

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОФИЛЮ  
«ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В  
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И  
БИОТЕХНОЛОГИИ»  
ОТРАСЛЕВОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ «ГАЗПРОМ»

**Второй этап**

под редакцией доцента, к.т.н. Тумановой Е.Ю.

**Правила проведения второго этапа  
по профилю «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии»**

Областью профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата по направлению «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» связаны с разработкой энерго- и ресурсосберегающих *процессов и аппаратов* химических производств, а также с *защитой окружающей среды* и ликвидацией последствий вредного на нее воздействия.

Второй этап олимпиады будет состоять из задач по четырем разделам, составляющим область энерго- и ресурсосбережения в промышленности. Общее время проведения второго этапа олимпиады 3 астрономических часа. При решении задач необходимо давать комментарии и объяснения расчета. Строить графики и делать выводы, т.к. весь ход решения будет оцениваться.

**ЗАДАНИЯ ОЧНОГО ЭТАПА:**

№	Раздел, область знаний, учебная дисциплина	Кол-во баллов
1	<b>Химическая технология.</b> Оптимизация тепловых потоков ХТС. Пинч-анализ.	15
2	<b>Промышленная экология.</b> Расчет валовых и максимально-разовых выбросов при сжигании топлива.	10
3	<b>Промышленная экология.</b> Расчет выбросов загрязняющих веществ при ручной дуговой сварке.	15
4	<b>Оборудование химических производств.</b> Изменение давления в аппарате при изменении температуры среды.	10
5	<b>Оборудование химических производств.</b> Снижение коэффициента теплопередачи при загрязнении теплообменной поверхности и определение времени между чистками.	15
6	<b>Защита от коррозии.</b> Использование электрического тока для подавления коррозии. Определение скорости коррозии	5
7	<b>Защита от коррозии.</b> Определение скорости коррозии после применения ингибитора коррозии.	5
	<b>ВСЕГО</b>	<b>75</b>

## **Методические рекомендации по подготовке ко второму туру олимпиады по профилю «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»**

### **Задача 1. Химическая технология. Оптимизация тепловых потоков ХТС. Пинч-анализ.**

Пинч-анализ – методология минимизации энергопотребления процесса посредством расчета термодинамически обоснованных объемов энергопотребления и приближения к ним с помощью оптимизации теплопередачи между процессами, методов энергоснабжения и характеристик технологических процессов.

Пинч-метод основан на так называемом интегрированном (комплексном, системном) подходе к производству в целом, к системе всех процессов и аппаратов (Process Integration), рассмотрении индивидуальных и суммарных горячих и холодных потоков, выявлении и анализе в них, так называемых пинчей – узких, лимитирующих мест.

В выполнения задания необходимо уметь строить температурно-энтальпийные диаграммы. Уметь пользоваться понятиями удельная теплоемкость и потоковая теплоемкость. Уметь строить составные кривые горячих и холодных потоков на температурно-энтальпийной диаграмме. Уметь определить точку пинча и рассчитать потребность системы во внешних горячих и холодных источниках энергии (водяной пар или охлаждающая вода).

Для выполнения задания необходимо иметь с собой линейку и карандаш для построения температурно-энтальпийных диаграмм.

#### Рекомендуемая литература.

1. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М. Основы интеграции тепловых процессов. Харьков. НТУ “ХПИ”. – Библиотека журнала ИТЭ. – Харьков: НТУ “ХПИ”. 2000. – 458 с.

2. <https://gisee.ru/articles/sub-methods/778/> Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности

**Задача 2. Промышленная экология. Расчет валовых и максимально-разовых выбросов при сжигании топлива.**

**Задача 3. Промышленная экология. Расчет выбросов загрязняющих веществ при ручной дуговой сварке.**

Ключевые слова по темам заданий:

Загрязняющее вещество, валовый выброс, максимально-разовый выброс, выбросы оксидов азота, выбросы диоксида серы и оксида углерода, воздействие на окружающую среду, мероприятия по снижению негативного воздействия, низшая теплота сгорания топлива,

Рекомендуемая литература.

1. «Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час», Москва, 1999. Утверждена Госкомэкологии России 09.07.1999 г.

2. Методическое письмо НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17.05.2000 "О проведении расчетов выбросов вредных веществ в атмосферу по «Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью до 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час»"

3. Методическое письмо НИИ Атмосфера № 838/33-07 от 11.09.2001 «Изменения к методическому письму НИИ Атмосфера № 335/33-07 от 17.05.2000»

4. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (Дополненное и переработанное), НИИ Атмосфера, Санкт-Петербург, 2012 г.

