



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по НР  
Н. А. Кострикова  
02.09.2024 г.


ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ

## ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Группа научных специальностей: 2.5. Машиностроение  
Специальность: 2.5.2. Машиноведение  
*(в соответствии с номенклатурой научных специальностей)*  
Направленность (профиль): *(если есть)*  
Отрасль науки: Технические

Разработчик (кафедра): Кафедра теории механизмов и машин и деталей машин  
Версия: 1

Калининград  
2022

|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |
|   |  |      | Стр. 2/19 |

1.1 Результатами освоения дисциплины «Динамика и прочность изделий машиностроения» должны быть следующие этапы формирования у обучающегося профессиональных компетенций (ПК), предусмотренных ФГОС ВО, а именно:

✓ по ПК-2: Способность к совершенствованию существующих и созданию новых узлов и деталей приводов машин высокой работоспособности, надежности, технологичности и низкой материалоемкости:

ПК-2.2: Способность к совершенствованию существующих и созданию новых узлов и деталей приводов машин высокой работоспособности;

✓ по ПК-3: Способность осуществлять структурный, кинематический, динамический, прочностной, параметрический анализ и синтез элементов приводов машин.

ПК-3.2: Способность осуществлять динамический, прочностной анализ элементов приводов машин.

1.2 В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- структуру основных соотношений, фундаментальные законы и вариационные принципы механики твердого тела;

- причины и механизмы потери несущей способности конструкций с учетом разнообразных внешних факторов и режимов работы;

- существующие подходы к оценке прочности и сферы их применения, суть моделей вязкого и хрупкого разрушения;

- конструктивные и технологические способы обеспечения прочности и виброзащиты высоконагруженных элементов машин;

**уметь:**


- классифицировать проблемы динамики и прочности технических объектов, а также грамотно выбирать способы их решения;

- строить расчетные схемы конструкций и выбирать подходящие модели материалов;

- формулировать начально-краевые задачи анализа элементов машин в условиях внешнего силового и термического воздействия;

- находить собственные частоты простейших механических систем и критические скорости вращения валов;

- использовать современные средства компьютерного моделирования и анализа для

|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |

определения прочностных и динамических характеристик машин и механизмов;

**владеть:**

- математическим аппаратом для описания механики движения и деформирования материальных объектов;
- аналитическими и численными методами решения задач прочности конструкций;
- методами экспериментального исследования проблем динамики и прочности;
- приемами работы с программными комплексами автоматизированного проектирования;
- навыками самостоятельной работы с литературой для поиска необходимой научно-технической информации.

**2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам поэтапного формирования результатов освоения дисциплины относятся контрольные вопросы к практическим занятиям.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся вопросы к зачету.


**3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Типовые задания и контрольные вопросы к практическим работам, предусмотренным рабочей программой дисциплины, приведены в Приложении 1.

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний, а также формирование умений и навыков постановки и решения задач определения динамических и прочностных характеристик машиностроительных изделий.

Оценка результатов выполнения заданий по каждой практической работе производится на основании представленного решения и ответов аспиранта на вопросы по изучаемой теме.

Аспирант, самостоятельно выполнивший задание и сумевший ответить на вопросы, получает за практическую работу оценку «зачтено».

|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |

Неудовлетворительная оценка («не зачтено») выставляется, если аспирант не выполнил либо не защитил предусмотренные рабочей программой дисциплины практические работы.

#### 4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. К зачету допускаются аспиранты, положительно аттестованные по итогам всех практических занятий. При промежуточной аттестации по дисциплине учитываются оценки аспиранта, полученные по итогам практических занятий.


4.2 В Приложении 2 приведены вопросы к зачету по дисциплине.

4.3. Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно», а также зачтено, незачтено) является экспертной и зависит от уровня освоения аспирантом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных аспирантом при ответе на вопрос на зачете; экзамене).


4.4. Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

| Система оценок  | 2  | 3   | 4   | 5   |
|---|--|---|---|---|
|   | 0-40%  | 41-60%  | 61-80 %   | 81-100 %  |
| Критерий  | «неудовлетворительно»  | «удовлетворительно»   | «хорошо»  | «отлично»   |
|   | «не зачтено»   | «зачтено»   |   |   |
| <b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b> | Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно- корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой) | Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект | Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект | Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект |
| <b>2. Работа с</b>  | Не в состоянии   | Может найти   | Может найти,  | Может найти,  |

|   |  |      |           |           |
|---|--|------|-----------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 | Стр. 5/19 |

| Система оценок  | 2  | 3  | 4   | 5   |
|---|--|--|---|---|
|   | 0-40%  | 41-60%   | 61-80 %   | 81-100 %  |
|   | «неудовлетворительно»  | «удовлетворительно»  | «хорошо»  | «отлично»   |
|   | «не зачтено»   | «зачтено»  |   |   |
| Критерий информации   | находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи                             | необходимую информацию в рамках поставленной задачи                          | интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи  | систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи   |
| 3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта       | Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений | В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации | В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные | В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи |
| 4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач | В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки    | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом  | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма                              | Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи  |

|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |
|   |  |      | Стр. 6/19 |

## 5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств по дисциплине «Динамика и прочность изделий машиностроения» представляет собой образовательный компонент программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ» по научной специальности 2.5.2. Машиноведение.

Автор фонда – В.Г. Сукиасов, к.т.н., доцент

Фонд оценочных средств по дисциплине «Динамика и прочность изделий машиностроения» рассмотрен и одобрен на заседании кафедры теории механизмов и машин и деталей машин (протокол № от 2022 г.).

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.В. Федоров

Фонд оценочных средств по дисциплине «Динамика и прочность изделий машиностроения» рассмотрен и одобрен на заседании учебно-методической комиссии института морских технологий, энергетики и строительства (протокол № от 2022 г.)

