

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ
по дисциплине «Энерго- и ресурсосберегающие технологии»
для студентов
направления подготовки
18.03.01 Химическая технология
направленность (профиль) Химическая технология неорганических веществ

Невинномысск 2023

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины «Энерго- и ресурсосберегающие технологии». Указания предназначены для студентов направления подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Содержат основные разделы изучаемого теоретического материала, перечень вопросов необходимых для проработки, а также список рекомендуемой литературы.

Составители

К.С. Сылко, старший преподаватель

Содержание

Введение.....	5
Тема 1. Глобализация ресурсоэнергосбережения и ресурсные альтернативы.....	6
Практическое занятие 1. Сущность и значение ресурсосбережения в современных условиях Основные понятия.....	6
Тема 1. Глобализация ресурсоэнергосбережения и ресурсные альтернативы.....	8
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.....	8
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	11
Практическое занятие 3. Экономические нормативы и методы ресурсосбережения.....	11
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	18
Практическое занятие 4. Экономические нормативы и методы ресурсосбережения (продолжение).....	18
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	24
Практическое занятие 5. Нормирование расхода и пути экономии металлов и сплавов в промышленном производстве.....	24
Плавление шихты.....	26
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	30
Практическое занятие 6. Нормирование расхода и пути экономии металлов и сплавов в промышленном производстве (продолжение).....	30
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	35
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	47
Практическое занятие 8. Нормирование расхода металла при штамповке.....	47
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	53
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПУТИ ИХ ЭКОНОМИИ.....	53
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	57
Практическое занятие 10. Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов и пути ИХ экономии (Продолжение).....	57
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	61
Практическое занятие 11. Нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов и пути ИХ экономии (Продолжение).....	61
3) расход электроэнергии на один холостой ход – 20 кВт·ч;.....	71
4) мощность при холостом ходе – 10 кВт·ч; время на вспомогательные операции – 0,5 ч.....	71

Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	72
Практическое занятие 12. Нормирование расхода сырья и продукции химической промышленности и пути их экономии.....	72
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	75
Практическое занятие 13. Нормирование расхода сырья и продукции химической промышленности и пути их экономии (продолжение).....	75
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	79
Практическое занятие 14. Нормирование расхода сырья и продукции химической промышленности и пути их экономии (продолжение).....	79
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	82
Практическое занятие 15. Технологический процесс на предприятии.....	82
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	84
Практическое занятие 16. Работа со справочниками наилучших доступных технологий.....	84
Тема 2. Техничко-технологические способы и средства ресурсоэнергосбережения.....	86
Практическое занятие 17. Составление энергетического паспорта и разработка элементов программы энергосбережения предприятия.....	86
Тема 3. Менеджмент ресурсоэнергосбережения.....	88

Введение

Дисциплина «Энерго- и ресурсосберегающие технологии» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Она направлена на формирование профессиональных компетенций, обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Методические указания составлены на современном научном уровне и рассчитаны на студентов, по направлению 18.03.01 Химическая технология.

Последовательность тем соответствует логической структуре ее прохождения. Предлагаемые методические указания содержат материал, который рекомендуется использовать студентам при подготовке к практическим занятиям.

Для подготовки к практическим занятиям студент должен изучить материал по соответствующей теме, используя основную и дополнительную литературу, а также используя периодические издания СМИ.

**ТЕМА 1. ГЛОБАЛИЗАЦИЯ РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И
РЕСУРСНЫЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ.**

**Практическое занятие 1. Сущность и значение ресурсосбережения в
современных условиях Основные понятия.**

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и
формируемых компетенций**

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на

		профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Теоретическая часть

Экономический потенциал – это категория, позволяющая наиболее полно определить всю совокупность экономических возможностей конкретного объекта (региона, предприятия).

Материальные ресурсы – совокупность предметов труда, которые участвуют в процессе производства (сырьё, материалы, топливо, энергия, полуфабрикаты и т.п.).

Рациональное использование материальных ресурсов – это качественная характеристика их потребления на разумном уровне. «Рационально использовать» – это так расходовать материальные ресурсы, чтобы произведённые затраты обеспечили бы максимальный результат.

Экономия материальных ресурсов – повышение уровня их полезного использования, выражающееся в снижении удельного расхода материалов на единицу потребительского свойства выпускаемой продукции при повышении или сохранении качества и технического уровня продукции

Режим экономии – это совокупность организационных, технических, экономических, воспитательных и других мероприятий, направленных на бережное и рациональное использование всех видов ресурсов в интересах эффективного развития как экономики в целом, так и отдельных производств и предприятий.

Вопросы и задания:

Базовый уровень

- 1 Объясните значение основных понятий дисциплины: экономический потенциал, материальные ресурсы, рациональное использование материальных ресурсов, экономия материальных ресурсов, режим экономии в разрезе производственного предприятия и государства в целом.
- 2 Как соотносятся категории: рациональное использование и экономия материальных ресурсов?
- 3 Как уровень рациональности потребления материальных ресурсов влияет на формирование оборотных средств предприятия, цен на товары и услуги и другие показатели хозяйственной деятельности промышленного предприятия?

Повышенный уровень

- 1 Каковы состав и содержание нормативной базы, используемой при ресурсосбережении в логистической деятельности?
- 2 Проанализируйте ресурсосберегающую деятельность конкретного предприятия промышленности.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

**ТЕМА 1. ГЛОБАЛИЗАЦИЯ РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И
РЕСУРСНЫЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ.**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ**

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и
формируемых компетенций**

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации

		технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Теоретическая часть

Нормирование материальных ресурсов – процесс установления меры затрат материальных ресурсов на производство единицы продукции или для выполнения определённого объёма работ.

Норма расхода материальных ресурсов – это максимально допустимое количество сырья, материалов, топлива, энергии на производство единицы продукции или для выполнения определённого объёма работ заданного качества при существующих организационно-технических условиях производства.

Нормативы – поэлементные составляющие норм, характеризующие удельный расход сырья или материалов на единицу площади, объёма или длины, при выполнении конкретного технологического процесса в заданных условиях производства, а также размеры технологических отходов и потерь по видам промышленной продукции, измеримые в натуральных или относительных единицах (например, в процентах).

Вопросы и задания:

Базовый уровень

1. Какие основные направления включает процесс нормирования расхода материальных ресурсов на предприятии?
2. Приведите трактовку нормы расхода и поясните её содержание с точки зрения обоснованности и прогрессивности.
3. Перечислите и поясните содержание состава нормообразующих элементов нормы расхода.

4. В чём существенное различие понятий «норма расхода» и «норматив расхода»?
5. Перечислите и прокомментируйте общие нормы и нормативы, применяемые на промышленных предприятиях.
6. Приведите классификацию изделий и работ как объектов нормирования расхода материальных ресурсов.
7. Каковы причины проведения классификации норм расхода материальных ресурсов и требования, предъявляемые к ней?
8. Поясните содержание классификации норм по полноте данных и виду материальных ресурсов?

Повышенный уровень

1. На какие виды классифицируют нормы по степени дифференциации продукции и укрупнённости номенклатуры ресурсов?
2. Поясните содержание классификации норм по степени их детализации и масштабу применения в планировании.
3. На какие виды классифицируют нормы по периоду их действия и степени агрегации?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

- Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.
- Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

- Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я. Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.
- Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 3. Экономические нормативы и методы ресурсосбережения

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

**Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и
формируемых компетенций**

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по

		оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Теоретическая часть

Критериями уровня прогрессивности норм, установленных на производство конкретной продукции, уровня применяемой технологии и технологичности отдельных деталей изделия выступает система показателей рациональности использования материальных ресурсов.

Все показатели можно подразделить на три основные группы:

- 1) показатели рационального использования сырья и материалов в производстве готового продукта;
- 2) показатели рациональности использования топлива, тепловой и электрической энергии;
- 3) комплексные показатели рационального использования материальных ресурсов.

Все показатели обычно делятся на плановые (нормативные) и отчётные (фактические).

К первой группе относятся показатели выхода годного и разновидности коэффициентов использования материалов.

Показатели выхода годного (коэффициенты извлечения продукции из исходного сырья и материалов) определяются в обосновании прогрессивности норм и использовании исходного сырья.

Как правило, они рассчитываются во всех случаях, когда сырьё потребляется в виде различных смесей и по своим природным свойствам содержит различные примеси и естественные пороки, непригодные для получения необходимой продукции (например, железная руда, кроме элементарного железа, содержит до 60 % примесей, которые определяют качество руды и выход из неё железа). Неоднородными свойствами обладают шихтовые материалы, химическое, кожевенное, пищевое сырьё, натуральная древесина в виде круглого леса и т.д.

Выход годного и показывает, насколько эффективно расходуется сырьё для получения из него готовой продукции. Этот показатель обычно рассчитывается в процентном отношении по следующей формуле:

$$B_c = \frac{Q_c}{Q_{исх}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где B_c – выход годного (коэффициент извлечения продукции из годного сырья или материалов);

Q_c – количество готового продукта;

$Q_{исх}$ – количество исходного сырья, затраченного на производство готового продукта.

Коэффициенты использования материалов могут быть плановыми (нормативными) и фактическими (отчётными). Обычно они определяются в долях единицы. Он характеризует долю отходов по отношению к норме расхода или общему фактическому расходу. Плановый коэффициент использования материала определяется по формуле

$$K_u^{пл} = \frac{Q_c}{H_p}, \quad (2)$$

где $K_u^{пл}$ – плановый (нормативный) коэффициент использования материала;

Q_c – чистый вес (масса) или полезный расход материала на деталь (изделие);

H_p – норма расхода материала на деталь (изделие).

Фактический (отчётный) коэффициент использования материала рассчитывается по формуле

$$K_u^{\phi} = \frac{Q_u}{Q_{\phi}}, \quad (3)$$

где K_u^{ϕ} – фактический (отчётный) коэффициент использования материала;
 Q_{ϕ} – фактический расход материала на деталь (изделие).

В хозяйственной практике применяется много различных разновидностей коэффициентов использования. Так, в заготовительных цехах рассчитывается коэффициент раскроя и определяется он как отношение веса заготовки к норме расхода. В общем виде он рассчитывается по формуле

$$K_{раскр} = \frac{Q_{заг}}{H_p}, \quad (4)$$

где $K_{раскр}$ – коэффициент раскроя материала на заготовки;
 $Q_{заг}$ – вес (объём, площадь) заготовки.

Чаще всего коэффициент раскроя представляет собой соотношение площадей и определяется по формуле

$$K_{раскр} = \frac{F_{пол}}{F_{исх}}, \quad (5)$$

где $F_{пол}$ – площадь полезно используемого материала;
 $F_{исх}$ – площадь раскраиваемого (исходного) материала.

При разной толщине материала используются соотношения объёмов, тогда коэффициент раскроя определяется по формуле

$$K_{раскр} = \frac{F_{пол}}{F_{исх}} \cdot \frac{t_o}{t_{исх}} = \frac{V_{пол}}{V_{исх}}, \quad (6)$$

где t_o – толщина материала в обработке;
 $t_{исх}$ – толщина раскраиваемого (исходного) материала;
 $V_{пол}$ – объём полезно используемого материала;

$V_{исх}$ – объём раскраиваемого (исходного) материала.

Для нормирования расхода и анализа рационального использования металла на производство проката, а также в машиностроении и металлообработке часто применяется расходный коэффициент. Он наиболее удобен для применения в мелкосерийном и единичном производстве.

Нормативный (плановый) расходный коэффициент представляет собой отношение нормы расхода к чистому весу (массе) детали и рассчитывается по формуле

$$K_p^{nl} = \frac{H_p}{Q_c}, \quad (7)$$

где K_p^{nl} – нормативный (плановый) расходный коэффициент;

Фактический (отчётный) расходный коэффициент рассчитывается как отношение фактического расхода к чистому весу (массе) данного материала:

$$K_p^{\phi} = \frac{Q_{фак}}{Q_c}, \quad (8)$$

Расходный коэффициент является величиной, обратной коэффициенту использования, т.е.:

$$K_p = \frac{1}{K_u}, \quad (9)$$

Как плановый коэффициент использования, так и плановый расходный коэффициент определяют относительный размер нормируемых отходов и потерь. Расходный коэффициент характеризует долю отходов по отношению к полезному расходу.

При количественном измерении эффективности использования материальных ресурсов оценивается: материалоёмкость; материалоотдача; коэффициент соотношения темпов роста объёма производства и материальных затрат; удельный вес материальных затрат в себестоимости продукции.

Материалоёмкость продукции представляет собой величину затрат материальных ресурсов на производство единицы продукции или работ. Это определение в самом общем виде характерно для любого уровня управления.

Материалоёмкость товарной продукции является обобщающим стоимостным показателем и представляет величину материальных затрат на

один рубль товарной продукции предприятия, объединения, подотрасли, отрасли:

$$ME = \frac{MЗ}{ВП}, \quad (10)$$

где ME – материалоемкость продукции;

MЗ – материальные затраты на производство продукции;

ВП – стоимость произведённой продукции.

Материалоотдача определяется делением стоимости произведённой продукции на сумму MЗ. Этот показатель характеризует отдачу материалов, т.е. сколько произведено продукции с каждого рубля потреблённых материальных ресурсов (сырья, материалов, топлива и энергии и т.д.):

$$MO = \frac{ВП}{MЗ}. \quad (11)$$

Вопросы и задания:

Базовый уровень

1. В чём суть расчётно-аналитического метода определения норм расхода материальных ресурсов?
2. Каково содержание отчётно-статистического метода расчёта норм расхода материальных ресурсов?
3. Поясните содержание опытного (опытно-лабораторного и опытно-производственного) метода расчёта норм расхода материальных ресурсов.
4. В чём суть методов расчёта норм расхода материальных ресурсов по укрупнённым нормативам и с помощью переводных коэффициентов?
5. Сформулируйте понятия материалоемкости общественного производства и продукции отрасли (подотрасли).
6. Каково содержание понятия материалоемкости промышленного производства?

Повышенный уровень

1. В чём суть показателей материалоемкости единицы произведённой продукции?
2. Каково содержание показателей материалоемкости единицы технической характеристики продукции?

3. Поясните содержание показателей материалоемкости единицы эксплуатационной характеристики продукции.

4. Назовите основные показатели степени использования материальных ресурсов в производстве.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб.пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я. Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 4. Экономические нормативы и методы ресурсосбережения (продолжение)

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен	ПК-1 ИД-1 анализирует	Пороговый уровень

<p>организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса</p>	<p>качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации</p>	<p>понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;</p>
	<p>ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля</p>	<p>Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;</p>
	<p>ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции</p>	<p>Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;</p>

		<p>Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства</p>
--	--	--

Вопросы и задания:

Базовый уровень

Задача 1

Величина полезного расхода в производстве изделия равна 10 кг, отходы составляют 25 % от чистого веса. Определить норму расхода, коэффициент использования материала и расходный коэффициент при изготовлении изделия.

Задача 2

Определить, на каком предприятии более рационально используются материальные ресурсы при изготовлении аналогичных деталей с одинаковыми нормами расхода, равными 2,5 кг, если известно:

- а) отходы на первом предприятии составляют 0,75 кг;
- б) расходный коэффициент на втором предприятии равен 1,15.

Задача 3

Изменится ли уровень рациональности использования материалов, если известно, что в базовом году чистый расход составил 5 кг, коэффициент использования равен 0,7, а в плановом году полезный расход уменьшится на 0,5 кг, сумма отходов и потерь уменьшится на 0,15 кг.

Задача 4

Производственная программа в базовом году составила 11,5 тыс. шт. изделий. За счёт уменьшения отходов коэффициент использования увеличился к концу года с 0,8 до 0,85. Сколько дополнительных изделий можно будет произвести в плановом году при объёме ресурсов базового года?

Задача 5

На 1 т металлопроката расходуется 1 130 кг чёрного металла. Определить расходный коэффициент и коэффициент использования.

Задача 6

Полезный расход материала на деталь равен 30 кг. Отходы составляют 25 % от полезного расхода. Определить норму расхода материала, коэффициент использования, расходный коэффициент.

Задача 7

Определить, на каком машиностроительном заводе более прогрессивная технология, сравнивая удельные расходы материалов на потребительские свойства (производительность ткацкой машины), приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для расчёта удельного расхода

Показатель	1-й завод		2-й завод	
	Вид ткацких машин			
	1-й	2-й	3-й	4-й
Производительной ткацкой машины h , м ² /ч	50	40	60	90
Объём производства ткацких машин за определённый период q , шт.	4	3	4	5
Расход металла на каждую ткацкую машину m , кг	60	30	60	70

Задача 8

На сколько процентов можно увеличить выпуск продукции при неизменной потребности в материале, если коэффициент использования в базовом периоде равен 75 %, а в плановом – 80 %? Считать, что полезный расход является величиной неизменной.

Задача 9

Материальные затраты на производство изделия составляют 60 руб., себестоимость равна 80 руб. Определить материалоемкость изделия и дать характеристику применения этого показателя на отраслевом уровне.

Задача 10

Определить чистую массу детали, если известно, что норма расхода равна 11 кг, а расходный коэффициент 125 %.

Задача 11

По десяти электростанциям известны следующие данные:

Таблица 2 – Исходные данные для расчёта удельного расхода топлива

Электростанции / вариант	Отпуск электроэнергии за год, тыс. кВт·ч	Годовой расход условного топлива на отпущенную электроэнергию, т	
		Фактический	По норме, на 1 000 кВт·ч
1	489 759	251 054	0,5
2	43 943	41 245	0,9
3	44 254	45 975	1,0
4	8 584	9 045	0,7
5	59 430	38 140	0,6
6	54 590	35 684	0,55
7	23 879	12 400	0,5
8	173 881	115 468	0,8
9	54 620	23 840	0,4
10	167 113	93 451	0,65

Определить каждой электростанции удельный расход топлива на 1 000 кВт·ч отпущенной электроэнергии и экономию (перерасход) топлива на годовой отпуск электроэнергии.

Задача 12

Два предприятия выпускают одинаковое количество автопокрышек. Общий расход резины на производство автопокрышек на первом предприятии – 1 200 т. При этом потери резины составляют 15 % от чистого расхода. На втором предприятии общий расход резины ниже на 50 т, а чистый – меньше на 5 % по сравнению с соответствующими показателями первого предприятия. Сравнить коэффициенты потерь резины на этих предприятиях.

Повышенный уровень

Задача 1

Общий расход металла на производство партии деталей – 60 т. При этом потери составляют 15 % общего расхода. В результате мероприятий по модернизации производства абсолютная величина потерь металла снизится на 15 т (объём производства и чистый расход металла на одно изделие не уменьшались). Сравнить коэффициенты использования металла до и после модернизации.

Задача 2

Производство может быть осуществлено двумя технологиями: при первой – чистый расход электроэнергии составляет 750 кВт·ч, потери электроэнергии – 30 % чистого расхода; другая технология предполагает увеличение чистого и общего расхода электроэнергии на 110 кВт·ч по сравнению с первой. Какая технология выгоднее с точки зрения сокращения потерь?

Задача 3

Определите примерный размер экономии металла в одной из отраслей машиностроения, если известно, что в 2011 году её предприятия произведут 120 тыс. машин со средним удельным расходом металла на машину 2,2 т.

Таблица 3 – Исходные данные для расчёта размера экономии металла

Наименование использованного металла	Коэффициент полезного использования, %	Чистая масса деталей, кг	Величина отходов, кг
Чугунное литьё	75	2 200	900
Стальное литьё	70	1 000	480
Сталь:			
- листовая	68	500	300
- прутковая	74	425	120
- в слитках	72	490	140
Бронза	90	35	4

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

- Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интернет Инжиниринг, 2005. - 670 с.
- Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

- Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я. Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.
- Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 5. Нормирование расхода и пути экономии металлов и сплавов в промышленном производстве

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических

		режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Теоретическая часть

Нормирование расхода шихтовых материалов в литейном производстве

В изделиях машиностроения и металлообработки около 50 % готовых деталей представляют собой отливки.

В литейных цехах машиностроительных заводов получают как готовые детали, так и заготовки. При современной технологии литейного производства можно изготавливать заготовки нужных форм и размеров, близких к формам и размерам готовых деталей.

Особенности нормирования расхода материалов для литейного производства машиностроительных предприятий связаны с его четырёхфазным характером (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема технологического процесса получения отливок

Массу отливки, литниковой системы и прибылей определяют опытно-производственным методом. При этом количество одновременно взвешиваемых деталей зависит от массы каждой детали.

Прогрессивные технологические процессы изготовления литейных форм, по сравнению с сухими песчаными формами, имеют значительную экономическую эффективность. Так литьё в формы из быстротвердеющих смесей позволяет снизить трудозатраты на 1 т литья на 25 %, массу отливок – на 10 %, припуски на механическую обработку – на 50 %.

