

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и  
пищевых производств»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Б.1.2.6 «Технология переработки полимеров»

направления подготовки

18.03.01 "Химическая технология"

Профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств»

Форма обучения: очная, заочная

Объем дисциплины:


в зачетных единицах: 3 з.е.

в академических часах: 108 ак.ч.

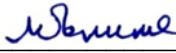
Рабочая программа по дисциплине Технология переработки полимеров направления подготовки 18.03.01 "Химическая технология", направленность профиля 4 "Технология химических и нефтегазовых производств" составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.03.01 "Химическая технология", утвержденным приказом Минобрнауки России 07.08.2020 №922.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «06» июня 2024 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой  / Левкина Н.Л. /  
подпись Ф.И.О.

**одобрена** на заседании УМКН от «14» июня 2024 г., протокол №5.

Председатель УМКН  / Левкина Н.Л. /  
подпись Ф.И.О.

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины Б.1.2.6 «Технология переработки полимеров»: формирование технологического мышления и практических навыков для подготовки выпускников к самостоятельной профессиональной производственно-технологической деятельности.

В соответствии с поставленной целью основными задачами курса являются:

- овладение промышленными типовыми методами переработки полимеров;
- изучение физико-химических процессов, протекающих при переработке полимеров, позволяющих обеспечить получение материалов заданного строения и структуры, обладающих требуемым комплексом свойств;
- приобретение студентами общего понимания процессов переработки полимеров с учетом их особенностей и получение знания общего подхода к созданию и организации технологических процессов производства тех или иных материалов из полимеров и композиций на их основе;
- подготовка студентов к изучению следующих курсов по различным специализациям, связанным с созданием технологических процессов и разработкой новых материалов и изделий различного назначения из полимеров.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Технология переработки полимеров» относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции:

ПК-1. Способен выбирать методы и параметры переработки полимерных и композиционных материалов

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1. Способен выбирать методы и параметры переработки полимерных и композиционных материалов	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Способен применять теоретические и технологические закономерности переработки полимеров при выборе метода и параметров технологического процесса изготовления изделий из полимерных и композиционных материалов	<p><b>знать:</b> основные физико-химические закономерности переработки полимеров различными методами; существующие способы переработки полимеров и основы выбора метода переработки; технологические особенности переработки полимерных и композиционных материалов различными методами</p> <p><b>уметь:</b> определять основные технологические характеристики полимеров, влияющие на выбор метода переработки; анализировать результаты определения технологических свойств, влияющих на выбор метода переработки; осуществлять выбор и ведение процесса переработки</p> <p><b>владеть:</b> практическими навыками выбора метода и параметров процесса переработки полимерных и композиционных материалов</p>

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**  
*очная форма обучения*

Вид учебной деятельности	ак. часов		
	Всего	по семестрам	
		7 семестр	8 семестр
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	44	48	44
• занятия лекционного типа,	38	16	22
• занятия семинарского типа:			
практические занятия	16	16	-
лабораторные занятия	38	16	22
в том числе занятия в форме практической подготовки			
2. Самостоятельная работа студентов, всего	124	60	64
– курсовая работа (проект) (отсутствует – / при наличии +)	-	-	
– расчетно-графическая работа (отсутствует – / при наличии +)	-	-	
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>		зачет	экзамен
Объем дисциплины в зачетных единицах	6	3	3
Объем дисциплины в акад. часах	216	108	108

### **заочная форма обучения**

Вид учебной деятельности	ак. часов		
	Всего	по семестрам	
		9 семестр	10 семестр
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	30	16	14
• занятия лекционного типа,	12	6	6
• занятия семинарского типа:			
практические занятия	4	4	-
лабораторные занятия	14	6	8
в том числе занятия в форме практической подготовки			
2. Самостоятельная работа студентов, всего	186	92	94
– курсовая работа (проект) (отсутствует – / при наличии +)	-	-	
– расчетно-графическая работа (отсутствует – / при наличии +)	-	-	
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>		зачет	экзамен
Объем дисциплины в зачетных единицах	6	3	3
Объем дисциплины в акад. часах	216	108	108

## **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий**

### **5.1. Содержание дисциплины**

#### **7 семестр (9 семестр)**

**Тема 1. Введение. Интенсивность использования пластмасс – дальнейшее развитие научно-технического прогресса.**

Преимущества полимерных материалов по сравнению с другими. Особенности переработки и эксплуатации полимеров. Основные задачи в области переработки. Вопросы усовершенствования существующих технологических процессов переработки пластмасс. Прогнозирование надежности и долговечности полимерных изделий.

**Тема 2. Классификация методов переработки пластмасс.**

Наука о переработке полимеров как инженерная дисциплина. Современное определение переработки пластмасс. Методы переработки.

