

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

«28» июня 2022 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.16 Сопротивление материалов

Учебный план: 2022-2023 15.03.02 ИИТА КИЛО ЗАО №1-3-147.plx

Кафедра: **41** Инженерного материаловедения и метрологии

Направление подготовки:
(специальность) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Компьютерный инжиниринг лифтового оборудования
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоём- кость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | Лекции | Практ. занятия | Лаб. занятия | | | | |
| 2 | УП | 4 | | 32 | | 1 | |
| | РПД | 4 | | 32 | | 1 | |
| 3 | УП | 12 | 8 | 79 | 9 | 3 | Экзамен |
| | РПД | 12 | 8 | 79 | 9 | 3 | |
| Итого | УП | 4 | 12 | 111 | 9 | 4 | |
| | РПД | 4 | 12 | 111 | 9 | 4 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

Цобкалло Екатерина
Сергеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерного материаловедения
и метрологии

Цобкалло Екатерина
Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Марковец Алексей
Владимирович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области применения стандартных методов расчета деталей и элементов конструкций на их механическую надежность.

1.2 Задачи дисциплины:

- Рассмотреть методы стандартных испытаний по определению механических свойств материалов;
- Рассмотреть особенности поведения материалов и элементов конструкций под действием растягивающих, сжимающих, изгибающих, скручивающих, сдвигающих нагрузок и деформаций;
- Раскрыть принципы оценки надежности элементов конструкций при заданных условиях нагружения;
- Раскрыть принципы подбора геометрии нагруженных деталей с учетом обеспечения их механической надежности.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Физика

Математика

Техническая механика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| |
|--|
| ОПК-13: Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования |
| Знать: основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов; методы, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость, и устойчивость элементов конструкций |
| Уметь: выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов машиностроительных конструкции из условий прочности, жесткости и устойчивости |
| Владеть: навыками проведения инженерных расчетов на прочность, жесткость и устойчивость деталей и узлов машиностроительных конструкций |

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | | СР (часы) | Инновац. формы занятий |
|---|------------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------|------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Пр. (часы) | Лаб. (часы) | | |
| Раздел 1. Основные положения науки о сопротивлении материалов | 2 | | | | | |
| Тема 1. Понятие о механической надежности - прочности, жесткости, устойчивости элементов конструкций. Деформации и напряжения. Виды нагруженно-деформированных состояний. | | 1 | | | 8 | ИЛ |
| Тема 2. Внешние силовые факторы. Условия равновесия. Внутренние силовые факторы. Метод сечений. Условия прочности и жесткости. | | 1 | | | 8 | ИЛ |
| Раздел 2. Растяжение (сжатие). | | | | | | |
| Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности, подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука. | | 1 | | | 8 | ИЛ |
| Тема 4. Расчет статически неопределимых систем; план сил, перемещений, подбор рациональных размеров элементов конструкций, проверка прочности элементов конструкций. | | 1 | | | 8 | ИЛ |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | | 4 | | | 32 | |
| Консультации и промежуточная аттестация - нет | | 0 | | | | |
| Раздел 3. Сдвиг. Кручение | 3 | | | | | |

| | | | | | |
|--|--|----|---|----|----|
| Тема 5. Сдвиг. Касательные напряжения. Условие прочности при сдвиге. Лабораторная работа: Определение модуля сдвига. | | | 4 | 18 | ИЛ |
| Тема 6. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости. Практическая работа: Кручение. Напряжения и деформации при кручении. Условие прочности и жесткости. Подбор рациональных размеров конструкций. | | 6 | | 18 | ИЛ |
| Раздел 4. Поперечный изгиб | | | | | |
| Тема 7. Внешние и внутренние силовые факторы при изгибе. Практическая работа: Внешние и внутренние силовые факторы при изгибе. Условие прочности и подбор размеров конструкций. | | 3 | | 18 | ИЛ |
| Тема 8. Напряжения при изгибе. Условие прочности и подбор размеров конструкций. Деформации при изгибе. Практическая работа: Касательные напряжения при плоском изгибе. Деформации при изгибе. Лабораторная работа: Определение нормальных напряжений при изгибе. | | 3 | 4 | 25 | ИЛ |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | | 12 | 8 | 79 | |

| | | | | |
|---|--|------|-------|--|
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен) | | 2,5 | 6,5 | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | | 26,5 | 117,5 | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|--|--|
| ОПК-13 | <p>Даёт определения основных понятий, связанных с механической надёжностью конструкций и изделий.</p> <p>Различает и анализирует виды напряжённо-деформированных состояний нагруженных изделий и конструкций.</p> <p>Ставит цели и определяет пути решения задач, решает различные типы задач, связанных с расчётом конструкций и изделий на механическую надёжность</p> | <p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p> |

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|------------------|--|-------------------|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| 5 (отлично) | Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к | |

| | | |
|-------------------------|---|--|
| 4 (хорошо) | Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. | |
| 3 (удовлетворительно) | Ответ не полный, основанный на проработке не всех обязательных источников информации. Наличие существенных ошибок | |
| 2 (неудовлетворительно) | Ответ не верный. Слабое понимание материала. Наличие существенных ошибок в большом количестве | |

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов | |
|--------|---|--|
| Курс 2 | | |
| 1 | Понятия механической надежности - прочности, жесткости, устойчивости элементов конструкций. | |
| 2 | Деформации и напряжения. Примеры различных видов нагруженно-деформированных состояний. | |
| 3 | Внешние силовые факторы. Условия равновесия. Примеры применения условий статики для конкретных конструкций и изделий. | |
| 4 | Внутренние силовые факторы. Примеры применения метода сечений для определения внутренних силовых факторов. | |
| 5 | Условия прочности и жесткости. Примеры конкретных технологических задач с применением этих условий. | |
| 6 | Статически-определимые системы. Примеры. План решения статически-неопределимых задач. | |
| 7 | Подбор сечений элементов конструкций из условий прочности и жёсткости. Примеры. | |
| 8 | Закон Гука. Границы применимости. | |
| 9 | Статически неопределимых системы. Примеры. | |
| 10 | План решения статически неопределимых задач. | |
| 11 | Подбор рациональных размеров элементов конструкций, проверка прочности элементов конструкций статически неопределимых систем. | |
| Курс 3 | | |
| 12 | Деформации при изгибе. | |
| 13 | Сдвиг. Касательные напряжения при сдвиге. Условие прочности при сдвиге. | |
| 14 | Внешние и внутренние силовые факторы при кручении. Примеры. | |
| 15 | Условие прочности при кручении. Подбор сечений из условия прочности или проверка прочности конструкции при кручении. Примеры | |
| 16 | Деформации при кручении. Подбор сечений из условия жёсткости или проверка жёсткости конструкции при кручении. Примеры. | |
| 17 | Внешние и внутренние силовые факторы при изгибе. Примеры Условие прочности и подбор размеров конструкций. | |
| 18 | Нормальные напряжения при изгибе. Условие прочности и подбор размеров конструкций при изгибе. Примеры. | |
| 19 | Сравните нормальные и касательные напряжения при изгибе. | |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи) находятся в Приложении к данной РПД.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Время на подготовку ответа – до 25 минут.
- Время на ответ по билету – до 15 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|--|--|--|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Цобкалло Е. С., Москалюк О. А. | Соппротивление материалов. Механика материалов и конструкций. Изгиб | СПб.: СПбГУПТД | 2017 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017640 |
| Агапов, В. П. | Соппротивление материалов | Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ | 2014 | http://www.iprbookshop.ru/26864.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| Цобкалло Е. С. | Механика материалов и конструкций | СПб.: СПбГУПТД | 2012 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1188 |
| Цобкалло Е. С. | Механика материалов и конструкций. Терминология, основные определения и формулы, вопросы и задания для контрольных заданий | СПб.: СПбГУПТД | 2014 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1729 |

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД (<http://publish.sutd.ru>)
2. 3. Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>).
3. Портал Росстандарта по стандартизации [Электронный ресурс]. URL:<http://standard.gost.ru/wps/portal/>
4. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [Электронный ресурс]. URL:<http://www.gost.ru/wps/portal/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Стандартно оборудованная лаборатория сопротивления материалов на 15 мест.
2. Научно-исследовательская лаборатория Механики ориентированных полимеров.

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|---|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |
| Учебная аудитория | Специализированная мебель, доска |
| Компьютерный класс | Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |

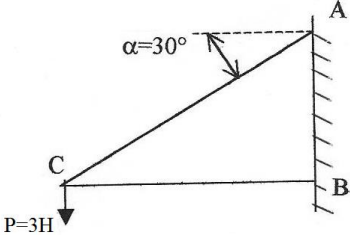

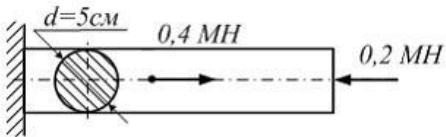
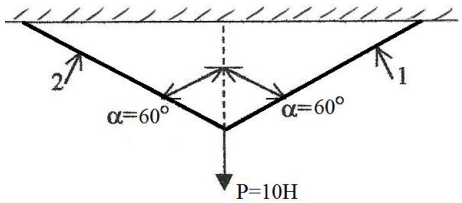
Приложение

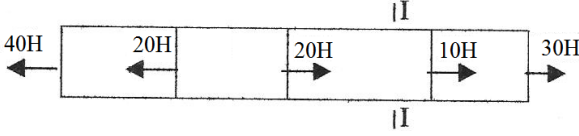
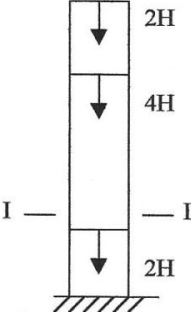
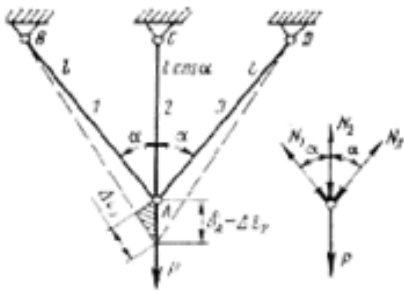
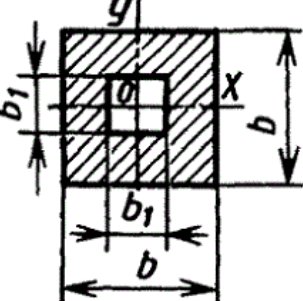
рабочей программы дисциплины Сопrotивление материалов
наименование дисциплины

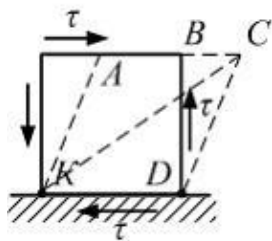
по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

наименование ОП (профиля): Компьютерный инжиниринг лифтового оборудования

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задачи

| № п/п | Условия типовых практико-ориентированных задач |
|-------|--|
| 1 | <p align="center">Семестр 3</p> <p>Тема 1. Понятие о механической надежности - прочности, жесткости, устойчивости элементов конструкций. Деформации и напряжения. Виды нагруженно-деформированных состояний.</p> <p>С целью выбора материала конструкции, отвечающего условиям экономичности и надежности, конструкторскому отделу предприятия по проектированию лифтового оборудования необходимо определить величину внутреннего усилия, возникающего в стержне СА, нагруженного соответственно рисунку.</p>  |
| 2 | <p>Тема 2. Внешние силовые факторы. Условия равновесия. Внутренние силовые факторы. Метод сечений. Условия прочности и жесткости.</p> <p>Для установления оптимальных условий эксплуатации детали деревянной конструкции определите предельное значение нагрузки на сосновую стойку сечением $10 \times 10 \text{ см}^2$, если допустимое напряжение на смятие для сосны вдоль волокон равно $[\sigma_{\parallel}] = 100 \text{ кг/см}^2$.</p>  |
| 3 | <p>Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности, подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука.</p>  <p>Схема нагружения детали лифтового оборудования, выполненного из пластичного материала стержня круглого поперечного сечения диаметром $d = 5 \text{ см}$, приведена на рисунке. Фактический коэффициент запаса прочности должен быть не менее двух. Определить предел текучести (минимальное значение) материала для этого стержня.</p> |
| 4 | <p>Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности, подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука.</p> <p>С целью выбора материала конструкции, отвечающего условиям экономичности и надежности, конструкторскому отделу предприятия по проектированию лифтового оборудования необходимо определить величину внутреннего усилия, возникающего в стержнях 1 и 2, нагруженных соответственно рисунку.</p>  |
| 5 | <p>Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности,</p> |

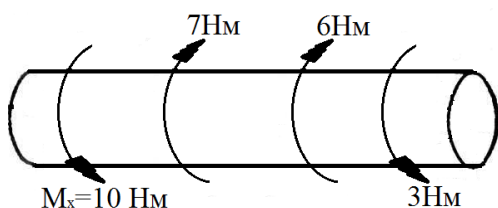
| | |
|---|--|
| | <p>подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука.</p> <p>Механическая надежность конструкции в первую очередь обеспечивается прочностью каждого ее элемента. Определите для данной схемы нагружения величину внутреннего напряжения, возникающего в сечении I-I, если площадь поперечного сечения стержня 10 см^2.</p>  |
| 6 | <p>Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности, подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука.</p> <p>Механическая надежность конструкции в первую очередь обеспечивается прочностью каждого ее элемента. Определите для данной схемы нагружения величину внутреннего напряжения, возникающего в сечении I-I, если площадь поперечного сечения стержня 10 см^2.</p>  |
| 7 | <p>Тема 4. Расчет статически неопределимых систем; план сил, перемещений, подбор рациональных размеров элементов конструкций, проверка прочности элементов конструкций.</p>  <p>С целью проведения оценки прочности конструкции необходимо проверить прочность стержней под действием груза</p> <p>$P=3 \cdot 10^4 \text{ Н}$; $F=1 \text{ см}^2$;</p> <p>$E=1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; $l_2=1 \text{ м}$; угол 30°.</p> |
| 8 | <p>Тема 5. Осевой и полярный моменты инерции. Элементы рационального проектирования простейших систем.</p>  <p>Для дальнейшей оценки нормальных напряжений в балке указанного поперечного сечения рассчитать осевой момент инерции сечений относительно оси X и Y/</p> |
| 9 | <p>Тема 6. Сдвиг. Касательные напряжения. Условие прочности при сдвиге.</p> |



Штриховыми линиями указан характер деформации детали. Определить корректное название напряженного состояния, показанного на рисунке. Укажите угол сдвига.

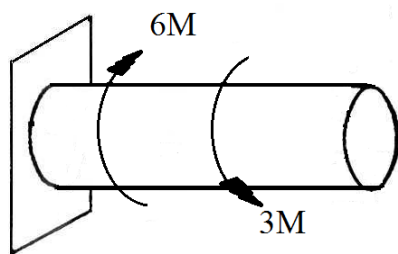
10 **Тема 7. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости.**

Для разработки надежной и долговечной конструкции, работающей в условиях напряженно-деформированного состояния, как показано на рисунке, специалисту конструкторского бюро необходимо определить опасное сечение у данного стержня.



11 **Тема 7. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости.**

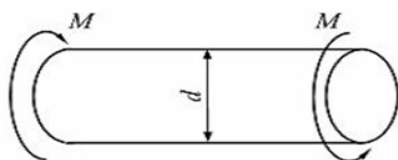
Для разработки надежной и долговечной конструкции, работающей в условиях напряженно-деформированного состояния, как показано на рисунке, специалисту конструкторского бюро по проектированию лифтового оборудования необходимо определить опасное сечение у данного стержня.



12 **Тема 7. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости.**

Одним из ключевых моментов при разработке конструкции, отвечающей не только требованиям надежности, но и экономичности, является расчет оптимальных ее геометрических характеристик. Для представленной

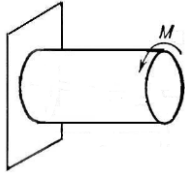
ниже схемы определите минимальное значение диаметра вала, если $M=39 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $[\tau] = 50 \text{ МПа}$, а $W_p = \frac{\pi d^3}{32}$.



13 **Тема 7. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости.**

Возможность использования элемента конструкции строго определённых характеристик (размеры, материал, из которого он изготовлен) может ограничивать область эксплуатации проектируемой конструкции в целом. Для данной схемы нагружения определите максимально допустимое значение скручивающего момента M ,

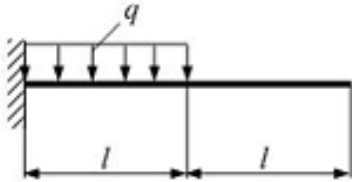
если диаметр вала 10 см, а $[\tau] = 50 \text{ МПа}$, а $W_p = \frac{\pi d^3}{32}$.



14

Тема 8. Внешние и внутренние силовые факторы при изгибе.

Производственное предприятие занимается выпуском современных конструкционных материалов. Конструкторскому бюро необходимо рассчитать максимальное значение изгибающего момента, возникающее в конструкции, нагруженной согласно представленной схеме, если $q=10 \text{ кН/м}$, $l=2\text{м}$.



15

Тема 9. Напряжения при изгибе. Условие прочности и подбор размеров конструкций. Деформации при изгибе.

Производственное предприятие занимается выпуском современных конструкционных материалов. Конструкторскому бюро необходимо найти сечения в балки где возникают наибольшие нормальные напряжения и рассчитать максимальное значение изгибающего момента, возникающее в конструкции, нагруженной согласно представленной схеме, если $P=10 \text{ кН}$, $l=2\text{м}$