Подетальные нормативы угара при плавке металлов зависят от марки сплава и плавильного агрегата.

Нормативная база расходных литейных материалов состоит из технико-экономических показателей производства литья (баланс литья), норм расхода металлической шихты на 1 т годного литья и норм расхода вспомогательных огнеупорных и других материалов.

Измерителем расхода литейных материалов является 1 т годного литья, 1 т жидкой стали, 1 т обработанного литья, выплавляемого с помощью данной модельной оснастки.

Технологический процесс определения нормы расхода состоит из следующих этапов:

Первый этап – определение подетально-специфицированной нормы расхода сырья на изделие по формуле

$$M_{ж.м.} = \sum |M_{г.отл.} + M_{лит.}| \cdot n, \quad (12)$$

где $M_{ж.м.}$ – масса жидкого металла на изделие;

$M_{г.отл.}$ – масса годных отливок;

$M_{лит.}$ – масса литниковой системы;

n – количество одноимённых деталей в изделии.

Второй этап – определение массы металлозавалки на изделие в разрезе марок сплавов по формуле

$$M_{изд.} = \frac{M}{\left[\left(\frac{1-\alpha}{100} \right) \cdot \left(\frac{1-\beta}{100} \right) \right]}, \quad (13)$$

где α – коэффициент, учитывающий брак деталей;

β – коэффициент, учитывающий безвозвратные отходы.

Третий этап – определение средневзвешенной нормы расхода шихтовых материалов на 1 т годного литья по формуле

$$H_{1т г.отл.} = \frac{\left(\sum M_{изд.} \cdot X \cdot П_{изд.} \right)}{\left(100 \cdot \sum M \cdot П_{изд.} \right)}, \quad (14)$$

где $П_{изд.}$ – план производства изделий;

X – удельный вес данного шихтового материала в шихте.

Методические указания по расчёту нормы расхода компонентов шихты

Масса металлической завалки (М) складывается из следующих элементов:

$$M = M_{отл.} + M_{в.о.} + M_{б.п.}, \quad (15)$$

где $M_{отл.}$ – масса годной отливки, кг;

$M_{в.о.}$ – масса всех возвратных отходов, приходящихся на одну отливку, кг;

$M_{б.п.}$ – масса безвозвратных потерь.

Массу металлической завалки (М) можно определить и по следующей формуле

$$M = M_{ж.м.} + M_{б.п.}, \quad (16)$$

где $M_{ж.м.}$ – масса жидкого металла, залитого в формы;

Масса жидкого металла (кг) включает:

$$M = M_{дет.} + M_{пр.} + M_{лит.} + M_{бр.} + M_{с.л.}, \quad (17)$$

где $M_{дет.}$ – масса детали по чертёжным размерам;

$M_{пр.}$ – масса металла на припуски;

$M_{лит.}$ – масса металла на литники и прибыли;

$M_{бр.}$ – масса бракованных отливок;

$M_{с.л.}$ – масса металла на сливы, сплески, заливывы.

Обычно возвратные отходы и безвозвратные потери выражаются в процентах к массе металлозавалки. В этом случае масса металлической завалки определяется по следующей формуле

$$M = M_{отл.} + \left[\left(\frac{M \cdot a}{100} \right) + \left(\frac{M \cdot b}{100} \right) \right], \quad (18)$$

где a – возвратные отходы (литники, прибыли, брак и др.), в % к массе металлозавалки;

b – безвозвратные потери, в % к массе металлозавалки.

Норма расхода компонентов шихты определяется по формулам:
а) в составе металлозавалки:

$$H_i = \frac{(M \cdot r_i)}{100}, \quad (19)$$

где M – масса металлозавалки;

r_i – процентное содержание i -го компонента в шихте (%).

б) на 1 т годных отливок:

$$H_i = \frac{(100 \cdot M \cdot r_i)}{M_{отл.}}, \quad (20)$$

Коэффициент выхода годного литья ($B_{г.л.}$) определяется по формуле

$$B_{г.л.} = \left(\frac{M_{отл.}}{M} \right) \cdot 100\%, \quad (21)$$

Вопросы и задания:

Базовый уровень

1. В чём суть методики определения норм расхода листового металлопроката при индивидуальном и групповом раскросе?
2. Определите порядок расчёта норм расхода сортового проката при механической обработке.
3. Дайте определения понятий «отливка», «шихта», «металлозавалка», используемых в литейном производстве.
4. Какие материальные ресурсы входят в состав металлозавалки при производстве литых заготовок?
5. Перечислите основные виды литья и охарактеризуйте каждый из них.
6. Определите порядок расчёта норм расхода металла в литейном производстве.
7. Какие составляющие входят в норму расхода металла в кузнечно-штамповочном производстве?

Повышенный уровень

1. Что входит в понятие «отходы и потери» в кузнечно-штамповочном производстве? Как их определяют?
2. В чём суть методики нормирования расхода металла на изготовление деталей при ковке и штамповке?

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб.пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я. Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 6. Нормирование расхода и пути экономии металлов и сплавов в промышленном производстве (продолжение)

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен	ПК-1 ИД-1 анализирует	Пороговый уровень

<p>организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса</p>	<p>качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации</p>	<p>понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;</p>
	<p>ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля</p>	<p>Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;</p>
	<p>ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции</p>	<p>Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;</p>

		<p>Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства</p>
--	--	--

Вопросы и задания:

Базовый уровень

Задача 1

Определить норму расхода шихтовых материалов на изготовление 20 отливок с общим черновым весом 800 кг. Исходные данные:

1. Вес литников и прибыли – 180 кг.
2. Безвозвратные потери – 3 %.
3. Возвратные потери – 5 %.
4. Брак – 2 %.
5. Рецепт шихты:
 - а) чугунный лом – 40 %;
 - б) стальной лом – 8 %;
 - в) чугун зеркальный – 30 %;
 - г) литейный коксовый чугун – 15 %;
 - д) ферросилиций – 2 %;
 - е) возвратные отходы – 5 %.

Задача 2

Определить норму расхода шихтовых материалов на партию деталей из 18 штук и выход годного литья, а также экономию материалов в результате внедрения организационно-технических мероприятий на основе следующих исходных данных:

1. Суммарный черновой вес отливки составляет – 820 кг.
2. Вес литников и прибыли – 228 кг.
3. Состав шихты (в %):

- 1) литейный коксовый чугун – 18,0;
 - 2) стальной лом – 10,0;
 - 3) ферросилиций доменный – 0,7;
 - 4) чугун зеркальный – 4,0;
 - 5) чугун лом зеркальный и возвратные отходы – 47,3;
4. Безвозвратные потери – 5 %.
 5. Брак литья – 4 %.
 6. Прочие возвратные потери – 3 %.

В результате внедрения организационно-технических мероприятий безвозвратные потери снизились до 4 %, брак и прочие возвратные отходы до 5 %, вес литников и прибылей на 20 %.

Задача 3

Определить норму расхода шихтовых материалов на 1 т годного литья на отливку деталей из серого чугуна марки СЧ20, используя данные таблицы 4.

Таблица 4 – Исходные данные для расчёта нормы расхода шихтовых материалов

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса одной отливки, кг	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Масса литниковой системы, кг	8	10	12	14	15	15	16	20	20	20
Безвозвратные отходы, %	8	10	12	14	15	16	14	15	16	14
Брак, %	1	1	2	3	4	5	6	3	4	5
Количество деталей, шт	20	25	30	35	40	45	40	40	20	25

Шихта принята следующего состава, %:

- 1) литейный чугун – 30;
- 2) передельный чугун – 11;
- 3) зеркальный чугун – 7;
- 4) доменный чугун – 5;
- 5) лом углеродистых сталей – 32;
- 6) возврат собственного производства – 15.

Задача 4

Рассчитать норму расхода шихтовых материалов до и после внедрения организационно-технических мероприятий, а также экономию металла при

производстве 1 000 штук деталей. Вес каждой отливки на деталь равен 400 кг, безвозвратные потери равны – 8 %, брак – 4 %. Рецепт шихты (в %) приведён в таблице 5.

Таблица 5 – Рецепт шихты для расчёта нормы расхода

Наименование компонентов	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Литейный чугун Л-1	28	26	20	25	27	25	24	23	27	26
2. Литейный чугун Л-2	10	11	20	15	11	13	14	12	11	12
3. Передельный чугун П-1	10	10	10	10	10	9	5	8	14	13
4. Ковкий чугун КЧ30-6	1	2	1	3	1	3	5	4	7	2
5. Доменный ферросилиций	3	4	3	2	3	5	3	3	3	3
6. Лом углеродистых сталей	18	19	16	20	18	15	20	31	15	18
7. Собственные возвратные отходы	30	28	30	25	30	30	29	19	24	26
Итого:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Задача 5

Определить норму расхода шихтовых материалов на изготовление коленчатого вала из серого чугуна. Отливка вала производится в землю. Рецепт шихты приведён в таблице 6.

Таблица 6 – Рецепт шихты (%)

Наименование компонента	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Чугун литейный	42	40	41	39	35	37	45	41	46	43
2. Лом стальной	12,5	14,5	13,5	18,5	19,5	15,5	11,5	13,0	10,5	12,0
3. Лом чугунный покупной и возврат собственного производства	43,4	43,4	43,4	40,4	43,4	45,4	41,1	43,9	41,4	42,9
4. Ферросилиций доменный	0,9	0,9	1	1	1,2	1,2	0,9	0,8	0,7	1
5. Ковкий чугун	1,2	1,2	1,1	1,1	0,9	0,9	1,2	1,3	1,4	1,1
Итого:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Чистый вес отливки, кг	60	65	62	61	63	67	66	31	32	39

Литники и прибыли составляют 25 % от веса отливки. Припуски на механическую обработку отливок составляют 8 % от веса готовой детали. Возвратные потери – 6 %, брак – 5 %.

Рассчитать экономию металла от замены литья в землю оболочковым литьем. Вес детали оставался прежним. Вес литников и прибылей сократился до 12 % от веса отливки, припуски на механическую обработку сократились до 5 %, безвозвратные потери – до 2,5 %, брак – до 1 %.

Повышенный уровень

Задача 1

Определить массу металлозавалки на изделие А при массе жидкого металла равной 180 кг и сумме всех технологических отходов и потерь литья не более 21 кг.

Задача 2

Рассчитать возврат собственного производства литейного цеха на деталь Б в процентах от металлозавалки и в массе при известных выходе годного литья – 77 %, технологических отходах и потерях равных 5 % и массе детали – 3,3 кг.

Задача 3

Определить степень использования сырья, если известно, что содержание в нём чистого металла составляет 32 %, а коэффициент выхода годного – 28 %.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я. Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

**ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА МЕТАЛЛА
НА ПРОИЗВОДСТВО ПОКОВОК**

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по

		оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Теоретическая часть

Поковки и штамповки получают путём давления металла в горячем или холодном состоянии на различном кузнечном оборудовании.

Основные этапы технологического процесса получения детали из поковки или штамповки представлены на рисунке 2.

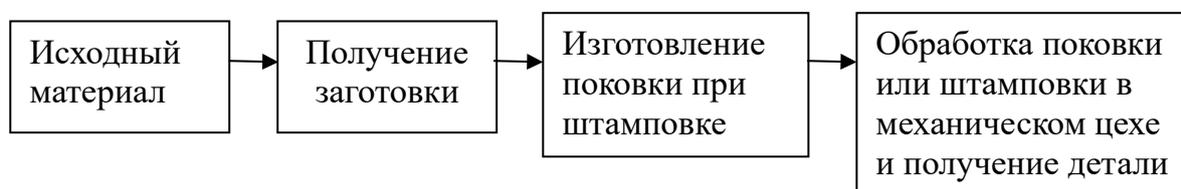


Рисунок 2 – Основные этапы технологического процесса получения детали из поковки или штамповки

При определении норм расхода металла в кузнечно-прессовом производстве исходными данными являются: конструкторско-технологическая документация: ГОСТы, ОСТы, нормы, ТУ; нормативы технологических потерь; таблицы размеров канавок и штамповочных уклонов при штамповке; прейскуранты цен на металл.

Определение нормы расхода металла на изготовление деталей свободной ковкой или штамповкой заключается в расчёте размеров и массы исходной заготовки.

В норму расхода металла при этом включаются масса поковки или штамповки, а также заготовительные и технологические отходы металла.

$$H_p = M_n + M_{з.о.} + M_{т.о.} + M_y, \quad (22)$$

где M_n – масса поковки;

$M_{з.о.}$ – масса заготовительных отходов или потерь металла;

$M_{т.о.}$ – масса технологических отходов при ковке или штамповке;

M_y – масса металла, теряемого на угар при нагреве заготовки.

Масса поковки определяется по формуле

$$M_n = M_{дет.} + M_{пр.} + M_{доп.} + M_n, \quad (23)$$

где $M_{дет.}$ – масса чертёжной (чистой) детали;

$M_{пр.}$ – масса металла на припуски;

$M_{доп.}$ – масса металла на допуски;

M_n – масса металла на напуск, если он предусмотрен технологическим процессом.

Нормирование расхода металла при свободной ковке

Исходными заготовками при изготовлении деталей методом свободнойковки могут служить:

- а) стальные слитки;
- б) прокат.

Если исходной заготовкой служит слиток стали, то объём слитка, необходимого для изготовления детали методом свободной ковки, определяется по формуле

$$V = V_n + V_{прб.} + V_{дон.} + V_{обр.} + V_в + V_у, \quad (24)$$

где V_n – объём поковки;

$V_{прб.}$ – объём обрубаемой прибыльной части слитка, равный 20–25 % массы слитка;

$V_{дон.}$ – объём обрубаемой донной части слитка, равный 5–7 % массы слитка;

$V_{обр.}$ – объём металла на обрубку;

$V_в$ – объём металла на высечки (выдры);

$V_у$ – объём металла на угар (зависит от способа нагрева).

Масса слитка (кг) рассчитывается умножением его объёма на плотность металла:

$$M_{сл.} = \frac{(V_{сл.} \cdot q)}{1000}, \quad (25)$$

где q – плотность металла, г/см³.

Если из слитка изготавливается одна поковка, то норма расхода металла (кг) будет равна массе слитка:

$$H_p = M_{сл.}, \quad (26)$$

Если из слитка изготавливается несколько одинаковых поковок, то норма расхода на одну деталь определяется:

$$H_p = \frac{M_{сл.}}{n}, \quad (27)$$

где n – число поковок.

Методом ковки детали чаще всего изготавливаются из проката. Норма расхода металла в этом случае складывается из массы технологической заготовки и заготовительных отходов.

$$H_p = M_{заг.} + M_{з.о.}, \quad (28)$$

где $M_{заг.}$ – масса заготовки;

$M_{з.о.}$ – масса заготовительных отходов на обрубки конца прутка, на стружку при обрезке не кратность прутка.

Массу заготовки определяют по формуле

$$M_{заг.} = \frac{(V_{заг.} \cdot q)}{1000}. \quad (29)$$

Или используют для расчётов формулы из таблицы 7.

Таблица 7 – Формулы для расчёта массы заготовки в зависимости от вида материала

Материал	Формула расчёта	Обозначения
1	2	3
Лист, лента или полоса	$M = \frac{a \cdot b \cdot L \cdot q}{10^6}$	M – масса, кг; a, b – площадь сечения материала, мм ² ; L – длина листа, ленты или полосы, мм; q – плотность материала, г/см ³ ; 10^6 – переводной коэффициент.
Продолжение таблицы 7		
1	2	3
Квадратный пруток	$M = \frac{a^2 \cdot L \cdot q}{10^6}$	a^2 – площадь сечения, мм ² .
Круглый пруток	$M = \frac{0,7854 \cdot a^2 \cdot L \cdot q}{10^6}$	
Шестигранный пруток	$M = \frac{0,866 \cdot S^2 \cdot L \cdot q}{10^6}$	S^2 – размер под ключ, мм ² .
Труба	$M = \frac{0,7854 \cdot (d^2 - d^2) \cdot L \cdot q}{10^6}$	$0,7854(d^2 - d^2)$ – площадь материала, мм ² .

Объём технологической заготовки складывается из следующих элементов:

$$V_{заг.} = V_n + V_{обр.} + V_в + V_y, \quad (30)$$

где V_n – объём поковки;

$V_{обр.}$ – объём металла на обрубки;

$V_в$ – объём металла на высечки (выдры);

V_y – объём металла на угар (зависит от способа нагрева).

Объём поковки (см³) рассчитывается:

$$V_n = V_d + V_{np.} + V_{доп.} + V_n, \quad (31)$$

где V_d – объём готовой детали по чертежу;

$V_{np.}$ – объём металла на припуски;

$V_{доп.}$ – объём металла на допуски;

V_n – объём металла, идущего в напуск.

Практически объём поковки определяется таким образом: поковка разбирается на геометрические фигуры, объём которых определяется по соответствующим формулам.

Размеры припусков и допусков регламентированы государственным стандартом. При свободной ковке на молотах припуски на механическую обработку определяют так:

на толщину поковки или диаметр поковки (D)

$$\delta_1 = 0,06D + 0,0017L + 2,8; \quad (32)$$

на длину поковки (L)

$$\delta_2 = 0,08D + 0,002L + 10. \quad (33)$$

При свободной ковке на прессах припуски на механическую обработку определяются так:

на толщину или диаметр поковки (D)

$$\delta_1 = 0,06D + 0,002L + 23; \quad (34)$$

на длину поковки (L)

$$\delta_2 = 0,05D + 0,05L + 26. \quad (35)$$

Допуски на кузнечную обработку (мм) при изготовлении деталей ковкой на молотах можно определять по следующим формулам:

на толщину поковки или диаметр поковки (D)

$$\pm\Delta_1 = 0,028D + 0,004L + 0,5; \quad (36)$$

на длину поковки (L)

$$\pm\Delta_2 = 0,03D + 0,003L + 1,2. \quad (37)$$

Предельный диаметр или толщина поковки

$$D_n = D + \delta_1 \pm \Delta_1 \quad (38)$$

Предельная длина поковки L

$$L_n = L + \delta_2 \pm \Delta_2 \quad (39)$$

После определения объёма поковки рассчитывают составляющие элементы отходов.

Объём обрубков заготовки (см^3) рассчитывается:

1) для прямоугольных сечений:

а) при ковке под молотом

$$V_{обр.} = 0,30b^2 \cdot h; \quad (40)$$

б) при ковке под прессом

$$V_{обр.} = 0,26b^2 \cdot h; \quad (41)$$

где b – ширина заготовки;

h – высота заготовки.

2) для цилиндрических сечений:

а) при ковке под молотом

$$V_{обр.} = 0,23D^3; \quad (42)$$

б) при ковке под прессом

$$V_{обр.} = 0,21 D^3. \quad (43)$$

Для определения отходов на обрубку можно воспользоваться данными таблицы 8.

Таблица 8 – Ориентировочные значения отходов на угар и обрубку при получении поковок

Тип поковок	Потери металла от массы поковки, %
1	2
Глухие фланцы, пластины, кубики, бруски	1,5–2,5
Фланцы с отверстием, хомуты, подвески, гайки	2,0
Кольца	2,5
Гладкие валы, вилки	5,0–7,0

Продолжение таблицы 8

Валы и валики с односторонними уступами или фланцами, болты, шпонки, траверсы	7,0–10,0
Валы и валики с двухсторонними уступами или бортиками, шпиндели, серьги, скобы	10,0–15,0
Гаечные ключи, поковки типа шатунов	15,0–18,0
Рычаги сложные шатуны, кривошип	18,0–25,0
Коленчатые валы, рычаги	25,0–30,0

Объём высечки (выдры) при образовании отверстия в поковках зависит от способа изготовления поковок.

Если применяется прошивка с подкладными кольцами, то объём выдры (см^3)

$$V_в = (0,5 + 0,6) d_{пр.}^2 \cdot h, \quad (44)$$

где $d_{пр.}$ – диаметр прошивки;

h – высота прошиваемой заготовки.

Если применяется прошивка без подкладного кольца с кантовкой прошиваемой заготовки, то объём выдры находится следующим образом:

$$V_в = (0,15 + 0,20) d_{пр.}^2 \cdot h. \quad (45)$$

Объём потерь металла на угар (см^3) зависит от способа нагрева и определяется так:

$$V_y = \frac{[\alpha(V_n + V_{обр.})]}{100}, \quad (46)$$

где α – потери металла на угар, % к массе заготовки;

$V_{обр.}$ – потери на обрубки, на облой при штамповке и высечке, если они имеются.

Значение коэффициента α зависит от способа нагрева (таблица 9).