**Тема 3. Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку**

Основные физико-химические, реологические и технологические характеристики полимеров. Связь технологии переработки с фазовым и физическим соотношением полимеров.

**Тема 4. Деформирование и релаксация полимеров**

Виды деформации полимеров, основные законы деформирования, время релаксации и ее физический смысл, время релаксации в зависимости от природы вещества, релаксация напряжений.

**Тема 5. Реология полимерных жидкостей**

Общие понятия о реологических системах. Вязкие, вязкоупругие и тиксопропные жидкости. Взаимосвязь напряжения и скорости сдвига, основные уравнения, применяемые для описания напряжения от скорости сдвига.

Степенное уравнение зависимости напряжения от скорости сдвига для расплавов полимеров, анализ уравнения, определение степени неньютоновского поведения.

Механические модели, применяемые для описания вязкоупругих свойств. Эластическое восстановление (коэффициент разбухания).

### **Тема 6. Структурообразование в полимерах при их переработке**

Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке

## **8 семестр (10 семестр)**

### **Тема 1. Технология переработки полимеров методом прессования**

Предмет и задачи курса. Классификация методом переработки. Современные тенденции отрасли переработки пластмасс. Технология прямого прессования реактопластов. Требования к технологическим свойствам сырья, операционная схема прессования изделий. Обоснование выбора технологических параметров и их влияние на качество изделий.

Обоснование выбора технологических параметров и их влияние на качество изделий. Разработка технологической карты прессования изделий из реактопластов. Дефекты пресс-изделий, причины образования и рекомендации по их устранению. Критерии выбора гидравлического пресса.

Технология прессования слоистых пластиков. Направления совершенствования метода прямого прессования.

### **Тема 2. Технология переработки полимеров методом литья под давлением**

Литье под давлением термопластов. Сущность, преимущества, недостатки метода.

Требования к литьевым маркам термопластов. Технологическая и операционная схема производства литьевых изделий.

Обоснование выбора технологических параметров литья и их влияние на качество литьевых изделий. Разработка технологической карты литья.

Литье под давлением реактопластов. Требования к технологическим свойствам реактопластов, оборудованию, литьевым формам. Технологическая схема производства, нормы технологического режима литья с обоснованием. Критерии выбора литьевых машин

Особенности литья различных видов ненаполненных, дисперсно-и волокнонаполненных термопластов. Виды брака литьевых изделий, причины возникновения и рекомендации по устранению. Основные направления совершенствования литьевого метода. Современные технологии литья

### **Тема 3. Технология переработки полимеров методом экструзии**

Основы экструзии термопластов. Сущность, преимущества, применение экструзионного метода. Требования к экструзионным маркам термопластов. Закономерности движения полимера в экструдере. Технологические параметры экструзии.

Технологические особенности переработки дисперсно- и волокнонаполненных экструзионных композиций

**5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий**  
**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6
<b>7 семестр</b>					
1	Введение. Интенсивность использования пластмасс – дальнейшее развитие научно-технического прогресса.	2	2	4	ИД-2ПК-1
2	Классификация методов переработки пластмасс.	2	-	4	ИД-2ПК-1
3	Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку	2	8	10	ИД-2ПК-1
4	Деформирование и релаксация полимеров	2	8	10	ИД-2ПК-1
5	Реология полимерных жидкостей	6	10	16	ИД-2ПК-1
6	Структурообразование в полимерах при их переработке	2	4	16	ИД-2ПК-1
	<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>60</b>	
<b>8 семестр</b>					
1	Технология переработки полимеров методом прессования	6	6	10	ИД-2ПК-1
2	Технология переработки полимеров методом литья под давлением	8	8	27	ИД-2ПК-1
3	Технология переработки полимеров методом экструзии	8	8	27	ИД-2ПК-1
	<b>Итого</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>64</b>	-

**заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6
<b>9 семестр</b>					
1	Введение. Интенсивность использования пластмасс – дальнейшее развитие научно-технического прогресса.	1	-	4	ИД-2ПК-1
2	Классификация методов переработки пластмасс.	1	-	20	ИД-2ПК-1
3	Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку	1	-	20	ИД-2ПК-1
4	Деформирование и релаксация полимеров	1	2	16	ИД-2ПК-1
5	Реология полимерных жидкостей	1	4	22	ИД-2ПК-1
6	Структурообразование в полимерах при их переработке	1	4	10	ИД-2ПК-1
	<b>Итого</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>92</b>	
<b>10 семестр</b>					
1	Технология переработки полимеров методом прессования	2	2	30	ИД-2ПК-1
2	Технология переработки полимеров методом литья под давлением	2	2	30	ИД-2ПК-1
3	Технология переработки полимеров методом экструзии	2	4	34	ИД-2ПК-1
	<b>Итого</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>94</b>	-



