

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая  
Григорьевича Столетовых»

(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

А. А. Панфилов

« 06 » 09 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС**

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки: «Технология и переработка полимеров»

Уровень высшего образования бакалавриат

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная (5 лет)

Семестр	Трудоемкость зач. ед, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
8	5 (180ч)	10	10	10	123	Экзамен, (27ч.)
9	5 (180ч)	10	14	16	113	Экзамен, (27ч.)
Итого	10 (360ч)	20	24	26	236	Экзамен (54 ч)

г. Владимир, 201\_ г

*Handwritten signature*

## **I. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью курса является теоретическое и практическое изучение методов переработки пластмасс, способов регулирования свойств полимеров в изделиях, овладение знаниями по управлению технологическими процессами.

Программа курса предусматривает ознакомление студентов с технологическими процессами производства полимерных изделий, правильного выбора метода переработки и полимерного материала. Уделено внимание использованию реологических характеристик полимеров с целью расчета технологических процессов, вопросам управления качественными характеристиками готовой продукции и повышению производительности оборудования.

Все основные методы переработки пластмасс дополнительно усваиваются в ходе выполнения лабораторных работ.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Технология переработки пластмасс» изучается в бакалавриате по направлению «Химическая технология». Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины «Технология переработки пластмасс»:

1. Технология получения пластмасс (ознакомление студентов со способами получения пластмасс);

2. Химия и физика полимеров (ознакомление студентов с особенностями реологии расплавов полимеров);

3. Оборудование заводов по производству и переработки полимеров (теоретическое и практическое изучение основ подготовки сырьевых материалов, оборудования подготовительного, основного и заключительного производства изделий из пластических масс, а также специализированного оборудования для получения подвспененных изделий);

4. Процессы и аппараты химической технологии (ознакомление студентов с основами процессов гидродинамики, гидростатики, перемещения газов и жидкостей, разделения гомогенных и гетерогенных систем, тепло и массообменными процессами, а также с выбором и расчетом оборудования для их проведения). Изучение данной дисциплины необходимо для осуществления профессиональной деятельности бакалавра.

### **III. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует следующие компетенции:

- способность и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК- 1);

- способность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения (ПК -4);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

#### **Знать:**

- методы, способы получения пластмасс и материалов с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения (ПК-1);

- химические вещества и материалы (ПК -4);

- методы и приборы определения состава и свойства веществ и материалов (ПК-1)

- общие закономерности химических процессов, основные химические производства (ПК -4);

#### **Уметь:**

- получать готовые изделия из пластмассы (ПК-1);

- рассматривать возможные варианты протекания химического процесса (ПК-4);

- внедрять в производство новые технологические процессы и контролировать соблюдение технологической дисциплины (ПК-4);

- исследовать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению (ПК-4);

#### **Владеть:**

- методами получения пластмасс (ПК -1);

- методами оказания первой помощи при несчастных случаях в химической лаборатории (ПК-4).

#### IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	КП/КР		
	<b>Раздел 1</b> Введение. Классификация методов переработки пластмасс	<b>8</b>								
	<b>Раздел 2</b> Экструзия	<b>8</b>		4	4	4	30		4/33,3%	Тест №1
	<b>Раздел 3</b> - Литье под давлением термопластов;	<b>8</b>		4	4	4	30		4/3,33%	Тест №2
	- Изготовление пустотелых изделий выдуванием;	<b>8</b>		2	2	2	30		2/33,3%	
	- Формование изделий из листовых термопластичных материалов;	<b>8</b>					20			Тест №3
	- Ротационное формование	<b>8</b>					13			
	<b>Итого по семестру</b>			<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>123</b>		<b>10/30%</b>	<b>Экзамен (27ч.)</b>
<b>9 семестр</b>										
	<b>Раздел 4</b> - прессование	<b>9</b>		2	4	4	20		2/20%	Тест №1
	- литье под давлением реактопластов	<b>9</b>		2	4	4	20		2/20%	
	<b>Раздел 5</b> Вальцевание и	<b>9</b>		2	4	4	20		2/20%	

каландрование									
<b>Раздел 6</b> - формование изделий из армированных пластиков	<b>9</b>		2	2	4	30		2/25%	Контрольная работа №2
<b>Раздел 7</b> - специальные методы переработки пластмасс; - сварка, склеивание и механическая обработка изделий	<b>9</b>		2			23		1/50%	Контрольная работа №3
<b>Итого по семестру</b>			<b>10</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>109</b>		<b>10/40%</b>	<b>Экзамен (27ч.)</b>
<b>Всего</b>			<b>20</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>255</b>		<b>20/28,5%</b>	<b>Экзамен (54ч)</b>

## СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

### Семестр 8:

#### Раздел 1: Введение.

О задачах, стоящих перед промышленностью переработки пластмасс.

Удельный вес и трудоемкость процессов переработки пластмасс. Состояние отечественной промышленности переработки пластмасс и перспективы ее развития.

Роль механизации и автоматизации производственных процессов в переработке пластмасс.

#### Классификация методов переработки пластмасс.

Классификация методов изготовления изделий из реактопластов и термопластов.

#### Раздел 2: Экструзия

Сущность процесса экструзии термопластов. Работа экструзионного агрегата.

Пластикация материала, зоны червяка. Формующая головка. Закономерности движения полимера в шнековом экструдере.

Производительность экструдера и головки. Рабочая точка экструдера. Влияние характеристик червяка и головки на производительность экструдера.

Влияние технологических параметров и реологических свойств полимера на качество изделий.

Технология производства труб методом экструзии. Формирование профиля трубы, калибрование и охлаждение труб. Расчет технологических параметров процесса.

Технология производства пленки рукавным методом. Особенности экструзионного оборудования, формование рукава, ориентация и охлаждение пленки. Расчет технологических параметров процесса.

Технология производства пленки щелевым методом. Особенности формования, ориентации и охлаждения пленки.

Технология производства профильно-погонажных изделий. Нанесение пленки на подложку.

Основные тенденции развития экструзионных методов переработки пластмасс.

#### Раздел 3: Литье под давлением термопластов.

Сущность литья под давлением термопластов. Цикл формования литьем под давлением, его основные стадии. Требования к пластмассам, перерабатываемым литьем под давлением.

