

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 14:55:37
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
химической технологии и биотехнологии

/ С.В. Белуков /

« 31 августа » 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Полимерная матрица и армирующие наполнители»

Направление подготовки
18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии»

Профили подготовки
«Техника и технология полимерных материалов» (2020)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2020

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Полимерная матрица и армирующие наполнители» следует отнести подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований, разработке и использованию новых технологий синтеза полимерных материалов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Полимерная матрица и армирующие наполнители» следует отнести:

– изучение внутреннего строения полимеров, пространственного расположения атомов в макромолекулах, химического состава и способов устройства макромолекул;

изучение специфики состояния полимерного вещества, физические взаимодействия в полимерах, агрегатные и фазовые состояния;

изучение особенностей надмолекулярного строения полимеров;

изучение реакций полимеризации и поликонденсации полимеров, наиболее широко применяемых в народном хозяйстве;

изучение технологий синтеза полимерных материалов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Полимерная матрица и армирующие наполнители» относится к *базовой части блока (Б1) «Дисциплины (модули)»* и входит в основную образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Техника и технология полимерных материалов» очной формы обучения.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|-----------------|---|--|
| ОПК-2 | способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | знать: <ul style="list-style-type: none">• основы культуры мышления, восприятия информации и анализа в области химической технологии, материаловедения и смежных дисциплин; уметь: <ul style="list-style-type: none">• ставить целью получение информации и выбирать рациональный путь её достижения;• самостоятельно расширять свои знания с использованием современных образовательных и информационных технологий; владеть: |

| | | |
|-------|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • методами анализа и обобщения информации, включая методы социальных гуманитарных, экономических и прочих дисциплин; • современной информацией по технологии получения полимеров. |
| ОПК-3 | способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы. | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различные технологии получения полимерных материалов; • методику выбора технологического оборудования для синтеза полимеров; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания и навыки в исследовании технологических процессов; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками оформления технологической документации. |

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, т.е. 108 академических часа (из них 54 часа – самостоятельная работа студентов).

Дисциплина читается на втором курсе в 3-м и 4-м семестре, в том числе аудиторных занятий – 54 часа, из них лекций – 36 часов (2 часа в неделю); лабораторные работы – 9 часов (0,5 часа в неделю), практические работы – 9 часов (0,5 часа в неделю).

Форма аттестации – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Полимерная матрица и армирующие наполнители» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1 к рабочей программе.

Содержание разделов дисциплины

\ Лекция 1. Общие сведения о полимерах. Классификации полимеров: по пространственному положению атомов в макромолекуле, по химическому составу макромолекул, по источникам происхождения.

Лекция 2. Особенности молекулярного строения полимеров. Специфика строения полимерного вещества. Структурные превращения в мономерах и макромолекулах. Потенциальные барьеры внутримолекулярного взаимодействия. Гибкость макромолекул, сегмент Куна.

Лекция 3. Особенности надмолекулярных образований полимеров. Первичные, вторичные и высшие надмолекулярные образования в полимерах.

Лекция 4. Основные методы получения полимеров: полимеризация, поликонденсация, химическая модификация полимеров. Радикальная (свободнорадикальная) полимеризация полимеров. Основные стадии радикальной полимеризации. Инициирование реакции полимеризации, способы его осуществления.

Лекция 5. Стадия роста и стадия обрыва цепи реакции полимеризации. Реакция рекомбинации макрорадикалов. Применение ингибиторов для защиты мономеров от

полимеризации. Реакция передачи цепи, её роль в формировании молекулярно-массового распределения полимера.

Лекция 6. Анионная полимеризация. Катализаторы анионной полимеризации. Примеры химических реакций мономера с щелочным металлом и с амидом щелочного металла.

Лекция 7. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы катионной полимеризации. Стадии роста и обрыва цепи при катионной полимеризации.

Лекция 8. Поликонденсация. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Пример реакции поликонденсации (получение линейного полиэфира при взаимодействии гликоля с дикарбоновой кислотой). Факторы остановки роста цепи при поликонденсации.