## 5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование лабораторного занятия	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)	заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)
1	2	3	4	5	6
1	Введение. Интенсивность использования пластмасс – дальнейшее развитие научно-технического прогресса.	Полимерные композиционные материалы, особенности их переработки. Важность основных стадий.	2		-
2	Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку	Связь технологии переработки с фазовым и физическим соотношением полимеров.	2		-
3	Деформирование и релаксация полимеров	Деформирование полимеров при переработке, релаксационные явления в полимерах.	2		-
4	Реология полимерных жидкостей	Кривые течения. Основные закономерности течения расплавов и растворов полимеров.	2		2
5		Реология растворов. Особенности течения термореактивных полимеров.	2		-
6		Диффузионные процессы в системе связующее-наполнитель	2		-
7,8	Структурообразование в полимерах при их переработке	Связь формирующейся при переработке структуры и свойств полимеров	4		2
	<b>Итого</b>		<b>16</b>		<b>4</b>

### 5.3. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование лабораторного занятия	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)	заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)
1	2	3	4	5	6
7 семестр (9 семестр)					
1	Деформирование и релаксация полимеров	Получение реактопластов методом заливки. Изучение влияния технологических параметров на качество изделий.	6		2
2	Реология полимерных жидкостей	Пленочные технологии из растворов полимеров. Изучение влияния параметров процесса на качество изделий	6		2
3	Структурообразование в полимерах при их переработке	Пропитка волокнистых основ растворами полимеров Изучение влияния технологических параметров на свойства изделий.	4		2
	<b>Итого</b>		<b>6</b>		<b>8</b>
8 семестр (10 семестр)					
1	Технология переработки полимеров методом прессования	Прессование реактопластов. Изучение влияния технологических параметров на качество изделий.	6		2
2	Технология переработки полимеров методом литья под давлением	Литье изделий из термопластов. Изучение влияния параметров литья на качество изделий.	8		2
3	Технология переработки полимеров методом экструзии	Экструзия термопластов. Изучение влияния технологических параметров на свойства труб, профилей.	8		4
	<b>Итого</b>		<b>22</b>		<b>8</b>

#### 5.4. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в академических часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1	2	3	4	5	6
7 семестр (9 семестр)					
1	Введение. Интенсивность использования пластмасс – дальнейшее развитие научно-технического прогресса	Уникальный комплекс свойств полимеров. Экономический эффект от применения полимерных материалов. Современное состояние в области получения, применения и улучшения свойств полимеров	4		4
1	Классификация методов переработки пластмасс.	Усовершенствование существующих методов переработки полимеров. Современные способы переработки пластмасс.	4		20
2	Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку	Основные представления о молекулярной и надмолекулярной структуре полимеров. Фазовое и физическое состояние полимеров. Факторы, определяющие возможность переработки полимеров различными методами.	10		20
3	Деформирование и релаксация полимеров	Деформирование и релаксация полимеров. Основные законы, понятие релаксационного спектра. Остаточные напряжения и усадка.	16		16
	Реология полимерных жидкостей	Основные закономерности течения расплавов полимеров. Механические модели, применяемые для описания вязкоупругих свойств.	16		22
4	Структурообразование в полимерах при их переработке	Регулирование свойств полимеров в процессе переработки. Пути регулирования структуры полимеров: температурно-временной и введение структурообразователей. Введение наполнителей и пластификаторов. Особенности строения кристаллизующихся и аморфных полимеров. Долговременная прочность и анализ структурной составляющей	16		10
	<b>Итого</b>		<b>60</b>		<b>92</b>
8 семестр (10 семестр)					
	Технология пере-	Автоматизированное	10		30

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1	2	3	4	5	6
	работки полимеров методом прессования	прессование реактопластов. Дефекты пресс-изделий, причины образования и рекомендации по их устранению. Разработка технологической карты прессования.			
	Технология переработки полимеров методом литья под давлением	Современные технологии литья. Виды брака изделий, причины возникновения и рекомендации по их устранению. Разработка технологической карты литья.	27		30
	Технология переработки полимеров методом экструзии	Технология соэкструзии. Виды брака экструзионных изделий, причины образования и рекомендации по устранению. Разработка технологической карты производства труб, листов, пленок, профилей экструзионным способом.	27		34
	<b>Итого</b>		<b>64</b>		<b>94</b>

## 6. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа не предусмотрена

## 7. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена

## 8. Курсовой проект

Курсовой проект не предусмотрен

## 9. Контрольная работа

Контрольная работа не предусмотрена для очной формы обучения

Вопросы к контрольной работе для студентов заочной формы обучения

9 семестр

**Тема 1. Введение. Интенсивность использования пластмасс – дальнейшее развитие научно-технического прогресса.**

1. Назначение, экономическая эффективность, основные исторические этапы развития и объемы выпуска полимерных материалов.

**Тема 2. Классификация методов переработки пластмасс.**

2. Основные способы формования изделий из расплавов полимеров.

