МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ:**
Первый проректор
_____ А. А. Каракозов
(подпись)
«31» марта 2023 года

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.06.01 Технология поверхностно-активных веществ**
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств
(наименование профиля / магистерской программы /специализации)

Программа: Бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: Очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

| Форма обучения: | очная | заочная |
|---|---|---|
| Семестр(ы) | 6 | 6 |
| Общая трудоёмкость в з.е./часах | 3/108 | 3/108 |
| Контактная работа (час.), в том числе: | 36 | 10 |
| лекции (час.) | 17 | 2 |
| лабораторные работы (час.) | - | - |
| практические (семинарские) занятия (час.) | 17 | 2 |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе: | 72 | 98 |
| Контроль (экзамен, час./зачёт) | Зачет | Зачет |

**Донецк, 2023 г.**

Рабочая программа дисциплины «Технология поверхностно-активных веществ» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, направленность (профиль): «Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств» для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:
проф. кафедры общей физической
и органической химии,
д.х.н. _____ Е.С. Карташинская
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры общей, физической и органической химии.

Протокол от «20» марта 2023 года № 8

Заведующий кафедрой _____ Е.И. Волкова
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Протокол от «24» марта 2023 года № 3

Председатель _____ В.В. Шаповалов
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры общей, физической и органической химии.

Протокол от «_____» _____20___ года № _____

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры общей, физической и органической химии.

Протокол от «_____» _____20___ года № _____

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры общей, физической и органической химии.

Протокол от «_____» _____20___ года № _____

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

# 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные со строением, свойствами и технологией получения синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Целью преподавания дисциплины является: привитие студентам теоретических знаний по химии и технологии ПАВ, обучение практическим навыкам их синтеза, выделения и основам технологии получения.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать

– основной ассортимент поверхностно-активных веществ;

– нормативные требования к качеству поверхностно-активных веществ;

– механизмы реакций основных классов органических веществ и их общие кинетические закономерности;

– технологию и общие принципы осуществления наиболее распространенных и важных химических процессов производства ПАВ, способы выделения продуктов органических реакций;

– теоретические основы и принципы физико-химических методов анализа, спектральные и хроматографические методы, качественный и количественный методы анализа;

– основные понятия цели и задачи стандартизации, сертификации продуктов проявляющих свойства поверхностно-активных веществ;

уметь

– описывать конкретный технологической процесс уравнениями химических реакций;

– выполнять термодинамические и химические расчеты, планировать и проводить физико-химические эксперименты;

– проводить обобщение и обработку экспериментальных данных;

– определять фазовый состав изучаемых систем; использовать методы химической идентификации;

– применять приемы компаундирования, введения синтетических компонентов и присадок в производстве поверхностно-активных веществ;

– обосновать выбор продукта для конкретной области применения с учетом особенностей его состава, строения и доступности;

– оптимизировать состав и свойства товарных продуктов основного органического и нефтехимического синтеза;

– пользоваться поисковой системой патентных баз данных;

- работать с нормативной документацией по стандартизации и сертификации и применять полученные знания в процессе обучения по профилю подготовки;

владеть

– методиками синтеза ПАВ;

– методиками определения качества синтезированных соединений;

– методами определения технологических показателей процесса,

составления технологических схем, методами выбора химических реакторов.

– терминологией в области стандартизации и сертификации, приемами работы с базами нормативных документов;

– приемами составления патентного формуляра в области производства ПАВ.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

| Наименование категории (группы) универсальных компетенций | Код и наименование универсальной компетенции выпускника | Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции |
|---|---|---|
| Выполнение работ по внедрению технологических процессов при промышленном производстве лекарственных средств | ПК-1 Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для анализа и измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа. | ПК.1.1. Знает характеристики основного технологического оборудования и вспомогательных систем, использующихся в выполняемом технологическом процессе; фармацевтическую технологию в части выполняемых технологических процессов.<br>ПК.1.2. Умеет осуществлять оценку соответствия производства лекарственных средств требованиям, установленным законодательством Российской Федерации об обращении лекарственных средств; разрабатывать технико-экономическое обоснование реконструкции или расширения производства лекарственных средств.<br>ПК. 1.3. Владеет принципами стандартизации и контроля качества лекарственных средств и деятельности по их |

