

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки
полимерных материалов**

**Методические указания, программы и Контрольные вопросы
по курсу ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ для студентов специальности 1-48 01 02
«Химическая технология органических веществ, материалов
и изделий»**

**специализации 1-48 01 02 06 «Технология переработки
пластмасс»
заочной формы обучения**

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

При создании новых материалов главной задачей является улучшение комплекса физико-механических свойств. Под термином «полимерные композиционные материалы» (ПКМ) понимают гетерофазные структуры, состоящие из двух или более компонентов, где один компонент является матрицей, в которой определенным образом распределены другие компоненты, отделенные от матрицы границей раздела. Таким образом, каждый компонент в композите сохраняет индивидуальность. Совокупность их действия дает возможность получать материалы, свойства которых намного превосходят характеристики исходных материалов. Получение композиционных полимерных материалов в последние годы стало генеральной линией развития технологии переработки пластмасс и рассматривается как основной резерв получения новых материалов с улучшенными свойствами.

Цель дисциплины: дать представление о современном состоянии проблемы получения полимерных композиционных материалов; изучить теоретические и практические принципы получения композитов, физико-химические основы получения композитов, особенности составляющих композитов, методы получения наполненных композитов; дать представление об основном оборудовании для получения ПКМ и их переработки в изделия; показать главные направления применения ПКМ, их экономическую и экологическую значимость.

В результате изучения дисциплины студент должен знать принципы формирования композитов, подбора компонентов; методы модификации полимерной матрицы композита; физико-химические закономерности совмещения полимеров с ингредиентами; физико-химические закономерности совместимости полимеров; технологии получения композитов различных классов; назначение, области применения и свойства композитов. Кроме того, студент должен уметь оценивать вероятность совмещения полимеров между собой и с предлагаемыми добавками; использовать теоретические и практические знания, полученные при изучении специальных технологических дисциплин; прогнозировать свойства композитов, подбирая состав и соотношение используемых компонентов.

Дисциплина «Технология композиционных материалов» включает следующие разделы: физико-химические основы получения композиционных полимерных материалов; технологии получения различных типов ПКМ.

Программа курса

Введение

Проблема модификации свойств изделий из композиционных полимерных материалов. Цель создания полимерных композитов, их роль и место изделий из них в современном обществе. Основные компоненты композитов.

Классификация полимерных композитов по типу армирующих наполнителей и способам армирования. Экологические аспекты создания полимерных композитов и их переработки. Безотходные технологии производства. Техничко-экономическая эффективность использования ПКМ.

Физико-химические закономерности совмещения и смешения основного полимерного и вторичного сырья

Классификация полимерных композитов по типу армирующих наполнителей и способам армирования. Экологические аспекты создания полимерных композитов и их переработки. Техничко-экономическая эффективность использования ПКМ.

Адгезия и адгезионная прочность; методы определения, взаимодействие границы раздела между полимером и наполнителем. Методы определения поверхностной энергии и поверхностного натяжения полимеров. Условия смачивания и растекания полимерных связующих по поверхности наполнителя. Пути повышения смачивающей способности связующих. Влияние чистоты и морфологии поверхности, условий формирования адгезионного соединения: температуры, давления, времени.

Адсорбция адгезива на поверхности субстрата, ее роль в формировании границы раздела граничного слоя и адгезионной прочности ПКМ. Основные отличия адсорбции полимеров от адсорбции низкомолекулярных веществ.

Диффузионные процессы в системах полимер – полимер. Поверхностная, объемная, сегментальная, локальная диффузия. Факторы, влияющие на скорость диффузионных процессов. Роль диффузии в формировании адгезионного взаимодействия. Основные пути регулирования адгезионной прочности ПКМ.

Остаточные напряжения в изделиях из ПКМ. Причины их возникновения, методы оценки, пути снижения.

Смешение полимеров. Требования к смешиваемым полимерам. Оценка качества смешения. Совместимость полимеров. Сегментальная растворимость. Устойчивость двухфазных смесей. Изменение свойств полимеров при смешении. Смешение полимеров как метод пластификации. Механические свойства смесей. Использование совместимых полимеров.

Термопласты для производства ПКМ. Модификация полимерной матрицы.

Смеси полимеров. Малые добавки структурных модификаторов, привитые, блок сополимеры, прививка функциональных групп.

Пластификаторы. Назначение пластификаторов. Требования к пластификаторам. Теоретические основы пластификации. Совместимость полимеров и пластификаторов. Молекулярная и структурная пластификация. Влияние пластификаторов на температуру перехода и деформационную устойчивость полимерных материалов. Влияние пластификаторов на формуемость и качество изделий из ПКМ.

Полимерные материалы на основе отверждающихся олигомеров. Отвердители, катализаторы, инициаторы, ускорители отверждения. Влияние сшивающих добавок на процесс отверждения олигомеров. Режимы и условия отверждения различных термореактивных олигомеров. Свойства отвержденных полимерных материалов в зависимости от типа связующих, отвердителя и режима отверждения.

Сшивание термопластичных полимерных материалов. Требования к сшивающим агентам и полимерам. Органические пероксиды. Соагенты пероксидного сшивания. Свойства сшитых композитов, их использование. Фотохимическое сшивание полимеров. Свойства и использование фотохимически сшитых полимеров. Радиационно-химическое сшивание полимеров. Свойства и использование сшитых радиационным методом полимеров. Переработка сшитых полимеров.

Наполненные полимеры

Теоретические основы процесса наполнения. Понятие межфазного слоя. Модель наполненной системы. Взаимодействие полимера с наполнителем. Закономерности изменения свойств полимеров при наполнении. Зависимость пластичности, величины усадки, уровня внутренних напряжений в изделиях, а также прочности, водостойкости, диэлектрических характеристик, фрикционных и антифрикционных свойств, теплостойкости изделий от типа наполнителя и его количества в системе. Методы подготовки наполнителей для ПКМ. Физико-химические методы аппретирования наполнителей. Механохимическое модифицирование наполнителей. Структурообразование полимеров в присутствии наполнителей.

Дисперсные наполнители, используемые в производстве ПКМ (органические, минеральные, полимерные, синтетические). Композиты с дисперсными наполнителями, получение, переработка, свойства в зависимости от типа полимера и наполнителя.

Армирующие наполнители. Стекловолоконистые наполнители. Состав и свойства стекловолокон. Стекловолоконистые ровинги, ткани, маты, нетканые рулонные материалы. Силикатные, углеродные, борные,

кварцевые и другие высокомодульные волокна. Получение волокон. Органические волокна на основе алифатических и ароматических полиолефинов, полиамидов, полиэфиров.

Терморезистивные композиты. Терморезистивные композиты с армирующими ориентированными и неориентированными наполнителями. Листовые наполнители. Листовые наполнители для производства слоистых пластиков.

Премиксы. Состав премиксов и особенности их получения. Методы получения изделий из премиксов. Области использования изделий из премиксов, перспективы их развития. Премиксы с использованием наноматериалов. Особенности их строения и использования.

Препреги. Состав препрегов. Методы их получения. Виды переработки препрегов в изделия. Области использования изделий из препрегов.

Газонаполненные композиты. Способы газонаполнения. Классификация газонаполненных ПКМ и газонаполнителей. Особенности получения газонаполненных ПКМ на основе разных полимеров.

Интегральные пенопласты. Их характеристика и методы получения. Сотопласты.

Методы получения изделий из композитов.

Контрольные вопросы

1. Основные понятия технологии композиционных материалов.
2. Общая классификация полимерных композитов.
3. Классификация полимерных композитов по природе матрицы и наполнителя и по количеству компонентов.
4. Классификация полимерных композитов по структуре и степени ориентации наполнителя и методам изготовления изделий.
5. Волокнисто-упрочненные композиты.
6. Дисперсно-упрочненные композиты.
7. Армирующие волокна. Требования к эксплуатационным свойствам.
8. Матрица. Ее функции.
9. Поверхностная теория измельчения.
10. Объемная теория измельчения.
11. Смешение. Оценка качества смешения.
12. Простое смешение.
13. Диспергирующее смешение.
14. Совместимость полимеров.
15. Слой сегментальной растворимости. Механические свойства смесей.
16. Пластификация.

17. Молекулярная пластификация.
18. Структурная пластификация.
19. Основные задачи пластификации.
20. Сшивание полимеров.
21. Теория гелеобразования.
22. Радиационно-химическое сшивание.
23. Фотохимическое сшивание.
24. Химическое сшивание.
25. Сшивающие агенты химического сшивания полиолефинов.
26. Диффузионный метод сшивания.
27. Сшивание наполненных композиций.
28. Дисперсные наполнители: типы и природа.
29. Неорганические дисперсные наполнители.
30. Механические свойства ПКМ.
31. Способы газонаполнения полимеров.
32. Классификация газонаполненных полимеров.
33. Понятие ГСЭ (газоструктурного элемента).
34. Классификация газообразователей. Химические газообразователи.
35. Классификация газообразователей. Физические газообразователи.
36. Жесткие пенопласты на основе ПВХ.
37. Эластичные пенопласты на основе ПВХ. Применение.
38. Беспрессовый метод получения ППС. Применение.
39. Прессовый метод получения ППС. Применение.
40. Газонаполненные фенопласты.
41. Получение жесткого ППУ. Применение.
42. Получение эластичного ППУ. Применение.
43. Пенопласт «Мипора».
44. Сотопласты.
45. Интегральные пенопласты.
46. Переработка пенопластов литьем под давлением.
47. Переработка пенопластов экструзией.
48. Стекловолокно. Получение, свойства, применение.
49. Материалы из стекловолокна.
50. Борные волокна.
51. Углеродные волокна.
52. Арамидные волокна.
53. Полиамидные волокна.
54. Получение премиксов.
55. Премиксы. Требования к полимерам.
56. Препреги. Получение. Назначение.
57. Получение препрегов методом намотки.

58. Получение препрегов методом пропитки.
59. Получение изделий из препрегов методом послойной выкладки.
60. Получение изделий из препрегов методом эластичной диафрагмы.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Берлин, А. А. Пенополимеры на основе реакционноспособных олигомеров / А. А. Берлин, Ф. А. Шутов. – М.: Химия, 1978. – 296 с.
2. Козлов, В. П. Физико-химические основы пластификации полимеров / В. П. Козлов, С. П. Панков. – М.: Химия, 1982. – 224 с.
3. Кулезнев, В. Н. Смеси полимеров / В. Н. Кулезнев. – М.: Химия, 1980. – 304 с.
4. Липатов, Ю. С. Физико-химические основы наполнения полимеров / Ю. С. Липатов. – М.: Химия, 1991. – 260 с.
5. Наполнители для полимерных композиционных материалов: справ. пособие / под ред. Г. С. Каца, Д. В. Милевски. – М.: Химия, 1981. – 736 с.
6. Справочник по композиционным материалам: в 2 т. / под ред. Дж. Любина. – М.: Машиностроение, 1988. – 2 т.
7. Композиционные материалы. Справочник / под ред. В. В. Васильева. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 с.

Дополнительная

1. Дедюхин, В. Г. Прессованные стеклопластики / В. Г. Дедюхин, В. П. Ставров. – М.: Химия, 1976. – 272 с.
2. Конструкционные стеклопластики / В. И. Альперин [и др.]. – М.: Химия, 1979. – 360 с.
3. Соломко, В. П. Наполненные кристаллизующиеся полимеры / В. П. Соломко. – Киев: Наукова думка, 1980. – 263 с.
4. Принципы создания композиционных полимерных материалов / А. А. Берлин [и др.]. – М.: Химия, 1990. – 240 с.
5. Армированные полимерные материалы / под ред. З. А. Рогозина, П. М. Пелецкого, М. Л. Кербера. – М.: Мир, 1968. – 244 с.
6. Промышленные полимерные композиционные материалы / под ред. М. Ричардсона. – М.: Химия, 1980. – 472 с.
7. Полимерные смеси: в 2 т. / под ред. Д. Пола и С. Ньюмена; пер. с англ. под ред. В. Н. Кулезнева. – М.: Мир, 1981. – 2 т.
8. Конструкционные материалы на основе сшитых полиолефинов / под ред. М. М. Ревяко. – Минск: Вышэйшая школа, 2001.

9. Берлин, А. А. Упрочненные газонаполненные пластмассы / А. А. Берлин, Ф. А. Шутов. – М.: Химия, 1980. – 224 с.

10. Липатов, Ю. С. Межфазные явления в полимерах / Ю. С. Липатов. – Киев: Наукова думка, 1980. – 260 с.

11. Гуль, В. Е. Основы переработки пластмасс / В. Е. Гуль, М. С. Акутин. – М.: Химия, 1985. – 400 с.