Таблица 9 – Значения коэффициента α в зависимости от способа нагрева

Способ нагрева	Потери за один нагрев для заготовки из стали
Нагрев в камерной печи с нефтяным отоплением	2,5
Нагрев в методической печи с нефтяным отоплением	2,0
Нагрев в камерной газовой печи	2,0
Нагрев в методической газовой печи	1,5
Нагрев в печи с восстановительной средой	0,1
Электронагрев печной	1,0
Электронагрев контактный	0,25
Индукционный нагрев т.в.ч.	0,2
Нагрев в расплавах солей и металлов	0,1

При мелкосерийном и единичном производстве норму расхода металла при изготовлении деталей ковкой рассчитывают с применением укрупнённых коэффициентов, характеризующих отходы и потери металла в кузнечном и заготовительном цехах:

$$H_p = M_{заг.} \cdot K_{заг.}, \quad (47)$$

где $M_{заг.}$ – масса технологической заготовки, кг;

$K_{заг.}$ – коэффициент заготовительных потерь, характеризующих отходы металла при резке заготовок.

$$M_{заг.} = M_n \cdot K_o, \quad (48)$$

где M_n – масса поковки;

K_o – коэффициент технологических отходов при ковке в зависимости группы сложности и способа производства.

Значение K_o для свободнойковки даются в справочниках по 12 группам поковок. Часть из них приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Значения коэффициента технологических отходов при ковке

№ группы поковок	Вид поковок, изготавливаемых из проката	K_o
1	Поковки, изготавливаемые без обсеки (фланцы глухие, круглые, овальные, пластины)	1,02–1,03
2	Поковки, изготавливаемые протяжкой с последующей гибкой в приспособлении (вилки, скобы)	1,03
3	Поковки, изготавливаемые протяжкой с односторонними уступами (болты с круглой и квадратной головкой, шпонки)	1,07–1,09
4	Поковки, изготавливаемые свободнойковкой с обсекой краев (державки)	1,09–1,012
5	Поковки, изготавливаемые осадкой с последующей подшивкой (фланцы, шестерни, гайки)	1,10–1,15
6	Поковки, изготавливаемые комбинированными приемами свободнойковки	1,15–1,2

Вопросы и задания:

Базовый уровень

Задача 1

Определить норму расхода и коэффициент использования металла при изготовлении детали методом свободнойковки под прессом. Исходные данные: чистый вес детали 89,2 кг. Деталь изготавливается из квадратной стали. Длина детали 860 мм, сторона – 120 мм, диаметр отверстия, пропиливаемого без подкладного кольца – 40 мм, высота – 60 мм. Объем допусков и напуска составляет 408 см³. Нагрев заготовки осуществляется в методической печи с газовым отоплением. Заготовительные отходы составляют 3,8 кг.

Задача 2

Определить норму расхода и коэффициент использования металла при изготовлении поковки вала методом свободной ковки под молотом. Исходные данные:

1. Чистый вес детали – 13,6 кг.
2. Деталь изготавливается из круглой стали.
3. Размеры детали: L – 280 мм, d – 80 мм.
4. Диаметр отверстия, прошиваемого с подкладным кольцом – 16 мм.
5. Нагрев заготовки – индукционный.
6. Заготовительные отходы составляют 0,4 кг.

Задача 3

Определить норму расхода и коэффициент использования металла при изготовлении заготовки детали методом свободной ковки под прессом.

Исходные данные:

1. Чистый вес детали – 3,6 кг.
2. Деталь изготавливается из круглой стали.
3. Длина детали – 160 мм, диаметр – 60 мм.
4. Диаметр прошиваемого сквозного отверстия – 18 мм.

Повышенный уровень

Задача 1

Определить норму расхода металла при изготовлении поковки из слитка стали. Исходные данные:

1. Масса поковки – 12,5 кг.
2. Объем металла на обрубку составляет 12,8 см³.
3. Слиток нагревают в камерной печи с нефтяным отоплением.

Задача 2

Рассчитать норму расхода металла в условиях единичного производства. Поковка изготавливается путем обески краев. Масса поковки – 12,6 кг. Коэффициент заготовительных потерь – 1,2.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 8. Нормирование расхода металла при штамповке

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный

		<p>уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;</p>
	<p>ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля</p>	<p>Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;</p>
	<p>ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции</p>	<p>Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации</p>

		технологических режимов химического производства
--	--	--

Теоретическая часть

Норма расхода металла при штамповке на молотах и прессах определяется по формуле

$$H_p = M_{заг.} \cdot M_{з.о.}, \quad (49)$$

где $M_{заг.}$ – масса заготовки;

$M_{з.о.}$ – масса заготовительных отходов.

Массу заготовки определяют, исходя из объёма заготовки:

$$M_{заг.} = \frac{V_{заг.} \cdot \rho}{100}. \quad (50)$$

Объём заготовки (см³) рассчитывают с учётом отходов металла на заусенец (облой), высечки (выдры) при прошивке отверстий, клещевины, потерь на угар и образование окалины при нагреве:

$$V_{заг.} = V_n + V_{обл.} + V_{кл.} + V_v + V_y, \quad (51)$$

где V_n – объём поковки (штамповки);

$V_{обл.}$ – объём металла, идущего в облой;

$V_{кл.}$ – объём металла на клещевину;

V_v – объём металла на высечку (выдру);

V_y – объём металла на угар.

Объём поковки определяется по чертежу и складывается из объёма готовой детали плюс припуск на механическую обработку и напуск при горячей штамповке:

$$V_n = +V_{дет.} + V_{пр.} + V_{нап.} + V_{дон.}, \quad (52)$$

где $V_{дет.}$ – объём готовой детали;

$V_{пр.}$ – объём металла на припуски;

$V_{нап.}$ – объём металла на напуски;

$V_{доп.}$ – объём металла на допуски.

Объём металла на внешний облой ($V_{обл.}$) может быть установлен по следующей формуле

$$V_{обл.} = f \cdot S_o + k_{з.к.} \cdot F_{обл.} \cdot S'_o, \quad (53)$$

где f – площадь сечения мостика облойной канавки;

S_o – длина линии, описанной вокруг штампованной заготовки центром тяжести мостика;

$k_{з.к.}$ – коэффициент заполнения металлом магазина облойной канавки;

S'_o – длина линии, описанной вокруг штампованной заготовки центром тяжести выплава облоя в магазин;

F – площадь сечения канавки, мм²;

Масса облоя (кг) определяется путём умножения его объёма на плотность металла.

В случаях, когда штамповка заготовки без клещевины невозможна, её величина предусматривается в норме расхода металла. Потеря на клещевину начисляется только при массе поковок 3,5 кг и выше.

При массе поковок от 3,5 кг до 20 кг объём металла на клещевину ($V_{кл.}$) находится умножением площади поперечного сечения заготовки на 0,5–0,8, её диаметра или стороны квадрата.

Масса отходов металла на клещевину (кг):

$$M_{кл.} = \frac{M_n \cdot P_k}{100}, \quad (54)$$

где P_k – отношение массы клещевины к массе поковки, %, принимается по данным таблицы 11.

Таблица 11 – Отходы металла на клещевину при штамповке на молотах

Масса поковки, M_n , кг	Клещевина			Отношение массы клещевины к массе поковки P_k , %
	Диаметр d , мм	Длина L , мм	Масса $M_{кл.}$, кг	
До 0,5	–	–	–	–
0,5–1	30–34	24–26	0,13–0,20	26–20

1–2	35–38	27–29	0,22–0,27	22 12,5
2–3,5	38–43	30–36	0,27–0,45	13,5–13
3,5–5	45–48	37–40	0,45–0,55	13–11
5–12	50–60	40–45	0,58–1,00	11,5–8,5
12–20	65–70	48–55	1,2–1,65	10–8
20–35	75–80	75–80	2,6–3,15	13–9
35–60	85–110	85–110	3,78–8,2	13,5–11
60–110	115–120	115–120	9,3–10,6	15,5–9,5
110–190	125–140	125–140	12,1–17,0	11–9

Вопросы и задания:

Базовый уровень

Задача 1

Определить норму расхода металла и коэффициент использования при штамповке на прессах. Исходные данные: масса детали по чертежу – 29,4 кг; деталь изготавливается из круглой стали и имеет размеры: L – 260мм, диаметр отверстия – 16 мм. Припуск на механическую обработку детали по сечению – 3 мм, по длине детали – 4 мм. Площадь сечения облойной канавки – 10 см², периметр штамповки по листу облоя – 40 см. Коэффициент заполнения облойной канавки – 0,8. Нагрев заготовки осуществляется в камерной печи с нефтяным отоплением.

Задача 2

Рассчитать экономию металла при замене свободнойковки под молотом штамповкой. Определить коэффициент использования металла и во втором случае. Исходные данные:

1. Чистый вес детали – 22,4 кг.
2. Деталь изготавливается из круглой стали.
3. Размеры детали: L – 500 мм, общий диаметр детали – 75 мм, диаметр сплошного отверстия – 22 мм.
4. Припуски на механическую обработку при штамповке на 40 % меньше, чем при свободнойковке.
5. Масса заготовительных отходов при свободнойковке – 0,4 кг, при штамповке – 0,28 кг.
6. Форма мостика облойной канавки – цилиндр с радиусом в основании – 20 мм.

7. Длина линии, описываемой вокруг штампуемой детали центром тяжести мостика облойной канавки – 125 мм.

8. Коэффициент заполнения облойной канавки – 0,8.

9. Площадь сечения магазина облойной канавки – 140 мм².

10. Длина линии, описываемой вокруг штампуемой заготовки центром тяжести выплава облоя в магазины – 218 мм.

11. Нагрев заготовки как при ковке, так и при штамповке – индукционный.

Повышенный уровень

Задача 1

Рассчитать норму расхода металла на изделие и общий коэффициент использования металла при условии, что изделие включает детали, изготавливаемые штамповкой, свободной ковкой и литьём. Исходные данные:

- чистый вес штампованных деталей в изделии – 120 кг;
- чистый вес деталей, получаемых свободной ковкой – 210 кг;
- чистый вес литых деталей – 320 кг;
- коэффициент использования металла при штамповке – 0,75;
- при свободной ковке – 0,68;
- при литье – 0,6.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я. Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПУТИ ИХ ЭКОНОМИИ

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического

		производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Теоретическая часть

Топливогогорючие вещества выделяют при сжигании значительное количество теплоты, которая используется непосредственно в технологических процессах или преобразуется в другие виды энергии. К топливу, как правило, относят те горючие вещества, которые достаточно широко распространены в природе и основной составной частью которых является углерод: торф, бурый и каменный уголь, нефть и нефтепродукты (мазут, бензин), природный газ.

Направления расхода топлива и электроэнергии на технологические цели представлены на рисунке 5.

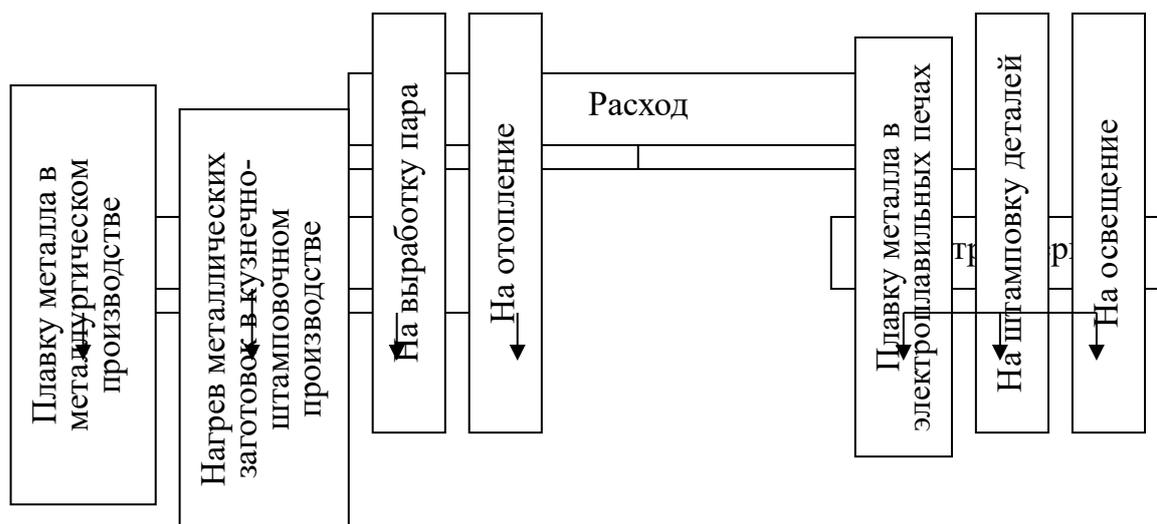


Рисунок 5 – Направления расхода топлива и электроэнергии

Расход, топлива нормируется в условном топливе (при сжигании 1 кг такого топлива выделяется 7 000 ккал тепла). В расчётах все виды натурального топлива приводятся к условному через calorific equivalents (расход натурального топлива умножается на calorific equivalent). Calorific equivalents are determined by the ratio of the calorific value of natural fuel to the calorific value of standard fuel. The calorific value of natural fuel varies, determined by corresponding reference books.

For example, the calorific value of Donetsk long-flame coal is 5 000–5 700 kcal/kg, of peat – 6 300–6 700 kcal/kg and so on.

Вопросы и задания:

Базовый уровень

1. Describe the order of calculation of the fuel norm for metal melting and steam production.
2. What does the calculation of fuel norms for heating buildings involve? Describe the sequence of calculation.
3. Name the main components of the electricity consumption norm for lighting.
4. Characterize the ways of saving fuel and energy resources in industrial enterprises and in households.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интернет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб.пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 10. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПУТИ ИХ ЭКОНОМИИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный

		<p>уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;</p>
	<p>ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля</p>	<p>Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;</p>
	<p>ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции</p>	<p>Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации</p>

		технологических режимов химического производства
--	--	--

Теоретическая часть

Методические указания к выполнению задач

1. Общее количество топлива, сжигаемого в плавильной печи определяют по формуле

$$B_m = \frac{q_1 \cdot Q_m + q_5 \cdot t_{пл}}{Q_n^p - (q_2 + q_3 + q_4)}, \quad (84)$$

где B_m – общее количество топлива, сжигаемого в плавильной печи, кг;

q_1 – норматив полезного расхода тепла, ккал;

Q_m – вес металлозавалки, т;

q_5 – норматив потерь тепла в окружающую среду, ккал/ч;

$t_{пл}$ – время плавки, час;

Q_n^p – теплотворная способность натурального топлива, ккал/кг;

q_2, q_3, q_4 – нормативы потерь тепла соответственно с уходящими газами, от химической неполноты сгорания топлива, от механической неполноты сгорания топлива, ккал/кг.

2. Расход топлива в нагревательных печах определяется по формуле

$$B_m = \frac{q_1 \cdot Q_3 + q_5 \cdot t_{н.заг.}}{Q_n^p \cdot K_m}, \quad (85)$$

где B_m – общее количество топлива, необходимое для осуществления технологического процесса нагрева металла, кг;

Q_3 – вес металла нагреваемой заготовки, кг;

K_m – коэффициент, учитывающий отъём тепла в топке нагревательной печи;

$t_{н.заг.}$ – время нагрева заготовки, час.

3. Норматив полезного расхода тепла определяют по формуле

$$q_l = C(t_k - t_n), \quad (86)$$

где C – теплоёмкость металла, ккал/гр·кг ;

t_k – конечная температура нагрева металла, °С;

t_n – начальная температура нагрева металла, °С.

Вопросы и задания:

Базовый уровень

Задача 1

Рассчитать расход топлива, сожжённого за одну плавку в плавильной печи, если норматив полезного расхода тепла на плавку 1 т металлозавалки – 369,6 ккал, вес металлозавалки – 1 т, норматив потерь тепла в окружающую среду – 74 300 ккал/ч, время плавки – 2 часа, теплотворная способность натурального топлива – 9 300 ккал/кг, норматив потерь тепла с уходящими газами – 4 750 ккал/кг, норматив потерь тепла от химической неполноты сгорания топлива – 1 080 ккал/кг, норматив потерь тепла от механической неполноты сгорания топлива – 2 080 ккал/кг.

Задача 2

Рассчитать расход мазута на нагрев 1 т металлических заготовок. Длительность нагрева – 2 ч. Начальная температура нагрева металла – 18°С, конечная температура нагрева металла – 1 250°С. Теплотворная способность мазута – 9 330 ккал/кг. Теплоёмкость металла – 0,3 ккал/гр·кг, коэффициент, учитывающий отъём тепла в топке печи – 0,38, потери в окружающую среду – 79 566 ккал/ч.

Повышенный уровень

Задача 1

Определить норматив полезного расхода тепла в нагревательной печи термического цеха, если:

- 1) теплоемкость металла – 0,4 ккал/гр·кг;
- 2) конечная температура нагрева металла – 1 180°С;
- 3) начальная температура нагрева металла – 22°С.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интернет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомоллова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 11. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПУТИ ИХ ЭКОНОМИИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный

		<p>уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;</p>
	<p>ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля</p>	<p>Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;</p>
	<p>ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции</p>	<p>Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации</p>

		технологических режимов химического производства
--	--	--

Вопросы и задания:

Базовый уровень

Задача 1

Рассчитать норму расхода топлива на выработку 1 т стандартного пара, если коэффициент полезного действия котельной установки принят – 0,68.

Задача 2

Определить потребность в топливе на отопительный сезон для здания, если: его наружный объём – 47 860 м³, удельная тепловая характеристика – 0,350 ккал/ч·м³, продолжительность отопительного сезона – 230 дн., средняя температура наружного воздуха отопительного сезона – –14°С, требуемая внутренняя температура – +18°С, КПД отопительной установки – 0,8.

Методические указания к выполнению задач 1, 2

1. Норма расхода топлива на выработку 1 т стандартного пара определяется по формуле

$$H = \frac{P \cdot 1000}{7000}, \quad (87)$$

где H – норма расхода топлива на выработку 1 т стандартного пара, кг/т;

P – расход натурального топлива на производство 1 т стандартного пара, ккал/кг.

Расход натурального топлива на производство 1 т стандартного пара:

$$P = \frac{640}{\gamma}, \quad (88)$$

где 640 – количество ккал, необходимых для получения стандартного пара с 1 кг жидкости;

γ – коэффициент полезного действия котельного агрегата.

Подставив значение P в формулу, определим норму расхода топлива на выработку 1 т стандартного пара:

$$H = \frac{640 \cdot 1000}{7000 \cdot \gamma} = 91,4 \gamma. \quad (89)$$

2. Потребность в топливе на отопительный сезон рассчитывается по формуле

$$П = V \cdot Д(t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}) \cdot H_{\text{y}} \cdot 10^{-3}, \quad (90)$$

где $П$ – потребность в топливе на отопительный сезон, т;

V – наружный объём здания, м³;

$Д$ – продолжительность отопительного сезона, дн.;

$t_{\text{н}}$ – средняя температура наружная, °С;

$t_{\text{вн}}$ – внутренняя температура, °С;

H_{y} – норматив расхода топлива за сутки на 1 м³ объёма здания и перепад температур в 1°С, кг;

10^{-3} – переводной коэффициент, кг в т.

Норматив расхода топлива определяют по формуле

$$H_{\text{y}} = \frac{24 \cdot q}{7000 \cdot \eta}, \quad (91)$$

где 24 – количество часов в сутках, час;

q – удельная тепловая характеристика здания, ккал/ч·м³;

7000 – теплота сгорания условного топлива, ккал/кг ;

η – КПД котельной установки.

Чем больше кубатура здания и теплее климатический район, тем меньше удельная тепловая характеристика здания, а, следовательно, и норматив расхода топлива за сутки.

Для зданий современной застройки (с большим объёмом остекления и т.д.) удельная тепловая характеристика выше, чем для зданий старой застройки.

Задача 3

Определить световой поток, излучаемый всеми лампами, если освещённость рабочего места по норме освещённости – 16 лк, площадь освещения – 250 м², коэффициент запаса – 1,8; коэффициент использования светового потока – 0,5.

Задача 4

Рассчитать мощность ламп, требуемых для освещения, при условии, что:

- 1) световой поток, излучаемый всеми лампами – 150 000 лм;
- 2) мощность каждой лампы – 150 Вт;
- 3) световой поток, излучаемый одной лампой – 1 785 лм.

Задача 5

Определить норму расхода электроэнергии для освещения цеха, если имеются следующие данные:

- 1) мощность всех ламп для освещения – 20 000 Вт;
- 2) время горения ламп – 287 час;
- 3) коэффициент, учитывавший неравномерность горения ламп в рассматриваемый период – 0,9.