Председатель учебно-методической комиссии института \_\_\_\_\_ Н.Р. Ахмедова

Согласовано

Начальник УПКВНК \_\_\_\_\_ Н.Ю. Ключко

|  |  |      |           |
|--|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|  | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|  | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |
|  |  |      | Стр. 7/19 |

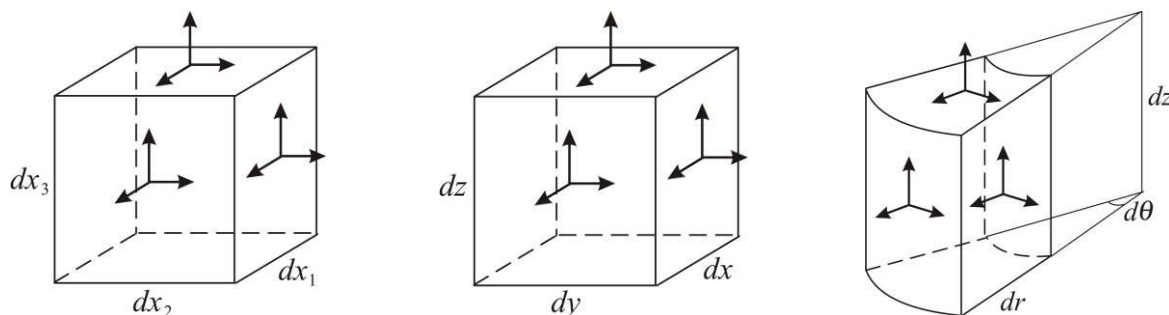
## Приложение 1

### ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

#### Практическое занятие №1

Тема: Напряженное состояние в точке нагруженного тела

Расставить компоненты напряженного состояния на координатных площадках в декартовой и цилиндрической системах координат.



В некоторой области сплошной среды известно напряженное состояние:

$$(\sigma_{ij}) = \begin{pmatrix} 3x_1x_2 & 5x_2^2 & 0 \\ 5x_2^2 & 0 & 2x_3 \\ 0 & 2x_3 & 0 \end{pmatrix}.$$

Найти вектор напряжения  $\bar{\sigma}_v$  в точке  $M(2, 1, \sqrt{3})$  на площадке, касательной в этой точке к цилиндрической поверхности  $x_2^2 + x_3^2 = 4$ . Найти угол между  $\bar{\sigma}_v$  и нормалью к площадке.

Тензор напряжений в точке тела задан своими компонентами:

$$(\sigma_{ij}) = \begin{pmatrix} 7 & 0 & -2 \\ 0 & 5 & 0 \\ -2 & 0 & 4 \end{pmatrix} \text{ МПа.}$$

Найти вектор напряжения  $\bar{\sigma}_v$  в данной точке на площадке с нормалью  $\bar{v} = \frac{1}{3}(2\bar{e}_1 - 2\bar{e}_2 + \bar{e}_3)$ . Найти нормальную и касательную составляющие этого вектора.

#### Преобразование компонент напряженного состояния при повороте координатных осей

Напряженное состояние в точке задано в виде:


$$(\sigma_{ij}) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & \sigma_{22} & 2 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}.$$

Найти  $\sigma_{22}$  так, чтобы вектор напряжения  $\bar{\sigma}_v$  в данной точке на некоторой площадке равнялся нулю. Найти нормаль  $\bar{v}$  к этой площадке.

Напряженное состояние в точке задано компонентами относительно системы  $x_1x_2x_3$ .

$$(\sigma_{ij}) = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 4 \\ -2 & 6 & 0 \\ 4 & 0 & -4 \end{pmatrix} \text{ МПа.}$$

Найти компоненты напряженного состояния в системе координат, повернутой вокруг оси  $x_2$  против часовой стрелки на  $45^\circ$ .

|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |

Главные направления и главные значения тензора напряжений. Инварианты напряженного состояния. Максимальные касательные напряжения

Найти величину главных напряжений и ориентацию главных площадок для случая одноосного растяжения.

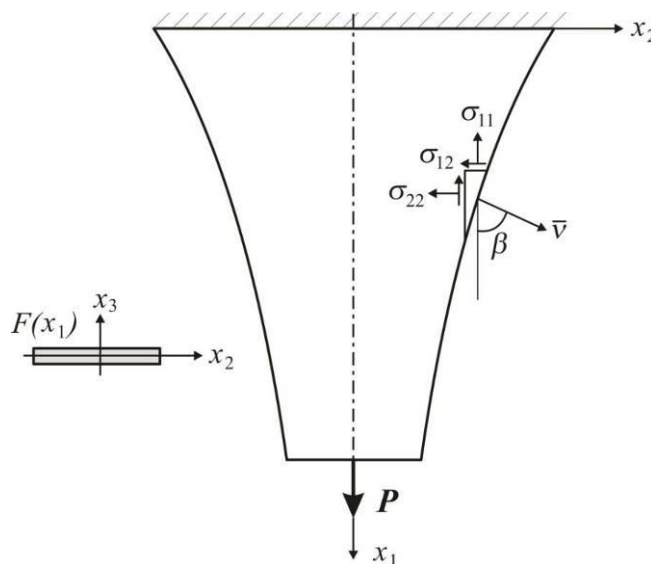
Найти величину главных напряжений и ориентацию главных площадок для случая чистого сдвига. Найти максимальные касательные напряжения.

Записать выражения 1-го, 2-го и 3-го инвариантов относительно главных напряжений.

Уравнения статики

Записать краевые условия на поверхностях призматического тела, находящегося под действием равномерного давления.

