

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Механика машин и основы конструирования»



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
/ С.Н. Щербич /
«30» августа 2019 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ МЕХАНИКИ РАЗРУШЕНИЯ

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

01.05.01 – Фундаментальные математика и механика

Направленность (профиль):

Математическое и компьютерное моделирование механических систем

Форма обучения: очная

Курган 2019

Рабочая программа дисциплины «Инженерные методы механики разрушения» составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета Фундаментальные математика и механика (Математическое и компьютерное моделирование механических систем), утвержденным «29» августа 2019 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Механика машин и основы конструирования» «30» августа 2019 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил
доцент



С.Г. Тютрин

Заведующий кафедрой
«Механика машин и основы
конструирования»



Д.А. Курасов

Специалист по учебно-методи-
ческой работе Учебно-
методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности



С.Н. Сеницын

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 6 зачетных единиц трудоемкости (216 академических часов).

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	
		7	9
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	80	32	48
Лекции	48	16	32
Практические занятия	32	16	16
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	136	76	60
Подготовка к зачету	18	18	
Подготовка к экзамену	27		27
Другие виды самостоятельной работы	91	58	33
Вид промежуточной аттестации	Экзамен, зачет	Зачет	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	216	108	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Инженерные методы механики разрушения» относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений. Является обязательной дисциплиной вариативной части.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Физика;
- Теоретическая механика;
- Сопротивление материалов.

Результаты обучения по дисциплине необходимы для выполнения дипломной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Инженерные методы механики разрушения» является познание основных принципов обеспечения живучести конструкций и безопасности технических систем.

Задачами освоения дисциплины «Инженерные методы механики разрушения» являются познание основных понятий и принципов процесса разрушения конструкционных материалов; выявление условий возникновения и распространения трещин; определение характеристик трещиностойкости; построение моделей повреждений и разрушения твердых тел.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность выполнять научно-исследовательские работы в области проведения механических испытаний с использованием современных вычислительных методов и наукоемких компьютерных технологий (ПК-2);

- способность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью расчётов их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин механических систем (ПК-8).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- знать теоретические основы, применяемые модели и методы решения задач механики разрушения (для ПК-2, ПК-8);

- уметь проводить анализ работоспособности элементов конструкций с трещинами (для ПК-2, ПК-8);

- владеть математическими методами механики разрушения при решении конкретных задач (для ПК-2, ПК-8).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Практич. занятия
Рубеж 1	1	Особенности атомно-кристаллического строения металлов	2	1
	2	Механические свойства материалов и методы их оценки	2	2
	3	Влияние химического состава на равновесную структуру сплавов	2	1
	4	Термическая обработка металлов и сплавов	2	2
		Рубежный контроль № 1	-	2
Рубеж 2	5	Химико-термическая и термо-механическая обработка сплавов	2	2
	6	Конструкционные материалы	2	2
	7	Конструкционные материалы с особыми свойствами	2	1
	8	Неметаллические материалы	2	1
		Рубежный контроль № 2	-	2
Рубеж 3	9	Физика и механика микроразрушений	4	2
	10	Механика трещин в упругих телах	6	2
	11	Механика трещин в упругопластических телах	6	2
		Рубежный контроль № 3	-	2
Рубеж 4	12	Специальные задачи механики трещин	6	2
	13	Эволюционные модели повреждений и разрушения твердых тел	6	2
	14	Безопасность и живучесть технических систем	4	2
		Рубежный контроль № 4	-	2
Всего:			48	32

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Особенности атомно-кристаллического строения металлов

Введение. Цели и задачи изучения дисциплины. Требования по изучению дисциплины.

Кристаллическое строение металлов и сплавов. Понятие об изотропии и анизотропии. Влияние типа связи на структуру и свойства кристаллов. Форма кристаллов и строение слитков. Дефекты кристаллического строения. Аморфное состояние материалов. Диффузия в металлах и сплавах. Анализ макроструктуры и микроструктуры. Полиморфные превращения.

Тема 2. Механические свойства материалов и методы их оценки

Упругая и пластическая деформация. Понятие об основных механических свойствах металлов и сплавов. Испытания на прочность. Диаграмма растяжения. Методы определения твердости. Испытания на ударную вязкость. Испытания на усталость. Испытания на ползучесть материала.

