

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретическое и экспериментальное исследование долговечности оборудования»

Дисциплина «Теоретическое и экспериментальное исследование долговечности оборудования» является частью программы магистратуры «Конструирование и надежность оборудования машиностроительных производств» по направлению «15.04.01 Машиностроение».

Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины «Теоретическое и экспериментальное исследование долговечности оборудования» – формирование комплекса знаний и представлений о современных направлениях повышения долговечности деталей промышленного оборудования, формирование умений проводить теоретическое и экспериментальное исследование различных видов разрушения промышленного оборудования. Задачи учебной дисциплины: - изучение современных теорий, позволяющих оценивать прочность и прогнозировать долговечность промышленного оборудования; изучение основных механизмов разрушения, возникающих в конструкциях; - формирование умений выполнять выбор необходимой упрочняющей обработки деталей и узлов машин; - формирование навыков конструирования и разработки промышленного оборудования на основе знаний в области механики разрушения и современных методов повышения долговечности изделий..

Изучаемые объекты дисциплины

- виды разрушения оборудования;
- усталостные явления в конструкциях;
- износ и фреттинг-коррозия элементов оборудования;
- способы повышения долговечности оборудования и его элементов..

Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Методы оценки прочности элементов оборудования.	4	0	6	25
<p>Тема 8. Классические теории прочности и критерии пластичности.</p> <p>Понятие эквивалентного напряжения.</p> <p>Равноопасные напряженные состояния.</p> <p>Коэффициент запаса прочности. Предельное состояние. Теория наибольших нормальных напряжений (1-я теория прочности). Теория наибольших линейных деформаций (2-я теория прочности). Теория наибольших касательных напряжений (критерий пластичности Треска – Сен-Венана). Теория удельной потенциальной энергии формоизменения (критерий пластичности Мизеса – Губера – Геста). Теория прочности О. Мора (5-я теория прочности).</p> <p>Тема 9. Оценка прочности конструкций на основе линейной механики разрушения.</p> <p>Основы механики разрушения. Проблема оценки прочности тел с трещинами. Теория Гриффитса. Интенсивность освобожденной энергии. Напряженное состояние вблизи вершины трещины. Коэффициенты интенсивности напряжений. Связь между интенсивностью освобожденной энергии и коэффициентом интенсивности напряжений. Оценка размеров и формы пластической зоны. Критерий хрупкого разрушения.</p> <p>Характеристики статической трещиностойкости. Характеристики циклической трещиностойкости.</p> <p>Экспериментальное определение характеристик трещиностойкости. Область применимости теории Гриффитса.</p> <p>Тема 10. Оценка прочности конструкций на основе механики рассеянных повреждений.</p> <p>Понятие поврежденности. Интеграл Бейли.</p> <p>Флуктуационная кинетическая теория прочности. Критерий Качанова – Работнова – Москвитина. Принцип линейного суммирования повреждений. Кинетические уравнения поврежденности.</p> <p>Термофлуктуационные кинетические теории прочности. Критерий Г.М. Бартенева.</p> <p>Энтропийный критерий Э.Э. Лавендела.</p> <p>Тема 11. Неразрушающие экспериментальные методы оценки прочности деталей.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Магнитные методы, капиллярная дефектоскопия, метод вихревых токов, радиографический контроль, ультразвуковые методы, виброакустическая диагностика, голографические методы оценки технического состояния элементов машин, оценка по изменению параметров сопряженной детали, оценка по изменению показателей функционирования. Оптический метод определения напряжений при помощи прозрачных моделей, рентгеновский метод определения напряжений, метод муаровых полос, метод лаковых покрытий.				
Механические свойства материалов и виды разрушений.	6	0	10	15
Тема 1. Механические свойства конструкционных материалов. Классификация материалов. Виды стандартных испытаний материалов. Диаграммы деформирования различных материалов: диаграмма растяжения, условная диаграмма растяжения, диаграмма сжатия, диаграмма чистого сдвига. Хрупкие и пластичные материалы. Основные характеристики прочности, упругости и пластичности материала. Закон разгрузки и повторной нагрузки. Деформационное упрочнение. Эффект Баушингера. Влияние различных факторов на механические характеристики материалов. Тема 2. Схематизация диаграммы деформирования материала. Понятие материальной функции. Диаграмма Прандтля (идеального упруго-пластичного материала). Диаграмма деформирования идеального жёстко-пластичного материала. Полное и частичное описание диаграммы деформирования. Схематизация участков линейной и нелинейной упругости, диаграммы с площадкой текучести и без площадки текучести, с линейным упрочнением, степенным упрочнением, без упрочнения. Аппроксимация во всём интервале изменения деформаций только степенной функцией. Представление в виде диаграммы с бесконечно большим модулем упругости. Тема 3. Виды и механизмы разрушений. Хрупкое и пластичное разрушение.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Разрушение путём отрыва, смятия и сдвига. Основные случаи наступления предельных состояний в конструкциях: постепенное накопление рассеянных повреждений, приводящих зарождению и развитию микроскопических трещин; чрезмерный износ трущихся деталей. Механическое повреждение деталей: трещины, выкрашивание, поломки, задиры, эрозия. Износ и химико-тепловые повреждения: абразивный износ, усталостное выкрашивание, кавитационное изнашивание, водородное изнашивание, коррозия и коррозионная усталость. Классификация дефектов промышленного оборудования: пробоины, трещины, деформации, износ, питтинг.				
Усталостная прочность и циклическая долговечность материалов и конструкций.	4	0	10	25
Тема 4. Усталость материалов и элементов конструкций. Явление усталости. Малоцикловая, многоцикловая и гигацикловая усталость. Характер усталостного разрушения. Природа усталостного разрушения, статистическая гипотеза Н.Н. Афанасьева. Характеристики циклов. Механические характеристики сопротивления усталости, диаграммы усталости. Физический и условный пределы выносливости. Циклическая долговечность. Диаграмма предельных амплитуд и её схематизация. Влияние различных факторов на сопротивление усталости: конструкционных факторов, качества поверхности, размеров детали. Тема 5. Методика экспериментального определения характеристик сопротивления усталости. Классификация усталостных машин и видов нагружения. Образцы, используемые для испытаний. Основные методики построения диаграммы усталости: метод пробитов, метод лестницы, метод пристрелки. Выбор базы испытаний. Выбор числа образцов. Статистическая обработка результатов испытаний. Способы представления и математического описания кривых усталости. Истинная, логарифмическая и полулогарифмическая система координат.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Средневероятностная диаграмма усталости и семейство кривых разной вероятности разрушения. Малоцикловая усталость, петля гистерезиса. Жёсткое и мягкое нагружение. Тема 6. Коррозионная усталость. Диаграммы усталости в коррозионной среде, на воздухе и в вакууме. Отличия коррозионной усталости от усталости на воздухе. Гипотезы природы коррозионно-усталостного разрушения: электрохимическая гипотеза разрушения Л.А. Гликмана, А.В. Рябченкова; коррозионно-механическая гипотеза разрушения В.В. Романова; адсорбционно-электрохимическая гипотеза коррозионной усталости Г.В. Карпенко.</p> <p>Тема 7. Контактная усталость, фреттинг и износ элементов оборудования. Контактная усталость, образование микротрещин и процесс выкрашивания. Фреттинг-коррозия в конструкциях, условия возникновения фреттинг-коррозии. Механизм изнашивания металлических поверхностей при фреттинг-коррозии. Факторы, влияющие на закономерности фреттинг-коррозии: амплитуда нагружения, контактное давление, окружающая среда. Проявление процесса фреттинг-коррозии в деталях и конструкциях: натир, налипание, вырвы, раковины.</p>				
Научные основы повышения долговечности оборудования и его элементов.	4	0	8	25
<p>Тема 12. Конструктивные способы повышения долговечности оборудования. Показатели долговечности оборудования: ресурс и срок службы. Прогнозирование ресурса и срока службы по характеристикам усталостной прочности и циклической долговечности разрушения. Повышение долговечности за счет увеличения износостойкости: подбор материалов трущихся пар, уменьшение давления на поверхностях трения, повышение качества поверхности и выбор правильной смазки. Повышение жесткости и облегчение деталей. Методы снижения концентрации напряжений в конструкциях, уменьшение местных напряжений. Влияние упругости системы. Унификация конструктивных элементов. Использование принципа агрегатности.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Тема 13. Остаточные напряжения. Остаточные напряжения, причины их возникновения. Остаточные микронапряжения и макронапряжения. Определение остаточных напряжений при пластических деформациях по деформационной теории. Чистый пластический изгиб балки прямоугольного сечения, упругопластический изгиб балки прямоугольного сечения, пластическое кручение вала круглого сечения, упругопластическое кручение вала круглого сечения. Схемы формирования остаточных напряжений для материалов, описываемых диаграммой Прандтля и диаграммой с линейным упрочнением.</p> <p>Тема 14. Повышение долговечности и усталостной прочности за счет создания благоприятного поля остаточных напряжений в изделии.</p> <p>Схема влияния осевых остаточных сжимающих напряжений на повышение предельной амплитуды цикла. Сопоставление предельных амплитуд и максимальных напряжений цикла упрочнённого и неупрочнённого изделия.</p> <p>Повышение предела выносливости и циклической долговечности изделия. Эффект упрочнения при работе изделия в воздушной, коррозионной и острой агрессивной среде.</p> <p>Способы создания осевых сжимающих остаточных напряжений в приповерхностной области изделия. Методы поверхностного пластического деформирования: дробеструйный наклёп, обкатка поверхности изделия шариками и роликами. Поверхностная закалка ТВЧ. Упрочнение методами специального упругопластического деформирования всего объёма изделия.</p> <p>Упрочнение цилиндрических изделий методом совместного растяжения и кручения.</p> <p>Тема 15. Технологические и металлургические способы повышения долговечности оборудования.</p> <p>Влияние металлургических факторов на долговечность. Легирование. Упрочняющая термическая и химико-термическая обработка рабочих поверхностей деталей. Гальванические покрытия и металлизация</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
напылением. Горячая обработка давлением. Механический наклёп поверхностей. Алмазное выглаживание. Обработка поверхностей лучом лазера.				
ИТОГО по 1-му семестру	18	0	34	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	34	90