Лекция 9. Химическая модификация полимеров. Виды химических превращений. Факторы инициирования внутримолекулярных превращений. Виды внутримолекулярных превращений. Межмолекулярные превращения. Вулканизация каучука, отверждение эпоксидных смол.

Лекция 10. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Представление о физических состояниях полимеров: вязкотекучее, высокоэластическое и стеклообразное состояние. Термомеханические кривые аморфных и кристаллических полимеров.

Лекция 11. Технические методы осуществления реакций полимеризации: газофазная полимеризация, полимеризация в массе, растворе, эмульсии, суспензии.

Лекция 12. Аппаратурное оформление процессов синтеза полимеров. Классификация химических реакторов по способу организации процесса, по условиям теплообмена, по фазовому составу реакционной смеси.

Лекция 13. Аппаратурное оформление процессов полимеризации в массе и газовой фазе. Реакторы смешения, вытеснения, комбинированные установки и полимеризационные формы. Типы реакторов для гетерогенных процессов с участием газовых и жидких ингредиентов. Реактор с твердой и газовой фазой.

Лекция 14. Подготовка сырья для получения полиэтилена. Активные и инертные примеси. Основные способы полимеризации этилена. Условия полимеризации и физико-механические свойства полиэтилена, получаемого при высоком, низком и среднем давлении.

Лекция 15. Химия процесса производства ПЭВД. Примеры реакций образования свободных радикалов при взаимодействии этилена с кислородом. Примеры реакции роста цепи и рекомбинации макрорадикалов. Реакция передачи цепи на полимер (межмолекулярная и внутримолекулярная).

Лекция 16. Аппаратурное оформление производства ПЭВД в трубчатом реакторе. Зоны трубчатого реактора, основные процессы, протекающие в зонах реактора.

Лекция 17. Основные стадии производства ПЭВД в присутствии инициатора кислорода с применением трубчатого реактора. Описание технологической схемы производства ПЭВД. Характеристика получаемого полимера.

Лекция 18. Методы производства полиэтилена при низком давлении (ПЭНД). Катализаторы, используемые для производства ПЭНД. Факторы, влияющие на процесс полимеризации ПЭНД.

Лекция 19. Получение ПЭНД суспензионным методом (в среде органического растворителя). Описание технологической схемы производства ПЭНД. Характеристика получаемого полимера.

Лекция 20. Строение и свойства полипропилена. Основные требования к сырью для синтеза полипропилена. Строение и физико-механические свойства атактического, изотактического и синдиотактического полипропилена.

Лекция 21. Производство полипропилена при низком давлении непрерывным методом в среде органического растворителя с использованием катализаторов Циглера-Натта. Описание технологической схемы производства полимера.

Лекция 22. Молекулярная масса полимеров и молекулярно-массовое распределение. Среднечисловая и среднемассовая молекулярная масса. Унимодальные, би- и мультимодальные молекулярно-массовые распределения. Экспериментальные методы определения среднечисловой и среднемассовой молекулярной массы.

Лекция 23. Ступенчатые процессы синтеза полимеров: ступенчатая поликонденсация, ступенчатая полимеризация. Поликонденсация линейная и трехмерная. Образование полиамида как пример линейной поликонденсации. Образование фенолформальдегидных смол как пример трехмерной поликонденсации.

Лекция 24. Ступенчатая полимеризация. Образование полиуретанов из диизоцианатов и гликолей как пример ступенчатой полимеризации линейных полимеров. Образование полиуретанов пространственной структуры.

Лекция 25. Обратимые (равновесные) и необратимые (неравновесные) реакции синтеза полимеров по ступенчатому механизму. Константа равновесия.