Влияние параметров давления на качество изделий. Оформление изделия в форме. Литниковая система. Охлаждение изделия в форме. Обработка изделия. Использование отходов.

Технологические параметры режима литья под давлением. Выбор температурного режима. Изменение давления во время цикла. Рабочая диаграмма цикла. Определение оптимальных условий формования. Остаточные напряжения, возникающие в изделиях при литье: причины возникновения и возможности их устранения. Перспективные направления развития технологии литья. Повышение качества изделий за счет приложения магнитного поля, ультразвуковых, вибрационных воздействий и пр.

#### Изготовление пустотелых изделий выдуванием.

Изготовление пустотелых изделий выдуванием из трубчатых заготовок. Выдавливание трубчатой заготовки. Смыкание формы и формование изделия. Охлаждение изделия. Влияние технологических параметров на свойства изделий.

Изготовление пустотелых изделий выдуванием из литьевых заготовок. Гомогенизация и дозирование расплава. Впрыск расплава. Выдувание изделия.

#### Формование изделий из листовых термопластичных материалов.

Сущность процесса формования изделий из листовых термопластов. Области применения. Используемые листовые материалы. Основные стадии процесса формования: закрепление заготовки, нагрев, предварительная вытяжка листов, формование изделия, охлаждение изделия.

Методы формования: штампование, пневмо- и вакуумформование.

#### Ротационное формование.

Общие понятия. Основные процессы, происходящие в материале при формовании. Оборудование, стадии процесса.

### **Семестр 9:**

#### Раздел 4: Прессование.

Общие понятия. Требования к пластмассам, перерабатываемым литьевым и компрессионным прессованием. Технологические свойства пресспорошков. Стадии прессования: дозирование, таблетирование, предварительный подогрев, загрузка, смыкание формы, подпрессовка, выдержка под давлением, съем изделия. Влияние основных технологических параметров на процесс прессования и качество изделия. Литьевое прессование. Прессование слоистых пластиков. Прогрессивные методы прессования. Механизация и автоматизация процессов прессования.

#### Литье под давлением реактопластов.

Особенности оборудования и сырья. Впрыск материала, выдержка под давлением, отверждение.

#### Раздел 5: Вальцевание и каландрование.

Общие понятия. Основные процессы, происходящие в материале при вальцевании и каландровании. Особенности работы вальцев и каландров. Стадии процессов формования. Подготовка материала. Вальцевание, как основная подготовительная операция.

Формование на каландре. Каландровый эффект. Технология производства листовых и пленочных материалов на основе поливинилхлорида.

#### Раздел 6: Формование изделий из армированных пластиков.

Типы связующих и наполнителей, применяемых для получения, армированных пластиков, требования, предъявляемые к ним.

Стеклопластики. Методы получения: контактный, напыление, намотка, сухой и мокрый. Непрерывные и периодические методы. Прочность стеклопластиков. Поверхностные явления на границе волокно-полимер. Факторы, влияющие на

величину адгезионной прочности. Обработка поверхности волокнистых наполнителей с целью повышения адгезионных взаимодействий. Аппреты, их назначение и механизм действия.

Переработка прессовочных и литьевых стекловолокнистых материалов (АГ- 4В, премиксы).

Применение стеклопластиков в различных областях техники.

Формование деталей из пластмасс с другими слоистыми наполнителями.

Основные виды слоистых наполнителей (бумага, ткани, шпон). Используемые связующие. Гетинакс, текстолит. Основные технологические стадии процесса формования. Формование с использованием давления и без давления. Особенности технологии и области применения.

Раздел 7: Специальные методы переработки пластмасс.

Сварка, склеивание и механическая обработка изделий.

Склеивание. Особенности склеивания изделий из термо- и реактопластов. Основные типы клеев и виды клеевых соединений. Технология склеивания пластмасс между собой и с другими материалами.

Сварка. Условия сварки. Способы сварки (газовая, контактная, термоимпульсная, фрикционная, высокочастотная, ультразвуковая, инфракрасная и гамма-излучением).

Механическая обработка изделий из пластмасс. Особенности механической обработки пластмасс (резка, сверление, нарезание резьб, токарная обработка, фрезерование, строгание и др.).

Обработка поверхности (шлифование, полирование).

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:**

Лабораторные занятия имеют цель приобретения практических навыков работы на оборудовании по переработки пластмасс. Лабораторные работы выполняются студентами в соответствии с графиком, составленным преподавателем. Подготовку к лабораторной работе и ее оформление студенты выполняют внеаудиторно в соответствии со стандартом университета. Выполненные работы бакалавры защищают, анализируя полученные результаты и теоретически их обосновывая.

#### **Перечень лабораторных работ:**

Работа №1. Изготовление изделий методом литья под давлением.

Работа №2. Получение изделий методом экструзии.

Работа №3. Переработка пластмасс на валковых машинах.

Работа №4. Получение изделий методом вакуумформования.

Работа №5. Изготовление изделий методом прессования.

Работа №6. Изготовление изделий из армированных пластиков методом намотки.

Работа №7. Сварка пластмасс.

Работа №8. Склеивание пластмасс.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ:**

На практических занятиях студентам может быть предложено одна из следующих тем контрольной работы:

1. Выбор материала и разработка технологии для получения конкретного изделия в том числе:

- выбор материала;
- выбор метода переработки;
- виды брака.

2. Новые методы переработки и новые полимеры, используемые в переработке пластмасс:  
- литературный обзор, указать какие полимеры появились в научно технической литературе, их свойства и оценить реальность их промышленного использования;

- методы переработки новых полимеров.

3. Модификация существующих полимеров и их переработка

- провести анализ существующих полимеров (методы переработки), указать недостатки полимеров (методов переработки), проанализировать литературные данные и предложить пути модификации исследуемых полимеров (методов переработки).

## V. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении **лабораторного практикума** студентам предлагается работа в малых группах:

- учебная группа разбивается на несколько небольших групп - по 3-4 человека
- каждая группа получает своё задание
- процесс выполнения задания в группе осуществляется на основе обмена мнениями, оценками.

Часть разделов лекционного курса оформлено в виде слайдов, объяснение к которым дает лектор - 35% аудиторных часов.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием **опережающей самостоятельной работы**: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы).

