

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы. Водородная и электрохимическая энергетика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Водородные накопители энергии**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

Н.В. Кулешов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
	Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9

И.И.
Ланская

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
	Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6

Н.В.
Кулешов

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-3 Способен к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации и разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-1 Обосновывает потребности в техническом и материальном обеспечении эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-2 Выполняет маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-4 Анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

2. ПК-4 Способен к определению потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода, расчету потребностей производства автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов в энергоресурсах

ИД-1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

ИД-2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

3. РПК-1 Способен применять информационные технологии для проведения исследований в профессиональной деятельности

ИД-2 Проводит исследования с использованием информационных технологий

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Применение водорода (Контрольная работа)
2. Расчет систем хранения и транспортирования водорода (Контрольная работа)
3. Расчет топливных элементов различной мощности (Контрольная работа)
4. Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду (Контрольная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Основные понятия о водородном накоплении энергии					
Основные понятия о водородном накоплении энергии	+				
Электрохимические генераторы на основе топливных элементов					
Электрохимические генераторы на основе топливных элементов		+			
Хранение и транспортирование водорода					
Хранение и транспортирование водорода			+		
Применение водорода					
Применение водорода				+	
	Вес КМ:	25	25	25	25

\$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-3	ИД-1 _{ПК-3} Обосновывает потребности в техническом и материальном обеспечении эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	Знать: ИД-1 _{ПК-3} правила эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной энергетики и их элементов Уметь: ИД-1 _{ПК-3} проводить расчет установок водородной энергетики и их элементов с разной производительностью по водороду	Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду (Контрольная работа)
ПК-3	ИД-2 _{ПК-3} Выполняет маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	Знать: ИД-2 _{ПК-3} принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления водорода обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию и модернизацию энергетического, теплотехнического оборудования предприятий	Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду (Контрольная работа)

		<p>энергетического и химического профиля</p> <p>Уметь:</p> <p>ИД-2ПК-3 выполнять маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов</p>	
ПК-3	<p>ИД-3ПК-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобществление отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов</p>	<p>Знать:</p> <p>ИД-3ПК-3 основные задачи разработки автономных энергетических систем.</p> <p>Уметь:</p> <p>ИД-3ПК-3 собирать и анализировать исходные данные для расчёта автономных энергетических систем с использованием современных методов поиска и обработки информации</p>	<p>Расчет топливных элементов различной мощности (Контрольная работа)</p>
ПК-3	<p>ИД-4ПК-3 Анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем,</p>	<p>Знать:</p> <p>ИД-4ПК-3 методы анализа потребления водорода для обеспечения бесперебойного режима</p>	<p>Расчет топливных элементов различной мощности (Контрольная работа)</p>

	установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	работы Уметь: ИД-4ПК-3 анализировать научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	
ПК-4	ИД-1ПК-4 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	Знать: ИД-1ПК-4 методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов Уметь: ИД-1ПК-4 разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	Расчет систем хранения и транспортирования водорода (Контрольная работа)
ПК-4	ИД-2ПК-4 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной,	Знать: ИД-2ПК-4 методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов Уметь: ИД-2ПК-4 применять	Применение водорода (Контрольная работа)

	электрохимической энергетики и их элементов	методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов	
РПК-1	ИД-2РПК-1 Проводит исследования с использованием информационных технологий	Знать: Методы теории вероятностей, теории случайных процессов и математической статистики Уметь: Строить алгоритмы решения типичных задач обработки информации в ИАС	Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду (Контрольная работа) Расчет систем хранения и транспортирования водорода (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчет электролизеров с разной производительностью по водороду

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по билетам на практическом занятии

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области электролизеров с разной производительностью по водороду

Контрольные вопросы/задания:

Знать: ИД-1ПК-3 правила эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной энергетики и их элементов	1.Какие методы транспортировки водорода вы знаете? В чем достоинства и недостатки транспортировки жидкого водорода? Как выглядит схема доставки жидкого водорода?
Знать: ИД-2ПК-3 принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления водорода обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию и модернизацию энергетического, теплотехнического оборудования предприятий энергетического и химического профиля	1.Принципы процесса производства, передачи, распределения и потребления водорода.
Уметь: ИД-1ПК-3 проводить расчет установок водородной энергетики и их элементов с разной производительностью по водороду	1.Какие ЭЭУ являются наиболее перспективными для использования в транспорте и почему?
Уметь: ИД-2ПК-3 выполнять маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	1.Чему равны удельные энергозатраты на получение 1 м ³ водорода при нормальных условиях и среднем напряжении на одной электролизной ячейке 2,0 В? Как рассчитать тепло, выделяемое при работе электролизера?
Уметь: Строить алгоритмы решения типичных задач обработки информации в ИАС	1..Проведите расчет параметров электрохимических систем для гибридной энергоустановки мощностью 20 кВт на основе топливных элементов, электролизеров и металлгидридных систем

хранения.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные и полные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольного билета

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольного билета, допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты знаний