3. Склеивание термопластов.

4. Склеивание реактопластов

### **Тема 3. Основные характеристики полимеров, влияющие на их переработку**

5. Основные особенности термических свойств полимеров в связи с их физическим строением

6. Компоненты полимерных материалов.

7. Назначение пластификаторов и требования, предъявляемые к пластификаторам.

8. Основные типы веществ, применяемых в качестве пластификаторов при получении различных материалов

9. Связь между физическими состояниями полимеров и молекулярной массой полимеров.

10. Влияние температуры на напряжение полимера при переработке.

11. Адгезия полимеров. Теории адгезии.

12. Связь между работой адгезии, удельной свободной поверхностной энергией и поверхностным натяжением. Физический смысл поверхностного натяжения и единицы его измерения.

13. Связь между работой адгезии и смачиванием

14. Приемы увеличения работы адгезии.

### **Тема 4. Деформирование и релаксация полимеров**

15. Обратимые и необратимые деформации полимеров.

16. Факторы, влияющие на деформацию расплавов полимеров.

17. Механические модели, применяемые для описания вязкоупругих свойств.

18. Вязкоупругие свойства и релаксационные процессы в полимерах

19. Физические состояния полимеров. Деформационные свойства полимеров в различных физических состояниях.

20. Сущность явления вынужденной эластичности. Влияние условий деформирования и характеристик полимера на предел вынужденной эластичности.

21. Термодинамика деформирования полимеров. Соотношение между энергетической и энтропийной составляющими напряжения.

### **Тема 5. Реология полимерных жидкостей**

22. Высокоэластичность расплавов полимеров, эффекты Вайсенберга и Барруса

23. Неустойчивое течение расплавов полимеров.

24. Сущность реологических характеристик ПКМ, единицы их измерения.

25. Методы исследования реологических свойств полимеров

26. Закон Ньютона течения жидкостей, причины отклонения реальных жидких полимеров от закона Ньютона.

27. Классификация полимеров по величине индекса течения и по распределению градиента скорости в канале.

28. Факторы, влияющие на вязкость полимера.

29. Закон Пуазейля, его применение в технологии переработки полимеров.

30. Изменение характеристик струи по мере удаления от фильеры при формовании из расплава полимеров.

31. Условия стабильного формования из расплава.

32. Реологические свойства дисперснонаполненных полимеров

33. Реологические свойства волокнонаполненных полимеров

34. Вязкостные свойства и кинетические закономерности процесса отверждения реакционноспособных олигомеров

35. Влияние наполнителей на течение полимеров

### **Тема 6. Структурообразование в полимерах при их переработке**

36. Влияние наполнителей на структуру и характеристики ПКМ.

37. Структура поверхности наполнителя и кинетика заполнения пор наполнителя.

38. Виды и назначение термообработок полимерных изделий.

39. Связь между химической структурой, составом и проницаемостью полимерных материалов.

#### 40. Причины композиционной неоднородности полимеров

10 семестр

##### **Тема 1. Технология переработки полимеров методом прессования**

1. Современное состояние и перспективы развития отрасли переработки пластмасс.
2. Прессование реактопластов. Требования к технологическим свойствам реактопластов. Основные операции, выбор технологических параметров, разработка технологической схемы и операционной карты
3. Технология производства слоистых листовых пластиков. Исходные материалы, технологическая схема, оборудование, основные операции, параметры технологического процесса (на конкретном примере).
4. Дефекты прессовочных изделий, причины образования и рекомендации по их устранению.
5. Пути улучшения качества прессовочных изделий. Направления совершенствования метода прямого прессования.

##### **Тема 2. Технология переработки полимеров методом литья под давлением**

6. Технология литья термопластов. Требования к литьевым маркам полимеров, основные стадии, рекомендации по выбору технологических параметров. Взаимосвязь режимов литья и свойств изделий
7. Технология переработки реактопластов методом литья под давлением. Требования к технологическим свойствам литьевых марок реактопластов, конструктивные особенности литьевых форм, оборудования, нормы технологического режима (на конкретном примере)
8. Особенности переработки окрашенных термопластов методом литья под давлением.
9. Особенности переработки дисперснонаполненных термопластов методом литья под давлением.
10. Особенности переработки волокнонаполненных термопластов методом литья под давлением.
11. Особенности литья под давлением различных видов ненаполненных термопластов.
12. Технология изготовления вспененных литьевых изделий
13. Виды брака литьевых изделий, причины возникновения и рекомендации по их устранению.
14. Основные направления совершенствования литьевого метода.