Таким образом, на интерактивные формы изучения данной дисциплины приходится 28,5% общего количества часов.

## VI. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль осуществляется по результатам проведения следующих контрольных мероприятий:

№	Контролируемый раздел дисциплины	Наименование оценочного средства
8 семестр		
1	Введение. Классификация методов переработки пластмасс. Экструзия	Тест 1
2	Литье под давлением термопластов; Изготовление пустотелых изделий выдуванием;	Тест 2
3	Формование изделий из листовых термопластичных материалов; Ротационное формование	Тест 3



9 семестр	
Прессование. Литье под давлением реактопластов. Вальцевание и каландрование.	
Формование изделий из армированных пластиков	Контрольная работа №1
Специальные методы переработки пластмасс: сварка, склеивание и механическая обработка изделий	Контрольная работа №2

**8 семестр:**

**Тест №1**

**1) Основные параметры шнека:**

- а) Диаметр, длина, угол наклона нарезки шнека
- б) Диаметр, отношение длины к диаметру, степень сжатия
- в) Степень сжатия, диаметр, угол наклона нарезки шнека
- г) Диаметр, длина, степень сжатия
- д) Степень сжатия, угол наклона нарезки, диаметр

**2) Движение материала в зоне загрузке обусловлено разностью крутящих моментов от действия сил трения на поверхности шнека и цилиндра. Эта разность обеспечивается:**

- а) Нагревом шнека и охлаждением цилиндра
- б) Нагревом цилиндра и охлаждением шнека
- в) Более высокой чистотой обработки поверхности цилиндра чем шнека
- г) Более высокой чистотой обработки поверхности шнека чем цилиндра
- д) Нагревом цилиндра и охлаждением шнека и более высокой чистотой обработки поверхности шнека чем цилиндра
- е) Нагревом цилиндра и охлаждением шнека и более высокой чистотой обработки поверхности цилиндра чем шнека

**3) Движение материала в зоне загрузке обусловлено:**

- а) Разностью сил трения на поверхностях цилиндра и шнека
- б) Углом наклона нарезки шнека
- в) Вращением шнека
- г) Переходом полимера в вязкотекучее состояние

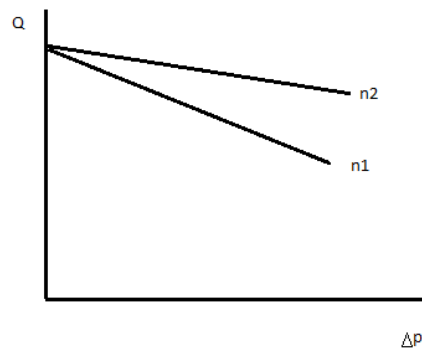
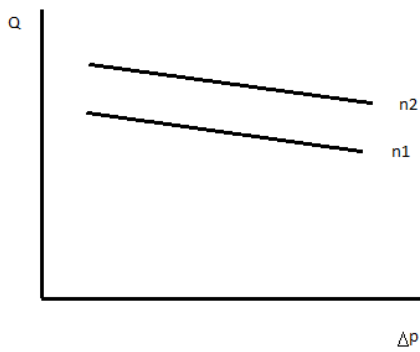
**4) Повышение температуры расплава при экструзии приводит к:**

- а) Повышению производительности
- б) Повышению производительности и снижению перепада давления
- в) Снижению производительности
- г) Снижению производительности и снижению перепада давления
- д) Приведет к снижению перепада давления и не скажется на производительности

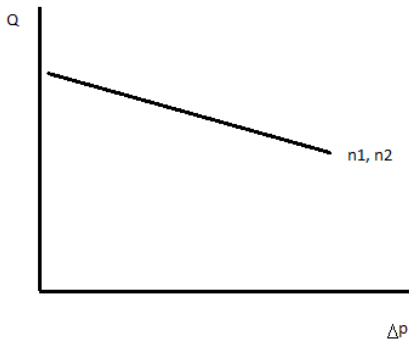
**5) Увеличение скорости вращения червяка с  $n_1$  до  $n_2$  вызовет изменение зависимости  $Q=f(\Delta p)$  (где  $Q$  - производительность, а  $\Delta p$  – перепад давления):**

а)

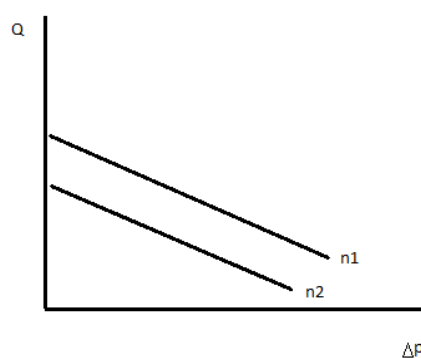
б)



В)



Г)



**б) Увеличение длины червяка приведет к:**

- а) Повышению производительности
- б) Повышению качества расплава
- в) Повышению качества расплава и производительности
- г) Не скажется ни на чем
- д) Снижению производительности и повышению качества расплава

**7) Рабочая точка экструдера это:**

- а) Решение системы алгебраических уравнений связывающих производительность экструдера и головки с перепадом давления в экструдере
- б) Точка пересечения двух кривых в зависимости производительности экструдера и головки от перепада давления
- в) Производительность экструдера при производстве конкретного изделия
- г) Перепад давления при производстве конкретного изделия выше которого удастся получить изделия требуемого качества

**8) Полимер находится в зоне дозирования в состоянии:**

- а) Стеклообразном (кристаллическом)
- б) Высокоэластическом
- в) Вязкотекучем

**9) Расположите зоны экструдера приведенные ниже в порядке их нахождения в экструдере**

- 1- плавление
- 2-загрузка
- 3-дегазация
- 4-дозирование

- а) 1234
- б) 2134

- в) 3214
- г) 2314
- д) 4231

**10) Дать определение степени сжатия шнека:**

- а) Отношение диаметра шнека в зоне загрузки к диаметру шнека в зоне дозирования
- б) Отношение объемов винтового канала в зоне загрузки и зоне дозирования
- в) Отношение объемов винтового канала в зоне дозирования и зоне загрузки
- г) Отношение глубины нарезки в зоне загрузки и зоне дозирования
- д) Отношение шага шнека в зоне дозирования и зоне загрузке

