

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

ФГБОУ ВО «УГНТУ»



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОФИЛЮ  
**«ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**  
ОТРАСЛЕВОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ «ГАЗПРОМ»

**Второй этап**

Уфа 2026

**Правила проведения второго этапа  
по профилю «ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Второй этап олимпиады состоит из задач по четырем разделам, составляющим область энерго- и ресурсосбережения в промышленности. Общее время проведения второго этапа олимпиады составляет 3 астрономических часа. При решении задач необходимо давать комментарии и объяснения выполняемых расчетов, 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 и оптимизация химико-технологических процессов</b> Составление материального баланса	15
2	<b>Химическая технология и оптимизация химико-технологических процессов</b> Решение задачи оптимизации	10
3	<b>Промышленная экология</b> Расчет суммарного выброса загрязняющих веществ в атмосферу от дезинфекции помещения медицинского учреждения	10
4	<b>Промышленная экология</b> Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве пластмассовых изделий	15
5	<b>Оборудование нефтегазопереработки и нефтехимии</b> Подбор листов металла для раскроя и изготовления корпуса емкости	10
6	<b>Оборудование нефтегазопереработки и нефтехимии</b> Определение массы наплавленного металла при изготовлении корпуса емкости	15
7	<b>Защита от коррозии</b> Определение эффективности ингибиторной защиты	15
8	<b>Защита от коррозии</b> Определение мощности станции катодной защиты	10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## **Задача 1. Химическая технология и оптимизация химико-технологических процессов**

### **Составление материального баланса.**

#### Ключевые слова по теме задания:

Материальный баланс, стехиометрический коэффициент, конверсия, молекулярная масса.

#### Рекомендуемая литература.

1. Бесков В.С. Общая химическая технология. Учебник для ВУЗов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. - 452 с.
2. Кононова Г.Н., Сафонов В.В., Чабан Н.Г. Разработка алгоритма и расчет материального баланса химико-технологической системы. Москва. 1995.
3. Бесков В.С. Материальный баланс химико-технологической системы. М. РХТУ им. Менделеева, 2003.

## **Задача 2. Химическая технология и оптимизация химико-технологических процессов**

### **Решение задач оптимизации.**

#### Ключевые слова по теме задания:

Линейное программирование, целевая функция, система ограничений, методы решения задач линейного программирования

#### Рекомендуемая литература.

1. Жидкова Н.В. Методы оптимизации систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Жидкова, О. Ю. Мельникова. — Электрон. дан. и прогр. (7 Мб). — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 149 с
2. Ашманов, Станислав Александрович (1941-1994). Линейное программирование: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Прикладная математика" / С. А. Ашманов. — 2-е изд. стер. — Москва: URSS, ЛЕНАНД, сор.2020.
3. Аттеков А. В. Методы оптимизации / А. В. Аттеков, С. В. Галкин, В. С. Зарубин. М.: изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 2003.

### **Задача 3. Промышленная экология**

#### **Расчет суммарного выброса загрязняющих веществ в атмосферу от дезинфекции помещения медицинского учреждения**

При проведении дезинфекции помещения медицинского учреждения применяются два средства – «Дэлавир» и «Персель». Основные компоненты средств: «Дэлавир» – полигексаметиленгуанидин гидрохлорид (9%), «Персель» – перекись водорода (6,7%). Обработка проводится в течение 3500 ч в год.

Провести расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (максимально разовый выброс в г/с и валовый выброс в т/год) от дезинфекции помещения балансовым методом.

#### Ключевые слова по теме задания:

Дезинфекция, обработка помещения, пары дез.средств, максимально разовый выброс, валовый выброс.

#### Рекомендуемая литература.

1. Справочник под редакцией Н.Ф.Тищенко "Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе".М., Химия, 1991 г.

### **Задача 4. Промышленная экология**

#### **Расчет выбросов загрязняющих веществ при производстве пластмассовых изделий**

При производстве пластмассовых изделий для упаковки товаров основными процессами являются литье под давлением термопластов, сушка термопластичных материалов и непосредственно само производства выдувных изделий. Данные процессы сопровождаются выделением следующих загрязняющих веществ в атмосферный воздух – оксида углерода и этановой кислоты. В качестве материала (сырья) применяется полиэтилентерефталат ПЭТФ-КМ. Расход сырья при литье и сушке – 50 кг/ч, расход полиэтилена при выдуве – 70 кг/ч.

