

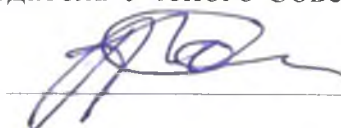
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(национальный исследовательский университет)» (МАИ)

---

Институт №11 «Материаловедение и технологии материалов»  
Кафедра «Технологии композиционных материалов, конструкций и  
микросистем»

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого Совета Института № 11



А.В.Беспалов

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г. № \_\_\_\_\_

ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В  
АСПИРАНТУРУ

по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология»  
по специальности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и  
композитов»

Москва – 2018

Программа вступительного испытания при поступлении в аспирантуру по направлению по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология» по специальности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» составлена: доцентом, к.т.н. Мийченко И.П.

Программа утверждена Ученым Советом института №11 «Материаловедение и технология материалов»

Программа согласована:

Зав. кафедрой «Технологии композиционных материалов, конструкций и микросистем»

 Бабаевский П.Г.

## **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Целью вступительного испытания при поступлении в аспирантуру по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология» по специальности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» является проверка подготовленности поступающего по базовым дисциплинам образовательной программы бакалавриата и магистратуры объеме требований ФГОС и СУОС НИУ МАИ по направлению 22.03.01 и 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и оценка возможности освоения им соответствующей образовательной программы аспирантуры. К вступительному испытанию в аспирантуру по данному направлению допускаются лица, имеющие документ государственного образца о высшем образовании 2-го уровня любого направления подготовки (Часть 3 статьи 69 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации").

Программа вступительного испытания в аспирантуру по направлению подготовки 18.06.01 «Химическая технология» по специальности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» составлена на основании федерального закона об образовании в Российской Федерации №273-ФЗ, требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.04.01 материаловедение и технологии материалов (квалификация (степень) "магистр") (утвержден приказом Минобрнауки РФ 12.11.2015 г. №1331).

## **II. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ.**

Вступительное испытание проводится в письменной форме в соответствии с Правилами приема в МАИ. Результаты вступительных испытаний оформляются протоколом приемной комиссии, который заполняется на каждого поступающего. В протоколе указываются вопросы, заданные поступающему, и количество полученных им баллов по 100-балльной системе оценивания.

### III. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ.

#### *III.1 Реакции синтеза, молекулярная и надмолекулярная структура полимеров, их физические состояния и переходы*

Особенности электронных оболочек и характеристики атомов элементов, образующих полимеры. Типы и характеристики ковалентных связей, образующих полимерные цепи. Типы и характеристики физических связей в полимерах их принципиальные отличия от ковалентных связей. Типы и характеристики основных групп атомов и повторяющихся звеньев полимерных цепей, их полярность и взаимные (индукционные и мезомерные) эффекты. Типы и характеристики топологии макромолекул и полимерных сеток, конфигурации и конформации полимерных цепей, их стереорегулярность.

Основные типы и механизм химических реакций образования и превращения полимеров, сопровождающие их физические эффекты и переходы, влияние физических превращений на химические превращения.

Ступенчатые реакции образования сетчатых полимеров: типы реакционно-способных групп и схемы их реакций, основные реакционно-способные мономеры и олигомеры, образующие сетчатые полимеры по механизму ступенчатых реакций. Классическое статистическое описание линейных и трехмерных ступенчатых реакций ди- и полифункциональных мономеров и реакций сшивания макромолекул, показатели степеней превращения, полимеризации и сшивания, условия гелеобразования. Реологические состояния и релаксационные переходы отверждающихся по ступенчатым реакциям мономеров и олигомеров: обобщенная «равновесная» диаграмма хемореологических превращений и состояний композиций при трехмерных ступенчатых реакциях, характерные точки, линии и области диаграммы, теоретические расчеты линий гелеобразования и стеклования. Кинетика трехмерных ступенчатых реакций, химически и диффузионно-лимитируемые реакции, обобщенная «кинетическая» диаграмма хемореологических превращений и состояний композиций при трехмерных ступенчатых реакциях, характерные точки, линии и области диаграммы, теоретические расчеты линий гелеобразования и стеклования.

Образование сетчатых полимеров по механизму радикально-цепной (свободно-радикальной) трехмерной полимеризации: основные типы реакционно-способных групп, мономеров и олигомеров, способы инициирования, механизм и кинетика реакций по стадиям, длина кинетической цепи, критическая степень превращения.

Основные формы теплового движения в полимерах: высокочастотные (резонансные) и низкочастотные (активационные) колебания, «транс» и «гош» состояния и переходы, характеристики термодинамической и кинетической гибкости (жесткости) цепей. Идеальная модель свободно сочлененной цепи, размер статистического клубка, относительная жесткость полимерных цепей, статистический сегмент (сегмент Куна). Поворотн-изомерная и персистентная модели полимерной цепи, параметры гибкости (жесткости) цепей, универсальный критерий гибкости цепей (критерий Флори). Кинетическая гибкость полимерных цепей, время релаксации процесса изменения конформаций (сегментального движения), определяющие его факторы. Энтропийная упругость полимерных цепей с термодинамической и молекулярно-кинетической точек зрения. Эффекты внутреннего трения в процессах изменения конформаций цепей. Формы и характеристики макроброуновского движения индивидуальных клубков полимерных цепей, коэффициенты диффузии цепей, макроскопическое время релаксации.

Термодинамическая (равновесная) температура кристаллизации (плавления) полимеров, факторы, ее определяющие, связь с температурой стеклования. Механизм и кинетика кристаллизации полимеров, обобщенное уравнение кинетики кристаллизации (уравнение Авраами), зависимость скорости кристаллизации от степени переохлаждения. Аморфно-кристаллическая структура полимеров, степень кристалличности и факторы, ее определяющие. Типы кристаллических и надкристаллических образований в аморфно-кристаллических полимерах, физические состояния аморфных областей в них.

Некристаллизующиеся полимеры и аморфное состояние. Температура стеклования аморфных полимеров, ее кинетическая и термодинамическая природа, зависимость от жесткости и длины цепей и кинетических условий определения, флуктуационный свободный объем и его роль в стекловании аморфных полимеров. Мультиплетность форм микроброуновского теплового движения в полимерах, основные формы такого движения.

Обобщение фазовых и релаксационных переходов, фазовых и реологических состояний некристаллизующихся, кристаллизующихся и ЖК полимеров. Типы мезогенных молекулярных структур (групп, звеньев, цепей) и мезофазных (жидкокристаллических) надмолекулярных структур в полимерах. Нематические ЖК фазы в полимерах, директор, параметр порядка, оптическая активность (хиральность). Сметические ЖК фазы в полимерах: типы, параметры порядка, оптическая активность.

Структурные эффекты при ориентационной вытяжке некристаллизующихся и кристаллизующихся полимеров. Эффекты отжига и закалки в аморфных и аморфно-кристаллических полимерах, изменение структуры и напряженно-деформированного состояния.

Изменение объема (усадки) реакционно-способных композиций, образующих сетчатые полимеры, физические (температурные) и химические эффекты, зависимости термических и химических усадок и усадочных напряжений от температуры отверждения, компенсации усадок при радикально-цепной полимеризации.

Процессы фазового разделения в смеси олигомера и модифицирующего инертного полимера при образовании сетчатого полимера по механизму каталитической трехмерной ступенчатой реакции: статистические, кинетические и реологические параметры отверждения олигомера, зависимости свободной энергии смешения компонентов от их соотношения и глубины (степени) отверждения олигомера.

### ***III.2 Фазовые состояния и структура многокомпонентных полимерных систем и композитов***

Классификация фазовых равновесий, диаграммы фазовых состояний как способ выражения физических состояний полимерных систем, их обобщенные диаграммы фазовых и физических (реологических) состояний. Методы построения фазовых диаграмм, основанные на определении начала фазового распада. Методы прямого определения составов сосуществующих фаз: калориметрия, набухание, концентрационные профили - оптическая интерференция, рентгеновский микроанализ, ионный зонд, сканирующая ИКС, электронная и атомно-силовая микроскопия. Методы определения составов сосуществующих фаз в композициях: ДСК, ДТА, релаксационная спектроскопия, расчет составов сосуществующих фаз по температурам стеклования. Построение диаграмм по экспериментальным данным. Обобщенные диаграммы фазового и реологического состояния: зоны фазового распада, стеклования, течения, термодеструкции.



Типы фазовых диаграмм в зависимости от фазового состояния компонентов: кристаллизующийся и некристаллизующийся, два кристаллизующихся и т.п. Типы диаграмм фазового расслоения: ВКТР, НКТР, песочные часы, кольцевые диаграммы. Влияние молекулярной массы компонентов, состава сополимеров, стереорегулярности на положение бинадальных кривых. Бинодали, спинодали, области лабильных и метастабильных растворов, боковые критические температуры. Определение спинодалей. Области обращения фаз.

Правило фаз при аморфном расслоении. Расчет по диаграммам фазовой структуры и фазового состава конкретной полимерной системы. Влияние молекулярной массы компонентов, состава сополимеров, стереорегулярности на положение бинадальных кривых. Сложное фазовое равновесие как сочетание аморфного расслоения и кристаллического равновесия.

Обобщение диаграммы состояний. Правило рычага. Расчет фазового состава в системах с кристаллическим равновесием. Теория Флори-Хаггинса, новая теория Флори. Аналитические уравнения для определения парных параметров взаимодействия, его критического значения, уравнение спинодали, способы расчета бинадальных кривых и линий ликвидуса. Примеры применения фазовых диаграмм в полимерном материаловедении.

Кинетика аморфного расслоения. Нуклеационный распад - зарождение и рост фаз, Освальдовское созревание системы, вторичные процессы фазового распада. Спинодальный распад, общие качественные закономерности.

### ***III.3. Физические свойства полимеров и многокомпонентных полимерных систем***

#### ***A. Термодинамические свойства***

Мольный объем полимеров в кристаллическом и аморфном стеклообразном и высокоэластическом состояниях, ван-дер-ваальсовский, недоступный и свободный объем, удельный объем и плотность полимеров, зависимость их от степени кристалличности, уравнение состояния расплавов полимеров, кинетическое и внутреннее давление

Изобарное тепловое расширение и изотермическая объемная сжимаемость термические коэффициенты расширения и показатели объемной сжимаемости полимеров в различных фазовых и реологических состояниях, их изменения при фазовых и релаксационных переходах, методы и возможности расчета термодинамических свойств полимеров по уравнению состояния и по групповым вкладкам

Калориметрические свойства полимеров: мольная и удельная теплоемкости в различных фазовых и реологических состояниях, их зависимости от температуры и изменения при фазовых и релаксационных переходах, энтальпия плавления. Факторы, определяющие температуру плавления и температуру стеклования полимеров.

Энергетические свойства полимеров: мольная и удельная энергии когезии, параметр растворимости; свободная и межфазная поверхностная энергия полимеров, возможности расчета поверхностной энергии по методу групповых вкладов и экспериментального определения по смачиванию с использованием тестовых жидкостей и твердых поверхностей.

Характеристики смачивания жидкостями полимеров и расплавами или растворами полимеров твердых поверхностей, условия растекания жидкостей: угол смачивания, его связь с поверхностной энергией, ее дисперсионной и полярной или электроно-донорной и электроно-акцепторной составляющими (уравнения Юнга, Оуэнса-Вендта или Гуда-ван

Осса соответственно), огибающая смачивания, смачивание жидкостями шероховатых (профилированных) поверхностей

Адгезия полимеров: термодинамическая (равновесная) работа адгезии, уравнение Дюпре, определение работы адгезии полимеров по методу Дана-Кейбла-Фаукса. Устойчивость адгезионных соединений полимеров к действию жидкой фазы (воды), диаграммы устойчивости. Равновесные процессы формирования и неравновесные процессы разрушения адгезионных соединений, понятие об адгезионной прочности

Равновесная растворимость (сорбция) низкомолекулярных веществ в линейных и сетчатых полимерах, уравнения Флори-Хаггинса-Скотта и Флори-Ренера, изотермы сорбции, закон Генри для сорбции газов полимерами, коэффициент сорбции, его зависимость от температуры. Эффект и коэффициент набухания. Эффект пластификации, релаксационные и структурные эффекты в полимерах при сорбции низкомолекулярных веществ, аномалии сорбции

Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах: коэффициенты само- и взаимодиффузии, законы Фика, активационная теория и теория свободного объема, описывающие зависимости коэффициента диффузии от температуры (уравнения Аррениуса и ВЛФ), его зависимость от концентрации диффузанта (аномалии диффузии). Роль сорбции в диффузионной проницаемости, фазовая проницаемость и ее отличие от диффузионной.

Тепло- и температуропроводность полимеров: фононный и электронный механизмы, значения соответствующих коэффициентов, их аналогия с коэффициентами диффузии и проницаемости и зависимости от температуры, фазового и реологического состояний полимеров.

#### Б. Механические свойства.

Энергетическая (мгновенная Гуковская) упругость полимеров, зависимости модулей упругости от типа и энергии связей и температуры, значения модулей упругости для стеклообразных аморфных и аморфно-кристаллических полимеров и идеальных полимерных кристаллов.

Энтропийная (замедленная) упругость (высоко-эластичность) полимерных сеток, равновесные модули высоко-эластичности и коэффициент Пуассона аморфных сетчатых полимеров, зависимости равновесных модулей от плотности полимерной сетки и температуры.

Молекулярный механизм вязкого течения расплавов полимеров при сдвиге, установившееся вязкое течение, закон Ньютона, зависимости вязкости расплавов полимеров от молекулярной массы, температуры и скорости деформирования (сдвига).

Вязко-упругость полимеров при квазистатических режимах: механические модели, уравнения и кривые релаксации напряжения и ползучести, релаксационные модули и податливости при ползучести, их зависимости от длительности нагружения (деформирования) и температуры, принцип температурно-временной аналогии.

Вязко-упругость полимеров при динамических (гармонических, синусоидальных) режимах: уравнения свободных затухающих и вынужденных колебаний механической модели, комплексный модуль и его компоненты, их зависимости от частоты и температуры, принцип температурно-частотной аналогии. Параметры вязко-упругости полимеров при монотонном нагружении (в циклах нагрузка-разгрузка) и при распространении упругих волн.

Температурные и временные зависимости параметров вязко-упругих свойств полимеров при квазистатических и динамических нагрузках и деформациях, принцип температурно-временной аналогии, его применение для прогнозирования вязко-упругого и упруго-вязкого поведения полимеров. Возможности методов механической спектроскопии (температурных и частотных зависимостей вязко-упругих свойств) в исследовании релаксационных переходов и молекулярного движения в полимерах.

Деформационно-прочностные свойства полимеров. Типы кривых деформирования и характер разрушения полимеров зависимости от структуры и состояния полимера, температуры и временных условий нагружения/деформирования. Хрупкое и псевдохрупкое разрушение полимеров в стеклообразном состоянии, применение линейной упругой механики к его описанию: энергетический параметр трещинодвижущих сил и критерий трещиностойкости, физический смысл энергетического критерия, его связь с разрушающим напряжением (уравнение Гриффитса)

Неупругие деформации вблизи вершин трещины при псевдохрупком разрушении полимеров, модели Ирвина и Баренблатта-Дагдейла, деформационный критерий трещиностойкости, его связь с энергетическими и силовыми критериями.

Молекулярная теория прочности эластичных сетчатых полимеров, релаксационный характер их разрушения, возможности применения к ним линейной упругой механики разрушения.

Пластическое разрушение полимеров в стеклообразном состоянии, критерии пластичности, кривые напряжение-деформация и механизмы пластичности стеклообразных полимеров (образование крейз и полос сдвига). Кривые напряжение-деформация и процессы, протекающие при деформировании, аморфно-кристаллических полимеров с высоко-эластическими аморфными областями.

Подход линейной упругой механики разрушения к оценке и прогнозированию статической долговечности и динамической усталостной выносливости хрупких и псевдохрупких полимеров при нагрузках, меньше критических. Кинетический подход к оценке и прогнозированию долговечности и усталостной выносливости полимеров при малых длительных нагрузках, термофлуктуационная теория разрушения, уравнение Журкова.