Методические указания к выполнению задач 3–5

Величину светового потока, излучаемого всеми лампами, определяют по формуле:

$$F = \frac{E \cdot S \cdot K_z}{K_u}, \quad (92)$$

где F – световой поток, излучаемый всеми лампами, лм;

E – освещённость рабочего места (по норме освещённости), лк;

S – площадь освещения, м²;

K_z – коэффициент запаса;

K_u – коэффициент использования светового потока.

Люмен (лм) – единица светового потока (световой поток, испускаемый точечным источником при силе света в 1 свечу).

Люкс (лк) – единица освещённости (освещённость поверхности площадью 1 м² при световом потоке падающего на неё излучения 1 лм).

Для расчёта мощности ламп, используемых на освещение, применяется формула

$$P = \frac{F \cdot p}{f}, \quad (93)$$

где P – мощность ламп для освещения, Вт;

p – мощность каждой лампы, Вт;

f – световой поток, излучаемый одной лампой данной мощности и напряжения, лм.

Норма расхода электроэнергии на освещение рассчитывается по формуле

$$H = P \cdot t \cdot K_n \cdot 10^{-3}, \quad (94)$$

где H – норма расхода электроэнергии, кВт;

P – мощность всех ламп для освещения, Вт;

t – время горения ламп в рассматриваемый период, час;

K_n – коэффициент, учитывающий неравномерность горения ламп в рассматриваемый период времени;

10^{-3} – переводной коэффициент, Вт в кВт.

Задача 6

Определить норму расхода электроэнергии на получение 1 т жидкой стали, если полезно используемая мощность электропечи при плавке – 800 кВт, продолжительность плавки – 2,5 ч, коэффициент полезного действия печи – 0,9, мощность при работе печи на холостом ходу – 420 кВт, время вспомогательных операций – 0,2 ч.

Задача 7

Определить норму расхода электроэнергии при штамповке деталей на механических прессах, если расход электроэнергии на один рабочий ход – 50 кВт·ч; площадь штампуемых деталей – 1 200 см²; площадь неподвижной подштамповочной плиты – 400 см²; коэффициент заполнения площади плиты – 0,9; расход электроэнергии на один холостой ход – 20 кВт·ч; мощность при холостом ходе – 10 кВт·ч, время на вспомогательные операции – 0,4 ч.

Методические указания к выполнению задач 6, 7

1. Норма расхода электроэнергии для получения 1 т жидкой стали рассчитывается по формуле

$$H = \frac{N_0}{\eta} \cdot t_0 \cdot N_x \cdot t_x, \quad (95)$$

где H – норма расхода электроэнергии, кВт·ч;

N_0 – полезно используемая мощность электропечи при плавке, кВт;

t_0 – продолжительность плавки, ч;

η – коэффициент полезного действия печи;

N_x – мощность при работе печи на холостом ходу, кВт;

t_x – время от конца плавки до освобождения печи от металла, ч.

2. Норму расхода электроэнергии при штамповке деталей определяют следующим образом:

$$H = P_{px} + P_{xx} + P_{всп}, \quad (96)$$

где P_{px} – расход электроэнергии на рабочие ходы при штамповке деталей, кВт·ч;

P_{xx} – расход электроэнергии на холостые ходы, кВт·ч;

$P_{всп}$ – расход на вспомогательные операции, кВт·ч.

Расход электроэнергии на рабочие ходы:

$$P_{px} = a_{px} \cdot n_x, \quad (97)$$

где a_{px} – расход электроэнергии на один рабочий ход, кВт·ч;

n_x – число рабочих ходов при штамповке деталей.

Число рабочих ходов при штамповке деталей:

$$n_x = \frac{F_g}{F_n \cdot K_{зн}}, \quad (98)$$

где F_g – площадь штампуемых деталей, см²;

F_n – площадь неподвижной подштамповочной плиты, см²;

$K_{эн}$ – коэффициент заполнения площади плиты.

Расход электроэнергии на холостые ходы:

$$P_{xx} = a_{xx} \cdot n_x, \quad (99)$$

где a_{xx} – расход электроэнергии на один холостой ход, кВт·ч;

n_x – число ходов.

Число холостых ходов и рабочих ходов одинаковое.

Расход электроэнергии на вспомогательные операции:

$$P_{всп} = N_{xx} \cdot t_{всп}, \quad (100)$$

где N_{xx} – мощность при холостой ходе, кВт;

$t_{всп}$ – время на вспомогательные операции, ч.

Задача 67

Определить потребность в топливе на отопительный сезон для отопления зданий современной и старой застройки, которые находятся во II климатическом районе.

1. Наружный объём здания по вариантам представлен в таблице 19.
2. КПД отопительной установки определяется по данным таблицы 20.
3. Продолжительность отопительного сезона – 235 дней.
4. Средняя температура наружного воздуха – минус 12°C.
5. Требуемая внутренняя температура – плюс 16°C.
6. Удельная тепловая характеристика здания определяется по данным таблицы 21.

Здание современной застройки отапливается районной котельной, работающей на твёрдом топливе, здание старой застройки – домовая котельная, работающей на твёрдом топливе.

Таблица 19 – Наружный объём здания по вариантам

Начальная буква фамилии студента	Наружный объём здания, м ³
А	210
Б	250
В	310
Г	350
Д	420
Е, Ё	470
Ж	480
З	520
И	640
К	680
Л	660
М	870
Н	820
О	900
П	910
Р	930
С	950
Т	5 500
У	1 500
Ф	1 700
Х	20 000
Ц, Ч, Ш, Щ	20 500
Э, Ю, Я	21 000

Таблица 20 – Коэффициент полезного действия отопительных установок

Виды отопительных установок	КПД отопительных установок, работающих	
	на твёрдом топливе	на природном газе
Котлы центрального теплоснабжения:		
районные котельные	0,83	0,90
домовые котельные	0,68	0,75
Отопительные печи	0,70	0,75

Таблица 21 – Удельная тепловая характеристика зданий по климатическим районам, ккал/ч·м³

Климатический район	Характер застройки	Удельная тепловая характеристика зданий объёмом, м ³										
		До 200	201–300	301–400	401–500	501–1 000	1 001 – 2 000	2 001 – 5 000	5 001 – 10 000	10 001 – 15 000	15 001 – 25 000	Свыше 25 000
I	Здания современной застройки	0,902	0,857	0,796	0,730	0,649	0,541	0,463	0,411	0,381	0,363	0,349
	Здания старой застройки	0,835	0,795	0,738	0,672	0,595	0,485	0,383	0,325	0,287	0,258	0,234
II	Здания современной застройки	1,163	0,973	0,846	0,841	0,746	0,683	0,592	0,504	0,440	0,391	0,350
	Здания старой застройки	0,870	0,818	0,712	0,695	0,622	0,521	0,426	0,367	0,328	0,302	0,281

Задача 68

Определить экономию электроэнергии при штамповке деталей в результате изменения организационно-технических условий производства, если имеются данные:

- 1) расход электроэнергии на один рабочий ход – 50 кВт·ч;
- 2) площадь штампуемых деталей, площадь неподвижной подштамповочной плиты, коэффициент заполнения площади плиты по вариантам приводятся в таблице 22;
- 3) расход электроэнергии на один холостой ход – 20 кВт·ч;
- 4) мощность при холостом ходе – 10 кВт·ч; время на вспомогательные операции – 0,5 ч.

Таблица 22 – Исходные данные для расчёта норм расхода электроэнергии

Начальная буква фамилии студента	Площадь штампуемых деталей, см ²	Площадь неподвижной штамповочной плиты, см ²		Коэффициент заполнения площади плиты
		До изменения организационно-технических условий	После изменения организационно-технических условий	
А, Б	500 000	20 000	45 000	0,80
В, Г	425 000	18 000	45 000	0,85
Д, Е, Ё	550 000	22 000	45 000	0,80
Ж, З, И	500 000	25 000	45 000	0,90
К, Л	600 000	18 000	45 000	0,75
М, Н	520 000	15 000	45 000	0,85
О, П, Р, С	900 000	40 000	45 000	0,90
Т, У, Ф, Х	480 000	21 000	45 000	0,90
Ц, Ч, Ш,	500 000	20 000	45 000	0,90
Щ	480 000	21 000	45 000	0,90
Э, Ю, Я				

Повышенный уровень

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интернет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб.

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

**ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.**

Практическое занятие 12. Нормирование расхода сырья и продукции химической промышленности и пути их экономии

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического

		производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Теоретическая часть

Основой технологии химического производства являются химические методы воздействия на предмет труда, которые позволяют изменить их вещественный состав, агрегатное состояние и в результате получать вещества и материалы с иными физико-химическими свойствами. Процессы химического воздействия протекают в специальных аппаратах и комплексах специфического назначения. Большинство химических производств относится к производствам непрерывного типа. Для них характерны достаточно узкая специализация и высокая концентрация производства. Исходя из требований охраны окружающей среды, вредные производства, в том числе химическая промышленность, организованы по замкнутому циклу.

По характеру потребления химическую продукцию можно классифицировать на два вида – сырьё, материалы, полуфабрикаты, изделия, которые производятся и потребляются в самой химической промышленности; продукция, которая производится в отраслях химической промышленности, но потребляется в других отраслях. К первому виду относятся, например, кислоты, щёлочи, ко второму – пластические массы, лакокрасочные покрытия. Такое разделение носит условный характер. Оно необходимо для того, чтобы

показать различия в методах и способах нормирования расхода химического сырья, материалов и продукции, получаемой из них.

Норма расхода лакокрасочных материалов на изделие определяется по формуле

$$H = K_n \cdot F \cdot n \cdot d, \quad (101)$$

где H – норма расхода лакокрасочных материалов, г/изделие;

n – количество слоёв покрытия;

d – удельный расход лакокрасочного материала рабочей вязки, г/м²;

K_n – коэффициент потерь, определяемый по формуле

$$K_n = \frac{100}{100 - \alpha}, \quad (102)$$

где α – доля потерь, %.

Удельный расход лакокрасочного материала определяется либо экспериментальным путём, либо расчётно-аналитическим методом.

По расчётно-аналитическому методу удельный расход определяется по формуле

$$d = \frac{\mu - \gamma \cdot 100}{\rho}, \quad (103)$$

где μ – толщина сухой плёнки, мк;

γ – объёмный вес сухой плёнки, г/см³;

ρ – сухой остаток в лакокрасочном материале при рабочей вязкости, %.

Вопросы и задания:

Базовый уровень

1. Опишите порядок расчёта норм расхода лакокрасочных материалов.
2. Поясните основные факторы, от которых зависит величина нормы расхода лакокрасочных материалов.
3. Охарактеризуйте пути экономии лакокрасочных материалов.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

- Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.
- Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я. Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

**ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА
РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.**

Практическое занятие 13. Нормирование расхода сырья и продукции химической промышленности и пути их экономии (продолжение)

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по

	контроля	оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Вопросы и задания:

Базовый уровень

Задача 1

Рассчитать норму расхода грунта № 138 при грунтовке детали с двух сторон распылением вручную. Общая площадь покраски $1,32 \text{ м}^2$. Толщина пленки – $14,5 \text{ мк}$, объёмная масса сухой пленки – $1,82 \text{ г/см}^3$, процент сухого остатка при рабочей вязкости – 41% , удельная норма расхода по замерам – 117 г/м^2 .

Задача 2

Установить норму расхода химиката для гальванического покрытия детали, исходя из следующих данных:

1. Норматив расхода химиката – 40 г/мг^2 .
2. Сумма расчётной поверхности детали и части подвески, погружаемой в ванну – $0,3 \text{ м}^2$.

Задача 3

Рассчитать норму расхода масляного лака для покрытия шкафа площадью $2,5 \text{ м}^2$, в два слоя, удельный расход – 95 г/см^2 , коэффициент потерь – $1,05$.

Задача 4

Определить норму расхода краски на изделие, исходя из следующих данных:

- 1) площадь окрашиваемой поверхности изделия – 5 м^2 ;
- 2) количество слоев покрытия – 2 ;
- 3) удельный расход лакокрасочного материала в рабочей вязкости – 95 г/м^2 .

Задача 5

Определить удельный расход лакокрасочного материала в следующих условиях: объёмный вес сухой плёнки – $1,7 \text{ г/см}^3$, сухой остаток при рабочей вязкости – 30% . Необходимо получить покрытие толщиной 20 микрон.

Задача 6.

Установить величину нормы расхода лакокрасочного материала в исходной вязкости. Исходные данные:

- 1) норма расхода лакокрасочного материала в рабочей вязкости – 100 г/дет ;
- 2) процентное разведение данного лакокрасочного материала растворителем – 40% .

Повышенный уровень

Задача 1

Определить норму расхода лакокрасочного материала в рабочей вязкости, исходя из следующего:

- 1) толщина сухой пленки – 20 мк ;
- 2) площадь, окрашиваемой поверхности – 5 м^2 ;
- 3) объёмный вес сухой плёнки – $1,9 \text{ г/см}^3$;
- 4) сухой остаток лакокрасочного материала в рабочей вязкости 20% ;
- 5) коэффициент потерь – $0,3$;
- 6) число одинаковых по толщине слоёв окраски – 2 .

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

- Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.
- Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб.пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 14. Нормирование расхода сырья и продукции химической промышленности и пути их экономии (продолжение)

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и	Пороговый уровень разрабатывает

	<p>средств технического контроля</p>	<p>мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;</p>
	<p>ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции</p>	<p>Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства</p>

Вопросы и задания:

Базовый уровень

Задача 1

Определить норму расхода лакокрасочных материалов на окраску изделия при следующих исходных данных.

Изделие состоит из 5 деталей, требующих окраску промышленными эмалями. Исходные данные для расчёта норм расхода представлены в таблице 23.

Детали № 1, 2, 3, 5 окрашиваются методом распыления, деталь № 4 – методом окунаения. Удельные нормы расхода лакокрасочных материалов представлены в таблице 24.

Окрашивание производится в два слоя. Заготовительные потери принять в размере 1 % от полезного расхода лакокрасочных материалов.

Таблица 23 – Исходные данные для расчёта норм расхода лакокрасочных материалов

Номер детали	Площадь окрашиваемой поверхности в мм ²	Наименование эмали
1	2 500	Нитроэмаль ДНО
2	3 000	Автонитроэмаль 624-е
3	1 600	Нитроэмаль ДМ
4	8 500	Эмаль У-1
5	3 500	Нитроэмаль ДНО

Таблица 24 – Удельные нормы расхода лакокрасочных материалов

Наименование материала	Удельная Н в г при окраске	
	распылением	окунанием
Нитроэмаль ДМ и ДНО	150–180	–
Эмаль У-1	110–120	110
Автонитроэмаль 324-е	160–200	–

Задача 2

Определить чистый расход эмали для окрашивания 1 м² изделия, при расчете принять толщину сухой пленки эмали – 10 мк, объёмный вес сухой плёнки – 1,7 г/см³, сухой остаток – 40 %.

Задача 3

Определить норму расхода полистирола блочного на изготовление детали, если известно, что объём этой детали составляет 13,5 см³. Коэффициент использования полистирола – 0,85.

Задача 4

Определить норму расхода органического стекла на деталь, масса которой 104 г. Коэффициент использования аналогичной детали, имеющей утверждённую норму расхода 0,7.

Задача 5

Из листового гетинакса наготавливаются прокладки. Определить норму расхода гетинакса на комплект прокладок.

Исходные данные: $d_1 = 140$ мм; $d_2 = 18$ мм; $b = 380$ мм; толщина детали – 1,7 мм.

Листы гетинакса имеют размер 850x1 250 мм; 450x1 500 мм; 400x600 мм.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А.

Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомоллова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб.

/ А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 15. Технологический процесс на предприятии

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет	Пороговый уровень

	внедрение новых методов и средств технического контроля	разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Теоретическая часть

Вопросы и задания:

Базовый уровень

1. Составление схемы технологического процесса.
2. Анализ схемы.
3. Выявление недостатков в аспекте ресурсосбережения
4. Схема ресурсных потоков.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. -

М. : Интернет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб.пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 16. Работа со справочниками наилучших доступных технологий.

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;

	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	<p>Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;</p> <p>Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;</p>
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	<p>Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;</p> <p>Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства</p>

Теоретическая часть

Вопросы и задания:

Базовый уровень

1. Изучение ГОСТ Р 54097–2010 Ресурсосбережение.
2. Наилучшие доступные технологии.
3. Методология идентификации. О
4. знакомление с европейскими справочниками по наилучшим доступным технологиям Европейского бюро IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control).

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 2. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

Практическое занятие 17. Составление энергетического паспорта и разработка элементов программы энергосбережения предприятия.

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических

		режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Вопросы и задания:

Базовый уровень

1. Аналитический обзор новейших публикаций в области ресурсосбережения на основе экспресс-поиска в Интернете.
2. Определение состава данных энергетического паспорта и энергодекларации.
3. Разработка элементов программы энергосбережения малого предприятия.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интернет Инжиниринг, 2005. - 670 с.

Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб.пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я.

Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.

Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам

2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».

3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО

4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.

5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

ТЕМА 3. МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 18. МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОВ И ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ

Цель занятия: изучить теоретические положения по теме занятия.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы и формируемых компетенций

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства

		продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

Теоретическая часть

Вопросы и задания:

Базовый уровень

1. Системы менеджмента качества в ресурсоэнергосбережении.
2. Использование наилучших доступных технологий и лучшей практики.
3. Энергоменеджмент, энергоаудит и энергосервис.
4. Инструментальный энергоаудит.
5. Приборы для энергоаудита.
6. Энергетический паспорт.
7. Программа в области энергосбережения и энергоэффективности.

8. Энергодекларация.
9. Программное обеспечение для эффективного контроля энергопотребления

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме

Основная литература:

- Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. / Б. И. Кудрин. - М. : Интермет Инжиниринг, 2005. - 670 с.
- Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - М. : Высш.шк., 2008. - 639 с.

Дополнительная литература:

- Сафронов, В. С. Технологические проблемы охраны окружающей среды в химической промышленности [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сафронов, Г.Я. Богомолова, Н.В. Финаева. - Куйбышев : Авиац. ин-т, 1981. - 116 с.
- Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. / А. П. Баскаков , В. А. Мунц. - М. : ИД БАСТЕТ, 2013. - 366 с

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Энерго- и ресурсосберегающие технологии»
для студентов заочной формы обучения
направления подготовки
18.03.01 Химическая технология

Невинномысск 2023

Содержание

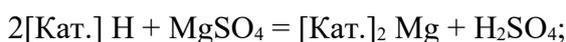
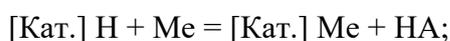
Лабораторная работа № 1. <u>Обессоливание воды ионитами.....</u>	<u>3</u>
Лабораторная работа № 2. Определение оптимальной дозы коагулянта для очистки производственных сточных вод.....	11
Лабораторная работа № 3. Определение биохимического показателя сточных вод.....	19
Лабораторная работа № 4. Определение дегидрогеназной активности ила (ДАИ) очистных сооружений.....	26
Лабораторная работа №5 Очистка сточных вод методом электрофлотации.....	30

Лабораторная работа № 1 ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ ИОНИТАМИ

Цель работы. Практическое ознакомление с использованием ионообменных процессов для улучшения качества воды.

Общие сведения. Ионообменный метод очистки воды имеет в настоящее время широкое применение. Существует более 300 видов производств, потребляющих обессоленную или деионированную воду (химическая, электронная, радиотехническая промышленность, многие машиностроительные заводы). Это единственный промышленный метод. Осуществляется обессоливание воды для питьевых целей.

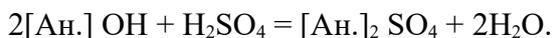
Ионитами называют вещества, способные в эквивалентных количествах обменивать свои ионы на ионы, содержащиеся в растворе. В зависимости от знака заряда обменивающихся ионов, иониты подразделяют на катиониты, аниониты и амфолиты. Катиониты обмениваются с раствором катионами, аниониты – анионами, а амфолиты в зависимости от условий могут обмениваться либо катионитами, либо анионитами. Ионы, способные вступать в реакцию ионного обмена, называют *противоионами*. Пропуская воду через слой катионита в H^+ - форме, а затем через слой анионита в OH^- - форме, из воды удаляются катионы металла (М) и анионы соответствующей соли (А):



Воду, прошедшую через H^+ -катионовый фильтр, называют H^+ -катионитовой водой, она содержит смесь тех кислот, соли которых присутствовали в воде (в основном это угольная, соляная и серная кислоты).

Образовавшийся при H^+ -катионировании оксид углерода (IV) предварительно удаляют из воды аэрацией. Этот процесс называют *декарбонизацией*.