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 50% вопросов контрольного билета, допустил значительные неточности и не показал полноты знаний

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

КМ-2. Расчет топливных элементов различной мощности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по билетам на практическом занятии

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по расчету топливных элементов различной мощности

Контрольные вопросы/задания:

Знать: ИД-3ПК-3 основные задачи разработки автономных энергетических систем.	1. В чем достоинства и недостатки транспортировки газообразного водорода с помощью транспорта?
Знать: ИД-4ПК-3 методы анализа потребления водорода для обеспечения бесперебойного режима работы	1. Методы анализа потребления водорода для обеспечения бесперебойного режима работы?
Уметь: ИД-3ПК-3 собирать и анализировать исходные данные для расчёта автономных энергетических систем с использованием современных методов поиска и обработки информации	1. Проведите расчет параметров электрохимических систем для гибридной энергоустановки мощностью 20 кВт на основе топливных элементов, электролизеров и металлгидридных систем хранения.
Уметь: ИД-4ПК-3 анализировать научную проблематику области исследований и разработки	1. Определите стандартную ЭДС водородно-кислородного топливного элемента, в котором при $T = 298 \text{ K}$ протекает реакция $\text{H}_2(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.

автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные и полные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольного билета

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольного билета, допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты знаний

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 50% вопросов контрольного билета, допустил значительные неточности и не показал полноты знаний

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

КМ-3. Расчет систем хранения и транспортирования водорода

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по билетам на практическом занятии

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по расчету систем хранения и транспортирования водорода

Контрольные вопросы/задания:

Знать: ИД-1ПК-4 методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов	1. методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов
Знать: Методы теории вероятностей, теории случайных процессов и математической статистики	1. Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением. Крупномасштабное хранение водорода.
Уметь: ИД-1ПК-4 разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических	1. Рассчитайте объем водорода, находящийся в металлгидридном реакторе при температуре 250С, если в реакторе находится сплав LaNi5 в количестве 3 кг. Известно, что реактор заполнен на половину

систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов	своей емкости, а максимальная емкость для данного сплава составляет 1,37 % масс
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные и полные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольного билета

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольного билета, допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты знаний

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 50% вопросов контрольного билета, допустил значительные неточности и не показал полноты знаний

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

КМ-4. Применение водорода

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется по билетам на практическом занятии

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний по применению водорода в энергетике

Контрольные вопросы/задания:

Знать: ИД-2ПК-4 методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов	1.методы расчета мероприятий по экономии энергоресурсов
Уметь: ИД-2ПК-4 применять методы определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов	1.Определить КПД ГибЭУ. Основные параметры установки: давление составляет 0,3 МПа, средняя рабочая температура в ТОТЭ 1273 К, температура конверсии 1123 К. Применяется внутренняя не прямая паровая конверсия метана. Считаем, что КПД ГТУ равняется 0,3. В целом коэффициент расхода электроэнергии на собственные нужды равняется 0,85. Степень использования топлива в ТОТЭ 0,85. Плотность тока в ТОТЭ $i = 350$ мА/см ² , а среднее напряжение электрохимического элемента составляет 0,65В.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные и полные ответы не менее чем на 90% вопросов контрольного билета

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 75% вопросов контрольного билета, допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты знаний

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: если студент правильно выполнил расчеты и дал правильные ответы не менее чем на 50% вопросов контрольного билета, допустил значительные неточности и не показал полноты знаний

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно»

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Основные понятия о накоплении энергии. Виды накопителей энергии. Электрохимические накопители энергии: аккумуляторы, суперконденсаторы, проточные редокс-накопители. Место водородного накопителя энергии. Особенности выбора накопителя для систем с ВИЭ
2. Производство водорода из органического сырья. Какие углеводороды используются в качестве исходного сырья для получения водорода? По каким основным реакциям осуществляется паровая и уголекислотная конверсия? Каким образом улучшается кинетика этих реакций? По каким основным реакциям осуществляется парциальное окисление углеводородов? В чем его достоинства и недостатки
3. Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением. Крупномасштабное хранение водорода.

Процедура проведения

Проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-3} Обосновывает потребности в техническом и материальном обеспечении эксплуатации автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. Какие сплавы можно использовать для хранения водорода. Как выглядят идеализированные изотермы реакции, кривые Вант Гоффа, РСТ диаграммы процессов адсорбция-десорбция водорода для предложенных сплавов.
2. В чем заключается привлекательность транспортировки газообразного водорода по трубопроводам с точки зрения водородной экономики?
3. Примеры отечественных ожигательных установок. Требования к резервуарам для хранения водорода. Оцените потери на испарение

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Из каких основных процессов состоит взаимодействие водорода с металлами? Как водород влияет на механические характеристики металлов?

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-3} Выполняет маркетинговые исследования научно-технической информации в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. Проведите расчет параметров электрохимических систем для гибридной энергоустановки мощностью 20 кВт на основе топливных элементов, электролизеров и металлгидридных систем хранения.

2.Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением.