Тема 3. Влияние химического состава на равновесную структуру сплавов

Понятие о сплавах. Классификация и структура металлов и сплавов. Основные равновесные диаграммы состояния двойных сплавов. Связь между диаграммами состояний и свойствами двухкомпонентных сплавов. Диаграмма состояния «железо – углерод». Производство железистых сплавов.

Тема 4. Термическая обработка металлов и сплавов

Классификация видов термической обработки металлов и сплавов. Оборудование для термической обработки. Выбор режимов термической обработки. Отжиг I и II рода. Нормализация. Закалка с полиморфным и без полиморфного превращений.

Критические точки на диаграмме состояния «железо-углерод». Превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Полный отжиг конструкционных сталей. Нормализация инструментальных сталей. Закалка конструкционных и инструментальных сталей. Специальные виды закалки стали. Отпуск стали. Отпускная хрупкость.

Тема 5. Химико-термическая и термо-механическая обработка сплавов

Понятие о химико-термической обработке сплавов. Цементация. Азотирование. Силицирование. Диффузионная металлизация. Применяемое оборудование.

Понятие о термо-механической обработке металлов и сплавов. Низкотемпературная, высокотемпературная, предварительная термо-механическая обработка. Термо-механическая обработка стали.

Тема 6. Конструкционные материалы

Классификация конструкционных материалов. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Конструкционные стали. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей. Маркировка конструкционных сталей. Технологические свойства конструкционных материалов.

Материалы для режущих и измерительных инструментов. Быстрорежущие стали. Спеченные твердые сплавы.

Тема 7. Конструкционные материалы с особыми свойствами

Материалы с высокой твердостью поверхности. Сверхтвердые материалы. Материалы с малой плотностью. Материалы с высокими упругими свойствами. Материалы с высокой удельной прочностью. Коррозионно-стойкие материалы. Коррозионно-стойкие покрытия. Жаростойкие материалы. Жаропрочные материалы.

Тема 8. Неметаллические материалы

Классификация и области применения неметаллических материалов. Пластмассы. Керамические материалы. Каучук и его производные. Неорганические стекла. Древесина и ее разновидности. Композиционные материалы на неметаллической основе.

Тема 9. Физика и механика микроразрушений

Виды связей и тепловое движение частиц в твердых телах. Теоретическая прочность твердого тела. Пластическая деформация и теоретическая прочность кристаллов на сдвиг. Дефекты кристаллической решетки. Дислокационные механизмы и критерий образования микротрещин. Микромеханизмы разрушения твердых тел. Распространение микроструктурно и физически коротких усталостных трещин.

Тема 10. Механика трещин в упругих телах

Напряженное состояние в окрестности вершины трещины. Коэффициент интенсивности напряжений. Приближенные методы расчета. Критерий разрушения механики трещин. Силовой и энергетический критерии разрушения. Поток упругой энергии в вершину трещины. Поправка Ирвина. Зона пластической деформации.

Тема 11. Механика трещин в упругопластических телах

Критерий критического раскрытия в вершине трещины. Энергетический контурный J -интеграл. Коэффициент интенсивности деформаций в пластической области. Двухпараметрические критерии разрушения. Диаграмма трещиностойкости тела с трещиной и надрезом. Взаимосвязь критериев нелинейной механики разрушения. Устойчивый и неустойчивый рост трещин.

Тема 12. Специальные задачи механики трещин

Механика усталостного разрушения. Динамическая механика разрушения. Механика контактного разрушения и изнашивания. Рост трещин при ползучести. Механика коррозионного разрушения. Вычислительная механика разрушения. Экспериментальная механика разрушения.

Тема 13. Эволюционные модели повреждений и разрушения твердых тел

Эволюционный подход в задачах механики трещин. Двухпараметрический J_c^* -критерий разрушения тела с трещиной. Анализ условий зарождения трещин малоциклового усталости у концентратора напряжений. Кинетика водорода в зонах концентрации напряжений при зарождении и росте трещин.

Тема 14. Безопасность и живучесть технических систем

Механика катастроф. Безопасность, живучесть и ресурс поврежденных технических систем. Безопасные трещиноподобные дефекты в линейной части магистрального трубопровода.

4.3. Практические занятия

Но- мер раз- дела, темы	Наименование разде- ла, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.
1	Особенности атомно- кристаллического строения металлов	Кристаллическое строение металлов и сплавов	7 сем.
			1
2	Механические свойства материалов и методы их оценки	Методы определения твердости металлов и сплавов	2
3	Влияние химического состава на равновесную структуру сплавов	Диаграмма состояния «железо – углерод»	1
4	Термическая обработка металлов и сплавов	Выбор режимов термической обработки сталей	2
		Рубежный контроль №1	2
5	Химико-термическая и термо-механическая об- работка сплавов	Выбор режимов химико-термической об- работки сталей	2
6	Конструкционные мате- риалы	Технологические свойства конструкцион- ных сталей	2
7	Конструкционные мате- риалы с особыми свой- ствами	Сравнительный анализ конструкционных материалов	1
8	Неметаллические мате- риалы	Сравнительный анализ неметаллических материалов	1
		Рубежный контроль №2	2
9	Физика и механика микроразрушений	Дислокационные механизмы и критерий образования микротрещин	9 сем.
			2
10	Механика трещин в уп- ругих телах	Силовой и энергетический критерии раз- рушения	2
11	Механика трещин в уп- ругопластических телах	Двухпараметрические критерии разруше- ния	2
		Рубежный контроль № 3	2
12	Специальные задачи механики трещин	Механика усталостного разрушения	2
13	Эволюционные модели повреждений и разру- шения твердых тел	Анализ условий зарождения трещин ма- лоцикловой усталости у концентратора напряжений	2
14	Безопасность и живу- честь технических сис- тем	Безопасность, живучесть и ресурс повре- жденных технических систем	2
		Рубежный контроль № 4	2
Всего:			32

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующего практического занятия.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

На практических занятиях с целью усвоения и закрепления теоретического материала преподаватель у доски демонстрирует решение типовых задач. При этом используются технологии коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Приветствуется активное участие обучающихся в решении (как правило, коротких фрагментов) задач с выходом к доске и пояснением хода расчетов, а также обсуждение получаемых результатов.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям и к рубежным контролям, подготовку к зачету и экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	67
Особенности атомно-кристаллического строения металлов	7 сем.
Механические свойства материалов и методы их оценки	46
Влияние химического состава на равновесную структуру сплавов	
Термическая обработка металлов и сплавов	
Химико-термическая и термо-механическая обработка сплавов	
Конструкционные материалы	
Конструкционные материалы с особыми свойствами	

Неметаллические материалы		
Физика и механика микроразрушений		9 сем.
Механика трещин в упругих телах		40
Механика трещин в упругопластических телах		
Специальные задачи механики трещин		
Эволюционные модели повреждений и разрушения твердых тел		
Безопасность и живучесть технических систем		
Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)		16
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)		8
Подготовка к экзамену		27
Подготовка к зачёту		18
	Всего:	136

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ
2. Банк заданий к рубежным контролям №1,2,3,4
3. Перечень вопросов к экзамену
4. Перечень вопросов к зачету

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
		Распределение баллов за 7 сем.					
		Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий и активность на них	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной ра-	Балльная оценка:	до 24	до 26	до 10	до 10	до 30

боты (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Примечания:	8 лекций по 3 балла	За посещение «обычных» практических занятий – по 2 балла ($6 \times 2 = 12$) и за активность на них – по 2 балла ($6 \times 2 = 12$). За посещение рубежного контроля – по 1 баллу ($2 \times 1 = 2$)	На 4-м практическом занятии	На 8-м практическом занятии	
	Распределение баллов за 9 сем.					
	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий и активность на них	Рубежный контроль №3	Рубежный контроль №4	Экзамен
	Балльная оценка:	до 32	до 18	до 10	до 10	до 30
	Примечания:	16 лекций по 2 балла	За посещение «обычных» занятий – по 1,5 балла ($6 \times 1,5 = 9$) и за активность на них – по 1,5 балла ($6 \times 1,5 = 9$)	На 4-м практическом занятии	На 8-м практическом занятии	
<p>Корректирующий коэффициент К: К=2 за активную работу; К=0,5 за опоздание не более чем на 15 мин; К=0 за опоздание более чем на 15 мин, за грубое нарушение дисциплины на занятиях: порча имущества, сон, игры, шум, телефонные звонки, SMS, MMS, нахождение в нетрезвом состоянии, демонстрация пренебрежительного отношения к занятиям и окружающим.</p>						
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74...90 – хорошо; 91...100 – отлично				
	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – незачет; 61...100 – зачет				
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности «автоматического» получения оценки на экзамене и автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (к экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и выполнить все практические работы.</p> <p>Для «автоматического» получения экзаменационной оценки «удовлетворительно» студенту необходимо набрать за семестр 68 баллов.</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, набравшему 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за высокие достижения в значимых учебных, методических и научно-исследовательских мероприятиях университета и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p>				

		<p>Для допуска к промежуточной аттестации (к зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и выполнить все практические работы.</p> <p>Для «автоматического» получения зачета студенту необходимо набрать за семестр 61 балл.</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в значимых учебных, научных, методических и внеучебных мероприятиях университета и выставлен зачет «автоматически».</p>
4	<p>Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра</p>	<p>В случае, если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов и не выполнены все задания, студенту необходимо выполнить дополнительные задания до конца последней (зачетной) недели.</p> <p>Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> – написание лекции по пропущенной теме, отчета по пропущенному практическому занятию и их защита (за предоставление материала начисляется 1/2 из пропущенных баллов, за защиту – еще 1/2 из пропущенных баллов); – прохождение рубежного контроля (вместо пропущенного или неудовлетворительного); – разработка учебной модели, компьютерной программы, мультимедийного и др. продукта для применения в курсе «Инженерные методы механики разрушения» (от 4 до 40 баллов за каждую разработку, при этом общая сумма баллов к промежуточной аттестации не может превышать 70). <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяются преподавателем.</p>

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей состоят из 20 вопросов. За правильный ответ на 1 вопрос теста начисляется 0,5 балла.

На каждое тестирование отводится время не менее 40 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Промежуточный контроль знаний студентов (экзамен) проводится по традиционной форме по билетам, что позволяет студентам продемонстрировать свои навыки представления и изложения материала, развить грамотную техническую речь. Каждый билет содержит 2 теоретических вопроса (каждый оценивается до 15 баллов).

Для получения высоких баллов на экзамене не допускается списывание, использование подсказок, шпаргалок, карманных компьютеров, телефонов и

др. Время, отводимое студенту на экзамене, составляет 2 астрономических часа.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

Промежуточный контроль знаний (зачет) студентов проводится в традиционном виде по вопросам. Студент отвечает на 2 теоретических вопроса, что позволяет студентам продемонстрировать свои навыки представления и изложения материала, развить грамотную техническую речь. Каждый теоретический вопрос оценивается до 15 баллов.

Для получения высоких баллов на зачете не допускается списывание, использование подсказок, шпаргалок, карманных компьютеров, телефонов и др. Время, отводимое студенту на зачете, составляет 2 астрономических часа.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей, экзамена и зачета

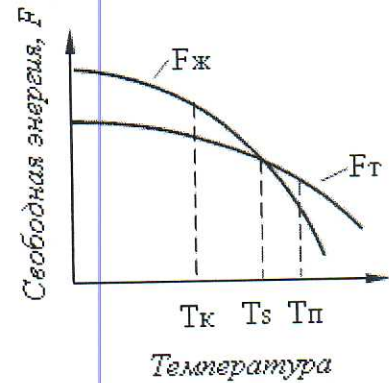
Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №1

<p>ЗАДАНИЕ №1 (выберите один вариант ответа)</p> <p>Число ближайших равноудаленных частиц (атомов) от любого атома в кристаллической решетке – это ...</p> <p>ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:</p> <ol style="list-style-type: none">1) координационное число;2) коэффициент компактности;3) период кристаллической решетки.	
---	--

<p>ЗАДАНИЕ №2 (выберите один вариант ответа)</p> <p>Краевые дислокации ...</p> <p>ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:</p> <ol style="list-style-type: none">1) параллельны вектору сдвига;2) перпендикулярны вектору сдвига;3) изогнуты по винтовой поверхности.	
--	--

ЗАДАНИЕ №3 (выберите один вариант ответа)

При температуре $T < T_k$ металл будет находиться в



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) газообразном состоянии;
- 2) жидком состоянии;
- 2) твердом состоянии.

Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №2

ЗАДАНИЕ №1 (выберите один вариант ответа)

Процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя стали углеродом называется ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) легированием;
- 2) азотированием;
- 3) цементацией;
- 4) нормализацией.

ЗАДАНИЕ №2 (выберите один вариант ответа)

Какая из сталей относится к подшипниковым?

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) 40X;
- 2) АС4;
- 3) ШХ15;
- 4) 18ХГТ.

ЗАДАНИЕ №3 (выберите один вариант ответа)

Какая из перечисленных ниже структур имеет более высокие жаропрочные свойства?

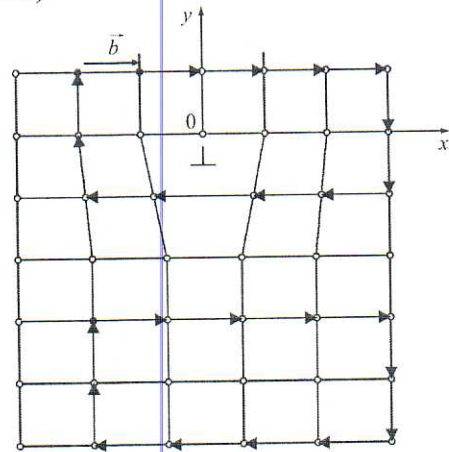
ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) ферритная;
- 2) перлитная;
- 3) мартенситная;
- 4) аустенитная.

Примеры заданий для рубежного контроля №3

ЗАДАНИЕ №1 (выберите один вариант ответа)

Рисунок схематично показывает ... кристаллической решётки.

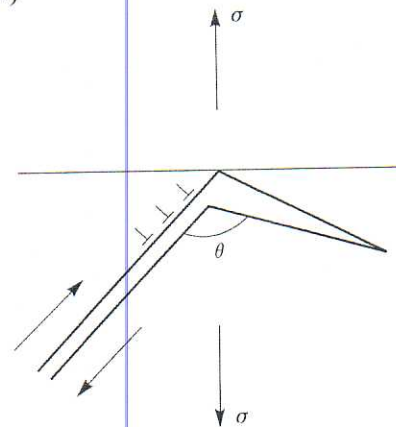


ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) точечный дефект;
- 2) краевую дислокацию;
- 3) винтовую дислокацию.

ЗАДАНИЕ №2 (выберите один вариант ответа)

Рисунок иллюстрирует дислокационную модель...

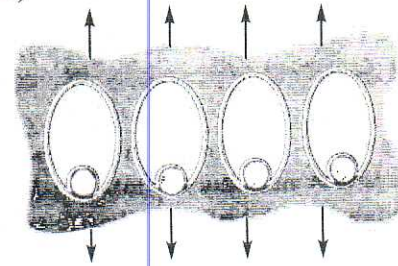


ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) Зинера-Стро-Петча;
- 2) Коттрелла;
- 3) Баллафа-Гилмана.

ЗАДАНИЕ №3 (выберите один вариант ответа)

Рисунок иллюстрирует микро-механизм разрушения металлов: ...



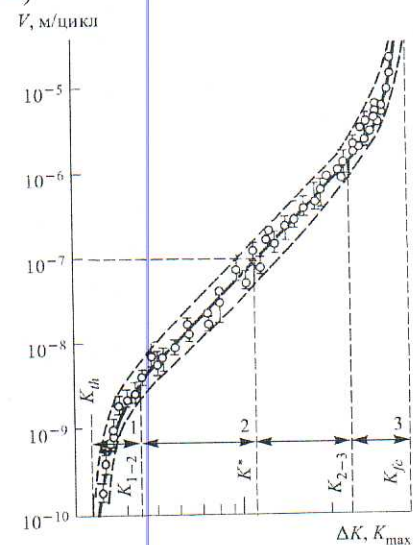
ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) вязкое разрушение;
- 2) транскристаллитный скол;
- 3) межзеренный скол.

Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №4

ЗАДАНИЕ №1 (выберите один вариант ответа)

На рисунке представлена ...



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) кинетическая диаграмма усталостного разрушения;
- 2) иллюстрация двухпараметрического критерия механики разрушения;
- 3) схема распространения трещины при квазистатическом нагружении.

