

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Патроны и гильзы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 Технология патронного производства и обработка металлов давлением
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е4 Технология патронного производства и обработка металлов давлением

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	34	17	17	0	74	0	0	74	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

17.05.01 Боеприпасы и взрыватели

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Е4 Технология патронного производства и обработка металлов давлением _____
Филин Дмитрий Сергеевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е4 Технология патронного производства и обработка металлов давлением**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е4 Технология патронного производства и обработка металлов давлением

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-2

знания:

особенностей строения реальных металлов;

механизмов и особенностей пластической деформации отдельных зёрен(кристаллитов);

механизмов, основных особенностей, зависимостей и закономерностей холодной деформации

металлических тел;

процессов и общих характеристик пластической деформации при повышенных температурах;

основных понятий и законов пластического деформирования металлов;

основных типов стандартных испытаний для определения механических характеристик различных металлов и сплавов;

порядка и особенностей проведения испытаний механических свойств растяжением, основных характеристик, определяемых по результатам испытаний;

основных стадий напряжённо-деформированного состояния образцов при испытании на растяжении и особенности этих стадий;

основных требований и порядка представления информации по результатам проведения стандартных или иных экспериментов;

умения:

анализировать получаемые при проведении испытаний данные для последующих расчётов и построения зависимостей;

проводить расчёт основных параметров испытываемых материалов и построения зависимости показателей сопротивления деформированию от деформации материала;

навыки:

проведения стандартных испытаний механических свойств металлов, подготовки образцов к эксперименту, их измерения до и после испытаний;

подготовки научно-технических отчетов по результатам выполненных экспериментов и расчётов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ФИЗИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ, ТЕОРИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ, ТЕХНОЛОГИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ, ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСТРЕЛОВ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-2
3	5	Раздел 1. Строение металлов. 1.1 Понятие кристаллической решетки, её типы и параметры 1.2 Индексация плоскостей и направлений кристаллической решётки 1.3 Явление полиморфизма 1.4 Моно- и поликристаллы 1.5 Дефекты кристаллической структуры 1.5.1 Точечные дефекты структуры 1.5.2 Дислокации.	16	4	4	0	12	15
3	5	Раздел 2. Деформация монокристалла. 2.1 Напряжение сдвига атомных плоскостей и понятие о деформации 2.2 Механизмы пластической деформации 2.3 Механизм перемещения дислокации 2.4 Плотность дислокаций 2.5 Размножение дислокаций.	16	4	4	0	12	15
3	5	Раздел 3. Холодная пластическая деформация поликристалла. 3.1 Система скольжения 3.2 Внутрикristаллитная и междикristаллитная деформация 3.3 Нанокristаллические материалы 3.4 Полосчатость микроструктуры, текстура, остаточные напряжения 3.5 Изменение структуры, физических и механических свойств в результате холодной пластической деформации. Упрочнение при холодной деформации.	15	3	3	0	12	15
3	5	Раздел 4. Деформация при повышенных температурах. 4.1 Возврат и рекристаллизация 4.2 Диаграмма рекристаллизации 4.3 Виды деформации при обработке давлением 4.4 Изменение структуры, физических и механических свойств в результате горячей пластической деформации.	15	3	3	0	12	15
3	5	Раздел 5. Определение механических свойств материала по результатам испытаний. 5.1 Основные виды испытаний и их особенности 5.2 Стандартные испытания на растяжение 5.3 Понятие напряжения текущей, степени деформации, кривые упрочнения 5.4 Методы построения кривых упрочнения.	33	17	0	17	16	30
3	5	Раздел 6. Основные понятия и законы деформирования. 6.1 Закон наименьшего сопротивления 6.2 Условие постоянства объема. Смещённый объём и скорость деформации 6.3 Закон неравномерности деформации и дополнительных напряжений 6.4 Закон подобия и моделирования процессов обработки давлением.	13	3	3	0	10	10
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 5. Определение механических свойств материала по результатам испытаний.	Подготовка к лабораторной работе (основные сведения по теории и практики испытаний растяжением, изучение требований ГОСТ, измерение образца). Проведение испытаний образца на растяжение, формирование диаграммы "сила - удлинение", измерение образца после испытаний. Обработка диаграммы и проведение расчётов. Оформление отчёта по лабораторной работе "определение функциональной зависимости «интенсивность напряжений – интенсивность деформации» металлов и сплавов по результатам испытания цилиндрических образцов растяжением". Подготовка к диагностической работе.	17
Всего за 5 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Строение металлов.	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	12
2	Раздел 2. Деформация монокристалла.	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	12
3	Раздел 3. Холодная пластическая	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	12

