

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Масалов Владимир Николаевич
Должность: ректор
Дата подписания: 03.11.2023 08:48:13
Уникальный программный ключ:
f31e6db16690784ab6b50e564da26971fd24641c

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»**

Утверждаю
Проректор по научной и
инновационной деятельности
Н.А. Березина
30 10 2023 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

для поступающих на обучение по программам
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

**2.5.9 Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий,
веществ и природной среды**

Орел 2023 г.

1. Цели и задачи программы

Вступительные испытания в аспирантуру по методам и приборам контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды предполагает выявление знаний поступающего о методах технической диагностики и неразрушающего контроля в машиностроении. Во время испытания обращается внимание на владение профессиональной терминологией, логику мысли, уровень инженерного мышления и умения излагать ответы на вопросы.

Цель – выявить у абитуриента глубину теоретических знаний и практических основ в области методов контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды в разрезе изучаемых дисциплин, детальном овладении, обобщении и систематизации знаний по вопросам, предусмотренным программой.

Для достижения данной цели необходимо, опираясь на полученные ранее знания по предметам прочностного цикла – теоретическая механика, сопротивление материалов, прикладная механика и пр., решить следующие задачи:

- показать пути формирования навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности;
- представить пути изучения теоретических и методологических основ прочностной диагностики в машиностроении.

Программа направлена на выявление знаний абитуриентов в следующих областях:

1. Влияние фактора структурной организации на физико-механические свойства поликристаллических материалов.
2. Структурно-аналитическая концепция физической мезомеханики: микромасштабный, мезомасштабный и макромасштабный уровни.
3. Особенности механических свойств конструкционных материалов при сложных режимах нагружения.
4. Методы неразрушающего контроля. Возможности метода магнитной памяти металла.
5. Метод конечно-элементного анализа. Программное обеспечение «ANSYS», «SolidWorks», АРМ «WinMashine».
6. Экспериментально-теоретические исследования функционально-механических свойств материалов с эффектом памяти формы.

Вступительное испытание принимается по результатам тестирования. Возможно дополнительное собеседование по темам, связанным с предстоящим выполнением диссертационного исследования. Результаты тестирования (оценка) определяется комиссионно.

2. Раздел 1. Общая часть

Основы теории упругости

Тензоры напряжений и деформаций. Уравнение равновесия. Определение перемещений по деформациям. Уравнения совместимости деформаций. Потенциальная энергия деформаций. Закон Гука для изотропного и анизотропного тела. Полная система уравнений теории упругости. Уравнения в перемещениях. Постановка основных задач теории упругости.

Теория пластичности

Модели упругопластического тела. Критерии текучести. Деформационная теория пластичности. Сравнение теорий пластичности. Остаточные напряжения. Предельное состояние и предельная нагрузка. Понятия о структурно-аналитической мезомеханике материалов. Микро-, мезо- и макромасштабные уровни процессов деформации и разрушения.

Элементы теорий прочности и механики разрушения

Физические основы прочности материалов. Вязкий и хрупкий типы разрушения. Прочность при сложном напряженном состоянии. Усталостное разрушение. Влияние концентрации напряжений на прочность. Напряжение вблизи трещины в упругом теле. Учет пластических деформаций в конце трещины. Градиентный подход при формулировке критериев разрушения.

Рекомендуемая литература к разделу 1

1. Андреев, В.И. Механика неоднородных тел: учебное пособие для вузов / В.И. Андреев. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 255 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03841-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489498> (дата обращения: 13.03.2022).
2. Асадулина, Е.Ю. Сопротивление материалов: построение эпюр внутренних силовых факторов, изгиб: учебное пособие для вузов / Е.Ю. Асадулина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 115 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09944-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492313> (дата обращения: 13.03.2022).
3. Асадулина, Е.Ю. Сопротивление материалов: учебное пособие для вузов / Е.Ю. Асадулина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 279 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-02370-1. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492139> (дата обращения: 13.03.2022).
4. Бажанов, В.Л. Механика деформируемого твердого тела: учебное пособие для вузов / В.Л. Бажанов. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 178 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04104-0. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/472778> (дата обращения: 13.03.2022).

5. Валишвили, Н.В. Сопротивление материалов и конструкций: учебник для вузов / Н.В. Валишвили, С.С. Гаврюшин. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 429 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8247-3. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489807> (дата обращения: 13.03.2022).

6. Зиомковский, В.М. Прикладная механика: учебное пособие для вузов / В.М. Зиомковский, И.В. Троицкий; под научной редакцией В.И. Вешкурцева. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 286 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00196-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492223> (дата обращения: 13.03.2022).