При контакте H^+ -катионированной воды с анионитом в OH^- - форме происходит выделение из раствора анионов сильных кислот: $[An.] OH + HCl = [An.] Cl + H_2O$;



Иониты могут быть органическими (например, вещества, содержащие гуминовые кислоты или продукты их переработки, синтетические смолы) и неорганические (некоторые пески, глинистые минералы, почвы).

Катиониты бывают сильнокислотными (катиониты КУ-1, КУ-2-8) и слабокислотными (КБ-4); к сильноосновным анионитам относят, например, анионит АВ-17, к слабоосновным – АН-18-8. Это зависит от степени диссоциации ионита в воде.

В настоящее время широко используются синтетические иониты, получаемые сульфированием сополимера стирола и дивинилбензола (катионит КУ-2-8), сополимеризацией метилового эфира метакриловой кислоты с дивинилбензолом (катионит КУ-4), поликонденсацией сульфированного фенола с формальдегидом (катионит КУ-1), хлорметилированием сополимера стирола с дивинилбензолом с последующим аминированием тримеламином (анионит АВ-17). Существуют их многочисленные модификации, которым придают определенные свойства, например высокая химическая стойкость, селективность к поливалентным металлам, способность очищать рассолы, осуществлять деионизацию воды, обогащенную органическими веществами, и др. Внешне иониты, как правило, представляют собой сферические зерна желтого, коричневого, розового, черного цветов определенной структуры (гелевая, изопористая, микропористая).

Сведения о промышленных образцах ионитов, выпускаемых в России, США, Англии, Германии и некоторых других странах, приведены в справочной литературе [1 - 3]. Среди отечественных ионитов широко распространены КУ-2-8 (зарубежные аналоги: амберлит IR-120, катекс 5 и др.), КУ-23 (леватит SP-120, амберлит 200 и др.), КБ-2, КБ-2-4 (вариант КС, вофатит СР и др.), КУ-1 (амберлит IR-A-100, вофатит К и др.), АВ-17-8 (амберлит IR-A-400 и др.) и ряд других.

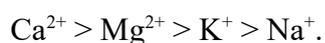
В последнее время широко используются ионообменные мембраны (гетерогенные), которые получают прессованием смеси порошков полиэтилена и соответствующего ионита, биполярные мембраны, состоящие из двух соединенных друг с другом слоев моно- и анионо-

обменных мембран и армированных капроновой или лавсановой нитью, гомогенные мембраны, которые изготовлены введением функциональных групп в матрицы на основе термопласта. К последнему привиты моно- и дивинильные мономеры. Перспективным видом ионообменных материалов являются ионообменные волокна, которые обладают высокоразвитой поверхностью. Кроме того, достоинством последних является стабильность свойств при многократных циклах регенерации кислотами и щелочами.

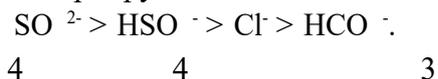
Перед обессоливанием вода предварительно очищается от основной части органических примесей и железа. Обезжелезивание воды при ее ионообменном обессоливании не происходит. Этому мешают некоторые физико-химические особенности соединений железа, присутствующих в природных водах. Для удаления ионов железа используется метод дистилляции, очистка с помощью минеральных коагулятов, сорбционные методы.

Затем вода пропускается через катионо- и анионообменные фильтры. Учитывая, что реакции, протекающие в слое катионита, обратимы, в H^+ -катионированной воде наряду с кислотами может находиться небольшое количество солей. При значительной концентрации солей в очищаемой воде обессолить воду с помощью одного катионного фильтра невозможно, либо экономически нецелесообразно.

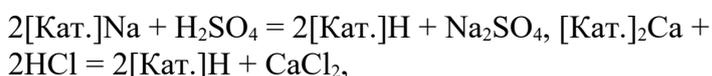
При H^+ -катионировании все присутствующие в воде катионы располагаются по слою фильтра сверху вниз в соответствии с рядом сорбируемости:



При пропускании воды через анионит следует учитывать, что слабоосновные функционируют только в кислой среде (щелочная и даже нейтральная среда подавляет диссоциацию активных групп, и обмен ионов в этом случае не происходит). Сильноосновные аниониты функционируют в широком диапазоне рН и способны к сорбции ионов как сильных, так и слабых кислот. Ряд сорбируемости для анионов имеет вид:



Основной технологической характеристикой ионитов является их обменная способность или емкость поглощения. После ее истощения иониты регенерируют. H^+ -катионитовые фильтры регенерируют кислотой:



а анионитовые фильтры – раствором щелочи: $[\text{Ан.}]_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = 2[\text{Ан.}]\text{OH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$.

Ряд десорбции соответствующих ионов будет обратным ряду сорбируемости. Наиболее трудно десорбируются катионы кальция и магния.

Вторая ступень обессоливания предназначена для удаления катионов натрия и анионов кремниевой и угольной кислот. Ее осуществляют на последовательно соединенных фильтрах с сильноокислым катионом (например, КУ-2) и сильноосновным анионитом (например, АВ-17-8).

Умягчение воды является ее частичным обессоливанием и связано с удалением из воды минеральных солей кальция, магния и железа, которые обуславливают ее жесткость. Умягчение воды используется как этап ее предварительной очистки при обессоливании. Различают временную (карбонатную), постоянную (некарбонатную) и общую жесткость. Временная жесткость воды обусловлена наличием в ней двууглекислых солей кальция, магния и железа. При кипячении воды они выпадают в осадок:



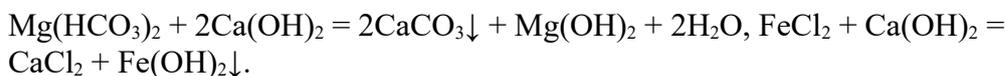
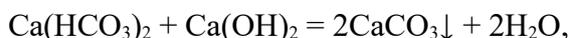
Постоянная жесткость воды обусловлена наличием всех прочих солей кальция, магния и железа. Для их удаления из воды используются специальные методы. Общая жесткость является суммой временной и постоянной и выражается суммой концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в ммоль/л (мг-экв/л) или ммоль/кг. Вода бывает мягкая (общая жесткость - до 2 ммоль/л), средней жесткости (2 – 10 ммоль/л) и жесткая (более 10 ммоль/л). Кроме ионного обмена используется ряд других методов для умягчения воды. Это физические методы (термическая, электромагнитная обработка), химические (известковый, натронный, содовый, фосфатный способы).

Термический метод умягчения воды основан на разложении бикарбонатов кальция и магния при ее кипячении, однако полного устранения жесткости не происходит, так как карбонат кальция незначительно растворяется в воде (13 мг/л при $t = 18^\circ\text{C}$).

Электромагнитный метод обработки воды заключается в том, что при прохождении ее через магнитное поле соли кальция, магния и железа теряют способность образовывать накипь на стенках, например котлов, а выделяются в виде шлама, имеющего другую структуру. Последний легко удаляется.

Химические методы умягчения воды основаны на способности растворимых солей кальция, магния и железа переходить в нерастворимые в воде соединения при введении в нее определенных реагентов.

Известковый метод:

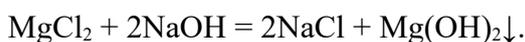


Этот метод позволяет удалить частично соли, обуславливающие постоянную жесткость.

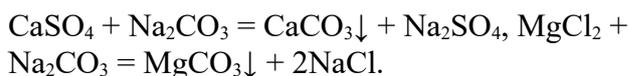
Натронный метод:



Частично устраняет соли, создающие постоянную жесткость:

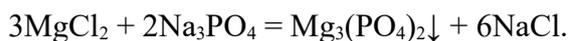
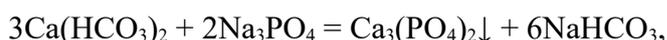


Содовый метод:



Этот метод позволяет удалить только соли, обуславливающие постоянную жесткость, поэтому его используют в сочетании с другими, например с известковым или термическим.

Фосфатный метод:



Оборудование и реактивы. Ионообменная лабораторная установка для очистки воды, реактивы для определения жесткости воды трилонометрическим методом. Конические колбы ($V = 250$ мл), пипетки 1 мл - 1 шт., 5 мл - 1 шт., 10 мл - 1 шт., бюретка для титрования ($V = 25$ мл), мерные колбы ($V = 100$ мл).

Трилон Б 0.1 моль-экв/л. Раствор готовят из фиксанала по приложенной инструкции.

Хлоридно-аммиачный буфер. Смешивают 100 мл 20% NH_4Cl со 100 мл 20% NH_4OH и доводят объем раствора до 1 л дистиллированной водой.

2%-ный раствор сульфида натрия. 2 г $\text{Na}_2\text{S} \times 9\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 100 мл дистиллированной воды.

1%-ный раствор солянокислого гидроксиламина. 1 г $\text{NH}_2\text{OH} \times \text{HCl}$ растворяют в 100 мл дистиллированной воды.

Раствор индикатора эрихрома черного или хром темного синего кислого. 0,5 г индикатора растворяют в 10 мл хлоридно-аммиачного буфера, доводят до 100 мл этиловым спиртом.

Реактивы для качественного анализа воды на ионы Cl^- и SO_4^{2-} :

4

1%-ный раствор хлорида бария. 1 г BaCl_2 растворяют в 100 мл дистиллированной воды.

1%-ный раствор нитрата серебра. 1 г AgNO_3 растворяют в 100 мл дистиллированной воды.

2%-ный раствор соляной кислоты. 5,7 мл 35 % HCl разбавляют дистиллированной водой и доводят объем до 100 мл.

2%-ный раствор карбоната натрия. 2 г Na_2CO_3 растворяют в 100 мл дистиллированной воды.

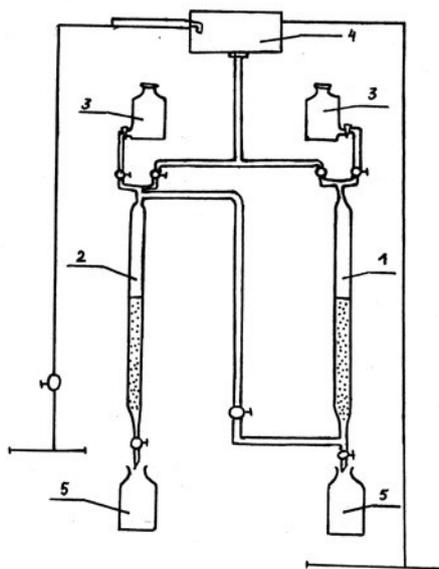


Рис. 1. Схема ионообменной установки для очистки воды:

1 - колонка с катионитом; 2 – колонка с анионитом; 3 – склянка с регенерирующим раствором; 4 - напорный бачок; 5 – приемник воды

Ионообменная лабораторная установка состоит из двух стеклянных трубок, одна из них заполнена зернистым катионитом (1), вторая - анионитом (2). Вода, предназначенная для очистки, подается из водопровода.

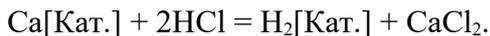
Регулирование скорости подачи воды осуществляется при помощи вентиля на водопроводной линии и зажимов на резиновых трубах. Во избежание срыва шлангов в начале работы зажимы открывать в первую очередь, а вентиль – в последнюю, в конце работы в первую очередь закрыть вентиль. Установка снабжена склянками для регене-

рирующих растворов (3), напорным бачком (4) и бутылками для заме- ра объема очищенной воды (5).

1.1 Порядок выполнения работы на ионообменной установке.

1. Регенерация ионитов.

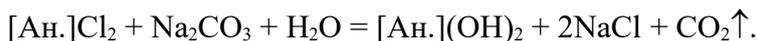
Регенерация истощенного H^+ -катионита осуществляется пропус- канием через него 0,5 л 2%-ного раствора соляной кислоты:



Выделившиеся соли вымываются из катионита пропусканием

0,3 л водопроводной воды.

Регенерация OH^- -анионита осуществляется пропусканием через него 0,5 л 2 %-ного раствора карбоната натрия:



После регенерации анионит промывают 0,3 л водопроводной во- ды.

2. Обессоливание воды.

Предварительно определить жесткость воды и наличие в ней ио- нов Cl^- и SO_4^{2-} .

Установить скорость пропускания водопроводной воды последо- вательно через катионит и анионит 200 мл/мин, пользуясь мерным цилиндром и часами. Установить требуемый расход воды, отобрать в мерный цилиндр пробу обессоленной воды (400 мл), определить ее

жесткость и наличие в ней Cl^- и SO_4^{2-} - ионов. Далее анализы воды

4

после обессоливания проводить через 15 минут. Предельно допусти-

мая жесткость обессоленной воды 0,1 - 0,2 мг-экв/л. С момента ее возрастания (более 0,2 мг-экв/л) и появления в обессоленной воде Cl^- и SO_4^{2-} ионов наступает истощение катионита и анионита. Требуется повторная их регенерация.

Результаты анализов обессоленной воды необходимо представить в таблице:

№ п/п	Время от- бора пробы, мин	Количество пропуцен- ной воды, л	Жесткость обессоленной воды, мг- экв/л	Наличие анионов в обессоленной воде	
				SO_4^{2-}	Cl^-

Основной технологической характеристикой ионообменного процесса является обменная емкость ионитов (емкость поглощения). Например, для катионита обменная емкость рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{(J_1 - J_2) \times Q}{V} \times 1000$$

где E – обменная емкость катионита, мг-экв/л;

J_1 – жесткость водопроводной воды (исходной), мг-экв/л; J_2 - жесткость умягченной воды, мг-экв/л;

Q – общее количество воды, пропущенной через катионит до достижения предельно допустимой жесткости, л;

V - объем катионита, мл ($V = 100$ мл).

Методики анализов

Определение жесткости воды трилонометрическим методом. Этот метод основан на способности растворов комплексонов, в частности трилона Б (двунариевая соль этилендиаминотетрауксусной кислоты), образовывать с ионами металлов прочные внутрикомплексные соединения. При титровании раствором трилона Б используют металлоиндикаторы, которые с ионами металлов образуют окрашенные соединения, но менее прочные, чем с трилоном Б. При достижении эквивалентной точки происходит изменение окраски, так как все ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} будут связаны с комплексом. Используют хромоген черный или хром темно-синий кислотный. Они чувствительны и к некоторым другим металлам (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+}). Последние мешают определению ионов кальция и магния, поэтому их необходимо устранить.

Исследуемую воду объемом менее 100 мл следует довести до этого объема дистиллированной водой.

Если в исследуемой воде присутствуют ионы меди, цинка и марганца, для их устранения к отобранной пробе прибавляют 1 мл раствора сульфида натрия и 5 капель солянокислого гидросиламина. Затем вносят 5 мл хлоридно-аммиачного буфера и 6 капель индикатора - хрома темно-синего кислотного. После этого пробу титруют

0.1 моль-экв/л раствором трилона Б до получения синей окраски от одной прибавленной капли.

Жесткость исследуемой воды:

$$X = \frac{v \times 0.1 \times K \times 1000}{V}$$

V

мг-экв/л,

где v - объем трилона Б, пошедшей на титрование, мл;

0.1 - концентрация раствора трилона Б, моль-экв/л;

K - поправка на нормальность раствора трилона Б ($K = 1$); 1000 - пересчет на 1 л;

V - объем пробы исследуемой воды, мл.

Качественное определение Cl^- и SO_4^{2-} ионов. В пробирки отобрать пробы воды (водопроводной и обессоленной) и⁴определить в них наличие Cl^- и SO_4^{2-} ионов, используя в качестве реагентов раствора $AgNO_3$ и $BaCl_2$ соответственно.

1..2 Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткое описание теории процесса обессоливания воды с помощью ионообменников, а также методов ее умягчения.
3. Схема установки с обозначениями.
4. Описание порядка выполнения работы, методов контроля, ее результаты.
5. Выводы по работе, содержащие оценку эффективности обессоливания воды с помощью ионообменных процессов.

Правила безопасного ведения работы. Необходимо осторожно обращаться с оборудованием из стекла (колбы, бюретки, пипетки и т.д.). Нельзя допускать срыва шланга на водопроводной линии.

Лабораторная работа № 2 **Определение оптимальной дозы коагулянта для очистки производственных сточных вод**

Цель работы. Ознакомиться с методикой пробного коагулирования, применяемой для определения дозы коагулянта при оптимальных значениях pH раствора.

Общие сведения. Коагулированием называется процесс обработки воды химическими реагентами, в результате которого находящиеся в воде коллоидно-дисперсные примеси превращаются в грубодисперсные и осаждаются в виде хлопьев. Такую обработку воды называют еще осветлением.

При очистке промышленных сточных вод коагулирование может с успехом применяться как для интенсификации процесса механической очистки от мелкой взвеси,

так и для обесцвечивания сточных вод, содержащих окрашенные высокомолекулярные органические вещества (например, щелочной лигнин, присутствующий в щелоксо-держащих сточных водах сульфатно-целлюлозного производства). В качестве коагулянтов применяются неорганические ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18 \text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ и др.) и органические вещества (полиакриламид). Эффект осветления и обесцвечивания определяется многими факторами. Важнейшие из них – свойства обрабатываемой воды, в частности ее pH и температура.

Одним из важнейших подготовительных этапов при пуске в эксплуатацию очистных сооружений является пробное коагулирование сточной воды в лабораторных условиях. Методика его определения сводится к основной задаче - определение оптимальной дозы коагулянта.

В качестве критериев для оценки полученных результатов используются методы аналитического контроля качества воды, визуальных наблюдений за процессом образования и осаждения хлопьев. Важное значение для оценки результатов имеют и замеры объема полученного осадка.

Задание. Провести пробное коагулирование в природной воде.

Оборудование и реактивы. Секундомер или песочные часы на 1 мин., мерные цилиндры ($V = 1 \text{ л}$) – 6 шт., конические колбы ($V = 250 \text{ мл}$) – 6 шт.

1%-ный раствор сернокислого алюминия. В коническую колбу на 150 мл налить 100 мл дистиллированной воды, внести 5 г $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18 \text{H}_2\text{O}$ и нагреть содержимое на водяной бане до 70°C при перемешивании. Затем раствор охладить, перенести в мерную колбу объемом 500 мл и довести дистиллированной водой до метки. Перед употреблением раствор перемешать.

Ход определения. Пробное коагулирование в производственных условиях проводят в мерных цилиндрах. Их количество зависит от предлагаемых доз коагулянта. В каждый цилиндр наливают по 1 л природной воды. Затем вносят требуемое количество коагулянта (заданная доза 50 мг/л – 5 мл, 80 мг/л – 8 мл и т.д.). После внесения дозы в первый цилиндр содержимое интенсивно перемешивается в течении 1 минуты и отмечается время начала коагуляции. Затем последовательно вносятся коагулянт в остальные цилиндры. Для природной воды определяется цветность, щелочность, мутность, температура (например, для воды реки Волги на 23.02.01 г. цветность 53 град., щелочность 2,18 мг-экв/л, мутность 2,3 мг/л, $t = 0,2^\circ\text{C}$). Эти же показатели определяются в пробах воды после ее обработки коагулянтom. Полученные данные сводятся в таблицу (табл. 1).

Таблица 1

Доза коагулянта, мг/л *					Природная вода для очистки
Хлопьеобразование					
Осаждение					
Осветление					
**Щелочность, мг-экв/л					

*** Δ Щелочность, мг-экв/л					
Цветность, град.					
Мутность, мг/л					

Примечания: * Интервал значений доз коагулянта может быть расширен.

** Щелочность очищенной воды.

*** Δ Щелочности определяется как разность между щелочностью природной воды и очищенной с помощью коагулирования.

Для реки Волга получены следующие результаты при проведении пробного коагулирования (23.02.01 г.), см. табл. 2.

Оптимальной является та доза, при внесении которой образуются крупные хлопья коагулянта, быстро оседающие на дно. В очищенной воде не должно наблюдаться опаловидной мути. После фильтрации очищенная вода имеет цветность не более 20 град., мутность - не более 1,5 мг/л, что установлено нормами ГОСТа 2874-82.

Для приведенного примера доза коагулянта 110 – 120 мг/л. Если доза коагулянта определена неверно, резко ухудшается качество очищенной воды.

Таблица 2

Время	Доза коагулянта, мг/л *	80	90	100	110	120	130	Природная вода
15 мин	Хлопьеобразование	муть	муть	мелк.	средн.	крупн.	очень крупн.	-
30 мин	Осаждение	нет	нет	незнач.	почти полное	полное	хлопья всплывают	-
60 мин	Осветление	нет	нет	незнач.	почти полное	полное	-	-
-	**Щелочность, мг-экв/л	1,68	1,62	1,56	1,50	1,42	1,36	2,18
-	*** Δ Щелочность, мг-экв/л	0,50	0,56	0,62	0,68	0,74	0,82	-
-	Цветность, град.	30	26	19	16	10	8	53
-	Мутность, мг/л	0,9	0,7	0,6	0,3	0	0	2,3

Примечания: * Интервал значений доз коагулянта может быть расширен.