Лекция 26. Понятие характеристической вязкости. Определение молекулярной массы полимера на основе вискозиметрических испытаний.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Полимерная матрица и армирующие наполнители» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения групповых, индивидуальных и аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза.
- выполнение ДЗ1.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Полимерная матрица и армирующие наполнители» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- подготовка к выполнению лабораторных и практических работ и их защита.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита лабораторных и практических работ, защита домашнего задания.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и промежуточных аттестаций, образцы экзаменационных билетов приведены в приложении 3.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|------------------------|---|
| ОПК-2 | способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. |
| ОПК-3 | способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы. |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | | | | |
|--|---|---|--|--|
| Показатель | Критерии оценивания | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| знать: • основы культуры мышления, восприятия информации и анализа в области химической технологии, материаловедения и смежных дисциплин; | Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний в области химической технологии, материаловедения и смежных дисциплин | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний в области химической технологии, материаловедения и смежных дисциплин. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний в области химической технологии, материаловедения и смежных дисциплин. Но при этом допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний в области химической технологии, материаловедения и смежных дисциплин. Свободно ориентируется |

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| | | обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | | в приобретенных знаниях. |
| <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ставить целью получение информации и выбирать рациональный путь её достижения; самостоятельно расширять свои знания с использованием современных образовательных и информационных технологий; | Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет приобретать знания с использованием современных образовательных и информационных технологий | Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений приобретать знания с использованием современных образовательных и информационных технологий. Допускаются значительные ошибки, проявляется неточность умений по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений приобретать знания с использованием современных образовательных и информационных технологий. Умение освоено, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые ситуации. | Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений приобретать знания с использованием современных образовательных и информационных технологий. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> методами анализа и обобщения информации, включая методы социальных гуманитарных, экономических и прочих дисциплин; современной информацией по технологии получения полимеров. | <ul style="list-style-type: none"> Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами анализа и обобщения информации и современной информацией по технологии получения полимеров. | <ul style="list-style-type: none"> Обучающийся владеет методами анализа и обобщения информации и современной информацией по технологии получения полимеров в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками. Обучающийся испытывает значительные затруднения при | <ul style="list-style-type: none"> Обучающийся частично владеет методами анализа и обобщения информации и современной информацией по технологии получения полимеров. Методы анализа и обобщения информации освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые нестандартные | <ul style="list-style-type: none"> Обучающийся в полном объеме владеет методами анализа и обобщения информации и современной информацией по технологии получения полимеров, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности. |

| | | | | |
|--|--|---------------------------------------|-----------|--|
| | | применении навыков в новых ситуациях. | ситуации. | |
|--|--|---------------------------------------|-----------|--|

ОПК-3 - способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы.

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различные технологии получения полимерных материалов; • методику выбора технологического оборудования для синтеза полимеров. | <ul style="list-style-type: none"> • Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное знание технологий получения полимерных материалов. | <ul style="list-style-type: none"> • Обучающийся демонстрирует неполное знание технологий получения полимерных материалов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, обучающийся испытывает затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации. | <ul style="list-style-type: none"> • Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знанию технологий получения полимерных материалов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения | <ul style="list-style-type: none"> • Обучающийся демонстрирует полное соответствие знанию технологий получения полимерных материалов, свободно оперирует приобретенными знаниями. |
| <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания и навыки в исследовании технологических процессов; | <p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять полученные знания и навыки в исследовании технологических процессов</p> | <p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений применять полученные знания и навыки в исследовании технологических процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений применять полученные знания и навыки в исследовании технологических процессов. Умение освоено, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений применять полученные знания и навыки в исследовании технологических процессов. Свободно оперирует приобретенными умениями.</p> |

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| владеть: • навыками оформления технологической документации. | Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками оформления технологической документации. | Обучающийся владеет навыками оформления технологической документации в неполном объеме. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях. | Обучающийся частично владеет навыками оформления технологической документации. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения. | Обучающийся в полном объеме владеет навыками оформления технологической документации. |
|--|--|---|---|---|

6.1.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации студенты должны выполнить следующие виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Полимерная матрица и армирующие наполнители» (выполнение и защита лабораторных работ, выполнение заданий на самостоятельную подготовку).

| Шкала оценивания | Описание |
|------------------|--|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Незачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и |

| | |
|--|---|
| | умениями при их переносе на новые ситуации. |
|--|---|

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. А.П. Белокурова, Т.А. Агеева Химия и технология получения полиолефинов: учебное пособие. Иваново, 2011.
2. В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев Химия и физика полимеров: учебное пособие. С.-П., Москва, Краснодар. 2014.

