

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерный факультет
Кафедра «Технической химии и материаловедения»

Утверждено на
заседании кафедры
протокол № 29 от 21.06. 2019 г.

Согласовано:
Председатель УМК
Инженерного факультета

Зав. кафедрой _____

Мухамедзянова А.А.

Мельникова А.Я.

Рабочая программа дисциплины
«Процессы и аппараты в технологии синтетических и природных полимеров»

Часть, формируемая участниками образовательных отношений Б1.В.09

Программа бакалавриата

Направление 04.03.02. Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль) подготовки «Современные материалы для медицины и промышленности»

Квалификация
бакалавр

Разработчик (составитель)
Доцент, канд. техн. наук, доцент

_____ Глазырин А.Б.


Для приема 2019 г.

Уфа -2020

Составитель: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технической химии и материаловедения, протокол № 29 от 21.06. 2019 г.

Заведующий кафедрой


_____ / Мухамедзянова А.А.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры технической химии и материаловедения: обновлена литература, протокол № 13 от 21.04.2020 г.

Заведующий кафедрой


_____ / Мухамедзянова А.А.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-3. Способен проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов.	ПК-3.1. Знать: - современные методы, используемые при испытаниях полимеров.	Знать: - принципы работы основных видов оборудования и приборов, применяемых при испытаниях полимеров; - стандартные методы испытаний полимерных материалов.
		ПК-3.2. Уметь: - проводить стандартные испытания полимерных материалов и изделий.	Уметь: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств материалов в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ.
		ПК-3.3. Владеть: - навыками проведения испытания полимерных материалов.	Владеть: - навыками работы с лабораторным оборудованием, используемым для определения характеристик полимеров и полимерных материалов. - навыками проведения экспериментальных работ, связанных с определением характеристик полимеров.
Профессиональные	ПК-6. Способен использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружа-	ПК-6.1. Знать: - экологические проблемы в процессах получения и переработки полимеров.	Знать: - типовые химико-технологические процессы и аппараты, используемые для получения и переработки полимеров; - основы экологического контроля в процессах получения и переработки полимеров.
		ПК-6.2 Уметь: - уметь анализировать влияние производственной деятельности на качество окружающей среды.	Уметь: - выполнять требования техники безопасности и охраны окружающей среды при проведении экспериментальных работ; - уметь анализировать наличие сточных вод, газовых выбросов, отходов производства.
		ПК-6.3. Владеть:	Владеть: - навыками проведения эксперименталь-

	ющей среды.	- знаниями о методах снижения влияния химико-технологических процессов на окружающую среду.	ных работ в соответствии с правилами охраны окружающей среды; - знаниями о технологиях утилизации и вторичной переработки полимерных отходов.
Профессиональные	ПК-7. Способен к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов.	ПК-7.1. Знать: основные технологии получения современных полимерных материалов.	Знать: - основные технологии получения и переработки синтетических и природных полимеров, их преимущества и недостатки.
		ПК-7.2. Уметь: - применить полученные знания для реализации технологий получения полимерных материалов и изделий.	Уметь: - анализировать влияние различных факторов на процессы получения и переработки полимеров и выбирать оптимальные.
		ПК-7.3. Владеть: - необходимыми знаниями для реализации технологии получения полимерного материала или изделия.	Владеть: - навыками анализа отдельных стадий технологических процессов получения и переработки полимеров с целью их оптимизации.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Процессы и аппараты в технологии синтетических и природных полимеров» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений - Б1.В.09. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Цели освоения дисциплины:

- ознакомление студентов с современными знаниями о методах, аппаратах и технологиях, используемых при получении и переработке природных и синтетических полимеров в материалы и изделия, о технологических отличиях переработки различных видов полимерных материалов;
- сформировать необходимый запас знаний специалиста для понимания характера влияния природы полимера на условия и аппаратурное оформление процесса переработки;

- овладение теоретическими знаниями в области процессов получения и переработки полимеров, ознакомление с конструкцией основных устройств и аппаратов с тем, чтобы грамотно использовать полученные знания в будущей профессиональной деятельности.

При освоении дисциплины студент должен быть подготовлен к поиску и анализу литературных данных в области технологии получения и переработки полимерных материалов, бакалавр должен приобрести навыки изложения научного материала, его систематизации, подготовки и демонстрации презентации с тем, чтобы использовать полученные базовые знания при освоении других дисциплин основной образовательной программы, при оформлении и защите входящей в план обучения дипломной работы.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соответствующих с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