| Наименование категории (группы) универсальных компетенций | Код и наименование универсальной компетенции выпускника | Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции |
|---|---|---|
| | | производству; подбором состава разрабатываемых лекарственных форм для оптимизации технологического процесса |
| Управление процессами производства лекарственных средств | ПК-4<br>Готовность и способность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.<br>Организация работ по изучению и внедрению научно- технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в производстве. | ПК. 4.1. Знает нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции;<br>Свойства химических элементов; и материалов на их основе для организации работ по внедрению достижений передового опыта на производстве.<br>ПК. 4.2. Умеет производить анализ качества сырья, материалов и готовой продукции.<br>ПК. 4.3. Владеет методами статистического управления качеством, статистические методы, применяемые при оценке результатов испытаний технологических процессов и валидации. |

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Коллоидная химия», «Дисперсные системы и поверхностные явления», «Органическая химия», «Процессы и аппараты химических производств».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин («Стандартизация и сертификация лекарственных и парфюмерно-косметических средств», «Технология косметических средств»), прохождении производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

# 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

| Наименование темы (содержательных модулей) | Количество часов (очная/заочная форма) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | В том числе | | | |
| | | Лекции | Лабор. | Практ. (Семин.). | СР |
| Тема 1. Сырье и промышленный синтез сырья для производства ПАВ. | 16/17 | 2/1 | 0/0 | 2/0 | 12/16 |
| Тема 2. Классификация, свойства ПАВ. Основы теории моющего действия | 16/18 | 2/1 | 0/0 | 2/1 | 12/16 |
| Тема 3. Синтез ПАВ. Технология производства анионных ПАВ | 20/18 | 4/0 | 0/0 | 4/1 | 12/17 |
| Тема 4. Синтез катионных, амфолитных и неионогенных ПАВ | 20/17 | 4/0 | 0/0 | 4/0 | 12/17 |
| Тема 5. Классификация и состав СМС. | 20/16 | 4/0 | 0/0 | 4/0 | 12/16 |
| Тема 6. Технология производства жидких и кусковых моющих средств. | 14/16 | 1/0 | 0/0 | 1/0 | 12/16 |
| Контактная работа (дополнительная) | 2/6 | | | | |
| Курсовая работа (проект) | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| Итого по видам занятий | 106/102 | 17/2 | 0/0 | 17/2 | 72/98 |
| Контроль | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| **ИТОГО:** | 108/108 | 17/2 | 0/0 | 17/2 | 72/98 |

**Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины**

| Компетенции | Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции |
|---|---|
| ПК-1 | Темы 1-6 |
| ПК-4 | Темы 1-6 |

## 3.2 Лекции

Тема 1. Сырье и промышленный синтез сырья для производства ПАВ.

Содержание темы 1:

Сырьевая база для производства поверхностно-активных веществ. Природное (олехимическое) и нефтехимическое сырье. Жирные кислоты.

Продукты гидрирования жирных кислот. Непищевые растительные масла. Алканы. Алкены. Промышленный синтез сырья: низкомолекулярные амины, жирные спирты, алкилфенолы, углеводы, оксиды алкенов, материалы на основе кремния. Техника безопасности и защита окружающей среды. Стандартизация и сертификация в производстве ПАВ.

Литература к теме 1: [1, 2, 3, 4]

Тема 2. Классификация, свойства ПАВ. Основы теории моющего действия

Содержание темы 2:

Классификация поверхностно- активных веществ. Физико-химические основы и механизм моющего действия ПАВ. Растворимость. Вязкость. Мицеллообразование. Поверхностная активность. Химическая стойкость. Смачивающая способность. Эмульгирующие и пенообразующие свойства. Моющая способность и пенообразование. Типы ПАВ. Заряд ПАВ (анионные, катионные, цвиттерионные, неинногенные ПАВ). Физическое состояние. Кристаллические ПАВ. Полиморфизм. Аморфные твердые тела. Жидкокристаллическое состояние. Жидкие фазы ПАВ. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ). Свойства водных растворов ПАВ. Упаковка водных ассоциатов. Критическая концентрация мицеллообразования. Измерение ККМ. Адсорбция ПАВ из раствора. Поверхности раздела «воздух-вода», адсорбция Гиббса. Поверхности раздела жидкость-твердое тело. Изотермы адсорбции Лэнгмюра. Состояние адсорбированного ПАВ. Основные характеристики адсорбции. Поверхности раздела жидкость – жидкость. Анализ пленок ПАВ на границе раздела жидкость-жидкость. Поведение смесей ПАВ. Идеальные смеси ПАВ. Неидеальные смеси ПАВ. Синергизм в смесях ПАВ. Антагонизм в смесях ПАВ.

