

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института
д.т.н., проф Р.Н. Ястребинский
« 24 » май 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Технология и переработка полимеров

направление подготовки (специальность):

Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация):

Технология и переработка полимеров

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Химико-технологический институт

Кафедра теоретической и прикладной химии

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г., № 922
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель (составители): к.х.н., доцент Ключникова (Н.В. Ключникова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой теоретической и прикладной химии

Заведующий кафедрой: д. т. н., профессор Павленко (В.И. Павленко)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор Павленко (В.И. Павленко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института ХТИ

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент Порожнюк (Л.А. Порожнюк)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине |
|--------------------------------|---|---|---|
| Профессиональные компетенции | ПК 2. Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использованию технических, а также ИТ технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции | ПК 2.1. Осуществляет контроль качества основных и вспомогательных материалов и готовой продукции | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – взаимосвязь между структурой полимера и его свойствами; специфические особенности течения полимеров; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем при создании полимерных материалов с определенными свойствами, различного назначения, состава и структуры; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; |
| Профессиональные компетенции | ПК 3. Техническое оснащение производственных мощностей и загрузки оборудования по производству и переработке полимерных материалов | ПК 3.5. Обеспечивает проведение основных технологических операций в соответствии с требованиями технической документации на технологию производства и переработки полимерных материалов | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> режимы работы технологического оборудования; факторы, определяющие параметры технологического процесса <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> применять полученные знания при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия; прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия; методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки |

| | | | |
|--|--|--|------------|
| | | | полимеров. |
|--|--|--|------------|

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК2 Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины ¹ |
|--------|---|
| 1 | Механическое оборудование по производству полимеров |
| 2 | Современные технологии обработки данных |
| 3 | Технология и переработка полимеров |
| 4 | Технический анализ полимеров |
| 5 | Технология лакокрасочных материалов |
| 6 | Модифицированные полимерные материалы |
| 7 | Химическое сопротивление полимерных материалов |
| 8 | Композиционные полимерные материалы |
| 9 | Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров |
| 10 | Рециклинг полимеров |
| 11 | Вторичная переработка и утилизация отходов полимеров |
| 12 | Полимерцементы и полимербетоны |
| 13 | Технология эластомеров |
| 14 | Биоразлагаемые полимеры |
| 15 | Производственная технологическая практика |
| 16 | Производственная преддипломная практика |
| 17 | |

2. Компетенция ПК 3 Техническое оснащение производственных мощностей и загрузки оборудования по производству и переработке полимерных материалов

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины ² |
|--------|---|
| 1 | Механическое оборудование по производству полимеров |
| | Технология и переработка полимеров |
| 2 | Технология лакокрасочных материалов |
| 3 | Модифицированные полимерные материалы |
| 4 | Композиционные полимерные материалы |
| 5 | Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров |
| 6 | Рециклинг полимеров |
| 7 | Вторичная переработка и утилизация отходов полимеров |
| 8 | Технология эластомеров |
| 9 | Производственная педагогика |
| 10 | Инженерная педагогика |
| 11 | Производственная технологическая практика |
| 12 | Производственная преддипломная практика |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 7 |
|---|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 252 | 252 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 95 | 95 |
| лекции | 36 | 36 |
| лабораторные | 54 | 54 |
| практические | | |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации | 5 | 5 |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 157 | 157 |
| Курсовой проект | | |
| Курсовая работа | 36 | 36 |
| Расчетно-графическое задание | | |
| Индивидуальное домашнее задание | | |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 85 | 85 |
| Экзамен | 36 | 36 |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|---|---|---|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | работа на подготовку к аудиторным |
| 1. Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку и эксплуатационные свойства. | | | | | |
| | Основные представления о молекулярной и надмолекулярной структуре полимеров. Фазовое и физическое состояние полимеров. Факторы, определяющие возможность переработки полимеров различными методами. Эксплуатационные свойства полимерных материалов. | 6 | | | 20 |
| 2. Подготовительные стадии производств. | | | | | |
| | Приготовление полимерных смесей. Реологические свойства смесей и методы их определения. Теории процесса смешения и диспергирования, моделирование, математическое описание процесса. Классификация методов переработки полимеров. Переработка в твердом, вязкотекучем состояниях, в растворе полимеров, водных дисперсиях, из олигомеров. | 8 | | 14 | 20 |
| 3. Экструзия. | | | | | |
| | Особенности экструзии на одношнековых, двухшнековых, дисковых экструдерах, производительность и мощность потребляемая экструдерами, рабочая точка экструдера. Экструзия пленочных изделий, листов, шлангов и труб, профильных изделий. Шприцевание эластомеров в машинах червячного типа. Формование полимерных композиций. Назначение процесса формования. Виды формования. Причины возникновения анизотропии свойств и усадки заготовок. Аппаратурное оформление, пути интенсификации. Технология изготовления изделий пневмоформованием, вакуум-формованием, механо-пневмоформованием, штамповкой. | 8 | | 14 | 20 |
| 4. Технология изготовления изделий литьем под давлением | | | | | |