5. «Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в

атмосферу при сварочных работах (на основе удельных показателей)», НИИ Атмосфера, Санкт-Петербург, 2015

6. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (Дополненное и переработанное), НИИ Атмосфера, Санкт-Петербург, 2012

7. Информационное письмо НИИ Атмосфера №2. Исх. 07-2-200/16-0 от 28.04.2016

8. Информационное письмо НИИ Атмосфера №4. Исх. 07-2-650/16-0 от 07.09.2016

#### **Задача 4. Оборудование химических производств. Изменение давления в аппарате при изменении температуры среды.**

При нагреве среды изменяется плотность, а, следовательно, среда стремится изменить объем. Это наглядно видно в работе резервуаров, в которых учитываются так называемые малые дыхания. В аппаратах и трубопроводах среда движется, и стационарный нагрев в герметичном пространстве может наблюдаться не часто. Но с точки зрения прогнозирования всех возможных опасных ситуаций, которые могут привести к повреждениям и даже авариям, необходимо учитывать возможность подобной ситуации.

Для решения задачи необходимо знать и уметь математически использовать расчетные формулы следующих коэффициентов:

1) коэффициент теплового расширения – физическая величина, характеризующая относительное изменение объема или линейных размеров тела с увеличением температуры на 1 К. Имеет размерность обратной температуры. Различают коэффициенты объемного и линейного расширения.

2) коэффициент объемного сжатия – физическая величина, характеризующая относительное изменение объема с увеличением давления на 1 Па. Имеет размерность  $\text{Па}^{-1}$ . Величина обратная коэффициенту объемного сжатия называется модуль упругости.

#### Рекомендуемая литература.

1. Замалеев, З.Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 352 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100922>
2. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: учебник/ О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 254 с. – (Среднее профессиональное образование). – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1004670>

#### **Задача 5. Оборудование химических производств. Снижение коэффициента теплопередачи при загрязнении теплообменной поверхности и определение времени между чистками.**

На технологических установках широко применяются различные теплообменные аппараты. Интенсивность теплообмена определяется коэффициентом теплопередачи. При проектном расчете теплообменного аппарата может учитываться снижение коэффициента теплопередачи за счет введения термического сопротивления загрязнения. В литературе есть различные справочные данные значений термических сопротивлений различных сред.

Для решения задачи необходимо знать и уметь математически использовать расчетные формулы коэффициента теплопередачи и термического сопротивления. Коэффициент теплопередачи это величина обратная коэффициенту термического сопротивления.

#### Рекомендуемая литература.

1. Теплообменные аппараты ТЭС [Текст]: справочник: в 2 кн. / ред.: Ю. Г. Назмеев, В. Н. Шлянников. – М. : Изд-во МЭИ, 2010. – 435 с.
2. Теплотехника [Текст]: учебник для вузов / А. П. Баскаков [и др.]; ред. А. П. Баскаков. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : БАСТЕТ, 2010. – 328 с.

**Задача 6. Защита от коррозии. Использование электрического тока для подавления коррозии. Определение скорости коррозии.**

**Задача 7. Защита от коррозии. Определение скорости коррозии после применения ингибитора коррозии.**

Ключевые слова по темам задач.

Анодная и катодная реакции электрохимической коррозии; Стандартный, обратимый и стационарный потенциалы; Поляризация; Катодная защита; Ингибиторная защита; Определение эффективности защиты от коррозии.

Пример выполнения заданий.

Применение законов Фарадея к коррозионным процессам.

Скорость коррозии стали в кислой среде  $0,2 \text{ г}/(\text{м}^2 \text{ ч})$ . Общая площадь поверхности стальной конструкции  $100 \text{ м}^2$ . Какой силы ток нужно пропустить через стальную конструкцию, чтобы полностью подавить коррозию?

Пересчитываем отрицательный показатель коррозии  $K_m^-$  ( $\text{г}/(\text{м}^2 \text{ ч})$ ) в токовый показатель коррозии  $i$  ( $\text{А}/\text{м}^2$ ):

$$i = K_m^- \frac{nF}{A_{Me}} = \frac{0,2 * 2 * 96500}{56} = 0,19 \text{ А}/\text{м}^2$$

Для подавления коррозии ток катодной защиты должен быть равен току коррозии, который можно вычислить по плотности тока:

$$I = i S = 0,19 * 100 = 19 \text{ А}$$

Рекомендуемая литература.

1. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии [Текст] : учеб. пособие для вузов / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Физматлит, 2006. – 376 с.

2. Гареев, А.Г. Основы коррозии металлов [Текст] : учебное пособие / А.Г. Гареев; УГНТУ, каф.ТНА. – Уфа :Изд-во УГНТУ, 2011. - 256 с.

3. Черепашкин, С. Е. Методы коррозионных исследований [Текст] : учебное пособие / С. Е. Черепашкин, О. Р. Латыпов, В. В. Кравцов ; УГНТУ. - Уфа : Изд-во УГНТУ, 2014. – 86 с.