##### **Тема 3. Технология переработки полимеров методом экструзии**

1. Экструзия. Назначение. Сущность, преимущества и физико-химические основы метода. Требования к технологическим свойствам экструзионных марок термопластов. Технологические схемы производств основных видов экструзионных изделий.
15. Закономерности движения полимера в шнековом экструдере.
16. Экструзия термопластов. Сущность метода, преимущества, физико-химические основы, исходные полимерные материалы, виды изделий, оборудование, основные операции. Обоснование технологического режима экструзии.
17. Особенности переработки дисперсно- и волокнонаполненных термопластов методом экструзии.
18. Технология изготовления полимерных труб методом экструзии. Обоснование выбора базовых марок полимеров, экструзионного оборудования, технологического режима (на примере полиэтилена высокой плотности). Технологическая схема производства (с описанием). Взаимосвязь технологических параметров и свойств изделий.

19. Виды брака при производстве труб, причины образования и рекомендации по его устранению.
20. Технология изготовления рукавной полимерной пленки методом экструзии. Требования к технологическим свойствам полимеров, виды полимеров, технологическая схема, основные операции, технологические параметры (на конкретном примере) и их влияние на свойства изделий.
21. Виды брака при производстве рукавной пленки, причины возникновения и рекомендации по его устранению.
22. Технология производства плоских пленок методом экструзии. Сырье, схема технологической линии, основные стадии процесса, нормы технологического режима (на конкретном примере).
23. Виды брака при производстве плоской пленки, причины возникновения и рекомендации по его устранению.
24. Технология изготовления листов методом экструзии. Требования к сырью, оборудованию. Технологическая схема производства (с описанием). Нормы технологического режима (на конкретном примере). Влияние режимов переработки на свойства листов.
25. Виды брака при производстве листов методом экструзии, причины возникновения и рекомендации по его устранению
26. Технология изготовления соэкструзионных полимерных пленок. Варианты соэкструзии. Технологические рекомендации по соэкструзии пленок.
27. Технология изготовления вспененных экструзионных изделий.
28. Технология изготовления экструзионно-выдувных изделий. Требования к сырью, операционная схема, технологические параметры и их влияние на качество изделий.
29. Дефекты экструзионных выдувных изделий, причины возникновения и способы устранения.
30. Пути улучшения качества экструзионных изделий. Направления совершенствования метода экструзии

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.2.7 «Технология и переработка полимеров» включает учет успешности выполнения самостоятельной работы, заданий на практических (семинары, решение задач) и лабораторных занятиях, тестовых заданий и сдачу зачета (экзамена).

**Лабораторные работы** считаются успешно выполненными в случае предоставления отчета (журнала), включающего тему, цель, ход работы, результаты эксперимента, их анализ и выводы. Шкала оценивания - «зачтено /

не зачтено». «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся при отчете показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа выполнена неправильно, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдается на проверку преподавателю. Работа на практических занятиях считается зачтенной при активной работе на семинарах, решении задач.

**Практические занятия** считаются успешно выполненными, в случае предоставления в конце занятия или на следующее занятие (по заданию преподавателя) выполненных заданий, включающего задание, ход решения, соответствующие рисунки, диаграммы, таблицы и ответ или выводы по заданию. Шкала оценивания - «зачтено / не зачтено». «Зачтено» на практическом занятии ставится при активной работе обучающегося на семинарах, решении задач, в случае, если задание выполнено правильно, при этом показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если задание выполнено с грубыми ошибками, тогда оно возвращается студенту на доработку.

**Самостоятельная работа** считается успешно выполненной в случае, если проработан теоретический материал по каждой теме. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы.

Оценивание **тестовых заданий** проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 40% вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К зачету (экзамену) по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем лабораторным работам и защите всех занятий;
- сдачи всех модулей;
- успешном написании ответов на тестовые задания;
- сдачи всех отчетов по всем темам самостоятельной работы.

Зачет (экзамен) сдается устно, по билетам, в которых представлено 3 вопроса из перечня «Вопросы для зачета», «Вопросы для экзамена».

На зачете оценивание проводится по шкале «зачтено/незачтено». Критерии при оценивании:

«зачтено» - ответы на вопросы логичные, глубокое знание профессиональных терминов, понятий, категорий, концепций и теорий; очевидны содержательные межпредметные связи; представлена развернутая аргументация выдвигаемых положений, приводятся убедительные примеры; обнаруживается аналитический подход в освещении различных концепций; делаются содержательные выводы, демонстрируется знание специальной литературы в рамках учебного курса и дополнительных источников информации;

«незачтено» - в ответах недостаточно раскрыты профессиональные понятия, категории, концепции, теории; наблюдается стремление подменить научное обоснование проблем рассуждениями обыденно-повседневного бы-



тового характера; присутствует ряд серьезных неточностей; выводы поверхностные или отсутствуют.

Оценивание на экзамене проводится с выставлением одной из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» ставится при: правильном, полном и логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, использовании в ответе дополнительного материала, иллюстрировании теоретического положения практическим материалом.