б) дополнительная литература:

1. Л.Г. Барсукова, Г.Ю. Вострикова, С.С. Глазков Физико-химия и технология полимерных композитов: учебное пособие. Воронеж. 2014.
2. С.И. Петрова, О.Ю. Еренков Основы химии и технологии высокомолекулярных соединений: учебное пособие. Хабаровск: ТОГУ, 2014.

г) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <https://lib.mospolytech.ru/> в разделе «Библиотека».

Интернет-ресурсы:

| № п/п | Электронный ресурс | № договора. Срок действия доступа | Названия коллекций |
|-------|--|---|--|
| 1. | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (www.biblioclub.ru) | Договор № 121_64.44.ЕП/19 от 30.05.2019 г. с ООО «Директ-Медиа». с 29.05.2019 г. по 28.05.2020 г. | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (www.biblioclub.ru) |
| 2. | ЭБС «Издательства Лань» (e.lanbook.com) | Договор № 91_33.44.ЕП/19 от 30.04.2019 с ООО «ЭБС ЛАНЬ». с 02.05.2019 г. по 01.05.2020 г. | ЭБС «Издательства Лань» (e.lanbook.com) |
| 3. | ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com) | Договор № 123_61.44.ЕП/19 от 04.06.2019 с ООО «ЗНАНИУМ». с 01.08.2019 по 31.07.2020 | ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com) |
| 4. | ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com) | Договор № 124_62.44.ЕП/19 от 04.06.2019 с ООО «ЗНАНИУМ». с 01.11.2019 по 31.10.2020 | ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com) |
| 5. | Национальная электронная библиотека (НЭБ) | Договор № 101/НЭБ/2450 от 11.10.2017 с ФГБУ «РГБ» срок действия договора 5 лет | Национальная электронная библиотека (НЭБ) |
| 6. | Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» (www.cyberleninka.ru) | Свободный доступ | Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» (www.cyberleninka.ru) |

| | | | |
|-----|---|---|---|
| 7. | Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru | Свободный доступ | Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru |
| 8. | ЭБС «Polpred» (polpred.com) | Свободный доступ | ЭБС «Polpred» (polpred.com) |
| 9. | Доступ к электронным ресурсам издательства Springer Nature | Письмо в ФГБОУ «Российский Фонд Фундаментальных Исследований» от 06.08.2018 № 20-21-18/3874 с приложением С 01.04.2018 – бессрочно | Доступ к электронным ресурсам издательства Springer Nature |
| 10. | Справочная поисковая система «Техэксперт» (доступ в читальном зале на площадке Большая Семеновская, 38, ауд. А-201) | Свободный доступ | Справочная поисковая система «Техэксперт» (доступ в читальном зале на площадке Большая Семеновская, 38, ауд. А-201) |

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории кафедры «Техника и технология полимерных материалов» (АВ1704, АВ1810, АВ1508), оснащенные мультимедийными проекторами для показа видеофильмов, слайдов, презентаций. Для проведения лабораторного практикума по дисциплине в лабораториях кафедры (АВ1104, АВ1104а, АВ1105, АВ2109 и АВ2102) имеется следующее оборудование: копировально-прошивочные и проволочно-вырезные электроэрозионные станки, установка для ультразвуковой обработки, электрохимическая ячейка, лазерные установки, металлорежущие станки для изготовления лабораторных образцов, инструмента и оснастки.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов подготовки сырья для синтеза полимеров и очистки сырья от примесей; вопросов строения и свойств атактического и изотактического ПП, а также изучение технологических схем получения новолачных смол непрерывным методом и резольных смол периодическим методом, а также других тем по изучаемому курсу.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;

- подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- выполнение ДЗ1 и домашних заданий по закреплению тем.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

1. Подготовка сырья для промышленного получения полиэтилена. Примеси активные и инертные. Способы очистки от примесей. (ОПК-3)
2. Применение ингибиторов для защиты мономеров при хранении.. (ОПК-3)
3. Технологическая схема производства полипропилена при низком давлении в среде органического растворителя. Описание технологической схемы (ОПК-2)
4. Экспериментальные методы для определения среднечисловой молекулярной массы полимера. (ОПК-3)
5. Экспериментальные методы для определения среднемассовой молекулярной массы полимера. (ОПК-3)
6. Технические методы осуществления реакций полимеризации. (ОПК-3)
7. Полистирол и сополимеры стирола, их применение в народном хозяйстве. (ОПК-3)
8. Промышленное получение полистирола в массе. Описание технологической схемы процесса. Основные недостатки технологического процесса синтеза полистирола в массе. (ОПК-2).
9. Промышленное получение суспензионного полистирола периодическим способом. Описание технологической схемы процесса. Достоинства и недостатки получения полистирола суспензионным методом (ОПК-2)

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «**Полимерная матрица и армирующие наполнители**» следует уделять изучению методов синтеза полимерных материалов основных крупнотоннажных производств, определению рациональной области их применения. Внимание следует уделять вопросам выбора оптимального метода синтеза в зависимости от конкретных требований по физико-механическим свойствам и качеству получаемого продукта. Уделить внимание оформлению технологической документации, выбору оборудования и средств технологического оснащения, методикам выбора оборудования и его рациональному размещению.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных и практических работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники и учебные пособия, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- разработанные презентации по различным разделам курса;
- видеоматериалы для закрепления полученной на лекциях информации;
- методические указания для выполнения лабораторных и практических работ.

ПРИЛОЖЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

- Структура и содержание дисциплины (Приложение 1);
- Аннотация рабочей программы дисциплины (Приложение 2);
- Фонд оценочных средств (Приложение 3).