	деформация поликристалла.		
4	Раздел 4. Деформация при повышенных температурах.	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	12
5	Раздел 5. Определение механических свойств материала по результатам испытаний.	Изучение учебного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к лабораторной работе, проведение испытаний и основных расчётов. Оформление отчёта по лабораторной работе. Подготовка к диагностической работе.	16
6	Раздел 6. Основные понятия и законы деформирования.	Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	10
Всего за 5 семестр			74

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5				ЛР	ТекК	ДР			ТекК	ДР					ТекК, ЛР	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Власов, С. А. Стебунов, С. А. Евсюков. . Конечно-элементное моделирование технологических процессовковки и объемной штамповки. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.
2. В. А. Голенков, С. П. Яковлев, С. А. Головин. . Теория обработки металлов давлением. М.: Машиностроение, 2013, 8 экз.
3. Г. А. Смирнов-Аляев. . Сопротивление материалов пластическому деформированию. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1978, 131 экз.
4. Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
5. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности. СПб.: Политехника, 2009, эл. рес.
6. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности. СПб.: Политехника, 2009, 70 экз.
7. М. В. Сторожев, Е. А. Попов. . Теория обработки металлов давлением. М.: Машиностроение, 1977, 98 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
2. <https://moodle.voenmeh.ru/> — БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова // Moodle;
3. <https://e.lanbook.com/> (ЭБС ЛАНЬ);
4. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 (Электронная библиотека университета) — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. Физическая и механическая природа пластической деформации металлов [Электронный ресурс] : учебное пособие [для вузов] / Д. С. Филин, А. И. Олехвер ; ред. Н. И. Нестеров ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2025. - эл. жестк. диск : граф., схемы, обр., табл. - (ЭБС ВОЕНМЕХ). - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr04115.pdf..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Лабораторные занятия:

1. Испытательная машина Shimadzu AGX-100 с номинальной силой 100 кН;
2. Испытательная машина ИМЧ-30 с номинальной силой 300 кН;
3. Испытательная машина ИМ-4А с номинальной силой 40 кН;
4. Проектор.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е4 Технология патронного производства и обработка металлов давлением*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с фундаментальными основами теории обработки металлов давлением (реальное строение металлов и его особенности, анизотропия свойств, дислокации и иные виды дефектов структуры, механизмы пластической деформации, виды деформации), а также изменением структуры и свойств металлов и сплавов в процессе пластической деформации, ползучестью металлов и сплавов, включает методику и порядок проведения стандартных испытаний материалов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Строение металлов.		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	М. В. Сторожев, Е. А. Попов. . Теория обработки металлов давлением: М.: Машиностроение, 1977 (1) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (1) Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1) А. В. Власов, С. А. Стебунов, С. А. Евсюков. . Конечно-элементное моделирование технологических процессовковки и объемной штамповки: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (1) В. А. Голенков, С. П. Яковлев, С. А. Головин. . Теория обработки металлов давлением: М.: Машиностроение, 2013 (1, 2)	12
Итого по разделу 1		12
Раздел 2. Деформация монокристалла.		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	М. В. Сторожев, Е. А. Попов. . Теория обработки металлов давлением: М.: Машиностроение, 1977 (1,2) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (1) Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1) В. А. Голенков, С. П. Яковлев, С. А. Головин. . Теория обработки металлов давлением: М.: Машиностроение, 2013 (1, 2)	12

Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Холодная пластическая деформация поликристалла.		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	В. А. Голенков, С. П. Яковлев, С. А. Головин. . Теория обработки металлов давлением: М.: Машиностроение, 2013 (1, 2) М. В. Сторожев, Е. А. Попов. . Теория обработки металлов давлением: М.: Машиностроение, 1977 (1,2) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (1, 2) Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1, 2)	12
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Деформация при повышенных температурах.		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	М. В. Сторожев, Е. А. Попов. . Теория обработки металлов давлением: М.: Машиностроение, 1977 (2) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (1, 2) В. А. Голенков, С. П. Яковлев, С. А. Головин. . Теория обработки металлов давлением: М.: Машиностроение, 2013 (1, 2) Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1, 2)	12
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Определение механических свойств материала по результатам испытаний.		
Изучение учебного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к лабораторной работе, проведение испытаний и основных расчётов. Оформление отчёта по лабораторной работе. Подготовка к диагностической работе.	Г. А. Смирнов-Аляев. . Сопротивление материалов пластическому деформированию: Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1978 (6) Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1, 2)	16
Итого по разделу 5		16
Раздел 6. Основные понятия и законы деформирования.		
Изучение лекционного материала и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	В. А. Голенков, С. П. Яковлев, С. А. Головин. . Теория обработки металлов давлением: М.: Машиностроение, 2013 (1, 2)	10
Итого по разделу 6		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- лабораторная работа;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы для текущего контроля

Список вопросов текущего контроля в форме диагностической работы разрабатывают (обновляют) в течении семестра в соответствии с материалами, которые изучают обучающиеся в установленные временные промежутки.

Вопросы к дифференцированному зачету

Список вопросов для сдачи зачёта с оценкой:

1. Понятие кристаллической решетки, её типы и параметры.
2. Параметры решетки. Плотность упаковки атомов в решетке.
3. Индексация плоскостей и направлений.
4. Явление полиморфизма, моно- и поликристаллы.
5. Дефекты кристаллической структуры. Точечные дефекты.
6. Дефекты кристаллической структуры. Дислокации.
7. Напряжения сдвига атомных плоскостей и понятие деформации.
8. Механизмы пластической деформации.
9. Напряжения сдвига атомных плоскостей.
10. Механизм перемещения дислокаций.
11. Плотность дислокаций.
12. Размножение дислокаций.
13. Системы скольжения. Упрочнение при холодной деформации.
14. Внутрикристаллитная и межкристаллитная деформация.
15. Полосчатость микроструктуры, текстура, остаточные напряжения.
16. Возврат и рекристаллизация. Диаграмма рекристаллизации.
17. Диаграмма рекристаллизации. Виды деформации при обработке давлением.
18. Изменение структуры, физических и механических свойств в результате горячей пластической деформации.
19. Построение кривых упрочнения по результатам испытания цилиндрических образцов на растяжение.
20. Закон наименьшего сопротивления.
21. Условие постоянства объёма.
22. Закон неравномерности деформации и дополнительных напряжений

Лабораторная работа

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном или рукописном виде. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Оформление отчёта должно соответствовать основным положениям ГОСТ 7.32-2017. Отчёт следует считать выполненным и сданным, если он содержит все требуемые разделы, расчёты и графические материалы.

Перечень вопросов для защиты отчета по лабораторной работе:

1. Какие виды испытаний применяют для определения функциональной зависимости $\sigma_i - \epsilon_i$?

Каковы достоинства и недостатки испытания растяжением?

2. Из каких этапов состоит деформация цилиндрического образца при испытании растяжением?

Каковы схемы напряженного и деформированного состояний в зоне пластической деформации на этих этапах?

3. Какой вид имеет диаграмма $P-\Delta l$? Как она отражает переход от одного этапа деформации к другому?

4. Какой вид имеет диаграмма $\sigma_i - \epsilon_i$? Какие свойства испытанного материала она отражает?

Что характеризуют ее опорные точки?

5. Каково применение зависимости $\sigma_i - \epsilon_i$ в теории и в инженерной практике?

6. Какие характеристики механических свойств устанавливают по результатам испытания растяжением?

Какие характеристики предусмотрены ГОСТ 1497–84 и можно ли их использовать в математическом описании процесса пластической деформации?

7. Почему нельзя распространить способ определения значений σ_i и ϵ_i в промежуточных точках участка АВ на участок ВД с помощью диаграммы $P-\Delta l$?

8. Что называют предельной деформацией при растяжении?

9. Что учитывает коэффициент η в формуле для расчета σ_{pr} ?

10. Каков физический смысл интенсивности напряжений σ_i в функциональной зависимости $\sigma_i - \epsilon_i$?

11. По каким формулам вычислены значения σ_i и ϵ_i в опорных и в промежуточных точках диаграммы $\sigma_i - \epsilon_i$? Как установлены эти формулы?

12. Какой вид аппроксимирующей функции зависимости $\sigma_i - \epsilon_i$ использован в лабораторной работе?

Как определены значения параметров? Какие другие функции применяют в качестве аппроксимирующих?

13. Могут ли быть разными значения характеристик механических свойств материала одной марки?

14. Почему относительное удлинение, предусмотренное ГОСТ 1497–84 в качестве характеристики пластичности, не может быть использовано как мера пластической деформации?

Дифференцированный зачет

При сдаче зачёта с оценкой в течении промежуточной аттестации обучающемуся выдают 3 вопроса из общего списка.

При проведении итогового контроля в виде опроса обучающегося рекомендуются следующие критерии: Оценка «зачтено-отлично» выставляется обучающемуся, полностью освоившему материал дисциплины, способного исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагать. Обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с литературой, правильно обосновывает принятые решения. Оценка «зачтено-хорошо» выставляется обучающемуся, знающему материал дисциплины, грамотно и по существу излагающему его. Обучающийся не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «зачтено-удовлетворительно» выставляется обучающемуся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает затруднения при выполнении практических задач.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части материала дисциплины, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи.

При спорной ситуации обучающемуся могут быть заданы дополнительные вопросы.

Сдача зачёта с оценкой возможна путём оценки текущей успеваемости обучающегося в соответствии с регламентом балльно-рейтинговой системы и технологической картой дисциплины, размещённой в СДО Moodle.

Регламент балльно-рейтинговой системы устанавливают приказом ректора.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-2	
3	5	Раздел 1. Строение металлов.	16	4	4	0	12	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 2. Деформация монокристалла.	16	4	4	0	12	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 3. Холодная пластическая деформация поликристалла.	15	3	3	0	12	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 4. Деформация при повышенных температурах.	15	3	3	0	12	15	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету
3	5	Раздел 5. Определение механических свойств материала по результатам испытаний.	33	17	0	17	16	30	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
3	5	Раздел 6. Основные понятия и законы деформирования.	13	3	3	0	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	

Оценочные материалы по дисциплине ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

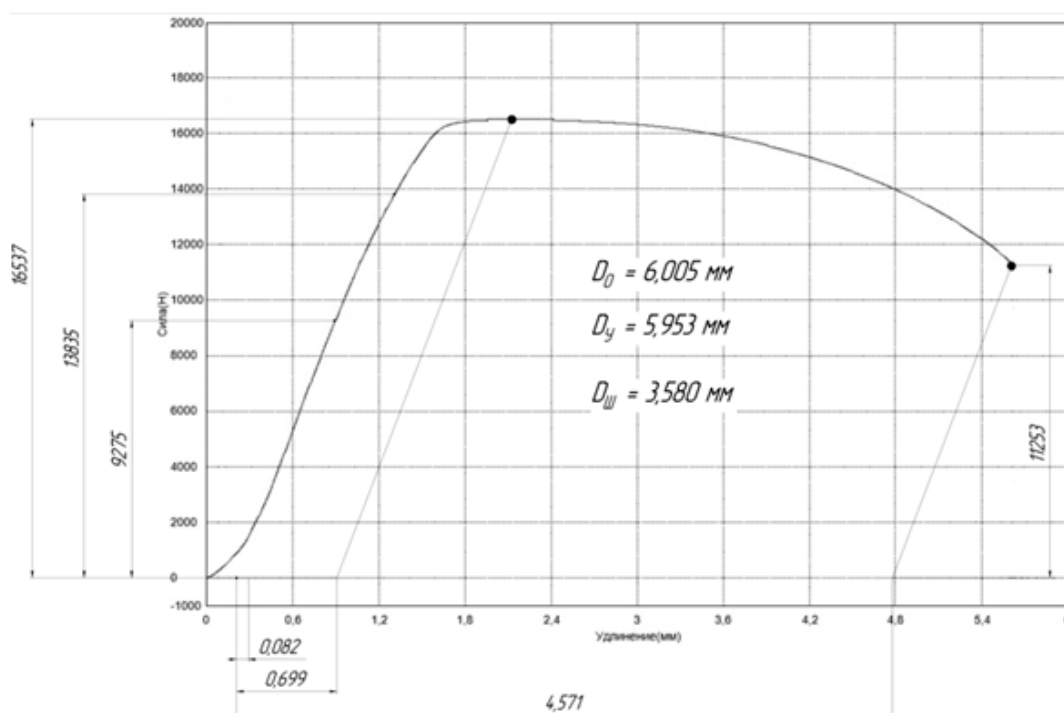
ОПК-2 - Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