«Хорошо» ставится при: правильном, достаточно полном и логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, иллюстрировании теоретического положения практическим материалом, при этом в ответе могут иметься негрубые ошибки или неточности, затруднения в использовании практического материала, не вполне законченные выводы или обобщения.

«Удовлетворительно» ставится при: преимущественно правильном, неполном ответе, умении оперировать специальными терминами, при этом в ответе могут иметься негрубые ошибки или неточности, затруднения в использовании практического материала, не вполне законченные выводы или обобщения.

«Неудовлетворительно» ставится при: неправильном, неполном схематичном ответе, неумении оперировать специальными терминами или их незнании.

### **Тестовые задания по дисциплине (примеры заданий)**

Выберите правильный вариант ответа:

Неньютоновские жидкости отличаются от большинства реальных полимерных жидкостей тем, что

- а) вязкость ньютоновской жидкости не зависит от напряжения сдвига
- б) вязкость ньютоновской жидкости растет с увеличением напряжения сдвига
- в) вязкость ньютоновской жидкости уменьшается с увеличением напряжения сдвига

Выберите правильный вариант ответа

Градиент скорости перемещения слоев жидкости в потоке при уменьшении индекса течения

- а) уменьшается
- б) не изменяется
- в) увеличивается

Выберите правильные варианты ответов:

Экструзионные марки термопластов отличаются

- вязкостью
- влажностью
- дефектностью
- пористостью
- насыпной плотностью

Выберите правильные варианты ответов:

Оптические свойства пленок зависят от  
марки полимера  
температуры экструзии  
высоты линии кристаллизации  
давления в головке  
термической усадки

Расположите в правильной последовательности стадии в производстве выдувных изделий из преформ::

Оптические свойства пленок зависят от  
установка преформы на оправку  
нагревание заготовки  
смыкание формы  
формование изделия  
охлаждение изделия  
раскрытие формы  
извлечение изделия

Приведите в соответствие температуры цилиндра (оС) и функциональные зоны червяка при переработке ПЭНД в производстве труб:

зона загрузки	60
зона питания	150
зона плавления	170
зона дозирования	190

Установите соответствие вида экструзионного изделия и индекса расплава ПЭВП:

пленка	2,0-4,0
листы	0,6-1,2
трубы	0,3-0,5

### **Вопросы для зачета**

1. Преимущества полимерных материалов по сравнению с другими материалами. Уникальный комплекс свойств полимеров. Создание качественно новых материалов для конкуренции с традиционными материалами.
2. Полимерные композиционные материалы, особенности их переработка и эксплуатации. Основные задачи в области переработки.
3. Вопросы усовершенствования существующих технологических процессов переработки пластмасс.
4. Прогнозирование надежности и долговечности полимерных изделий. Экономический эффект от применения полимерных материалов.
5. Классификация методов переработки пластмасс. Составление композиции важный этап переработки полимеров.
6. Основные физико-химические, реологические и технологические характеристики полимеров. Связь технологии переработки с фазовым и физическим соотношением полимеров.
7. Термомеханический метод анализа для оценки перерабатываемости полимеров
8. Дифференциально – термический анализ полимеров. Теплофизические свойства полимеров. Основные особенности термических свойств полимеров в связи с их физическим строением.

9. Фазовое состояние полимеров и влияние условий переработки на структуру и свойства полимеров.
10. Регулирование свойств полимеров в процессе переработки. Пути регулирования структуры полимеров: температурно-временной и введение структурообразователей.
11. Введение наполнителей и пластификаторов. Особенности строения кристаллизующихся и аморфных полимеров.
12. Физическое состояние полимеров и структура ориентированного полимера. Различие между ориентированной и вытянутой структурой. Способы создания ориентированного состояния.
13. Основные технологические свойства пластмасс и их значение для выбора метода переработки и расчета технологических параметров.
14. Основные понятия – модуль вязкой жидкости Ньютона, закон Ньютона-Стокса, закон Гука, время релаксации и ее физический смысл, время релаксации в зависимости от природы вещества, релаксация напряжений.
15. Понятие о запаздывание среды на изменение приложенной нагрузки. Пластичность и ползучесть.
16. Два вида деформации – сжатие и расширение. Коэффициент Пуассона. Идеально упругое тело и идеальная жидкость. Упругая деформация, течение идеальных жидкостей.
17. Вязкие, вязкоупругие и тиксопропные жидкости. Взаимосвязь напряжения и скорости сдвига, основные уравнения, применяемые для описания напряжения от скорости сдвига. Кривые течения.
18. Основные закономерности течения расплавов полимеров. Степенное уравнение зависимости напряжения от скорости сдвига для расплавов полимеров, анализ уравнения, определение степени неньютоновского поведения.
19. Эффективная вязкость расплавов полимеров, зависимость вязкости от скорости сдвига, температуры (расчет энергии активации вязкого течения расплавов полимеров и ее значение для переработки) и давления.
20. Проявление тиксотропии и вязкоупругих свойств при течении расплавов полимеров.
21. Механические модели, применяемые для описания вязкоупругих свойств.
22. Эластическое восстановление (коэффициент разбухания).
23. Нормальные напряжения (эффект Вайссенберга). Неустойчивое течение расплавов полимеров.
24. Влияние технологических параметров на структуру полимеров при их переработке
25. Направленное регулирование структуры полимеров