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|--|--|---|--------------|-------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | полимеризация. Катализаторы анионной полимеризации. Примеры химических реакций мономера с щелочным металлом и с амидом щелочного металла. | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. | Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы катионной полимеризации. Стадия роста и обрыва цепи при катионной полимеризации. Поликонденсация. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Пример реакции поликонденсации (получение линейного полиэфира при взаимодействии гликоля с дикарбоновой кислотой). Факторы роста цепи при поликонденсации. | | | 4 | №1п -2час | | 6 | | | | | | | | |
| 5 | Химическая модификация полимеров. Виды химических превращений. Факторы инициирования внутримолекулярных превращений. Виды внутримолекулярных превращений. Межмолекулярные превращения: вулканизация каучука, отверждение эпоксидных смол. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Представления о физических состояниях полимеров: вязкотекучее, высокоэластическое и стеклообразное состояние. Термомеханические кривые аморфных и кристаллических полимеров. | | | 4 | | №1л 2час | 6 | | | | | | | | |
| 6 | Технические методы осуществления реакции полимеризации: газофазная полимеризация, полимеризация в массе, растворе, эмульсии и суспензии. Аппаратурное оформление процессов синтеза полимеров. Классификация химических реакторов по способу организации процесса, по условиям теплообмена, по фазовому составу реакционной смеси. | | | 4 | | №1л 2час | 6 | | | | | | | | |
| 7 | Аппаратурное оформление процессов полимеризации в массе и газовой фазе. Реакторы смешения, вытеснения, комбинированные установки, полимеризационные формы. Типы реакторов для | | | 4 | | №2л 2час | 6 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|--|--|---|--------------|-------------|---|--|--|--|--|--|--|--|
| | гетерогенных процессов с участием газовых и жидких компонентов. Реактор с твёрдой и газовой фазой. Подготовка сырья для получения поли.тилена. Активные и инертные примеси. Основные способы полимеризации этилена. Условия полимеризации и физико-механические свойства полиэтилена, получаемого при высоком, низком и среднем давлении. | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Химия процесса производства ПЭВД. Примеры реакций образования свободных радикалов при взаимодействии этилена с кислородом. Примеры реакций роста цепи и рекомбинации макрорадикалов. Реакция передачи цепи на полимер (межмолекулярная и внутримолекулярная). Аппаратурное оформление производства ПЭВД в трубчатом реакторе. Зоны трубчатого реактора. Основные процессы, протекающие в зонах трубчатого реактора. | | | 4 | №2л 2час | 6 | | | | | | | | |
| 9 | Основные стадии производства ПЭВД с применением трубчатого реактора. Описание технологической схемы производства ПЭВД. Характеристика получаемого полимера. Методы производства полиэтилена при низком давлении (ПЭНД). Факторы, влияющие на процесс полимеризации ПЭНД. Получение ПЭНД суспензионным методом (в среде органического растворителя). Описание технологической схемы производства ПЭНД. Характеристика получаемого полимера. | | | 4 | №1п -1час | №2л 1час | 6 | | | | | | | |
| 10 | Строение и свойства полипропилена. Основные требования к сырью для синтеза полипропилена. Строение и физико-механические свойства атактического, изотактического и синдиотактического полипропилена. Производство полипропилена при низком давлении непрерывным методом в среде | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|--|--|----|---|---|----|--|--|--|--|--|--|---|
| | органического растворителя с использованием катализаторов Циглера-Натта. Описание технологической схемы производства полипропилена. | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Молекулярная масса полимеров и молекулярно-массовое распределение. Среднечисловая и среднемассовая молекулярная масса. Унимодальные, би- и мультимодальные молекулярно-массовые распределения. Экспериментальные методы определения среднечисловой и среднемассовой молекулярной массы. | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Ступенчатые процессы синтеза полимеров: ступенчатая поликонденсация, ступенчатая полимеризация. Поликонденсация линейная и трёхмерная. Образование полиамида как пример линейной поликонденсации. Образование фенолформальдегидных смол как пример трехмерной поликонденсации. Ступенчатая полимеризация. Образование полиуретанов из диизоцианата и гликолей как пример ступенчатой полимеризации линейных полимеров. Образование полиуретанов пространственной структуры. Обратимые (равновесные) и необратимые (неравновесные) реакции синтеза по ступенчатому механизму. Константа равновесия. | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Понятие характеристической вязкости. Определение молекулярной массы полимера на основе вискозиметрических испытаний Обзорное занятие.. | | | | | | | | | | | | | |
| | Форма аттестации | | | | | | | | | | | | | Э |
| | Всего часов по дисциплине | | | 36 | 9 | 9 | 54 | | | | | | | |

профессор, к.т.н.

/И.В. Скопинцев/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 18.03.02 «ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В
ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И BIOTEХНОЛОГИИ»

ОП (профиль): «Техника и технология полимерных материалов»

Форма обучения: **очная**

Вид профессиональной деятельности: производственно-технологическая, экспериментально-
исследовательская, проектно-конструкторская

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Полимерная матрица и армирующие наполнители»

- Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:

Составитель:

И.В. Скопинцев

Москва, 2020 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| «Полимерная матрица и армирующие наполнители» | | | | | |
|--|---------------------|-----------------------------|--|------------------------------------|---|
| ФГОС ВО 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль «Техника и технология полимерных материалов» | | | | | |
| В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные (ПК) компетенции: | | | | | |
| КОМПЕТЕНЦИИ | | Перечень компонентов | Технология формирования компетенций | Форма оценочного средства** | Степени уровней освоения компетенций |
| ИН-ДЕКС | ФОРМУЛИРОВКА | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|--|---|---|-----------|--|
| <p>ОПК-2</p> | <p>способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы культуры мышления, восприятия информации и анализа в области химической технологии, материаловедения и смежных дисциплин; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ставить целью получение информации и выбирать рациональный путь её достижения; • самостоятельно расширять свои знания с использованием современных образовательных и информационных технологий; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами анализа и обобщения информации, включая методы социальных гуманитарных, экономических и прочих дисциплин; <p>современной информацией по технологии получения полимеров.</p> | <p>лекция, самостоятельная работа, лабораторная работа, практическая работа</p> | <p>УО</p> | <p>Базовый уровень: воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля.</p> <p>Повышенный уровень: практическое применение полученных знаний в процессе выбора оптимальной технологии синтеза полимерных материалов.</p> |
|---------------------|--|---|---|-----------|--|

