

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергетика предприятий и водородные технологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Технологии и аппараты нефтегазохимических производств**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петин С.Н.
	Идентификатор	R6f0dee6c-PetinSN-eb3bc6a8

С.Н. Петин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
Рогалев

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
Рогалев

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации теплотехнологических комплексов энергоемких производств

ИД-1 Принимает участие в проектировании технологических схем и теплотехнического оборудования энергоемких производств

ИД-2 Принимает участие в эксплуатации теплотехнологических комплексов энергоемких производств

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-3 «Термохимические способы переработки газового топлива» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 "Термодинамическое равновесие в высокотемпературных системах" (Контрольная работа)

2. КМ-2 «Определение состава продуктов окислительных конверсий природного газа» (Контрольная работа)

3. КМ-4 «Термохимическая переработка газовых отходов» (Контрольная работа)

4. КМ-5 «Газификация твердого топлива» (Контрольная работа)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	11	12	15
Предмет и содержание курса						
Основные определения и термины		+				
Прогнозные оценки использования топлива в России		+				
Обобщенная схема теплотехнологической переработки топлива						
Общая принципиальная схема теплотехнологических термохимических процессов переработки топлива		+				
Общая классификация процессов теплотехнологической и термохимической переработки топлива		+				

Окислительные способы теплотехнологической переработки природного газа					
Способы термохимической переработки природного газа		+			
Использование продуктов окислительной конверсии природного газа в производстве водорода		+			
Теплотехнологические схемы использования синтез-газа для производства различных видов химической продукции					
Производство аммиака и метанола			+		
Использование синтез-газа в процессе Фишера-Тропша			+		
Теплотехнологии использования газовых отходов при их термохимической переработке					
Теплотехнологии использования газовых отходов при их термохимической переработке				+	
Энергохимическая аккумуляция (ЭХА) теплоты газовых отходов				+	
Безокислительные способы переработки твердого и газообразного видов топлива					
Безокислительная конверсия природного газа					+
Общая характеристика процессов термохимической переработки конденсированных топлив. Пирогенетическое разложение твердых топлив					+
Газификация конденсированных топлив					
Этапы процесса газификации					+
Технологическая схема процесса газификации и использования генераторного газа					+
Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов					
Термические методы переработки нефти					+
Технологические схемы переработки нефти					+
Вес КМ:	10	20	30	20	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-1 _{ПК-2} Принимает участие в проектировании технологических схем и теплотехнического оборудования энергоемких производств	Знать: методы анализа полученной информации при разработке эффективных устройств для переработки топлива в теплотехнологических установках методы получения, характеристики и область использования вторичного топлива Уметь: производить расчеты основных характеристик процессов окислительных и безокислительных конверсий природного газа и газификации и пиролиза твердых топлив	КМ-2 «Определение состава продуктов окислительных конверсий природного газа» (Контрольная работа) КМ-3 «Термохимические способы переработки газового топлива» (Тестирование) КМ-4 «Термохимическая переработка газовых отходов» (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-2 _{ПК-2} Принимает участие в эксплуатации теплотехнических комплексов энергоемких производств	Знать: основные теплотехнические характеристики вторичного топлива,	КМ-1 "Термодинамическое равновесие в высокотемпературных системах" (Контрольная работа) КМ-5 «Газификация твердого топлива» (Контрольная работа)

		методы их расчета и экспериментального определения Уметь: анализировать энергоэффективность теплотехнологических установок переработки топлива осуществлять поиск и анализировать научно- техническую информацию по повышению эффективности процессов переработки топлива	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1 "Термодинамическое равновесие в высокотемпературных системах"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с решением задачи в письменном виде и представления решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей" или "Moodle"

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на проверку знаний по термодинамическому равновесию в высокотемпературных системах