| | | | | | |
|---|--|----|--|----|----|
| | Уравнение состояния, изменение температуры и давления в форме, особенности течения материала в форме. Процесс каландрования. Теоретическое обоснование процесса каландрования, его математическое описание. Режим каландрования. Типы каландров в зависимости от назначения. Поточные высокопроизводительные автоматические линии промазки и накладки полимерной смеси на ткань. | 8 | | 13 | 20 |
| 5. Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке | | | | | |
| | Технологические режимы формования. Влияние параметров переработки на свойства изделий. Виды брака. Прессовое оборудование. Пресс-формы. Выбор прессов и параметры процесса. Брак и его предупреждение | 4 | | 10 | 20 |
| | ВСЕГО | 36 | | 54 | 85 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практических (семинарских) занятий не предусмотрено.

Первое занятие - вводное, инструктаж по технике безопасности, ознакомление с правилами работы, с приборами и оборудованием. На остальных занятиях каждый студент выполняет индивидуально лабораторные работы из приведенного ниже перечня по графику, составляемому ежегодно.

4.3. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|-------------|--|--|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| семестр № 7 | | | | |
| 1 | Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку и эксплуатационные свойства. | Техника безопасности и правила работы в лаборатории. Переработка полимеров через расплавы. Получение пленок из дисперсий полимеров | 10 | 10 |
| 2 | Подготовительные стадии производств | Изучение процесса пропитывания волокнистых основ полимерными композициями | 10 | 10 |
| 3 | Экструзия. | Получение монолитных пленок из ПВХ-пластизолей | 10 | 10 |
| 4 | Технология изготовления изделий литьем под давлением | Определение эксплуатационных характеристик образцов, обработка данных экспериментов, получение математической модели процесса | 10 | 10 |
| 5,6 | Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке | Определение реологических свойств полимеров и их растворов | 11 | 11 |
| ИТОГО: | | | 54 | 54 |

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Темы курсовых работ:

1. Общая характеристика и классификация полимеров. Природные, искусственные, синтетические: структура, свойства, особенности.
2. Виды и способы переработки полимеров. Обзор способов переработки, сравнение, применение.
3. Технологические особенности переработки полимерных материалов экструзией: основное оборудование, технологические стадии, влияние параметров переработки на свойства. Виды брака.

4. Технологические особенности переработки полимерных материалов литьем под давлением: основное оборудование, технологические стадии, влияние параметров переработки на свойства. Виды брака.
5. Технологические особенности переработки полимерных материалов прессованием: основное оборудование, технологические стадии, влияние параметров переработки на свойства. Виды брака.
6. Влияние технологических параметров на структуру полимеров.
Объем курсовой работы – 25 листов.

В процессе выполнения курсовой работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Расчетно-графические задания и индивидуальные домашние задания учебным планом не предусмотрены

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК 2. Готов к осуществлению технологического процесса в соответствии с регламентом и использование технических, а также IT технологий для контроля основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|--|---|
| Осуществляет контроль качества основных и вспомогательных материалов и готовой продукции | Экзамен, выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, выполнение и защита курсовой работы |

2 Компетенция ПК 3. Техническое оснащение производственных мощностей и загрузки оборудования по производству и переработке полимерных материалов

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|---|---|
| Обеспечивает проведение основных технологических операций в соответствии с требованиями технической документации на технологию производства и переработки полимерных материалов | Экзамен, выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, выполнение и защита курсовой работы |

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

1. Укажите классификацию полимерных материалов: по химической структуре, по технологическим свойствам, по областям применения, по совокупности параметров эксплуатации, по объему производства, по стоимости.