| | | | | | |
|---------------------|---|--|---|-----------|--|
| <p>ОПК-3</p> | <p>способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы.</p> | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различные технологии получения и переработки полимерных материалов; • методику выбора технологического оборудования для синтеза полимеров; <p>уметь:</p> <p>применять полученные знания и навыки в исследовании технологических процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • владеть: <p>навыками оформления технологической документации.</p> | <p>лекция, самостоятельная работа, лабораторная работа, практическая работа</p> | <p>УО</p> | <p>Базовый уровень</p> <p>Знание различных технологий синтеза полимеров, умение выбрать оптимальные технологические параметры процесса, оптимальные конструктивные параметры оборудования, владение навыками оформления технологической документации для стандартных изделий не высокой сложности.</p> <p>Повышенный уровень</p> <p>- Знание различных технологий синтеза полимеров, умение выбрать оптимальные технологические параметры процесса, оптимальные конструктивные параметры оборудования, владение навыками оформления технологической документации для изделий повышенной сложности.</p> |
|---------------------|---|--|---|-----------|--|

** - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к рабочей программе.

Примечание. Для получения зачета достаточно освоить базовый уровень знания компетенции.

**Перечень оценочных средств по дисциплине
«Полимерная матрица и армирующие наполнители»**

| № ОС | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|------|----------------------------------|---|---|
| 1 | Устный опрос собеседование, (УО) | Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. | Вопросы по темам/разделам дисциплины |

Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Дисциплина «Полимерная матрица и армирующие наполнители»

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Образовательная программа (профиль) «Техника и технология полимерных материалов»

Курс 2, семестр 4

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №4

1. Изомерные формы мономеров и макромолекул. Устойчивые и неустойчивые поворотные изомеры.
2. Регулирование молекулярно-массового распределения путём реакции передачи цепи. (Пример реакции).
3. Способы расчета среднечисловой и среднемассовой молекулярной массы полимера.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 202__ г., протокол № ____

Зав. кафедрой _____ /

Перечень вопросов к экзамену

| Вопросы к экзамену | Код компетенции |
|---|-----------------|
| Классификация полимеров по строению макромолекул. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые полимеры – их строение. | ОПК-3 |
| Классификация полимеров по химическому составу макромолекул и по происхождению. | ОПК-3 |
| Строение макромолекул. Механизм разворачивания макромолекул под действием нагрузки. | ОПК-3 |
| Изомерные формы мономеров и макромолекул. Устойчивые и неустойчивые поворотные изомеры. | ОПК-3 |
| Понятие о гибкости макромолекул. Длина сегмента Куна как характеристика гибкости цепей. | ОПК-3 |
| Первичные надмолекулярные образования в полимерах. | ОПК-3 |
| Вторичные надмолекулярные образования в полимерах. | ОПК-3 |
| Высшие надмолекулярные образования в полимерах. | ОПК-3 |
| Влияние строения полимерной цепи на физико-механические свойства полипропилена. Атактический, изотактический и синдиотактический полипропилен. | ОПК-3 |
| Основные методы получения полимеров. | ОПК-2 |
| Механизм образования полимеров при полимеризации. | ОПК-3 |
| Радикальная (свободнорадикальная) полимеризация. Основные стадии процесса радикальной полимеризации. Факторы, способствующие генерированию свободных радикалов. | ОПК-3 |
| Химическое инициирование при радикальной полимеризации. (Пример реакции). | ОПК-3 |
| Ингибиторы, их роль в химической технологии. | ОПК-3 |
| Ингибирующее действие кислорода на растущую полимерную цепь при радикальной полимеризации. (Пример реакции). | ОПК-3 |
| Регулирование молекулярно-массового распределения путём реакции передачи цепи (Пример реакции).. | ОПК-3 |
| Механизм анионной полимеризации. | ОПК-3 |
| Катализаторы анионной полимеризации. Пример реакции роста цепи с выбранным катализатором при полимеризации стирола. | ОПК-3 |
| Катализаторы и сокатализаторы, используемые для катионной полимеризации. (Примеры реакций катионной полимеризации). | ОПК-3 |
| Получение полимеров поликонденсацией. Линейная и трёхмерная поликонденсация. (Пример реакции). | ОПК-3 |
| Равновесные и неравновесные реакции. Привести примеры. | ОПК-3 |
| Константа равновесия. Что она характеризует и как может быть рассчитана? | ОПК-3 |
| Химическая модификация полимеров. Виды химических превращений полимеров. | ОПК-3 |
| Внутримолекулярные превращения в полимерах. Виды внутримолекулярных превращений. | ОПК-3 |
| Межмолекулярные превращения полимеров. Виды межмолекулярных превращений. | ОПК-3 |