Литература к теме 2: [1, 2, 3, 4]

Тема 3. Синтез ПАВ. Технология производства анионных ПАВ

Содержание темы 3:

Производство анионных ПАВ. Соли алкилкарбоновых кислот. Карбоксилированные этоксилаты. α-олефинсульфонаты. Алкилбензолсульфонаты. Алкилсульфонаты. Алкилнафталинсульфонаты. Сульфированные сложные эфиры жирных кислот. Алкилсульфаты. Первичные алкилсульфаты и алкилэтоксисульфаты. Вторичные алкилсульфаты и их соли. Сульфосукцинаты. Сложные эфиры фосфорной кислоты. Производство алкилкарбоновых кислот. Смеси, содержащие анионные ПАВ.

Литература к теме 3: [1, 2, 3, 4]

Тема 4. Синтез катионных, амфолитных и неионогенных ПАВ

Содержание темы 4:

Триалкиламины. Методы их синтеза, свойства. Высшие алкилгалогениды, методы их синтеза, свойства. Методы синтеза, свойства. Четвертичные аммонийные соли. Методы и технологии их получения, свойства, области применения. Алкилбензолы. Методы и технологии получения. Реакция

хлорметилирования, условия проведения процесса и технологии получения. Реакция аминирования. Гетероциклические катионные ПАВ. Реакция конденсации кислот жирного ряда с диаминами или их производными. Технология производства неинногенных ПАВ. Получение и свойства алкилфенолов. Реакция этерефикации высших спиртов, карбоновых кислот и их амидов, алкилфенолов оксидом этилена. Свойства полиэтиленгликолей. Технология получения оксида этилена, технология процессов этерефикации. Области применения неиногенных ПАВ. Их свойства. ПАВ на основе сахаров и алкилглюкоамиды. Четвертичные ПАВ. Аминооксиды. Амфортерные ПАВ. Алкоксилаты. Алканоламиды. Сложные эфиры жирных кислот и сорбитола. ПАВ на основе сахаров. Алкилглюкоамиды.

Литература к теме 4: [1, 2, 3, 4]

Тема 5. Классификация и состав СМС.

Содержание темы 5:

Классификация СМС. Комплексообразователи органического и неорганического происхождения. Технологическая схема получения пентанатрийфосфата. Оптические и химические отбеливатели. Антиресорбенты (карбоксиметилцеллюлоза). Ферменты. Ароматизаторы. Регуляторы pH-среды (кальцтнированная сода).

Литература к теме 5: [1, 2, 3, 4]

Тема 6. Технология производства жидких и кусковых моющих средств.

Содержание темы 6:

Прием и хранение сырья. Производство жидких моющих средств. Технологическая схема производства шампуней. Производство кусковых моющих средств (мыла). Технологическая схема приготовления активной основы мыла непрерывным способом. Технологическая схема получения туалетного мыла. Технология формования, прессования. Техника безопасности и защита окружающей среды при производстве СМС. Биоразлагаемость.

Литература к теме 6: [1, 2, 3, 4]

### 3.3 Практические (семинарские) занятия

| № п/п | Тема работы | Объем, час. очн./заочн | Литература |
|---|---|---|---|
| 1 | Сырье для производства ПАВ. Адсорбция. Поверхностная активность. | 2/0 | [5, 6] |
| 2 | Классификация и свойства ПАВ: растворимость, вязкость, мицеллообразование, ККМ, химическая стойкость. Пенообразующие свойства ПАВ. | 2/1 | [5, 6] |
| 3 | Производство анионных ПАВ на примере алкилсульфатов | 2/1 | [5, 6] |
| 4 | Триалкиламины: методы их синтеза исвойства | 2/0 | [5, 6] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Технология получения четвертичных аммониевых солей. Технология получения оскиэтилированных фенолов. | | |
| 5 | Классификация и состав СМС. | 2/0 | [5, 6] |
| 6 | Омыление жиров и свойства растворов солей жирных кислот. | 2/0 | [5, 6] |
| 7 | Поведение смесей ПАВ. Синергизм, антагонизм. | 2/0 | [5, 6] |
| 8 | Области применения ПАВ и моющих веществ. Биоразлагаемость ПАВ. ТБ и охрана ОС. | 2/0 | [5, 6] |
| 9 | Зачетное занятие | 1/0 | |
| **ИТОГО:** | | 17/2 | |

### 3.4 Лабораторные работы

Учебным планом лабораторные занятия не запланированы.