2. Опишите особые свойства и состав полимерных материалов. Методы обработки пластмасс.

3. Укажите промышленные методы синтеза полимеров и особенности радикальной, ионной полимеризации

4. Полиэтилен: промышленные методы синтеза при высоком давлении. Дайте объяснения особенности процессов и свойств полиэтилена, технологические параметры.

5. Опишите особенности, температурные характеристики и физико-механические свойства полиэтилена высокой давления. Требования к сырью и технологическому оформлению.

6. Раскройте технологию синтеза полиэтилена высокого давления

7. Опишите особенности, преимущество и недостатки полимеризации при среднем давлении

8. Укажите недостатки способа получения ПЭ при низком давлении и температурные характеристики и физико-механические свойства полиэтилена средней и низкой давления.

9. Полипропилен: переработка и применение полиолефинов.

Опишите производство пропилена, основные операции.

10. Опишите технологию синтеза полипропилена
11. Укажите физико-механические свойства (теплофизические, химическая стойкость, атмосферостойкость) и применение полипропилена.
12. Распишите оптические (поглощения, преломление, отражение и рассеивание света) и химические свойства полимерных материалов.
13. Опишите особенности, преимущество и недостатки производства эмульсионного ПВХ
14. Классификация пленкообразующих веществ и типы полимерных покрытий.
15. Распишите технологическую схему периодического процесса производства поливинилхлорида полимеризацией в суспензии
16. Назовите свойства и применение АВС-пластиков.
17. Обоснуйте необходимость утилизации пенополистирола. Укажите виды утилизации пенополистирола.
18. непрерывный процесс производства жидких эпоксидных смол:
19. Назовите виды, классификацию полимерных покрытий, клеи и герметиков.
20. Опишите технологический процесс производства жидких эпоксидных смол периодическим методом
21. Опишите технологию поликонденсационных методов синтеза
22. Назовите виды, свойства, применение химических волокон.
23. Опишите технологическую схему получения фенолформальдегидных смол.
24. Укажите промышленные методы синтеза полимеров и особенности радикальной, ионной полимеризации.
25. Укажите промышленные методы синтеза полимеров и особенности радикальной, ионной полимеризации.
26. Опишите способы проведения полимеризации и особенности блочной полимеризации.
27. Укажите особенности и механизм эмульсионной, суспензионной полимеризации.
28. Особенности, преимущества и недостатки полимеризации в суспензии
29. Особенности, преимущества и недостатки полимеризации в растворе.
30. Опишите получения эмульсионную непрерывную технологию АВС-пластика
31. Опишите технологию поликонденсационных методов синтеза.
32. Технология переработки полимеров методом экструзии
33. Технология переработки литьем под давлением.
34. Горячее прессование полимеров.
35. Производительность трубчатого реактора полимеризации этилена при 170 МПа равна 6000 кг полиэтилена в час. Реактор представляет собой трубу диаметром 60 мм и имеет длину 1000 м. Определите объемную скорость подачи этилена (при указанном давлении и средней 47 температуре газа 190 °С), если степень превращения этилена равна 12,5 %.
36. Этилен, сжатый до 180 МПа, поступает в трубчатый реактор полимеризации с объемной скоростью подачи 12 ч⁻¹. Объемный расход этилена, измеренный до его компримирования равен 40000 м³/ч, степень конверсии этилена 13 %. Средняя температура газа в реакторе 195 °С.
Определите производительность по полиэтилену в расчете на 1 м³ реактора.
37. Производительность установки полимеризации пропилена равна 2500 кг полипропилена в час. Определите массовый расход жидкой пропан-пропиленовой фракции с массовой долей пропана 40 %. Степень конверсии пропилена 98 %.
38. В каскад из двух полимеризаторов подается ВА и метанол в соотношении 95:5. Степень превращения ВА – 65 %. Из каскада отбирают 1600 кг/час раствора с массовой долей ВА 11,2 %. Плотность ВА 934 кг/м³, а метанола – 790 кг/м³. Определите общий расход метанола в процессе и расход метанола в первом реакторе.
39. Степень превращения стирола в первом форполимеризаторе 45 %. Процесс полимеризации ведут на установке производительностью по полистиролу 2000 кг/ч при степени конверсии стирола 95 %. Определите объемный расход стирола и массовое содержание полимера и мономера в реакционной смеси на выходе из первого форполимеризатора. Плотность стирола 906 кг/м³.