| | |
|--|--------------|
| Физические взаимодействия в полимерах, их влияние на физико-механические свойства. | ОПК-3 |
| Агрегатные и фазовые состояния полимеров. | ОПК-3 |
| Физические состояния полимеров. Использование термомеханических кривых для анализа физических состояний полимеров. | ОПК-3 |
| Технические методы осуществления реакций полимеризации. | ОПК-3 |
| Механизм осуществления эмульсионной полимеризации. | ОПК-3 |
| Полимеризация в суспензии. В чём состоит её преимущество по сравнению с эмульсионной полимеризацией? | ОПК-3 |
| Классификация химических реакторов по способу организации процесса синтеза. | ОПК-2 |
| Реакторы непрерывного действия. (Примеры принципиальных схем). | ОПК-2 |
| Классификация реакторов по условиям теплообмена. В чём состоит преимущество автотермических реакторов? | ОПК-2 |
| Реакторные устройства для полимеризации в массе. (Принципиальные схемы). | ОПК-2 |
| Способы регулирования теплового режима в химическом реакторе. | ОПК-2 |
| Подготовка сырья для промышленного получения полиэтилена. Первая и вторая стадия получения ПЭВД. (Примеры химических реакций инициирования и роста цепи). | ОПК-3 |
| Третья стадия получения ПЭВД (Пример реакции обрыва цепи). | ОПК-3 |
| Аппаратурное оформление процесса полимеризации этилена с использованием трубчатого реактора. | ОПК-2 |
| Технологическая схема производства ПЭВД в присутствии инициатора кислорода. | ОПК-2 |
| Катализаторы, используемые для производства ПЭВД. | ОПК-3 |
| Технологическая схема производства ПЭВД суспензионным методом. | ОПК-2 |
| Способы расчета среднечисловой и среднемассовой молекулярной массы полимера. | ОПК-2 |
| Способы экспериментального определения среднечисловой молекулярной массы полимера. | ОПК-2 |
| Способы экспериментального определения среднемассовой молекулярной массы полимера. | ОПК-2 |
| Определение молекулярной массы полимера с помощью вискозиметрии. | ОПК-2 |
| Технологическая схема производства полипропилена при низком давлении. | ОПК-2 |
| Полистирол и сополимеры стирола, их применение в народном хозяйстве. | ОПК-3 |
| Промышленное получение полистирола в массе. Описание технологической схемы процесса. Основные недостатки технологического процесса синтеза полистирола в массе. | ОПК-2 |
| Промышленное получение суспензионного полистирола периодическим способом. Описание технологической схемы процесса. Достоинства и недостатки получения полистирола суспензионным методом. | ОПК-2 |