

Федеральное агентство научных организаций  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**Институт механики сплошных сред**  
**Уральского отделения**  
**Российской академии наук**



**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ТЕОРИЯ МЕХАНОДИФФУЗИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ»**

*Направление подготовки: 01.06.01 «Математика и механика»  
Профиль подготовки: «Механика деформируемого твердого тела»  
Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-  
исследователь*

**Пермь 2015**

## **РАЗДЕЛ I. Аннотация**

### **1.1 Краткая характеристика данной дисциплины, ее особенности**

Дисциплина «Теория механодиффузионных явлений» относится к вариативной части блока 1 и является дисциплиной по выбору аспирантов при освоении ООП ВО по направлению подготовки 01.06.01 – «Математика и механика», направленность «01.02.04 – механика деформируемого твердого тела».

#### **Связь с предшествующими дисциплинами**

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по высшей математике, уравнениям математической физики, вариационному исчислению, линейной и нелинейной теории упругости, общей физике в объеме программы высшего профессионального образования.

#### **Связь с последующими дисциплинами**

Знания и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы при работе над и при написании диссертации по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

**Цели изучения дисциплины:** формирование системы знаний и основных понятий по современным быстро развивающимся разделам механики и термодинамики высокоэластичных материалов на основе сетчатых полимеров (эластомеров и полимерных гелей), предназначенных для эксплуатации в физически агрессивных жидкостях (растворителях). Отличительной особенностью этих материалов является их способность поглощать большие объемы жидкости, что позволяет их использовать во многих современных технологиях разделения и концентрирования жидких смесей и биорастворов. Настоящий курс является междисциплинарным, он опирается на понятия и концепции как механики деформируемого твердого тела, так и физической химии полимеров, в частности, термодинамики полимерных растворов.

#### **Задачи дисциплины:**

##### **• изучение**

- основных проблемах, возникающих при описании равновесных и неравновесных процессов поглощения растворителей сетчатыми полимерами, дать адекватные качественные формулировки и физически обоснованные соотношения, описывающие взаимодействие диффузионных потоков и механических полей, порождаемых внешними механическими нагрузками и неоднородными полями концентрации растворителя;
- направлений исследования диффузионных процессов переноса растворителей в сетчатых полимерах, разрабатываемых в настоящее время в мировой науке;

- современных уровней эксперимента в этой области, о новых обнаруженных эффектах, которые открывают уникальные возможности для практического использования полимерных гелей в качестве смарт-материалов и «интеллектуальных» устройств;
- **формирование умения и формирование навыков:**
- овладение методами и приемами постановки и решения краевых задач теории механодиффузионных процессов.

## 1.2 Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения дисциплины «Теория механодиффузионных явлений»:

Код	Содержание
ПК-1:	Способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела
ПК -4:	Способность проводить моделирование технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

• **знать:**

- методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики деформируемого твёрдого тела (основные современные теории процессов деформирования и разрушения, взаимодействия структуры материала и внешних полей различной природы и интенсивности, методы описания процессов деформирования, фазовых и структурно-кинетических переходов в материале);
- современные методы моделирования технологических проблем деформирования и разрушения, а также предупреждения недопустимых деформаций и трещин в конструкциях различного назначения.

• **уметь:**

- ставить задачу и применять современные методы (численные, аналитические, экспериментальные) для решения задач в области механики деформируемого твёрдого тела с учётом эволюции структуры материала и внешних воздействий различной природы и интенсивности;
- ставить задачу и проводить анализ технологических проблем деформирования и разрушения, прогнозировать особенности возникновения и распространения трещин в конструкционных материалах.

### Формы работы студентов

Аудиторные занятия: лекции.

Самостоятельная работа: изучение теоретического материала.

### 1.3 Виды контроля.

Рабочая программа дисциплины предусматривает текущий контроль в форме устного опроса по окончании разделов дисциплины, итоговый контроль в форме дифференцированного зачета, который выставляется по итогам проведённого промежуточного контроля и самостоятельной работы.

### РАЗДЕЛ II. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю) «Теория упругости. Теория пластичности. Теория ползучести»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (модуля)*	Наименование оценочного средства**	Код контролируемой компетенции***
1	<p><b>Раздел 1:</b> <b>Механодиффузионные процессы переноса растворителей в сетчатых полимерах.</b></p> <p>Тема 1. Сетчатые полимеры. Эластомеры и полимерные гели. Молекулярная структура сетчатых полимеров. Свойство высокоэластичности. Взаимодействие сетчатых полимеров с растворителями. Явление набухания.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-4
	<p>Тема 2. Неравновесные процессы набухания и диффузионные процессы переноса растворителей в сетчатых полимерах. Деформационное поведение сетчатого полимера в условиях диффузии растворителя. Взаимосвязанность процессов диффузии растворителя и деформирования</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-4

	<p>материала. Механодиффузионные процессы.</p>		
	<p>Тема 3. Методы теоретического описания механодиффузионных процессов. Система уравнений и определяющих соотношений нелинейной теории механодиффузии.</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-4</p>
2	<p><b>Раздел 2: Механика и равновесная термодинамика деформирования и набухания сетчатых полимеров в среде растворителя</b></p> <p>Тема 4. Два типа равновесных состояний полимера, содержащего растворитель. Механическое равновесие. Термодинамическое равновесие. Два типа задач, описывающих равновесные состояния сетчатых полимеров, содержащих растворитель.</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-4</p>
	<p>Тема 5. Условие механического равновесия смеси. Постановка задач о механическом равновесии полимера с заданным</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-4</p>

	<p>распределением растворителя. Тензор механических напряжений и его структура для изотропной смеси.</p>		
	<p>Тема 6. Условия термодинамического равновесия смеси. Химический потенциал растворителя. Осмотическое давление и осмотический тензор напряжений. Постановка задач термодинамического равновесия для системы «сетчатый полимер – растворитель» в терминах химического потенциала и осмотического тензора напряжений. Физический смысл осмотического тензора напряжений. Структура осмотического тензора напряжений для изотропной смеси.</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-4
	<p>Тема 7. Построение определяющих соотношений для тензора упругих напряжений, химического потенциала и осмотического тензора напряжений на основе существующих моделей полимерных сеток. Теория полимерных сеток</p>	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-4

	<p>Флори-Ренера и вытекающие из нее уравнения состояния сетчатых полимеров.</p>		
	<p>Тема 8. Связь задач, описывающих механическое и термодинамическое равновесие системы «полимер – растворитель», с механодиффузионными задачами.</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-4</p>
3	<p><b>Раздел 3:</b>  <b>Неравновесные процессы поглощения растворителей сетчатыми полимерами</b></p> <p>Тема 9. Неравновесные процессы набухания сетчатых полимеров. Деформационное поведение полимера в условиях набухания. Влияние деформаций полимера на термодинамику его взаимодействия со средой растворителя. Влияние деформаций полимера на диффузионную кинетику поглощения и переноса растворителя.</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-4</p>
	<p>Тема 10. Система уравнений и начально-краевых условий, описывающих процессы набухания сетчатых полимеров.</p>	<p>Вопросы для устного опроса</p>	<p>ПК-1, ПК-4</p>

	Тема 11. Задача о набухании плоского слоя полимера. Качественное описание физики процесса набухания. Описание процесса набухания плоского слоя в рамках одномерной нелинейной краевой задачи	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-4
	Тема 12. Начальная и конечная стадии диффузионного процесса набухания слоя. Построение приближенных автомодельных решений, описывающих начальную и конечную стадии процесса набухания. Их физическая интерпретация.	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-4
	Тема 13. Аномалии кинетики сорбции и их классификация. Причины и механизм аномалий кинетики набухания сетчатых полимеров.	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-4
	Тема 14. Экспериментальные методы исследования упругих термодинамических и транспортных свойств сетчатых полимеров.	Вопросы для устного опроса	ПК-1, ПК-4

\*Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины (модуля).

\*\*Примерный перечень оценочных средств приведен в приложении А.

\*\*\*Код контролируемой компетенции берется из ФГОС ВПО, ФГОС ВО

### **РАЗДЕЛ III. Содержание оценочных средств по дисциплине**

#### **Приложение А** (обязательное)

#### **Перечень вопросов для текущего контроля (устный опрос)**

1. Основные закономерности протекания механодиффузионных процессов в твердых телах и полимерных материалах. Методы их теоретического описания в рамках теории смесей.
2. Вывод системы уравнений нелинейной теории механодиффузии из базовых принципов механики и термодинамики сплошной среды.
3. Система уравнений и определяющих соотношений нелинейной теории механодиффузии для несжимаемой смеси.
4. Построение определяющих соотношений для системы «полимер – растворитель» на основе существующих моделей высокоэластичности.
5. Равновесная термодинамика деформирования и набухания сетчатых полимеров в среде растворителя.
6. Неравновесные процессы поглощения растворителей эластомерами и полимерными гелями. Модель набухания плоского слоя.
7. Причины и механизм аномалий кинетики сорбции в полимерных сетчатых материалах.
8. Влияние внешнего механического нагружения материала на диффузионную кинетику поглощения растворителя.
9. Теория механодиффузионных процессов, сопровождающихся малыми деформациями материала.
10. Экспериментальные методы исследования термодинамических и транспортных свойств сетчатых полимеров.

Разработчик:

  
(подпись)

д.ф.-м. н. Денисюк Е.Я.