Определить общий максимально-разовый выброс оксида углерода и

этановой кислоты при производстве пластмассовых изделий.

Ключевые слова по теме задания:

Производство пластмассовых изделий, удельные выделения, литье, сушка, выдув, максимально-разовый выброс.

Рекомендуемая литература.

1. Разделы 14, 15, 17 расчетной инструкции (методики) «Удельные показатели образования вредных веществ, выделяющихся в атмосферу от основных видов технологического оборудования для предприятий радиоэлектронного комплекса», СПб, 2006 г.

**Задача 5. Оборудование нефтегазопереработки и нефтехимии  
Раскрой металла для изготовления цилиндрической части корпуса**

Задачами энерго и ресурсосбережения в вопросах оборудования нефтегазопереработки и нефтехимии являются задачи оптимизации при изготовлении. Подготовка процесса изготовления – это решение вопросов оптимального раскроя листов, а также составление технологических карт на сварные соединения и расчет необходимых расходных материалов для сварки. В блоке задач по оборудованию предлагается путем сравнительного анализа сделать выбор листов металла для раскроя, руководствуясь меньшим количеством отходов металла и меньшим количеством сварных швов, которые потом потребуется выполнять. А также сделать анализ насколько повлияет изменение размеров кромок сварных швов на расход присадочного сварочного материала.

Корпуса аппаратов состоят из цилиндрической обечайки и днищ. Изготовление цилиндрической части связано с выбором оптимальной схемы раскроя. Используют два метода раскроя: метод карт и метод обечаек, которые отличаются ориентированием длинной стороны листа металла вдоль оси аппарата или поперек оси, соответственно. Выбор того или иного метода раскроя связан с двумя причинами: 1) минимизацией количества отходов металла; 2) наличием оборудования для вальцевания листов необходимой

длины и мощности. Для вальцевания листов металла для метода карт листы вальцуются по длинной стороне, соответственно требуются машины для вальцевания длиной более 5 м. А для вальцевания листов по методу обечаек достаточно иметь машину длиной до 4 м, поскольку вальцевание производится по короткой стороне листа.

Построение схемы раскроя связано с построением развертки цилиндрической части корпуса. Разверткой цилиндра является прямоугольник, одна сторона которого – это длина окружности корпуса ( $\pi \cdot D$ ), а другая сторона – это длина цилиндрической части корпуса.

При решении задачи в рамках олимпиады допускается расчет расхода металла при раскрое без учета припусков на операции резания и другие.

При расчете общей длины сварных швов необходимо учитывать сварные швы соединения всех отдельных листов при изготовлении цилиндрической части корпуса и швы приварки днищ к цилиндрической обечайке. При этом отдельно оценивают количество кольцевых и продольных швов, поскольку они нагружены по-разному и испытывают разные напряжения: продольные швы более нагружены, поэтому их количество стремятся минимизировать. Не допускается совмещать и выстраивать продольные швы смежных обечаек корпуса в одну линию – всегда делают продолжающийся сварной шов с некоторым смещением. Это следует учитывать при построении эскиза в решении задачи.

Ключевые слова по теме задания:

Раскрой, развертка, вальцевание, метод обечаек, припуск.

Рекомендуемая литература.

1. Выбор методов раскроя. Определение размеров проката/  
<https://megaobuchalka.ru/1/7906.html>
2. ГОСТ 19903-2015 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.
3. РД 26.260.225-2001 Корпуса цилиндрических сосудов и аппаратов. Технология изготовления и методы обеспечения качества.

## **Задача 6. Оборудование нефтегазопереработки и нефтехимии**

### **Расчет массы наплавленного металла**

Для выполнения сварщиками сварочных работ по соединению частей корпуса в одно целое изделие, необходимо провести несколько операций:

1) Инженер по сварке разрабатывает технологическую карту на сварку, в которой определяет тип сварного соединения, делает его эскиз, определяет конструктивные размеры подготовленных кромок сваренных деталей, марку расходных сварочных материалов и режимы сваривания. При этом конструктивные размеры подготовленных кромок могут иметь различные размеры скоса кромок, как в зависимости от толщины деталей, так и от способа сварки.

2) На подготовительных операциях слесарь готовит кромки под сварку и механическим способом обеспечивает требуемые угол скоса кромок и высоту притупления. Как и любой размер – размеры подготовленных кромок имеют допуски, поэтому фактические значения площади стыка отличаются от номинальных величин.

