

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ А.Л. Толстик
« 26 » сентября 2017 г.
Регистрационный № УД- 4630 /уч.

**ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ ДЕФОРМИРУЕМОГО
ТВЕРДОГО ТЕЛА**

**Учебная программа учреждения высшего образования
по дисциплине для специальности
1-31 03 02 Механика и математическое моделирование**

Минск 2017

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 03 02 по специальности 1-31 03 02 Механика и математическое моделирование, утвержденного 30.08.2013 г. и учебного плана № G31-136/уч. от 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Богданович Александр Вальдемарович, профессор кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической и прикладной механики
(протокол № 9 от 28.04.2017)

Советом ММФ БГУ
27 июня 2017, протокол №5

Зав. кафедрой ТиПМ

/М.А.Журавков/



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Прикладные задачи механики деформируемого твердого тела» входит в цикл дисциплин специализации. Интенсивное развитие техники, рост скоростей и удельных нагрузок на несущие детали транспортных средств, сооружений, конструкций приводят к увеличению их статической и динамической нагруженности. Как следствие, весьма актуальными сегодня являются вопросы проектирования, расчета, испытаний и эксплуатации таких деталей, конструкций и сооружений с учетом динамики, колебаний, трения и износа, а также повреждений ими обусловленных.

Дисциплиной «Прикладные задачи механики деформируемого твердого тела» предусмотрено изучение студентами основ расчета деталей машин, элементов конструкций, работающих в условиях статических, переменных, динамических нагрузок, трения и износа, а также овладение ими соответствующими практическими навыками.

Данная учебная программа предназначена для студентов 4-го курса по специальности «Механика».

Цель дисциплины «Прикладные задачи механики деформируемого твердого тела» — формирование у студентов специальных знаний по вопросам расчета деталей машин, элементов конструкций, работающих в условиях статических, переменных, динамических нагрузок, трения и износа.

Задачи дисциплины:

- формирование установки на творческую профессиональную деятельность;
- развитие профессионального мышления, которое обеспечит будущему специалисту возможность свободно оперировать профессиональными знаниями, видеть проблемы и пути их решения в самостоятельной практической деятельности, выбирать оптимальные пути их решения и методу осуществления решений;
- воспитание активной профессиональной позиции, умения ~~вырабатывать и обосновывать свой подход в решении задач.~~

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- законы нагружения и типы разрушения деталей и элементов конструкций;
- механизмы усталостного повреждения и разрушения, основные характеристики сопротивления усталости;
- влияние различных факторов (конструкции, технологии изготовления, условий эксплуатации) на сопротивление усталости металлических материалов;
- основные понятия по трению и изнашиванию материалов и узлов;

- общие положения механики разрушения;
- основные характеристики статической, циклической и динамической трещиностойкости материалов;
- оборудование для механических испытаний материалов на усталость и трещиностойкость, трение и изнашивание; различных систем сил.

уметь:

- применять полученные знания для расчета деталей машин, элементов конструкций, работающих в условиях статических, переменных, динамических нагрузок, трения и износа;
- решать задачи по всем разделам курса.

владеть:

- методами определения характеристик сопротивления механической, фрикционной и контактной усталости, фреттинг-усталости;
- методами расчета на прочность при статических, переменных и динамических напряжениях, в том числе при наличии трещин, а также трения и износа.

Дисциплина строится таким образом, чтобы обучающийся приобретал следующие компетенции специалиста:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).
- СЛК-6. Уметь работать в команде.
- ПК-5. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области механики и прикладной математики;
- ПК-8. Работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой;
- ПК-9. Осуществлять выбор оптимального варианта проведения научно-исследовательских работ.
- ПК-15. Анализировать и оценивать собранные данные.
- ПК-24. Работать с научной, технической и патентной литературой.

На изучение дисциплины «Прикладные задачи механики деформируемого твердого тела» по специальности 1-31 03 02 «Механика и

математическое моделирование» отводится в седьмом семестре всего: 104 часа, из них аудиторных – 54 часа, по видам занятий: лекций – 16, лабораторных – 38 часов. Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Законы нагружения и типы разрушения. Прочность элементов конструкций

Понятия прочности и жесткости, механические свойства материалов, законы нагружения твердого тела, внутренние усилия, типы разрушения деформируемого твердого тела. Статическая прочность: напряженное и механическое состояния, условие прочности. Характер и особенности излома при статическом, ударном и усталостном разрушении. Механические состояния. Условия прочности при линейном и сложном напряженных состояниях.

Тема 2. Усталость материалов: основные понятия. Характеристики сопротивления усталости

Понятие об усталости и выносливости материалов. Цикл напряжений. Кривая усталости и ее аналитическое описание. Характеристики сопротивления усталости. Понятие о полной кривой усталости. Механизмы усталостного повреждения и разрушения. Циклическое упрочнение-разупрочнение. Суммирование повреждений при ступенчатом, блочном и случайном нагружении.

Тема 3. Влияние различных факторов на сопротивление усталости. Методы определения характеристик сопротивления усталости

Влияние конструкции (размеры образцов, концентрация напряжений), технологии изготовления (свойства и структура, состояние поверхности), условий эксплуатации (асимметрия цикла, напряженное состояние, случайное нагружение, частота нагружения, температура, коррозионная среда, фреттинг-коррозия) на сопротивление усталости материалов. Методы определения характеристик сопротивления усталости (расчетная оценка пределов выносливости, экспериментальное определение характеристик сопротивления усталости). Обработка результатов испытания на усталость. Методы ускоренной расчетно-экспериментальной оценки пределов выносливости.

Тема 4. Расчеты на усталость. Рассеяние характеристик сопротивления усталости

Методы учета рассеяния при построении кривой усталости. Общие закономерности рассеяния характеристик сопротивления усталости. Ускоренная оценка параметров функции распределения пределов выносливости. Методы расчета на прочность при переменных напряжениях (детерминированный расчет, вероятностный расчет).

Тема 5. Трение и износ: основные понятия. Характеристики сопротивления изнашиванию при скольжении

Сила и коэффициент трения. Процессы изнашивания. Трение скольжения. Понятие фрикционной усталости. Кривая фрикционной усталости. Характеристики сопротивления фрикционной усталости. Понятие фрикционно-механической усталости.

Тема 6. Трение качения и контактная усталость. Фреттинг. Расчеты на трение и износ

Трение качения. Питтингообразование. Кривая контактной усталости. Характеристики сопротивления контактной усталости. Понятие контактно-механической усталости. Фреттинг-коррозия и фреттинг-изнашивание. Фреттинг-усталость. Процедуры расчетов на трение и износ.

Тема 7. Оборудование для испытания на усталость, трение и изнашивание. Машины для износоусталостных испытаний

Машины для испытания на усталость: назначение, классификация, общие требования. Основные схемы (особенности конструкции) механических, гидравлических, резонансных, сервогидравлических испытательных усталостных машин. Машины для испытания на трение и изнашивание: назначение, классификация, общие требования и основные схемы. Машины для износоусталостных испытаний.

Тема 8. Напряженно-деформированное и предельное состояния при наличии трещин

Общие положения механики разрушения. Статическая трещиностойкость материалов. Диаграмма нагрузка-перемещение. Основные закономерности статической трещиностойкости. Кинетическая диаграмма усталостного разрушения и характеристики трещиностойкости при циклическом нагружении. Методика оценки трещиностойкости пластичных сталей. Динамическая трещиностойкость на стадии движения и остановки трещины. Влияние различных факторов на циклическую и динамическую трещиностойкость конструкционных материалов. Основы механики контактного разрушения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Кол-во часов УСП	Формы контроля знаний
		лекции	лабораторные работы		
1	Введение. Законы нагружения и типы разрушения. Прочность элементов конструкций	2	6		
2	Усталость материалов: основные понятия. Характеристики сопротивления усталости	2			Вопросы для самопроверки. Домашнее задание
3	Влияние различных факторов на сопротивление усталости. Методы определения характеристик сопротивления усталости и обработки результатов испытаний	2	6		Вопросы для самопроверки. Защита отчетов.
4	Расчеты на усталость. Рассеяние характеристик сопротивления усталости	2	8		Вопросы для самопроверки. Защита отчетов.
5	Трение и износ: основные понятия. Характеристики сопротивления изнашиванию при скольжении	2			Вопросы для самопроверки. Домашнее задание
6	Трение качения и контактная усталость. Фреттинг. Расчеты на трение и износ	2	4		Вопросы для самопроверки. Тесты. Защита отчетов.
7	Оборудование для испытания на усталость, трение и изнашивание. Машины для износоусталостных испытаний	2	4		Вопросы для самопроверки. Тесты. Защита отчетов.
8	Напряженно-деформированное и предельное состояния при наличии трещин	2	10		Вопросы для самопроверки. Защита отчетов.
Итого		16	38	-	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. *Богданович А.В.* Динамические задачи прикладной механики: Учебно-методич. пособие. – Минск : БГУ, 2016. – 154 с.
2. *Троценко В.Т., Сосновский Л.А.* Сопротивление усталости металлов и сплавов. Справочное пособие в 2-х томах. – Киев: Наукова думка, 1987. – 1335 с.
3. *Сосновский Л.А.* Основы трибофатики. – Гомель: БелГУТ, 2003. –Т.1. – 246 с.
4. *Сосновский, Л.А.* Трещиностойкость: монография /Л.А. Сосновский, А.В. Богданович. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 366 с.

Дополнительная литература

1. *Когаев, В.П.* Прочность и износостойкость деталей машин: Учебное пособие для вузов / *В.П. Когаев, Ю.Н. Дроздов.* – М.: Высш. школа, 1991. – 319 с.
2. *Колесников, Ю.В.* Механика контактного разрушения / *Ю.В. Колесников, Е.М. Морозов.* – М.: Наука, 1989. – 219 с.
3. Механика разрушения на базе компьютерных технологий. Практикум / *В.М. Пестриков, Е.М. Морозов.* – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 464 с.
4. *Богданович, А.В.* Лабораторный практикум по экспериментальной механике: Учеб.-методич. пособие для магистрантов ММФ / *А.В. Богданович, С.С. Щербаков, Д.Е. Мармыш.* – Минск : БГУ, 2017. – 107 с.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении самостоятельных работ;

При изучении дисциплины организация самостоятельной работы студентов должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

1. Внеаудиторная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;
2. Аудиторная самостоятельная работа при выполнении студентом учебных и творческих задач.
3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов разнообразны: подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы.

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории необходимо контролировать усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам.

ДИАГНОСТИКА РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Диагностика результатов учебной деятельности по дисциплине «Прикладные задачи механики деформированного твердого тела» проводится во время аудиторных занятий и во время защиты индивидуальных заданий. Для диагностики используются:

- экспресс-опрос на аудиторных занятиях;
- защита отчетов по индивидуальным заданиям;
- проверка контрольных работ и тестовых заданий.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе 3-ех документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление №53 от 29.05.2012 г.).
2. Положение о рейтинговой системе БГУ (ред. 2015 г.).
3. Критерии оценки студентов (10 баллов).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

[illegible]

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№п/ п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
теоретической и прикладной механики (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой
д. физ.-мат. наук, профессор

М.А. Журавков

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
канд. физ.-мат. наук, доцент

Д.Г. Медведев