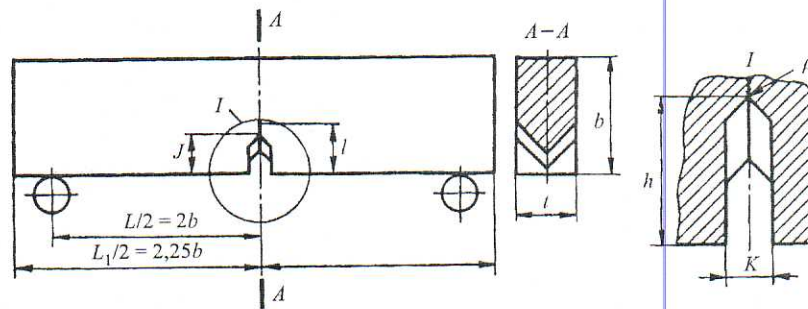
ЗАДАНИЕ №2 (выберите один вариант ответа)

Формула Пэриса для скорости роста трещины имеет вид ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) $\frac{d\ell}{dN} = C \Delta K_{eff}^m$;
- 2) $\frac{d\ell}{dN} = C \left(\frac{\Delta K - \Delta K_{th}}{K_{fc} - K_{max}} \right)^m$;
- 3) $\frac{d\ell}{dN} = C (\Delta K - \Delta K_{th})^2 \left(1 + \frac{\Delta K}{K_{fc} - K_{max}} \right)$.

ЗАДАНИЕ №3 (выберите один вариант ответа)



На рисунке схематично изображён ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) плоский образец для испытаний на трехточечный изгиб;
- 2) цилиндрический образец для испытаний на осевое растяжение;
- 3) прямоугольный образец для испытаний на внецентренное растяжение.

Примерный перечень вопросов к зачёту (7 семестр)

1. Кристаллическое строение металлов и сплавов. Понятие об изотропии и анизотропии. Влияние типа связи на структуру и свойства кристаллов.
2. Форма кристаллов и строение слитков. Дефекты кристаллического строения. Аморфное состояние материалов. Полиморфные превращения.
3. Упругая и пластическая деформация. Понятие об основных механических свойствах металлов и сплавов. Испытания на прочность. Диаграмма растяжения.
4. Методы определения твердости.
5. Испытания на ударную вязкость.
6. Испытания на усталость.
7. Испытания на ползучесть материала.
8. Понятие о сплавах. Классификация и структура металлов и сплавов. Основные равновесные диаграммы состояния двойных сплавов. Связь между диаграммами состояний и свойствами двухкомпонентных сплавов.
10. Диаграмма состояния «железо – углерод». Критические точки на диаграмме состояния «железо-углерод».
11. Классификация видов термической обработки металлов и сплавов. Отжиг I и II рода. Нормализация. Закалка с полиморфным и без полиморфного превращений.
12. Превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Полный отжиг конструкционных сталей. Закалка конструкционных и инструментальных сталей. Специальные виды закалки стали.
13. Нормализация инструментальных сталей. Отпуск стали. Отпуская хрупкость.

14. Понятие о химико-термической обработке сплавов. Цементация. Азотирование. Силицирование. Диффузионная металлизация. Применяемое оборудование.
15. Понятие о термо-механической обработке металлов и сплавов. Низкотемпературная, высокотемпературная, предварительная термо-механическая обработка. Термо-механическая обработка стали.
16. Классификация конструкционных материалов. Требования, предъявляемые к конструкционным материалам. Конструкционные стали. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства сталей.
17. Маркировка конструкционных сталей. Технологические свойства конструкционных материалов.
18. Материалы для режущих и измерительных инструментов. Быстрорежущие стали. Спеченные твердые сплавы.
19. Материалы с высокой твердостью поверхности. Сверхтвердые материалы.
20. Материалы с малой плотностью.
21. Материалы с высокими упругими свойствами.
22. Материалы с высокой удельной прочностью.
23. Коррозионно-стойкие материалы. Коррозионно-стойкие покрытия.
24. Жаростойкие материалы. Жаропрочные материалы.
25. Классификация и области применения неметаллических материалов. Пластмассы.
26. Керамические материалы.
27. Каучук и его производные.
28. Неорганические стекла.
29. Композиционные материалы на неметаллической основе.

Примерный перечень вопросов к экзамену (9 семестр)

1. Виды связей и тепловое движение частиц в твердых телах. Теоретическая прочность твердого тела.
2. Пластическая деформация и теоретическая прочность кристаллов на сдвиг.
3. Дефекты кристаллической решетки.
4. Дислокационные механизмы и критерий образования микротрещин.
5. Микромеханизмы разрушения твердых тел.
6. Распространение микроструктурно и физически коротких усталостных трещин.
7. Напряженное состояние в окрестности вершины трещины.
8. Коэффициент интенсивности напряжений. Приближенные методы расчета.
9. Критерий разрушения механики трещин. Силовой и энергетический критерии разрушения.
10. Поток упругой энергии в вершину трещины.