3) Знание площади стыка необходимо технологам производства для обеспечения сварочного участка всеми необходимыми материалами до начала сварочных работ. Поэтому на основе расчета номинальной площади стыка технологи производства рассчитывают массу наплавленного металла для расчета и закупки необходимого количества всех расходных материальных ресурсов, а также для расчета времени работы и трудоемкости процесса.

Целью задачи олимпиады является провести сравнительный анализ зависимости массы наплавленного металла от изменения размеров подготовленных под сварку кромок и показать, насколько увеличится расход присадочного сварочного материала при увеличении угла скоса кромок на  $5^\circ$ , высоты притупления на 1 мм и ширина зазора на 1 мм.

Ключевые слова по теме задания:

Технологическая карта, площадь стыка, наплавленный металл, кромка.

### Рекомендуемая литература.

1. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
2. Расчет площади сечения шва – онлайн калькулятор и формулы/  
<https://www.center-pss.ru/math/secheniay/sechenie-shva.htm>

### **Задача 7-8. Защита от коррозии**

#### **Определение эффективности ингибиторной защиты**

#### **Определение мощности станции катодной защиты**

При гравиметрическом методе скорость коррозии характеризуется массовым показателем  $K_m$  (г/м<sup>2</sup>·час):

$$K_m = \frac{m_0 - m_1}{S\tau},$$

где  $m_0$  – масса образца до испытания, г;

$m_1$  – масса образца после испытания, г;

$S$  – начальная площадь поверхности образца, м<sup>2</sup>;

$\tau$  – время экспозиции, час.

Токовый показатель коррозии  $i$  (А/м<sup>2</sup>) и массовый показатель коррозии  $K_m^-$  (г/(м<sup>2</sup>·ч)) связаны уравнением:

$$i = K_m^- \frac{nF}{A_{Me}}$$

где  $i$  – токовый показатель коррозии, А/м<sup>2</sup>;

$K_m^-$  – массовый показатель коррозии, г/(м<sup>2</sup>·ч);

$n$  – валентность металла;

$F$  – число Фарадея,  $F=26,8$  А·ч/моль;

$A_{Me}$  – атомная масса металла,  $A_{Me} = 56$  г/моль;

Массовый показатель коррозии определяется:

$$K_m^- = \frac{iA_{Me}}{nF}$$

Если изменение массы образца прямо пропорционально глубине проникновения коррозии в условиях общей коррозии, то массовый показатель часто пересчитывают в глубинный ( $\Pi$ ), который характеризует утонение образца в единицу времени, или проникновение коррозии в мм/год:

$$\Pi = \frac{K_m \times 8760}{7,87} \times 10^{-3},$$

где  $\Pi$  – глубинный показатель скорости коррозии, мм/год;

8760 – количество часов в году;

7,87 – плотность железа, г/см<sup>3</sup>.

Эффективность действия ингибиторов в условиях общей равномерной коррозии характеризуется степенью защиты и выражается в процентах следующим соотношением:

$$Z = \frac{\Pi_0 - \Pi_1}{\Pi_0} \times 100 \%, \quad (1)$$

где  $Z$  – степень защиты, %;

$\Pi_0$  – скорость коррозии металла в среде без ингибитора, мм/год;

$\Pi_1$  – скорость коррозии металла в среде с ингибитором, мм/год.

Действие ингибитора можно характеризовать коэффициентом торможения, показывающим, во сколько раз уменьшается скорость коррозии в результате действия ингибитора:

$$\gamma = \frac{\Pi_0}{\Pi_1} = \frac{i_{корр}}{i_{корр1}}, \quad (2)$$

где  $\gamma$  – коэффициент торможения.

Ключевые слова по теме задания:

Глубинный и массовый показатель коррозии, разрушение металла, утонение образца, электрохимическая коррозия, коррозионная среда, число

Фарадея, определение эффективности защиты от коррозии, анодные и катодные участки коррозионного гальванического элемента.

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., Ризванов Р.Г., Насибуллина О.А. Коррозия и защита металлов в нефтегазовой отрасли / под ред. А.Г. Гареева. – Уфа: Гилем. Башк.энцикл., 2016. – 352 с.

3. Кеше Г. Коррозия металлов. Физико-химические принципы и актуальные проблемы. – М.: Металлургия, 1984. – 400 с.