

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

**Методические указания, программы и Контрольные вопросы  
по курсу ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС 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 ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС**

Курс «Технология переработки пластмасс» является одним из основных специальных курсов подготовки инженеров-химиков-технологов. Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении теоретических, общеинженерных и всех химических дисциплин, логически связана с дисциплинами «Теоретические основы химии»; «Неорганическая химия»; «Органическая химия»; «Аналитическая химия»; «Физическая, коллоидная химия и физико-химические методы анализа»; «Химия и физика полимеров»; «Процессы и аппараты химической технологии»; «Общая химическая технология»; «Оборудование и основы проектирования предприятий по переработке пластмасс»; «Технология пластических масс»; «Теоретические основы переработки полимеров»; «Охрана труда».

Основной целью дисциплины является получение студентами навыков профессиональной деятельности, заключающихся в освоении методов и технологий переработки пластмасс в изделия, а также способов определения их технологических и физико-механических свойств.

Задача дисциплины – изучение основных технологических процессов переработки полимерных материалов и методов определения их свойств.

Программа дисциплины разработана с учетом последних достижений технологии и науки переработки полимеров.

В результате изучения дисциплины студент должен знать классификацию методов переработки пластмасс; технологию переработки пластмасс существующими методами; особенности переработки основных пластмасс конкретными методами; возможность регулирования свойств изделий из пластмасс различными приемами; основные свойства изделий и области их применения. Кроме того, студент должен уметь применять теоретические основы курса для решения конкретных практических задач; проводить материальные расчеты; подбирать и вести расчеты основного технологического оборудования; выполнять проекты цеха (участка) по производству изделий из пластмасс; экспериментально определять свойства полимерных материалов и соответствие их требованиям стандартов, а также свойства изделий из пластмасс и соответствие их требованиям стандартов (технических условий).

## **Программа курса**

### **Введение**

Развитие и перспективы роста промышленности пластических масс. Промышленность переработки пластмасс в СНГ и Республике Беларусь.

Современное состояние отечественной и мировой промышленности переработки пластмасс и перспективы ее развития.

### **Классификация, состав и свойства основных полимерных материалов**

Пластические массы. Классификация. Термопласты, реактопласты. Основные компоненты. Свойства. Области применения.

Резины. Эластомеры. Резиновые смеси. Состав резин. Ингредиенты. Области использования резин.

Волокна. Природные, химические (искусственные и синтетические). Производство, свойства, применение.

Клеи. Природные, синтетические клеи. Составные компоненты. Свойства.

Лакокрасочные материалы. Классификация. Пленкообразующие вещества. Основные компоненты. Виды лакокрасочных материалов. Свойства и применение.

Классификация методов переработки пластических масс. Выбор оптимальных в технико-экономическом отношении методов переработки пластмасс.

### **Технологические свойства пластмасс**

Определение текучести термопластов. Текучесть реактопластов. Определение технологических характеристик термореактивных пластмасс пластометрическим методом. Определение времени выдержки при отверждении.

Усадка изделий из пластмасс.

Влажность полимеров.

Дисперсность, гранулометрический состав, удельный объем, сыпучесть и таблетруемость пластмасс.

### **Подготовка полимерной композиции к переработке**

Смешение. Смесители. Структурная и механическая неоднородность смесей. Оценка качества смешения. Смеси полимеров.

Сушка. Сушилки.

Растворение как один из приемов переработки пластических масс.

Измельчение. Гранулирование. Таблетирование. Предварительное нагревание реактопластов.

### **Переработка термопластов экструзией**

Сущность процесса экструзии. Плунжерная, червячная и дисковая экструзия. Технологический процесс червячной экструзии. Подготовка материалов к переработке. Хранение сырья. Сушка термопластов.

Транспортировка сырья к экструзионным агрегатам и загрузка его в бункер.

Экструзия термопластов. Червячные прессы. Червяк, цилиндр машины, загрузочная воронка, формирующая головка. Зоны червяка. Упрощенная гидродинамическая теория червячной экструзии. Виды потоков. Распределение давления по длине корпуса экструдера. Температурный режим экструзии.

Производительность экструзионной установки. Связь производительности с геометрией червяка и переменными параметрами режима экструзии. Расход через головку. Коэффициент сопротивления головки. Влияние характеристик червяка и головки на производительность экструдера. Рабочая область экструзии. Адиабатическая экструзия. Многошнековые прессы.

Контроль и хранение готовой продукции.

Производство листов. Работа агрегата. Листовальная головка. Калибровка листа. Получение многослойных листов экструзионным и валково-каландровым способами. Ламинирование и кэширование.

Получение пленок. Рукавный метод получения пленок. Формирующая головка. Прием рукава. Степень раздува и продольной вытяжки. Температурный режим процесса.

Плоскощелевой метод получения пленок. Виды брака при экструзии. Особенности технологии формования пленок из различных полимеров.

Многослойные пленки. Способы получения. Области применения многослойных пленок.

Производство сеток экструзией.

Производство труб экструзией. Работа агрегата. Трубная головка. Калибровка трубы. Технологические параметры экструзии труб и шлангов.

Гофрированные трубы. Технология производства гофрированных труб. Пултрузия.

Получение труб большого диаметра навиванием экструдированного профиля.

Производство профильных изделий. Работа агрегата. Виды профилей.

Нанесение покрытий на провода и кабели. Поточные линии для двухслойного прессования.

Изготовление полых изделий экструзионно-выдувным методом. Классификация способов. Выдувное формование всасыванием заготовки. Технологическая схема процесса. Основные параметры. Виды брака.

## **Вальцевание и каландрование**

Сущность процесса. Основные процессы, происходящие в материале при вальцевании и каландровании.

Конструкция вальцов. Назначение вальцового оборудования и его типы.

Типы каландров. Операции, выполняемые на каландрах. Основные закономерности процесса каландрования. Способы компенсации прогиба валков. Технология получения пленок из винипласта. Технология получения пленок из пластика. Технологические процессы с использованием каландров. Изготовление пленок из поливинилхлорида вальцово-каландровым методом. Дублирование пленок. Двухсторонняя обкладка. Двухсторонняя промазка. Листование.

### **Переработка термопластов литьем под давлением**

Технологический процесс литья под давлением. Подготовка материалов к переработке. Хранение сырья. Окрашивание пластмасс. Сушка пластмасс. Транспортировка сырья к литьевым машинам и загрузка его в бункер.

Процесс литья под давлением. Основные параметры литьевой машины. Применяемые материалы. Двухцветное литье. Интрузия. Инжекционное литье. Предварительная пластикация термопластов. Схемы узлов впрыскивания с предварительной пластикацией. Литьевые формы. Литниковые системы. Технологические параметры литья. Температурный режим нагревательного цилиндра. Температура формы. Выбор температурного режима. Давление в цилиндре и форме. Т-Р-диаграмма. Время впрыска. Продолжительность цикла. Ориентация и внутренние напряжения. Литье кристаллизующихся полимеров. Литье аморфных полимеров. Влияние технологических параметров на усадку.

Обработка изделий и контроль их качества. Механическая обработка. Термическая обработка. Контроль качества изделий. Упаковка и хранение готовой продукции.

Брак при литье под давлением и его предупреждение. Особенности литья различных термопластов.

Многоцветное литье. Многокомпонентное литье. Двухкомпонентное литье под низким давлением. Литье со сборкой. Сэндвич-литье.

Микрослоистое литье. Микролитье. Литье с подачей сжатого газа. Литье с использованием легкоплавких пуансонов.

Технология вибрационного воздействия при литье под давлением.

Литье под давлением вспенивающихся термопластов. Двухкомпонентное литье под низким давлением. Особенности литья вспенивающихся термопластов.

Использование отходов.

### **Получение пленок методом полива**

Нанесение покрытий из растворов и водных дисперсий. Сущность процесса. Ориентационные явления и структура пленок. Влияние

эмульгатора на структуру и свойства пленок. Перерабатываемые материалы. Получение эфирцеллюлозных пленок и пленок из поликарбоната.

### **Ротационное формование**

Сущность метода. Используемое оборудование. Особенности технологии. Перерабатываемые материалы.

### **Формование изделий из листовых материалов**

Сущность метода. Используемые листовые материалы. Основные методы формования изделий из листов.

Штампование. Принципы формования (при помощи матрицы и пуансона; с эластичным пуансоном; протяжкой; с проскальзыванием в прижимной раме).

Вакуумформование (негативный метод формования; позитивный метод; свободное вакуумформование с предварительной вытяжкой толкателем; сжатым воздухом и др.).

Пневмоформование (в негативную форму; с применением толкателя; свободное выдувание).

Комбинированное позитивно-негативное формование.

Технологический процесс формования. Хранение листовых материалов. Разметка и разрезание листа. Формование.

Температура нагрева листовой заготовки. Методы нагревания термопластов. Температура формы. Формующий перепад давления. Скорость вытяжки листа. Механическая обработка. Использование отходов. Виды брака при термоформовании.

Изготовление изделий на многопозиционных машинах. Использование процесса формования в сочетании с процессом получения листовых материалов.

Термопласты, используемые для термоформования.

### **Переработка термореактивных материалов**

Сущность процесса прессования термореактивных материалов. Прямое (компрессионное) и литьевое (трансферное) прессование. Оборудование для прессования и пресс-формы. Физико-химические процессы, происходящие при прессовании.

Технологический процесс прессования. Подготовка пресс-материалов. Хранение и сушка пресс-материалов. Сепарирование. Таблетирование прессовочных материалов. Нормы точности массы таблеток. Уплотнение волокнистых материалов. Предварительный нагрев пресс-материалов. Влияние предварительного нагрева на режим прессования и свойства изделий.

Прессование изделий. Дозировка пресс-материалов. Подготовка арматуры и установка пресс-материала в форму. Закрывание пресс-формы. Подпрессовки. Режим прессования. Температура. Удельное давление прессования. Выдержка пресс-материала в форме. Взаимосвязь параметров режима прессования и их влияния на качество готовых изделий. Контроль процесса прессования. Разъем пресс-формы и извлечение изделия. Последующая обработка изделий и их контроль. Термическая обработка. Механическая обработка. Контроль изделий.

Брак и его предупреждение. Использование отходов.

Особенности прессования фенолоформальдегидных пресс-порошков, аминопластов, волокнита, стекловолоконитов, асбонаполненных прессматериалов и материалов с крошкообразным наполнителем.

Прессование термопластов. Холодное прессование (спекание).

### **Литье реактопластов под давлением**

Сущность процесса литья под давлением термореактивных материалов. Особенности технологии. Конструктивное оформление процесса. Требования к перерабатываемому материалу. Технологические параметры режима литья под давлением. Преимущества процесса, перспективы применения.

### **Формование изделий из армированных пластиков**

Армированные пластики. Стеклопластики. Органопластики. Углепластики.

Типы связующих, применяемые для получения стеклопластиков: требования, предъявляемые к ним, и свойства. Стеклонаполнители. Получение, типы, свойства и обработка стеклянных волокон. Нити, ровинг, маты, ткани и др. Поверхностные явления на границе раздела стекловолокно – полимер. Факторы, влияющие на величину адгезии полимеров. Обработка поверхности стеклонаполнителей с целью повышения адгезии. Аппреты. Методы получения изделий из стеклопластиков. Контактное формование. Напыление. Формование с помощью эластичной диафрагмы. Формование путем пропитки армирующего наполнителя связующим под давлением в замкнутой форме. Прессование. Центробежное формование. Получение изделий намоткой. Изготовление труб и профилей протяжкой (пултрузией). Непрерывный метод получения листовых стеклопластиков. Применение стеклопластиков в различных областях техники. Охрана труда при изготовлении изделий из стеклопластиков.

## **Литье без давления**

Производство изделий из капролона. Схема процесса. Особенности технологии. Производство изделий из композиций на основе винакрила. Производство изделий их эпоксидных композитов.

## **Сварка пластмасс**

Общие представления о процессе. Сварка нагретым газом, нагретым инструментом, трением, нагревом в электрическом поле высокой частоты, ультразвуком, инфракрасная сварка.

## **Склеивание пластмасс**

Общие представления. Особенности склеивания изделий из термо- и реактопластов. Типы клеев и требования к ним. Технологический процесс склеивания.

## **Механическая обработка пластмасс**

Особенности переработки пластмасс резанием. Виды механической обработки. Распиловка, вырубка, сверление, нарезание резьбы. Зачистка готовых деталей. Специализированное и универсальное оборудование. Галтовка, виброзачистка, зачистка изделий из термопластов с использованием глубокого охлаждения, зачистка изделий с применением косточковых и пластоструйных установок.

## **Напыление пластмасс, футерование и герметизация изделий**

Напыление пластмасс. Сущность метода. Вихревое, вибрационное, вибровихревое и струйное напыление. Газопламенное напыление. Плазменный метод. Электростатический метод напыления.

## **Декоративная обработка и отделка изделий из пластмасс**

Печатание на изделиях из пластмасс. Высокая, флексографская, плоская (офсетная) и глубокая печать. Декорирование изделий из пластмасс методом горячего тиснения фольгой. Декалькомания. Мокрый, сухой и термический способы декалькомании. Аппликация. Накладная аппликация. Заформованная аппликация.

## **Радиационно-химическое модифицирование полимеров**

Возможности радиационно-химического модифицирования изделий из пластмасс. Термоусаживающиеся радиационно-модифицированные материалы.



## Металлизация изделий из пластмасс

Металлизация пневмораспылением. Металлизация в псевдооживленной среде дисперсного металла. Электролитическое осаждение металлов. Металлизация изделий из термопластов напылением в вакууме.

### Контрольные вопросы

1. Современное состояние промышленности переработки пластмасс в СНГ и Республике Беларусь и перспективы ее развития.
2. Пластмассы: классификация, основные компоненты.
3. Свойства и области применения пластмасс.
4. Резины: состав, компоненты, области использования.
5. Клеи: классификация, состав, свойства.
6. Лакокрасочные материалы: классификация, основные компоненты, свойства, применение.
7. Классификация методов переработки пластических масс. Специфика подбора метода для выпуска конкретного вида изделия.
8. Наполнители. Закономерности изменения свойств полимеров при введении наполнителей. Особенности процессов переработки наполненных полимеров.
9. Пластификаторы. Изменение свойств полимеров при пластификации.
10. Стабилизаторы. Основные виды деструктивных процессов и их механизм. Стабилизация полимеров.
11. Сшивающие агенты. Требования к полимерам и сшивающим агентам. Свойства сшитых полимеров.
12. Подготовка полимерной композиции к переработке. Смешение. Оценка качества смешения. Смеси полимеров.
13. Подготовка полимерной композиции к переработке. Сушка. Избыточная влажность и способы ее устранения.
14. Подготовка полимерной композиции к переработке. Измельчение, гранулирование.
15. Подготовка полимерной композиции к переработке. Таблетирование и предварительный нагрев реактопластов.
16. Текучесть термопластов. Текучесть реактопластов. Методы определения.
17. Определение технологических характеристик терморезактивных пластмасс пластометрическим методом.
18. Определение времени выдержки пластмасс при отверждении.
19. Усадка изделий из пластмасс.
20. Влажность полимерных материалов.

21. Дисперсность, гранулометрический состав, удельный объем, сыпучесть и таблетуемость пластмасс.

22. Сущность процесса экструзии. Плунжерная, червячная и дисковая экструзия.

23. Технологический процесс червячной экструзии. Подготовка материала к переработке, хранение сырья, сушка, транспортировка, загрузка в бункер.

24. Червячные прессы для пластмасс. Основные узлы машины. Двухшнековые экструдеры.

25. Упрощенная гидродинамическая теория червячной экструзии. Виды потоков расплава в червячных машинах. Распределение давления по длине корпуса экструдера.

26. Температурный режим экструзии термопластов. Адиабатическая экструзия.

27. Производительность экструзионной установки. Связь производительности с геометрией червяка и переменными параметрами режима экструзии. Рабочая область экструзии.

28. Контроль и хранение готовой продукции.

29. Использование процесса экструзии для получения гранулированного материала.

30. Производство листов экструзией. Технологическая линия.

31. Производство листов экструзией. Листовальная головка. Способы калибровки листа.

32. Получение многослойных листов экструзионным способом. Основные преимущества многослойных материалов.

33. Способы придания глянца поверхности листа.

34. Рукавный метод получения полимерных пленок. Особенности технологии.

35. Рукавный метод получения полимерных пленок. Степень раздува и продольной вытяжки. Температурный режим процесса.

36. Плоскощелевой метод получения полимерных пленок. Особенности технологии.

37. Особенности формования пленок экструзией из различных полимеров.

38. Многослойные пленки. Достоинства и области применения. Способы их получения.

39. Термоусаживающиеся и стретч-пленки. Технологии их получения.

40. Производство труб экструзией. Технологическая схема.

41. Производство труб экструзией. Трубная головка. Головки для получения многослойной трубы.

42. Способы калибровки труб.

43. Гофрированные трубы из термопластов. Технология получения.

44. Получение труб и профилей пултрузией.
45. Производство профильных изделий из термопластов. Технология получения. Виды профилей. Контроль качества.
46. Нанесение покрытий на провода и кабели. Технологическая схема. Полимерные материалы для покрытий. Многослойные покрытия.
47. Изготовление полых пластмассовых изделий экструзионно-выдувным методом. Классификация способов.
48. Экструзионно-выдувной метод. Технологическая схема.
49. Экструзионно-выдувной метод. Типы головок. Формы. Особенности технологии. Преимущества раздувных изделий над стеклянной и алюминиевой тарой.
50. Основные процессы, происходящие в полимерном материале при вальцевании и каландровании. Конструкция вальцов и каландров и их работа.
51. Основные закономерности процесса каландрования. Каландровый эффект. Способы компенсации прогиба валков.
52. Технологические процессы с использованием каландров.
53. Сущность процесса литья под давлением термопластов. Литьевые машины и формы, литниковые системы форм.
54. Подготовка литьевых термопластов к переработке. Хранение сырья. Окрашивание пластмасс.
55. Подготовительные операции процесса литья под давлением. Сушка термопластов. Различные способы транспортировки материала к литьевым машинам и загрузки в бункер.
56. Температурный режим нагревательного цилиндра и формы при литье под давлением термопластов. Выбор температурного режима.
57. Давление в цилиндре и форме при литье под давлением термопластов. T–P-диаграмма.
58. Время впрыска при литье под давлением термопластов. Продолжительность цикла.
59. Ориентационные явления при литье под давлением. Способы воздействия на степень ориентации и напряженность получаемых изделий.
60. Влияние технологических параметров на усадку. Различия в литье аморфных и кристаллических полимеров.
61. Брак при литье под давлением термопластов и его предупреждение.
62. Многоцветное литье. Многокомпонентное литье.
63. Микрослоистое литье и микролитье.
64. Литье с подачей сжатого газа.
65. Литье с вибрационным воздействием. Литье с использованием легкоплавких пуансонов.
66. Литье под давлением вспенивающихся термопластов.

67. Особенности литья полистирола, полиолефинов, поливинилхлорида, полиамидов, поликарбоната, полиметилметакрилата.

68. Использование и переработка отходов литьевого производства.

69. Ротационное формование полимерных материалов. Перерабатываемые материалы. Используемое оборудование. Особенности технологии

70. Получение полимерных пленок методом полива. Нанесение покрытий из растворов и водных дисперсий.

71. Получение полимерных пленок методом полива. Перерабатываемые материалы. Ориентационные явления и структура пленок.

72. Штампование листовых материалов. Принципы формования (при помощи матрицы и пуансона; эластичным пуансоном; протяжкой; с проскальзыванием листа в прижимной раме).

73. Вакуум-формование листовых материалов (негативный метод формования; позитивный метод; свободное вакуум-формование; формование с предварительной вытяжкой толкателем, сжатым воздухом и др.).

74. Пневмоформование листовых материалов (в негативную форму; с применением толкателя; свободное выдувание).

75. Технологический процесс формования. Получение и хранение листовых материалов. Разметка и раскрой листа. Формование.

76. Температура нагрева листовой заготовки для формования. Нагреватели. Температура формы.

77. Формующий перепад давления при формовании листовых материалов. Скорость вытяжки листа и влияние ее на качество изделий.

78. Механическая обработка после термоформования. Использование отходов. Виды брака при термоформовании.

79. Изготовление изделий из листовых материалов на многопозиционных формовочных машинах.

80. Прессование термореактивных материалов. Прямое (компрессионное) и литьевое (трансферное) прессование.

81. Прессование термореактивных материалов. Оборудование для прессования и пресс-формы.

82. Физико-химические процессы, происходящие при прессовании термореактивных материалов.

83. Подготовка пресс-материалов к переработке. Хранение, сушка пресс-материалов.

84. Предварительный подогрев пресс-материалов. Влияние предварительного нагрева на режим прессования и свойства изделий.

85. Прессование изделий из термореактивных материалов. Дозировка пресс-материалов. Загрузка пресс-материалов в форму. Подпрессовки.

86. Прессование изделий из терморезактивных материалов. Контроль процесса. Извлечение изделий.
87. Температура при прессовании терморезактивных пластмасс.
88. Удельное давление прессования реактопластов.
89. Выдержка пресс-материала в форме.
90. Брак при прессовании терморезактивных пластмасс и его предупреждение.
91. Литье под давлением терморезактивных материалов. Особенности технологии. Конструктивное оформление процесса. Требования к перерабатываемому материалу.
92. Армированные пластики. Виды используемых наполнителей, типы связующих.
93. Стеклопластики. Обработка поверхности стеклонаполнителей с целью повышения адгезии. Аппреты. Поверхностные явления на границе раздела стекловолокно – полимер.
94. Изготовление изделий из стеклопластиков контактным формованием и напылением.
95. Формование изделий из стеклопластиков путем пропитки наполнителя под давлением в замкнутой форме и центробежным формованием.
96. Получение изделий из стеклопластиков намоткой.
97. Изготовление труб и профилей из стеклопластиков протяжкой (пултрузией).
98. Изготовление листовых стеклопластиков непрерывным методом.
99. Литье без давления. Схема процесса. Производство изделий из капролона.
100. Литье без давления. Блочная полимеризация метилметакрилата.
101. Получение изделий из эпоксидных компаундов. Технологические параметры. Наполненные и ненаполненные композиции холодного и горячего отверждения.
102. Формование газонаполненных пластмасс. Прессовый и беспрессовый методы.
103. Получение интегральных пенопластов. Рецепттура и технологические параметры процесса.
104. Сварка пластмасс нагретым газом, нагретым инструментом
105. Сварка пластмасс трением, ИК-сварка.
106. Сварка пластмасс нагревом в электрическом поле высокой частоты и ультразвуком.
107. Склеивание пластмасс. Типы клеев и требования к ним. Технологический процесс склеивания.
108. Механическая обработка изделий из пластмасс. Виды механической обработки, применяемое оборудование.

109. Вихревое, вибрационное, вибровихревое и струйное напыление пластмасс.

110. Газопламенное напыление пластмасс. Плазменный и электростатический методы напыления. Сравнение методов напыления.

111. Герметизация изделий полимерными материалами.

112. Радиационно-химическое модифицирование полимеров. Термоусаживающиеся радиационно-модифицированные материалы.

113. Модификация свойств листовых материалов и полимерных пленок под действием растягивающих усилий. Технология и аппаратное оформление ориентации пленочных материалов.

114. Термическая обработка изделий из пластмасс. Особенности термической обработки деталей из термопластов и термореактивных материалов.

115. Печатание на изделиях из пластмасс. Высокая печать, флексографическая, плоская (офсетная) и глубокая печать.

116. Декорирование изделий из пластмасс методом горячего тиснения фольгой.

117. Декорирование изделий из пластмасс декалькоманией. Мокрый, сухой и термический способы декалькомании.

118. Аппликация. Накладная аппликация. Заформованная аппликация.

119. Металлизация изделий из термопластов напылением в вакууме.

### **Рекомендуемая литература**

1. Оленев, Б. А. Проектирование производств по переработке пластических масс / Б. А. Оленев, Е. М. Мордкович, В. Ф. Калошин. – М.: Химия, 1982. – 256 с.

2. Пискарев, А. А. Нормирование расхода пластмасс в производствах их переработки / А. А. Пискарев. – М.: Химия, 1989. – 96 с.

3. Бортников, В. Г. Производство изделий из пластических масс: в 3 т. / В. Г. Бортников. – Казань: Дом печати. – Т. 1: Теоретические основы проектирования изделий, дизайн и расчет на прочность. – 2001. – 246 с.

4. Бортников, В. Г. Производство изделий из пластических масс: в 3 т. / В. Г. Бортников. – Казань: Дом печати. – Т. 2: Технология переработки пластических масс. – 2002. – 399 с.

5. Бортников, В. Г. Производство изделий из пластических масс: в 3 т. / В. Г. Бортников. – Казань: Дом печати. – Т. 3: Проектирование и расчет технологической оснастки. – 2004. – 311 с.

6. Основы технологии переработки пластмасс / С. В. Власов [и др.]. – М.: Химия, 2004. – 600 с.

7. Справочник по технологии изделий из пластмасс / под ред. Г. Е. Сагалаева [и др.]. – М.: Химия, 2000. – 424 с.

8. Гуль, В. Е. Основы переработки пластмасс / В. Е. Гуль, М. С. Акутин. – М.: Химия, 1985. – 400 с.
9. Калинин, Э. Л. Оборудование для литья пластмасс под давлением / Э. Л. Калинин, Е. И. Калинин, М. Е. Саковцева. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
10. Лукач, Ю. Е. Оборудование для производства полимерных пленок / Ю. Е. Лукач, А. Д. Петухов, В. А. Сенатос. – М.: Машиностроение, 1981. – 221 с.
11. Володин, В. П. Экструзия профильных изделий из термопластов / В. П. Володин. – СПб.: Профессия, 2005. – 480 с.
12. Раувендааль, К. Экструзия полимеров / К. Раувендааль; под ред. А. Я. Малкина. – СПб.: Профессия, 2006. – 800 с.
13. Ревяко, М. М. Оборудование и основы проектирования предприятий по переработке пластмасс / М. М. Ревяко, О. М. Касперович. – Минск: БГТУ, 2005. – 344 с.
14. Масенко, Л. Я. Гофрированные трубы из пластмасс / Л. Я. Масенко. – М.: Химия, 1989. – 88 с.
15. Шерышев, М. А. Переработка листов из полимерных материалов / М. А. Шерышев, В. С. Ким. – Л.: Химия, 1984. – 216 с.
16. Иллиг, А. Термоформование. Практическое руководство / А. Иллиг, П. Шварцманн; под ред. М. А. Шерышева. – СПб.: Профессия, 2006. – 300 с.
17. Технология полимерных материалов: учеб. пособие / А. Ф. Николаев [и др.]; под общ. ред. В. К. Крыжановского. – СПб.: Профессия; 2008. – 544 с.
18. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие / М. Л. Кербер [и др.]; под ред. А. А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.