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные теплотехнические характеристики вторичного топлива, методы их расчета и экспериментального определения	1. Определить равновесный состав (об. %) продуктов сгорания твердого топлива заданного состава при атмосферном давлении и заданной температуре и коэффициенте расхода окислителя, если в процессе горения использовалось топливо заданного состава (об. %) в азотно-кислородной смеси с заданными значением доли кислорода в окислителе
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. КМ-2 «Определение состава продуктов окислительных конверсий природного газа»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с решением задачи в письменном виде и представления решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей" или "Moodle"

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на проверку умений по определению состава продуктов окислительных конверсий природного газа

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: производить расчеты основных характеристик процессов окислительных и безокислительных конверсий природного газа и газификации и пиролиза твердых топлив	1. Рассчитать равновесный состав синтез-газа, получающегося при кислородной конверсии (парциального окисления) природного газа, определить требуемый подвод теплоты $Q_{доп}$ в реактор при температурах исходных потоков: природного газа и окислительных компонентов.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. КМ-3 «Термохимические способы переработки газового топлива»

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей" или "Moodle". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизированный уникальным логином и паролем.

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на оценку освоения знаний по теме "«Термохимические способы переработки газового топлива»"

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы получения, характеристики и область	1. Выбрать уравнение теплового баланса реактора для паровой конверсии природного газа
---	---

использования топлива	$Q_{\text{т}}^{\text{хим}} + Q_{\text{т}}^{\text{физ}} + Q_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{ок.конв}} + Q_{\text{доп}} = Q_{\text{сг}}^{\text{хим}} + Q_{\text{сг}}^{\text{физ}}$ $Q_{\text{т}}^{\text{хим}} + Q_{\text{т}}^{\text{физ}} + Q_{\text{АКС}}^{\text{ок.конв}} + Q_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{ок.конв}} + Q_{\text{CO}_2}^{\text{ок.конв}} + Q_{\text{доп}} = Q_{\text{сг}}^{\text{хим}} + Q_{\text{сг}}^{\text{физ}}$ $Q_{\text{г.о}}^{\text{хим}} + Q_{\text{г.о}}^{\text{физ}} + Q_{\text{т}}^{\text{хим}} + Q_{\text{т}}^{\text{физ}} = Q_{\text{сг}}^{\text{хим}} + Q_{\text{сг}}^{\text{физ}}$ $Q_{\text{сг}}^{\text{хим}} + Q_{\text{сг}}^{\text{физ}}(t_{\text{сг}}) - Q_{\text{доп}} = Q_{\text{сг}}^{\text{хим}} + Q_{\text{сг}}^{\text{физ}}(t'_{\text{сг}})$
--------------------------	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. КМ-4 «Термохимическая переработка газовых отходов»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с решением задачи в письменном виде и представления решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей" или "Moodle"

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на проверку знаний по разработке материального и теплового баланса термохимической переработки газовых отходов

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы анализа полученной информации при разработке эффективных устройств для переработки топлива в теплотехнологических установках	1. При известном составе и температуре газовых отходов определить состав и температуру получаемого синтез-газа в процессе энергохимической аккумуляции, если заданы состав, удельный расход и температура природного газа, используемого для ЭХА, а также давление синтез-газа. Дополнительно определить – коэффициент эффективности генерации водорода η_{H};
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. КМ-5 «Газификация твердого топлива»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с решением задачи в письменном виде и представления решения в очном виде или при использовании СДО "Прометей" или "Moodle"

Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на проверку умений по разработке материального баланса процесса газификации твердого топлива

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать энергоэффективность теплотехнологических установок переработки топлива	1.Определить равновесный состав генераторного газа (в объемных %), получаемого в процессе газификации конденсированного топлива заданного состава на рабочую массу ($C^r; H^r; N^r; O^r; A^r; W^r$), если известны температура $t_{г.г.}, ^\circ C$, и давление, атм, генераторного газа. Газифицирующий агент – смесь потоков водяного пара, $m^3/(кг \text{ топлива})$, и азотно-кислородной смеси с объемной долей кислорода и удельным расходом кислорода, $m^3/(кг \text{ топлива})$.
Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию по повышению эффективности процессов переработки топлива	1.Исследовать как меняется процентное содержание H_2 и CH_4 в генераторном газе при варьировании его давления, задавшись следующими значениями: 1; 2; 10; 20; 30 атм. Результаты исследования представить в виде графиков.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1

1. Дать определения топлива, топливно-энергетического ресурса и теплотехнологии привести пример теплотехнологии переработки топлива на примере нефти, угля или природного газа
2. Представить принципиальную схему технологии производства водорода на основании паровой конверсии природного газа

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и задание. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-2} Принимает участие в проектировании технологических схем и теплотехнического оборудования энергоемких производств

Вопросы, задания

1.Билет 6

1. Представить основные виды окислительных конверсий природного газа и дать их характеристики

2. Представить схему технологии производства аммиака при использовании синтез-газа, рассказать об особенностях данной технологической схемы

2.Билет 8

1. Дать основные характеристики паровой конверсии метана, рассмотреть схему и возможные реакторы для проведения данной реакции

2. Производство метанола при использовании схем с реакторами высокого и низкого давления, пояснить характеристики, преимущества и недостатки предоставленных схем

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Билет 9

Составить алгоритм расчета для определения состава синтез-газа и подводимой теплоты для проведения конверсии метана, если синтез-газ получают в процессе совместной паровой и углекислотной конверсии, при этом отношение расхода H_2O и CO_2 к расходу метана составляет 2 и 1 соответственно, в процессе алгоритма необходимо учесть уравнения закона действующих масс для реакции паровой конверсии метана и реакции водяного газа

Ответы:

Составить материальный баланс исходных веществ Определить константы равновесия продуктов реакции Составить систему уравнений для определения удельных объемов продуктов реакции и их суммарное количество Составить тепловой баланс и определить дополнительную теплоту, которую необходимо подвести в процессе конверсии метана

Верный ответ: Материальный баланс исходных веществ Константы равновесия продуктов реакции Система уравнений для определения удельных объемов продуктов реакции и их суммарное количество Тепловой баланс с определением дополнительной теплоты теплоты для процесса паровой конверсии

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-2} Принимает участие в эксплуатации теплотехнологических комплексов энергоемких производств

Вопросы, задания

1.Билет 1

1. Дать определения топлива, топливно-энергетического ресурса и теплотехнологии привести пример теплотехнологии переработки топлива на примере нефти, угля или природного газа

2. Представить принципиальную схему технологии производства водорода на основании паровой конверсии природного газа

2.Билет 7

1. Дать основные характеристики паровой конверсии природного газа и рассмотреть основные принципиальные схемы реакторов для проведения паровой конверсии природного газа

2. Представить схему технологии производства метанола на основании синтез-газа, рассказать об особенностях данной схемы

3.Билет 9

1. Дать основные характеристики процесса парциального окисления метана представить, изобразить принципиальную схему реактора

2. Раскрыть вопрос о назначении процесса Фишера-Тропша, показать стадии переработки топлива, где используется процесс Фишера-Тропша

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Билет 8

Определить равновесный состав синтез-газа, получаемого в процессе реакции водяного газа при температуре 450 °C из синтез-газа, полученного в процессе паровой конверсии природного газа при температуре 1000 °C следующего состава CO₂=4%, H₂O=30%, CO=13%, H₂=53%, N₂=0%, на основании полученного состава определить теплоту, которую необходимо отвести в процессе конверсии водяного газа, приведенную к 1 м³ синтез-газа

Ответы:

Составить материальный баланс исходных веществ Определить константу равновесия продуктов реакции Составить и решить систему уравнений для определения удельных объемов продуктов реакции и их суммарное количество Определить равновесный состав Составить тепловой баланс и определить избыточную теплоту, которую необходимо отвести в процессе конверсии водяного газа

Верный ответ: CO₂'=12,46%; H₂O'=21,54%; CO'=4,54; H₂'=61,46% ; N₂'=0%

Q_{изб.}=998 кДж/м³ синтез-газа

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной составляющих