

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Балаковский инженерно-технологический институт —  
филиал НИЯУ МИФИ

## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРОВ

Методические указания к выполнению курсового проекта  
по дисциплине «Технология переработки полимеров»  
для студентов направления «Химическая технология»  
очной, заочной и заочно-сокращенной форм обучения

*Одобрено*  
*редакционно-издательским советом*  
*Балаковского инженерно-технологического*  
*института*

Балаково 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по дисциплине «Технология переработки полимеров» является важнейшей формой самостоятельной работы студентов направления «Химическая технология». Разработанный курсовой проект должен обеспечить высокий уровень технологии, производительности, предусматривать повышение качества продукции, соблюдать рациональную экономию в расходовании сырья и материалов, энергии, воды и т.д.

Цель курсового проекта — анализ и обобщение литературных данных, закрепление и расширение знаний по технологии переработки полимеров, выполнение технологических расчетов и графической части курсового проекта.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Полимерами принято считать синтетические или природные высокомолекулярные соединения, молекулы которых построены в виде цепей из звеньев, представленных мономерами одного химического состава.

В зависимости от видов низкомолекулярных веществ (мономеров) образуются макромолекулы, имеющие цепное строение или способные к образованию сетки. Структура макромолекулы, которая влияет на поведение материала при температурном воздействии, послужила основой для деления полимеров на термопласты, реактопласты и эластомеры.

*Термопласты* состоят из длинных молекулярных цепей, которые соединяются между собой силами межмолекулярного воздействия. Термопласты при нагреве расплавляются, а при последующем охлаждении затвердевают, в результате чего формируется изделие.

*Реактопласты* характеризуются тем, что их макроцепи соединены между собой частыми химическими связями, образовавшимися в результате реакций отверждения. Реактопласты и эластомеры деформируются только в процессе формования изделия. Дальнейшее тепловое воздействие (до температуры разложения) не изменяет их фазового состояния.

*Эластомеры* являются разновидностью реактопластов, в которых соседние макромолекулы соединены редкими химическими связями.

Классификация процессов переработки термопластов основана на рассмотрении главным образом физического состояния полимера в момент формования.

1. Переработка пластмасс в вязкотекучем, пластифицированном состоянии (литье под давлением, экструзия, прессование, каландрование, ротационное формование и др.) основана на способности расплава полимеров к значительным и необратимым пластическим деформациям (течению) при одновременном действии нагрева и давления.

2. Формование полимеров из заготовок, находящихся в размягченном (высокоэластическом) состоянии — это методы (вакуум- и пневмоформование, раздувное формование, горячая штамповка и др.), базирующиеся на способности нагретых полимерных материалов к значительным обратимым деформациям.

3. Производство изделий и пластмасс, находящихся в твердом (стеклообразном или кристаллическом) состоянии (штамповка, прокатка, протяжка и др.) основано на возможности полимеров проявлять вынужденную эластичность.

4. Формование полимеров без давления с использованием растворов или дисперсий — метод полива (производство пленок), ротационное формование пластизолей (изготовление игрушек), получение волокон.

Классификация процессов переработки реактопластов учитывает тот факт, что исходный продукт — олигомер — имеет низкое значение молекулярной массы (200 — 3000), и тем самым низкую вязкость. Полимерный высокомолекулярный продукт получается в результате химической реакции отверждения олигомера одновременно с формованием изделия из него. С этих позиций методы переработки реактопластов, целесообразно подразделять на:

1) методы прямого формования изделий (полимеризация в форме, контактное формование, мокрая намотка, протяжка, напыление на форму, формование эластичным мешком, пропитка в форме под вакуумом и давлением);

2) методы формования изделий из полуфабриката: (прессование компрессионное и трансферное (пресс-литье), литье под давлением, прессование, формование из премиксов и препрегов).

### ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Расчетно-пояснительная записка содержит разделы: введение, технологический раздел, технологические расчеты, КИПиА, безопасность и экологичность проекта, заключение, список используемой литературы.

Во *введении* в краткой и четкой форме должна быть освещены вопросы состояния мировой и отечественной промышленности полимерных материалов, проблемы, стоящие перед промышленностью, приведена актуальность выбранной темы и сформулирована цель проекта.

*Технологический раздел* состоит из следующих подразделов: информационный анализ, характеристика исходного сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции, описание технологического процесса, основные параметры технологического процесса, техническая характеристика основного технологического оборудования

При анализе литературных источников должна быть выбрана такая схема технологического процесса, которая с наименьшими затратами позволяет выпускать продукцию высокого качества. При обосновании выбора технологического процесса и оборудования должны быть рассмотрены преимущества технологии перед действующими.

Описание технологического процесса проводится с учетом последовательности основных технологических операций в соответствии с выбранной технологической схемой производства. В описании указывается назначение отдельных стадий технологического процесса с указанием со-

ответствующих позиций по схеме. Проводятся схемы химических реакций на стадии синтеза полимера.