** Щелочность очищенной воды.

*** Δ Щелочности определяется как разность между щелочностью природной воды и очищенной с помощью коагулирования.

В результате внесения сульфата алюминия в природную воду уменьшается ее щелочность. Для всех вариантов очистки воды необ-

ходимо определить щелочную разность Δ (Щелочности) и построить график ее зависимости от дозы коагулянта.

Д
О
З
А
,
М
Г
/
Л

В зависимости от Δ щелочности очищенной и природной воды выбирается доза коагулянта в производственных условиях. Пример: щелочность природной воды 2,18 мг-экв/л, щелочность воды после обработки ее коагулянтом 1,42 мг-экв/л, $\Delta \text{Щ} = 2,18 - 1,42 = 0,76$. Следовательно, оптимальной будет доза коагулянта 119 мг/л. Она обеспечивает максимальный эффект очистки в техническом процессе.

Методики анализов

Фотометрический метод определения цветности. Цветность поверхностных вод вызывается, главным образом, присутствием гуминовых веществ и соединений железа (III). Количество этих веществ зависит от геологических условий в водоносных горизонтах и от количества и размеров торфяников в бассейне исследуемой реки. Окрашенная вода имеет неприятный внешний вид. Имеются указания на неблагоприятное воздействие гуминовых веществ на минеральный обмен в организме.

Количественно цветность воды определяется визуально или фотометрически – путем сравнения проб с растворами, имитирующими цвет природной воды. Качественно цветность характеризуется следующим образом: бесцветная, зеленоватая, желтая, бурая и т.д.

Определение цветности проводят в прозрачной воде. Мутную воду фильтруют через мембранный фильтр № 4 или центрифугируют. Если цветность воды > 70 град., то ее перед определением разбавляют дистиллированной водой.

Цветность выражается в условных градусах. В норме цветность воды не более 20° (по специальному разрешению СЭС допускается 35°). Цветность воды определяется не позднее чем через 2 часа после отбора пробы воды.

Оборудование и реактивы. ФЭК-56М или КФК-2, мерные цилиндры ($V = 100$ мл, 14 шт. из бесцветного стекла), воронка, бумажные фильтры, стандартный раствор для определения цветности (раствор 500°). Готовится по следующей методике (бихроматно – кобальтовая шкала):

- раствор «а»: 0,25 бихромата калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) растворяют в дистиллированной воде, добавляют 1 мл концентрированной серной кислоты ($\rho = 1,84$ г/см³) и доводят объем до 1 л;

- раствор «б»: 5 г сульфата кобальта ($\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$) добавляют 0,5 мл концентрированной серной кислоты ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$) и доводят объем до 0,5 л.

- раствор «в»: 1 мл концентрированной серной кислоты ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$) растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1 л.

Раствор 500°: смешивают 350 мл раствора «а», 200 мл раствора «б» и 450 мл раствора «в». Оптическая плотность такого раствора 0,74 – 0,75 (КФК – 2, $\lambda = 364 \text{ нм}$, $L = 50 \text{ мм}$).

Шкала цветности. Для ее приготовления смешивают стандартный раствор (раствор 500°) с раствором «в» в следующих соотношениях:

Таблица 3

Стандартный раствор, мл	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	20	40	50
Раствор «в», мл	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	86	80	60	50
Градусы цветности	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	100	200	500

Следует учесть, что 1 мл стандартного раствора, разбавленного до 100 мл, соответствует 5 град. цветности.

Шкалу цветности хранят в темном месте и через каждые 2 – 3 месяца ее заменяют.

Имея серию эталонных растворов цветности (шкала цветности) можно построить калибровочную кривую, которая отражает зависимость оптической плотности раствора от его цветности $D = f(\text{ц})$. Нулевой раствор – подкисленная дистиллированная вода (раствор «в»). Оптическую плотность растворов определяют на фотоэлектроколориметре (ФЭК-56М, синий светофильтр или КФК-2, $\lambda = 364 \text{ нм}$,

$L = 50 \text{ мм}$).

Измерив оптическую плотность раствора (D), по калибровочной кривой определяют его цветность (град.).

Если для определения цветности воды используется шкала цветности, в цилиндры Несслера наливают 100 мл профильтрованной воды, имеющей комнатную температуру, и проводят просмотр сверху на белом фоне, сравнивая интенсивность окраски воды с окраской стандартных растворов.

Фотометрический метод определения мутности. Наличие в природной и питьевой воде твердой взвеси различной степени дисперсности обуславливает качество воды, определяемое как её мутность. Мутная вода трудно поддается обеззараживанию, поскольку внутри твердых частичек бактерии защищены от действия дезинфицирующих веществ.

В питьевой воде мутность обусловлена наличием мельчайших частиц гидроксида алюминия и железа с адсорбированными примесями. При высокой степени дисперсности взвеси вода опалесцирует.

Мутность воды можно охарактеризовать качественно: вода прозрачна, опалесцирует, слабая муть, сильная муть. Количественно муть определяется фотометрически. Определение проводят не позднее чем через сутки после отбора пробы.

Оборудование и реактивы. ФЭК-56М или КФК-2, мерные цилиндры ($V = 1000$ мл, 2 шт.), мерные пипетки ($V = 0,1; 0,2; 1; 2; 5$ мл, 5 шт.), мерные колбы ($V = 100$ мл, 10 шт.), каолин К-2+М (ГОСТ 6138-61, для фарфоровой промышленности), ступки, шелковое сито с диаметром отверстий 0,1 мм, мембранные фильтры № 4 (предварительно прокипяченные) или центрифуга.

Основная стандартная суспензия каолина готовится по следующей методике: каолин высушивают при температуре $t = 105 - 110^{\circ}\text{C}$, просеивают через шелковое сито. Затем 25 - 30 г каолина хорошо перемешивают с 3 - 4 л дистиллированной воды и оставляют на сутки. После этого сифоном отбирают неосветлившуюся часть жидкости. К оставшейся части вновь приливают дистиллированную воду, сильно взбалтывают и оставляют на сутки. Неосветлившаяся часть жидкости отбирается. Операция повторяется трижды, каждый раз присоединяя неосветлившуюся в течение суток суспензию к ранее собранной. Накопленную суспензию собирают в цилиндр, хорошо перемешивают и через трое суток сливают жидкость над осадком. К полученному осадку добавляют 2 л дистиллированной воды, перемешивают. Это основная стандартная суспензия. Для определения содержания в ней каолина 50 - 100 мл суспензии фильтруют через предварительно взвешенный мембранный фильтр, который затем вместе с осадком высушивают при температуре 105°C и взвешивают. Затем определяют содержание взвеси в 1 л суспензии (C , мг/л). *Пример:* вес высушенного осадка 26,8 мг после фильтрования 100 мл суспензии. Следовательно $C = 268$ мг/л; 1 мл суспензии содержит 0,268 мг каолина, а

1 мг каолина содержится в 3,7 мл суспензии ($X = (1 \times 1) : 0,268 = 3,7$ мл).

Суспензия каолина стабилизируется. Для этого в нее добавляют 100 мг мелкокристаллического гексометафосфата натрия ($[\text{NaPO}_3]_6$) и 10 капель хлороформа или формалина. Основная стандартная суспензия каолина может храниться в течение 6 месяцев.

Для приготовления рабочих стандартных суспензий мутности основную стандартную суспензию разбавляют дистиллированной водой в мерных колбах ($V = 100$ мл). Содержание каолина в рабочих стандартных суспензиях (С): 0,1; 0,2; 0,4; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 7,0; 10 мг/л.

100 мл будет содержаться соответственно 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05;

0,1; 0,2; 0,5; 0,7; 1,0 мг (в 10 раз меньше). Следовательно, для приготовления серии рабочих стандартных суспензий следует внести в мерную колбу 0,037; 0,074; 0,111; 0,148; 0,185; 0,37; 0,74; 1,85; 2,69;

3,70 мл основной стандартной суспензии и довести ее объем до 100 мл (зная, что 1 мг взвеси содержится в 3,7 мл суспензии). Можно хранить не более суток.

Калибровочная кривая выражает зависимость оптической плотности суспензии каолина в воде от мутности ($D = f(M)$). Оптическую плотность серии суспензий определяют на фотоэлектрокалориметре (ФЭК – 56 М, КФК – 2, $\lambda = 540$ нм, $L = 50$ мм.) Контроль – профильтрованная через мембранный фильтр (№ 4) вода.

Ход определения. В кювету вносят хорошо перемешанную воду и измеряют ее оптическую плотность. Контроль – профильтрованная через мембранный фильтр (№ 4) вода. Мутность (мг/л) определяют по калибровочной кривой.

Определение общей щелочности. Под общей щелочностью понимают общее содержание солей слабых кислот, в частности карбонатов и гидрокарбонатов, вступивших в реакцию с соляной кислотой с образованием хлоридов щелочных и щелочноземельных металлов. Выражают в мг-экв/л. Определение следует проводить сразу после отбора воды.

Оборудование и реактивы. Конические колбы ($V = 250$ мл), мерный цилиндр, бюретка для титрования 25 мл.

Соляная кислота 0.1 моль-экв/л. 8.9 мл соляной кислоты (плотность 1.17) разбавляют в 1 л дистиллированной воды.

Смешанный индикатор. 1 г метилоранжа и 2.5 г индигокармина растворяют в 1 л дистиллированной воды.

Индикатор 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина (спирт 60%-ный).

Ход определения. В коническую колбу наливают 100 мл воды, добавляют 3 капли индикатора (фенолфталеина). Если появится розовое окрашивание, природную воду титруют соляной кислотой концентрацией 0,1 моль-экв/л до обесцвечивания. Затем к раствору добавляют 5 капель смешанного индикатора и продолжают титровать до перехода окраски из зеленой в фиолетовую (рН 3.7). При титровании зеленый цвет раствора сначала переходит в серый, а затем от одной капли соляной кислоты в фиолетовый. Если при добавлении индикатора (фенолфталеина) розового окрашивания не наблюдается, то титруют сразу со смешанным индикатором.

Число мл соляной кислоты концентрацией 0,1 моль-экв/л соответствует значению общей щелочности в мг-экв/л (при $K = 1$).

1.3 Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткое описание методики проведения пробного коагулирования, методик определения цветности, мутности и щелочности воды.
3. Выводы по работе, содержащие обоснование выбора оптимальной дозы коагулянта. Оценку эффективности очистки воды этим методом.

Правила безопасного ведения работы. Необходимо соблюдать правила работы с кислотами, оборудованием из стекла. Перед работой с прибором следует проверить его исправность и заземление.

Лабораторная работа № 3 **Определение биохимического показателя сточных вод**

Цель работы. Количественно оценить биоразлагаемость сточных вод (относительное содержание «биохимически мягких» органических веществ).

Общие сведения. При биохимическом разложении органических веществ, содержащихся в сточных водах, часть их минерализуется до углекислого газа и воды, другая часть, потребленная микроорганиз-

мами, обуславливает прирост их биомассы. Некоторые вещества вообще не подвергаются биохимическому окислению или скорость их окисления очень мала. Их называют «биохимически жесткими». К таким веществам относят тимол, гидрохинон, сульфанола, неионогенные ПАВ, сульфитно-целлюлозные щелока и др. Легко окисляются глюкоза, алифатические спирты, фенол и др. «биохимически мягкие» органические вещества. Скорость окисления зависит от того, в какой мере присутствующая микрофлора адаптировалась к веществам - компонентам сточных вод. Биоразлагаемость сточных вод оценивается биохимическим показателем:

$$B = \frac{\text{БПК}_{\text{полн.}}}{\text{ХПК}_{\text{нач.}}}$$

где $\text{БПК}_{\text{полн.}}$ – биохимическое потребление кислорода за 30 суток; $\text{ХПК}_{\text{нач.}}$ – химическое потребление кислорода.

1.4 Определение биохимического потребления кислорода (БПК)

Оборудование и реактивы. Инкубационные склянки с притертыми пробками, термостат с водяным охлаждением. Оборудование и реактивы для определения растворенного кислорода по Винклеру.

Вода для разбавления. Готовится из дистиллированной, насыщенной кислородом воздуха воде, на 1 л которой добавляют по 1 мл из четырех указанных растворов: фосфатный буферный раствор (растворяют 8.5 г KH_2PO_4 ; 33.4 г Na_2HPO_4 ; 1.7 г NH_4Cl и 21.75 г K_2HPO_4

в дистиллированной воде и довести до 1 л), раствор сульфата магния (растворяют 22.5 г $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ в дистиллированной воде и довести до 1 л), раствор хлорида кальция (растворяют 27.5 г CaCl_2 в дистиллированной воде и довести до 1 л), раствор хлорида железа (III) (растворяют 0.25 г $\text{FeCl}_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ в 1 л дистиллированной воде).

0,05%-ный раствор этилентеомочевина. 500 мг этилентеомочевина растворяют в 1 л дистиллированной воды.

Биохимическое потребление кислорода определяется содержанием кислорода в воде ($\text{мг O}_2/\text{л}$), который требуется для дыхания микроорганизмов, а также на окисление легко окисляющихся веществ до начала нитрификации при инкубации в темноте при температуре 20°C . БПК определяют по убыли растворенного в воде кислорода за любое число суток, но, как правило, за 5 (БПК_5), за 20 (БПК_{20}) или 30 суток ($\text{БПК}_{\text{полн.}}$). Значение БПК зависит от процессов, протекающих в

пробе в период между ее отбором и обработкой. Поэтому пробы необходимо обрабатывать немедленно. Перед анализом природная вода насыщается кислородом путем аэрации (содержание растворенного кислорода не ниже 8 мг O₂/л при температуре 20°C). Потребление кислорода во время инкубационного периода должно быть около 50%, его остаточная концентрация после пятидневной инкубации - не менее 3 мг O₂/л. Определение проводят в натуральной или разбавленной пробе. Для ее разбавления применяют искусственно приготовленную разбавляющую воду, которая содержит минеральные питательные вещества.

Ход определения (без разбавления). Исследуемую воду наливают в бутылку (2/3 объема), устанавливают температуру воды 20°C, вносят 0,25 мл этилентииомочевинны на каждые 200 мл исследуемой воды, сильно встряхивают в течение 1 минуты для насыщения её кислородом. Затем сифоном отбирают пробы в четыре инкубационные склянки. В двух из них сразу определяют концентрацию растворенного в воде кислорода, две другие ставят в термостат (20°C) на 30 суток и по истечении этого срока определяют содержание оставшегося в воде кислорода. Определение растворенного в воде кислорода ведут по методу Винклера:

Величина БПК_{полн.}:

$$\text{БПК}_{\text{полн}} = C_1 - C_2, \text{ мг O}_2/\text{л},$$

где C₁ - содержание растворенного в воде кислорода до инкубации, мг O₂/л;

C₂ - то же после инкубации, мг O₂/л.

При определении БПК с разбавлением ее величина определяется по формуле:

$$\text{БПК}_{\text{полн}} = \frac{(C_1 - C_2) - (C_1' - C_2') \times V}{V} \times 1000 \quad \text{мг O}_2/\text{л},$$

где C₁ - содержание растворенного в воде кислорода до инкубации, мг O₂/л;

C₂ - то же после инкубации, мг O₂/л;

C₁' - содержание растворенного в воде кислорода в разбавляющей воде до инкубации, мг O₂/л;

C₂' - то же после инкубации, мг O₂/л;

V - объем природной воды, содержащейся в 1 л пробы после разбавления, мл.

1.5 Определение бихроматной окисляемости

Общие сведения. Компоненты сточных вод, особенно промышленных, плохо окисляются перманганатом калия даже при кипячении. Значительно улучшает окисление бихромат калия, а саму окисляемость называют химическим потреблением кислорода. Определению мешают хлориды. Для полноты процесса сульфат серебра добавляют в качестве катализатора, одновременно связываются хлорид-ионы.

Значение ХПК для городских сточных вод колеблется в пределах 200 – 700 для неочищенных и 20 – 250 мг/л для очищенных вод. После очистки и хлорирования ХПК воды составляет, как правило, 20 – 40 мг/л. Обычно для городских стоков БПК равно 80% ХПК.

Оборудование и реактивы. Прибор для определения ХПК, состоящий из конической колбы емкостью 200 – 250 мл, обратного шапкового холодильника; песчаная баня.

Концентрированная серная кислота (плотность 1,84).
Кристаллический сульфат серебра (Ag_2SO_4).

Бихромат калия 0,25 мг-экв/л. 12,25 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ растворяют в дистиллированной воде и полученный объем доводят до 1 л.

Соль Мора 0,25 мг-экв/л. 98,25 г $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ растворяют в дистиллированной воде добавляют 40 мл концентрированной серной кислоты полученный объем доводят до 1 л.

Индикатор ферроин. В бидистилляте растворяют 1,485 г 1,10-фенантролина и 0,695 г сульфата железа (II) ($\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$) и объем доводят до 100 мл.

N-фенилантрахинолиновая кислота, индикатор. 0,25 г растворяют в 12 мл раствора гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль-экв/л и разбавляют дистиллированной водой до 250 мл.

Ход определения. 20 мл пробы помещают в коническую колбу прибора, добавляют 10 мл раствора бихромата калия 0,25 мг-экв/л и 0,4 г сульфата серебра, кусочки пемзы или фарфора. Смесь перемешивают, осторожно приливая 30 мл концентрированной серной кислоты и кипятят 2 часа на песчаной бане с обратным холодильником. Необходимо, чтобы при кипячении сохранялся золотисто-желтый цвет жидкости, в противном случае необходимо уменьшить количество анализируемой воды. После охлаждения раствор переносят в колбу Эрленмейра емкостью 500 мл количественно, смывая продукты реакции из холодильника и реакционной колбы. Объем полученного раствора - 250 мл. Добавляют 7 – 8 капель раствора ферроина и

5 капель раствора N-фенилантраниловой кислоты, титруют раствором соли Мора 0,25 мг-экв/л до перехода окраски из травянисто-зеленой в изумрудно-зеленую.

При проведении холостого опыта берут дистиллированную воду. Бихроматная окисляемость, мг O₂/л:

$$X = \frac{(a - b) \times C \times 8 \times 1000 \times K}{V},$$

где а – объем соли Мора, пошедшей на титрование холостой пробы,

мл;

б - объем соли Мора, пошедшей на титрование пробы, мл; С - концентрация соли Мора (0,25 мг-экв/л);

8 – количество кислорода, соответствующее 1 мл бихромата калия, мг;

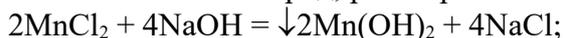
К – поправочный коэффициент для соли Мора;

V – объем пробы для анализа.

1..6 Определение растворенного в воде кислорода по Винклеру

Принцип метода. Основан на проведении трех последовательных окислительно-восстановительных реакций:

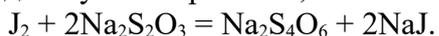
- связывается кислород, растворенный в воде (фиксация)



- освобождается свободный йод в эквивалентном зафиксированному кислороду количестве



- оттитровывается свободный йод раствором тисульфата натрия, и по его объему, пошедшему на титрование, вычисляется содержание растворенного кислорода



Оборудование и реактивы. Слянки с безупречно отшлифованными пробками, которые принято называть пикнометрами. Перед определением калибруют пикнометр - определяют его точный объем. Сухой пикнометр с пробкой взвешивают, наполняют дистиллированной водой так, чтобы под пробкой не осталось пузырьков воздуха, и взвешивание повторяют. Масса воды в пикнометре вычисляется по разнице. Пикнометр и вода должны иметь температуру 20°C (плотность воды при этой температуре 1.0027). Объем пикнометра -

$V = m/1.0027$. Если температура иная, то при расчете объема берется соответствующая плотность воды из справочника.

Пипетки 1 мл - 5 шт., 3 мл - 1 шт., 20 мл - 1 шт.; конические колбы ($V = 250$ мл); бюретка ($V = 25$ мл).

32%-ный раствор хлорида марганца (II). Растворяют 32 г соли в 68 мл дистиллированной воды.

32%-ный раствор гидроксида натрия + 10%-ный раствор йодида калия. Готовят отдельно: 32 г NaOH растворяют в 68 мл дистиллированной воды и 10 г KI растворяют в 90 мл дистиллированной воды, затем соединяют в равных объемах.

Серная кислота, разбавленная 1:1, или концентрированная фосфорная (85%-ная).

0,2%-ный раствор крахмала (свежеприготовленный): 0,2 г крахмала растворяют в 100 мл теплой дистиллированной воды и доводят до кипения.