40. Предварительную полимеризацию стирола проводят последовательно в реакторах объемом по 10 м³. Время пребывания реакционной массы в каждом аппарате 18 ч, коэффициент заполнения аппаратов 0,8. Определить общее число реакторов для обеспечения производительности установки 1900 кг/ч при общей степени конверсии 95 %. Плотность стирола и реакционной массы в реакторах принять 906 кг/м³.

41. Массовый расход стирола на установке эмульсионной полимеризации 1300 кг/ч, объемная доля стирола в смеси, поступающей на полимеризацию 34 %. Определите число реакторов для проведения непрерывного процесса, если время пребывания смеси в каскаде реакторов 4 ч, объем каждого реактора 5 м³, коэффициент заполнения реактора 0,84. Плотность стирола 906 кг/м³.

42. Объемный расход хлористого винила (плотность 973 кг/м³) на установке блочной полимеризации с двумя реакторами равен 5 м³/ч. В процессе полимеризации в первом реакторе выделяется 198,1 кВт теплоты. Определите степень конверсии ХВ в этом аппарате. Тепловой эффект полимеризации ХВ 91,6 кДж/моль.

43. Массовая доля ПВХ в латексе, получаемом эмульсионной полимеризацией ХВ, равна 42 %. Степень конверсии мономера – 95 %, производительность установки по ПВХ 1500 кг/ч. Определите объемное соотношение ХВ: водная фаза, если плотность эмульсии 1120 кг/м³, а плотность ХВ – 973 кг/м³.

44. Рассчитайте массовый расход на одну операцию в реактор суспензионной полимеризации метилметакрилата (ММА) и других компонентов, если известно, что объем реактора 20 м³, обязательно интенсивное перемешивание (1,6...5 об/с). Соотношение мономер: вода = 1:3. Стабилизатор суспензии должен составлять 3 %, инициатор, растворимый в мономере – 0,5 %, пластификатор – 15 % от массы мономера. Плотность ММА – 945 кг/м³. Принимаем скорость вращения мешалки 5 об/с, а коэффициент заполнения реактора $f = 0,6$.

45. Реологическое уравнение течения. Зависимость вязкости от температуры.

46. Литье под давлением термопластов: расчет процесса, усадка, цикл формования, остаточные напряжения

46. Способы прессования: валковый, кольцевой валковый, поршневой, ленточный, гидравлический. Их достоинства и недостатки.

47. Способы переработки полимеров: каландрирование, строгание, формование изделий из листов.

48. Технология получения вспененных материалов. Преимущества и недостатки.

49. Основы метода получения «отливки» полимера в открытой форме. Преимущества и недостатки.

50. Технические методы переработки порошков, гранул, листов и жидкостей в изделия различных видов и конфигураций. Их достоинства и недостатки.

Промежуточная аттестация в конце 7-го семестра осуществляется в форме экзамена после изучения разделов дисциплины «Технология и переработка полимеров».

При проведении экзамена экзаменационный билет, содержащий два теоретических вопроса и один практический, выбирают сами студенты в случайном порядке. Билеты ежегодно утверждаются на заседании кафедры. Для подготовки студенту отводится время в пределах одного часа.

Экзамен является значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Типовой вариант экзаменационного билета в 7-ом семестре

Типовой экзаменационный билет

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и один практический

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

Кафедра теоретической и прикладной химии

Дисциплина "Технология и переработка полимеров"

Образовательная программа 18.03.01-03

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № ____

1. Основные виды наполнителей и типы структур наполненных полимеров.
2. Реологическое уравнение течения. Зависимость вязкости от температуры.
3. Литье под давлением термопластов: расчет процесса, усадка, цикл формования, остаточные напряжения

Используя уравнение Дебая, определите молекулярную массу полимера и значение второго вириального коэффициента, если постоянная $H=1,17 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2 \cdot \text{моль/кг}^2$.

