

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 03.05.2024 15:03:50  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН

 Н.С.Захаров

« 31 » \_\_\_\_\_ 2021 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплина: Сопротивление материалов

направление подготовки: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

направленность: Автомобили и автомобильное хозяйство, Сервис

транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования  
(нефтегазодобыча)

форма обучения: заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 30.08.2021 и требованиями ОПОП по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, направленность: Автомобили и автомобильное хозяйство, Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (нефтегазодобыча) к результатам освоения дисциплины «Сопротивление материалов».


Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры прикладной механики  
Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой ПМ  Ю.Е.Якубовский

СОГЛАСОВАНО:  
Заведующий выпускающей кафедрой  Н.С. Захаров

« 31 »  2021 г.

Рабочую программу разработал:

Уманская О.Л., доцент кафедры ПМ 

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель:** изучение и освоение методологии прочностного расчета, и приобретение навыков расчета надежности и долговечности элементов конструкций с учетом условий их эксплуатации

**Задачи:**

- Научить студентов квалифицированно проводить расчеты типовых элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость, долговечность.
- Формировать у них современное научное мировоззрение о достижениях и проблемах прочности материалов и конструкций.
- Обучить правильно выбирать оптимальные формы поперечных сечений и необходимые конструкционные материалы, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности соответствующих сооружений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.О.21 «Соппротивление материалов» относится к дисциплинам обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

Знание основных понятий математики и физики; способов решения систем линейных уравнений; знание основных законов физики

Умение решать системы линейных уравнений различными способами; находить производные функций и интегралы; использовать законы физики для решения задач;

Владение умением выбора метода решения системы линейных уравнений; навыками решения типовых задач; навыками решения практических задач с использованием алгебраических методов и законов физики;

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: Б1.О.13 «Теоретическая механика», Б1.О.12 «Физика» и служит основой для освоения дисциплин: Б1.О.ДВ.03.06 «Обратный инжиниринг деталей и машин»; Б1.О.ДВ.03.04 «Компьютерное зрение в решении инженерных задач».

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Соппротивление материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.	Знать: способы проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения. (З1)
		Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения (У1)
		Владеть: способами проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения (В1)

	УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.	Знать: оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений (З2)
		Уметь: выбирать оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений. (У2)
		Владеть: навыками выбора оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений (В2)
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет основные законы дисциплин инженерно-механического модуля	Знать: основные законы дисциплин инженерно-механического модуля (З3)
		Уметь: применять основные законы дисциплин инженерно-механического модуля (У3)
		Владеть: методикой применения основных законов дисциплин инженерно-механического модуля (В3)
	ОПК-1.2. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	Знать: способы использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей (З4)
		Уметь: использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей (У4)
		Владеть: приемами использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей (В4)
	ОПК-1.3. Оперировать основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды	Знать: способы выбора метода или методики технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды (З5)
		Уметь: оперировать основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды (У5)
		Владеть: навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды (В5)
	ОПК-1.4. Понимает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов	Знать: принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов (З6)
		Уметь: моделировать математические, физические процессы, предназначенные для конкретных технологических процессов (У6)

		Владеть: приемами моделирования математических, физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов (В6)
	ОПК-1.5. Участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования	Знать: принципы работы по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования (З7)
		Уметь: участвовать, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования (У7)
	ОПК-1.6. Применяет навыки делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	Владеть: приемами участия, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования (В7)
		Знать: способы применения навыков делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия (З8)
		Уметь: применять навыки делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия (У8)
		Владеть: навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия (В8)

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.			Контроль	Самостоятельная работа (СР), час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
Заочная	3/5	6	-	6	9	87	Экзамен

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Структура дисциплины

#### Заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СР час.	Контроль час.	Всего час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб					
1	1	Основные понятия сопротивления материалов	1	-	-	-	-	1		Тест
2	2	Деформация растяжения и сжатия	1	-	4	20	2	27	УК-2.1 УК-2.2 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6	Отчет по лаб. раб. (Лб:1) Тест
3	3	Деформация чистого сдвига. Смятие.	1	-	-	20	2	23		Тест
4	4	Деформация кручения.	1	-	-	20	2	23		
5	5	Деформация поперечного изгиба	2	-	2	27	3	34		Отчет по лаб. работам (Лб: 2,3) Тест
<b>Итого:</b>			<b>6</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>87</b>	<b>9</b>	<b>108</b>		

### 5.2. Содержание дисциплины

#### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы)

**Раздел 1. Основные понятия сопротивления материалов.** Виды деформаций стержня. Понятие о деформированном состоянии материала. Основные гипотезы и допущения. Метод сечений. Внутренние силы. Напряжения.

**Раздел 2. Деформация растяжения и сжатия.** Нормальные силы в сечении бруса при растяжении и сжатии. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии. Диаграмма растяжения. Условия прочности и жесткости при растяжении (сжатии). Статически неопределимые конструкции.

**Раздел 3. Деформация чистого сдвига. Смятие.** Напряженное состояние при чистом сдвиге. Расчеты на срез и смятие.

**Раздел 4. Деформация кручения.** Построение эпюр крутящих моментов. Геометрические характеристики сечений. Касательные напряжения. Угловые перемещения. Условия прочности и жесткости. Расчет валов на прочность и жесткость при кручении.

**Раздел 5. Деформация поперечного изгиба.** Правила построения эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Дифференциальные зависимости при изгибе. Нормальные и касательные напряжения при поперечном изгибе. Расчеты балок на прочность. Определение перемещений при изгибе. Обобщенные уравнения прогибов и углов поворота сечений, правило Верещагина. Расчеты балок на жесткость при изгибе.

## 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема лекции
		ОФО	ЗФО	
1	1	-	1	Основные понятия сопротивления материалов. Метод сечений.
2	2	-	1	Деформация растяжения и сжатия. Нормальные силы в сечении бруса при растяжении и сжатии. Напряжения при растяжении и сжатии. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии. Диаграмма растяжения. Условия прочности при растяжении (сжатии). Деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Статически неопределимые конструкции.
3	3	-	1	Деформация чистого сдвига. Смятие. Напряженное состояние при чистом сдвиге. Расчеты на срез и смятие.
4	4	-	1	Деформация кручения. Построение эпюр крутящих моментов. Геометрические характеристики сечений. Касательные напряжения. Угловые перемещения. Условия прочности и жесткости. Расчет валов на прочность и жесткость при кручении
5	5	-	2	Деформация поперечного изгиба. Правила построения эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Дифференциальные зависимости при изгибе. Деформация поперечного изгиба. Нормальные и касательные напряжения при поперечном изгибе. Расчеты балок на прочность. Деформация поперечного изгиба определение перемещений. Обобщенные уравнения прогибов и углов поворота сечений, правило Верещагина. Расчеты балок на жесткость при изгибе
<b>Итого:</b>		<b>-</b>	<b>6</b>	

В приложении А содержится учебное пособие с изложением краткого курса лекций по «Сопротивлению материалов» Н.Я.Головиной.

### Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	
1	2	-	2	Испытание материалов на растяжение
2	2	-	2	Испытание материалов на сжатие
3	5	-	2	Определение деформаций балки при изгибе
<b>Итого:</b>		<b>-</b>	<b>6</b>	

В приложении Б, в качестве образца, приведены методические указания по выполнению и оформлению отчетов к лабораторной работе №1.

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема	Вид СР
		ОФО	ЗФО		
1	1	-	7	Основные понятия сопротивления материалов. Метод сечений.	Изучение теоретического материала по разделу
2	2	-	10	Деформация растяжения и сжатия. Нормальные силы в сечении бруса при растяжении и сжатии. Напряжения при растяжении и сжатии.	Изучение теоретического материала по разделу. Подготовка и оформление отчета по ЛР №1; №2
3	2	-	10	Механические свойства материалов при растяжении и сжатии. Диаграмма растяжения. Условия прочности при растяжении (сжатии).	
4	2	-	10	Деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Статически неопределимые конструкции.	
5	3	-	10	Деформация чистого сдвига. Смятие. Напряженное состояние при чистом сдвиге. Расчеты на срез и смятие.	Изучение теоретического материала по разделу.
6	4	-	10	Деформация кручения. Построение эпюр крутящих моментов. Геометрические характеристики сечений. Касательные напряжения. Угловые перемещения. Условия прочности и жесткости. Расчет валов на прочность и жесткость при кручении	
7	5	-	10	Деформация поперечного изгиба. Правила построения эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Дифференциальные зависимости при изгибе.	
8	5	-	10	Деформация поперечного изгиба. Нормальные и касательные напряжения при поперечном изгибе. Расчеты балок на прочность.	Изучение теоретического материала по разделу. Подготовка и оформление отчета по ЛР №3.
9	5	-	10	Деформация поперечного изгиба определение перемещений. Обобщенные уравнения прогибов и углов поворота сечений, правило	



			Верещагина. Расчеты балок на жесткость при изгибе	
	<b>Итого:</b>		<b>87</b>	

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (лабораторные занятия);
- разбор практических ситуаций (лабораторные занятия).

## 6. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ/ПРОЕКТОВ

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Расчетно-графические работы студентов заочной формы обучения учебным планом не предусмотрены.

## 8. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в приложении Г.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающимися очной, очно-заочной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Выполнение лабораторной работы №1 и защита отчета	0 – 10
2	Выполнение лабораторной работы №2 и защита отчета	0 – 10
3	Выполнение лабораторной работы №3 и защита отчета	0 – 10
4	Тест по темам разделов 1 - 2	0 – 20
5	Тест по темам разделов 3 - 4	0 – 20
8	Тест по темам раздела 5	0 – 30
<b>ВСЕГО</b>		<b>0 – 100</b>

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в приложении Д.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ <http://elib.tyuiu.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ <http://bibl.rusoil.net>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет» <http://lib.ugtu.net/books>
- База данных Консультант «Электронная библиотека технического ВУЗа»
- Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
- ООО «Издательство ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>
- ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
- Электронно-библиотечная система elibrary <http://elibrary.ru/>
- Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://www.book.ru>

1.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- Microsoft Windows;
  - Microsoft Office Professional.
- 9.4. Медиа материалы
- <https://www.youtube.com/watch?v=EHkGstkRm7A> — Момент силы

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
1	-	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### 11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.

Важной формой самостоятельной работы студента является систематическая и планомерная подготовка к лабораторному занятию. После лекции студент должен познакомиться с планом лабораторных занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего лабораторного занятия.

Подготовка к лабораторному занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ. Важным этапом в самостоятельной работе студента является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает: внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на лабораторном занятии.

В начале лабораторного занятия должен присутствовать организационный момент и вступительная часть. Преподаватель произносит краткую вступительную речь, где формулируются основные вопросы и проблемы, способы их решения в процессе работы.

В конце каждой темы подводятся итоги, предлагаются темы докладов, выносятся вопросы для самоподготовки.

Лабораторные занятия являются одной из важнейших форм обучения студентов: они позволяют студентам закрепить, углубить и конкретизировать знания по курсу алгебры и теории чисел, подготовиться к научно-исследовательской деятельности. В процессе работы на лабораторных занятиях обучающийся должен совершенствовать умения и навыки самостоятельного анализа источников и научной литературы, что необходимо для научно-исследовательской работы.

Усвоенный материал необходимо научиться применять при решении практических задач.

Успешному осуществлению внеаудиторной самостоятельной работы способствуют тестирования. Они обеспечивают непосредственную связь между студентом и преподавателем (по ним преподаватель судит о трудностях, возникающих у студентов в ходе учебного процесса, о степени усвоения предмета, о помощи, какую надо указать, чтобы устранить пробелы в знаниях); они используются для осуществления контрольных функций.

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа является одной из важнейших форм изучения любой дисциплины. Она позволяет систематизировать и углубить теоретические знания, закрепить умения и навыки, способствует развитию умений пользоваться научной и учебно-методической литературой. Познавательная деятельность в процессе самостоятельной работы требует от студента высокого уровня активности и самоорганизованности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов представляет собой логическое продолжение аудиторных занятий. Затраты времени на выполнение этой работы регламентируются рабочим учебным планом. Режим работы выбирает сам обучающийся в зависимости от своих способностей и конкретных условий.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Самостоятельная работа включает в себя работу с конспектом лекций, изучение и конспектирование рекомендуемой литературы, подготовка мультимедиа-сообщений/докладов, подготовка реферата, тестирование, решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, научно-исследовательскую работу и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Работа на лекции – это сложный процесс, который включает в себя такие элементы как слушание, осмысление и, собственно, конспектирование. Для того, чтобы лекция выполнила свое назначение, важно подготовиться к ней и ее записи еще до прихода преподавателя в аудиторию, поскольку в первые минуты лекции объявляется тема лекции, формулируется ее основная цель. Без этого дальнейшее восприятие лекции становится сложным. Важно научиться слушать преподавателя во время лекции. Здесь не следует путать такие понятия как слышать и слушать. Слушание лекции состоит из нескольких этапов, начиная от слышания и заканчивая оценкой сказанного.

Чтобы процесс слушания стал более эффективным, нужно разделять качество общения с лектором, научиться поддерживать непрерывное внимание к выступающему. Для оптимизации процесса слушания следует:

1. научиться выделять основные положения. Нельзя понять и запомнить все, что говорит выступающий, однако можно выделить основные моменты. Для этого необходимо обращать внимание на вводные слова, словосочетания, фразы, которые используются, как правило, для перехода к новым положениям, выводам и обобщениям;

2. во время лекции осуществлять поэтапный анализ и обобщение, услышанного. Необходимо постоянно анализировать и обобщать положения, раскрываемые в речи говорящего. Стараясь представить материал обобщенно, мы готовим надежную базу для экономной, свернутой его записи. Делать это лучше всего по этапам, ориентируясь на момент логического завершения одного вопроса (подвопроса, тезиса и т.д.) и перехода к другому;

3. готовность слушать выступление лектора до конца.

Слушание является лишь одним из элементов хорошего усвоения лекционного материала.

Поток информации, который сообщается во время лекции необходимо фиксировать, записывать – научиться вести конспект лекции, где формулировались бы наиболее важные

моменты, основные положения, излагаемые лектором. Для ведения конспекта лекции следует использовать тетрадь. Ведение конспекта на листочках не рекомендуется, поскольку они не так удобны в использовании и часто теряются. При оформлении конспекта лекции необходимо оставлять поля, где студент может записать свои собственные мысли, возникающие параллельно с мыслями, высказанными лектором, а также вопросы, которые могут возникнуть в процессе слушания, чтобы получить на них ответы при самостоятельной проработке материала лекции, при изучении рекомендованной литературы или непосредственно у преподавателя в конце лекции.

Составляя конспект лекции, следует оставлять значительный интервал между строками. Это связано с тем, что иногда возникает необходимость вписать в первоначальный текст лекции одну или несколько строчек, имеющих принципиальное значение и почерпнутых из других источников. Расстояние между строками необходимо также для подчеркивания слов или целых групп слов (такое подчеркивание вызывается необходимостью привлечь внимание к данному месту в тексте при повторном чтении). Обычно подчеркивают определения, выводы.

Главным отличием конспекта лекции от текста является свертывание текста. При ведении конспекта удаляются отдельные слова или части текста, которые не выражают значимую информацию, а развернутые обороты речи заменяют более лаконичными или же синонимичными словосочетаниями. Особенно важные моменты лекции, на которые следует обратить особое внимание лектор, как правило, читает в замедленном темпе, что позволяет сделать их запись дословной. Также важно полностью без всяких изменений вносить в тетрадь схемы, таблицы, чертежи и т.п., если они предполагаются в лекции. Для того, чтобы совместить механическую запись с почти дословным фиксированием наиболее важных положений, можно использовать системы условных сокращений. В первую очередь сокращаются длинные слова и те, что повторяются в речи лектора чаще всего. При этом само сокращение должно быть по возможности кратким.

## Методические указания к лабораторной работе №1 «Испытание материалов на растяжение»

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания предназначены для подготовки и выполнения студентом лабораторной работы по теме «Испытания конструкционных материалов на растяжение и сжатие», раздела «Растяжение и сжатие».

После проведения лабораторной работы студент должен:

- знать методику проведения экспериментальных работ, исследований;
- уметь работать в команде, воспринимать, обобщать и анализировать информацию, применять методы естественно-научных дисциплин для решения профессиональных задач.

### 2. ТЕОРИЯ, ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель работы - изучение методики проведения испытаний на растяжение и определения механических свойств.

Задачи - провести испытания на растяжение различных материалов и определить показатели прочности и пластичности.

Механическими называют свойства, которые материал проявляет при действии на него внешних, механических сил со стороны других тел. Действие силы вызывает деформацию твердого тела, и в нем возникают напряжения. Напряжение является удельной величиной и определяется как отношение силы, действующей на тело, к площади его сечения:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

где  $\sigma$  – напряжение;  $P$  – сила;  $A$  – площадь поперечного сечения (рис. 2.1).

Напряжение в системе СИ выражается в Н/м<sup>2</sup> или МН/м<sup>2</sup>, т.е. МПа. На практике может быть использована размерность кгс/мм<sup>2</sup>, (1 кгс/мм<sup>2</sup> = 9,81 МПа). В общем случае сила не перпендикулярна площадке, на которую она действует. Тогда ее, как и любой вектор, можно разложить на две составляющие: нормальную (перпендикулярную к площадке), создающую нормальное напряжение (2.2) и касательную, действующую в плоскости площадки и вызывающую касательное напряжение (2.3).

$$\sigma = \frac{P}{A} \cos \alpha \quad (2.2)$$

$$\tau = \frac{P}{A} \sin \alpha \quad (2.3)$$

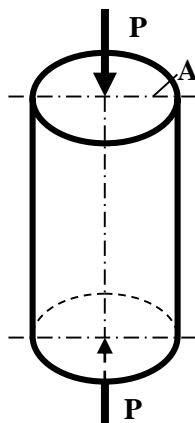


Рис 2.1 Схема нагружения

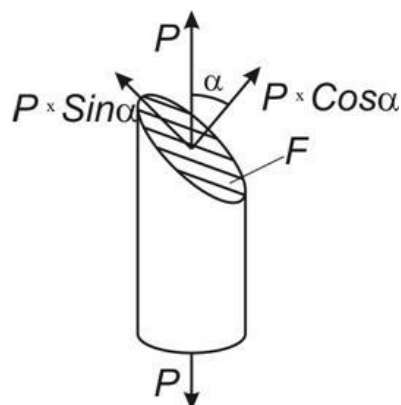


Рис. 2.2. Схема составляющих сил

В механических испытаниях определяют именно эти напряжения. Их же используют при определении усилий, необходимых для обработки металлов давлением и при расчетах деталей на прочность. Это связано с тем, что одни процессы при деформировании и разрушении определяются касательными напряжениями (пластическая деформация, разрушение путем среза), а другие - нормальными (разрушение отрывом).

Нормальные напряжения делят на растягивающие и сжимающие. Под действием механических сил твердое тело деформируется. Деформацией в механике называется процесс изменения взаимного расположения каких-либо точек твердого тела. Деформация может быть обратимой (упругой), исчезающей после снятия нагрузки, и необратимой - остающейся после снятия деформирующего усилия. Необратимую деформацию называют пластической или остаточной. При определенных условиях нагружения деформация может закончиться разрушением.

Процесс деформации под действием постепенно возрастающей нагрузки складывается из трех последовательно накладывающихся одна на другую стадий.



Рис. 2.3.Схема процесса деформации

Даже незначительное усилие вызывает упругую деформацию, которая в чистом виде наблюдается только при нагрузках до точки А. Упругая деформация характеризуется прямо пропорциональной зависимостью от нагрузки и упругим изменениям межатомных расстояний. При нагрузках выше точки А в отдельных зернах металла, ориентированных наиболее благоприятно относительно направления деформации, начинается пластическая деформа-

ция. Дальнейшее увеличение нагрузки вызывает и увеличение упругой, и пластической деформации (участок АВ). При нагрузках точки В возрастание упругой деформации прекращается. Начинается процесс разрушения, который завершается в точке С.

Механические свойства материалов: прочность, твердость, пластичность, вязкость, упругость определяются при различных условиях нагружения и разных схемах приложения усилий. Широко распространено испытание материалов на растяжение, по результатам которого можно определить в частности показатели прочности и пластичности материала.

Прочность - это способность материала сопротивляться пластической деформации под действием внешних нагрузок.

Пластичность - это способность материала проявлять, не разрушаясь, остаточную деформацию.

Условия приведения испытаний и порядок определения показателей механических свойств регламентированы стандартом ГОСТ 1497-84.

## 2.1. Показатели прочности

Сопротивление малым пластическим деформациям характеризуют предел пропорциональности, предел упругости и предел текучести.

### 2.1.1. Предел пропорциональности

Предел пропорциональности - это напряжение, ниже которого соблюдается прямая пропорциональная зависимость между напряжением и относительной деформацией:

$$\sigma_{\text{пц}} = \frac{P_{\text{пц}}}{A_0} \cos \alpha \quad (2.4)$$

где  $P_{\text{пц}}$  - нагрузка при пределе пропорциональности.

### 2.1.2. Предел упругости

Предел упругости  $\sigma_{0,05}$  - это условное напряжение, при котором остаточная деформация составляет 0,05% расчетной длины. Ввиду малости величины остаточной деформации на пределе упругости его иногда принимают равным пределу пропорциональности.

### 2.1.3. Предел текучести физический

Предел текучести физический - это наименьшее напряжение, при котором образец деформируется без увеличения растягивающей нагрузки:

$$\sigma_{\text{T}} = \frac{P_{\text{T}}}{A_0} \quad (2.5)$$

Если на кривой деформации отсутствует четко выраженная площадка текучести (рис. 2.6, а), то определяют предел текучести условный.

### 2.1.4. Условный предел текучести

Условный предел текучести  $\sigma_{0,2}$  - это напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,2 % длины участка образца на его рабочей части, удлинение которого принимается в расчет при определении указанной характеристики:

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{A_0} \quad (2.6)$$

### 2.1.5. Сопротивление значительным пластическим деформациям

Сопротивление значительным пластическим деформациям (для пластичных материалов) характеризуется пределом прочности.

Предел прочности (временное сопротивление)  $\sigma_{\text{в}}$  - это условное напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке  $P_{\text{max}}$ , предшествовавшей разрыву образца:

$$\sigma_{\text{в}} = \frac{P_{\text{в}}}{A_0} \quad (2.7)$$

## 2.2. Показатели пластичности

### 2.2.1. Относительное удлинение после разрыва

Относительное удлинение после разрыва  $\delta$  - это отношение приращения расчетной длины образца ( $l_{\text{к}} - l_0$ ) после разрушения (рис. 2.4) к начальной расчетной длине  $l_0$ , выраженное в процентах:

$$\delta = \frac{l_k - l_0}{l_0} 100\% \quad (2.8)$$

Для определения длины расчетной части  $l_k$  после разрыва части образца плотно прикладывают друг к другу (рис. 2.4) и измеряют расстояние между метками, которые ограничивали начальную расчетную длину.

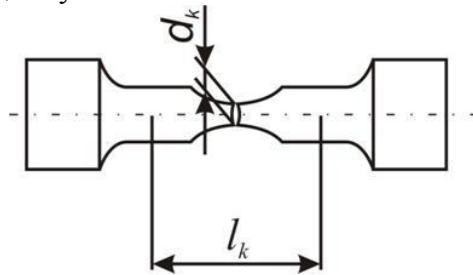


Рис. 2.4. Круглый образец после испытания на растяжение

### 2.2.2. Относительное сужение

Относительное сужение  $\psi$  - это отношение абсолютного уменьшения площади поперечного сечения в шейке образца ( $A_0 - A_k$ ) к начальной площади сечения  $A_0$ , выраженное в процентах:

$$\psi = \frac{A_0 - A_k}{A_0} 100\% \quad (2.9)$$

где  $A_0$  и  $A_k$  - площади поперечного сечения образца до и после испытания соответственно.

### 2.3. Подготовка к испытанию

Для проведения испытаний рекомендуется применять круглые или плоские пропорциональные образцы (рис.2.5), у которых начальная расчетная длина пропорциональна диаметру  $d_0$  или корню квадратному из площади сечения образца  $A_0$ . Предпочтительны соотношения  $l_0 = 5d_0$  для круглых и для плоских образцов:

$$l_0 = 5,65\sqrt{A_0}$$

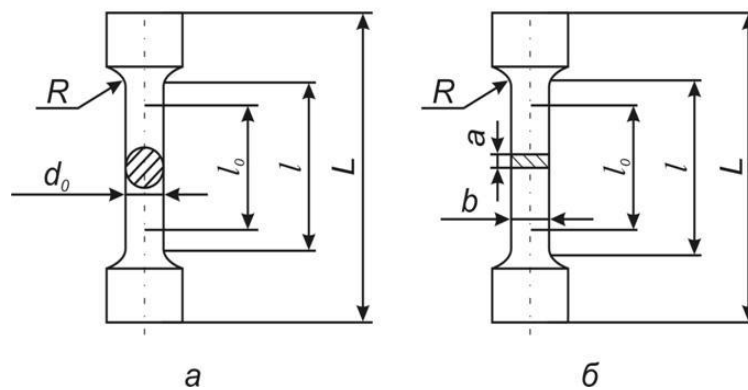


Рис. 2.5. Образцы для испытаний:

а - круглый образец; б - плоский образец.

$L$  - общая длина;  $l$  - рабочая длина;  $l_0$  - начальная расчетная длина;  $d_0$  - диаметр образца до испытания;  $a$  - толщина;  $b$  - ширина;  $R$  - радиус скругления.



Испытания на растяжение арматурных сталей имеют некоторые особенности. В железобетонных конструкциях сталь используется в состоянии поставки с сохранением поверхности. Механические свойства центральной части и поверхностных слоев могут заметно отличаться. Это отличие может быть вызвано ликвацией "С" и "Р", нагартовкой поверхности, различием структур из-за разных условий охлаждения после прокатки и т.п.

В стержнях периодического профиля напряжения, возникающие под нагрузкой, по длине распределяются тоже не равномерно, поэтому арматурную круглую и периодического профиля сталь диаметром от 3 до 80 мм по ГОСТ 12004-81 необходимо испытывать с необработанной поверхностью. В этом случае условия испытания наиболее полно соответствуют условиям работы арматурных стержней в железобетонной конструкции.

При испытании стержней периодического профиля используется понятие «номинальный диаметр». Номинальный диаметр  $d_H$  для стержневой арматуры равен номинальному диаметру равновеликих по площади поперечного сечения круглых стержней (рис. 2.5). Площадь сечения в этом случае вычисляется по формуле

$$A_0 = \frac{m}{\rho l} \quad (2.10)$$

где  $m$  - масса стержня [кг];  $l$  - длина стержня [м];  $\rho$  - плотность [кг/м<sup>3</sup>] (для стали – 7850 кг/м<sup>3</sup>).

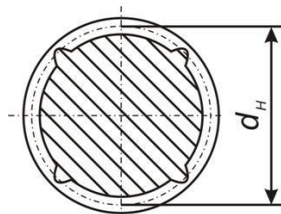


Рис. 2.6. Сечение арматурного стержня периодического профиля

#### 2.4. Диаграмма растяжения

Вид диаграммы растяжения зависит от природы материала и от его структурного состояния.

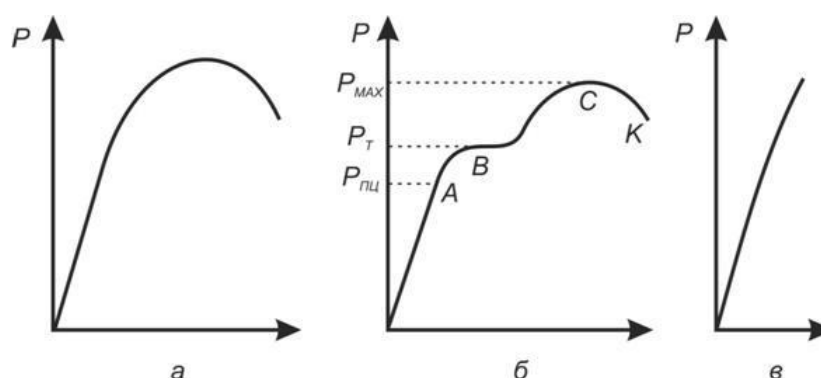


Рис. 2.7. Виды диаграмм растяжения различных материалов

а - для большинства металлов в пластичном состоянии с постепенным переходом из упругой области в пластическую (медь, бронза, легированные стали);

б - для некоторых металлов в пластичном состоянии со скачкообразным переходом в пластическую область (малоуглеродистая сталь, некоторые отожженные бронзы);

в - для хрупких материалов (чугун, стекло, закаленная и неотпущенная сталь, алюмин).

Рассмотрим стадии растяжения на примере малоуглеродистой стали (рис. 2.6, б).

Вначале до точки *A* зависимость между нагрузкой и удлинением изображается прямой линией, т.е. наблюдается прямая пропорциональность между удлинением и нагрузкой. Интенсивность возрастания нагрузки с ростом удлинения характеризует жесткость материала.

Ордината точки *A* соответствует нагрузке при пределе пропорциональности  $P_{пл}$ . До предела пропорциональности в образце возникают только упругие деформации. При дальнейшем растяжении образца начинается заметное отклонение линии от первоначального направления, приводящее в случае малоуглеродистой стали к появлению на диаграмме горизонтального или почти горизонтального участка. Это означает, что образец удлиняется без заметного возрастания растягивающей нагрузки. Материал как бы течет, поэтому нагрузка  $P_m$ , соответствующая горизонтальному участку (точка *B*) называется нагрузкой при пределе текучести.

В период течения в образце происходит пластическая деформация, возрастает количество дислокации и других дефектов. В результате этого металл упрочняется. Поэтому при дальнейшем растяжении нагрузка вновь начинает увеличиваться и достигает значения  $P_{max}$ , соответствующего ординате максимально удаленной точки *C* на кривой растяжения. При нагрузке  $P_{max}$  деформация образца локализуется, начинает образовываться шейка - местное уменьшение сечения. Нагрузку  $P_{max}$  называют нагрузкой на пределе прочности, или нагрузкой временного сопротивления. При нагрузке, соответствующей точке *K*, происходит разрыв образца.

Нагрузки  $P_{пл}$ ,  $P_m$ ,  $P_{max}$  и т.п. являются характеристиками данного образца. Свойства же материала характеризуют другими показателями.

### 3. МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

#### 3.1. Активные клавиши

Для работы в этой лабораторной работе применяются следующие клавиши:

- ✓ W, S, A, D – для перемещения в пространстве;
- ✓ F2, E – аналоги средней клавиши манипулятора (при первом нажатии берется объект, при последующем – ставится);
- ✓ F10 – выход из программы.

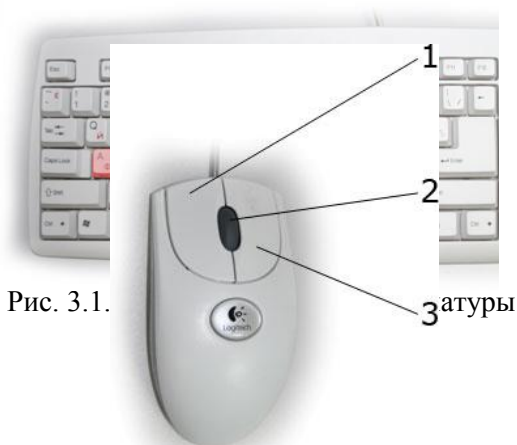


Рис. 3.1.

3  
атуры

Рис. 3.2. Функции манипулятора

Левая клавиша мыши (1) - при нажатии и удерживании обрабатывается (поворачивается, переключается) тот или иной объект.

Средняя клавиша (2) - при первом нажатии (прокрутка не используется) берется объект, при последующем – ставится (прикрепляется).

Правая клавиша (3) - появляется курсор–указатель (при повторном - исчезает).

Примечание: При появившемся курсоре невозможно перевести взгляд вверх и стороны.

### 3.2. Необходимые инструменты и материалы

Для проведения работы необходимы: испытательная машина, штангенциркуль, образцы различных металлических материалов.

Для проведения испытаний могут быть использованы специальные или универсальные испытательные машины. Рассмотрим устройство испытательной машины на примере УММ-5 (Рис. 3.3, 3.4)

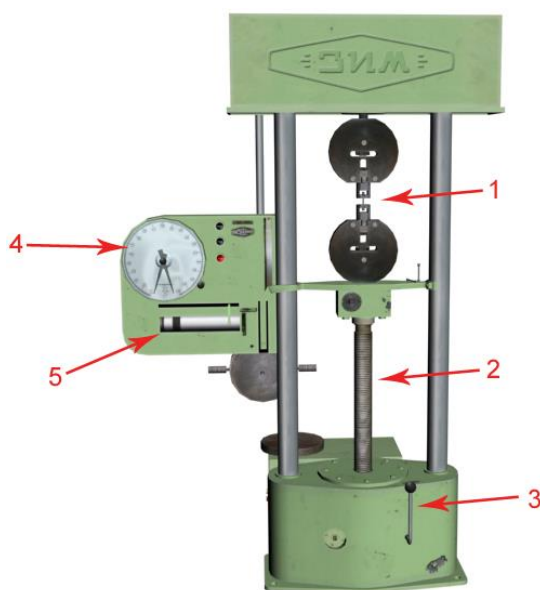


Рис. 3.3. Испытательная машина УММ-5  
1 – место установки образца (кулачки); 2 – вращающийся винт; 3 – рукоятка переключения передач (используется 3 передачи); 4 – шкала динамометра; 5 – место выхода динамометра

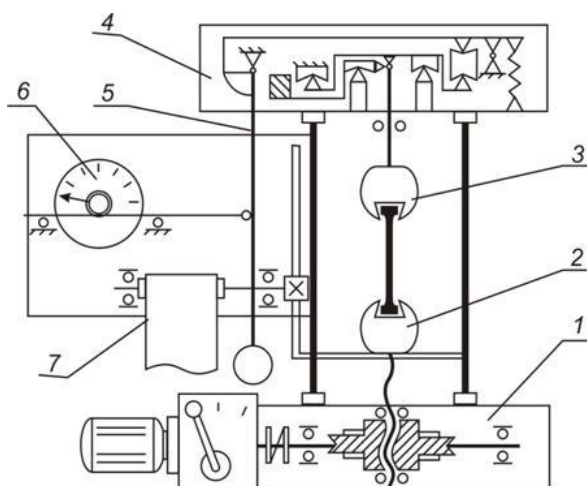


Рис. 3.4. Схема испытательной машины УММ-5

Машина УММ-5 имеет электромеханический привод (1) подвижного захвата (2), скорость перемещения которого может быть установлена с помощью рычага коробки скоростей.

С неподвижным захватом (3) связан рычажно-маятниковый силоизмеритель (4).

Возрастание усилия в верхнем неподвижном захвате (3) вызывает соответствующее отклонение маятника (5), происходит уравнивание. Величина усилия показывается стрелкой на круговой шкале (6).



Рис.3.6. Круговая шкала и диаграммный аппарат

Машина имеет диаграммный аппарат (7), позволяющий записывать при испытании кривую деформации в координатах «сила – деформация».

#### **4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

##### **4.1. Проведение испытаний**

Порядок работы следующий:

1. Взять образец со стола.

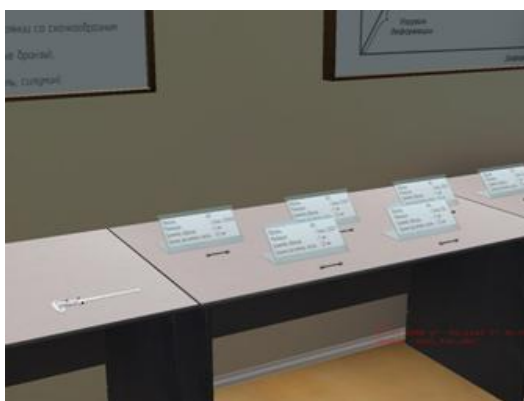


Рис. 4.1. Стол с образцами

2. Установите образец между кулачками.

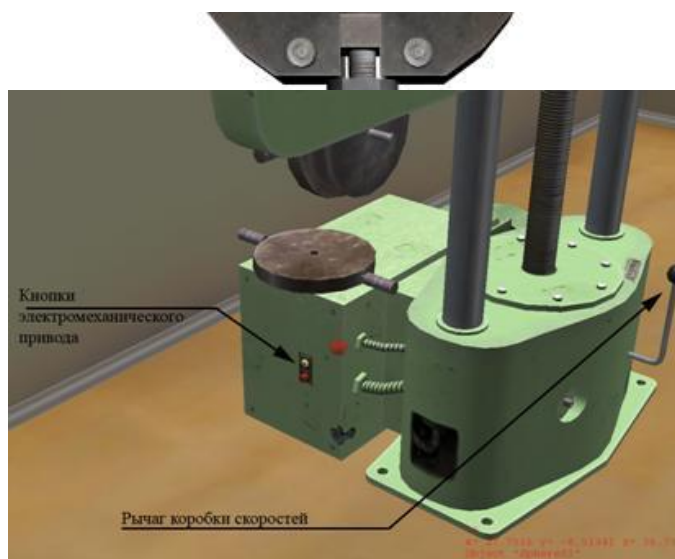


Рис. 4.3. Кнопки электромеханического привода и рычаг коробки скоростей

3. Включите УММ-5 (кнопка внизу «красная» - включить, «белая» - выключить).
4. Установите передачу.
5. Нажмите кнопку «ВНИЗ». Образец начнет растягиваться.



Рис. 4.4. Кнопки управления

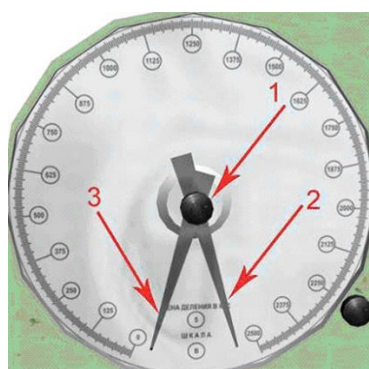


Рис. 4.5. Шкала динамографа

- 1 – рукоятка управления пассивной стрелкой;
- 2 – активная стрелка (связана с замером);
- 3 – пассивная стрелка

При растягивании шкала показывает данные. Управление пассивной стрелкой происходит от рукоятки посередине шкалы (вращая рукоятку, можно вращать стрелку).



Во время работы из диаграммного аппарата «выезжает» лист с диаграммой.

6. Постепенно образец в середине становится тоньше и длиннее за счет растяжения. В конце испытания образец рвется.



Рис. 4.6. Диаграмма деформирования образца Ст3

7. Затем необходимо выключить УММ-5 (кнопка «СТОП»), либо машина выключится сама.

8. Вытащите образец и положите его на стол для замера (две половинки образца лягут друг к другу, образуя «целый» образец). Замер будет производиться при помощи штангенциркуля.

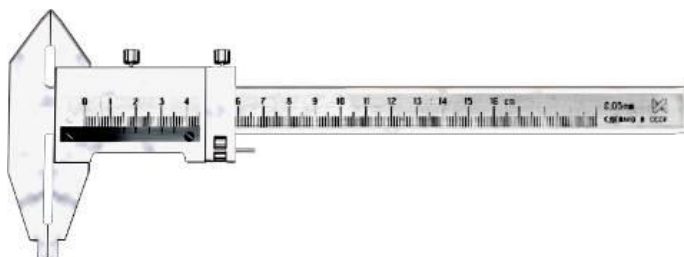


Рис. 4.7. Штангенциркуль

9. Возьмите со стола штангенциркуль и укажите на образец. Одной губкой штангенциркуль встанет к месту замера на образце, а вторую можно двигать, тем самым производя замер в месте обрыва.

10. Снимите динамограмму с УММ-5 и положите ее на стол. После того, как динамограмма оказалась на столе, имеется возможность растянуть ее на весь экран (щелчок на динамограмму растягивает ее на весь экран, повторный щелчок убирает ее обратно на стол).

11. Сломанный образец нужно выкинуть в урну.

12. Далее нижний кулачок поднимите (кнопка «ВВЕРХ») до положения, чтобы поместить новый образец.

13. Пассивную стрелку (3) динамографа установите в нулевое положение.

Можно проводить дальнейшие испытания.

## 5. ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ

1. Изучите основные теоретические положения и условия проведения испытаний на растяжение.

2. Испытайте на растяжение образцы различных материалов с записью диаграммы растяжения. Результаты занесите в протокол (таблица 6.1).

3. Обработайте результаты, определите механические свойства испытанных материалов и сравните их с табличными значениями.

Таблица 6.1

Протокол испытаний на растяжение

Показатели			образец		
			№1	№2	№3
Материал образца					
Диаметр образца	до испытания $d_0$	мм			
	после испытания $d_K$	мм			
Площадь поперечного сечения	до испытания $A_0$	мм			
	после испытания $A_K$	мм			
Длина расчетной части	до испытания $l_0$	мм			
	после испытания $l_K$	мм			
Нагрузки, соответствующие	пределу текучести:	Н			
	физическому $P_T$	Н			
	условному $P_{0,2}$	Н			
	пределу прочности $P_{max}$				
Предел текучести	физический $\sigma_T$	МПа			
	условный $\sigma_{0,2}$	МПа			
Предел прочности $\sigma_B$		МПа			
Относительное удлинение $\delta$		%			
Относительное сужение $\psi$		%			

Составитель:  Головина Н. Я.  
20. 06. 2021 г.

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина: Сопrotивление материалов

Код, направление подготовки: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Направленность: Автомобили и автомобильное хозяйство

заочная: курс 3; семестр 5

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1 - 2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Проводит анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.	Знать: способы проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения. (31)	Не знает способы проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.	Демонстрирует отдельные знания способов проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.	Демонстрирует достаточные знания способов проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.	Демонстрирует исчерпывающие знания способов проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения.
		Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения (У1)	Не умеет проводить анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения	Умеет проводить анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет проводить анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения, допуская незначительные неточности	В совершенстве проводить анализ поставленной цели и формулирует совокупность взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения



		Владеть: способами проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения (B1)	Не владеет способами проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения	Владеет способами проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет способами проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет способами проведения анализа поставленной цели и формулировки совокупности взаимосвязанных задач, которые необходимо решить для ее достижения
УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений.	Знать: оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений (32)	Не знает оптимальных способов решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	Демонстрирует отдельные знания оптимальных способов решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	Демонстрирует достаточные знания оптимальных способов решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	Демонстрирует исчерпывающие знания оптимальных способов решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	
	Уметь: выбирать оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений. (У2)	Не умеет выбирать оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	Умеет выбирать оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет выбирать оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет выбирать оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	
	Владеть: навыками выбора оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений (B2)	Не владеет навыками выбора оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	Владеет навыками выбора оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками выбора оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	В совершенстве навыками выбора оптимальный способ решения задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений	

					ограничений, допуская незначительные ошибки	
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Применяет основные законы дисциплин инженерно-механического модуля	Знать: основные законы дисциплин инженерно-механического модуля (33)	Не знает основные законы дисциплин инженерно-механического модуля	Демонстрирует отдельные знания основных законов дисциплин инженерно-механического модуля	Демонстрирует достаточные знания основных законов дисциплин инженерно-механического модуля	Демонстрирует исчерпывающие знания основных законов дисциплин инженерно-механического модуля
		Уметь: применять основные законы дисциплин инженерно-механического модуля (У3)	Не умеет применять основные законы дисциплин инженерно-механического модуля	Умеет применять основные законы дисциплин инженерно-механического модуля, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет применять основные законы дисциплин инженерно-механического модуля, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет применять основные законы дисциплин инженерно-механического модуля
		Владеть: методикой применения основных законов дисциплин инженерно-механического модуля (В3)	Не владеет методикой применения основных законов дисциплин инженерно-механического модуля	Владеет методикой применения основных законов дисциплин инженерно-механического модуля, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет методикой применения основных законов дисциплин инженерно-механического модуля, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет методикой применения основных законов дисциплин инженерно-механического модуля
	ОПК-1.2. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	Знать: способы использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей (34)	Не знает, способов использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	Демонстрирует отдельные знания, способов использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	Демонстрирует достаточные знания, способов использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	Демонстрирует исчерпывающие знания, способов использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей

		Уметь: использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей (У4)	Не умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей
		Владеть: приемами использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей (В4)	Не владеет приемами использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей	Владеет навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей
	ОПК-1.3. Оперировать основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды	Знать: способы выбора метода или методики технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды (З5)	Не знает способы выбора метода или методики технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды	Демонстрирует отдельные знания способов выбора метода или методики технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды	Демонстрирует достаточные знания способов выбора метода или методики технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды	Демонстрирует исчерпывающие знания способов выбора метода или методики технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды
		Уметь: оперировать основными методами технико-	Не умеет оперировать основными методами технико-	Умеет оперировать основными мето-	Умеет оперировать основными мето-	В совершенстве умеет оперировать

		экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды (У5)	экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды	дами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды, допуская значительные неточности и погрешности	дами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды, допуская незначительные неточности	основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды
		Владеть: навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды (В5)	Не владеет навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды	Владеет навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды
	ОПК-1.4. Понимает принципиальные особенности моделирования математических, физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов	Знать: принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов (З6)	Не знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов	Демонстрирует отдельные знания принципиальных особенностей моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенных для конкретных технологических процессов	Демонстрирует достаточные знания принципиальных особенностей моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенных для конкретных технологических процессов	Демонстрирует исчерпывающие знания принципиальных особенностей моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенных для конкретных технологических процессов
		Уметь: моделировать математические, физические процессы, предназначенные для конкретных техноло-	Не умеет моделировать математические, физические процессы, предназначенные для кон-	Умеет моделировать математические, физические процессы, предназначенные для конкретных технологических процессов,	Умеет моделировать математические, физические процессы, предназначенные для конкретных технологических процессов,	В совершенстве умеет моделировать математические, физические процессы, предна-

		гических процессов (У6)	кретных технологических процессов	допуская значительные неточности и погрешности	допуская незначительные неточности	значенные для конкретных технологических процессов
		Владеть: приемами моделирования математических, физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов (В6)	Не владеет приемами моделирования математических, физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов	Владеет моделированием математических, физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет моделированием математических, физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет моделированием математических, физических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
ОПК-1.5. Участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования		Знать: принципы работы по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования (37)	Не знает принципы работы по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования	Демонстрирует отдельные знания принципов работы по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования	Демонстрирует достаточные знания принципов работы по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования	Демонстрирует исчерпывающие знания принципов работы по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования
		Уметь: участвовать, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования (У7)	Не умеет участвовать, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования	Умеет участвовать, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования,	Умеет участвовать, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования,	В совершенстве умеет участвовать, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования


				допуская значительные неточности и погрешности	допуская незначительные неточности	
		Владеть: приемами участия, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования (В7)	Не владеет приемами участия, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования	Владеет приемами участия, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет приемами участия, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет приемами участия, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования
	ОПК-1.6. Применяет навыки делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	Знать: способы применения навыков делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия (38)	Не знает способов применения навыков делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	Демонстрирует отдельные знания способов применения навыков делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	Демонстрирует достаточные знания способов применения навыков делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	Демонстрирует исчерпывающие знания способов применения навыков делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия
		Уметь: применять навыки делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с уче-	Не умеет применять навыки делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекоменда-	Умеет применять навыки делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с уче-	Умеет применять навыки делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с уче-	В совершенстве умеет применять навыки делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их ре-

		том экспериментальной работы технологического отдела предприятия (У8)	ции с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	том экспериментальной работы технологического отдела предприятия, допуская значительные неточности и погрешности	том экспериментальной работы технологического отдела предприятия, допуская незначительные неточности	комендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия
		Владеть: навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия (В8)	Не владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	Владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	Хорошо владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия	В совершенстве владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Сопротивление материалов  
 Код, направление подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
 Направленность Автомобили и автомобильное хозяйство

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов: учебное пособие / В.И. Феодосьев. — 17-е изд. — Москва: МГТУ им. Баумана, 2018. — 542 с. [Электронный ресурс]	неограниченный доступ	20	100	+ <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
2	Александров, А. В. Сопротивление материалов в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин; под редакцией А. В. Александрова. — 9-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 293 с. [Электронный ресурс]	неограниченный доступ	20	100	+ <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>
3	Александров, А. В. Сопротивление материалов в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин. — 9-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 273 с. [Электронный ресурс]	неограниченный доступ	20	100	+ <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>
4	Вольмир, А. С. Устойчивость деформируемых систем в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / А. С. Вольмир. — 3-е изд., стер. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 480 с. [Электронный ресурс]	неограниченный доступ	20	100	+ <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

Заведующий выпускавшей кафедры  Р.А.Зиганшин  
 «30» 08. 2021 г.