ПК-3. Способен проводить стандартные и сертификационные испытания материалов, изделий и технологических процессов.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ПК-3.1. Знать: - современные методы, используемые при испытаниях полимеров.	Знать: - принципы работы основных видов оборудования и приборов, применяемых при испытаниях полимеров; - стандартные методы испытаний полимерных материалов.	Не знает: - принципы работы основных видов оборудования и приборов, применяемых при испытаниях полимеров; - стандартные методы испытаний полимерных материалов.	Знает: - принципы работы основных видов оборудования и приборов, применяемых при испытаниях полимеров; - стандартные методы испытаний полимерных материалов.
ПК-3.2. Уметь: - проводить стандартные испытания полимерных материалов и изделий.	Уметь: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств материалов в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ.	Не умеет: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств материалов в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ.	Умеет - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств материалов в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ.
ПК-3.3. Владеть: - навыками проведения испытания полимерных материалов.	Владеть: - навыками работы с лабораторным оборудованием, используемым для определения характеристик полимеров и полимерных материалов. - навыками проведения экспериментальных работ, связанных с определением характеристик полимеров.	Не владеет: - навыками работы с лабораторным оборудованием, используемым для определения характеристик полимеров и полимерных материалов. - навыками проведения экспериментальных работ, связанных с определением характеристик полимеров.	Владеет - навыками работы с лабораторным оборудованием, используемым для определения характеристик полимеров и полимерных материалов. - навыками проведения экспериментальных работ, связанных с определением характеристик полимеров.

ПК-6. Способен использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ПК-6.1. Знать: - экологические проблемы в процессах получения и переработки полимеров.	Знать: - типовые химико-технологические процессы и аппараты, используемые для получения и переработки полимеров; - основы экологического контроля в процессах получения и переработки полимеров.	Не знает: - типовые химико-технологические процессы и аппараты, используемые для получения и переработки полимеров; - основы экологического контроля в процессах получения и переработки полимеров.	Знает: - типовые химико-технологические процессы и аппараты, используемые для получения и переработки полимеров; - основы экологического контроля в процессах получения и переработки полимеров.
ПК-6.2 Уметь: - уметь анализировать влияние производственной деятельности на качество окружающей среды.	Уметь: - выполнять требования техники безопасности и охраны окружающей среды при проведении экспериментальных работ; - уметь анализировать наличие в процессе сточных вод, газовых выбросов, отходов производства.	Не умеет: - выполнять требования техники безопасности и охраны окружающей среды при проведении экспериментальных работ; - уметь анализировать наличие в процессе сточных вод, газовых выбросов, отходов производства.	Умеет: - выполнять требования техники безопасности и охраны окружающей среды при проведении экспериментальных работ; - уметь анализировать наличие в процессе сточных вод, газовых выбросов, отходов производства.
ПК-6.3. Владеть: - знаниями о методах снижения влияния химико-технологических процессов на окружающую среду.	Владеть: - навыками проведения экспериментальных работ в соответствии с правилами охраны окружающей среды; - знаниями о технологиях утилизации и вторичной переработки полимерных отходов.	Не владеет: - навыками проведения экспериментальных работ в соответствии с правилами охраны окружающей среды; - знаниями о технологиях утилизации и вторичной переработки полимерных отходов.	Владеет: - навыками проведения экспериментальных работ в соответствии с правилами охраны окружающей среды; - знаниями о технологиях утилизации и вторичной переработки полимерных отходов.

ПК-7 - Способен к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ПК-7.1. Знать: основные технологии получения современных полимерных материалов.	Знать: - основные технологии получения и переработки синтетических и природных полимеров, их преимущества и недостатки.	Не знает: - основные технологии получения и переработки синтетических и природных полимеров, их преимущества и недостатки.	Знает: - основные технологии получения и переработки синтетических и природных полимеров, их преимущества и недостатки.
ПК-7.2. Уметь: - применить полученные знания для реализации технологий получения полимерных материалов и изделий.	Уметь: - анализировать влияние различных факторов на процессы получения и переработки полимеров и выбирать оптимальные.	Не умеет: анализировать влияние различных факторов на процессы получения и переработки полимеров и выбирать оптимальные.	Умеет: анализировать влияние различных факторов на процессы получения и переработки полимеров и выбирать оптимальные.
ПК-7.3. Владеть: - необходимыми знаниями для реализации технологии получения полимерного материала или изделия.	Владеть: - навыками анализа отдельных стадий технологических процессов получения и переработки полимеров с целью их оптимизации.	Не владеет: навыками анализа отдельных стадий технологических процессов получения и переработки полимеров с целью их оптимизации.	Владеет: навыками анализа отдельных стадий технологических процессов получения и переработки полимеров с целью их оптимизации.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-3.1. Знать: - современные методы, используемые при испытаниях полимеров.	Знать: - принципы работы основных видов оборудования и приборов, применяемых при испытаниях полимеров; - стандартные методы испытаний полимерных материалов.	- проверка конспектов, контрольные работы, тестирование, - подготовка рефератов и презентаций,
ПК-6.1. Знать: - экологические проблемы в процессах получения и переработки полимеров.	Знать: - типовые химико-технологические процессы и аппараты, используемые для получения и переработки полимеров; - основы экологического контроля в процессах получения и переработки полимеров.	- собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ; сдача коллоквиумов; зачет
ПК-7.1. Знать: основные технологии получения современных полимерных материалов.	Знать: - основные технологии получения и переработки синтетических и природных полимеров, их преимущества и недостатки.	
ПК-3.2. Уметь: - проводить стандартные испытания полимерных материалов и изделий.	Уметь: - самостоятельно проводить эксперименты по изучению свойств материалов в соответствии с разработанными методиками; - проводить обработку экспериментальных результатов анализа; - использовать приборы и технические устройства при выполнении экспериментальных работ.	- проверка конспектов, - контрольные работы, - тестирование, - подготовка рефератов и презентаций, - собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ; - проверка оформленных лабораторных работ в лабораторных журналах;
ПК-6.2 Уметь: - уметь анализировать влияние производственной деятельности на качество окружающей среды.	Уметь: - выполнять требования техники безопасности и охраны окружающей среды при проведении экспериментальных работ; - уметь анализировать наличие в процессе сточных вод, газовых выбросов, отходов производства.	сдача коллоквиумов; зачет

ПК-7.2. Уметь: - применить полученные знания для реализации технологий получения полимерных материалов и изделий.	Уметь: - анализировать влияние различных факторов на процессы получения и переработки полимеров и выбирать оптимальные.	
ПК-3.3. Владеть: - навыками проведения испытания полимерных материалов.	Владеть: - навыками работы с лабораторным оборудованием, используемым для определения характеристик полимеров и полимерных материалов. - навыками проведения экспериментальных работ, связанных с определением характеристик полимеров.	- собеседование, допуск к выполнению лабораторных работ; - проверка оформленных лабораторных работ в лабораторных журналах; - контрольные работы, - подготовка рефератов и презентаций, - зачет
ПК-6.3. Владеть: - знаниями о методах снижения влияния химико-технологических процессов на окружающую среду.	Владеть: - навыками проведения экспериментальных работ в соответствии с правилами охраны окружающей среды; - знаниями о технологиях утилизации и вторичной переработки полимерных отходов.	
ПК-7.3. Владеть: - необходимыми знаниями для реализации технологии получения полимерного материала или изделия.	Владеть: - навыками анализа отдельных стадий технологических процессов получения и переработки полимеров с целью их оптимизации.	

Рейтинг – план дисциплины

«Процессы и аппараты в технологии синтетических и природных полимеров»

Направление «Химия, физика, механика материалов», профиль «Современные материалы для медицины и промышленности» курс 4, семестр 7, 2019-2020 уч.г.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1. Характеристика полимерных материалов по поведению в процессах переработки. Технологические операции, связанные с приготовлением и подготовкой сырья.				
Текущий контроль			0	15
1. Тестовый контроль /текущая контрольная работа	4	1	0	4
2. Выполнение лабораторных работ	3	1	0	3
3. Сдача коллоквиума	7	1	0	8

Рубежный контроль			0	10
1. Контрольная работа «Технологические операции приготовления и подготовки сырья».	10	1	0	10
Модуль 2. Характеристика процессов экструзии и каландрования полимеров. Используемое оборудование.				
Текущий контроль			0	15
1. Тестовый контроль /текущая контрольная работа	4	1	0	4
2. Выполнение лабораторных работ	3	1	0	3
3. Сдача коллоквиума	7	1	0	8
Рубежный контроль			0	10
Контрольная работа «Характеристика процессов экструзии полимеров»	10	1	0	10
Модуль 3. Характеристика процесса литья под давлением.				
Текущий контроль			0	15
1. Тестовый контроль /текущая контрольная работа	4	1	0	4
2. Выполнение лабораторных работ	3	1	0	3
3. Сдача коллоквиума	7	1	0	8
Рубежный контроль			0	10
Контрольная работа «Характеристика процесса литья под давлением»	10	1	0	10
Модуль 4. Методы переработки реактопластов				
Текущий контроль			0	15
1. Тестовый контроль /текущая контрольная работа	4	1	0	4
2. Выполнение лабораторных работ	3	1	0	3
3. Сдача коллоквиума	7	1	0	8
Рубежный контроль			0	10
Контрольная работа «Методы переработки реактопластов»	10	1	0	10
Поощрительные баллы				
Подготовка реферата				10
Посещение лекционных занятий				
				-6
Посещение практических (семинарских, лабораторных) занятий				
				-10
Зачет				

Критерии оценивания

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане: текущий контроль –

максимум 60 баллов; рубежный контроль – максимум 40 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

Программа лабораторного практикума

Темы лабораторных работ к практикуму

1. Определение насыпной плотности полимеров.
2. Определение плотности полимеров пикнометрическим методом.
3. Приготовление ПВХ-композиции.
4. Оценка термостабильности ПВХ-композиции методом конго-рот.
5. Определение показателя текучести расплава ПВХ-композиции.
6. Определение термических характеристик полимеров методом термогравиметрии.

Вопросы к коллоквиумам

Тема: Предварительные процессы переработки полимеров

1. Классификация методов переработки полимеров.
2. Краткая характеристика основных методов переработки полимеров
3. Предварительные процессы переработки. Подготовка сырья.
4. Основные характеристики процесса измельчения.
5. Конструкция дробилок и измельчителей.
6. Характеристика процесса смешения. Смешение сыпучих веществ, твердых и жидких компонентов.
7. Смешение в вязкотекучем состоянии (пластосмешение). Вальцевание. Непрерывное смешение в аппаратах экструдерного типа.
8. Гранулирование при приготовлении полимерной композиции.
9. Растворение полимеров. Энтропийное и энтальпийное растворение.
10. Факторы, влияющие на процесс растворения полимеров.
11. Растворители периодического и непрерывного действия.

Тема: Экструзия полимерных материалов.

1. Характеристика метода. Перерабатываемые полимеры. Материалы и изделия получаемые экструзией.
2. Схема экструдера. Основные элементы.
3. Технические характеристики шнека. Типы шнеков.
4. Условие перемещения полимера в экструдере.
5. Характеристика рабочих зон экструдера.
6. За счет чего происходит плавление полимера в экструдере. Соотношение между видами тепла.

7. Оборудование, входящее в состав экструзионных линий для получения полимерных материалов и изделий.

Тема: Технология получения полимерных изделий каландровым методом

1. Операции, производимые на каландрах. Преимущества каландрового метода.
2. Характеристика процесса каландрования. Конструкция валков каландра.
3. Стадии технологического процесса:
 - Смешение компонентов и нагревание композиции.
 - Формирование полотна (каландрование).
 - Охлаждение.
 - Намотка и резка полотна.
4. Варианты технологических схем каландрового метода.
5. Типы каландров их характеристика. Преимущества каландров с Г- и L-образным положением валков.
6. Основные параметры процесса каландрования.
7. Условия движения материала по каландру.
8. Методы компенсации прогиба валков каландра.
9. Устройства, расположенные в технологической схеме после каландра.

Тема: Получение полимерных изделий методом литья под давлением

1. Характеристика метода получения изделий литьем под давлением. Перерабатываемые полимеры. Изделия получаемые литьем.
2. Схема литьевой машины, ее основные элементы.
3. Принципиальные отличия методов литья под давлением и экструзии. Конструкционные особенности литьевой машины по сравнению с экструдером.
4. Характеристика основных стадий процесса. Описание технологического процесса литья.
5. Характеристика операций дозирования и впрыска расплава полимера в процессе литья под давлением.
6. Изменение давления в ходе процесса. Назначение операции выдержки под давлением.
7. Факторы, влияющие на качество литьевых изделий.

Тема: Технологии переработки реактопластов

1. Особенности переработки реактопластов. Свойства полимерных композиционных материалов.
2. Компоненты полимерных композиционных материалов, их назначение и краткая характеристика.
3. Основные стадии производства полимерных композиционных материалов. 1- и 2-х стадийные методы формования.
4. Метод формования изделий напылением. Получаемые изделия. Преимущества по сравнению с ручной укладкой. Преимущества и недостатки метода контактного формования.

5. Метод намотки. Суть метода. Варианты метода. Типы укладки волокнистого материала.

6. Метод контактного формования. Варианты метода. Стадии процесса, его описание. Гелькоут. Схема. Получаемые изделия.

7. Метод пултрузии. Описание процесса. Преимущества метода. Получаемые изделия.

Критерии оценки (в баллах):

- 7-8 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы семинара, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 4-6 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-3 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа №5

Определение параметров вязкого течения ПВХ-композиций

Цель работы: определить значения показателя текучести расплава ПВХ-композиции методом капиллярной вискозиметрии. Рассчитать параметры вязкого течения полимера

Реактивы: пластифицированная ПВХ-композиция.

Оборудование: прибор ИИРТ-АМ

Характеристика прибора ИИРТ-АМ

Для измерения ПТР полимера используют капиллярный вискозиметр марки ИИТР-АМ, схема которого приведена на рис.8. Основными узлами прибора являются блок измерений и блок электроники.

Конструктивно блок измерений выполнен в виде П-образной стойки, в верхней части которой на плите размещено выдавливающее устройство (6), состоящее из привода (8), ходового винта (9), дифференциально-трансформаторного датчика, предназначенного для слежения за перемещением поршня, и держателя грузов с поршнем (4), снабженного цанговым устройством (5) для быстрого отсоединения последнего.

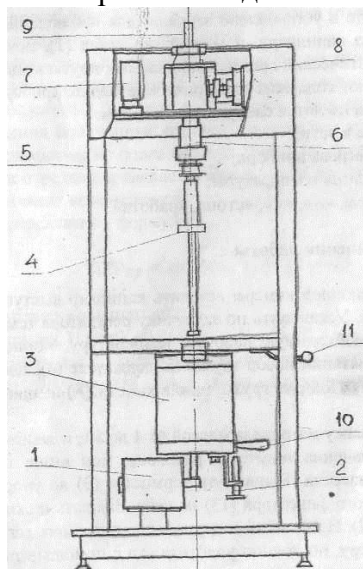


Рис.8. Схема прибора ИИРТ-АМ. Блок измерений.

1. Устройство среза;

2. Упор;

3. Термостат;
4. Держатель грузов;
5. Цанга;
6. Выдавливающее устройство;
7. Датчик;
8. Привод;
9. Ходовой винт; 10. Рукоятка затвора;
11. Эксцентриковый фиксатор.

На средней плите прибора закреплен термостат (3), который фиксируется с помощью эксцентрикового фиксатора (11). Термостат может выдвигаться по Г-образным направляющим для чистки и загрузки полимера. Термостат предназначен для создания необходимой температуры при проведении испытаний. Он состоит из экструзионной камеры в нижнем конце которой помещается сменный капилляр. Капилляр удерживается в камере затвором (1), с помощью рукоятки (10) затвор может перемещаться, освобождая капилляр. Экструзионная камера вставляется в медный корпус и удерживается в нем за счет конической поверхности. В корпусе помещены элементы сопротивления, один из которых служит датчиком температуры, другой - для контроля температуры во время работы. Нагревательные элементы термостата и термометры сопротивления связаны с блоком электроники, который обеспечивает автоматическое регулирование температуры в ходе опыта. На нижней накладке термостата закреплен поворотный винтовой упор (2), предназначенный для закрытия капилляра от самовытекания расплава полимера.

На нижней плите в установлено зеркало, для наблюдения за вытеканием расплава из капилляра, и устройство среза (I), позволяющее производить автоматический срез выдавливаемых прутков материала.

Блок электроники содержит электрические блоки прибора. На передней панели блока имеются следующие символы: подключение к сети; индикатор нагрева прибора; клавиши задания температуры; кнопки: «срез», «^», «v», «стоп», «работа».

Порядок выполнения работы

В канат экструзионной камеры вставить капилляр выступом меньшего диаметра вниз. Установить по задатчику регулятора температуры нажатием кнопок необходимую рабочую температуру. Установить необходимый для испытаний набор грузов на держателе (4), закрепив их с помощью цанги (5). Поднять грузы, нажав кнопку (л) на панели блока электроники. '

Подготовить навеску материала массой от 4 до 8 г, в зависимости от предполагаемого значения текучести расплава. Чем выше текучесть, тем больше масса навески. Выдвинуть термостат (3) до упора, нажав ручку эксцентрикового фиксатора (13) на себя. Закрыть нижний торец капилляра упором (2). Произвести загрузку испытываемого материала в экструзионную камеру, постоянно уплотняя его с помощью поршня из комплекта инструментов. Время загрузки материала не должно превышать 1 мин. Перевести термостат в исходное положение.

Нажатием кнопки (v) произвести опускание поршня с грузом в канал экструзионной камеры. Отсоединить поршень с грузом с помощью цапфы (5) от подъемного механизма, нажатием кнопки (л) поднять механизм вверх. Произвести прогрев образца в экструзионной камере в течение не менее 4 мин. После указанной выдержки отвести упор (2) и дать полимеру свободно вытекать под давлением поршня с грузом.

Когда нижняя кольцевая отметка на поршне опустится до верхней плоскости плиты, выдавленную часть материала необходимо отсечь с помощью автоматического устройства среза (12) нажатием на панель блока электроники кнопки «СРЕЗ» и в расчет ее не принимают. Измерения ПТР производят до тех пор, пока верхняя отметка на поршне не опустится до верхней плоскости плиты.

Для измерения ПТР отбирают отрезки экструдированного материала, последовательно отсекаемые через определенные интервалы времени. Длина отдельных отрезков должна составлять от 10 до 20 мм. После охлаждения полученные отрезки взвешивают каждый в отдельности с погрешностью не более 0,001 г. Число их должно быть не менее трех. Масса отрезка определяется как среднее арифметическое результата взвешивания всех отрезков.

ПТР определяют по формуле:

$$\text{ПТР}_{T,P} = m * 600 / t, \quad (\text{г/10 мин})$$

где, T - температура испытания, °С;

P - нагрузка, Н (кгс);

m - средняя масса экструдированных отрезков, г;

t - интервал времени между двумя последовательными отсечениями отрезков, с.

По результатам экспериментов проводится оценка влияния различных факторов (температуры, давления) на текучесть полимерного расплава.

Примеры вопросов к контрольным работам.

Текущая контрольная №2

Тема: Экструзия полимерных материалов.

1. Характеристика процесса экструзии.
2. Перерабатываемые полимеры. Материалы и изделия, получаемые экструзией.
3. Схема экструдера. Основные элементы.
4. Технические характеристики шнека. Схема.
5. Типы шнеков для переработки различных полимеров.
6. Условие перемещения полимера в экструдере.
7. Перечислить рабочие зоны экструдера.
8. За счет чего происходит плавление полимера в экструдере. Соотношение между видами тепла.

Критерии оценки (в баллах):

- 4 балла выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы семинара, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 3 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Рубежная контрольная работа №2 .

Тема: Экструзия. Конструкция экструдера.

Вариант 1

1. Характеристика процесса экструзии.
2. Технические характеристики шнека (схема). Типы шнеков. Чем объясняется уменьшение объема винтового канала шнека.
3. Особенности шнеков, используемых для переработки различных термопластов.
4. Назначение экструдера. Технические характеристики экструдера.
5. Условия, обеспечивающие перемещение полимера в экструдере.

Критерии оценки (в баллах):

- 9-10 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 7-8 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 4-6 баллов выставляется студенту, если студент не полностью раскрыл теоретические вопросы, допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-3 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Примеры вопросов к тестам

1. Какие полимеры после получения из них изделий сохраняют способность к последующей переработке
а) термопласты; б) реактопласты; в) термоэластопласты.
2. Показатель текучести расплава полимера характеризует количество расплава (г), вытекающего через отверстие капилляра в течение
а) 1 мин; б) 10 мин; в) 20 мин; г) 60 мин; д) 100 с.
3. При каком значении ПТР рекомендуется перерабатывать полимер методом экструзии
а) $<0,3$; б) $0,3 - 1,2$; в) $1,2-3$; г) >7 ; е) при любом значении ПТР
4. Указать условие, обеспечивающее перемещение полимера в экструдере
а) коэффициент трения между полимером и цилиндром должен быть больше, чем между полимером и шнеком;
б) коэффициент трения между полимером и шнеком должен быть больше, чем между полимером и цилиндром.
5. Какие параметры относятся к основным техническим характеристикам экструдера
а) длина шнека (L); б) шаг винтового канала; в) диаметр шнека (D);
г) отношение L/D; д) скорость вращения шнека; е) производительность.
6. Из каких рабочих элементов состоит экструдер
а) загрузочный бункер; б) шнек; в) поршень узла впрыска; г) цилиндр; д) сопло; е) фильтрующие элементы; ж) формующая головка; з) литниковый канал.
7. Какой шнек имеет конусообразную форму
а) с постоянным шагом и переменной глубиной винтового канала;
б) с постоянной глубиной винтового канала и переменным шагом.
8. Какими методами получают полимерные пленки
а) экструзией; б) каландрованием; в) литьем под давлением;
г) пневмоформованием; д) шпрединованием.

Критерии оценки (в баллах):

- 4 балла выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на вопросы семинара, продемонстрировал знание терминологии и основных понятий.

- 3 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.

- 1-2 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.

Примерные темы для рефератов и презентаций докладов:

- Современные тенденции в производстве полимерных материалов;
- Современные технологии в переработке полимеров;
- Новые полимерные материалы и изделия на основе термопластов и эластомеров;
- Технологии получения вспененных полимерных материалов;
- Методы вторичной переработки полимерных материалов;
- Современные технологии утилизации полимерных отходов;
- Технологии получения и переработки биоразлагаемых полимерных материалов и др.

Примеры расчетно-графических заданий

Задача №1

Определить напряжение сдвига (τ), расплава полимера, если известно, что масса груза при испытаниях 5 кг, значение ПТР = 1,9 г/10мин, диаметр поршня 9,54 мм, длина капилляра 8 мм, плотность расплава 1,31 г/см³.

Задача №3

Определить скорость сдвига ($\dot{\gamma}$), расплава полимера, если известно, что масса груза при испытаниях 5 кг, значение ПТР = 2,9 г/10мин, диаметр поршня 9,54 мм, длина капилляра 8 мм, плотность расплава 1,14 г/см³.

Задача №4

Определить скорость сдвига ($\dot{\gamma}$) и эффективную вязкость расплава полимера (η), если известно, что значение ПТР = 1,2 г/10мин, диаметр поршня 9,54 мм, длина капилляра 8 мм, плотность расплава 0,91 г/см³ и напряжение сдвига (τ) 45 кПа.

Задача №5

Вычислить относительную, удельную и приведенную вязкости для раствора полимера с концентрацией 0,17 г/дл, если известно, что время истечения растворителя 16 с, а время истечения раствора полимера 126 с.

Задача №6

Вычислить кинематическую и динамическую вязкость раствора полимера, если известно, что плотность раствора при T=20⁰C равна 1,316 г/см³, среднее время истечения раствора полимера через капилляр 125с, константа вискозиметра 0,02962 мм²/с².

Вопросы к зачету по дисциплине

«Процессы и аппараты в технологии синтетических и природных полимеров»

1. Свойства полимеров. Термостабильность полимеров.
2. Классификация пластмасс: по эксплуатационному назначению; в зависимости от гибкости макромолекул и областей применения.

3. Пластические массы, термопласты, реактопласты, эластомеры, термоэластопласты. Примеры полимеров, относящиеся к данным группам.
4. Технологические свойства полимеров (текучесть, влажность, время отверждения, дисперсность, усадка, таблетуемость, объемные характеристики)
5. Марочный ассортимент пластмасс. Принципы выбора полимеров для получения материалов и изделий с заданным комплексом свойств.
6. Особенности переработки различных видов полимерных материалов.
7. Классификация методов переработки полимеров. Краткая характеристика основных методов переработки полимеров
8. Предварительные процессы переработки. Подготовка сырья.
9. Основные характеристики процесса измельчения. Конструкция дробилок и измельчителей.
10. Характеристика процесса смешения. Смешение сыпучих веществ, твердых и жидких компонентов.
11. Смешение в вязкотекучем состоянии (пластосмешение). Вальцевание. Непрерывное смешение в аппаратах экструдерного типа.
12. Гранулирование при приготовлении полимерной композиции.
13. Растворение полимеров. Энтропийное и энтальпийное растворение. Факторы, влияющие на процесс растворения полимеров. Растворители периодического и непрерывного действия
14. Характеристика метода экструзии. Перерабатываемые полимеры. Материалы и изделия получаемые экструзией.
15. Схема экструдера. Основные элементы.
16. Технические характеристики шнека. Типы шнеков.
17. Условие перемещения полимера в экструдере. Характеристика рабочих зон экструдера. За счет чего происходит плавление полимера в экструдере. Соотношение между видами тепла.
18. Оборудование, входящее в состав экструзионных линий для получения полимерных материалов и изделий.
19. Характеристика метода получения изделий литьем под давлением. Перерабатываемые полимеры. Изделия получаемые литьем.
20. Схема литьевой машины, ее основные элементы.
21. Принципиальные отличия методов литья под давлением и экструзии. Конструкционные особенности литьевой машины по сравнению с экструдером.
22. Характеристика основных стадий процесса литья. Описание технологического процесса литья. Характеристика операций дозирования и впрыска расплава полимера в процессе литья под давлением.
23. Назначение операции выдержки под давлением. Изменение давления в ходе процесса. Факторы, влияющие на качество литьевых изделий.
24. Характеристика процесса каландрования. Конструкция валков каландра. Операции, производимые на каландрах. Преимущества каландрового метода.
25. Стадии технологического процесса. Варианты технологических схем каландрового метода. Типы каландров их характеристика. Преимущества каландров с Г- и L-образным положением валков.

26. Основные параметры процесса каландрования. Условия движения материала по каландру. Методы компенсации прогиба валков каландра. Устройства, расположенные в технологической схеме после каландра.

27. Особенности переработки реактопластов. Свойства полимерных композиционных материалов. Компоненты полимерных композиционных материалов, их назначение и краткая характеристика.

28. Основные стадии производства полимерных композиционных материалов. 1- и 2-х стадийные методы формования.

29. Метод формования изделий напылением. Получаемые изделия. Преимущества по сравнению с ручной укладкой. Преимущества и недостатки метода контактного формования.

30. Метод намотки. Суть метода. Варианты метода. Типы укладки волокнистого материала.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Переработка пластмасс/ Шварц О., Эбелинг Ф.-В., Фурт Б. Под общ. ред. А.Д. Паниматченко.- СПб.: Профессия, 2008.- 320 с.

2. Основы технологии переработки пластмасс./ Под ред. В.Н. Кулезнева.- М.: Химия, 2004.

3. Технология полимерных материалов / Под общей ред. В.К. Крыжановского. С-Пет.: Профессия, 2006.

4. Полимерные композиционные материалы. / Под ред. А. А. Берлина. — СПб: 2009.

Дополнительная литература

5. Раувендааль К. Экструзия полимеров./Пер. с англ. Под ред. А.Я. Малкина.- СПб.: Профессия, 2005.

6. Мийченко И. П. Технология полуфабрикатов полимерных материалов: учебное пособие. — СПб: Научные основы и технологии, 2012. — ЭВК, ЭБС УБО <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132355&sr=1>

7. Бортников В.Г. Основы технологии переработки пластических масс. Л.: Химия, 1983.

8. Химия и технология полимерных и пленочных материалов и искусственной кожи./ Под. ред. Г.П. Андриановой. В 2-х частях. - М.: Легпромбытиздат, 1990.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины

- программы подготовки презентаций;

- интернет-ресурсы;
- электронные библиотеки;
- электронная почта;
- сетевые средства доступа к учебно-методической и научной информации;
- образовательные электронные издания;
- мультимедиа.

1. <http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>
2. <http://xumuk.ru/>
3. <http://chemister.da.ru/>
4. <http://chemistry.narod.ru/>
5. <http://www.chemport.ru/books/index.php>
6. <http://www.newlibrary.ru/book/>

Электронная информационно-образовательная среда БашГУ обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
- проведение всех видов занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет".