Крупномасштабное хранение водорода

3.Производство водорода из органического сырья. Какие углеводороды используются в качестве исходного сырья для получения водорода? По каким основным реакциям осуществляется паровая и углекислотная конверсия? Каким образом улучшается кинетика этих реакций? По каким основным реакциям осуществляется парциальное окисление углеводородов? В чем его достоинства и недостатки

4.Основные понятия о накоплении энергии. Виды накопителей энергии.

Электрохимические накопители энергии: аккумуляторы, суперконденсаторы, проточные редокс-накопители. Место водородного накопителя энергии. Особенности выбора накопителя для систем с ВИЭ

Материалы для проверки остаточных знаний

1.В чем достоинства и недостатки транспортировки газообразного водорода по трубопроводам?

Верный ответ: Водород можно транспортировать к месту его использования в газообразном или жидком состояниях, а также с помощью твердых или жидких носителей, которые содержат водород в связанном виде. Носителями могут служить гидриды металлов, наноструктуры, жидкие углеводороды и другие богатые водородом соединения. К носителям не относят природный газ, этанол, метанол и др., считающиеся сырьем для производства водорода. В настоящее время водород в основном транспортируется в газообразном состоянии по трубопроводным системам или с помощью трейлеров, оснащенных специальными трубами-контейнерами под давлением, а также в сжиженном виде в криогенных автомобильных и железнодорожных цистернах. У каждого из этих вариантов есть свой рациональный диапазон применения.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-3 Выполняет сбор, обработку, анализ и обобщение отечественного и международного опыта в области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1.Какое место занимают ЭЭУ относительно традиционных транспортных энергоустановок по таким характеристикам, как дальность пробега на одной заправке, удельная мощность, удельная энергия?

2.Энергетические и капитальные затраты для ожижения водорода. Сравнение циклов ожижения.

3.Какова роль водорода в развитии возобновляемых источников энергии? Предложите схему гибридной установки на основе ветроустановки с водородным накоплением энергии.

4.Эффективность хранения сжатого водорода при различных давлениях. Энергозатраты на компримирование. Работа адиабатического сжатия водорода. Классификация контейнеров для хранения водорода под давлением

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какова роль водорода в развитии возобновляемых источников энергии? Предложите схему гибридной установки на основе ветроустановки с водородным накоплением энергии.

Ответы:

Схема гибридной установки

Верный ответ: Развернутый ответ

4. Компетенция/Индикатор: ИД-4ПК-3 Анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. Как выглядит схема доставки газообразного водорода? Поясните с ее помощью границы применения методов транспортировки газообразного водорода.
2. В чем достоинства и недостатки транспортировки газообразного водорода с помощью транспорта?
3. Какие методы транспортировки водорода вы знаете? В чем достоинства и недостатки транспортировки жидкого водорода? Как выглядит схема доставки жидкого водорода?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Рассчитайте объем водорода, находящийся в металлгидридном реакторе при температуре 250С, если в реакторе находится сплав LaNi₅ в количестве 3 кг. Известно, что реактор заполнен на половину своей емкости, а максимальная емкость для данного сплава составляет 1,37 % масс

Верный ответ: 230 л H₂

5. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-4 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. В чем достоинства и недостатки транспортировки газообразного водорода по трубопроводам?
2. Что собой представляют бифункциональные электрохимические системы? По каким возможным схемам они организуются, в чем достоинства и недостатки выбранных схем?
3. Какие ЭЭУ являются наиболее перспективными для использования в транспорте и почему?
4. Что представляет собой атомно-водородный энергоблок? Какие компоненты могут входить в водородную надстройку?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Чему равны удельные энергозатраты на получение 1 м³ водорода при нормальных условиях и среднем напряжении на одной электролизной ячейке 2,0 В? Как рассчитать тепло, выделяемое при работе электролизера?

Верный ответ: 4,78 кВт·ч/н.м³H₂

6. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-4 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению для автономных энергетических систем, установок водородной, электрохимической энергетики и их элементов

Вопросы, задания

1. Каковы последствия неравномерности суточного графика нагрузок? Какие мероприятия проводятся для выравнивания суточного графика нагрузок?
2. Из каких основных процессов состоит взаимодействие водорода с металлами? Как водород влияет на механические характеристики металлов?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определите стандартную ЭДС водородно-кислородного топливного элемента, в котором при T 298 К протекает реакция $H_2(g) + 1/2O_2(g) = H_2O(ж)$.

Верный ответ: 1,229 В.

7. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{РПК-1} Проводит исследования с использованием информационных технологий

Вопросы, задания

1. Каким образом использование водорода увеличивает эффективность паротурбинных, газотурбинных и парогазовых установок? Какие трудности возникают при использовании водорода в данных установках?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Производство водорода из органического сырья. Какие углеводороды используются в качестве исходного сырья для получения водорода? По каким основным реакциям осуществляется паровая и углекислотная конверсия? Каким образом улучшается кинетика этих реакций? По каким основным реакциям осуществляется парциальное окисление углеводородов? В чем его достоинства и недостатки

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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 семестровой и аттестационной составляющих.