### **Вопросы для экзамена**

1. Понятия «переработка», классификация методов переработки. Современные тенденции в промышленности переработки пластмасс.
2. Прессование реактопластов. Требования к технологическим свойствам реактопластов. Основные операции, выбор технологических параметров, разработка технологической схемы и операционной карты.
3. Ресурсо- и энергосберегающие технологические схемы производства прессовочных изделий.

4. Принципы технологического оформления производств с применением автоматизированных линий прессования.
5. Направления совершенствования метода прямого прессования. Пути улучшения качества пресс-изделий.
6. Технология литья термопластов. Требования к литьевым маркам полимеров, основные стадии, рекомендации по выбору технологических параметров. Взаимосвязь режимов литья и свойств изделий.
7. Разработка технологической схемы и операционной карты производства литьевых изделий.
8. Технологические особенности литья различных видов ненаполненных термопластов.
9. Технологические особенности переработки дисперсно- и волокнонаполненных термопластов литьевым методом.
10. Принципы технологического оформления литьевых производств с применением автоматизированных линий.
11. Технологические особенности переработки реактопластов методом литья под давлением. Требования к технологическим свойствам литьевых марок реактопластов. Технологическая схема производства, технологические операции, режимы литья, параметры технологического процесса.
12. Основные направления совершенствования литьевого метода. Пути повышения конкурентоспособности продукции.
13. Экструзия. Назначение. Сущность, преимущества и физико-химические основы метода. Требования к технологическим свойствам экструзионных марок термопластов. Технологические схемы производств основных видов экструзионных изделий.
14. Закономерности движения полимера в шнековом экструдере, основные параметры экструзии.
15. Технологические особенности переработки дисперсно- и волокнонаполненных экструзионных композиций.
16. Основные направления совершенствования экструзионного способа.
17. Технология производства труб методом экструзии. Сырье, оборудование, основные стадии, параметры и их влияние на свойства изделий.
18. Технология производства профильно-погонажных экструзионных изделий.
19. Технология производства полимерных рукавных пленок методом экструзии (сырье, оборудование, стадии, параметры).
20. Технология производства листов экструзионным методом.
21. Созэкструзионная технология. Технология производства многослойных созэкструзионных пленок, листов, труб.
22. Технология изготовления выдувных полимерных изделий из трубчатых экструзионных и литьевых заготовок (преформ)..
23. Дефекты прессовочных изделий, причины и рекомендации по их устранению.
24. Дефекты литьевых изделий, причины и рекомендации по их устранению.
25. Дефекты выдувных полимерных изделий, причины и рекомендации по их устранению.
26. Дефекты экструзионных изделий (труб, листов, пленок), причины и рекомендации по их устранению.

## **11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **11.1. Рекомендуемая литература**

1. Завражин, Д. О. Основы реологии полимеров и технологические методы переработки полимерных материалов : учебное пособие / Д. О. Завражин, О. Г. Маликов, П. С. Беляев. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ,

2017. — 109 с. — ISBN 978-5-8265-1785-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/85940.html>

2. Технологические процессы получения и переработки полимерных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Улитин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 196 с. — 978-5-7882-1789-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62310.html>

3. Активирующее смешение в технологии полимеров [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. В. Богданов и др.. - СПб : Проспект Науки, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/PN0004.html>

4. Теория и практика экструзии полимеров [Электронный ресурс] / Ким В. С. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953202318.html>

5. Роль поверхностных явлений в структурно-механической поведении твердых полимеров [Электронный ресурс] / Волынский А.Л., Бакеев Н.Ф. - М. : ФИЗМАТ-ЛИТ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115414.html>

6. Шишонок М.В. Высокмолекулярные соединения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шишонок М.В. – Электрон. текстовые данные. – Минск: Высшая школа, 2012. – 535 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20205>. – ЭБС «IPRbooks»

7. Бычкова, Е. В. Процессы изготовления изделий из полимеров и композитов методами прессования и литья под давлением : учебное пособие для бакалавров / Е. В. Бычкова, Н. В. Борисова, Л. Г. Панова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 136 с. — ISBN 978-5-4497-0844-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102243.html>

8. Студенцов, В.Н. Технология наполненных реактопластов. Формование и отверждение изделий из реактопластов / Студенцов В.Н. : учебное пособие по курсу "Технология переработки полимеров", "Химия и технология полимерных композиционных материалов", "Процессы и аппараты химической технологии" для студентов специальностей: 240502.65 - "Технология переработки пластических масс и эластомеров" и направлений: 240100.62 – "Химическая технология и биотехнология"; 240100.62 - "Химическая технология"; 151000.62 - "Технологические машины и оборудование" всех форм обучения. – Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2013. – 92 с.

