Учреждение образования

 «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»

Утверждаю

Ректор БГУТ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.А. Киркор

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2023 г.

**Программа**

**вступительного экзамена в магистратуру по специальности**

**7-06-0722-02 – Производство и переработка полимеров и композитов**

Могилев 2023

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Леонид Александрович Щербина, заведующий кафедрой химической технологии высокомолекулярных соединений учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», к.т.н., доцент

Ирина Александровна Будкуте, доцент кафедры химической технологии высокомолекулярных соединений учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», к.т.н., доцент

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой химической технологии высокомолекулярных соединений

протокол № 9 от 23.03.2023

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент Л.А. Щербина

1. **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Целью вступительного испытания является проверка у поступающих в магистратуру уровня их знаний в области производства и переработки полимеров, а также волокнистых и композиционных материалов на их основе.

1. **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

**2.1 Введение**

 Значение высокомолекулярных материалов в народном хозяйстве страны.

Технически важные полимеры – пластические массы, каучуки, искусственные и синтетические волокна. Особенности композиционных материалов. Применение полимерных изделий в различных отраслях народного хозяйства, в быту, в строительстве и т. д.

Пути интенсификации производства и улучшения качества полимерных материалов и изделий из них.

**2.2 Основы технологий синтеза пластических масс и каучуков, их молекулярная структура и макроскопические свойства**

Основные мономеры для синтеза пластических масс и каучуков, основные представления о механизмах их синтеза. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Стереоспецифическая полимеризация. Сополимеризация. Ступенчатая полимеризация. Поликонденсация. Полимераналогичные превращения.

Методы синтеза полимеров в расплаве, в растворе, в эмульсии и суспензии. Молекулярная структура и макроскопические свойства каучуков и пластиков.

Молекулярная масса, молекулярно-массовое распределение. Микроструктура и гибкость молекулярных цепей. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Структурирование полимеров, типы сеток и их параметры.

**2.3 Технология переработки пластических масс**

Основные понятия реологии полимеров. Эффект аномалии вязкостных свойств расплавов и растворов полимеров. Температурная зависимость вязкости полимеров, энергия активации вязкого течения. Зависимость вязкости полимеров от их молекулярной массы и разветвленности. Критическая молекулярная масса. Физические модели идеальных, вязкоупругих и вязкопластических тел. Зависимость вязкости расплавов полимеров от давления. Обобщенная характеристика вязкостных свойств полимеров.

Принцип суперпозиции Больцмана. Спектры времен релаксации и запаздывания. Установившееся изотермическое течение расплавов и растворов полимеров в каналах различного профиля. Нормальные напряжения при течении полимеров. Эффект Вайсенберга. Высокоэластические деформации в расплавах и растворах полимеров. Эффект Барруса. Эластическая турбулентность.

Капиллярные и ротационные вискозиметры. Реологические свойства термопластов. Особенности легирования реактопластов. Смешение полимеров, их совместимость. Наполнение полимеров, механизм усиления активными наполнителями. Особенности свойств дисперсий полимеров.

Основы адгезии, склеивания и пропитки материалов. Диффузия, сорбция и проницаемость в полимерах. Прочность полимерных материалов. Теория Гриффита и кинетическая теория прочности. Факторы, определяющие прочность полимерных материалов. Динамическая усталость пластмасс в сравнении с резинами.

Определение текучести термопластов. Текучесть реактопластов. Определение технологических характеристик термореактивных пластмасс с помощью пластометра системы И.Ф. Канавца. Определение времени выдержки при отверждении. Усадка изделий из пластмасс. Влажность полимеров. Дисперсность. Гранулометрический состав, удельный объем, сыпучесть и таблетируемость пластмасс.

Экструзия. Сущность процесса, основные разновидности (плунжерная, червячная и дисковая экструзии).

Технологический процесс червячной экструзии. Подготовка материалов к переработке. Хранение сырья. Сушка термопластов. Транспортировка сырья к экструзионным агрегатам и загрузка его в бункер.