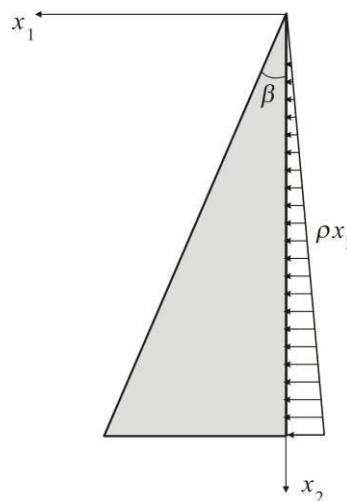
Стержень переменного сечения растягивается усилием  $P$ . Используя условия на боковой поверхности, найти компоненты напряженного состояния, которые не учитываются в сопротивлении материалов.




Для треугольной плотины под гидростатическим давлением  $\rho x_2$  известно распределение напряжений:

$$\begin{aligned} \sigma_{11} &= ax_1 + bx_2; & \sigma_{22} &= cx_1 + dx_2; \\ \sigma_{12} &= -dx_1 - ax_2 - \gamma x_1, \end{aligned}$$

где  $\gamma$  – удельный вес материала плотины;  $\rho$  – удельный вес воды. Найти  $a, b, c, d$ .





|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Стр. 9/19 |

Напряженное состояние тела, находящегося в равновесии, задано в виде:

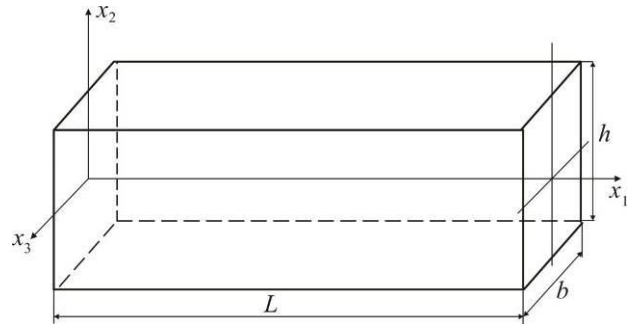
$$(\sigma_{ij}) = \begin{pmatrix} 3x_1x_2 & 5x_2^2 & 0 \\ 5x_2^2 & 0 & 2x_3 \\ 0 & 2x_3 & 0 \end{pmatrix}.$$

Найти компоненты объемной нагрузки, действующей на тело.

Напряженное состояние находящегося в равновесии бруса прямоугольного сечения задано в виде:

$$\sigma_{22} = \frac{P}{J}(x_2 - L)x_3; \quad \sigma_{23} = \frac{P}{2J}\left(\frac{h^2}{4} - x_3^2\right);$$

$\sigma_{11} = \sigma_{33} = \sigma_{12} = \sigma_{13} = 0$ . Найти объемные и поверхностные нагрузки, действующие на брус.



## Практическое занятие №2

Тема: Кинематические соотношения. Условия совместности деформаций. Определяющие соотношения для линейно упругой среды. Энергия деформации.

Для поля перемещений  $\bar{u} = 0.01[(x_1 - x_3)^2 \bar{e}_1 + (x_2 + x_3)^2 \bar{e}_2 - x_1x_2 \bar{e}_3]$  найти компоненты малой деформации  $\varepsilon_{ij}$  и малого поворота  $\omega_{ij}$  в точке  $A(0,2,-1)$ . Найти относительное удлинение в направлении  $\bar{\mu} = \frac{1}{9}(8\bar{e}_1 - \bar{e}_2 + 4\bar{e}_3)$ , угол сдвига между направлениями  $\bar{\mu}$  и  $\bar{\nu} = \frac{1}{9}(\bar{e}_1 - 8\bar{e}_2 - 4\bar{e}_3)$ , а также относительное изменение объема в точке  $A$ .

Дано поле перемещений  $\bar{u} = (Ax_1 + 0.03x_2)\bar{e}_1 + (0.03x_1 - Bx_2)\bar{e}_2 + 5\bar{e}_3$ . Найти связь между коэффициентами  $A$  и  $B$ , при которой не будет изменения объема.

Для поля перемещений  $\bar{u} = 0.01[3x_1x_2^2\bar{e}_1 + 2x_1x_3\bar{e}_2 + (x_3^2 - x_1x_2)\bar{e}_3]$  найти компоненты малой деформации  $\varepsilon_{ij}$  и проверить выполнение условий совместности. Найти компоненты шарового тензора и дивергента деформации.

Для линейно упругого материала коэффициенты жесткости определяются выражениями  $C_{ijkl} = \lambda\delta_{ij}\delta_{kl} + \mu(\delta_{ik}\delta_{jl} + \delta_{il}\delta_{jk})$ . Доказать, что материал изотропен. Выразить компоненты напряжений через компоненты деформаций.

Записать обобщенный закон Гука в прямой и обратной форме относительно компонент дивергентов напряжений и деформаций.

Показать, что удельная потенциальная энергия деформации изотропной среды может быть представлена суммой энергии изменения объема и энергии искажения формы. Выразить их через компоненты деформации и упругие константы.

### Простейшие задачи теории упругости

Призматическое тело длины  $L$  растягивается под действием собственного веса. Плотность материала  $\rho$ , упругие константы –  $E$  и  $\nu$ . Определить напряжения, деформации и перемещения. Найти деформированную конфигурацию тела.

|  |  |      |           |
|--|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|  | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|  | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |

Найти напряжения, деформации и перемещения в теле произвольной формы под действием гидростатического сжатия.

### Решение обратной задачи теории упругости

Упругое изотропное тело, ограниченное плоскими гранями, находится в равновесии. Перемещения заданы в виде функций координат. Заданы также размеры тела и свойства материала. Определить объемные и поверхностные нагрузки.