Тиосульфат натрия 0,01 моль-экв/л: 2,48 г $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ растворяют в колбе на 1 л, доливая кипяченой дистиллированной водой до метки. Раствор хранят в плотно закрытой темной склянке.

Дихромат калия 0,01 моль-экв/л: 0,4903 г очень мелкого кристаллического $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ растворяют в мерной колбе на 1 л, доливая дистиллированной водой до метки.

15%-ный раствор йодида калия: 15 г KI белого цвета растворяют в 85 мл дистиллированной воды.

25%-ная серная кислота по объему. Один объем серной кислоты (98%) вносят в три объема дистиллированной воды.

Определение поправки на молярную концентрацию эквивалента тиосульфата. В колбу последовательно наливают 20 мл дихромата калия 0,01 моль-экв/л, 3 мл 25%-ной серной кислоты и 1 мл 15%-ного йодида калия. Выделяющийся в результате химической реакции йод окрашивает раствор в желто-коричневый цвет. Колбу закрывают часовым стеклом, чтобы не улетучился йод, и оставляют стоять 3 мин. После этого содержимое колбы титруют раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала до исчезновения синей окраски (добавляют в конце титрования).

$$K = 20 / V,$$

где 20 - объем 0,01 моль-экв/л раствора дихромата калия, мл;

V - объем тиосульфата, пошедшего на титрование, мл.

Ход определения. В пикнометры при помощи сифона осторожно наливают исследуемую воду. Сифон опускают на дно пикнометра и заполняют его водой. Вода медленно поднимается и вытесняет верхние слои воды. Примерно 1/3 объема должна вытечь. Пикнометр закрывают пробкой, устанавливая точный объем исследуемой воды. После этого, осторожно открыв, прибавляют реактивы Винклера: 1 мл раствора гидроксида натрия с йодидом калия и 1 мл хлорида марганца (II). Кончик пипетки с реактивом погружают на 1/3 высоты склянки и, медленно вынимая пипетку, приливают раствор. Затем склянку осторожно закрывают так, чтобы не осталось пузырьков воздуха. При этом выливается 2 мл анализируемой воды (объем прибавленных реактивов), что учитывается в расчетной формуле. Тщательно перемешивают содержимое, и пробу с зафиксированным кислородом ставят в темное место на 40 - 60 мин. По истечении этого времени пикнометры осторожно открывают, не допуская взбалтывания осадка, и прибавляют 1 мл концентрированной фосфорной или серной кислоты (1:1). Пипетку опускают на 1/4 высоты склянки. Кислоту выливают медленно, чтобы не допустить взбалтывания осадка. После перемешивания и полного растворения осадка содержимое пикнометра выливают в коническую колбу и титруют из бюретки тиосульфатом натрия до получения еле заметного желтого цвета. Потом прибавляют 0,5 мл 0,2%-ного раствора крахмала и получившийся синеватого цвета раствор осторожно титруют до полного обесцвечивания. После этого часть бесцветного раствора переливают обратно в пикнометр. Раствор чуть синее. Пробу дотитровывают до полного обесцвечивания раствора.

Содержание растворенного кислорода:

$$X = \frac{v \times 0,08 \times K \times 1000}{V_1 - V_2} \quad \text{мг О}_2 / \text{л,}$$

где v - объем тиосульфата натрия, пошедший на титрование, мл;

0,8 - масса кислорода, которая соответствует 1 мл 0,01 моль-экв/л раствора тиосульфата натрия, мг;

K - поправка на нормальность тиосульфата;

1000 - пересчет на 1 л;

V_1 - объем пикнометра, мл;

V_2 - объем прибавленных реактивов Винклера, мл.

1..7 Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Описание порядка выполнения работы, вычисление биохимического показателя.
3. Выводы по работе, содержащие оценку величины биохимического показателя.

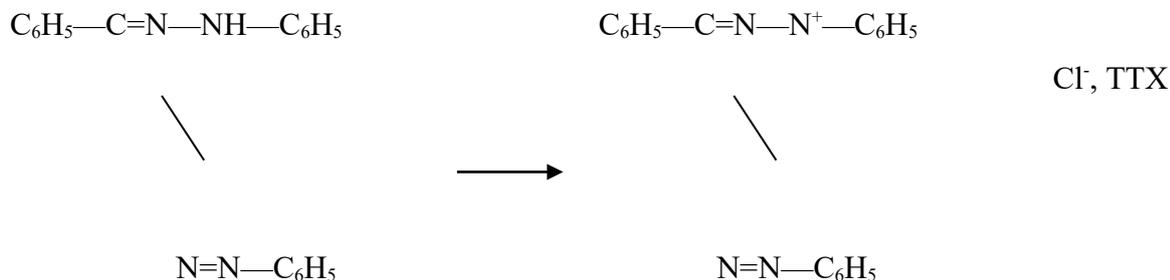
Правила безопасного ведения работы. Необходимо соблюдать правила работы с кислотами, щелочами, оборудованием из стекла и электронагревательными приборами.

Лабораторная работа № 4

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕГИДРОГЕНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ИЛА (ДАИ) ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Цель работы. Определить ДАИ и оценить этап биологической очистки сточных вод.

Общие сведения. Определение ДАИ заключается в измерении количества красного формазана, образующегося в результате восстановления бесцветной окисленной формы 2,3,5-трифенилтетразолия хлористого.



Последняя является акцептором водорода, переносимого от окисляемых субстратов ферментами дегидрогеназами. Количество полученного формазана пропорционально активности дегидрогеназ микроорганизмов активного ила. ДАИ обуславливается количеством и качеством загрязнений, содержащихся в сточной воде. Снижение этой величины свидетельствует или о резком уменьшении концентрации окисляемых веществ в стоке, или о наличии в нем токсических веществ.

Метод позволяет установить этап биологической очистки (очистка не прошла, биоокисление закончено, завершена регенерация ак-

тивного ила). С этой целью устанавливают соотношения ДАИ, определяемые для ила, где в качестве субстратов используется неочищенная сточная вода, водопроводная вода (т.е. субстраты – богатые и бедные источниками питания микроорганизмов). Это соотношение определяется этапом биологической очистки.

Оборудование и реактивы. ФЭК, биологический термостат, центрифуга с числом оборотов 5 000 об/мин, центрифужные пробирки со стеклянными пробками. При отсутствии специальных пробок можно использовать обычные центрифужные пробирки, закрытые резиновыми пробками с прокладкой из полиэтиленовой пленки.

0,5%-ный раствор 2,3,5-трифенилтетразолия хлористого. 0,5 г 2,3,5-трифенилтетразолия хлористого (ТТХ) растворяют в 100 мл дистиллированной воды. Раствор фильтруют.

Этиловый спирт 95 - 96%-ный.

Соляная кислота 0,01 моль-экв/л. 0,312 мл концентрированной соляной кислоты разбавляют в 1 л дистиллированной воды.

Гидроксид натрия 0,01 моль-экв/л. 0,4 г NaOH растворяют в дистиллированной воде и объем доводят до 1 л.

Формаза́н.

Получение формаза́на. 15 г NaHSO_3 или 1,27 г Na_2S растворяют на холоде в 20 - 30 мл дистиллированной воды, полученный раствор несколько раз отфильтровывают. 1 г ТТХ растворяют в 10 мл дистиллированной воды, затем соединяют оба раствора. Полученный осадок формаза́на отфильтровывают и промывают дистиллированной водой.

Высушивают формаза́н в течение 2-х суток на воздухе и 1-х суток при 30°C в сушильном шкафу.

Калибровочная кривая. Готовят основной раствор формаза́на: растворяют в спирте 10 мг формаза́на и раствор доводят до 100 мл. 1 мл содержит 0,1 мг формаза́на. Затем в 50-миллилитровые колбы вносят 25, 20, 10, 5, 2, 1 мл основного раствора, что соответствует

концентрациям 50, 40, 30, 20, 10, 5, 2 мг формаза́на в 1 л спирта. Объем раствора доводят до метки спиртом, перемешивают. Измеряя оптическую плотность растворов на ФЭКе, строят кривую зависимости оптической плотности от концентрации формаза́на в миллиграммах на литр.

Отбор проб. Место отбора проб активного ила определяется целями анализа. Отбор проб следует проводить в одно и то же время суток. Разрыв между моментом отбора проб активного ила и началом анализа не должны превышать 20 минут.

Ход определения. В центрифужные пробирки отбирается по 10 мл суспензии активного ила, проверяется pH среды и, если необходимо, доводится до 7 (0,01 мол/л раствором соляной кислоты или гидроксида натрия). Две пробирки с активным илом центрифугируются (5 000 об/мин.), надилловая жидкость сливается. В одну из этих пробирок добавляется водопроводная вода, в другую – неочищенная сточная жидкость. Объем полученных иловых взвесей также должен составлять 10 мл. В три пробирки (ил – водопроводная вода, ил – неочищенная сточная жидкость, ил – исходная надилловая жидкость) добавляется по 1 мл раствора 2,3,5-трифенилтетразолия хлористого (ТТХ). Тщательно перемешивается. Все пробирки (4 шт., в последнюю ТТХ не добавляется, она необходима в дальнейшем для контроля при калориметрировании) помещаются в термостат и выдерживаются 55 минут при температуре 37°C. По окончании пробирки (4 шт.) центрифугируются, надилловая жидкость сливается, а к илу во все пробирки добавляется по 10 мл этилового спирта для экстракции образовавшегося формазана (восстановленная форма ТТХ красного цвета). Ил со спиртом во всех 4-х пробирках энергично перемешивается в течение 3-х минут, и затем центрифугирование повторяют. Спиртовые растворы, быстро отделенные от ила, калориметрируются на ФЭКе ($\lambda = 540$ нм, $L = 0,5$ см). Спирт из четвертой пробирки, в которую не вносили раствор ТТХ, используется в качестве контроля. Концентрация формазана за вычетом холостого опыта определяется по калибровочной кривой.

ДАИ выражается в мг восстановленного формазана (а) на 1 г сухого или беззольного вещества ила (в). Это удельная активность (I). Общая активность – на 1 л иловой смеси (II).

$$\text{ДАИ}_{\text{уд.}} = \frac{a}{b}, \text{ мг/г ила.} \quad (\text{I})$$

$$\text{ДАИ}_{\text{общ.}} = a \times 100, \text{ мг/г.} \quad (\text{II})$$

2..1 Значения ДАИ (У) для промышленного аэротенка

ДАИ	Аэротенк место отбора проб		Конец регенератора
	начало	конец	
$U_{исх.}$	1,35	1,16	0,8
$U_{вод.}$ вода	1,2	1,12	0,95
$U_{ст. ж.}$	1,25	1,55	1,48

Соотношения между активностями:

1. $U_{исх.} \geq U_{ст.ж.} > U_{воды}$ – сточная жидкость не очищена.

2. $U_{ст.ж.} \geq U_{исх.} > U_{воды}$ – изъятие загрязнений окончилось, появи- лись нитраты.

Регенерация ила еще не прошла.

3. $U_{ст.ж.} \geq U_{воды} > U_{исх.}$ – регенерация ила закончилась.

2..2 Содержание отчета

1. Цель работы.

2. Описание порядка выполнения работы. Описание методик оп- ределения ДАИ.

3. Выводы по работе.

Правила безопасного проведения работы. Необходимо соблю- дать правила работы с кислотами, щелочами, оборудованием из стек- ла и электронагревательными приборами.

Лабораторная работа №5

Очистка сточных вод методом электрофлотации

2.1. Цель работы

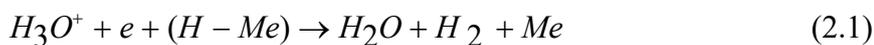
Целью данной работы является изучение процессов очистки сточных вод методом электрофлотации.

2.2. Общие положения

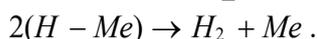
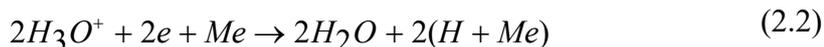
Флотация – это процесс молекулярного прилипания частиц флоти- руемого материала к поверхности раздела двух фаз: газа (воздуха) и жидкости, обусловленный избытком свободной энергии поверхностных пограничных слоев, а также поверхностными явлениями смачивания. Процесс очистки сточных вод методом флотации заключается в обра- зовании комплексов «частицы-пузырьки», их всплывании и удалении образовавшегося пенного слоя с поверхности жидкости [3].

Для осуществления процесса флотации используют несколько способов диспергирования газа в воде, одним из которых является электрический. При нем насыщение воды пузырьками газа достигается электролизом воды. Различают следующие виды электрообработки сточных вод: удаление растворенных и взвешенных примесей органического и неорганического происхождения электролизом сточных вод с использованием растворимых (железных или алюминиевых) электродов – анодов; удаление взвешенных, частично растворенных загрязнений с использованием нерастворимых электродов; удаление растворенных примесей с использованием анодного окисления и катодного восстановления, сопровождаемых образованием нетоксичных (малотоксичных), а в некоторых случаях – нерастворимых в воде продуктов, выпадающих в осадок [3].

Процесс электролиза воды в кислой среде (при $pH < 7$) включает две основные стадии. На первой происходит разряд ионов гидроксония на катоде с образованием атомарного водорода, адсорбированного на его поверхности. На следующей стадии – рекомбинация его в молекулярный. В зависимости от материала электродов и параметров электролиза может преобладать каталитический или электрохимический механизм процесса:



или

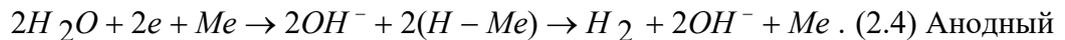


На аноде в этих условиях идет разряд молекул воды [3]:

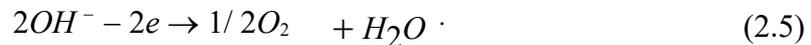


Электролиз воды в щелочной среде происходит при недостаточности катионов водорода, путем прямого восстановления молекул воды на

поверхности катода. В результате этой реакции образуется атом гидроксида и адсорбированный атомарный водород, затем рекомбинирующий в молекулярный по схеме [3]:



Анодный процесс в данном случае определяется разрядом гидроксидов [3]:



Таким образом, в процессе электролиза сточной воды на катоде выделяется водород, а на аноде – кислород. Основную роль в процессе флотации играют пузырьки, выделяющиеся на катоде. Размер пузырьков зависит от величины краевого угла смачивания, кривизны поверхности электрода и его конфигурации. При использовании нерастворимых электродов пузырьки выделяющихся газов сорбируют на своей поверхности загрязнения и поднимаясь вверх, выносят их на поверхность жидкости [3].

Конструкция электродной системы в электрофлотаторе позволяет равномерно распределить пузырьки газа по всему объему флотокамеры, что повышает коэффициент использования ее объема, а значит и эффективность очистки. При электрофлотации образуются только мелкие пузырьки газа практически одного размера, обладающие высокой адгезионной активностью и всплывающие при ламинарном режиме, что также способствует повышению эффективности очистки сточных вод [3].

Основным недостатком электрохимических методов очистки сточных вод является их высокая энергоемкость, поэтому их применяют при расходе сточных вод не более 1000 м³/сут [3].

Метод электрофлотации применяют для очистки производственных сточных вод от поверхностно-активных веществ (природных и синтетических), жиров, нефтепродуктов и т.п. Плотность тока при электрофлотации составляет 0,5–3 А/дм² [3].

Для очистки сточных вод от красителей и ПАВ используется метод электрохимической деструкции при плотности тока 1–2 А/дм². Сила тока при электрофлотации I , А, определяется по формуле [3]:

$$I = J_a \cdot F, \quad (2.6)$$

где J_a – анодная плотность тока, А/дм²; F – площадь электродов, дм².

Удельные затраты электроэнергии W , Вт·ч/л, определяются по формуле [3]:

$$W = \frac{I \cdot U \cdot t}{V}, \quad (2.7)$$

где U – напряжение, В; t – продолжительность электрообработки, ч; V – объем обрабатываемой жидкости, л.

Эффект очистки при электрообработке Θ , %, определяется по формуле [3]:

$$\Theta = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%, \quad (2.8)$$

где C_1 и C_2 – концентрация загрязняющего вещества в исходной и обработанной воде, мг/л.

2.3. Лабораторное оборудование

Для проведения данной лабораторной работы необходимо иметь: электрофлотатор; источник питания с устройством управления; секундомер; спектрофотометр.

2.4. Описание лабораторной установки

Схема лабораторной установки представлена на рис. 2.1. Лабораторная установка состоит из модели электрофлотатора и источника питания типа НУ3005. Модель электрофлотатора выполнена из оргстекла и состоит из двух флотокамер 1, отстойной камеры 2 и пеносборного кармана 3. Во флотокамерах установлены электродные блоки, состоящие из нерастворимых анодов 4 и катодов 5. В перегородках, разделяющих флотокамеры, отстойную камеру и пеносборник, имеются щелевые отверстия 6, через которые обработанная жидкость из флотокамер 1 поступает в отстойную камеру 2, а образовавшийся в флотокамерах пенный продукт – в пеносборник 3. Электрофлотатор сверху закрыт крышкой 7, в которой имеются отверстия 8, через которые выделяющийся в процессе электрофлотации газ отводится в систему вентиляции. В отстойной камере 2 имеется патрубок 9, по которому обработанная в электрофлотаторе жидкость отводится в емкость 11. Из пеносборника 3 пенный продукт отводится через патрубок 10.

Флотокамеры имеют размеры 65×55×160 мм и объем 0,52 л; камера отстаивания – 130×50×160 мм и объем 1,04 л; пеносборник имеет размеры 105×40×160 мм и объем 0,6 л. Электроды имеют размеры 65×35 мм; расстояние между электродами составляет 15 мм [3].

Электропитание лабораторной установки осуществляется от источника питания НУ3005, который представляет высокостабильный регулируемый агрегат питания постоянного тока с регулируемым выходным напряжением и регулируемым выходом по току.

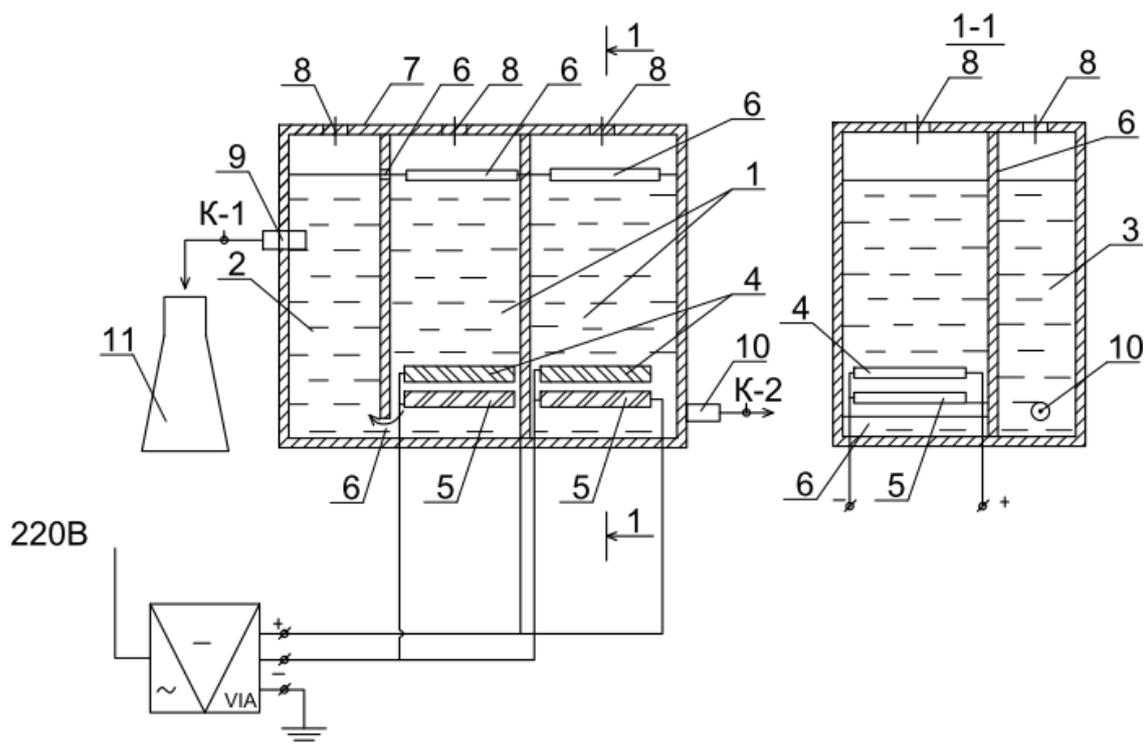


Рис. 2.1. Схема лабораторной установки

Прибор имеет цифровую индикацию напряжения от 0 до 30 В и тока – от 0 до 5 А. Источник питания НУ 3005 предназначен для стабилизации постоянного напряжения или тока в зависимости от установленного режима, имеет плавную регулировку выходного напряжения и тока, которая осуществляется с передней панели и имеет грубую и точную настройку. Предусмотрена работа прибора как с изолированным выходом, так и при заземлении клеммы любой полярности. Прибор имеет защиту от короткого замыкания. В приборе использована линейная схема преобразования переменного напряжения в стабилизированное напряжение постоянного тока заданной силы [3].

Включение прибора с ограничением по току [3]:

- а) подключить прибор к заземляющему контуру через терминал подключения заземления 9;
- б) подключить шнур питания прибора к сети однофазного переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц;
- в) установить ступенчатый регулятор напряжения 6 и плавный регулятор напряжения 5 по часовой стрелке на максимальную позицию;

г) установить ступенчатый регулятор тока нагрузки 4 и плавный регулятор тока нагрузки 3 против часовой стрелки на минимальную позицию.

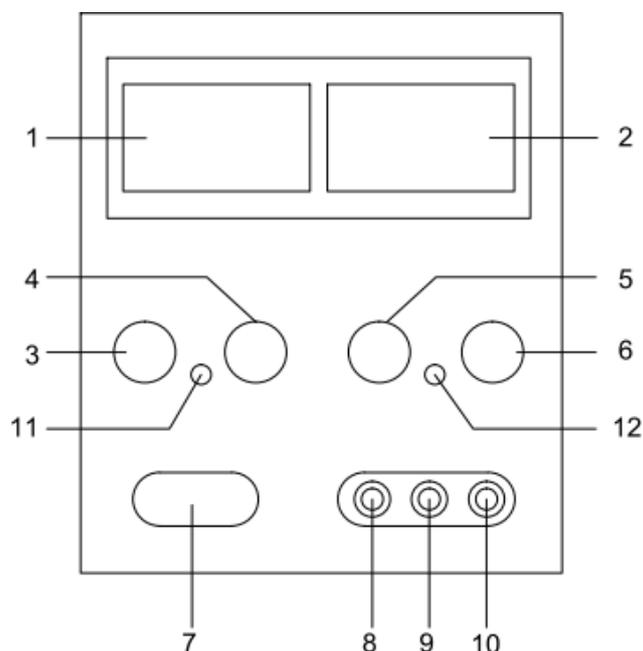


Рис. 2.2. Передняя панель прибора НУ 3005:

1 – цифровая шкала амперметра; 2 – цифровая шкала вольтметра; 3 – плавный регулятор тока нагрузки; 4 – ступенчатый регулятор тока нагрузки; 5 – плавный регулятор напряжения; 6 – ступенчатый регулятор напряжения; 7 – выключатель; 8 – отрицательный выходной терминал; 9 – терминал подключения заземления; 10 – положительный выходной терминал; 11 – светодиодный индикатор выходного тока; 12 – светодиодный индикатор выходного напряжения

д) включить прибор выключателем 7;

е) подсоединить электрофлотатор комплектом соединительных проводов на выходные терминалы 8 и 10;

ж) ступенчатым регулятором тока нагрузки 4 и плавным регулятором тока нагрузки 3 установите заданный выходной ток.

2.5. Порядок проведения работы

Изучение метода электрофлотации производится применительно к очистке сточных вод от синтетических красителей. До начала лабораторной работы приготавливают шкалу растворов красителя с концен-

трациями 5,10,20.50 и 100 мг/л. Каждый раствор фотометрируют на спектрофотометре КФК. По результатам фотометрирования строится калибровочный график [3].

С электрофлотатора снимают крышку 7 и заполняют его сточной водой, загрязненной красителем в концентрации 50–100 мг/л. Для определения точной концентрации красителя отбирают пробу раствора, на спектрофотометре КФК определяют его оптическую плотность и по калибровочной кривой – концентрацию красителя в исходном растворе. Полученные значения записывают в табл. 2.1. Крышку закрывают и проверяют надежность всех электрических соединений и заземление выпрямителя [3].

Параметры «плотность тока» и «продолжительность обработки» принимаются по заданию. Рекомендуемые значения плотности тока 1–3 А/дм², время обработки 5–25 минут [3].

Внимание: в случае короткого замыкания на выходе ток ограничится величиной, установленной текущими элементами управления, тем не менее устройство должно быть выключено, а короткое замыкание устранено.

Используя формулу (2.6) определяют силу тока, которая должна быть установлена в цепи электрофлотатора после его включения, и записывают эту величину в табл. 2.1. Включают источник питания и регуляторами тока нагрузки устанавливают заданное значение тока нагрузки, начиная с минимальной величины. Через интервалы времени 5, 10, 15, 20 и 25 минут открытием крана К-1 отбирают пробы жидкости, и на спектрофотометре КФК определяют величину оптической плотности. По калибровочной кривой определяют концентрацию красителя, и полученные значения заносят в табл.2.1.

Таблица 2.1

Номер опыта	Анодная плотность тока, А/м ²	Сила тока, А	Напряжение, В	Продолжительность обработки, ч	Концентрация красителя, мг/л	
					в исходном растворе	в обработанном растворе
1	2	3	4	5	6	7

Затем увеличивают плотность тока и повторяют опыты в описанной выше последовательности. По окончании опытов прибор выключают и обесточивают выдернув вилку из розетки. Отсоединяют соединительные провода электродного блока от выходных терминалов. Снимают крышку

вместе с электродными блоками. Электрофлотатор опорожняют и промывают водой.

2.6. Обработка опытных данных и составление отчета

По формуле (2.7) определяются удельные затраты электроэнергии, а по формуле (2.8) – эффект очистки. Результаты расчетов заносятся в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Номер опыта	Анодная плотность тока, A/m^2	Продолжительность обработки, t, ч	Эффект очистки, Э, %	Удельные затраты электроэнергии, $W, \frac{Вт \cdot ч}{л}$
1	2	3	4	5

По данным табл. 2.2 для каждого значения анодной плотности тока строится график зависимости $\mathcal{E} = f(t)$. По данным графикам определяется оптимальная плотность тока, для которой строится график зависимости $W = f(t)$.

Дается заключение об оптимальных режимах работы установки и эффективности очистки воды электрофлотацией.

2.7. Меры безопасности при проведении лабораторной работы

При проведении лабораторной работы на электрофлотационной установке необходимо соблюдать общие правила техники безопасности при работе с электрическими приборами. Студенты, выполняющие данную лабораторную работу, должны пройти инструктаж по технике безопасности при работе с электроприборами. Так как при электролизе жидкости выделяются газы (водород, кислород), электрофлотатор должен иметь систему вытяжной вентиляции или должен быть установлен в вытяжном шкафу [3].

Источник питания должен располагаться в сухом, отапливаемом помещении, где отсутствуют любые агрессивные пары, вдали от предметов, излучающих тепло. К нему необходимо обеспечить свободный доступ воздуха. Источник питания должен быть заземлен.

Перед началом лабораторной работы необходимо произвести внешний осмотр источника питания, ознакомить студентов с расположением элементов управления и индикации измерительных данных

источника питания НУ-3005, объяснить правила включения и выключения, порядок установки требуемых величин силы тока и напряжения [3].

Категорически запрещается [3]:

- работать с незаземленным источником питания;
- нарушать правила его эксплуатации (включение, выключение, регулирование параметров);
- производить ремонт при включенном в сеть источнике питания;
- дотрагиваться до находящихся под напряжением контактов;
- снимать крышку электрофлотатора во время его работы;
- работать с электрофлотатором в местах, не оборудованных принудительной приточно-вытяжной вентиляцией.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению самостоятельной работы
по дисциплине «Энерго- и ресурсосберегающие технологии»
18.03.01 Химическая технология
направленность (профиль) Химическая технология неорганических веществ
(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины.....	5
2 План-график выполнения самостоятельной работы.....	6
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	7
4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	7
5 Тематический план дисциплины.....	8
6 Вопросы для собеседования.....	9
7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....	11
8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов	12
9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции.....	12
10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	13

Введение

Настоящее пособие разработано на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (далее ФГОС ВО);
- нормативно-методических документов Минобрнауки России;
- Устава ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;
- Приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 N 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644);
- локальных нормативных актов ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».

На современном рынке труда конкурентоспособным может стать только квалифицированный работник соответствующего уровня и профиля, компетентный, свободно владеющей своей профессией и ориентированный в смежных областях деятельности, способный к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов и готовый к постоянному профессиональному росту.

Самостоятельная работа студента направлена на достижение целей подготовки специалистов-профессионалов, активное включение обучаемых в сознательное освоение содержания образования, обеспечение мотивации, творческое овладение основными способами будущей профессиональной деятельности. Чтобы подготовить и обучить такого профессионала, высшим учебным заведениям необходимо скорректировать свой подход к планированию и организации учебно-воспитательной работы. Это в равной степени относится к изменению содержания и характера учебного процесса. В современных реалиях задача преподавателя высшей школы заключается в организации и направлении познавательной деятельности студентов, эффективность которой во многом зависит от их самостоятельной работы. В свою очередь, самостоятельная работа студентов должна представлять собой не просто самоцель, а средство достижения прочных и глубоких знаний, инструмент формирования активности и самостоятельности студентов.

В связи с введением в образовательный процесс новых образовательных стандартов, с уменьшением количества аудиторных занятий по дисциплинам возрастает роль самостоятельной работы студентов. Возникает необходимость оптимизации самостоятельной работы студентов (далее - СРС). Появляется необходимость модернизации технологий обучения, что существенно меняет подходы к учебно-методическому и организационно-техническому обеспечению учебного процесса.

Данная методическая разработка содержит рекомендации по организации, управлению и обеспечению эффективности самостоятельной работы студентов в процессе обучения в целях формирования необходимых компетенций.

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом учебного процесса для каждого студента и определяется учебным планом. Виды самостоятельной работы студентов определяются при разработке рабочих программ и учебных методических комплексов дисциплин содержанием учебной дисциплины. При определении содержания самостоятельной работы студентов следует учитывать их уровень самостоятельности и требования к уровню самостоятельности выпускников для того, чтобы за период обучения искомый уровень был достигнут. Так, удельный вес самостоятельной работы при обучении в очной форме составляет до 50% от количества аудиторных часов, отведённых на изучение дисциплины, в заочной форме - количество часов, отведенных на освоение дисциплины, увеличивается до 90%.

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

На основании компетентного подхода к реализации профессиональных образовательных программ, видами заданий для самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и информационно- телекоммуникационной сети Интернет и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей), повторная работа над учебным материалом, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), завершение аудиторных практических работ и оформление отчётов по ним, подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), материалов-презентаций, подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа проводится в виде упражнений при изучении нового материала, упражнений в процессе закрепления и повторения, упражнений проверочных и контрольных работ, а также для самоконтроля.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

1. готовность студентов к самостоятельному труду;
2. наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;
3. консультационная помощь.

Самостоятельная работа может проходить в лекционном кабинете, компьютерном зале, библиотеке, дома. Самостоятельная работа способствует формированию компетенций, тренирует волю, воспитывает работоспособность, внимание, дисциплину и ответственность.

1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Дисциплина «Энерго- и ресурсосберегающие технологии» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана. Она направлена на формирование профессиональных компетенций, обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Наименование компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	ПК-1 ИД-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	Пороговый уровень понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства продукции;
	ПК-1 ИД-2 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	Пороговый уровень разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
	ПК-1 ИД-3 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	Пороговый уровень применяет методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства; Повышенный уровень разрабатывает профессионально методы разработки мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства

В рамках курса дисциплины «Энерго- и ресурсосберегающие технологии» самостоятельная работа студентов находит активное применение и включает в себя различные виды деятельности:

- подготовка к практическим занятиям, в том числе работа с методическими указаниями, средствами массовой информации;
- подготовка к лекциям, в том числе самостоятельное углубленное изучение теоретического курса по рекомендованной литературе;
- подготовка к промежуточной аттестации.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к лекциям заключается в получении новых знаний, приобретенных при более глубоком изучении литературы по дисциплине.

Задачи:

- доработка и повторение конспектов лекции;
- осмысление содержания лекции, логической структуры, выводов.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к практическим занятиям заключается в углублении, расширении, детализировании знаний, полученных на лекциях в обобщенной форме.

Задачи:

- развить способность применять полученные знания на практике при решении конкретных задач;
- проверить знания студентов, полученные на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к экзамену заключается в повторении и закреплении всего изученного материала.

Задачи:

- научиться анализировать и систематизировать все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, заметки, сделанные во время консультаций и практических занятий.

2 План-график выполнения самостоятельной работы

Таблица 1 – Виды самостоятельной работы для заочной формы обучения

Коды реализуемых компетенций, индикаторов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателями	Всего
Заочная форма обучения					
8 семестр					
ПК-1 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3	Подготовка к практическому занятию	Конспект, собеседование	0,57	0,03	0,6
	Подготовка к лабораторной работе	Собеседование	0,855	0,045	0,9
	Самостоятельное изучение литературы	Конспект, собеседование	161,73 75	8,5125	170,25
	Подготовка к экзамену	Вопросы к экзамену	5,25	1,5	6,75

Итого за семестр	168,41 25	10,0875	171,75/6, 75
------------------	--------------	---------	-----------------

3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенци(ий), индикатора (ов)	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
<i>Компетенция: ПК-1 Способен организовать контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса</i>				
ПК-1 анализирует качество сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий на соответствие требованиям нормативной документации	ИД-1 не понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;	не в достаточном объеме понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;	понимает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;	понимает на профессиональном уровне мероприятия по оптимизации технологических режимов производства;
ПК-1 осуществляет внедрение новых методов и средств технического контроля	ИД-2 не разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;	не в достаточном объеме разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;	разрабатывает мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства;	разрабатывает мероприятия на профессиональном уровне по оптимизации технологических режимов химического производства;
ПК-1 осуществляет проведение испытаний новых и модернизированных	ИД-3 не применяет методы разработки мероприятия по оптимизации	не в достаточном объеме применяет методы разработки мероприятия по	применяет методы разработки мероприятия по оптимизации	разрабатывает профессионально методы разработки

образцов продукции	технологических режимов химического производства	оптимизации технологических режимов химического производства	технологических режимов химического производства	мероприятия по оптимизации технологических режимов химического производства
--------------------	--	--	--	---

5 Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализуемые компетенции, индикаторы	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Групповые консультации	
Заочная форма обучения							
8 семестр							
1	Глобализация ресурсоэnergосбережения и ресурсные альтернативы	ПК-1 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3	1,5	1,5	3		71,75
2	Технико-технологические способы и средства ресурсоэnergосбережения	ПК-1 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3	1,5	1,5			50
3	Менеджмент ресурсоэnergосбережения	ПК-1 ИД-1 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3	1,5				50
	ИТОГО за семестр		4,5	3	3		171,75

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершенный раздел.

Лекционный материал посвящен рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины (модуля) и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

6. Вопросы к экзамену

1. Классификация ресурсов и их характеристика.
2. Сырьевые ресурсы и эффективность их использования. Показатели эффективности использования сырьевых ресурсов.
3. Возобновляемые топливно-энергетические ресурсы (ТЭР). Рациональное использование ТЭР.
4. Основные понятия и классификация сырья.
5. Вторичные материальные ресурсы. 6. Вода и воздух в химической промышленности.
7. Принципы выбора энергоресурсов для химических производств.
8. Системы энергоснабжения промышленных предприятий.
9. Системы сбора и обработки информации о расходе материальных и энергетических ресурсов.
10. Общая модель энергоэкологического аудита.
11. Химико-технологический процесс как система.
12. Однородные химико-технологические системы.
13. Эффективность химико-технологической системы.
14. Энерго-и ресурсосбережение и промышленная экология.
15. Взаимодействие производства и окружающей среды.
16. Контроль состояния окружающей среды.
17. Предельно допустимые концентрации примесей в атмосфере.
18. Экологические проблемы химических производств.
19. Переработка отходов химической промышленности.
20. Основные принципы создания безотходных производств.
21. Вторичные материальные ресурсы.
22. Открытые и замкнутые схемы химического производства.
23. Безотходные производства.
24. Энергетический метод анализа совершенства химико-технологических систем.
25. Энтропийный метод анализа совершенства химико-технологических систем.
26. Виды эксергии вещества и энергии.
27. «Организованная» и «неорганизованная» энергия.
28. Основные принципы энергосбережения.
29. Направления ресурсосбережения.
30. Взаимосвязь энерго-и ресурсосбережения.
31. Процессы с рекуперацией механической и тепловой энергии.
32. Массообменные сопряженные процессы.
33. Принцип совмещения технологических процессов.
34. Классификация совмещенных процессов.
35. Реакционно-массообменные процессы.
36. Реакционно-сорбционный процесс.
37. Реакционно-мембранный процесс.
38. Энергосберегающие технологии.
39. Комплексное производство аммиака и карбамида.

40. Показатели эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (показатель энергетической эффективности, коэффициент полезного использования энергии, к.п.д., потери энергии, полная энергоемкость продукции, энергоемкость производства продукции).

41. Обоснование выбора сырья. Сырьевая база для отраслей неорганических и органических производств.

42. Основные способы интеграции процессов.

43. Пути снижения энергопотребления в производстве аммиака.

44. Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов. Принципы обогащения сырья.

45. Использование внутренних ресурсов химических предприятий. Источники вторичных энергоресурсов.

46. Материальный и энергетический балансы.

7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента в ходе **лекционных занятий** включает изучение вопросов теории, вынесенных на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой дисциплины, проработку лекционных материалов для подготовки к контролю знаний на лекционных занятиях (опрос) и подготовку вопросов для обсуждения при консультации с преподавателем.

Работа с лекционным материалом не завершается по окончании лекции. На 2 часа лекции необходимо затратить около часа на работу с конспектом. За это время необходимо перечитать записи, пополнить их данными, которые удалось запомнить из речи преподавателя, но не удалось записать. Работая с конспектом, нужно отметить непонятные вопросы для выяснения которые у преподавателя на консультации. Отдельно следует выделить связанные с темой лекции вопросы, которые преподаватель поручил проработать самостоятельно.

Активно проработанный в течение семестра конспект лекций в дальнейшем служит основой для подготовки к экзамену.

Вопросы для самостоятельного изучения представлены в п. 5.

Самостоятельная работа в ходе **практических работ** включает выполнение заданий к практическим занятиям, в частности решение задач различного уровня сложности. Задачи приведены в методических указаниях к практическим занятиям и фондах оценочных средств.

Зная тему практического занятия, необходимо готовиться к нему заблаговременно. Для эффективной подготовки к практическому занятию необходимо иметь методическое руководство к практическим работам.

Критерии оценивания практических занятий представлены в фонде оценочных средств.

При проверке практического задания, оцениваются: последовательность и рациональность изложения материала; полнота и достаточный объем ответа; научность в оперировании основными понятиями; использование и изучение дополнительных литературных источников.

8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине осуществляется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

1. самоконтроль и самооценка обучающегося;
2. контроль и оценка со стороны преподавателя.

9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании работ.

10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практическое занятие – один из самых эффективных видов учебных занятий, на которых студенты учатся творчески работать, аргументировать и отстаивать свою позицию, правильно и доходчиво излагать свои мысли перед аудиторией. Основное в подготовке и проведении практических занятий – это самостоятельная работа студента над изучением темы. Студент обязан точно знать план занятия либо конкретное задание к нему. На занятии обсуждаются узловые вопросы темы, однако там могут быть и такие, которые не были предметом рассмотрения на лекции. Могут быть и специальные задания к той или иной теме.

Готовиться к практической работе следует заранее. Необходимо внимательно ознакомиться с планом и другими материалами, уяснить вопросы, выносимые на обсуждение. Затем нужно подобрать литературу и другой необходимый, в т.ч. рекомендованный, материал (через библиотеку, учебно-методический кабинет кафедры и др.). Но прежде всего, следует обратиться к своим конспектам лекций и соответствующему разделу учебника. Изучение всех источников должно идти под углом зрения поиска ответов на выносимые на практико-ориентированные занятия вопросы.

Завершающий этап подготовки к занятиям состоит в выполнении индивидуальных заданий.

В случае пропуска занятия студент обязан подготовить материал и отчитаться по нему перед преподавателем в обусловленное время. Может быть предложено отдельным бакалаврам, ввиду их слабой подготовки, более глубоко освоить материал и прийти на индивидуальное собеседование.

Студент не допускается к промежуточной аттестации, если у него есть задолженность по практическим работам.