Оборудование для экструзии термопластов. Червячные прессы. Червяк, цилиндр машины, загрузочная воронка. Формующая 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. Влияние технологических параметров и реологических свойств полимера на качество изделий. Рабочая область экструзии. Адиабатическая экструзия. Многошнековые прессы.

Использование процесса экструзии для получения гранулированного материала.

Получение пленок. Рукавный метод получения пленки. Формующие головки. Прием рукава. Степень раздува и продольной вытяжки. Температурный режим процесса. Плоскощелевой метод получения пленок. Ориентация пленок в продольном и поперечном направлениях и одновременная вытяжка, двухосная ориентация пленок. Особенности технологии формования пленок из различных полимеров.

Изготовление гладких и гофрированных листовых материалов. Прессование. Центробежное формование. Механическая обработка и сборка изделий из армированных пластиков.

**2.4 Физико-химические основы формования волокнистых материалов**

Термодинамика и кинетика перевода волокнообразующих полимеров в вязко-текучее состояние: растворение, плавление. Влияние первичной структуры полимера и природы растворителя.

Связь строения пленко- и волокнообразующих полимеров и их поведения при переработке и эксплуатации в условиях воздействия физических факторов и химических реагентов. Связь химического строения волокнообразующих полимеров с их способностью к пленко- и волокнообразованию.

Структура прядильных растворов и расплавов полимеров. Анизотропные растворы жесткоцепных волокнообразующих полимеров. Использование основных закономерностей этих технологических процессов для их интенсификации и выбора оптимального аппаратурного оформления.

Влияние твердых и газообразных примесей на процессы формования и свойства химических волокон. Типы процессов фильтрации и их кинетические характеристики. Виды фильтр-материалов. Закономерности процесса фильтрации. Особенности фильтрации расплавов полимеров.

Основные процессы, протекающие при дегазации прядильных растворов и расплавов. Способы интенсификации процессов подготовки прядильных растворов и расплавов полимеров к формованию. Технологические аспекты изменения и регулирования реологических характеристик растворов и расплавов волокнообразующих полимеров.

Основные стадии процесса нитеобразования. Стабильность процессов нитеобразования. Закономерности истечения жидкой струи через канал отверстия фильер. Способы нитеобразования: из растворов (“сухой”, “мокрый”), из расплавов. Структурные переходы в процессах нитеобразования.

Общая характеристика процесса нитеобразования при “расплавном” методе. Перенос количества тепла и движения. “Фильерная” вытяжка. LOY, MOY, POY, HOY- процессы.

Общая характеристика процесса нитеобразования при формовании по “сухому” способу. Механизм отверждения жидкой струи. Тепло- и массообменные процессы. Кинетика испарения растворителя. Принципы отвода газовоздушной смеси из прядильной шахты и регенерации растворителей.

Общая характеристика процесса нитеобразования при формовании по “мокрому” способу. Механизм отверждения жидкой струи. Диффузионные характеристики процесса нитеобразования. Формирование слоевой структуры. Ориентационные процессы при нитеобразовании по “мокрому” способу.

Структурные изменения при ориентационном вытягивании и термообработках нитей, волокон. Модели ориентационных процессов. Основные стадии процесса ориентационного вытягивания. Возникновение дефектов структуры. Структурные изменения при термообработках. Термофиксация, терморелаксация. Пути получения разноусадочных волокон. Способы текстурирования волокон и нитей.

Общая характеристика отделочных операций при получении химических волокон: “сухая” и “мокрая” отделка. Массоперенос в процессе “мокрых” отделочных операций. Закономерности сушки гранулята, нитей и волокон на основе гидрофобных и гидрофильных полимеров. Влияние условий сушки на структуру волокон и нитей.

Модификация волокнистых материалов: физическая, физико-химическая, химическая. Основные закономерности, технологические и аппаратурные принципы проведения модификации, ассортимент получаемых волокнистых материалов.

**2.5 Ингредиенты, применяемые в производстве полимерных материалов**

Роль ингредиентов и механизм их действия в полимерных материалах. Общие требования, предъявляемые к ингредиентам и оценка их качества. Классификация ингредиентов. Диффузия и растворимость ингредиентов в полимерах.

Деструкция полимеров под влиянием тепла, света, кислорода, озона, жестких излучений, многократных деформаций и других факторов. Термоокислительная, фотохимическая деструкция полимеров. Методы исследования деструкции полимеров. Сенсибилизация. Синергический эффект при стабилизации полимеров. Требования, предъявляемые к стабилизаторам. Типы стабилизаторов.

Горение полимеров. Зависимость степени горючести полимеров от их химического строения. Механизм горения полимеров. Антипирены: виды, механизм действия, способы введения в полимеры и материалы на их основе, сравнительная характеристика.

Красящие вещества. Назначение и основные требования, предъявляемые к красителям. Неорганические красители. Органические красители. Химическая классификация красителей. Техническая классификация красителей. Номенклатура красителей.

Специальные ингредиенты: порообразующие, абразивные, антипирены и их назначение. Армирующие материалы. Текстиль, металлокорд, асбест и др. Назначение и требования, предъявляемые к их качеству.

Пластификаторы–мягчители. Влияние пластификаторов на свойства полимерных материалов. Теория действия пластификаторов. Требования к пластификаторам. Классификация пластификаторов, важнейшие пластификаторы: продукты переработки нефти и каменного угля, вещества растительного происхождения, органические кислоты, синтетические вещества. Принцип подбора пластификатора для различных полимеров.

**2.6 Термопласты, терморектопласты, олигомерные связующие для композитов. Каучуки**

Основные технические свойства, преимущества и недостатки пластмасс. Производство полиэтилена высокого давления в трубчатом реакторе и в автоклаве с мешалкой. Производство полиэтилена низкого давления на комплексных металлорганических катализаторах. Производство полиэтилена высокого давления при среднем давлении в растворе и в присутствии оксидов металлов переменной валентности. Структура и свойства полиэтилена, его переработка и применение. Свойства и применение модифицированного полиэтилена и его сополимера.

Полипропилен: сырье, полимеризация, производство, переработка, свойства и применение.

Блочный полистирол: сырье, производство, структура, свойства, области применения. Эмульсионный и суспензионный полистирол. Его получение, отличие в свойствах от блочного полистирола, применение. Ударопрочный полистирол. АБС-пластики, их структура, преимущества, области применения. Пенополистирол: получение прессовым и беспрессовым методом, свойства и применение.

Поливинилхлорид: суспензионный и эмульсионный методы синтеза ПВХ. Свойства ПВХ и его стабилизация. Получение, свойства и применение винипласта и пластиката. Хлорированный ПВХ, поливинилиденхлорид.

Фторопласт-4, фторопласт-3: сырье, полимеризация, свойства и применение.

Полимеры и сополимеры на основе акриловой и метакриловой кислот: получение, свойства, области применения.

Поливинилацетат, поливиниловый спирт: получение, свойства, применение.

Полиуретаны и пенополиуретаны: сырье, синтез, свойства, применение.

Фенолформальдегидные полимеры: механизм реакции образования новолачных и резольных олигомеров, их производство, свойства. Полимеры на основе фенола, его гомологов, формальдегида и других альдегидов. Фенопласты: пресспорошки, волокниты, текстолиты, гетинаксы. Мочевино-, меламино-, анилиноформальдегидные олигомеры, свойства и применение пресс-материалов на их основе.

Полиэтилентерефталат, технология производства, структура, свойства, переработка, области применения.

Поликарбонат: синтез, свойства, переработка, применение.

Ненасыщенные полиэфиры: сырье, механизм образования, производство, свойства и применение (стеклопластики, препреги и премиксы на их основе).

Эпоксидные смолы: механизмы реакций образования олигомеров и их отверждение. Основные классы отвердителей. Литьевые и пропиточные компаунды, слоистые пластики на основе эпоксидных смол, их свойства и применение.

Алифатические полиамиды: классификация, методы получения, производство ПА-6, ПА-6,6; ПА-12, их свойства, области применения. Особенности переработки алифатических полиамидов. Ароматические полиамиды: сырье, получение, свойства, переработка, применение. Полиимиды: синтез, получение изделий, свойства, области применения.

Целлулоид, этролы: производство, свойства, применение. Синтетические ионообменные материалы: получение, свойства и применение. Гомогенные и гетерогенные ионитовые мембраны.

Натуральные и синтетические каучуки. Их получение, химическое строение, состав, выпускные формы, физические и технологические свойства вулканизатов и их применение. Взаимосвязь между структурой и свойствами.

Натуральные каучуки – смокед шитс, светлый креп, стандартные сорта натурального каучука; синтетические каучуки, каучуки общего назначения: бутадиеновые – СКД, СКЛД; изопреновые СКИ-3 и СКИЛ; бутадиен-стирольные, этиленпропиленовые СКЭП и СКЭПТ. Каучуки специального назначения: карбоксилатные, бутадиен-метилвинилпиридиновые, силиконовые, хлоропреновые, эпихлоргидриновые, фторкаучуки, уретановые, полисульфидные, акрилатные. Блок- и графтполимеры. Термоэластопласты. Каучукоподобные эластомеры и пластики: полиизобутилен, полиэтилен высокого и низкого давления, хлорсульфополиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и др.

**2.7 Технология композиционных материалов**

Проблема модификации свойств изделий из пластмасс. Роль композиционных полимерных материалов и изделий в народном хозяйстве. Актуальные технико-экономические вопросы получения композиционных материалов и изделий на их основе. Основные компоненты, входящие в состав композиционных материалов. Классификация композиционных полимерных материалов.

Экологические аспекты создания композиционных материалов и их переработки. Безотходные и малоотходные производства.

Полимерные материалы на основе отверждающихся олигомеров. Отвердители, инициаторы, катализаторы и ускорители отверждения. Влияние сшивающих добавок на процесс отверждения олигомеров. Режимы и условия отверждения фенолоальдегидных, карбамидо- и меламиноальдегидных связующих. Отверждение полиэфирных, эпоксидных, фурановых и кремнийорганических смол. Свойства отвержденных полимерных материалов в зависимости от состава связующего, выбора отвердителя и режима отверждения.

Сшивание термопластичных полимерных материалов. Требования к полимерам и сшивающим агентам. Органические пероксиды. Соагенты пероксидной сшивки. Механизм пероксидного сшивания полиолефинов. Свойства сшитых полимеров. Переработка сшивающихся композитов.

Пластификаторы. Назначение пластификаторов. Требования, предъявляемые к ним. Теоретические основы пластификации. Совместимость полимеров с пластификаторами. Молекулярная и структурная пластификация. Влияние пластификаторов на температуру перехода и деформационную устойчивость полимерных материалов. Влияние пластификаторов на формуемость термопластов и свойства изделий.

Смешение полимеров как метод модификации их свойств. Методы смешения. Требования, предъявляемые к совмещаемым полимерам. Изменение свойств полимеров при совмещении. Совмещение полимеров как метод пластификации. Представители смесей полимеров. Эластомеры в составе реактопластов. Применение совмещенных полимеров.

Классификация наполнителей, применяемых в производстве полимерных композиционных материалов. Органические дисперсные наполнители. Древесная и бакелитовая мука. Минеральные и металлические наполнители. Кварцевая мука, слюда, асбест, барит, мел, тальк, каолин, кизельгур, графит, металлический порошок и др. Теоретические основы процесса наполнения полимеров. Модель наполненной системы. Взаимодействие полимеров с наполнителями. Закономерности изменения свойств при наполнении полимеров. Зависимости пластичности, величин усадки, уровня внутренних напряжений в формованных изделиях, а также прочности, влаго- и водостойкости, диэлектрических характеристик, фрикционных и антифрикционных показателей, теплостойкости изделий от вида наполнителя и его качества в системе.

Волокнистые наполнители. Хлопковая целлюлоза. Химические волокна. Асбест волокнистый. Стекловолокнистые наполнители. Состав и производство стекловолокон. Стекловолоконные ровинги (ровница, жгуты), ткани, нетканые рулонные материалы. Высокосиликатные и кварцевые волокна. Борные и другие высокопрочные высокомодульные армирующие волокна с низкой плотностью. Углеродные волокна. Арамидные волокна. Прочностные, диэлектрческие свойства, термо- и теплостойкость, атмосфероустойчивость, химическая стойкость, устойчивость к радиационному воздействию в зависимости от выбора наполнителя и взаимного расположения волокон в материале.

Листовые наполнители, применяемые в производстве слоистых пластиков.

Наполнители для термопластов. Влияние вида и содержания наполнителя на свойства термопластичных полимеров. Наполненные кристаллические полимеры.

Гибридные наполнители. Методы подготовки наполнителей для композиционных материалов. Физико-химические процессы аппретирования наполнителей. Методология нанесения специальных слоев на поверхность наполнителя. Механохимическое модифицирование наполнителей.

Структурообразование в полимерах в присутствии наполнителей. Особенности процессов переработки наполненных полимеров. Пластификация наполненных полимеров.

Прессовочные порошки на основе феноло- и аминоальдгидных олигомеров. Состав пресс-порошков. Методы изготовления пресс-порошков. Характеристика пресс-порошков, фенопластов. Режимы переработки. Аминопласты. Свойства и переработка. Области применения.

Пресс-материалы на основе кремнийорганических полимеров.

Полимерные компаунды.

Волокниты. Классификация волокнитов. Методы изготовления волокнитов с хаотическим расположением наполнителя (волокниты, асбоволокниты, феолиты, стекловолокниты). Методы изготовления стекловолокнитов с ориентированным расположением волокон. Свойства стекловолокнитов с ориентированным расположением волокон. Свойства стекловолокнитов в зависимости от вида стеклонаполнителя и метода обработки поверхности волокон. Режимы формования стекловолокнитов. Теплоизоляционные и фрикционные асбоволокниты. Углеволокниты. Препреги и премиксы на основе полиэфирных смол.

Древесно–полимерные материалы. Роль композиционных материалов в создании безотходной технологии деревообрабатывающих производств. Связующие. Древесные наполнители. Свойства, переработка и применение древесно-полимерных композиционных материалов.

Наполненные термопласты. Наполняемые полимеры. Виды наполнителей. Получение и свойства наполненных полиэтилена, полипропилена и полиизобутилена. Наполнение полистирола. Композиты на основе поливинилхлорида. Наполненные полиамиды и поликарбонат. Органоволокниты на основе полиолефинов. Металлопласты. Свойства и применение.

Слоистые пластики. Получение, свойства и применение текстолита, стеклотекстолитов, стекловолокнистых анизотропных материалов, асботекстолитов, углетекстолитов, гетинакса и древесно-слоистых пластиков. Декоративные бумажно-слоистые пластики. Слоистые пластики на основе кремнийорганических связующих. Зависимость свойств пластиков от вида наполнителя, типа связующего, способа подготовки и укладки наполнителя в пакете, режимов формования.

Формование изделий из композиционных материалов. Изготовление изделий из армированных материалов. Контактное формование. Напыление. Формование с применением эластичной диафрагмы и пропиткой наполнителя в замкнутой форме. Намотка. Пултрузия (протяжка).

1. **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**
	1. **Перечень основной и дополнительной литературы**

**Основная литература**

1. Шишонок, М.В. Современные полимерные материалы: учебное пособие для вузов / М.В. Шишонок. – Минск: Вышэйшая школа, 2017. – 278 с.
2. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров: учебное пособие для вузов по направлению «Химическая технология» / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев. - 3-е изд., испр. – СПб.: Лань, 2014. – 367 с.
3. Семчиков Ю. Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие для вузов по направлению ВПО «Химия» и специальности «Фундаментальная и прикладная химия» / Ю.Д. Семчиков, С.Ф. Жильцов, С.Д. Зайцев. – СПб.: М.; Краснодар: Лань, 2014. – 222 с.
4. Коротеева Л.И. Технология и оборудование для получения волокон и нитей специального назначения / Л.И. Коротеева, Е.Ю. Коротеева. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 288 с.
5. Оборудование и основы проектирования производства химических волокон: учебник для вузов / И.Н. Жмыхов [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 382 с.
6. Михайлин Ю.А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике / Ю.А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 715 с.
7. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты / К.Е. Перепелкин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2015. – 379 с.