### 3.5 Самостоятельная работа студента

| № п/п | Виды самостоятельной работы студента | Объем, час. очн./заочн |
|---|---|---|
| 1 | Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций) | 30/45 |
| 2 | Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий) | - |
| 3 | Подготовка к практическим работам (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий) | 33/44 |
| 4 | Выполнение курсового проекта (36 часов) | - |
| 5 | Выполнение курсовой работы (27 часов) | - |
| 6 | Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов) | 9/9 |
| **ИТОГО:** | | 72/98 |

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом выполнение курсового проекта (работы) не запланирован.

Индивидуальное задание для студентов вех форм обучения выбираются по варианту, предложенному преподавателем, и формируются из приведенного перечня контрольных заданий – три вопроса [7].

Контрольные задания

1. Напишите реакции получения н-амилацетата, третичного амилацетата и диэтилфталата. Приведите условия их получения.
2. Изложите сущность реакций этерификации. От каких факторов зависят конверсия спирта в сложный эфир и скорость реакции?

3. Какие изменения нужно внести в схему производства этилацетата, если вместо этилового спирта взять октиловый спирт, который плохо растворим в воде?
4. Напишите механизм и укажите термодинамические особенности реакций этерификации. Как технологически оформляется этот процесс? Как обеспечивается высокий выход эфира?
5. В каких случаях в процессах этерификации возможно образование кислых, средних, полных и неполных эфиров? Приведите примеры уравнений реакций.
6. Какие этерифицирующие агенты используют в процессах этерификации? Как изменяется их химическая активность, тепловой эффект и скорость реакций?
1. 12
7. Возможно ли проводить процесс этерификации без катализатора? Какие катализаторы используют? Напишите условия проведения процесса в газовой и жидкой фазе.
8. Какие реакции называются реакциями по ацил-кислородной и алкил-кислородной связи? Напишите условия их проведения, приведите примеры.
9. Обоснуйте применение различных конструкций реакторов в процессах этерификации.
10. Какие важнейшие продукты получают в процессах этерификации? Приведите примеры реакций.
11. Почему при получении этилового спирта прямой гидратацией этилена поддерживают невысокую степень конверсии этилена за один проход через реактор? Какие требования предъявляют к этилену в этом процессе и почему?
12. Изложите механизм прямой гидратации этилена. Напишите побочные реакции, протекающие в процессе. От каких факторов и как зависят конверсия этилена и скорость реакции?
13. Какие существуют методы гидратации этилена в спирт? Напишите уравнения реакций и условия проведения этих процессов. Проведите их технико-экономические сравнение.
14. Разберите схемы реакционных узлов производства ацетальдегида из ацетилена. Напишите достоинства и недостатки этих методов.
15. От каких факторов зависит выход изопропилсульфата в производстве изопропилового спирта сернокислотной гидратацией пропилена.
16. Какие продукты получают при гидратации олефинов? Напишите примеры уравнений реакций.
17. Сравните технологию каждой стадии при сернокислотной гидратации олефинов. Какие типы реакторов применяют для абсорбции олефинов серной кислотой?
18. Почему при гидратации ацетилена необходима его высокая очистка и значительный избыток по отношению к воде?
19. Каким способом можно увеличить срок службы катализатора при гидратации ацетилена?

20. Проведите технико-экономический анализ жидкофазной и газофазной гидратации ацетилена.
21. Напишите промышленные процессы, основанные на реакции дегидратации, их химизм и условия осуществления.
22. Изложите сущность процесса дегидратации спиртов. Какие продукты можно получить и при каких условиях? Приведите примеры.
23. Разберите влияние температуры и давления на направление реакций при дегидратации спиртов.
24. Почему при дегидратации спиртов с получением олефинов сырьё разбавляют водой?
25. В каких случаях дегидратацию спиртов проводят в жидкой и в газовой фазе? Какие при этом конструктивные отличия реакторов?
26. Какие важнейшие продукты получают в процессах дегидратации спиртов? Приведите примеры уравнений реакций.
27. Приведите два основных направления взаимодействия дихлорэтана со щелочью, поясните их механизм. Как можно обеспечить селективность каждой из этих реакций?
28. Напишите реакции, которые могут идти при взаимодействии пропиленхлоргидрина с едкой щелочью. Как можно обеспечить селективность каждой из этих реакций?
29. Обоснуйте роль и изложите механизм катализа при щелочном гидролизе. В каких случаях применяют катализатор?
30. Опишите химизм и условия методов получения глицерина с применением хлора. Каковы преимущества и недостатки этих методов?
31. Какие продукты получают при щелочном гидролизе и дегидрохлорировании? Приведите примеры реакций.
32. Опишите влияние pH среды и строения исходного хлорпроизводного при его взаимодействии со щелочами.
33. Обоснуйте выбор конструкции реактора, температуры, давления при щелочном гидролизе. Сравните эти параметры с параметрами при щелочном дегидрохлорировании.
34. Почему при получении глицерина хлорным методом в качестве гидролизующего агента используют карбонат натрия?
35. В чем отличие реакций гидролиза и гидратации?
36. Изложите механизм и термодинамические особенности взаимодействия олефинов и серной кислоты. Как используют эту реакцию в промышленности?
37. Какие важнейшие продукты получают в процессах амидирования карбоновых кислот? Приведите примеры реакций и условия их осуществления.
38. Сравните технологию процессов этерификации и амидирования карбоновых кислот, выделите общие моменты и отличия.
39. Какие процессы используют для получения метилметакрилата из ацетона и синильной кислоты? Опишите условия проведения каждой стадии синтеза.
40. Напишите реакции, протекающие при взаимодействии серной кислоты со

спиртами и олефинами. Какие при этом получают продукты и условия их получения? Где применяются эти продукты?

41. Какие сульфатирующие агенты используют при сульфатировании спиртов? Как изменяется их химическая активность, тепловой эффект и равновесие реакций?
42. Как влияет строение спирта на его реакционную способность в процессах сульфатирования? Приведите механизм реакций.
43. Напишите уравнения химических реакций и условия получения первичных алкилсульфатов, типолов и эфиросульфатов.
44. Проведите сравнительный анализ процессов сульфатирования спиртов и олефинов. Рассмотрите сульфатирующие агенты, катализ, механизм, побочные реакции, основные продукты, влияние концентрации кислоты, соотношение исходных веществ.
45. Опишите основные технологические стадии производства синтетических моющих средств сульфатированием серной кислотой. Приведите уравнения реакций. Какие недостатки этого процесса?
46. В чем особенность технологии процесса сульфатирования хлорсульфоновой кислотой? Как это отражается на конструкции реактора?
47. Объясните необходимость разбавления серного ангидрида воздухом при осуществлении процесса сульфатирования? Какие варианты реакторов применяют при этом, и в чем их особенность?
48. Как влияет строение исходных веществ на моющие свойства получаемых в процессах сульфатирования ПАВ типа алкилсульфатов? Приведите примеры химических реакций и условия их осуществления.
49. Охарактеризуйте способы и условия проведения процесса сульфирования ароматических соединений.
50. Какие продукты получают в процессах сульфирования ароматических соединений? Где они применяются? Примеры реакций.
51. Какие сульфирующие агенты используют при сульфировании ароматических соединений? Как изменяется их химическая активность, тепловой эффект и равновесие реакций при этом?
52. Объясните роль диоксида серы в процессе сульфирования ароматических соединений серным ангидридом?
53. Как снимается тепло реакции при сульфировании ароматических соединений серным ангидридом?
54. В состав синтетических моющих средств входит алкилсульфонат натрия. Каким путем его можно получить из нефти? Напишите реакции каждой стадии синтеза.
55. Объясните причину образования вторичных алкилсульфонатов при сульфохлорировании н-парафинов.
56. Какие побочные реакции могут протекать при сульфохлорировании? Как снизить долю побочных продуктов?
57. Как технологически обеспечивается инициирование реакции сульфохлорирования и съём тепла реакции?
58. Какова причина хорошей очистки н-парафинов от олефинов, ароматики и

изопарафинов при сульфоокислении?