Одобрено на заседании кафедры _____ 20__ г. протокол № _____

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

При защите курсовой работы по дисциплине «Технология и переработка полимеров» необходимо владеть:

- применение в производстве новейших технологических приемов и методов повышения продуктивности, устойчивости и экономической эффективности получения и переработки полимеров;
- синтеза полимеров (в том числе нетрадиционные) в эмульсии, суспензии;
- процессы в расплаве и твердой фазе, очистка готового продукта и его характеристика;
- знание факторов, определяющих образование той или иной структуры полимера при его переработке;
- знание факторов, определяющих эксплуатационные свойства полимерных материалов;
- выбор технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия;
- выбор и оптимизация рецептурно-технологических параметров получения полимерных материалов с заданными свойствами;
- прогнозирование эксплуатационных свойств изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера;
- исследование физико-химических основ процессов, происходящих в материалах на стадии изготовления изделий, а также их последующей обработки, в процессе эксплуатации (деструкции, старения);
- экологические проблемы технологии синтеза полимеров и изготовления изделий из них;
- разработка технологических методов повышения эффективности производства полимеров и материалов на их основе, улучшения качества продукции, повышения устойчивости производства к экологическим стрессам;
- умение проводить расчет экономической эффективности производства и реализации продукции;
- изучение специальной литературы и другой научно-технической информации, достижений отечественной и зарубежной науки в области получения и переработки полимеров.

**5.3. Типовые контрольные задания (материалы)
для текущего контроля в семестре**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|-------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку и эксплуатационные свойства. | <p>Общее понятие о фазовом состоянии вещества.</p> <p>Особенности фазового состояния полимеров. Факторы, определяющие возможность различного фазового состояния полимеров.</p> <p>Конкретные примеры, характеризующие различное фазовое состояние полимеров.</p> <p>Факторы, определяющие гибкость макромолекул. Конкретные примеры, характеризующие влияние гибкости макромолекул на свойства полимеров.</p> <p>Что понимают под расплавом полимера?</p> <p>Какие виды деформации развиваются при течении расплавов полимеров?</p> <p>Чем расплавы полимеров отличаются от расплавов низкомолекулярных жидкостей?</p> <p>От каких параметров и как зависит вязкость расплавов полимеров?</p> <p>Что такое термопласты и реактопласты?</p> <p>Как определяется область температур переработки полимеров из расплавов?</p> <p>Какие факторы влияют на технологические свойства расплавов полимеров?</p> <p>В чем сущность процесса получения пленок из расплавов полимеров?</p> <p>С чем связано ограничение скоростей деформирования при переработке расплавов полимеров?</p> |
| 2 | Подготовительные стадии производств | <p>Деформация стеклообразных полимеров. Факторы, обуславливающие возможность деформации полимеров, находящихся в стеклообразном состоянии. Кривые «нагрузка-удлинение», характерные для стеклообразных полимеров.</p> <p>Прочность полимерных материалов при статических нагрузках. Характеристики полимеров, влияющие на их прочность.</p> <p>В чем заключаются отличия растворов полимеров от растворов низкомолекулярных веществ?</p> <p>Какие растворители для полимеров называются «хорошими», а какие «плохими»?</p> <p>Для чего при переработке растворов полимеров используется осадитель?</p> <p>Через какие основные стадии происходит получение материалов из растворов полимеров?</p> <p>Приведите общий вид диаграммы фазового равновесия системы аморфный полимер – растворитель?</p> <p>В чем заключаются основные реологические закономерности растворов полимеров?</p> |