### В. Электрические свойства

Деформационная (электронная) и ориентационная (дипольная) поляризации в полимерных диэлектриках, уравнения Клаузиуса-Мосотти, связь с диэлектрической проницаемостью. Дополнительные процессы, протекающие в диэлектриках, помещенных в электрическое поле (токи и накопление зарядов на межфазных границах), и их влияние на диэлектрические свойства полимерных диэлектриков. Релаксационный характер дипольной поляризации в постоянном поле, кинетика и время релаксации, зависимость от температуры. Комплексная диэлектрическая проницаемость полимеров в переменном электрическом поле и ее компоненты, их частотные и температурные зависимости, диаграммы Коула-Коула, принцип температурно-частотной аналогии

Ионная (активная) проводимость полимерных диэлектриков, ее характеристики и влияние на показатели диэлектрической проницаемости полимерных диэлектриков и их частотные и температурные зависимости.

Полимерные полупроводники и способы их допирования; полимерные сенезоэлектрики и электреты, пьезо- и пироэлектрические эффекты.



### **III.4. Основные классы полимерных материалов и композитов**

Общая классификация и краткая характеристика основных классов полимерных материалов и композитов, области их применения.

Термопластичные полимерные материалы и композиты общетехнического или конструкционного назначения (термопласты и композиционные материалы с термопластичным связующим - матрицей) на основе полиолефинов, поливинилхлорида, полистирола, фторопластов, полифениленоксида, полиэфирсульфона, полиэфиркетонов, полиэтилен- и полибутилен-терефталата, поликарбоната, алифатических и ароматических полиамидов, термопластичных полиимидов, полиэфируретанов, полимер-полимерных композиций (ударопрочного полистирола, АБС пластиков).

*Терморезактивные (отверждающиеся) полимерные материалы* и композиты общетехнического или конструкционного назначения (реактопласты и композиционные материалы с отверждающимся связующим), состоящие из дисперсных наполнителей или волокнистых армирующих систем неорганической и органической природы и полимеробразующих композиций на основе реакционно-способных мономеров, олигомеров или смол (феноло-формальдегидных и эпоксидных смол, ненасыщенных поли- и олиго-эфиракрилатов или малеинатов, полиамидокислот и др.) и их смесей между собой, с отвердителями, пластификаторами, катализаторами, пигментами, ингибиторами и другими модифицирующими компонентами.

*Резино-технические материалы.* Состав и классификация резин. Технология приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины. Физико-механические свойства резины. Влияние условий эксплуатации на свойства резин. Применение резиновых материалов в машиностроении.

*Лакокрасочные материалы.* Состав и классификация лакокрасочных материалов. Технологические методы нанесения лакокрасочных покрытий. Сравнительные свойства лакокрасочных покрытий и их применение в машиностроении.

*Полимерные клеи и герметики.* Основные типы, состав, классификация и свойства конструкционных полимерных клеев. Методы получения клеевых соединений и их испытания. Применение клеевых соединений в машиностроении.

### **III.5. Технологии переработки полимеров и композитов**

Метод экструзии, модель метода, процессы, происходящие при экструзии, технологические параметры и их взаимосвязь с технологическими свойствами.

Литье под давлением, основные стадии процесса, технологические параметры и способы их определения.

Пошаговое формование деталей. Модель и особенности метода. Технологические параметры и их взаимосвязь с технологическими свойствами.

Ротационное формование изделий. Требования к материалам, перерабатываемым ротационным формованием. Технологические параметры и их взаимосвязь с технологическими свойствами.

Технологии изготовления элементов конструкций из ПКМ с использованием преформов, вакуумной пропитки и пропитки под давлением, автоклавное и безавтоклавное формование.

Прессование в жёсткой форме с последующей пропиткой под давлением (продольная пропитка). Прессование пропитанного под давлением в прессформе неуплотнённого пакета (поперечная пропитка). Инжекционное прессование.

Методы формирования пакетов (заготовок) деталей из препрегов. Технологии изготовления элементов конструкций из ПКМ методом пултрузии и намотки.