7. Макаров, Е.Г. Сопротивление материалов с использованием вычислительных комплексов: учебное пособие для вузов / Е.Г. Макаров. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 413 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01761-8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492368> (дата обращения: 14.03.2022).

8. Материаловедение в машиностроении. В 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / А.М. Адаскин, Ю.Е. Седов, А.К. Онегина, В.Н. Климов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 258 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00039-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/471897> (дата обращения: 13.03.2022).

9. Материаловедение в машиностроении в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / А.М. Адаскин, Ю.Е. Седов, А.К. Онегина, В.Н. Климов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 291 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-00041-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/491939> (дата обращения: 14.03.2022).

3. Раздел 2. Специальная часть

Экспериментальные методы исследований динамики и прочности

Определение механических свойств материалов. Назначение и основные типы механических испытаний. Метод тензометрии. Диагностика структурно-механического состояния зон концентраторов напряжения методом магнитной памяти металлов.

Влияние фактора неоднородности напряженно-деформированного состояния на структуру и механические свойства материалов

Физические и структурно-механические аспекты проблемы. Многоуровневый иерархически организованный микро-мезо-макро масштабный характер эволюции структурных концентраторов напряжений. Определяющая роль структурных концентраторов напряжений различного масштаба в зарождении и развитии пластической деформации и разрушении. Автоволновой характер эволюции волн локализации пластической деформации. Модель мезомеханики автоволновых процессов деформации кристаллических тел. Анализ проблемы с позиции механики деформируемого твердого тела. Градиентный подход к оценке механических свойств материалов в окрестности макроконцентраторов напряжений. Анализ исследований по оценке локальной прочности материалов в окрестности макроконцентратора напряжений при статическом нагружении. Модели локальной прочности в окрестности макроконцентратора напряжений при циклическом нагружении. Интегральный подход при формулировке моделей разрушения в локальной окрестности макроконцентратора напряжений. Анализ подходов к оценке локальной прочности в окрестности макроконцентратора напряжений косвенно учитывающих структурный фактор. К вопросу определения критических размеров дефектов.

Методики прочностной диагностики элементов машиностроительных конструкций

Взаимосвязь структурно-механических и магнитных характеристик металла. Физические представления о взаимосвязи магнитных и структурно-механических характеристик металла при его нагружении. Диагностика качества изделия (входной контроль). Отбраковка изделий методом экспресс-анализа. Исследование эволюции зон концентрации структурных напряжений при заданной программе комбинированного нагружения изделия (растяжение + кручение) в упруго-пластической стадии, вплоть до его разрушения. Определение концентрации остаточных напряжений в ЗТВ сварки и в сварном шве. Методика экспериментального исследования предельного состояния элементов конструкций с концентраторами напряжений. Основные задачи технической диагностики. Качество продукции и надежность изделий. Виды дефектов и причины их образования при основных технологических операциях. Влияние дефектов на эксплуатационные характеристики изделий и конструкций. Виды контроля: разрушающий и неразрушающий, выборочный и сплошной контроль. Понятие входного, операционного, активного и приемочного контроля.

Принцип работы, типы и основные технические характеристики тензодатчиков. Тензометрирование при статическом и динамическом нагружении конструкций. Типы акустических волн и особенности их распространения. Способы получения и приема ультразвуковых колебаний. Классификация методов акустического контроля. Принцип работы, конструкция и основные технические характеристики пьезопреобразователей, работающих с акустико-эмиссионными системами. Физические особенности метода акустической эмиссии. Локация источника акустической эмиссии и оценка погрешностей измерения. Принцип работы, конструкция и основные технические характеристики пьезопреобразователей, работающих с ультразвуковыми системами. Функциональная схема эхо-импульсного дефектоскопа. Параметры контроля аппаратуры и способы их стандартизации. Физические основы метода вихревых токов. Разновидности первичных преобразователей (накладные, проходные, комбинированные), их конструкция, характеристики, область применения. Разновидности вихретоковых дефектоскопов. Физические основы капиллярных методов контроля: люминесцентного, цветного, люминесцентного-цветного. Основные свойства проникающих жидкостей (пенетрантов), проявителей, очистителей, гасителей. Физические основы активных тепловых методов. Способы регистрации тепловых полей. Физические основы пассивных тепловых методов контроля (контактные и собственного излучения). Природа теплового излучения. Виды намагничивания: продольное, циркулярное и комбинированное. Область применения. Магнитные дефектоскопы, толщиномеры, коэрцитиметры. Устройства намагничивания и размагничивания деталей. Область применения. Магнитное поле дефекта и способы его регистрации. Магнитопорошковый, феррозондовый и индукционный методы контроля. Чувствительность методов и факторы, влияющие на них. Методы контроля: магниторезисторный, магнитографический, с использованием эффекта Холла. Чувствительность методов и факторы, влияющие на них. Физические основы вибрационного метода контроля. Типы колебаний. Основные дефекты, выявляемые методами вибрационного контроля. Метрологическое обеспечение вибрационного контроля. Типы датчиков, используемых для вибрационного контроля. Метрологическое обеспечение вибрационного контроля. Понятие герметичности. Основные виды нарушения герметичности. Физические основы течеискания. Средства контроля герметичности. Технические характеристики масс-спектрометрических, галогенных и других течеискателей. Применение микропроцессоров и компьютеров для обработки результатов контроля. Основы построения гибких автоматизированных модулей и систем контроля.