| | | |
|---|--|---|
| | | <p>Что такое бинодаль и спинодаль? Какими способами может осуществляться фиксация формы изделия, полученного из раствора полимера? Как влияет скорость удаления растворителя на качество получаемых материалов из растворов полимеров? Как вязкость раствора зависит от молекулярной массы полимера и температуры?</p> |
| 3 | Экструзия | <p>Изменение структуры аморфных полимеров при переработке: Примеры влияния данного фактора на свойства готовых изделий. Опишите технологическую схему производства рукавных пленок, листов, труб, профилей. Опишите процессы, происходящие при калибровке труб, листов. Какие материалы перерабатываются методом экструзии? Перечислите ассортимент изделий, получаемых методом экструзии Проанализируйте причины брака при производстве листов, пленок и труб. В чем состоит сущность процесса экструзии полимеров? Перечислите основные процессы, происходящие при экструзии.</p> |
| 4 | Технология изготовления изделий литьем под давлением | <p>Опишите сущность процесса литья под давлением Какие отливки изготавливают литьем под давлением? Назовите основные недостатки процесса литья под давлением. В чем заключается принцип литья под низким давлением? Какие полимеры можно перерабатывать литьем под давлением</p> |
| 5 | Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке | <p>Что такое деструкция полимеров? Перечислите известные Вам виды деструкций. Какие различия между деструкцией и деполимеризацией? Как влияет структура полимера на механизм реакции? Остаточные напряжения при повышении температуры. Какое влияние на степень ориентации и ее однородность по толщине изделия оказывает температура формы. Какие параметры влияют на анизотропию свойств? Какие существуют основные виды пластификации? В чем состоит технологический процесс получения пленок из ПВХ-пластизолов? Почему приготовление ПВХ-пластизоля проводят при $T=30-35^{\circ}\text{C}$? В чем состоит принцип действия прибора «Клин»? По какому показателю судят о механизме и эффективности пластифицирующего действия? Каким образом оценивают совместимость полимера с пластификатором?</p> |

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| | | Что такое «букет пластификаторов»? |
|--|--|------------------------------------|

Примеры задач для самостоятельной работы

1. Определите молярную массу поливинилацетата как среднюю величину, используя экспериментальные данные, полученные для его растворов в хлороформе, бензоле и ацетоне.

| Концентрация раствора C , кг/м ³ | Вязкость раствора поливинилацетата η , мПа*с | | |
|---|---|-----------|-----------|
| | в хлороформе | в бензоле | в ацетоне |
| 0 | 0,570 | 0,649 | 0,325 |
| 1 | 0,745 | 0,804 | 0,397 |
| 2 | 0,960 | 0,988 | 0,484 |
| 3 | 1,204 | 1,190 | 0,578 |
| 5 | 1,813 | 1,674 | 0,804 |
| 7 | 2,585 | 2,262 | 1,069 |

Константа K в уравнении Марка-Хаувинка-Куна для поливинилацетата в хлороформе составляет $8,77 \cdot 10^{-3}$, в бензоле $7,18 \cdot 10^{-3}$, в ацетоне $6,92 \cdot 10^{-3}$, а константа a соответственно равна 0,71; 0,70; 0,70.

Вычислите константы Хаггинса и концентрации кроссовера полимера в каждом растворителе, сделайте вывод о качестве растворителей.

2. Определите молекулярную массу полимера и второй вириальный коэффициент последующим данным измерений осмотического давления полимеров:

| Полимер-растворитель | Т, К | Осмотическое давление π (Па) при концентрации C раствора, кг/м ³ | | | | | |
|-----------------------|------|---|------|------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| Полистирол-толуол | 293 | 7,2 | 18,3 | 33,5 | 52,2 | 74,5 | 133,7 |
| Нитроцеллюлоза-ацетон | 298 | 21,7 | 45,6 | 72,1 | 100,4 | 131,6 | 268,8 |

3. При исследовании рассеяния свет а растворами каучука в толуоле получены следующие данные:

| | | | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Конц. раствора, кг/м ³ | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|

| | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|
| Мутность, $\tau \cdot 10^8, \text{ м}^{-1}$ | 1,44 | 1,85 | 2,15 | 2,43 | 3,60 |
|---|------|------|------|------|------|

Используя уравнение Дебая, определите молекулярную массу полимера и значение второго вириального коэффициента, если постоянная $H = 2,8 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2 \text{ моль/кг}^2$.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, при защите курсовой работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|--|--|
| Знания | Знания терминов, определений, понятий |
| | Знание основных методов переработки полимеров |
| | Объем освоенного материала |
| | Полнота ответов на вопросы |
| | Четкость изложения и интерпретации знаний |
| Умения | Умения использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем |
| | Умения при выборе технологических способов переработки полимеров в конкретные изделия; Умения прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки. |
| Навыки | Владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологическими способами переработки полимеров и их композиций в изделия; методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров. |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю знания:

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---|--|--|--|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знания терминов, определений, понятий | Не знает терминов и определений | Знает термины и определения, но допускает неточности | Знает термины и определения | Знает термины и определения и может корректно сформулировать их самостоятельно |
| Знание основных методов переработки полимеров | Не знает основные методы переработки полимеров | знает не все основные методы переработки полимеров | знает все основные методы переработки полимеров, но допускает небольшие неточности | знает все основные методы переработки полимеров и их сущность |
| Объем освоенного материала | Не знает значительной части материала дисциплины | Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей | Знает материал дисциплины в достаточном объеме | Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями |
| Полнота ответов на вопросы | Не дает ответы на большинство вопросов | Дает неполные ответы на все вопросы | Дает ответы на вопросы, но не все - полные | Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы |

Оценка сформированности компетенций по показателю умения:

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| Умения использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем | Не умеет использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем | умеет использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем, но допускает значительные ошибки | умеет использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем, но допускает незначительные ошибки | умеет безошибочно использовать основные закономерности и особенности переработки полимерных систем |
| Умения прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки. | Не умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки. | умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки., но допускает значительные ошибки | умеет прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки., но допускает незначительные ошибки | Умеет грамотно прогнозировать эксплуатационные свойства изделий в конкретных условиях в зависимости от типа полимера, состава композиции и параметров переработки |

| Оценка сформированности компетенций по показателю владения: | | | | |
|---|--|---|---|--|
| Владение способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологически способами переработки полимеров и их композиций в изделия; методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров. | Не владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологически способами переработки полимеров и их композиций в изделия; не владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров. | владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологически способами переработки полимеров и их композиций в изделия; не владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров. | владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологически способами переработки полимеров и их композиций в изделия; владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров, но допускает незначительные ошибки при их подборе. | владеет способами осуществления процессов модификации полимерных материалов в процессе их переработки; технологически способами переработки полимеров и их композиций в изделия; владеет методами определения оптимальных и рациональных параметров переработки полимеров и способен выбрать оптимальные |
| | | | | |

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|---|---|
| | Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы | Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду |
| | Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук |

| | |
|--|---|
| Методический кабинет | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук |
| учебные химические лаборатории 413,301 | лабораторные столы, вытяжные шкафы, сушильным шкафом, термостатами, магнитными мешалками, центрифугами, аналитическими весами, электролизером, электрическими плитками, фотоколориметрами, рН-метрами, вискозиметром, эструдером, копером |

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Перечень лицензионного программного обеспечения. | Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| | Microsoft Windows 10 Корпоративная | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017 |
| | Microsoft Office Professional Plus 2016 | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023 |
| | Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition» | Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г. |
| | Google Chrome | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| | Mozilla Firefox | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Ключникова Н.В. Основы переработки полимерных материалов / Н.В. Ключникова, Л.Н. Наумова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 136 с. — Режим доступа:
2. Методика написания курсовой работы по дисциплине "Технология и переработка полимеров", правила оформления и порядок защиты [Электронный ресурс]: методические указания для студентов направления бакалавриата 18.03.01-Химическая технология, образовательной программы "Технология и переработка полимеров" /. Н. В. Ключникова. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. – 42с. Режим доступа:
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017070411220884200000651855>

Перечень дополнительной литературы

1. Сутягин, В. М. Общая химическая технология полимеров : учебное пособие / В. М. Сутягин, А. А. Ляпков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 208 с. Текст : электронный // Лань : Электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130193>
2. Нечаев, И.В. Технология получения и переработки полимерных композиционных материалов : лабораторный практикум / И. В. Нечаев, И. Н. Ягрушкина, М. В. Дюльдина, А. В. Гречухин. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 49 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111781.html>
3. Барсукова, Л. Г. Физико-химия и технология полимеров, полимерных композитов: учебное пособие / Л. Г. Барсукова, Г. Ю. Вострикова, С. С. Глазков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа. 2021. — 144 с. — ISBN 978-5-4497-1124-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108353.html>
4. Назаров, В. Г. Поверхностная модификация полимеров / В. Г. Назаров. – М.: ГУП, 2008. – 474 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://www.knigafund.ru/>
2. <http://ntb.bstu.ru/resoursts/el/>
3. <http://e.lanbook.com/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО