

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический универси-  
тет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР  
Н.И. Никифорова

«03» мая 2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

ОП.13 «Физика и химия полимеров»

Специальность:

18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эла-  
стомеров»

Квалификация:

Техник-технолог

Форма обучения:

Очная

Нижекамск 2023 г.

Составитель ФОС:

Профессор кафедры НХС



В.П. Дорожкин

ФОС по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров» на основании учебного плана 2023 года набора обучающихся рассмотрен и одобрен на заседании кафедры НХС, протокол от 12.04.2023 г. №8

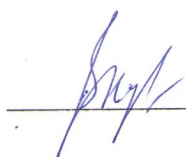
Зав. кафедрой



Р.З. Агзамов

Эксперт:

Ответственный за ООП,  
разработчик учебного плана,  
ст. перподаватель НХС



Г.Р. Хуснутдинова

**Перечень компетенций с указанием уровней их формирования**

<b>Индекс Компетенции</b>	<b>Содержание компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b> (указать все темы из РПД)				<b>Наименование оце- ночного средства</b>
		<b>Лекции</b>	<b>Практические Занятия, лабора- торный практи- кум</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой про- ект (работа)</b>	
ОК-1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	<i>Тема 1.1, Тема 1.2, Тема 1.3, Тема 1.4, Тема 1.5, Тема 1.6, Тема 1.7, Тема 2.1, Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.4, Тема 2.5, Тема 2.6</i>	<i>Тема 1.2, Тема 1.3, Тема 1.4, Тема 1.7, Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.5</i>	<i>Не предусмот- рены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Практические заня- тия «Определение энергии когезии по- лярного и неполяр- ного полимеров», «Механодеформаци- онные свойства по- лимеров», «Релакса- ция напряжения», «Ползучесть и вос- станавливаемость полимеров», «Кине- тика набухания сет- чатых полимеров», «Радикальная поли- меризация стирола», «Катионная полиме- ризация стирола», «Синтез полиамида методом межфазной поликонденсации», экзамен</i>
ОК-2	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;	<i>Тема 1.1, Тема 1.2, Тема 1.3, Тема 1.4,</i>	<i>Тема 1.2, Тема 1.3, Тема 1.4, Тема 1.7, Тема 2.2, Тема 2.3,</i>	<i>Не предусмот- рены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Практические заня- тия «Определение энергии когезии по-</i>

		<p><i>Тема 1.5, Тема 1.6, Тема 1.7, Тема 2.1, Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.4, Тема 2.5, Тема 2.6</i></p>	<p><i>Тема 2.5</i></p>			<p><i>лярного и неполярного полимеров», «Механодеформационные свойства полимеров», «Релаксация напряжения», «Ползучесть и восстанавливаемость полимеров», «Кинетика набухания сетчатых полимеров», «Радикальная полимеризация стирола», «Катионная полимеризация стирола», «Синтез полиамида методом межфазной поликонденсации», экзамен</i></p>
<p>ОК-9</p>	<p>Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;</p>	<p><i>Тема 1.1, Тема 1.2, Тема 1.3, Тема 1.4, Тема 1.5, Тема 1.6, Тема 1.7, Тема 2.1, Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.4, Тема 2.5, Тема 2.6</i></p>	<p><i>Тема 1.2, Тема 1.3, Тема 1.4, Тема 1.7, Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.5</i></p>	<p><i>Не предусмотрены</i></p>	<p><i>Не предусмотрены</i></p>	<p><i>Практические занятия «Определение энергии когезии полярного и неполярного полимеров», «Механодеформационные свойства полимеров», «Релаксация напряжения», «Ползучесть и восстанавливаемость полимеров», «Кинетика набухания сетчатых полимеров»,</i></p>

						<i>«Радикальная полимеризация стирола», «Катионная полимеризация стирола», «Синтез полиамида методом межфазной поликонденсации», экзамен</i>
ПК-2.1	Подготавливать исходное сырье и материалы к работе;	<i>Тема 2.1, Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.4, Тема 2.5, Тема 2.6</i>	<i>Тема 1.2, Тема 1.3, Тема 1.4, Тема 1.7, Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.5</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Практические занятия «Определение энергии когезии полярного и неполярного полимеров», «Механодеформационные свойства полимеров», «Релаксация напряжения», «Ползучесть и восстанавливаемость полимеров», «Кинетика набухания сетчатых полимеров», «Радикальная полимеризация стирола», «Катионная полимеризация стирола», «Синтез полиамида методом межфазной поликонденсации», экзамен</i>
ПК-2.2	Получать изделия из полимерных материалов и эластомеров основными (экструзия, литье,	<i>Тема 2.6</i>	<i>Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.5</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Практические занятия «Радикальная</i>

	термоформование, прессование) и вспомогательными (вальцевание и каландрование, спекание, вулканизация, вспенивание) методами;					<i>полимеризация стирола», «Катионная полимеризация стирола», «Синтез полиамида методом межфазной поликонденсации», экзамен</i>
ПК-2.3	Контролировать качество сырья, материалов, полуфабрикатов, готовой продукции;	<i>Тема 2.1, Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.4, Тема 2.5, Тема 2.6</i>	<i>Тема 1.2, Тема 1.3, Тема 1.4, Тема 1.7, Тема 2.2, Тема 2.3, Тема 2.5</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Практические занятия «Определение энергии когезии полярного и неполярного полимеров», «Механодеформационные свойства полимеров», «Релаксация напряжения», «Ползучесть и восстанавливаемость полимеров», «Кинетика набухания сетчатых полимеров», «Радикальная полимеризация стирола», «Катионная полимеризация стирола», «Синтез полиамида методом межфазной поликонденсации», экзамен</i>

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

<b><i>Оценочные средства</i></b>	<b><i>Кол-во</i></b>	<b><i>Min, баллов (базовый уро- вень)</i></b>	<b><i>Max, баллов (повышенный уро- вень)</i></b>
<b><i>Практическая работа</i></b>	<b><i>5 (3 се- местр) 3 (4 се- местр)</i></b>	<b><i>36</i></b>	<b><i>60</i></b>
<b><i>Экзамен</i></b>	<b><i>1</i></b>	<b><i>24</i></b>	<b><i>40</i></b>
<b><i>Итого:</i></b>		<b><i>60</i></b>	<b><i>100</i></b>

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.



**Экзаменационные билеты по дисциплине  
ОП.13 Физика и химия полимеров**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 3

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Экзаменационный билет № 1**

1. Классификация полимеров по химическому строению.
2. Термодинамика высокоэластической деформации.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 3

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Экзаменационный билет № 2**

1. Классификация полимеров по их топологическому строению.
2. Статистическая теория высокоэластической деформации сшитых эластомеров.





1. Понятие термодинамического сегмента. Термодинамическая и кинетическая гибкость макроцепи. Модель свободносочлененной макроцепи.
2. Электрические свойства полимеров. Механизмы электропроводности. Электрическая прочность. Свойства полимерных электретов.















Подготовительный факультет  
Кафедра нефтехимического синтеза  
Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»  
Семестр 4

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г.

Основные понятия о процессе полимеризации. Основные отличия поликонденсации от полимеризации.

Подготовительный факультет  
Кафедра нефтехимического синтеза  
Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»  
Семестр 4

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_  
«        » 20    г.

Основные кинетические закономерности поликонденсации. Неравновесная поликонденсация.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 4

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 7

Анионная полимеризация: рост цепи. Ионно-координационная полимеризация: обрыв цепи.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 4

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 8

Анионная полимеризация: инициирование, обрыв цепи.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 4

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 9

Основные понятия об ионной полимеризации. Катионная полимеризация: инициирование цепи.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 4

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 10

Термическая деструкция полимеров. Механодеструкция полимеров.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 4

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 11

Катионная полимеризация: рост, обрыв цепи.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 4

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 12

Способы инициирования радикальной полимеризации.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 4

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 13

Термоокислительная деструкция полимеров.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*

Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»

Семестр 4

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Экзаменационный билет № 14

Полимераналогичные превращения.

Подготовительный факультет  
Кафедра нефтехимического синтеза  
Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»  
Семестр 4

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_  
«        » 20 \_\_\_\_ г.

Химические превращения полимеров. Причины изменения реакционной способности функциональных групп в полимерных цепях. Механодеструкция полимеров.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
*Подготовительный факультет*  
*Кафедра нефтехимического синтеза*  
Направление подготовки/специальность: 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров»  
Семестр 4

Зав. каф. НХС \_\_\_\_\_  
«        » 20    г.

Рост цепи при радикальной полимеризации. Кинетический анализ радикальной полимеризации.



Максимальный экзаменационный рейтинг 40 баллов. Экзамен считается сданным, если обучающийся получил за него не менее 24 баллов.

*Экзаменационный рейтинг для экзамена в 3 семестре*

Вопрос	Балл
Экзаменационный вопрос №1	0-18
теоретическая часть (определения, общие характеристика и т.п.)	0-8
вывод уравнений	0-2
правильность конечного результата	0-8
Экзаменационный вопрос №2	0-18
теоретическая часть (определения, общие характеристика и т.п.)	0-8
вывод уравнений	0-2
правильность конечного результата	0-8
Дополнительный вопрос № 1	0-2
Дополнительный вопрос № 2	0-2
Итого	0-40

*Экзаменационный рейтинг для экзамена в 4 семестре*

Вопрос	Балл
Экзаменационный вопрос №1	0-30
теоретическая часть (определения, общие характеристика и т.п.)	0-12
вывод уравнений	0-6
правильность конечного результата	0-12
Дополнительный вопрос № 1	0-5
Дополнительный вопрос № 2	0-5
Итого	0-40

**Примерный перечень оценочных средств**

№п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Практическое занятие	В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работами с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия

		практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.	
--	--	--	--

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Подготовительный факультет*

*Кафедра нефтехимического синтеза*

Учебным планом по направлению подготовки 18.02.07 «Технология производства и переработки пластических масс и эластомеров» для обучающихся предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине ОП.13 «Физика и химия полимеров» в 3 и 4 семестрах. Обучающимся предлагаются разноуровневые задачи и задания реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

### **Комплект практических заданий по дисциплине ОП.13 Физика и химия полимеров**

#### **3 семестр**

#### **Тема 1.2: Определение энергии когезии полярного и неполярного полимеров**

Студентам предоставляются результаты испытаний на набухание вулканизатов на основе каучуков из таблицы 2 ( $m_n$  и  $m_0$ ).  
 Объемную степень набухания в условиях равновесия ( $Q_p$ ) рассчитывают по формуле:

$$Q_p = 1 + \frac{\rho_k}{\rho_p} \cdot \left( \frac{m_n}{m_0} - 1 \right)$$

Для нахождения параметра растворимости полимера строят графическую зависимость ( $Q_p$ ;  $\sigma_p$ ). Точка максимума на кривой соответствует параметру растворимости полимера  $\sigma_k$ , следовательно,

$$\text{ПЭК} = \sigma_k^2 .$$

Таблица 1 – Рекомендуемые типы растворителей для определения плотности энергии когезии разных каучуков

Каучук	Растворители	$\sigma$ (МДж/ м <sup>3</sup> ) <sup>0,5</sup>	Каучук	Растворители	$\sigma$ (МДж/ м <sup>3</sup> ) <sup>0,5</sup>
Натуральный	Пентан	14,19	Бутадиен– нитрильный СКН–40	Бензол	18,86
	Октан	15,546		Хлорбен- зол	19,43
	Циклогек- сан	16,875		Этилаце- тат	18,61
	Толуол	18,35		Ацетон	19,92
	Бензол	18,86		Этило- вый спирт	26,33
	С СL <sub>4</sub>	17,65		1,2–ди- хлорэтан	20,37
Бутилкаучук	Пентан	14,2	Полисульфид- ный	Толуол	18,35
	Гептан	15,3		Бензол	18,86
	Октан	15,55		Хлорбен- зол	19,43
	Циклогек- сан	16,88		Бутило- вый спирт	22,03
	П.-ксилол	18,47			
Хлоропреновый	Циклогек- сан	16,875	Силоксановый	Пентан	14,2
	П.-ксилол	18,47		Гексан	14,99
	О.-ксилол	18,47		Гептан	15,3
	Бензол	18,86		Октан	15,55
	1,2–дихлор- этан	20,37			

Контрольные вопросы:

- 1) Напишите химическую формулу звена полиизопренового и бутадиен-
- 2) нитрильного каучуков.
- 3) Какой из этих каучуков обладает более высокой энергией когезии.
- 4) Напишите формулу расчета энергии когезии.
- 5) Дайте определение понятия «Энергия когезия полимера»
- 6) По какому графику определяется энергия когезии полимера.

**Тема 1.3: Механодеформационные свойства полимеров**

Студенты получают экспериментальные данные по растяжению двух вулканизатов, отличающихся друг от друга плотностью вулканизационной сетки (с разным содержанием вулканизующего агента). Далее студенты проводят анализ полученных результатов по следующим пунктам:

1. установить основные отличия механического поведения сетчатых эластомеров от механического поведения гумовых тел в условиях одноосного растяжения;
2. определить, как влияет степень сшивания эластомера на его механическое поведение при одноосном растяжении;
3. рассчитать модуль упругости и молекулярную массу отрезка макроцепи между двумя соседними узлами сшивки образцов сшитых эластомеров;
4. определить, какому из двух уравнений (классическому уравнению высокоэластической деформации сетчатых эластомеров или эмпирическому уравнению Муни-Ривлина) лучше соответствуют полученные экспериментальные данные по одноосному растяжению сетчатого эластомера.

Контрольные вопросы:

- 1) Дайте качественное определение модуля материала.
- 2) Напишите формулу Алфрей.
- 3) Как влияет степень сшивания резины на ее модуль высокоэластичности?
- 4) Какие количественные характеристики сетчатых эластомеров Вы знаете.
- 5) Каким уравнением связаны между собой модуль высокоэластичности и
- 6)  $M_c$ .

### Тема 1.3: Релаксация напряжения

Студентам предоставляются экспериментальные данные процесса релаксации напряжения ( $\sigma$  – напряжение;  $t$  – время), по которым им строится график зависимости этих величин. После чего необходимо объяснить падение напряжения во времени с позиции релаксационных процессов перестройки физической структуры испытываемого образца сетчатого эластомера, а также имеющихся в нем химических связей. Для этого необходимо представить все уровни организации физической и химической структуры испытываемого материала, которые можно описать графически:  $\left( \ln \frac{\sigma_t}{\sigma_0}; t \right), \ln(\sigma_t/\sigma_0)'; t, \ln(\sigma_t/\sigma_0)''; t, \ln(\sigma_t/\sigma_0)'''; t, \ln(\sigma_t/\sigma_0)''''; t$

Каждый временной интервал соответствует определенному релаксационному процессу, которые студенты и должны выделить.

Контрольные вопросы:

- 1) Какие процессы называются релаксационными?
- 2) Каким уравнением описывается процесс релаксации? Напишите его
- 3) Назовите три стадии, на которые можно разделить процесс релаксации по

скорости протеканию структурных изменений.

4) В каких временных пределах происходит релаксация наполненных резин?

#### Тема 1.4: Ползучесть и восстанавливаемость полимеров

Студенты получают экспериментальные данные по ползучести, восстанавливаемости и гистерезису в полимерах.

Студент, используя теоретические основы рассматриваемых вопросов ползучести, восстанавливаемости и гистерезиса, а также расчетные данные, должен всесторонне обсудить результаты. При объяснении имеющихся экспериментально-расчетных данных нужно, прежде всего, обратить внимание на влияние химической, топологической и физической структуры испытанных образцов на изучаемые релаксационные явления.

По полученным расчетно-экспериментальным данным необходимо построить график зависимости величины деформации  $\epsilon$  от времени  $t$ .

По результатам ползучести студентам рекомендуется рассчитать величину молекулярной массы отрезка макроцепи между соседними узлами сшивки ( $M_c$ ) обоих образцов с разным содержанием серы.

Обсуждение результатов по гистерезису начинается с расчета количественных характеристик. Заканчивается работа сравнением полученных количественных характеристик для обоих образцов.

##### Контрольные вопросы:

- 1) Дайте определение понятия «релаксация».
- 2) Чем отличается релаксация в низкомолекулярных соединениях и полимерах?
- 3) Какие виды релаксаций в практике использования полимерных изделий Вы знаете?
- 4) Опишите релаксационное явление «гистерезис» в полимерах.
- 5) В чем заключается отличие физической и химической релаксаций в полимерах.

#### Тема 1.7: Кинетика набухания сетчатых полимеров

Студентам предоставляются экспериментальные данные по набуханию вулканизата в различных растворителях, после чего Экспериментально-расчетные данные процесса набухания вносятся в таблицу 4

Таблица 4 – Экспериментально-расчетные данные процесса набухания

$t, \text{ с}$	$\Delta V$	$q_v = \frac{\Delta V}{V_0}$	$\ln(q_\infty - q)$

Строят графики зависимостей степени набухания и величины  $\ln(q_\infty - q)$  от

времени для двух растворителей и с учетом уравнения находят постоянные набухания резины в них.

В результате проведения расчетов студент получает численные значения  $q_{\max}$ ,  $k$  для вулканизата, набухшего в растворителях. В данном разделе он должен объяснить различия в полученных значениях, рассматривая, в первую очередь, такое важное понятие как степень термодинамического сродства между полимером и растворителем.

Контрольные вопросы:

- 1) Каким образом обычно определяют параметр растворимости полимеров?
- 2) Как связаны между собой параметр растворимости и плотность энергии когезии?
- 3) В каком случае параметр растворимости полимера и растворителя равны?
- 4) Из чего складывается энергия межмолекулярного взаимодействия?

**4 семестр**

**Тема 2.2: Радикальная полимеризация стирола**

Данная работа сводится к определению влияния времени и температуры полимеризации на скорость РЦП (радикально-цепной полимеризации) стирола и эффективную энергию активации реакции полимеризации. Определяется скорость и порядок РЦП по мономеру стирола.

Контрольные вопросы:

- 1) Рассчитайте сколько молей стирола содержится в его объеме 10 мл.
- 2) Напишите химическую формулу использованного в работе инициатора полимеризации.
- 3) Как Вы рассчитали практический выход полистирола в своей работе.
- 4) По какой причине радикальная полимеризация протекает медленно?
- 5) Почему инициатора в полимеризации нужно брать в молях значительно меньше, чем мономера?

**Тема 2.3: Катионная полимеризация стирола**

Данная работа сводится к оценке влияния основных факторов на кинетику ИКП (ионно-каталитическая полимеризация) стирола, а также проведению сравнительного анализа данных ИКП стирола с РЦП стирола.

Контрольные вопросы:

- 1) По какой причине катионная полимеризация протекает намного быстрее радикальной?
- 2) Назовите распространенные инициаторы катионной полимеризации стирола?
- 3) Назовите типы химических процессов, протекающих в процессе полимеризации.
- 4) Какой каучук на «Нижекамскнефтехим» выпускается по технологии

катионной полимеризации?

5) Напишите химическую формулу звена полистирола.

## **Тема 2.5: Синтез полиамида методом межфазной поликонденсации**

В данной работе нужно рассмотреть особенности кинетики эмульсионной полимеризации, а именно проанализировать кинетическую кривую, уделив внимание наиболее характерным участкам, из которых можно выделить следующие: ингибирование, ускорение, стационарный режим и участок снижения скорости полимеризации, вследствие уменьшения концентрации мономера.

### Контрольные вопросы:

- 1) Напишите химическую формулу звена синтезируемого полиамида.
- 2) Чем отличаются мономеры используемые в поликонденсации от мономеров используемых в полимеризации?
- 3) Как Вы определили практический выход полиамида?
- 4) Почему этот метод поликонденсации называется «межфазная поликонденсация».

## **Критерии оценки практических занятий**

В 3 семестре обучающийся выполняет 5 практических задания, в 4 – 3 практических задания. Практическое занятие оценивается минимум в 36 баллов (если не справился с заданием без помощи преподавателя), максимум в 60 баллов (если справился с заданием самостоятельно).

**51-60 баллов** ставится, если: работа выполнена полностью; в логических рассуждениях и обосновании решения нет пробелов и ошибок; в решении нет математических ошибок (возможны некоторые неточности, опiski, которая не является следствием незнания или непонимания учебного материала), т.е. правильно выполнено 86-100 % работы. Правильно даны ответы на контрольные вопросы.

**46-51 баллов** ставится, если: работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточны (если умение обосновывать рассуждения не являлось специальным объектом проверки); допущены одна ошибка, или есть два - три недочёта в выкладках, рисунках, чертежах или графиках (если эти виды работ не являлись специальным объектом проверки), т.е. правильно выполнено 74-84 % работы. В ответах на контрольные вопросы присутствуют неточности или ошибки.

**41-46 баллов** ставится, если: допущено не более двух ошибок или более двух - трех недочетов в выкладках, чертежах или графиках, но обучающийся обладает обязательными умениями по проверяемой теме, т.е. правильно выполнено 60 -73 % работы. В ответах на контрольные вопросы присутствуют неточности или ошибки.

**36-41 баллов** ставится, если работа выполнена менее чем на 60%. Ответы на контрольные вопросы даны неверно.

Итоговый рейтинг по практическим занятиям проставляется как среднее

арифметическое баллов за решение 5 (3 семестр) и 3 (4 семестр) практических заданий.