

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Теория пластин и оболочек БЗ.ДВ.2

Направление подготовки: 010800.62 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Артюхин Ю.П. , Саченков А.А.

Рецензент(ы):

-

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No _____ от "___" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2013

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Артюхин Ю.П. Кафедра теоретической механики отделение механики , Juriy.Artuchin@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Саченков А.А. Кафедра теоретической механики отделение механики , Andrei.Sachenkov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) - Теория пластин и оболочек являются:

Усвоение специфических особенностей постановки и решения задач теории упругости применительно к тонкостенным элементам конструкций, умение классифицировать пластины и оболочки в соответствии с их геометрией и характером деформирования; понимание смысла гипотез Кирхгофа-Лява; знание основных разрешающих уравнений изгиба пластины и оболочки при малых и больших прогибах, линеаризованных уравнений Кармана для пластины и оболочки; понимание различий в поведении пластины и оболочки при нагружении; знание основных методов решения задач изгиба пластин и оболочек.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.62 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7, 8 семестры.

Дисциплина относится к циклу Б.3 Цикл профессиональных дисциплин.

Дисциплина "Теория пластин и оболочек", с одной стороны, подкрепляет на практических примерах теоретические сведения из цикла профессиональных дисциплин; с другой стороны, даёт навыки практического использования и проверки механических гипотез и следствий из них и сопоставления теоретических решений краевых задач с экспериментальными данными.

Дисциплина основывается на знаниях, полученных при освоении дисциплин: Математический анализ; Дифференциальные уравнения; Уравнения математической физики; Общая физика; Теоретическая и прикладная механика; Основы МСС.

Знания и навыки, полученные при выполнении задач "Теория пластин и оболочек", используются студентами при выполнении курсовых и дипломных работ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	Уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки, наметать пути и средства развития достоинств и устранения недостатков
ОК-8 (общекультурные компетенции)	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

разбираться в классификации пластин в соответствии с их геометрией и характером деформирования;

понимать смысл гипотез Кирхгофа-Лява;

понимать специфику решения задачи теории упругости в напряжениях применительно к изучаемому объекту;

основные методы решения задачи изгиба пластины и оболочки.

Классифицировать конструкционные материалы по их физическим, механическим и химическим свойствам. Ориентироваться во всем многообразии современных конструкционных материалов и уметь учитывать их свойства в рамках предполагаемого назначения проектируемой конструкции. Владеть современными методами анализа свойств материалов. знать специфику соответствующих лабораторных исследований. Уметь применять полученные знания для расчета конкретных конструкционных элементов и конструкций в целом.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре; зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Некоторые сведения из теории упругости. Уравнения равновесия. Физические и геометрические соотношения. Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Решение в перемещениях. Уравнения равновесия в форме Ляме. Уравнения смешанного типа.	7	1-2	2	2	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Классификация пластин по геометрии и характеру нагружения. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Слабый изгиб пластины без деформации срединного слоя. Напряжения в пластине. Эпюры напряжений. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Изгибная жесткость пластины. Обобщенные усилия и моменты. Изменения кривизн и кручение срединного слоя. Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.	7	3-5	3	3	0	устный опрос
3.	Тема 3. Формулировка граничных условий. Граничные условия Кирхгофа для пластины в случае жесткой заделки, шарнирного опирания и свободного края. Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке.	7	5-8	3	3	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Слабый изгиб пластины с деформацией срединного слоя. Искривления и деформации срединного слоя. Мембранные усилия. Разделение напряжений на мембранные и изгибные. Функция усилий. Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.	7	9-10	2	2	0	устный опрос
5.	Тема 5. Большие прогибы пластины. Уточнение геометрических соотношений. Уравнения Кармана. Граничные условия. Постановка задачи устойчивости пластины. Линеаризованные уравнения Кармана. Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия.	7	11-13	3	3	0	устный опрос
6.	Тема 6. Частные случаи решения задачи устойчивости пластины. Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге. Поправки к элементарной теории симметричного изгиба круглой пластины. Теорема Папковича.	7	14-15	2	2	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Большие прогибы круговой цилиндрической оболочки. Обобщенные усилия и моменты. Уравнения равновесия. Введение функции усилий. Понятие пологости. Уравнения равновесия пологих оболочек. Безмоментные уравнения цилиндрической оболочки. Цилиндрическая оболочка при всестороннем сжатии. Моментные уравнения при малых прогибах. Цилиндрическая оболочка под действием кольцевой нагрузки.	7	16-18	3	3	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			18	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Некоторые сведения из теории упругости. Уравнения равновесия. Физические и геометрические соотношения. Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Решение в перемещениях. Уравнения равновесия в форме Ляме. Уравнения смешанного типа.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Некоторые сведения из теории упругости. Уравнения равновесия. Физические и геометрические соотношения. Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Решение в перемещениях. Уравнения равновесия в форме Ляме. Уравнения смешанного типа.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела.

Тема 2. Классификация пластин по геометрии и характеру нагружения. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Слабый изгиб пластины без деформации срединного слоя. Напряжения в пластине. Эпюры напряжений. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Изгибная жесткость пластины. Обобщенные усилия и моменты. Изменения кривизн и кручение срединного слоя. Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Классификация пластин по геометрии и характеру нагружения. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Слабый изгиб пластины без деформации срединного слоя. Напряжения в пластине. Эпюры напряжений. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Изгибная жесткость пластины. Обобщенные усилия и моменты. Изменения кривизн и кручение срединного слоя. Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.

Тема 3. Формулировка граничных условий. Граничные условия Кирхгофа для пластины в случае жесткой заделки, шарнирного опирания и свободного края. Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Формулировка граничных условий. Граничные условия Кирхгофа для пластины в случае жесткой заделки, шарнирного опирания и свободного края. Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке.

Тема 4. Слабый изгиб пластины с деформацией срединного слоя. Искривления и деформации срединного слоя. Мембранные усилия. Разделение напряжений на мембранные и изгибные. Функция усилий. Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Слабый изгиб пластины с деформацией срединного слоя. Искривления и деформации срединного слоя. Мембранные усилия. Разделение напряжений на мембранные и изгибные. Функция усилий. Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.

Тема 5. Большие прогибы пластины. Уточнение геометрических соотношений. Уравнения Кармана. Граничные условия. Постановка задачи устойчивости пластины. Линеаризованные уравнения Кармана. Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Большие прогибы пластины. Уточнение геометрических соотношений. Уравнения Кармана. Граничные условия. Постановка задачи устойчивости пластины. Линеаризованные уравнения Кармана. Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия.

Тема 6. Частные случаи решения задачи устойчивости пластины. Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге. Поправки к элементарной теории симметричного изгиба круглой пластины. Теорема Папковича.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Частные случаи решения задачи устойчивости пластины. Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге. Поправки к элементарной теории симметричного изгиба круглой пластины. Теорема Папковича.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге.

Тема 7. Большие прогибы круговой цилиндрической оболочки. Обобщенные усилия и моменты. Уравнения равновесия. Введение функции усилий. Понятие пологости. Уравнения равновесия пологих оболочек. Безмоментные уравнения цилиндрической оболочки. Цилиндрическая оболочка при всестороннем сжатии. Моментные уравнения при малых прогибах. Цилиндрическая оболочка под действием кольцевой нагрузки.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Большие прогибы круговой цилиндрической оболочки. Обобщенные усилия и моменты. Уравнения равновесия. Введение функции усилий. Понятие пологости. Уравнения равновесия пологих оболочек. Безмоментные уравнения цилиндрической оболочки. Цилиндрическая оболочка при всестороннем сжатии. Моментные уравнения при малых прогибах. Цилиндрическая оболочка под действием кольцевой нагрузки.

практическое занятие (3 часа(ов)):

Уравнения равновесия пологих оболочек. Безмоментные уравнения цилиндрической оболочки. Цилиндрическая оболочка при всестороннем сжатии.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Некоторые сведения из теории упругости. Уравнения равновесия. Физические и геометрические соотношения. Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Решение в перемещениях. Уравнения равновесия в форме Ляме. Уравнения смешанного типа.	7	1-2			

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	<p>Тема 2. Классификация пластин по геометрии и характеру нагружения. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Слабый изгиб пластины без деформации срединного слоя. Напряжения в пластине. Эпюры напряжений. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Изгибная жесткость пластины. Обобщенные усилия и моменты. Изменения кривизн и кручение срединного слоя. Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.</p>	7	3-5			
3.	<p>Тема 3. Формулировка граничных условий. Граничные условия Кирхгофа для пластины в случае жесткой заделки, шарнирного опирания и свободного края. Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке.</p>	7	5-8			

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Слабый изгиб пластины с деформацией срединного слоя. Искривления и деформации срединного слоя. Мембранные усилия. Разделение напряжений на мембранные и изгибные. Функция усилий. Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.	7	9-10			
5.	Тема 5. Большие прогибы пластины. Уточнение геометрических соотношений. Уравнения Кармана. Граничные условия. Постановка задачи устойчивости пластины. Линеаризованные уравнения Кармана. Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия.	7	11-13			
6.	Тема 6. Частные случаи решения задачи устойчивости пластины. Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге. Поправки к элементарной теории симметричного изгиба круглой пластины. Теорема Папковича.	7	14-15			

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Большие прогибы круговой цилиндрической оболочки. Обобщенные усилия и моменты. Уравнения равновесия. Введение функции усилий. Понятие пологости. Уравнения равновесия пологих оболочек. Безмоментные уравнения цилиндрической оболочки. Цилиндрическая оболочка при всестороннем сжатии. Моментные уравнения при малых прогибах. Цилиндрическая оболочка под действием кольцевой нагрузки.	7	16-18			
Итого					0	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы, лекции, семинары, коллоквиумы, работа на компьютере, зачеты и экзамены.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Некоторые сведения из теории упругости. Уравнения равновесия. Физические и геометрические соотношения. Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Решение в перемещениях. Уравнения равновесия в форме Ляме. Уравнения смешанного типа.

Тема 2. Классификация пластин по геометрии и характеру нагружения. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Слабый изгиб пластины без деформации срединного слоя. Напряжения в пластине. Эпюры напряжений. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Изгибная жесткость пластины. Обобщенные усилия и моменты. Изменения кривизн и кручение срединного слоя. Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.

Тема 3. Формулировка граничных условий. Граничные условия Кирхгофа для пластины в случае жесткой заделки, шарнирного опирания и свободного края. Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке.

Тема 4. Слабый изгиб пластины с деформацией срединного слоя. Искривления и деформации срединного слоя. Мембранные усилия. Разделение напряжений на мембранные и изгибные. Функция усилий. Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.

Тема 5. Большие прогибы пластины. Уточнение геометрических соотношений. Уравнения Кармана. Граничные условия. Постановка задачи устойчивости пластины. Линеаризованные уравнения Кармана. Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия.

Тема 6. Частные случаи решения задачи устойчивости пластины. Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге. Поправки к элементарной теории симметричного изгиба круглой пластины. Теорема Папковича.

Тема 7. Большие прогибы круговой цилиндрической оболочки. Обобщенные усилия и моменты. Уравнения равновесия. Введение функции усилий. Понятие пологости. Уравнения равновесия пологих оболочек. Безмоментные уравнения цилиндрической оболочки. Цилиндрическая оболочка при всестороннем сжатии. Моментные уравнения при малых прогибах. Цилиндрическая оболочка под действием кольцевой нагрузки.

Тема . Итоговая форма контроля

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Экзамены оцениваются по системе: неудовлетворительно, посредственно, удовлетворительно, хорошо, очень хорошо, отлично. На семинарских занятиях контроль осуществляется при выступлении у доски.

Контрольные вопросы задач дисциплины приведены в соответствующих разделах учебно-методической литературы.

7.1. Основная литература:

1. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер. Пластинки и оболочки. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963.
2. Гольденвейзер А.Л. Теория упругих тонких оболочек. - М.: Наука, 1976.
3. Доннел Л.Г. Балки, пластины и оболочки. - М.: Наука, 1982.
4. Новожилов В.В. Теория тонких оболочек. - Л.: Судпромгиз, 1951.
5. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. - Киев: Наукова думка, 1972.
6. Погорелов В.И. Строительная механика тонкостенных конструкций. - СПб.: Изд-во БХВ-Петербург, 2007.
7. Товстик П.Е. Колебания и устойчивость предварительно напряженной пластины, лежащей на упругом основании // ПММ. 2009. ♦1. - С. 106-120.
8. Товстик П.Е. Об асимптотическом характере приближенных моделей балок, пластин и оболочек // Вести С.-Петербург. ун-та. Сер.1. 2007. - С. 49-54.

7.2. Дополнительная литература:

1. Огибалов П.М., Колтунов М.А. Оболочки и пластины. - М.: Издательство МГУ, 1969.
2. Власов В.З. Общая теория оболочек. - М.: Гостехиздат, 1949.
3. Корнишин М.С., Исанбаева Ф.С. Гибкие пластины и панели. - М.: Наука, 1968.
4. Лурье А.И. Статика упругих оболочек. - М.: Гостехиздат, 1947.
5. Федюкин В.К. Критический анализ учения о сопротивлении материалов. - СПб.: Изд-во В.А.Михайлова, 2006.

7.3. Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека - <http://cnfncnbrf.convex.ru/>

Электронная библиотека - <http://crydee.sai.msu.ru/>

Электронная библиотека - <http://bookfi.org/>

Электронная библиотека - <http://www.plib.ru/library/subcategory/56.html>

Электронная библиотека - <http://vuz.exponenta.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Теория пластин и оболочек" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.62 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Артюхин Ю.П. _____

Саченков А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

"__" _____ 201__ г.