Программное обеспечение:

1. Система электронного тестирования на базе Moodle <http://moodle.bashedu.ru/course/view.php?id=2841>
2. Пакет офисных приложений профессионального уровня Office Professional Plus 2013 Russian OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
3. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL Academic Edition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
4. Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL Academic Edition Legalization Get Genuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
5. Обновление операционной системы для персонального компьютера Windows Professional 8 Russian Upgrade OLPNL Academic Edition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
6. Desktop Education ALNG Lic SAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.

5.3. Методические указания для обучаемых по освоению дисциплины

1. Реологические свойства полимеров/ Глазырин А.Б., Абдуллин М.И.- Башкирский государственный университет - Уфа: РИЦ БашГУ, 2018. - 28 с.
2. Технология переработки термопластов и эластомеров / Глазырин А.Б., Каримова Э.Р. - Башкирский государственный университет - Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. – 58 с.

3. Практическая идентификация пластмасс / Глазырин А.Б., Каримова Э.Р. - Башкирский государственный университет Уфа, РИЦ БашГУ. 2017 -34 с.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</i> аудитория № 405 (учебный корпус, ул. Мингажева 100)	Лекции	Аудитория № 405 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U, экран Dinon ElectricL150*200 MW Аудитория № 406.
<i>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций,</i> аудитория № 403 аудитория № 405 (учебный корпус, ул. Мингажева 100) <i>учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</i> аудитория № 403 аудитория № 405 (учебный корпус, ул. Мингажева 100) <i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</i> аудитория № 406 (учебный корпус, ул. Мингажева 100)	Консультации Текущий и рубежный контроль Тестирование Лабораторные занятия	Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, шкаф вытяжной химический, шкаф-бокс вытяжной – 2 шт. прибор ИИРТ для определения показателя текучести расплава полимеров, вакуум-насос, вакуумный сушильный шкаф, лабораторный регулятор напряжения колбонагреватель ПЭ-4120М, весы ВК-600, прибор для определения сминаемости материалов, кругомер, лабораторная центрифуга лабораторная посуда, лабораторные штативы. Аудитория № 403 (компьютерный класс) Коммутатор HP V1410-24G Персональный компьютер в комплекте Lenovo Think Centre All-In-One(12 шт) Персональный компьютер Моноблок баребон ECSG11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320GSATA/DVD+RW(12 шт) Сервер №2 DepoStorm1350Q1 Коммутатор Hewlett Packard HP V1410-8 G. Программное обеспечение 1. Учебный класс АРМ Win Machine Договор №263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные. 2. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. OLP NL Academic Edition (бессрочная лицензия). Договор №104 от 17.06.2013 г. 3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL Academic Edition (бессрочная лицензия). Договор №114 от 12.11.2014 г. 4. Система централизованного тестирования БашГУ (Moodle). GNU General Public License
<i>Помещения для самостоятельной работы:</i> библиотека, аудитория № 201 (учебный корпус, ул. Мингажева 100) читальный зал №2 (физмат корпус-учебное)	Самостоятельная работа	Аудитория № 201 PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь читальный зал №2 (физмат корпус-учебное) PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -5 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 5 шт. Программное обеспечение 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian

		Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные
--	--	--

Приложение № 1

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерный факультет

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплины «Процессы и аппараты в переработке природных и синтетических полимеров»

на 7 семестр
бакалавриат, очная форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

Практические занятия: канд. техн. наук, доцент Глазырин А.Б.

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	96,7
лекций	48

лабораторных занятий	48
ФКР	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	47,3

Форма контроля: зачет – 7 семестр

	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7
1.	Классификация полимерных материалов. Пластмассы, термопласты, реактопласты, эластомеры, термоэластопласты. Технологические свойства пластмасс. Методы оценки. Классификация методов переработки полимеров. Предварительные процессы переработки. Операции смешения и гранулирования полимеров. Растворение полимеров. Используемое оборудование.	10	12	12	№1-3, №6-8 Конспекты лекций	КР КТ Кол
2.	Переработка полимеров методом экструзии. Характеристика процесса экструзии. Конструкция экструдера. Рабочие зоны. Технические характеристики экструдера. Переработка полимеров методом каландрования. Характеристика метода. Особенности процесса каландрования. Типы каландров. Принципиальная схема каландровой линии.	12	12	12	№1-3, №5,7 Конспекты лекций	КР КТ Кол
3.	Переработка полимеров методом литья под давлением. Характеристика метода. Схема и основные элементы термопластавтомата. Стадии процесса литья под давлением. Конструкция литьевых форм. Факторы, влияющие на качество изделий.	12	12	12	№1-3, №7-8; Конспекты лекций	КР КТ Кол
4.	Особенности переработки реактопластов. Состав и свойства полимерных композиционных материалов. Основные стадии производства полимерных композитов. Характеристика методов получения полимерных композитов: прессование, метод контактного формования, метод намотки, пултрузия.	14	12	11,3	№4, Конспекты лекций	КР КТ Кол
	Всего:	48	48	47,3		