11. Поправка Ирвина. Зона пластической деформации.
12. Критерий критического раскрытия в вершине трещины.
13. Энергетический контурный J -интеграл.
14. Коэффициент интенсивности деформаций в пластической области.
15. Двухпараметрические критерии разрушения. Диаграмма трещиностойкости тела с трещиной и надрезом.
16. Взаимосвязь критериев нелинейной механики разрушения.
17. Устойчивый и неустойчивый рост трещин.
18. Механика усталостного разрушения.
19. Динамическая механика разрушения.
20. Механика контактного разрушения и изнашивания.
21. Рост трещин при ползучести.
22. Механика коррозионного разрушения.
23. Вычислительная механика разрушения.
24. Экспериментальная механика разрушения.
25. Эволюционный подход в задачах механики трещин.
26. Двухпараметрический J_c^* -критерий разрушения тела с трещиной.
27. Анализ условий зарождения трещин малоциклового усталости у концентратора напряжений.
28. Кинетика водорода в зонах концентрации напряжений при зарождении и росте трещин.
29. Механика катастроф.
30. Безопасность, живучесть и ресурс поврежденных технических систем.
31. Безопасные трещиноподобные дефекты в линейной части магистрального трубопровода.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Зайцев Ю. В. Механика разрушения для строителей : учебное пособие / Ю.В. Зайцев, Г.Э. Окольников, В.В. Доркин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 216 с. – Доступ из ЭБС «Znanium.com».
2. Материаловедение : учеб. пособие для вузов / Л. В. Тарасенко, С. А. Пахомова, М. В. Унчикова, С. А. Герасимов ; под ред. Л. В. Тарасенко. – Москва : НИЦ Инфра-М, 2012. – 475 с. – Доступ из ЭБС «Znanium.com».

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Матвиенко, Ю. Г. Модели и критерии механики разрушения : монография / Ю. Г. Матвиенко. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 328 с. – Доступ из ЭБС «Znaniium.com».

2. Ковалевская Ж. Г. Основы материаловедения. Конструкционные материалы : учебное пособие / Ж.Г. Ковалевская, В.П. Безбородов. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 110 с. – Доступ из ЭБС «Консультант студента».

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов:

– Классификация и маркировка статей [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению индивидуальной работы по технологии конструкционных материалов для студентов специальностей 140211, 151001, 151002, 150202, 190201, 190601, 190202, 220301 / Министерство образования и науки Российской Федерации [и др.] ; [сост.: Дудоров В.И. [и др.]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 299 Kb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2005. - 12 с.: рис. - Библиогр.: с. 7. – Доступ из ЭБС КГУ.

– Влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали [Электронный ресурс]: методические указания для самостоятельной подготовки к лабораторной работе для студентов специальностей 080502, 150202, 151001, 200503, 220301, 190201, 190202, 190601, 190603, 190700, 190702, 280100, 140211 / Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет, Кафедра энергетики и технологии металлов ; [сост.: Дудорова Т.А., Савиных Л.М.]. - Электрон. текстовые дан. (тип файла: pdf ; размер: 1,06 Mb). - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2011. - 22 с.: рис. – Доступ из ЭБС КГУ.

2. Методические рекомендации к практическим занятиям:

– Теория строения материалов. материаловедение и технология конструкционных материалов : методические указания к практическим занятиям. – СПб : СЗТУ, 2004. – 47 с.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Плакаты.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Инженерные методы механики разрушения»

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

01.05.01 – Фундаментальные математика и механика

Направленность (профиль):

Математическое и компьютерное моделирование механических систем

Трудоемкость дисциплины: 6 ЗЕ (216 академических часов)

Семестры: 7, 9

Форма промежуточной аттестации: Зачет, экзамен

Содержание дисциплины

Особенности атомно-кристаллического строения металлов. Механические свойства материалов и методы их оценки. Влияние химического состава на равновесную структуру сплавов. Термическая обработка металлов и сплавов. Химико-термическая и термо-механическая обработка сплавов. Конструкционные материалы. Конструкционные материалы с особыми свойствами. Неметаллические материалы. Физика и механика микроразрушений. Механика трещин в упругих телах. Механика трещин в упругопластических телах. Специальные задачи механики трещин. Эволюционные модели повреждений и разрушения твердых тел. Безопасность и живучесть технических систем.