Экземпляры всего: 10

9. Технология получения полимерных пленок из расплавов и методы исследования их свойств [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Садова - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788213484.html>

10. Течение полимеров в отверстиях фильер [Электронный ресурс]: теория, расчет, практика/ В.И. Янков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2010. – 368 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16641>. – ЭБС «IPRbooks»

11. Труфанова Н.М. Плавление полимеров в экструдерах [Электронный ресурс] / Труфанова Н.М., Щербинин А.Г., Янков В.И. – Электрон. текстовые данные. – Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2009. – 336 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16593>. – ЭБС «IPRbooks»

12. Переработка волокнообразующих полимеров. Основы реологии полимеров и течение полимеров в каналах [Электронный ресурс]/ В.И. Янков [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2008. – 264 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16591>.— ЭБС «IPRbooks»

13. Шварц О. Переработка пластмасс / Шварц О, Эбилинг Ф.В, Фурт Б – СПб : Профессия, 2005 – 320 с.

Экземпляры всего: 7

14. Бычкова Е.В. Исследование кинетики отверждения реактопластов в процессе переработки: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технология переработки полимеров» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., кафедра ТОХП, 2023. - 8 с. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=232&tip=14> .

15. Бычкова Е.В.: Получение пленочных полимерных материалов методом полива на подложку: методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Технология переработки полимеров» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология - Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., кафедра ТОХП, 2023. - 8 с. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=232&tip=14>

16. Бычкова Е.В. Определение усадки полимерных материалов. Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Технология переработки полимеров» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология -Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2023. -19 с. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=232&tip=14>

17. Панова Л.Г. Способы, технологии и оборудование переработки полимерных композиционных материалов методами прессования и литья под давлением: учеб. пособие/Л.Г.Панова, С.Г.Кононенко. - Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2007. – 119 с.

Экземпляры всего: 40

### **11.2. Периодические издания**

21.Журналы «Полимерные материалы», «Высокомолекулярные соединения», «Фундаментальные исследования», «Перспективные материалы», «Пластические массы», «Теоретические основы химической технологии», «Химическая промышленность», «Успехи химии»

### **11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы**

Нормативно-правовые акты и иные правовые документы не используются

### **11.4. Перечень электронно-образовательных ресурсов**

22. Учебно-методические материалы по дисциплине (электронный образовательный ресурс размещен в ИОС ЭТИ СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=232&tip=14>

### **11.5. Электронно-библиотечные системы**

23.«ЭБС IPRbooks»,

24. «ЭБС elibrary»

25.ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

### **11.6. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- 26.<http://elibrary.ru/defaultx.asp?> Научная электронная библиотека
- 27.<http://www.iprbookshop.ru/> Электронная библиотечная система IPRbooks
- 28.<http://lib.sstu.ru/> Научно-техническая библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А
- 29.<http://www.edu.ru/index.php> «Российское образование» - федеральный портал
- 30.<http://www.runnet.ru/> Федеральная университетская компьютерная сеть России
- 31.<http://window.edu.ru/> Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
- 32..<https://www1.fips.ru/> Федеральный институт промышленной собственности
- 33..<http://xumuk.ru/> Сайт о химии

### **11.7 Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

*Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.*

## **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

- 1.Справочная правовая система «Консультант Плюс»

### **12.2 Перечень профессиональных баз данных**

- 2.<https://www.faufcc.ru/> Сайт - Минстрой России
- 3.<https://www.rst.gov.ru/portal/gost/> Сайт – Росстандарт (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии)

### **12.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

- 1) Лицензионное программное обеспечение:

Windows XP, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition, Adobe Acrobat, Autodesk для учебных заведений, GraphiSOFT Archicad, Microsoft Office профессиональный плюс 2010,  
2) Свободно распространяемое программное обеспечение  
Adobe Acrobat Reader <https://acrobat.adobe.com/ru/ru/products/pdf-reader.html>,  
Microsoft SQL Server Express, Microsoft Visual Studio Express

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

### **13. Материально-техническое обеспечение**

#### **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный к сети Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А.; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

#### **Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного и типа практического, выполнения курсовых работ, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Укомплектована оборудованием:

1. Копер маятниковый ХЖ-5
2. Сушильный шкаф СНОЛ-3,5
3. Весы аналитические РА 64С ОНАУС Pioneer
4. Прибор ИИТР

Рабочую программу составила



/Е.В. Бычкова /  
«14» июня 2023г.



#### 14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /