

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Кумертауский филиал
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра автомобилей и автомобильного хозяйства (КФ)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УМиНР Полякова Л.Ю.

(подпись, расцифровка подписи)

28 августа 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.14 Сопротивление материалов»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(код и наименование направления подготовки)

Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования
(нефтегазодобыча)

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Кумертау 2020

**Рабочая программа дисциплины «Б.1.Б.14 Сопротивление материалов» / сост. О.А. Сорокина -
Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2020**

Рабочая программа предназначена обучающимся заочной формы обучения по направлению подготовки *23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов*

© Сорокина О.А., 2020
© Кумертауский филиал ОГУ, 2020

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся профессиональных знаний и умений в области проектирования, конструирования и эксплуатации современных конструкций, машин, сооружений.

Задачи:

- изучить основы методов структурного, кинематического, динамического анализа механизмов и принципы инженерных расчётов на прочность типовых элементов изделий;
- познакомить с практическими навыками расчетов элементов конструкций при действии динамических нагрузок (учет сил инерции, влияние колебаний и повторно-переменных нагрузок, влияние ударов и др.);
- научить выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций, механизмов и узлов машин.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.13 Теоретическая механика*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.18 Детали машин и основы конструирования, Б.1.В.ОД.15 Типаж и эксплуатация технологического оборудования, Б.1.В.ДВ.5.1 Устройство, монтаж, техническое обслуживание и ремонт газобаллонного оборудования автомобилей, Б.1.В.ДВ.5.2 Экспертный анализ технического состояния транспортных средств*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><u>Знать:</u> основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов; методы и практические приемы расчета стержней и стержневых систем при различных силовых воздействиях; критерии прочности;</p> <p><u>Уметь:</u> грамотно и обоснованно составлять расчетные схемы конструкций; определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения; проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций при простых и сложных видах нагружения; подбирать размеры поперечных сечений стержней из условия прочности, жесткости и устойчивости;</p> <p><u>Владеть:</u> навыками применения компьютерных технологий в расчетах на прочность и жесткость.</p>	ОПК-3 готовностью применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	16,5	16,5
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	10	10
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа:	127,5	127,5
- выполнение контрольной работы (КонтрР);	45	45
- самостоятельное изучение разделов (перечислить);	40	40
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	15,5	15,5
- подготовка к практическим занятиям;	23	23
- подготовка к дифференцированному зачету.	4	4
Вид итогового контроля (дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия и задачи курса	12	–	–	–	12
2	Расчеты на центральное растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, чистый и поперечный изгиб	32	2	4	–	26
3	Сложное сопротивление	30	2	2	–	26
4	Устойчивость сжатых стержней	16	–	2	–	14
5	Основы теории напряженного и деформированного состояния в точке тела	20	–	–	–	20
6	Расчет конструкций на ударное действие нагрузок. Усталость материалов	34	2	2	–	30
	Итого:	144	6	10	–	128
	Всего:	144	6	10	–	128

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Основные понятия и задачи курса. Определение науки «Сопротивление материалов» и ее связь с другими общепрофессиональными и специальными дисциплинами. Основные объекты и гипотезы, изучаемые в курсе. Понятие о расчетных схемах брусков. Понятие о твердом деформируемом теле и его свойствах. Деформации и перемещения. Разрушение. Виды деформаций элементов конструкций. Типы опор. Внутренние силы и метод их изучения (метод сечений). Напряжения полное, нормальное и касательное. Условие прочности. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержней. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Геометрические характеристики сечений.

Раздел № 2 Расчеты на центральное растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, чистый и поперечный изгиб. Напряжения и деформации в поперечных сечениях стержня. Определение деформаций и перемещений прямых стержней. Условие жесткости при растяжении-сжатии. Расчет

стержней на прочность и жесткость с учетом собственного веса. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности. Расчет статически неопределимых стержневых систем. Напряжения в наклонных сечениях. Закон парности касательных напряжений. Монтажные и температурные напряжения.

Понятие о кручении. Основные допущения. Напряжения и деформации при кручении прямого стержня круглого поперечного сечения. Кручение стержней некруглого поперечного сечения. Виды расчетов на прочность и жесткость при кручении. Рациональные формы сечений.

Нормальные напряжения при чистом изгибе. Условие прочности. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Анализ напряженного состояния при чистом и поперечном изгибах. Виды расчетов на прочность и жесткость при изгибе. Рациональные формы сечений. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой оси балки. Метод начальных параметров.

Раздел № 3 Сложное сопротивление. Понятие о сложном сопротивлении. Виды сложного сопротивления. Определение напряжений и положения нейтральной линии в общем случае сложного сопротивления. Внецентренное растяжение-сжатие. Определение положения нейтральной линии и опасных точек сечения. Определение результирующих напряжений. Ядро сечения и способы его построения для простых типовых сечений. Косой изгиб. Изгиб с кручением.

Обобщенная сила и обобщенное перемещение. Работа обобщенной силы на обобщенном перемещении. Определение удельной потенциальной энергии упругой деформации в общем случае сложного сопротивления. Теорема Кастильяно. Интеграл Максвелла-Мора и его применение к вычислению перемещений.

№ 4 Устойчивость сжатых стержней. Основные понятия об устойчивости. Формула Эйлера для определения критической силы сжатого стержня. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Коэффициент запаса устойчивости.

Раздел № 5 Основы теории напряженного и деформированного состояния в точке тела. Теории прочности (теории предельных состояний). Основные понятия. Классические теории прочности. Определение главных напряжений и положения главных площадок по заданным напряжениям в двух взаимно-перпендикулярных площадках. Составляющие деформаций. Обобщенный закон Гука.

№ 6 Расчет конструкций на ударное действие нагрузок. Усталость материалов. Продольный, поперечный и скручивающий удары. Условия прочности и жесткости при ударе. Коэффициент динамичности. Переменные напряжения. Понятие об усталости и выносливости материалов. Механизм усталостного разрушения. Характеристики цикла нагружения. Кривая усталости Веллера. Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

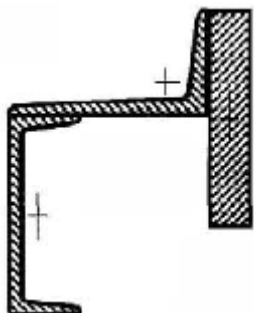
4.3 Практические занятия

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Расчет на прочность и жесткость статически неопределимого ступенчатого стержня	2
2		Расчет балки на прочность при прямом поперечном изгибе	2
3	3	Расчет прямого вала по условию статической прочности на совместное действие изгиба и кручения	2
4	4	Расчет центрально-сжатых стержней на устойчивость	2
5	6	Расчет вала с учетом циклических нагрузок	2
		Итого:	10

4.4 Контрольная работа (3 семестр)

Задание 1. Определить положение главных центральных осей, вычислить главные центральные моменты инерции сечения и построить эллипс инерции. Заданное сечение вычерчиваем в масштабе 1:1 (М 1:1).

Дано: плита $20 \text{ см} \times 2 \text{ см}$; швеллер № 16; уголок неравнобокий № 7,5/5,0 ($d=8$); $l=8 \text{ см}$.



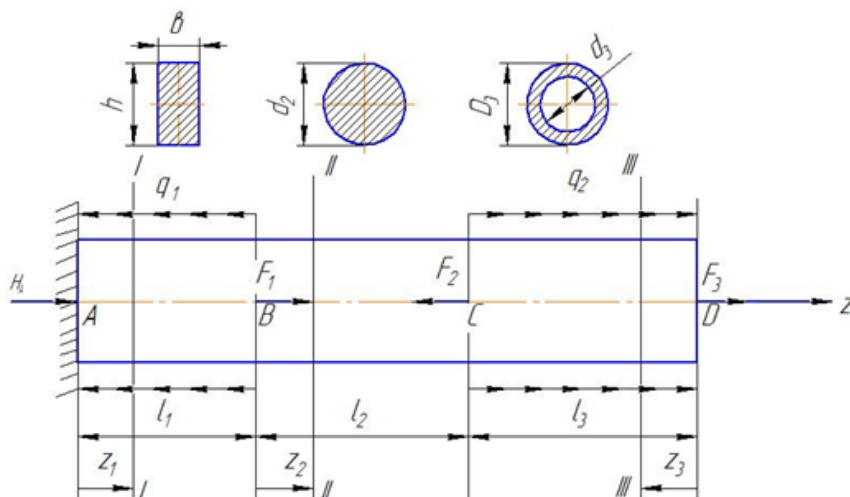
Задание 2. Дан стальной стержень (модуль упругости $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$), нагруженный сосредоточенными силами F_1, F_2, F_3 . Стержень состоит из трех участков, два из которых имеют одинаковый тип и размер поперечного сечения.

Дано: $F_1 = 10 \text{ кН}$, $F_2 = 150 \text{ кН}$, $F_3 = 60 \text{ кН}$, $q_1 = 45 \text{ кН/м}$, $q_2 = 80 \text{ кН/м}$, $l_1 = 0,1 \text{ м}$, $l_2 = 0,2 \text{ м}$, $l_3 = 0,3 \text{ м}$. Требуется:

1. Построить эпюру продольной силы N_z по длине стержня.

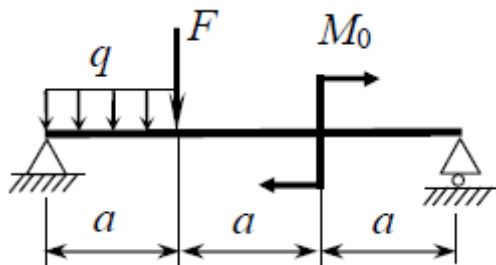
2. Определить из расчета на прочность при $\sigma_{adm}^p = \sigma_{adm}^c = 160 \text{ МПа}$ размеры поперечных сечений стержня: прямоугольное поперечное сечение ($h/b=2$); круглое сплошное поперечное сечение; круглое кольцевое поперечное сечение ($d/D=0,7$). Выполнить проверку условия прочности. Построить эпюру нормальных напряжений σ по длине стержня и эпюры распределения нормальных напряжений σ по поперечным сечениям.

3. Определить изменение длины стержня под действием внешних сил и построить эпюру перемещений поперечных сечений. Выполнить проверку условия жесткости стержня, если $\Delta l_{adm} = 0,5 \text{ мм}$.



Задание 3. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки, нагруженной внешними нагрузками $F_1 = 10 \text{ кН}$, $q = 10 \text{ кН/м}$, $M = 40 \text{ кНм}$, $a = 1 \text{ м}$. Материал – сталь 3 ($\sigma_{adm} = 160 \text{ МПа}$, $\tau_{adm} = 80 \text{ МПа}$).

Из условия прочности при поперечном изгибе рассчитать требуемый момент сопротивления W_x сечения, по которому подобрать необходимые размеры поочередно для 5-ти типов сечения балки: прямоугольное, круглое, кольцевое, швеллер двутавр. Построить эпюры изменения нормального и касательного напряжений (σ, τ) по высоте всех типов сечений. Для балки, выполненной из двутавра, сделать полную проверку на прочность.

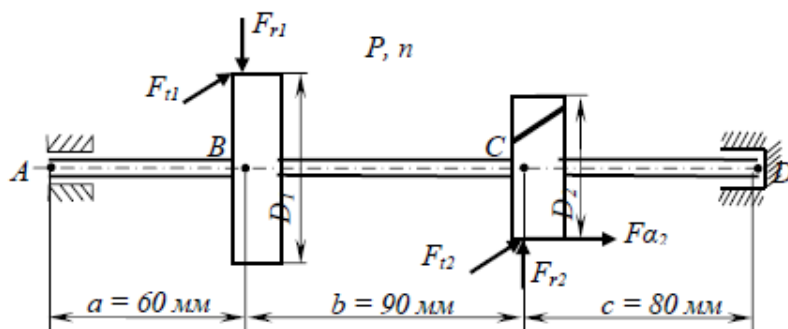


Задание 4. Стальной промежуточный вал двухступенчатого редуктора передает мощность P при частоте вращения n . На вал насажены зубчатые колеса диаметрами D_1 и D_2 . Для цилиндрических прямозубых передач принять $F_r = 0,364F_t$ и $F_a = 0,14F_t$; для цилиндрических косозубых передач принять $F_r = 0,374F_t$ и $F_a = 0,14F_t$; для конических передач принять $F_r = 0,32F_t$ и $F_a = 0,21F_t$. Весом вала, зубчатых колес, а также сжатием осевой силой в расчетах пренебречь.

Дано: $a=60$ мм; $b=90$ мм; $c=80$ мм; $D_1 = 300$ мм; $D_2 = 145$ мм; $P=12$ кВт; $n=300$ об/мин; $\sigma_{adm} = 50$ МПа. Требуется:

1. Построить эпюры изгибающих моментов M_x и M_y и крутящих моментов M_z .

2. Определить из расчета на прочность требуемые диаметры вала в сечениях под серединой зубчатых колес, не учитывая влияния шпоночной канавки. Расчет выполнить по гипотезе прочности наибольших касательных напряжений (по третьей теории прочности). Полученное по расчету значение диаметра (мм) округлить до ближайшего числа, оканчивающегося на 0 или 5.



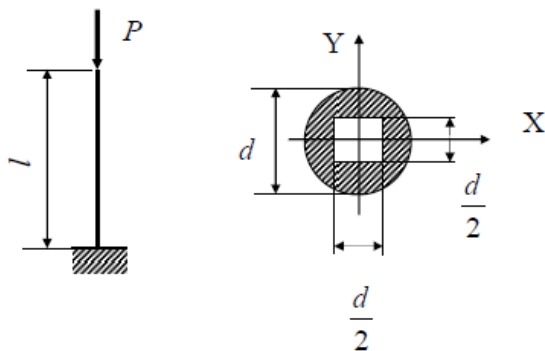
Задание 5. Стальной стержень длиной l сжимается силой P .

Требуется:

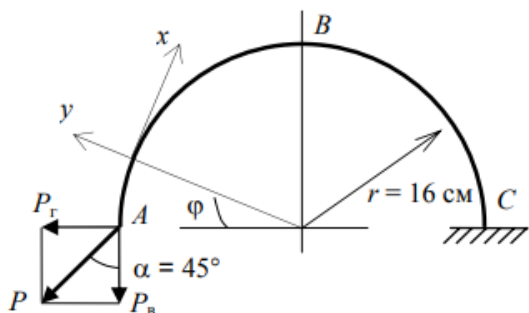
1) найти размеры поперечного сечения при допуске напряжении на простое сжатие $\sigma_{adm} = 160$ МПа (расчет производить последовательными приближениями, предварительно задавшись коэффициентом $\varphi = 0,5$;

2) найти критическую силу и коэффициент запаса устойчивости.

Дано: $l=1$ м, $F=1200$ кН. Схема закрепления концов стержня и форма сечения стержня представлены на рисунке.



Задание 6. Для криволинейного стержня построить эпюры Q , N , M и найти нормальные напряжения в опасном сечении, если: $P = 1,2$ кН; $r = 16$ см; $\alpha = 45^\circ$. Сечение имеет форму трапеции с размерами: $h = 6$ см; $b_1 = 3$ см; $b_2 = 6$ см (все размеры на рисунке указаны в сантиметрах).



5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Атаров, Н.М. Сопротивление материалов в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.М. Атаров. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 407 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003871-1.

5.2 Дополнительная литература

1. Волосухин, В.А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Волосухин, В.Б. Логвинов, С.И. Евтушенко. - 5-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 543 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-369-01159-1.

2. Евтушенко, С.И. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: сборник задач с решениями: учеб. пособие / С.И. Евтушенко, Т.А. Дукмасова, Н.А. Вильбицкая. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 210 с.: ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-369-01160-7.

3. Межецкий, Г.Д. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебник / Г.Д. Межецкий, Г.Г. Загребин, Н. Н. Решетник. - М.: Дашков и К°, 2013. - 431 с.

4. Схиртладзе, А.Г. Сопротивление материалов [Текст]: учебник для вузов / А.Г. Схиртладзе, Б.В. Романовский, В.В. Волков. - М.: Академия, 2012. - 560с.: ил. (сер. Бакалавриат). - ISBN 5-06-003732-0.

5. Сорокина, О.А. Методические рекомендации для проведения практических занятий по дисциплине «Сопротивление материалов» / О.А. Сорокина; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2017. – 40 с.

6. Сорокина, О.А. Методические рекомендации для выполнения контрольной работы по дисциплине «Сопротивление материалов» / О.А. Сорокина; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2017. – 90 с.

7. Сорокина, О.А. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы по дисциплине «Сопротивление материалов» / О.А. Сорокина; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2017. – 13 с.

5.3 Интернет-ресурсы

<http://www.mon.gov.ru> – Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации;

<http://www.edu.ru> – Федеральный портал «Российское образование»;

<http://window.edu.ru> – Портал информационно-коммуникационных технологий в образовании;

<http://rucont.ru> - Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» ЭБС ОГУ;

<http://www.biblioclub.ru> - Университетская библиотека онлайн;

<http://znanium.com> - ЭБС Znanium издательства «Инфра-М»;

<http://aist.osu.ru/> - Система многоуровневого автоматизированного контроля АИССТ.

5.4 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Операционная система семейства Windows.

Пакет Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access).

Бесплатное средство просмотра файлов PDF - Adobe Reader <https://get.adobe.com/ru/reader/>.

Система автоматизированного проектирования AutoCAD, Компас.

Интернет-обозреватель Яндекс.Браузер.

Программный комплекс для расчета и проектирования строительных конструкций ACADEMIC set (ПК Лира 9.4 PRO, ПК МОНОМАХ 4.2 PRO).

«Открытое образование», Каталог курсов, MOOK – «Теория решения изобретательских задач». – <https://openedu.ru/course/misis/triz1/>.

«Открытое образование», Каталог курсов, MOOK – «Сопротивление материалов». – <https://openedu.ru/course/misis/MATSTR/>.

«Открытое образование», Каталог курсов, MOOK – «Основы расчета строительных конструкций». – <https://openedu.ru/course/spbstu/BASBUILD/>.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

ЛИСТ
согласования рабочей программы

Направление подготовки: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

код и наименование

Профиль: Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования (нефтегазодобыча)

Дисциплина: Б.1.Б.1.4 Сопротивление материалов

Форма обучения: Зочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Год набора 2020

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры
автомобилей и автомобильного хозяйства

наименование кафедры

протокол № 1 от 28.08.2020

Ответственный исполнитель, и.о. заведующего кафедрой
автомобилей и автомобильного хозяйства

наименование кафедры



подпись

Е.С. Золотарев
расшифровка подписи

Исполнители:
старший преподаватель

должность

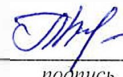


подпись

О.А. Сорокина
расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол №1 от 28.08.2020

Председатель НМС



подпись

Л.Ю. Полякова
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав.кафедрой ААХ



подпись

Е.С. Золотарев
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой



подпись

С.Н. Козак
расшифровка подписи