**Дополнительная литература**

1. Тагер А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер; под ред. А.А. Аскадского. – М.: Научный мир, 2007. – 573с.
2. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы / Ю.А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 820 с.
3. Михайлин Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы / Ю.А. Михайлин. – СПб.: Профессия, 2006. – 624 с.
4. Композиты на основе полиолефинов / под ред.: Д. Нвабунмы, Т. Кю. – СПб.: Научные основы и технологии, 2014. – 743 с.
5. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю.А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. – 658 с.
6. Производство изделий из полимерных материалов / В.К. Крыжановский [и др.]; под общ. ред. В.К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2004. – 460 с.
7. Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технология/ М.П. Кербер [и др.]. – С-Пб.: Профессия, 2008. – 560 с.
8. Физические и химические процессы при переработке полимеров / М. Л. Кербер [и др.]. – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 317 с.
9. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология: научное издание / С.Л. Баженов [и др.]. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 347 с.
10. Раувендааль, К. Экструзия полимеров/ К.Раувендааль. – С-Пб.: Профессия, 2006. – 762 с.
11. Раувендааль, К. Основы экструзии / К. Раувендааль. – СПб.: Профессия, 2012. – 279 с.
12. Ким, В. С. Оборудование заводов пластмасс / В. С. Ким, М. А. Шерышев. – М.: КолосС, 2008. – 587 с.
13. Ким В.С. Теория и практика экструзии полимеров / В.С. Ким. – М.: Химия, 2005. – 567 с.
14. Справочник по композиционным материалам: справочное издание / под ред. Дж. Любина, Б.Э. Геллера. – М.: Машиностроение, 1988. – Кн. 1 – 447 с.; Кн. 2 – 580 с.
15. Пахаренко В.А. Пластмассы в строительстве / В.А. Пахаренко, В.В. Пахаренко, Р.А. Яковлева. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 349 с.
16. Свойства пленок из пластмасс и эластомеров / Л. МакКин.– СПб.: Научные основы и технологии, 2014. – 527 с.
17. Шварцманн П. Термоформование. Практическое руководство / П. Шварцманн; под ред. А. Иллига. – СПб.: Профессия, 2009. – 287 с.
18. Зелке С. Пластиковая упаковка: научное издание / С. Зелке, Д. Кутлер, Р. Хернандес. – СПб.: Профессия, 2012. – 557 с.
19. Получение и переработка полиэтилентерефталата / В.И. Керницкий, А.К. Микитаев. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 281 с.
20. Современные проблемы модификации природных и синтетических волокнистых и других материалов: теория и практика / под ред. А.П. Морыганова, Г.Е. Заикова. – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. – 445 с.
21. Вторичная переработка пластмасс / под ред. Ф. Л. Мантиа. – СПб.: Профессия, 2006. – 400 с.
22. Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов / Ю.А. Лейкин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 413 с.
23. Технические свойства полимерных материалов / В.К. Крыжановский [и др.]; под ред. В.К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2007. – 235 с.
24. Крыжановский В.К. Технические свойства пластмасс / В.К. Крыжановский. – СПб.: Профессия, 2014. – 246 с.
25. Смеси и сплавы полимеров: конспект лекций / В.Н. Кулезнев. – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 214 с.
26. Макаров В.Г. Промышленные термопласты: справочник / В.Г. Макаров, В.Б. Коптенармусов. – М.: Химия, 2003. – 204 с.
27. Технология полимерных материалов/ А.Ф. Николаев [и др.]. – С-Пб.: Профессия, 2008. – 533 с.
28. Функциональные наполнители для пластмасс: научное издание / под ред. М. Ксантоса; пер. с англ. под ред. В. Н. Кулезнева. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 461 с.
29. Михайлин Ю.А. Тепло-, термо- и огнестойкость полимерных материалов / Ю.А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. – 415 с.
30. Полимерные пленки: производственно-практическое издание / под. ред. Г.Е. Заикова; пер с англ.; ред. Е.М. Абдель-Бари. – СПб.: Профессия, 2006. – 350 с.
31. Полимерные нанокомпозиты / под ред. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю; пер. с англ. А. Е. Грахова; под ред. Н. И. Бауровой. - М.: Техносфера, 2012. - 687 с.
32. Горение, деструкция и стабилизация полимеров / под ред. Г.Е. Заикова. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. – 421 с.