59. Охарактеризуйте преимущества и недостатки технологии одно- и двухстадийного методов сульфоокисления.
60. Какова роль серной кислоты в процессах нитрования ароматических соединений?

# 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

– нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;

– минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;

– пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

– средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

– продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

– высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

*Составляющая компетенции – умения*

– нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

– минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;

– пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;

– средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

– продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно0техническую и специальную научную литературу;

– высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно0техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

*Составляющая компетенции – владение навыками*

– нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

– минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

– пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

– средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по быстроте и качеству;

– продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

– высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

*Обобщенная оценка сформированности компетенций*

– нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;

– высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

### 4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Учебным планом проведение экзамена не запланировано.

**4.3 Критерии оценивания**

Средствами оценивания являются:

– ведение конспекта;

– работа на практических занятиях;

– выполнение зачетной работы тестового характера.

Итоговая оценка по 100-балльной шкале определяется суммой баллов за следующие виды работ согласно таблице:

- для студентов очной формы обучения:

| № | Вид работы | Кол-во баллов | Сумма |
|---|---|---|---|
| 1 | Ведение конспекта | 2,25·8 | 18 |
| 2 | Работа на практических занятиях | 4·8 | 32 |
| 3 | Индивидуальное задание | 25 | 25 |
| 4 | Зачетная работа | 25 | 25 |
| | Итого: | | 100 |

- для студентов заочной формы обучения:

| № | Вид работы | Кол-во баллов | Сумма |
|---|---|---|---|
| 1 | Выполнение индивидуального задания | 50 | 50 |
| 2 | Зачетная работа | 2·25 | 50 |
| | Итого: | | 100 |

Форма получения зачета по предмету – письменная.

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам ведения конспекта, работы на практических занятиях, а также во время контрольных опросов в ходе проведения занятий. Максимально возможное количество баллов за работу в семестре – 75 и 50 баллов, по зачетной работе – 25 и 50 баллов для очной и заочной формы обучения соответственно.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

| Сумма баллов по 100-бальной шкале | Оценка по шкале ECTS | Оценка по государственной шкале |
|---|---|---|
| 90-100 | A | Зачтено |
| 80-89 | B | |
| 75-79 | C | |
| 70-74 | D | |
| 60-69 | E | |
| 35-59 | FX | Не зачтено |
| 0-34 | F* | |

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

### 4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

Вопросы при текущем опросе:

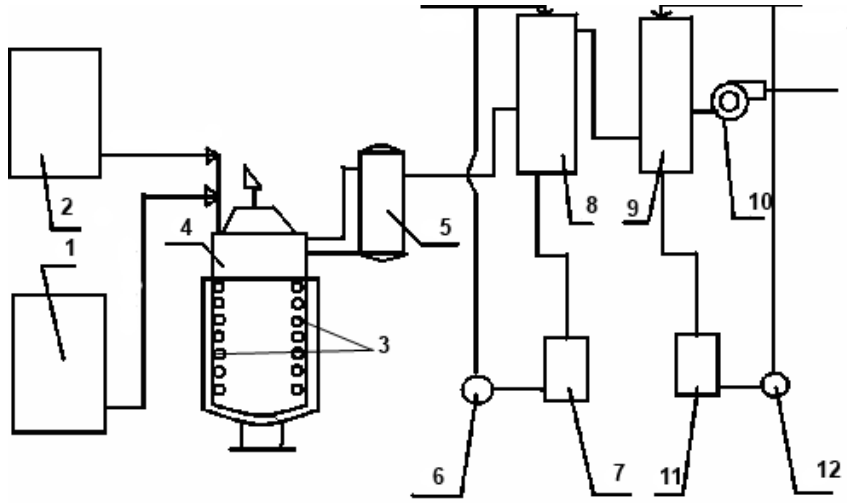
1. Какие ПАВ относят к неионогенным?
2. Какие химические превращения сопровождают синтез неионогенных ПАВ?
3. Какие ПАВ относят к катионогенным?
4. Амфолитные ПАВ, их характеристика.
5. Какие вещества относятся к алкиламинокарбоновым кислотам?
6. Структура полимерных ПАВ.
7. Перечислите способы получения полимеров.
8. Какие соединения относят к анионным ПАВ? Приведите примеры.
9. В каком качестве используют АПАВ в процессе отмывания?
10. Назовите вещества, используемые при синтезах ПАВ.
11. Какие вещества входят в состав мыла?
12. Какие процессы составляют основу синтеза ПАВ?
13. Какие средства необходимы для повышения эффективности СМС?
14. Какую функцию выполняют комплексообразователи?
15. Какую функцию выполняют отбеливатели?
16. Что служит сырьем для производства мыла?

Вопросы тестов:

1. Для получения жидких СМС, в качестве сульфатирующего агента лучше применять:
   a) олеум;
   b) хлорсульфоновую кислоту;
   c) пиридинсульфотриоксид;
   d) триоксид серы.
2. Для получения порошковых СМС, в качестве сульфатирующего агента лучше применять:
   a) олеум;
   b) сульфаминовую кислоту;
   c) серную кислоту;
   d) сернистый ангидрид.
3. В каком случае сульфатирование алканолов проводится лишь непрерывным способом?
   a) в случае использования хлорсульфоновой кислоты;
   b) в случае использования олеума;
   c) в случае использования карбамида сульфотриоксида;
   d) в случае использования серного ангидрида.
4. Как производится загрузка реагентов в сульфуратор?
   a) сначала загружают алканол, потом сульфатирующий агент;
   b) сначала загружают алканол, потом порциями сульфатирующий агент;
   c) сначала загружают сульфатирующий агент, потом порциями алканол;
   d) сначала загружают сульфатирующий агент, порциями алканол.

e) загрузка сульфатирующего агента и алканола происходит синхронно.

5. Как изменяется сульфатирующая способность серной кислоты в процессе сульфатирования алканолов?
   a) постоянна;
   b) растет во времени;
   c) падает во времени.
6. Что обозначено под цифрой «3» на технологической схеме сульфатирования алканолов хлорсульфоновой кислотой периодическим способом?
   a) мешалки;
   b) каплеотбойник;
   c) охлаждающий змеевик;
   d) скруббер.
7. Для чего нужны каплеотбойник 5 и скрубберы 8 и 9?
   a) для разбавления продукта реакции;
   b) для нейтрализации хлороводорода;
   c) для охлаждения реакционной смеси.




8. При какой температуре ведут процесс сульфатирования?
   a) менее 35°;
   b) более 35°;
   c) более 45°;
   d) менее 15°.
9. По окончании сульфатирования протекают реакции нейтрализации с NaOH. К нецелевым реакциям нейтрализации сульфомассы можно отнести:
   a) гидролиз сульфоэфиров;
   b) нейтрализация сульфоэфиров;
   c) нейтрализация хлорсульфоновой кислоты.
10. Нейтрализацию сульфомассы ведут при:
   a) pH=6,5-7,0;
   b) pH=7,5-8,0;
   c) pH=8,5-9,0;
   d) pH=9,5-10,0.

Примеры типовых задач:

1. Радиус сферических мицелл стеарата натрия [$CH_3(CH_2)_{14}COONa$], определенный методом светорассеяния, составляет 21Å. Зная, что площадь поперечного сечения полярной группы составляет 28Å$^2$, определите степень агрегации и рассчитайте мицеллярную массу мицеллы.
2. Определите критическое значение межфазного натяжения при образовании частиц с размерами $a=2\cdot10^{-6}$ см при 100°С. Логарифм отношения числа частиц дисперсной фазы к числу молекул дисперсионной среды равен 30.
3. Используя метод Дэвиса, рассчитайте числа ГЛБ для следующих ПАВ: додецилсульфат натрия, бутиловый спирт, бутилацетат. В каких целях могут быть использованы эти ПАВ согласно их числам ГЛБ?
4. Определите род эмульсий: майонез, сырая нефть, микстура от кашля на водной основе. Предложите, какое из приведенных в таблице веществ лучше выбрать в качестве эмульгатора для заданной эмульсии.