**Тест №2**

**1) Расположите стадии технологического литья под давлением в правильном порядке**

- 1) плавление, гомогенизация и дозирование полимера;
- 2) охлаждение изделия;
- 3) подвод узла впрыска к форме;
- 4) впрыск расплава;
- 5) смыкание формы;
- 6) выдержка под давлением и отвод узла впрыска;
- 7) раскрытие формы и извлечение изделия

- а) 1234567
- б) 1364527
- в) 7456123
- г) 5472136
- д) 1534627

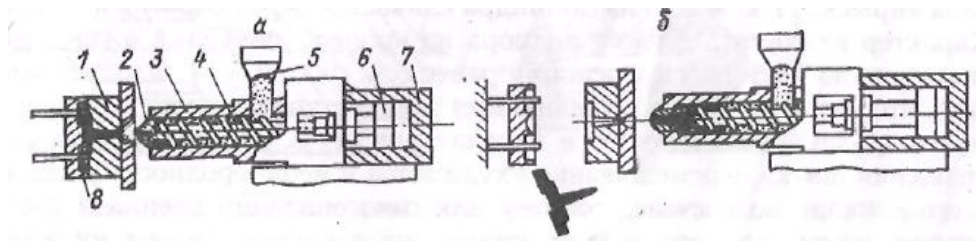
**2) Степень сжатия для процесса литья под давлением находится в интервале**

- а)  $2 \div 2,5$
- б)  $1 \div 3,5$
- в)  $2 \div 3$
- г)  $2,5 \div 3,5$

**3) На рисунке изображена технологическая схема производства полимерных изделий литьем под давлением. Сопоставьте цифры на рисунке с названием элементов.**

- а) Цилиндр литьевой машины; б) Бункер; в) Форма; г) Поршень узла впрыска; д) Сопло;
- е) Изделие; ж) Цилиндр узла впрыска; з) Шнек.

*1-в, 2-д, 3-а, 4-з, 5-б, 6-г, 7-ж, 8-е*



**4) При впрыске расплава шнек литьевой машины**

- а) Вращается
- б) Вращается и движется в сторону сопла
- в) Вращается и отходит назад
- г) Двигается в сторону сопла

д) Двигается в сторону загрузочной камеры

е) Неподвижен

**5) Впрыск расплава отображается на рисунке отрезком**

а)  $oa$ ; б)  $ab$ ; в)  $bc$ ; г)  $cd$ ; д)  $T_1T_2$ ; е)  $T_2T_3$ ; ж)  $T_3T_0$

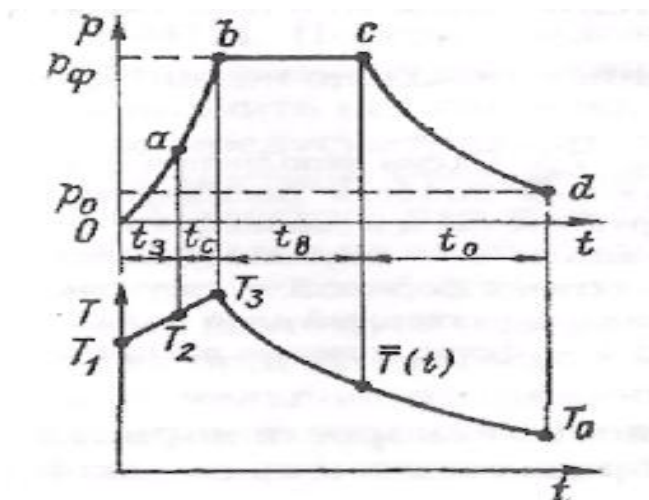


Рис. Цикл-диаграмма изменения давления и температуры расплава в форме во время процесса литья под давлением

**6) Повышение температуры расплава с  $T_1$  до  $T_2$  (См. рис.) связано с**

а) Дополнительным нагревом сопла литейной машины

б) *Дополнительным нагревом за счет перехода части энергии движения расплава в тепловую энергию*

в) *За счет диссипации энергии вязкого течения*

д) За счет дополнительного нагрева плит, в которых расположены литниковые каналы

**7) Выдержка под давлением необходима для**

а) Окончательного заполнения формы расплавом

б) Получения изделия с определенной кристаллической структурой

в) *Компенсации усадки полимера при его охлаждении*

д) Уменьшения внутренних напряжений в изделии

**8) Один из видов брака «мороз» - узоры, напоминающие зимнюю разрисовку оконных стекол. Для его удаления необходимо**

а) Повысить температуру расплава

б) Понизить температуру расплава

в) Повысить давление литья

г) Понизить давление литья

д) *Использовать материал с меньшей остаточной влажностью*

е) *Ликвидировать дефекты в форме, связанные с вентиляционными отверстиями*

**9) С ростом температуры усадка полимера**

а) *В поперечном направлении увеличивается*

б) *Уменьшается вдоль направления литья*

в) *В поперечном направлении уменьшается*

г) *Увеличивается вдоль направления литья*

д) Не изменяется

**10) Струйный режим заполнения формы возникает когда**

а) Диаметр впускного литника намного больше высоты формующего зазора

б) *Диаметр впускного литника намного меньше высоты формующего зазора*

в) Диаметр впускного литника и высота формующего зазора равны

г) Скорость впрыска высока

д) Скорость впрыска низка

### Тест №3

**1) Расположите стадии технологического процесса изготовления труб в правильном порядке**

- 1) маркировка;
  - 2) формование профиля трубы из расплава;
  - 3) подготовка сырья;
  - 4) калибрование трубы;
  - 5) плавление и гомогенизация расплава;
  - 6) охлаждение трубы;
  - 7) намотка или резка;
- а) 1234567
  - б) 3651274
  - в) 3524617
  - г) 5671234
  - д) 3542176

**2) Метод калибрования с использованием сжатого воздуха рекомендуется использовать при изготовлении**

- а) Профиля с повышенной точностью размеров
- б) Изделий с минимальной толщиной стенки
- в) *Изделий с максимальной толщиной стенки*
- г) При максимальной скорости экструзии
- д) При минимальной скорости экструзии

**3) Недостаток калибрования сжатым воздухом:**

- а) *Сложность использования оборудования*
- б) Невозможность калибрования изделий минимальной толщины
- в) *отсутствие возможности наблюдать за качеством расплава*
- г) Невозможность калибрования изделий максимальной толщины
- д) Невозможность использования при высокой скорости экструзии