Методы формования деталей из изотропных полуфабрикатов ПМ без давления: обычное литьё, заливка, капсулирование, окунание, декантация, ротационное формование, сущность методов и их аппаратурное оформление, типы получаемых деталей.

Методы формования деталей из изотропных полуфабрикатов ПМ с использованием давления: сущность и классификация, применяемые материалы и требования, предъявляемые к ним, типы получаемых деталей.

Методы послойного синтеза деталей и формообразующих элементов оснастки из ПКМ. Назначение методов, их технологические и технические возможности, типы оборудования, инструментов и применяемых полуфабрикатов. Технологические параметры методов послойного синтеза. Методы безлазерного синтеза, стереолитография, струйное формообразование, типы полуфабрикатов, этапы технологического процесса, технологические параметры.

Способы соединения деталей из слоистых ПКМ.

#### **4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДУЕМОЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНЫМ ИСПЫТАНИЯМ В АСПИРАНТУРУ**

##### ***4.1. Основная литература***

1. Кочнев А.М., Заикин А.Е. Галибеев С.С., Архиреев В.П. Физико-химия полимеров. Казань, изд. «ФЭН». 2003. -511 с.
2. Технология полимерных материалов: Учебное пособие. / Под ред. В.К. Крыжановского. - СПб.: Профессия, 2008. - 544 с.
3. Основы технологии переработки пластмасс. Учебник/Под ред. В.Н.Кулезнева, В.К.Гусева. М.:Химия,1995, -526 с.
4. Нильсен Л. Механические свойства полимеров и полимерных композиций – М.: Химия, 1978. -534 с.
5. Блайт Э.Р., Блур Д. Электрические свойства полимеров. М.:Физматлит, 2008, 373 с.
6. С.А.Баженов, А.А.Берлин, А.А.Кульков. Полимерные композиционные материалы.- Долгопрудный, Изд. Дом «Интеллект», 2010, -583 с.
7. Бондалетова Л.И., Бондалетов В.Г. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. Изд. Томск, 2013 г., 118 с.
8. Шварц О., Эбелинг Ф.-В., Фурт Б. Переработка пластмасс, пер. с нем. - СПб.:Профессия, 2008. - 315 с.,
9. Технология производства изделий и интегральных конструкций из композиционных материалов в машиностроении. / Под ред. А.Г. Братухина, В.С. Боголюбова, О.С. Сироткина. - М.: Готика, 2003. - 516 с.
10. И.М. Буланов, В.В. Воробей. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов. Учебник для студентов. 1998 г. М.:Изд. МГТУ-511с.
11. Комаров Г.В. Клеи, адгезия, технология склеивания. - СПб. : Профессия, 2007. -355с.
12. А.Е. Корнев, А.М. Буканов, О.Н. Шевердяев. Технология эластомерных материалов. – М.: Эксим, 2000. – 288 с.
13. В.Е. Гуль, В.Н. Кулезнев. Структура и механические свойства полимеров. 4-е изд. дополн. и перераб. – М.: Лабиринт, 1994. – 367с.
14. Бабаевский П. Г., Кулик С. Г. Трещиностойкость отвержденных полимерных композиций - М.:Химия, 1991, 336 с.

#### *4.2. Дополнительная литература*

1. Б.А. Догадкин, А.А. Донцов, В.А. Шершнева. Химия эластомеров. 2-е изд. перераб. и дополн. – М.: Химия, 1981. – 376 с.
2. А.П. Кирпичников, Л.А. Аверко-Антонович, Ю.О. Аверко-Антонович. Химия и технология синтетического каучука, - Л.: Химия, 1987, 423 с.
3. Технология пластических масс. /Под ред. Коршака В.В. М.: Химия, 1985. 559 с.
7. Гуль В.Е., Акутин М.С. Основы переработки пластмасс. – М.: Химия.1985. – 399 с.
8. Басов Н.И., Вражинский В.А., Казанков Ю.В. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. – М.: Химия, 1991. – 349 с.
9. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий. Л.: Химия, 1989.
10. Берлин Ал.Ал., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Ениколопов Н.С. Принципы создания полимерных композиционных материалов. М.: Химия, 1990.