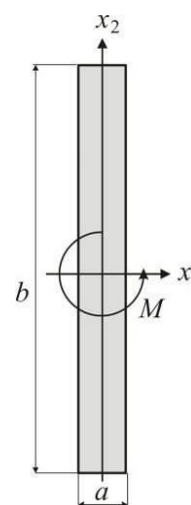
Кручение призматических стержней. Мембранная аналогия.

Кручение стержня эллиптического сечения.

Кручение стержня с сечением в виде правильного треугольника.

Кручение стержня узкого прямоугольного сечения.

Прямолинейный стержень узкого прямоугольного сечения скручивается моментом  $M$ . Определить напряженное состояние стержня. Найти жесткость на кручение.



Даны три тонкостенных профиля, имеющие одинаковые площади. Считая известными крутящий момент и свойства материала, найти величину максимального касательного напряжения для каждого профиля. Определить самый жесткий профиль.

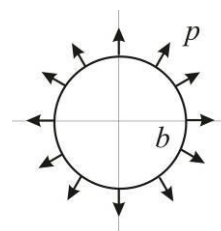
### Практическое занятие №3

Тема: Плоская задача теории упругости

Прямоугольная консольная полоса  $L \times h$  единичной толщины изгибается поперечной силой  $P$  на торце. Найти напряжения в полосе с помощью комбинации функций Эри в виде полиномов.

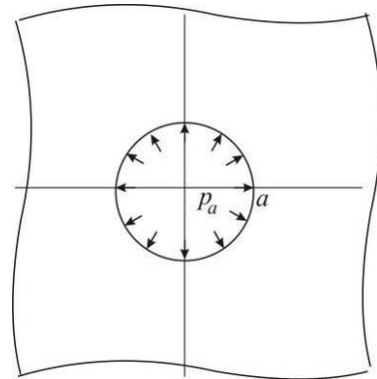


Найти напряжения в сплошном диске радиуса  $b$  под действием равномерного растяжения  $p$  на контуре.

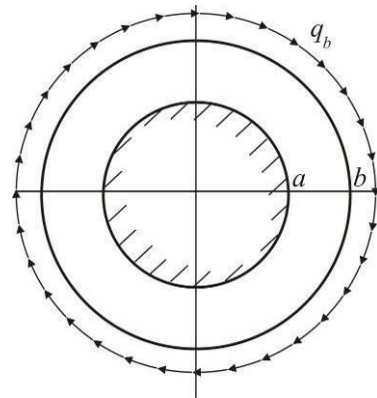




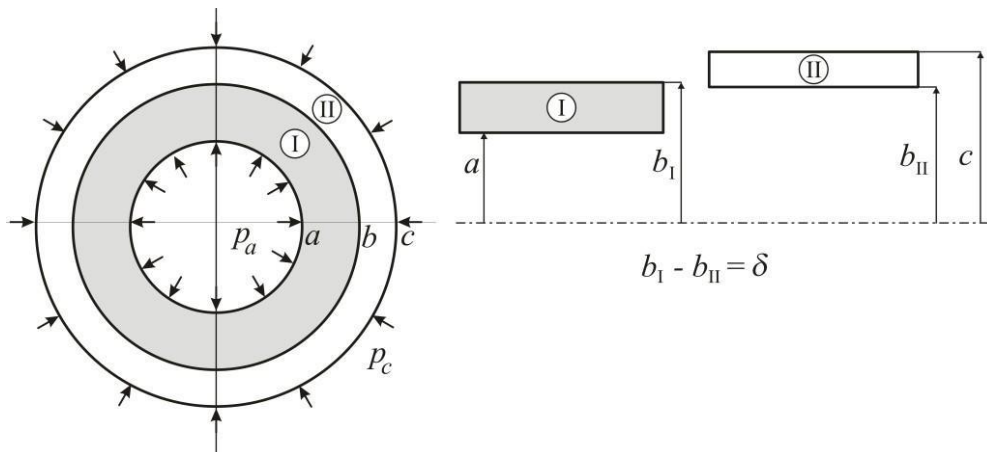
Найти напряжения в неограниченной пластине с круговым отверстием радиуса  $a$ , к контуру которого приложено равномерное давление  $p_a$ .




Диск  $a \leq r \leq b$  зашпелен на внутреннем контуре, а на наружном испытывает действие равномерной касательной нагрузки  $q_b$ . Найти напряжения в диске.

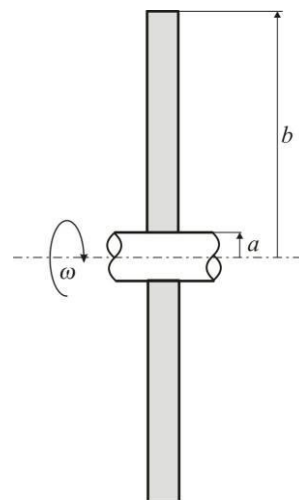


Составной цилиндр образован путем посадки с радиальным натягом  $\delta$  двух цилиндров  $a \leq r \leq b$  и  $b \leq r \leq c$ , изготовленных из разных материалов и имеющих одинаковые объемы. Найти величину контактного давления и напряжения в цилиндрах. Считая коэффициенты Пуассона двух материалов одинаковыми, а модули упругости различными, обосновать выбор варианта более прочной посадки.



|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |

Диск  $a \leq r \leq b$  постоянной толщины, посаженный с радиальным натягом  $\delta$  на абсолютно жесткий вал, вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . Упругие свойства материала заданы. Найти величину скорости  $\omega_0$ , при которой произойдет сход диска с вала.

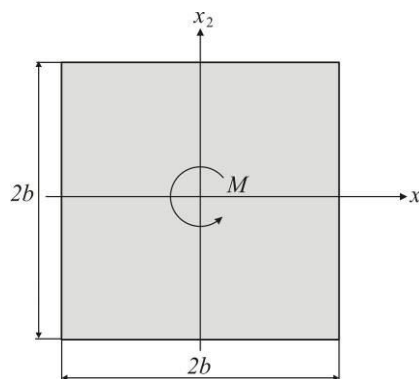


#### Плоская задача теории упругости. Учет температурных деформаций и напряжений

Найти напряжения во вращающемся диске  $a \leq r \leq b$  постоянной толщины при известном законе распределения температуры по радиусу  $T(r)$ . Свойства материала  $E$ ,  $\nu$ ,  $\alpha$ , а также величина угловой скорости  $\omega$  заданы.

#### Вариационные принципы теории упругости

На основе вариационного принципа Кастильяно получить приближенное решение задачи о кручении стержня квадратного сечения  $2b \times 2b$ . Использовать метод Ритца со степенным и тригонометрическим представлением координатных функций.

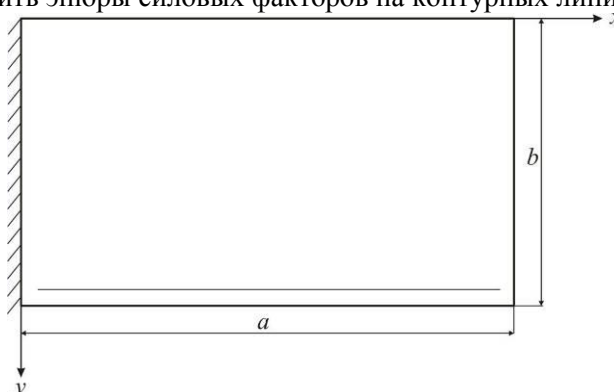



### **Практическое занятие №4**

Тема: Изгиб прямоугольных пластин. Разрешающее уравнение и краевые условия.

Прогиб прямоугольной пластины  $a \times b$  задан в виде функции  $w = A \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}$ . Определить поперечную нагрузку и краевые условия. Изобразить эпюры силовых факторов на контурных линиях.

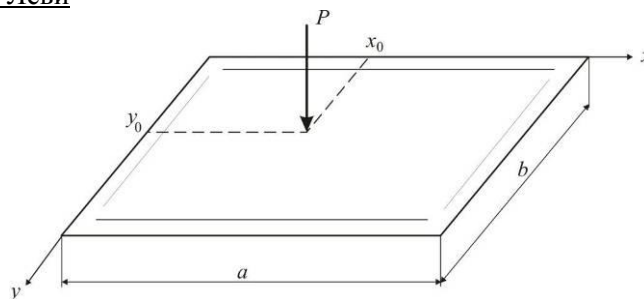
Прямоугольная пластина  $a \times b$  закреплена как показано на рисунке. Записать краевые условия относительно прогиба пластины.



|   |  |      |            |
|---|--|------|------------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |            |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |            |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1  |
|   |  |      | Стр. 13/19 |

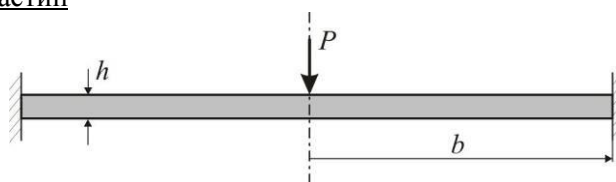
### Расчет прямоугольных пластин методами Навье и Леви

Найти прогиб шарнирно опертой прямоугольной пластины  $a \times b$  толщины  $h$  под действием сосредоточенной силы  $P$ . Свойства материала заданы.

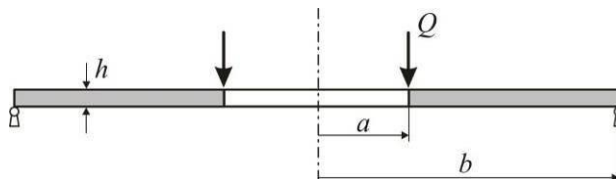


### Осесимметричный изгиб круглых и кольцевых пластин

Найти прогиб и силовые факторы в срединной плоскости круглой пластины  $0 \leq r \leq b$  толщины  $h$  под действием силы  $P$  в центре.

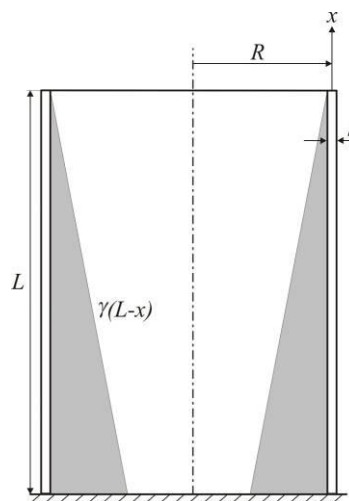


Найти прогиб и силовые факторы в срединной плоскости кольцевой пластины  $a \leq r \leq b$  толщины  $h$  под действием усилия  $Q$  на внутреннем контуре.



### Расчет цилиндрических оболочек

Цилиндрический резервуар наполнен жидкостью удельного веса  $\gamma$ . Высота резервуара  $L$ , толщина стенки  $h$ , радиус срединной поверхности  $R$ . Характеристики материала  $E$  и  $\nu$  заданы. Считая оболочку длинной, найти прогиб и силовые факторы в срединной поверхности. Найти напряжения.



## Практическое занятие №5


Тема: Формулировка многопараметрических теорий прочности.

### Вариант 1

Условие разрушения задано в виде

$$\sigma_i^2 + a \sigma_o^2 + b \sigma_o + c = 0.$$

1. Составить систему уравнений для поиска констант  $a$ ,  $b$ ,  $c$  по результатам базовых испытаний и изобразить схемы этих испытаний.

|   |  |      |            |
|---|--|------|------------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |            |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |            |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1  |
|   |  |      | Стр. 14/19 |

2. Найти константы  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и записать условие разрушения в развернутой форме через прочностные характеристики материала.
3. Определить прогнозируемые данной теорией пределы прочности материала  $\sigma_{(+)}$  и  $\sigma_{(-)}$  при всестороннем равномерном растяжении и сжатии соответственно.

### **Вариант 2**

Условие разрушения задано в виде

$$\tau_{\max}^2 + a \tau_{\max} + b \sigma_{\max}'^2 + c = 0 .$$

1. Составить систему уравнений для поиска констант  $a$ ,  $b$ ,  $c$  по результатам базовых испытаний и изобразить схемы этих испытаний.
2. Найти константы  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и записать условие разрушения в развернутой форме через прочностные характеристики материала.
3. Определить прогнозируемые данной теорией пределы прочности материала  $\sigma_{(+)}$  и  $\sigma_{(-)}$  при всестороннем равномерном растяжении и сжатии соответственно.

### **Вариант 3**

Условие разрушения задано в виде

$$\tau_o^2 + a \tau_o + b \sigma_o + c = 0 .$$

1. Составить систему уравнений для поиска констант  $a$ ,  $b$ ,  $c$  по результатам базовых испытаний и изобразить схемы этих испытаний.
2. Найти константы  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и записать условие разрушения в развернутой форме через прочностные характеристики материала.
3. Определить прогнозируемые данной теорией пределы прочности материала  $\sigma_{(+)}$  и  $\sigma_{(-)}$  при всестороннем равномерном растяжении и сжатии соответственно.

### **Вариант 4**

Условие разрушения задано в виде

$$\tau_{\max}^2 + a \tau_{\max} + b \sigma_o^2 + c = 0 .$$


1. Составить систему уравнений для поиска констант  $a$ ,  $b$ ,  $c$  по результатам базовых испытаний и изобразить схемы этих испытаний.
2. Найти константы  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и записать условие разрушения в развернутой форме через прочностные характеристики материала.
3. Определить прогнозируемые данной теорией пределы прочности материала  $\sigma_{(+)}$  и  $\sigma_{(-)}$  при всестороннем равномерном растяжении и сжатии соответственно.

### **Вариант 5**

Условие разрушения задано в виде

$$\sigma_i^2 + a \sigma_i^2 + b \sigma_i + c = 0 .$$

1. Составить систему уравнений для поиска констант  $a$ ,  $b$ ,  $c$  по результатам базовых испытаний и изобразить схемы этих испытаний.
2. Найти константы  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и записать условие разрушения в развернутой форме через прочностные характеристики материала.
3. Определить прогнозируемые данной теорией пределы прочности материала  $\sigma_{(+)}$  и  $\sigma_{(-)}$  при всестороннем равномерном растяжении и сжатии соответственно.

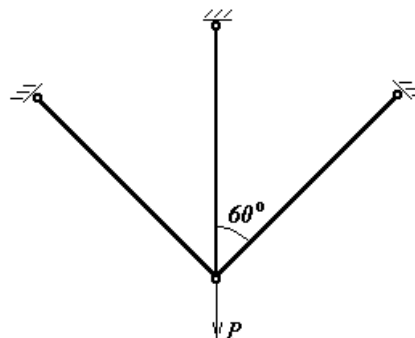
|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |

### Практическое занятие №6

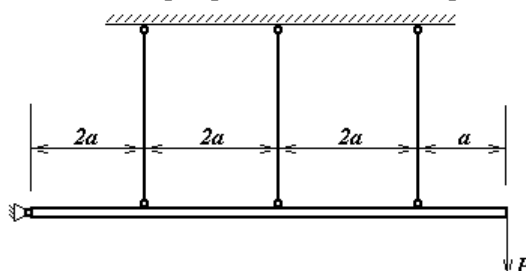
Тема: Анализ упругопластического деформирования простейших конструкций.

Симметричная система из трех одинаковых стержней сечением  $F$  нагружена силой  $P$ . Материал стержней – идеально упругопластический, с модулем упругости  $E$  и пределом текучести  $\sigma_T$ . Найти:

- значение силы  $P_T$ , соответствующее появлению пластических деформаций;
- значение силы  $P_*$ , соответствующее переходу всей системы в пластическое состояние.



Жесткая балка опирается на неподвижный шарнир и подвешена на трех



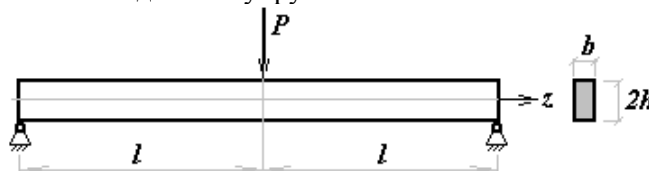
одинаковых стержнях сечением  $F$  из идеально упругопластического материала с модулем упругости  $E$  и пределом текучести  $\sigma_T$ . Найти:

- Значение силы  $P_T$ , соответствующее появлению пластических деформаций;
- Значение силы  $P_*$ , соответствующее переходу всех стержней в пластическое состояние.


Консольная балка прямоугольного сечения из идеально упругопластического материала с пределом текучести  $\sigma_T$  нагружена поперечной силой на краю. Считая величину силы  $P$  предельной, найти и изобразить границы пластической зоны.