**4) При производстве пленки рукавным методом ориентация пленки происходит**

- а) в продольном направлении
- б) в поперечном направлении
- в) *одновременно в продольном и поперечном направлении*

**5) Недостаточное сжатие и выравнивание скоростей отдельных потоков расплава приводит к:**

- а) Шероховатость внутренней поверхности
- б) Концентрические волнообразные утолщения, периодически повторяющиеся вдоль трубы
- в) *Продольные утолщения, симметрично расположенные по внутренней окружности трубы*
- г) Овальность трубы

**6) Коэффициент вытяжки при получении рукавной пленки выбираем в пределах**

- а) 2 - 3,5
- б) 2-5
- в) 1,5-3
- г) 3-5

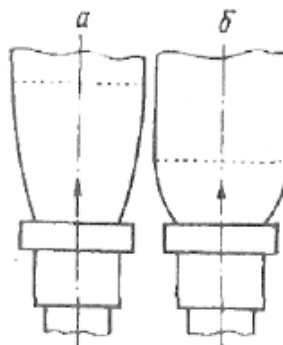
**7) Увеличение степени кристалличности получаемых пленок обеспечивается**

- а) Увеличением скорости охлаждения
- б) *Уменьшением скорости охлаждения*
- в) Снижением температуры получения пленки
- г) Повышением температуры получения пленки

д) При увеличении толщины получаемой пленки

**8) На рисунке представлена конфигурация пленочного рукава при получении пленки методом раздува. Для перехода конфигурации (а) к конфигурации (б) необходимо**

- а) Увеличить скорость охлаждения
- б) Уменьшить продольную вытяжку
- в) Уменьшить скорость охлаждения
- г) Увеличит продольную вытяжку
- д) Уменьшить температуру расплава
- е) Увеличить температуру расплава

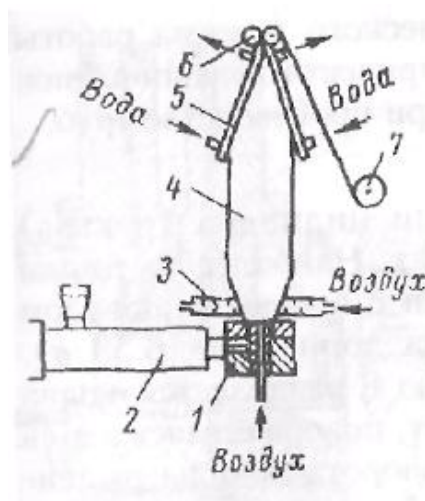


**9) При испытании труба не выдерживает внутреннее гидростатическое давление. Для устранения этого дефекта необходимо**

- а) Повысить температуру расплава
- б) Уменьшить скорость экструзии
- в) Усилить охлаждение калибрующей насадки
- г) Понизить температуру расплава
- д) Увеличить скорость экструзии
- е) Ослабить сжатие транспортирующих органов тянущего устройства

**10) На рисунке изображена технологическая схема производства пленки рукавным методом. Сопоставьте цифры на рисунке с названием элементов.**

- а) рукав пленки
  - б) Обдувочное кольцо
  - в) Экструдер
  - г) Формующая головка
  - д) Приемное устройство
  - е) Направляющие пластины
  - ж) Тянущие валки
- 1-г, 2-в, 3-б, 4-а, 5-е, 6-ж, 7-д



## 9 семестр:

### Тест №1

#### 1) Расположите стадии технологического процесса прессования в правильном порядке

- 1) закрепление листовой заготовки;
  - 2) формование;
  - 3) предварительная вытяжка;
  - 4) охлаждение;
  - 5) нагревание;
  - 6) вырубка и извлечение изделия
- а) 153246
  - б) 123456
  - в) 132546
  - д) 354321

#### 2) Полимер при пневмо(вакуум)формовании изделий находится в

- а) Вязкотекучем состоянии
- б) Стеклообразном состоянии
- в) Кристаллическом состоянии
- г) *Высокоэластическом состоянии*
- д) В любом из выше перечисленных

#### 3) Стадия предварительной вытяжки при пневмо(вакуум)формовании позволяет

- а) Улучшить внешний вид изделия
- б) Повысить производительность
- в) *Уменьшить разнотолщинность изделия*
- г) *Получить изделия большей глубины*

#### 4) Нагрев листа из полиэтилена, нельзя осуществить

- а) Обдувом горячего воздуха
- б) Нагревом в термошкафу
- в) Нагревом инфракрасными лучами
- г) *Нагревом токами высокой частоты*
- д) Опусканием в горячую жидкость

#### 5) Укажите фактор, который не влияет на коэффициент вытяжки

- а) Размер изделия
- б) Конфигурация изделия
- в) Температура листа
- г) Давление формования
- д) *Цвет полимера*
- е) *Способ нагрева*

#### 6) Недостатки метода штампования

- а) *Высокая стоимость формы*
- б) Невозможность изготовления изделия сложной конфигурации
- в) *Невозможность получения изделия с большой глубины*
- г) Невозможность получения точных изделий

#### 7) Для изготовления изделий из полимера чувствительного к охлаждению применяют

- а) Вакуум-формование в матрицу
- б) *Вакуум-формование на пуансоне с предварительной вытяжкой сжатым воздухом*
- в) Вакуум-формование с вытяжкой толкателя
- г) Вакуум-формование на пуансоне
- д) Пневмо-формование с вытяжкой листа толкателя

**8) Для изготовления изделия с минимальной разнотолщиной не используют**

- а) Пневмо-формование с вытяжкой листа толкателем
- б) Вакуум-формование с предварительной вытяжкой толкателем
- в) Штампование

г) Вакуум-формование с вытяжкой воздушной подушкой

**9) Время охлаждения изделий при пневмо(вакуум)формовании не зависит от**

- а) Толщины листа
- б) Толщины изделия
- в) Температуропроводности полимера
- г) Теплопроводности полимера
- д) Температуры формы
- е) температуры полимера

ж) Метода формования

**10) Укажите материалы, который нельзя перерабатывать методом формования изделий из листовых материалов**

- а) Полиуретан
- б) Полиэтилен
- в) Полистирол
- г) Пластикат
- д) Фторопласт
- е) АБС-пластик

### Контрольная работа №1

**Формование изделий из армированных пластиков. Вальцевание и каландрование.**

1. Назначение вальцев и каландров?
2. Расскажите о различных схемах переработки композиций на вальцах и каландрах?
3. Как регулируется толщина пленки, листа?
4. Изготовление изделий каландрованием?
5. Виды каландров?
6. Что такое каландровый эффект? Способы его уменьшения?
7. Какие вещества входят в состав композиции для вальцевания и каландрования? Их назначение?
8. Основные виды брака при каландровании, их причины, способы устранения?
9. Калибрование вакуумом?
10. Как достигается смещение при вальцевании?
11. Объясните устройство валковых машин?
12. Армированные пластики. Сырье, методы получения, свойства.
13. Классификация методов изготовления изделий из реактопластов?
14. Армированные пластики. Методы переработки?
15. Чем отличается процесс вальцевания от каландрования?
16. Назначение вальцев и каландров
17. Расскажите о различных схемах переработки композиций на вальцах и каландрах.
18. Почему на вальцах трудно получить тонкие пленки и толстые листы?
19. Как регулируется толщина пленки, листа?
20. Расскажите о регулировании температуры материала, о ее изменениях в процессе переработки.



21. Что такое каландровый эффект? Способы его уменьшения.
22. Какие вещества входят в состав композиций для вальцевания и каландрования? Их назначение.
23. Физико-химические процессы при вальцевании, каландровании.
24. Основные виды брака при каландровании, их причины, способы устранения.
25. Что влияет на глубину затекания композиции при пропитке тканей, дублировании, ламинировании?
26. Каковы причины увеличения толщины листа, пленки по сравнению с зазором между валками?
27. Объясните устройства валковых машин.

## **Контрольная работа №2**

### **Специальные методы переработки пластмасс.**

#### **Сварка, склеивание и механическая обработка изделий**

##### **Вопросы:**

1. Факторы, влияющие на механическую обработку полимеров?
2. Примеры применения специального режущего инструмента?
3. От чего зависит скорость реакции?
4. Особенности шлифования полимерных материалов?
5. Полимерные материалы способные свариваться?
6. Полимерные материалы способные склеиваться?
7. Виды сварки?
8. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки с применением инфракрасного излучения)?
9. Достоинства и недостатки контактной сварки (сжатым газом)?
10. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки с применением инфракрасного излучения)?
11. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки с трением)?
12. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки ультразвуком)?
13. Необходимые условия получения прочного клеевого соединения?
14. Выбор клея?
15. Особенности склеивания термопластов?
16. Особенности склеивания реактопластов?
17. Пластмассы, используемые для напыления? Способы напыления пластмасс, их достоинства и недостатки?

## **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

### **8 СЕМЕСТР**

1. Экструзия. Изделия, сырье, оборудование. Назначение, параметры и зоны червяка.
2. Выбор технологических параметров при литье под давлением термопластов.
3. Определение времени выдержки под давлением и давления прессования при компрессионном прессовании.
4. Литье под давлением термопластов. Место этого метода среди других методов переработки. Сырье, оборудование. Набор дозы. Особенности шнека.
5. Производительность экструдера. Рабочая точка экструдера.
6. Закономерности движения полимера в шнековом экструдере. Зона дозирования.
7. Литье под давлением реактопластов.

8. Литье под давлением термопластов. Влияние технологических параметров на качество изделий.
9. Влияние технологических параметров на качество.
10. Литье под давлением: смыкание формы, впрыск расплава, выдержка под давлением.
11. Технология производства труб методом экструзии
12. Закономерности движения полимера в шнековом экструдере. Зоны загрузки и сжатия.
13. Особенности изменения давления и температуры в форме при литье термопластов и реактопластов.
14. Производство листов, кабельной изоляции и профильно-погонажных изделий.
15. Сравнительный анализ методов переработки пластмасс.
16. Влияние технологических параметров на качество изделий, изготовляемых литьем под давлением.
17. Литьеовое прессование.
18. изменение давления и температуры в литьеовой форме в процессе формования изделия.
19. получение пленок щелевым методом. нанесение полимерных пленок на подложку методом экструзии.
20. литье под давлением термопластов: выдержка под давлением и охлаждение.
21. Производительность экструдера.
22. Влияние технологических параметров на качество труб, изготовляемых экструзией.
23. Что включает технология переработки пластмасс?
24. Что входит в состав пластмассы помимо полимера?
25. На какие виды делятся пластмассы?
26. Что обозначают термины: адгезия, когезия?
27. Назовите методы определения остаточных напряжений в изделиях?
28. Роль механизации и автоматизации производственных процессов в переработке пластмасс?
29. Классификация методов изготовления изделий из термопластов?
30. Дайте характеристику цикла формования изделия литьем под давлением. Выполните расчет примерного цикла литья под давлением?
31. С какой целью выполняется операция выдержки под давлением в литьеовой форме при литье термопластов? Выполняется ли эта операция при литье реактопластов?
32. Объясните, почему масса изделия, как правило, увеличивается с повышением температуры литья термопластов?
33. Как зависит прочность изделия в местах спаев и расположения литника от режима литья?
34. От каких факторов зависит время охлаждения изделия в форме? Как рассчитать время охлаждения?
35. Как зависит усадка изделия от сырья и технологических параметров процесса литья под давлением?
36. Объясните причины падения давления в форме в ходе процесса литья под давлением. Каким должно быть остаточное давление и почему?
37. Как выбирают технологические параметры литья под давлением?
38. Назовите причины брака литьеовых изделий и способы их устранения?
39. Как приводиться в движение цилиндр, шнек, форма, выталкиватель?
40. Какие зоны различают по длине цилиндра и червяка червячного экструдера? Каковы их функции?
41. Что понимают под изотермическим, адиабатическим и политропическим режимами работы червячного экструдера?

42. Каковы основные геометрические параметры червяка?
43. Какие факторы, и каким образом, влияют на положение рабочей точки экструзии и производительность экструдера?
44. На чем основан выбор основных технологических параметров процесса экструзии?
45. Ротационное и центробежное формование?
46. Стадии процесса ротационного формования?
47. Изделия, изготавливаемые методом ротационного формования?
48. Достоинства и недостатки метода?
49. Полимеры, используемые для переработки методом ротационного формования?
50. Дозировка полимера методом ротационного формования?
51. Формование изделий?
52. Способы нагрева формы?
53. Время формования?
54. Особенности центробежного формования?
55. Изготовление пустотелых изделий из трубчатых заготовок.
56. Получение пленок методом раздува рукава.
57. Ориентация пленок. Цель и методы ориентации.
58. Ротационное формование.
59. Изготовление пустотелых изделий выдуванием.
60. Основные технологические параметры процесса прессования.
61. Формование изделий из листовых материалов. Пневмоформование и штампование.
62. Получение пленок методом раздува рукава.
63. Формование изделий из листовых материалов. Вакуум формование.
64. Армированные пластики. Сырье, методы получения, свойства.
65. Получение комбинированных пленочных материалов.

## **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

### **9 СЕМЕСТР**

1. Назначение вальцев и каландров?
  1. Почему на каландрах трудно получать тонкие пленки и толстые листы?
  2. Как регулируется толщина пленки листа?
  3. Что такое каландровый эффект?
  4. Что влияет на глубину затекания композиции при пропитке тканей, дублировании, ламинирование?
  5. Как достигается смещение при вальцевании?
  6. Как движется композиция в зазоре между валками?
  7. Чем определяется продолжительность формования изделия?
  8. Как уменьшить разнотолщинность в изделиях, получаемых термоформованием?
  9. Какие технологические параметры термоформования вы знаете? Как они определяются?
  10. Расскажите о технологическом процессе сварки пластмасс одним из методов?
  11. В каких физических состояниях находится полимер (ПЭ, ПС, ПВХ и др.) до сварки, в процессе сварки, после сварки?
  12. Что такое «химическая сварка»?
  13. Какие материалы трудно сваривать?
  14. Как влияет толщина клеевого слоя на прочность соединения?
  15. Какое значение имеет вязкость клея при склеивании? Как изменить вязкость клея?

16. Как рассчитать давление прессования? Как регулируется давление прессования на прессе?
17. Назовите параметры процесса таблетирования. Как они выбираются, рассчитываются?
18. Рассчитайте цикл прессования изделия?
19. Чем объяснить анизотропию свойств стеклопластика?
20. Как влияет концентрация связующего на плотность изделия и соотношение связующее-наполнитель?
21. Как влияет толщина изделия на технологический процесс его изготовления?
22. Какие достоинства и недостатки имеет метод контактного формования?
23. Приведите примеры химических реакций в процессе изготовления изделий из армированных пластиков?
24. Назовите основные технологические характеристики связующего и наполнителя, определяющие скорость и качество пропитки?
25. Что такое стеклопластики?
26. Методы нанесения металлических покрытий на пластмассы?
27. Достоинства и недостатки вакуумного метода металлизации?
28. Химические особенности металлов?
29. Факторы, влияющие на механическую обработку полимеров?
30. Примеры применения специального режущего инструмента?
31. От чего зависит скорость реакции?
32. Особенности шлифования полимерных материалов?
33. Полимерные материалы способные свариваться?
34. Полимерные материалы способные склеиваться?
35. Виды сварки?
36. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки нагретым инструментом)?
37. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки сжатым газом)?
38. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки с применением инфракрасного излучения)?
39. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки трением)?
40. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки ультразвуком)?
41. Необходимые условия получения прочного клеевого соединения?
42. Выбор клея?
43. Особенности склеивания термопластов?
44. Особенности склеивания реактопластов
45. Пластмассы, используемые для напыления?
46. Способы напыления пластмасс, их достоинства и недостатки?
47. Изготовление изделий каландрованием.
48. Прессование. Композиции, стадии прессования, давление прессования.
49. Компрессионное прессование.
50. Сравнительный анализ методов переработки пластмасс.

Планирование самостоятельной работы студентов по дисциплине «Технология переработки пластмасс» для направления 18.03.01 «Химическая технология»

Усвоение курса «Технология переработки пластмасс» обеспечивается систематической самостоятельной работой студентов в соответствии с тематическим планом.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:

Самостоятельная работа студентов проводится в соответствии с тематическим планом курса. Программой предусматривается систематическое изучение теоретического материала по конспектам лекций и учебным пособиям, подготовку к лабораторным работам, проведение расчетов по программам для ЭВМ, с которыми бакалавры могут ознакомиться на занятиях и проконсультироваться у преподавателя. Для самостоятельной работы бакалаврам выдается перечень вопросов по каждой теме с указанием источников информации - основной и дополнительной литературы. Контроль самостоятельной работы осуществляется при сдаче отчетов по лабораторным работам, сдаче зачета и экзамена.

### Вопросы для СРС для 8 семестра

1. Ротационное и центробежное формование?
2. Стадии процесса ротационного формования?
3. Изделия изготавливаемые методом ротационного формования?
4. Достоинства и недостатки метода?
5. Полимеры используемые для переработки методом ротационного формования?
6. Дозировка полимера методом ротационного формования?
7. Формование изделий?
8. Способы нагрева формы?
9. Время формования?
10. Особенности центробежного формования?
11. Основные параметры червяка?
12. Дать определение рабочей точки экструдера?
13. В каких состояниях находиться полимер в зонах дозирования, плавления и загрузки?
14. Как достигается требуемая толщина пленки, полученной через плоско-щелевую головку?
15. Влияние технологических параметров на качество труб (температура расплава)?
16. Зоны червяка?
17. Ориентированные пленки находятся в равновесном или неравновесном состоянии? Почему?
18. Сравните способы калибрования сжатым воздухом и вакуумом?
19. Стадии получения пленок раздувом рукава. Особенности экструдера?
20. Чтобы увеличить усадку терм усадочной пленки температуру ориентации надо увеличить или уменьшить? Почему?
21. Причины движения материалов в зоне загрузки?
22. Режимы работы экструдеров?
23. Причины движения материалов в зоне плавления?
24. Признаки начала зоны дозирования?
25. Какие свойства и как меняются при повышении температуры ориентация пленок?
26. Назовите изделия получаемые литьем под давлением?
27. Литье под давлением. Движение материала в формующей полости?
28. На чем скажется превышение температуры расплава?
29. Литье под давлением. Изменение температуры при заполнение формы?

30. Литье под давлением. Стадии. Особенности шнеков?
31. Литьеовое прессование?
32. Литье под давление реактопластов?
33. Литье под давление термопластов?
34. Виды брака при получении изделий методом литья под давлением?
35. Для каких материалов применяются сопла открытого и закрытого типа?
36. Литье под давлением термопластов. Место этого метода среди других методов переработки. Сырье, оборудование. Особенности шнека?
37. Литье под давлением: смыкание и размыкание формы, впрыск расплава, выдержка под давлением?
38. Особенности изменения давления и температуры в форме при литье термопластов и реактопластов?
39. Литье под давлением термопластов: выдержка под давление и охлаждение формы?
40. Основные параметры при выборе литьеовой машины?
41. Термофиксация необходима при получении обычной или термоусадочной пленки из ПЭ? Почему?
42. Ориентация пленок. Цель и методы ориентации?
43. Формирование изделий из листовых материалов. Вакуум формование?
44. Формирование изделий из листовых материалов. Штампование и пневмоформование?
45. Получение пленок раздувом рукава. Ориентация пленки?
46. Виды брака при вакуум формовании?
47. Изготовление пустотелых изделий выдуванием?
48. Получение пленок методом раздува рукава? Охлаждение пленки?
49. Основные области использования метода вакуум формования и вальцевания?
50. Какие изделия получают вакуум формованием и пневмоформованием?

### **Вопросы для СРС для 9 семестра**

1. Расскажите о технологическом процессе сварки пластмасс одним из методов?
2. В каких физических состояниях находится полимер (ПЭ, ПС, ПВХ и др.) до сварки, в процессе сварки, после сварки?
3. Что такое «химическая сварка»?
4. Какие материалы трудно сваривать?
5. Как влияет толщина клеевого слоя на прочность соединения?
6. Какое значение имеет вязкость клея при склеивании? Как изменить вязкость клея?
7. Методы нанесения металлических покрытий на пластмассы?
8. Достоинства и недостатки вакуумного метода металлизации?
9. Химические особенности металлов?
10. Факторы, влияющие на механическую обработку полимеров?
11. Примеры применения специального режущего инструмента?
12. от чего зависит скорость реакции?
13. Особенности шлифования полимерных материалов?
14. Полимерные материалы способные свариваться?
15. Полимерные материалы способные склеиваться?
15. Виды сварки?
16. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки нагретым инструментом)?
17. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки сжатым газом)?
18. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки с применением инфракрасного излучения)?

19. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки трением)?
20. Достоинства и недостатки контактной сварки (сварки ультразвуком)?
21. Необходимые условия получения прочного клеевого соединения?
22. Выбор клея?
23. Особенности склеивания термопластов?
24. Особенности склеивания реактопластов
25. Пластмассы, используемые для напыления? Способы напыления пластмасс, их достоинства и недостатки?
26. Классификация методов изготовления изделий из реактопластов?
27. Напишите химические реакции, протекающие при прессовании различных реактопластов?
28. Как рассчитать давление прессования? Как регулировать давление прессования в прессе?
29. Рассчитайте цикл прессования?
30. Назовите основные узлы пресса и объясните их устройство?
31. Армированные пластики. Методы переработки?
32. Изготовление пустотелых изделий из трубчатых заготовок?
33. Чем отличается процесс вальцевания от каландрования?
34. Назначение вальцев и каландров?
35. Расскажите о различных схемах переработки композиций на вальцах и каландрах?
36. Как регулируется толщина пленки, листа?
37. Изготовление изделий каландрованием?
38. Виды каландров?
39. Что такое каландровый эффект? Способы его уменьшения?
40. Какие вещества входят в состав композиции для вальцевания и каландрования? Их назначение?
41. Основные виды брака при каландровании, их причины, способы устранения?
42. Калибрование вакуумом?
43. Как достигается смещение при вальцевании?
44. Объясните устройство валковых машин?
45. Отличие вальцев от каландров?

## **VI. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Современные методы переработки полимерных материалов. Экструзия. Литье под давлением: учеб. Пособие / Ю.Т. Панов, Л.А. Чижова, Е.В. Ермолаева; Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. - Владимир: Изд-во ВЛГУ, 2013. - 128с.

2. Современные методы переработки полимерных материалов. Переработка реактопластов: учебное пособие / ю. Т. Панов, Л. А. Чижова, Е. В. Ермолаева; - Владимир: (ВлГУ), 2014. - 143 с., табл.

3. Технология литья [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Г. Кузнецов, Ф.А. Гарифуллин, Г.С. Дьяконов. - Казань: Издательство КНИТУ, - 2012.

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Практикум по технологии переработки и испытаниям полимеров и композиционных материалов А. Н. Садова, В. Г. Бортников, А. Е. Заикин и др. - М.: КолосС, Влияние и устранение проблем в экструзии / К. Рауендаль, М.Д. Пилар Норьега е., х. Харрис; пер. сангл. - 2-е изд. - СПб.: Профессия, 2011. - 368с.

2. Технология получения полимерных пленок из расплавов и методы исследования их свойств [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Садова - Казань: Издательство КНИТУ, 2013.-

3. Принципы управления качеством полимерной продукции [Электронный ресурс] / Садова А.Н. - М. : КолосС, - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) - 2009.

4. Сварка полимерных труб и фитингов с закладными электронагревателями [Электронный ресурс]: монография / В.И. Кимельблат, И.В. Волков, О.В. Стоянов. - Казань: Издательство КНИТУ - 2013.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Теоретический курс:**

1. Мультимедийные средства.
2. Слайды-лекции.

### **Лабораторный практикум:**

1. лабораторный практикум проводится в лаборатории 125.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.01. «Химическая технология» и профилю подготовки «Технология и переработка полимеров»

Рабочую программу составил д.т.н., проф. Панов Ю. Т.  
Рецензент (ы) зам. директора ООО «Технолог» Е. Ю. Рубцова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Химические технологии» от 5.09.16 года, протокол № 1

Заведующий кафедрой



Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления протокол № 1 от 5.09.16 года.

Председатель комиссии



Ю.Т. Панов