M^{V_M} C_N^{V_N}}{C_A^{V_A} C_B^{V_B}} = K_C$, б) $p_i V = n_i RT$, в) $K_C = K_P (RT)^{\Delta n}$, д) $K_x = K_P \cdot p^{\Delta n}$.</p> <p>3. Применим ли закон действующих масс к гетерогенным реакциям?</p> <p>4. По какой формуле вычисляется скорость прямой бимолекулярной реакции?</p> <p>a) $p_i V = n_i RT$, б) $W_1 = k_1 C_A^{V_A} C_B^{V_B}$, в) $k_1 C_A^{V_A} C_B^{V_B} = k_2 C_M^{V_M} C_N^{V_N}$, д) $W_2 = k_2 C_M^{V_M} C_N^{V_N}$.</p> <p>5. Какая реакция называется гетерогенной?</p> <p>6. Какой общий вид имеет зависимость для константы равновесия, вычисляемой по парциальным давлениям?</p> <p>a) $K_{P_1} = \frac{p_{\text{H}_2\text{O}}^2}{p_{\text{H}_2}^2 p_{\text{O}_2}}$, б) $K_x = \frac{x_M^{V_M} x_N^{V_N}}{x_A^{V_A} x_B^{V_B}}$, в) $K_x = K_P \cdot p^{\Delta n}$,</p> <p>d) $K_P = \frac{p_{B_1}^{V_{B_1}} p_{B_2}^{V_{B_2}} \dots}{p_{A_1}^{V_{A_1}} p_{A_2}^{V_{A_2}} \dots} = \exp(-\Delta Z / RT) = \exp\left(\frac{T\Delta S - \Delta H}{RT}\right)$.</p> <p>7. Сформулировать закон Аррениуса.</p> <p>8. Примером какой цепной реакции является реакция горения водорода?</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<div style="text-align: center;">  <p>Схема развития цепной реакции окисления водорода</p> </div> <p>а) многофазной, б) неразветвленной, в) гетерогенной, д) разветвленной.</p> <p>9. Что такое разветвление и обрыв цепей?</p> <p>10. По какой формуле вычисляется коэффициент вязкости газа?</p> <p>а) $\lambda_{0j} = 8,32 \cdot 10^{-2} \frac{\sqrt{T/M_j}}{\sigma_j^2 \Omega_j^{(2.2)*}}$, б) $\mu = \rho \cdot \nu = 2,67 \cdot 10^{-6} \frac{\sqrt{M \cdot T}}{\sigma^2 \Omega^{(2.2)*}}$,</p> <p>в) $\mu = \rho \cdot \nu = 2,67 \cdot 10^{-6} \frac{\sqrt{T/M_j}}{\sigma_j^2 \Omega_j^{(2.2)*}}$, д) $\lambda = \sum_j \frac{\lambda_j}{1 + \sum_{k \neq j} G_{jk} \frac{x_k}{x_j}}$.</p>

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Защита лабораторной работы	Защита лабораторных работ проводится при наличии готового отчета во время аудиторного занятия путем опроса и обсуждения выполненных работ и полученных результатов.
2.	Контрольная работа	Контрольная работа проводится в письменном виде на специальном занятии в период конференц-недели, продолжительно работы 45 минут.
3.	Экзамен	Промежуточная аттестация по дисциплине проводится после 6 семестра преподавателем, реализующим дисциплину. Экзамен проводится в соответствии с Положением о проведении текущего контроля и промежуточной аттестации ТПУ.