Балка прямоугольного сечения из идеально упругопластического

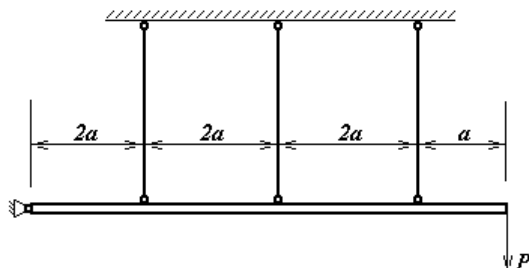


материала с пределом текучести  $\sigma_T$  установлена на две шарнирные опоры. Считая величину силы  $P$  равной  $5/6$  предельной, найти и изобразить границы пластической зоны.

|   |  |            |           |
|---|--|------------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |            |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |            |           |
|   | Выпуск:  | 2022       | Версия: 1 |
|   |  | Стр. 16/19 |           |

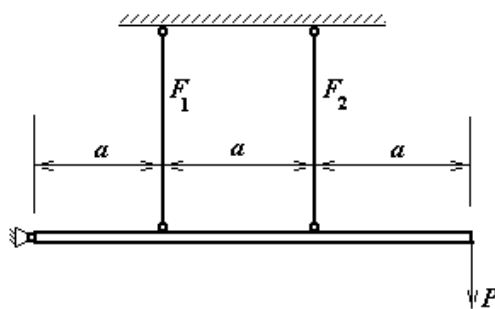
Установившаяся ползучесть стержневых систем

Жесткая балка опирается на неподвижный шарнир и подвешена на трех

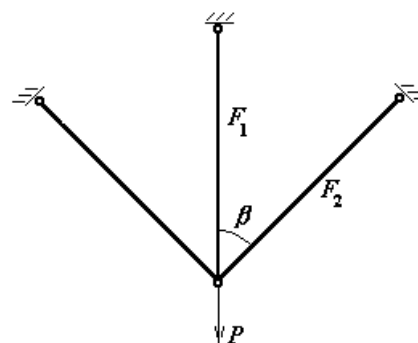


одинаковых стержнях сечением  $F$ . Считая характеристики материала известными, найти напряжения в стержнях в состоянии установившейся ползучести, используя теорию старения.

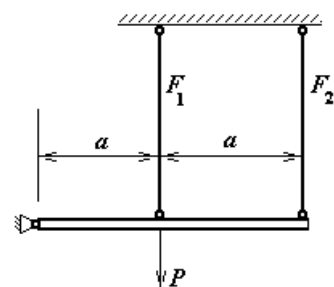
Жесткая балка опирается на неподвижный шарнир и подвешена на двух стержнях сечением  $F_1$  и  $F_2$ . Поперечная сила  $P$  приложена к свободному краю балки. Считая характеристики материала известными, найти напряжения в стержнях в состоянии установившейся ползучести, используя теорию течения.




Симметричная система трех стержней одинаковой длины нагружена силой  $P$ . Площади поперечных сечений –  $F_1$  и  $F_2$ . Считая характеристики материала известными, найти напряжения в стержнях в состоянии установившейся ползучести, используя теорию старения.



Жесткая балка опирается на неподвижный шарнир и подвешена на двух стержнях сечением  $F_1$  и  $F_2$ . Поперечная сила  $P$  приложена посреди пролета балки. Считая характеристики материала известными, найти напряжения в стержнях в состоянии установившейся ползучести, используя теорию упрочнения.






|   |  |      |            |
|---|--|------|------------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |            |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |            |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1  |
|   |  |      | Стр. 17/19 |


## Приложение 2

### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Ограничения линейной и классической теории упругости.
2. Вектор напряжения. Напряженное состояние в точке нагруженного тела.
3. Связь компонент вектора напряжения на наклонной площадке с координатными компонентами. Условия на поверхности нагруженного тела.
4. Преобразование компонент тензора напряжений при повороте координатной системы.
5. Главные компоненты и главные направления тензора напряжений. Инварианты напряженного состояния.
6. Максимальные касательные напряжения в точке нагруженного тела.
7. Напряжения на октаэдрических площадках.
8. Круговая диаграмма Мора для напряжений.
9. Шаровой тензор и девиатор напряжений.
10. Дифференциальные уравнения равновесия в декартовых координатах.
11. Понятие деформированного состояния и его количественное описание.
12. Компоненты тензора малых деформаций и их связь с компонентами вектора перемещения.
13. Главные компоненты и главные направления тензора деформаций.
14. Изменение объема при деформировании.
15. Тензор малых поворотов.
16. Условия совместности деформаций.
17. Обобщенный закон Гука для изотропной среды в прямой и обратной форме.
18. Энергия деформации упругой среды. Формулы Грина и Клапейрона.
19. Упругие постоянные изотропной среды. Объемный модуль.
20. Учет температурных деформаций. Соотношения Дюамеля – Неймана.
21. Полная система уравнений теории упругости. Прямая и обратная задачи.
22. Решение прямой задачи в перемещениях. Уравнения Ляме.
23. Решение прямой задачи в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Мичелла.
24. Теорема единственности решения задачи теории упругости. Сущность полуобратного метода Сен-Венана.
25. Чистый изгиб стержня симметричного сечения.
26. Кручение круглого стержня.
27. Основные соотношения задачи о кручении. Функция напряжений.
28. Разрешающее уравнение задачи о кручении. Условие на контуре односвязного сечения.
29. Траектории касательных напряжений при кручении.
30. Мембранная аналогия Прандтля для задачи о кручении.
31. Задача о кручении в полярных координатах.
32. Плоская деформация и плоское напряженное состояние.
33. Основные соотношения плоской задачи. Функция напряжений.
34. Разрешающее уравнение и краевые условия для плоской задачи.
35. Плоская задача в декартовых координатах. Построение функции напряжений для прямоугольной полосы в виде полиномов.
36. Плоская задача в полярных координатах.
37. Осесимметричная плоская задача. Общий вид решения.
38. Задача Ляме для толстостенного цилиндра.

|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |

39. Посадка упругих цилиндров с натягом. Контактное давление.
40. Уравнение равновесия вращающегося диска переменной толщины.
41. Напряженное состояние вращающегося диска.
42. Плоская задача в полярных координатах. Напряженное состояние растянутой пластины с малым круговым отверстием. Концентрация напряжений.
43. Задача о равновесии клина. Действие силы на полуплоскость.
44. Контактная задача Герца.
45. Вариационные принципы теории упругости.
46. Прямые методы решения задач теории упругости.
47. Гипотезы Кирхгофа. Распределение напряжений по толщине изгибаемой пластины.
48. Силовые факторы в срединной плоскости и их связь с прогибом пластины. Изгибная жесткость пластины.
49. Разрешающее уравнение задачи об изгибе пластины.
50. Виды краевых условий. Запись краевых условий относительно прогиба пластины.
51. Расчет прямоугольной пластины методами Навье и Леви.
52. Описание изгиба пластин в полярных координатах. Силовые факторы в срединной плоскости. Разрешающее уравнение относительно прогиба пластины.
53. Осесимметричный изгиб круглых и кольцевых пластин.
54. Потенциальная энергия изогнутой пластины.
55. Прямые методы расчета пластин.
56. Геометрии срединной поверхности оболочки. Криволинейные координаты.
57. Уравнения классической теории тонких упругих оболочек. Силовые факторы в срединной поверхности. Краевые условия.
58. Безмоментная теория оболочек. Осесимметричные оболочки вращения.
59. Расчет цилиндрических оболочек по моментной теории.
60. Уравнения теории пологих оболочек.
61. Принцип Даламбера для механической системы.
62. Уравнения Лагранжа II рода.
63. Принцип Гамильтона-Остроградского.
64. Малые свободные колебания консервативных систем. Свойства собственных частот и форм колебаний.
65. Свободные колебания диссипативных систем.
66. Вынужденные колебания линейных систем.
67. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость.
68. Теоремы Ляпунова об устойчивости и о неустойчивости.
69. Критерии устойчивости линейных систем. Определение областей неустойчивости.
70. Параметрические колебания.
71. Теория нелинейных колебаний.
72. Особые точки и их классификация. Типы фазовых траекторий.
73. Автоколебательные системы.
74. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний упругих стержней.
75. Уравнения колебаний упругих пластин и оболочек.
76. Свойства собственных частот и форм упругих систем.
77. Вариационные принципы в теории свободных колебаний.
78. Методы определения собственных частот и форм упругих систем.
79. Вынужденные колебания упругих систем.
79. Упругие волны в неограниченной упругой среде.

|   |  |      |           |
|---|--|------|-----------|
|  | Федеральное агентство по рыболовству<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Калининградский государственный технический университет»<br>(ФГБОУ ВО «КГТУ») |      |           |
|   | ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ»<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ (АСПИРАНТУРА)                                       |      |           |
|   | Выпуск:  | 2022 | Версия: 1 |

80. Ударные процессы в упругих системах.
81. Силы, действующие в машинах, и их передача на фундамент.
82. Колебания валов с дисками при вращении. Критические скорости вращения.
83. Уравновешивание машин. Методы статической и динамической балансировки роторов.
84. Активные и пассивные системы виброзащиты.
85. Динамическое гашение колебаний. Защита от ударных нагрузок.
86. Особенности упругопластического деформирования. Условия начала текучести.
87. Принцип максимума Мизеса. Ассоциированный закон течения.
88. Теория течения в случае изотропного и анизотропного упрочнения.
89. Деформационная теория пластичности.
90. Схематизация диаграмм деформирования. Простейшие задачи теории пластичности. Остаточные напряжения.
91. Экспериментальные данные о ползучести. Технические теории ползучести.
92. Установившаяся и неуставившаяся ползучесть.
93. Теория линейной вязкоупругости для одномерной модели. Определяющие соотношения в дифференциальной и интегральной формах.
94. Вязкоупругое деформирование при сложном напряженном состоянии. Вязкоупругие функции и связь между ними. Упруго-вязкоупругая аналогия.
95. Способы дискретизации в задачах динамики и прочности. Метод конечных разностей, порядок аппроксимации.
96. Методы интегрирования по параметру. Явная и неявная схемы решения систем уравнений, устойчивость.
97. Метод конечных элементов в перемещениях. Функции формы.
98. Метод граничных элементов.
99. Физические представления о разрушении. Теоретическая прочность кристалла.
100. Критериальный и кинетический способы прогнозирования разрушений. Классификация теорий прочности.
101. Механические теории прочности, расчеты по допускаемым напряжениям.
102. Оценка прочности с учетом пластических деформаций для моделей материала без упрочнения. Методы отыскания предельной нагрузки.
103. Длительная прочность конструкций, модели вязкого и хрупкого разрушения.
104. Энергетический критерий разрушения тел с трещинами, задача Гриффитса.
105. Поправка Орована-Ирвина для случая квазихрупкого разрушения.
106. Напряжения вблизи трещины в упругом теле. Коэффициент интенсивности напряжений,
107. Силовой критерий разрушения, вязкость разрушения. Учет пластических деформаций в вершине трещины. Способы торможения трещин.
108. Усталостное разрушение и его физическая природа. Параметры цикла. Предел выносливости.
109. Закономерности роста усталостных трещин. Малоцикловая усталость.
110. Назначение и основные типы механических испытаний. Испытательные машины и установки.
111. Метод тензометрирования. Поляризационно-оптический метод. Применение фотоупругих материалов и лаковых покрытий.
112. Виброметрические измерения. Типы измерительных устройств и датчиков для исследования динамических процессов.
113. Статистическая обработка результатов испытаний. Спектральный анализ виброграмм.