Таблица. Гидрофильно-липофильные свойства эмульгаторов

| *Эмульгаторы* | *ГЛБ* |
|---|---|
| Глицерилмоностеарат | 3,5 |
| Сорбитанмоностеарат | 4,7 |
| Лецитин | 8-10 |
| Диметикон | 9 |
| Полисорбат 85 | 10 |
| Метикон | 11 |
| Изопропилмиристат | 12 |
| Децилoвый спирт | 11-12 |
| Стеариновая кислота | 15 – 16 |

5. Рассчитайте массу концентрированной серной кислоты, необходимой для сульфирования 150 г. тетрадецилового спирта, если избыток сульфирующего агента составляет 70%. Какая масса гидроксида натрия потребуется для последующей нейтрализации продукта сульфирования?

### 4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

# 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

## I. Основная литература

1. Николаев П.В., Козлов Н.А., Петрова С.Н. Основы химии и технологии производства синтетических моющих средств. Иван. гос. хим.-техн. ун-т.- Иваново, 2007. - 116с. https://main.isuct.ru/files/publ/PUBL_ALL/tppibt/tppibt_17042008.pdf
2. Тимофеев В.С., Серафимов Л.А., Тимошенко А.В. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза: Учеб. пособие для ВУЗов: Изд. 3, перер. и доп. Издательство: Высшая школа, 2010. - 503с. https://bookskeeper.ru/knigi/drugie-nauchnye-knigi/90623-principy-tehnologii-osnovnogo-organicheskogo-i-neftehimicheskogo-sinteza.html

## II. Дополнительная литература

3. Петров Н. А, Юрьев В. М., Хисаева А. И. Синтез анионных и катионных ПАВ для применения в нефтяной промышленности. Учеб. Пособие / УГНТУ. – Уфа, 2008. – 54с. https://zzapomni.com/petrov-sintez-anionnyh-i-kationn-2008-15600/2
4. Дьячкова Т. П., Орехов В. С., Субочева М. Ю., Воякина Н. В. Химическая технология органических веществ: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2007. - 154с. https://studfile.net/preview/2455806/#2455806

# 6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

5. Методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине «Технологии поверхностно-активных веществ» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению 18.03.01 "Химическая технология" всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. общей, физической и органической химии; сост.: Е. С. Карташинская, Е. И. Волкова - Донецк: ДОННТУ, 2021.- Систем. Требования: ZIP-архиватор http://ed.donntu.ru/books/21/m7265.pdf

6. Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Технологии поверхностно-активных веществ» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению 18.03.01 "Химическая технология" всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. общей, физической и органической химии; сост.: Е. С. Карташинская, Е. И. Волкова - Донецк: ДОННТУ, 2021.- Систем. Требования: ZIP-архиватор. http://ed.donntu.ru/books/21/m7266.pdf

**7.** Методические рекомендации для выполнения индивидуальных заданий по дисциплине «Технологии поверхностно-активных веществ» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению 18.03.01 "Химическая технология" всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. общей, физической и органической химии; сост.: Е. С. Карташинская, Е. И. Волкова - Донецк: ДОННТУ, 2021.- Систем. Требования: ZIP-архиватор. http://ed.donntu.ru/books/21/m7267.pdf

**Электронно-информационные ресурсы**
ЭБС ДОННТУ – http://donntu.ru/library
ЭБС IPR SMART – http://www.iprbookshop.ru

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Лекционные занятия:

Учебная аудитория № 7.422, учебный корпус 7, для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты. Windows XP Professional x64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice (бесплатная версия)).

### 7.2 Практические и лабораторные занятия:

Учебная лаборатория № 7.321, учебный корпус 7, для проведения лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты; выпрямитель ВУП-2М (4 шт.), генератор звуковой ГЗМ (3 шт.), магазин сопротивления Р-14 (5 шт.), весы торсионные ВТ-100 (2 шт.), магнитная мешалка ММ-5 (7 шт.), манометры МО (4 шт.), плитка электрическая (4 шт.), лабораторная посуда, штативы лабораторные (5 шт.), шкаф сушильный, стол лабораторный, стол для приборов, шкаф лабораторный, шкаф вытяжной. Windows XP Professional x64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice (бесплатная версия)).

### 7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС – MicrosoftWindows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, GrubloaderforALTLinux – лицензия GNULGPLv3,MozillaFirefox – лицензия MPL2.0, Moodle (ModularObject-OrientedDynamicLearningEnvironment) – лицензия GNUGPL).