Параметры технологического процесса составляют на основании выбранной схемы технологического процесса. Параметры выбираются по практическим и литературным данным, результатам научно-исследовательских работ и другим источникам. Параметры составляются последовательно по ходу технологического процесса.

Техническую характеристику основного технологического оборудования предлагается представить в виде таблицы, которая включает наименование аппаратов (машин) и их технические данные (емкость, производительность, габаритные размеры и т.д.) (табл.1).

Таблица 1

Техническая характеристика основного оборудования

N п/п	Наименование оборудования	Количество	Материал	Техническая характеристика

*Технологические расчеты* содержат следующие расчеты: материальные расчеты, расчет основного технологического оборудования, тепло-энергетические расчеты.

Материальные расчеты проводятся по расчетам удельных норм расхода сырья в соответствии со стехиометрией химических реакций, протекающих в системе, с учетом потерь и возвратных отходов.

Расчет основного технологического оборудования проводится в соответствии с техническими характеристиками машин и аппаратов, параметрами технологического процесса, количества сырья и в соответствии с выбранной в курсовом проекте технологической схемой.

Теплоэнергетические расчеты содержат расчеты по расходу тепла, холода, воды, вакуума, сжатого воздуха или азота, электроэнергии, внутрицехового транспорта.

*Раздел «КИПиА».* В соответствии с требованиями научно-технического прогресса, при реконструкции действующих предприятий химического профиля в курсовом проекте должны решаться вопросы по разработке функциональных схем систем автоматики.

*Раздел «Безопасность и экологичность проекта».* В курсовом проекте должны быть предусмотрены мероприятия по охране труда, обеспечивающие безопасность ведения технологических процессов, безопасную эксплуатацию всех видов оборудования, исключаящую возможность несчастных случаев, профессиональных заболеваний и отравлений.

В качестве экологической безопасности проекта предлагается рассмотреть мероприятия по охране воздушного, водного бассейна и почвы от загрязнения промышленными выбросами.

В *заключении* формируются краткие выводы, вытекающие из выполненного курсового проекта. В них характеризуется эффективность технических решений поставленной в курсовом проекте задачи.

*Список используемой литературы* оформляется в порядке упоминания публикаций в тексте (не менее 15 первоисточников). Оформление ссылок представлено в приложении 1.

## ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Графическая часть проекта должна содержать 2 листа (формат А1):

1. Технологическую схему производства;
2. Чертеж общего вида оборудования.

## ОФОРМЛЕНИЕ СПЕЦИФИКАЦИЙ

На чертеже общего вида аппарата должна быть выполнена *таблица назначения штуцеров, патрубков, гильз и других элементов аппарата*. *Техническая характеристика* включает в себя назначение аппарата, объем аппарата, производительность, площадь поверхности теплообмена, максимальное давление, максимальную температуру среды, мощность привода, частоту вращения деталей, токсичность и взрывоопасность среды и другие

необходимые данные. В *технических требованиях* на чертеже указывают обозначение ГОСТов и ТУ согласно которым должен быть изготовлен аппарат, требования к испытанию на прочность и плотность сварных швов и других видов соединений; сведения о необходимости тепловой изоляции, гуммирования и других антикоррозионных покрытий. Перечень составных частей изделия следует выполнять в виде таблицы. Надписи, техническую характеристику, технические требования и перечень составных частей следует выполнять по форме [39]. Таблицы, техническую характеристику и технические требования и перечень составных частей следует располагать над основной надписью чертежа.

*Перечень основных составных частей и элементов* технологической схемы располагают на чертеже над основной надписью на расстоянии не менее 12 мм в виде таблице. *Условные изображения и обозначения трубопроводов* должны быть расшифрованы в таблице условных обозначений.

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ

Работу следует начинать с обязательного ознакомления с рекомендуемой литературой и производственными данными. Необходимо глубокое изучение физико-химических основ протекающих процессов, установления величин и параметров, характеризующих работу аппаратов, технологических схем производства. На последнем этапе курсового проекта выполняются технологические расчеты.

## ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Защита курсового проекта осуществляется во время зачетной недели, в виде устного отчета в течение 15 мин.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Объем курсового проекта должен составлять не менее 50 страниц текста, набранного на компьютере. Курсовой проект выполняется на листах формата А4 шрифтом Times New Roman №14, междустрочный интервал — полutorный (1,5). Поля: сверху и снизу по 2,0 см, слева — 3,5 см,

справа — 1,0 см. Абзацный отступ 1,25 см от левой границы текстового поля. Оформление титульного листа представлено в приложении 2. Выравнивание текста: заголовки глав, параграфов, текст работы - по ширине; названия таблиц — по центру. Номер страницы ставится внизу страницы по центру. При оформлении проекта нельзя использовать жирный шрифт, курсив, подчеркивание, выделение цветом.

В тексте расчетно-пояснительной записки должны быть ссылки на литературные источники для всех расчетных формул, физических величин и других данных, взятых из литературы. Ссылки на литературу следует давать в виде заключенного в квадратные скобки порядкового номера источника по рекомендуемому списку.

Чертежи выполняются в электронном виде при помощи программного обеспечения «Компас» и распечатываются на листе формата А1. Требования по выполнению чертежей технологической схемы и основного аппарата изложены в [39].

Студенты заочной формы обучения сдают курсовой проект не позднее, чем за 2 недели до начала сессии на кафедре «Процессы и аппараты химических технологий». Курсовые проекты, имеющие положительные рецензии, допускаются к защите, а проекты с отрицательной рецензией возвращаются студенту на доработку.

## ЗАДАНИЯ К КУРСОВЫМ ПРОЕКТАМ

Задание к курсовому проекту выдается преподавателем индивидуально каждому студенту. Курсовой проект предлагается выполнить на тему «Разработка технологии получения *полимерного материала*».

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Крыжановский В.К. Технические свойства полимерных материалов: учебно-справочное пособие / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. – Спб.: Профессия, 2007. – 240 с.

2. Берлин А.А. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.: - под ред. А.А. Берлина.- СПб.: Профессия, 2008.-560с.

3. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов: учеб. пособие для вузов / А.А. Шевченко. - СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. - 224 с.

4. Панова Л.Г. Наполнители для полимерных материалов: учеб. пособие / Л.Г. Панова. - Саратов: СГТУ,- 2010. – 64 с.

5. Кербер М.Л. Полимерные композиционные материалы: структура и свойства, технология: учеб. пособие / М.Л. Кербер и [др.]. - СПб.: Профессия, 2008. - 560 с.

6. Варшавский В.Я Углеродные волокна /В.Я. Варшавский. – М.: Варшавский, 2007. - 500 с.

7. Перепелкин К.Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты: учебник / К.Е. Перепелкин.- СПб.: Научные основы и технологии, 2009.-380с.

8. Функциональные наполнители для пластмасс / под ред. М. Ксантоса; пер. с англ. / под ред. В.Н. Кулезнева - СПб.: Научные основы и технологии.-2010.-462 с.

9. Технология полимерных материалов: учеб. пособие / под ред. В.К. Крыжановского.– Спб.: Профессия, 2008. – 544 с.

10. Безопасность жизнедеятельности: Безопасность технологических процессов ( Охрана труда): учеб. пособие для вузов / П.П.Кукин и [др.]. – 3-е изд., перераб. и доп.. – М.: Высш. шк., 2004. – 319 с.

11. Миркин Б.М. Основы общей экологии: учебник / Б.М.Миркин, Л.Г.Наумова. – М.: Университетская книга, 2005. – 240 с.

12. Розанов С.И. Общая экология: учебник / С.И.Розанов. 5-е изд. перераб. и доп. - Спб.:Издательство «Лань», 2005. - 288 с.

### Дополнительная

13. Роговин З.А. Основы химии и технологии химических волокон: учебник / З.А.Роговин. - М.:Химия, 1974. - 644 с.
14. Серков А.Т. Производство вискозных штапельных волокон: учебник / А.Т.Серков. - М.:Химия, 1986.-256 с.
15. Технология производства химических волокон: учебник / А.Н.Рязов и [др.]. - М.:Химия, 1974. - 512 с.
16. Серков А.Т. Хлопкоподобные вискозные волокна: учебник / А.Т.Серков и [др.] .- М.: Химия, 1987. – 192 с.
17. Зазулина З.А. Основы технологии химических волокон: учебник / З.А.Зазулина, Т.В.Дружинина, А.А.Конкин. - М.:Химия, 1985. - 304 с.
18. Перепелкин К.Е. Физико – химические основы процессов формирования химических волокон: учебник / К.Е.Перепелкин. – М.: Химия, 1978. – 320 с.
19. Пакшвер А.Б. Физико-химические основы технологии химических волокон: учебник / А.Б.Пакшвер. – М.: Химия, 1972. – 432 с.
20. Юркевич В.В. Технология производства химических волокон: учебник / В.В. Юркевич, А.Б.Пакшвер. – М.:Химия, 1987. – 304 с.
21. Бортников В.Г. Производство изделий из пластических масс: в 3-х томах / В.Г. Бортников.-Казань.: Дом печати, 2002. Т.2. Технология переработки пластических масс-399 с.
22. Студенцов В.Н. Теоретические основы переработки полимеров и эластомеров: учеб. пособие / В. Н. Студенцов.-Саратов : Изд-во Сарат. ун-та, 1995. – 72 с.
23. Углеродные волокна и углекомпози́ты: учебник / под ред. Э.Фитцера. - М.: Мир, 1988. - 336 с.
24. Берлин А.А. Принципы создания композиционных полимерных материалов / А.А. Берлин.-М.:Химия, 1990.-240 с.

25. Моцарев Г.В. Карбофункциональные органосиланы и органосилоксаны / Г.В. Моцарев, М.В. Соболевский, В.Р. Розенберг-М.: Химия, 1990.-240 с.
26. Кутепов А.М. Общая химическая технология / А.М. Кутепов.-М.: ИКЦ «Академкнига», 2003.-528 с.
27. Соколов Р.С. Химическая технология / Р.С. Соколов.-М.: Владос-Пресс, 2003.-Т.1.-368 с.
28. Соколов Р.С. Химическая технология / Р.С. Соколов.-М.: Владос-Пресс, 2003.-Т.2.-448 с.
29. Кошелев Ф.Ф. Общая технология резины / Ф.Ф. Кошелев, А.Е. Корнев, А.М. Буканов, - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1978. - 528 с.
30. Браверман П.Ф. Оборудование и механизация производства химических волокон: учебник / П.Ф. Браверман, А.Б. Чачхиани, - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1975. - 375 с.
31. Гарф Е.В. Технические расчеты в производстве химических волокон: учебник / Е.В.Гарф, А.Б.Пакшвер. - М.:Химия, 1978. - 256 с.
32. Борисов А.Л. Проектирование предприятий искусственных волокон: учебник / А.Л.Борисов. - М.:Химия, 1975. - 344 с.
33. Автоматические приборы, регуляторы и вычислительные системы: справочное пособие / под ред. Б.Д.Кошарского. - М.: Машиностроение, 1986. - 880 с.
34. Автоматизация химической промышленности / под ред. Е.Г.Дудникова. – М.:Машиностроение, 1973. – 124 с.
35. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств: учебник / М.В.Кулаков. – М.: Машиностроение, 1983 – 464 с.
36. Основы автоматизации химических производств / под ред. П.А. Обновленского, А.Л.Гуревича. – М.:Химия, 1975. – 528 с.

37. Охрана труда в химической промышленности / под ред. Г.В.Макарова. - М.:Химия, 1989. - 464 с.

38. Пряников В.И. Техника безопасности и промышленная санитария: справочник / В.И.Пряников, А.И.Родионова. - М.: Химия, 1979. - 320 с.

39. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / под ред. Ю.И. Дытнерского.– М.: Химия, 1991.–496 с.

40. Белозеров Н.В. Технология резины / Н.В. Белозеров. М.: Химия, 1967. - 345 с.

41. Вострокнутов Б.Г. Реологические основы переработки эластомеров / Б.Г. Вострокнутов, Г.В. Виноградов. - М.: Химия, 1988. - 259 с.

42. Альбом технологических схем основных производств резиновой промышленности. - М.: Химия, 1980. - 454 с.

43. Бекин Н.Г. Расчет технологических параметров и оборудования для переработки резиновых смесей в изделия / Н.Г. Бекин. - Л.: Химия, 1987. - 389 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2
Основные положения .....	2
Оформление расчетно-пояснительной записки.....	4
Оформление графической части проекта.....	6
Оформление спецификаций.....	6
Последовательность работы над проектом.....	7
Защита курсового проекта.....	7
Общие методические указания на проектирование.....	8
Задания к курсовым проектам.....	8
Рекомендуемая литература.....	8
Приложение 1.....	14
Приложение 2.....	15

Оформление ссылок осуществляется по ГОСТ 7.0.5-2008:

**Книги:**

Бесков В.С. Общая химическая технология: учебник для вузов.-М.: ИКЦ "Академкнига", 2005.-452 с.

Артеменко С.Е., Панова Л.Г. Связующее в производстве полимерных композиционных материалов.-Саратов: СГТУ, 1994.-97 с.

**Статьи из журналов:**

Айзейштейн Э.М. Производство химических волокон и нитей в мире и в России в 2004 г. - движение в разные стороны // Химические волокна.- 2005.-№5.-С. 70-80.

## Приложение 2

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Балаковский институт техники, технологии и управления (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Процессы и аппараты химической технологии»

Курсовой проект

по дисциплине «Технология переработки полимеров»

на тему «Разработка технологии получения ....»

Выполнил(а): студент гр.

ФИО

Проверил(а): преподаватель каф. ПХТ

ФИО

Балаково 20..

## ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИМЕРОВ

Методические указания к выполнению курсового проекта  
по дисциплине «Технология переработки полимеров»  
для студентов направления «Химическая технология»  
очной, заочной и заочно-сокращенной форм обучения

Составила: Зубова Наталья Геннадьевна

Рецензент В.А. Таганова