Карбонизация полимеров / Ю.Н. Сазанов, А.В. Грибанов. - СПб. : Научные основы и технологии, 2013. - 295 с.

1. Краткая энциклопедия по структуре материалов / под ред. Д. В. Мартина; пер. с англ. А.А. Шустикова, под ред. Н. И. Бауровой. – М.: Техносфера, 2012. – 607 с.
2. Технология резины: Рецептуростроение и испытания: научное издание / под ред. Д.С. Дика; пер. с англ. под ред. В.А. Шершнева. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. - 619 с.
3. [Бобович Б.Б.](http://212.98.191.159:8902/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%91%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87,%20%D0%91.%20%D0%91.)    Полимерные конструкционные материалы (структура, свойства, применение) / Б.Б. Бобович. – М.: ФОРУМ, 2017. – 398 с.
4. Химические волокна: основы получения, методы исследования и модифицирование / Т.В. Дружинина [и др.]; под ред. Т. В. Дружининой. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. - 471 с.
5. [Бобрышев А.Н.](http://212.98.191.159:8902/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%91%D0%BE%D0%B1%D1%80%D1%8B%D1%88%D0%B5%D0%B2,%20%D0%90.%20%D0%9D.)    Полимерные композиционные материалы / А.Н. Бобрышев, В.Т. Ерофеев, В.Н. Козоматов. – М.: АСВ, 2013. – 474 с.
6. [Реслер И.](http://212.98.191.159:8902/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A0%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B5%D1%80,%20%D0%98.)    Механическое поведение конструкционных материалов / И. Реслер, Х. Хардерс, М. Бекер. – Долгопрудный: Интеллект, 2012. – 502 с.
7. [Шах В.](http://212.98.191.159:8902/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A8%D0%B0%D1%85,%20%D0%92.)    Справочное руководство по испытаниям пластмасс и анализу причин их разрушения / В. Шах; пер. с англ. 3-го изд. под ред. А.Я. Малкина. – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 731 с.
8. [Цвайфель, Х.](http://212.98.191.159:8902/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A6%D0%B2%D0%B0%D0%B9%D1%84%D0%B5%D0%BB%D1%8C,%20%D0%A5.) Добавки к полимерам: справочник / Х. Цвайфель, Р.Д. Маер, М. Шиллер; пер. с англ. яз. 6-го изд. под ред. В.Б. Узденского, А.О. Григорова. – СПб.: Профессия, 2010. – 1138 с.
9. [Миллс Н.](http://212.98.191.159:8902/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%9C%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D1%81,%20%D0%9D.) Конструкционные пластики. Микроструктура, характеристики, применения: учебно-справочное руководство / Н. Миллс; пер. с англ. С.В. Котомина; под ред. С.Л. Баженова. – Долгопрудный: Интеллект, 2012. – 509 с.
10. [Шевченко А.А.](http://212.98.191.159:8902/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS&S21STN=1&S21REF=1&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A8%D0%B5%D0%B2%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE,%20%D0%90.%20%D0%90.)    Физикохимия и механика композиционных материалов / А.А. Шевченко. – СПб.: Профессия, 2010. – 224 с.
11. Лебедева Т.М. Экструзия полимерных пленок и листов / Т.М. Лебедева. – СПб.: Профессия, 2009. – 215 с.