Рекомендуемая литература к разделу 2

1. Зацепин, А.Ф. Методы и средства измерений и контроля: дефектоскопы: учебное пособие для вузов / А.Ф. Зацепин, Д.Ю. Бирюков; под научной редакцией В.Н. Костина. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 120 с. – (Выс-

шее образование). – ISBN 978-5-534-08496-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492644> (дата обращения: 14.03.2022).

2. Климов, Д.М. Механика сплошной среды: вязкопластические течения: учебное пособие для вузов / Д.М. Климов, А.Г. Петров, Д.В. Георгиевский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 394 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-08780-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/494031> (дата обращения: 14.03.2022).

3. Малинин, Н.Н. Технологические задачи пластичности и ползучести: учебное пособие для вузов / Н.Н. Малинин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 121 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-10115-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492949> (дата обращения: 14.03.2022).

4. Малинин, Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести: учебник для вузов / Н.Н. Малинин. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 402 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05330-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492950> (дата обращения: 14.03.2022).

5. Малинин, Н.Н. Расчеты на ползучесть элементов машиностроительных конструкций: учебное пособие для вузов / Н.Н. Малинин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 221 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05326-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492948> (дата обращения: 14.03.2022).

6. Новокрещенов, В.В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении: учебное пособие для вузов / В.В. Новокрещенов, Р.В. Родякина; под научной редакцией Н.Н. Прохорова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 301 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07040-8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492499> (дата обращения: 14.03.2022).

7. Подъемно-транспортные машины: расчет металлических конструкций методом конечных элементов: учебное пособие для вузов / А.В. Лагерев, А.В. Вершинский, И.А. Лагерев, А.Н. Шубин; под редакцией А.В. Лагерева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 178 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12649-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/496396> (дата обращения: 14.03.2022).

4. Критерии оценки знаний поступающих

Вступительное испытание проводится с использованием дистанционных технологий. В рамках вступительного испытания предусматриваются тестовые задания: 10 заданий из общей части закрытого типа с выбором одного ответа, 21 задание из специальной части (20 заданий на установление последовательности и (или) установление соответствия, 1 задание с развернутым ответом). Максимальная оценка за задания общей части 20 баллов, за задания из специальной части – 80 баллов. При выставлении итоговой оценки набранные баллы суммируются.

Критерии оценивания представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии оценки ответа поступающего

Структура экзаменационных заданий		Количество вопросов (тестовых заданий)	Количество времени на выполнение задания, мин.	Количество баллов за выполнение задания
Общая часть	Тестовые задания с выбором одного ответа	10	2	2
Специальная часть	Тестовые задания на установление последовательности и (или) установление соответствия	20	2	2
	Тестовые задания с развернутым ответом	1	30	0-40

Критерии оценки тестового задания с развернутым ответом представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии оценки тестового задания с развернутым ответом

Характеристика ответа	Баллы
Представлен полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Знание демонстрируется на фоне понимания его в системе данного направления и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в	36-40

терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию. Могут быть допущены недочеты в определении понятий.	
Представлен развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения вопроса; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты. Отсутствует авторская позиция.	31-35
Представлен развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ логичен, изложен в терминах науки, но нечетко структурирован. Допущены незначительные ошибки или недочеты.	26-30
Представлен недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены существенные 1-2 ошибки в определении основных понятий	21-25
Представлен недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Поступающий затрудняется самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи, может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения.	16-20
Представлен неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано.	11-15
Не получены ответы по базовым вопросам.	0-10
Ответ отсутствует	0

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 55 баллов.