От чего зависит величина скорости рекристаллизации при холодной деформации?

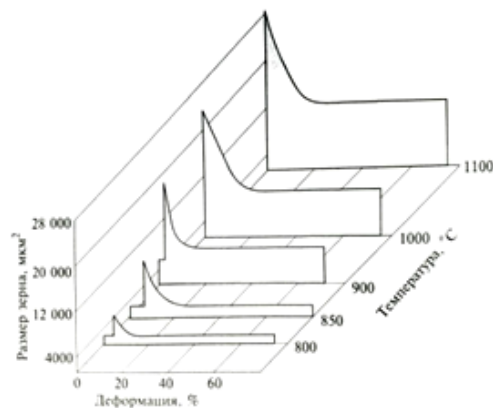
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Определите предел прочности материала по результатам испытаний цилиндрического образца на растяжение.



- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какой интервал степени деформации для условной углеродистой стали следует считать критическим при горячей деформации с температурой 1000 °C?



Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. 0...10%
2. 10...20%
3. 0...20%
4. более 80%

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Прочитайте текст и установите соответствие.

Соотнесите приведённые выражения со способами количественной оценки пластической деформации и укажите некорректные виды записей.

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

1.
$$\frac{L_{n+1}}{L_n}$$

А. Абсолютная

2.
$$\ln\left(\frac{\Delta H}{H_n}\right)$$

Б. Относительная

3.
$$\ln\left(\frac{H_{n+1}}{H_n}\right)$$

В. Логарифмическая

4.
$$\frac{\Delta F}{F_{n-1}}$$

Г. Запись некорректна

5.

$$\ln(\Delta F)$$

6.

$$\Delta L$$

7.

$$\frac{\Delta F}{F_0}$$

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какой фактор оказывает наибольшее влияние на соотношение между внутрикристаллитной и межкуристаллитной деформацией?

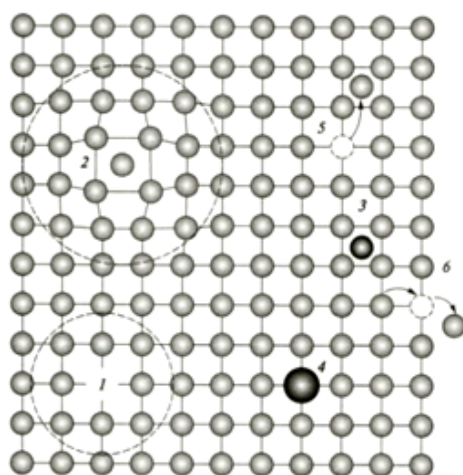
Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Химический состав металла
2. Температура деформации
3. Физические свойства структуры металла
4. Механические свойства отдельных монокристаллов

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какие, из указанных дефектов структуры металлов, представлены на эскизе?



Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Вакансия
2. Краевая дислокация
3. Парный дефект Френкеля (пора Френкеля)

4. Винтовая дислокация

5. Дислоцированный атом внедрения

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Прочитайте текст и установите соответствие.

Соотнесите достоинства и недостатки горячей деформации.

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

- | | | |
|----|---|----------------|
| 1. | Меньшая опасность разрушения | А. Достоинство |
| 2. | Применение оборудования меньшей мощности | Б. Недостаток |
| 3. | Поддержание постоянной высокой температуры | |
| 4. | Качество поверхности | |
| 5. | Текстура и анизотропия свойств металла менее выражены | |
| 6. | Точность размеров поковок | |
| 7. | Неоднородность структуры и свойств поковок | |
| 8. | Устранение промежуточного отжига | |
| 9. | Получение мелкозернистой структуры | |

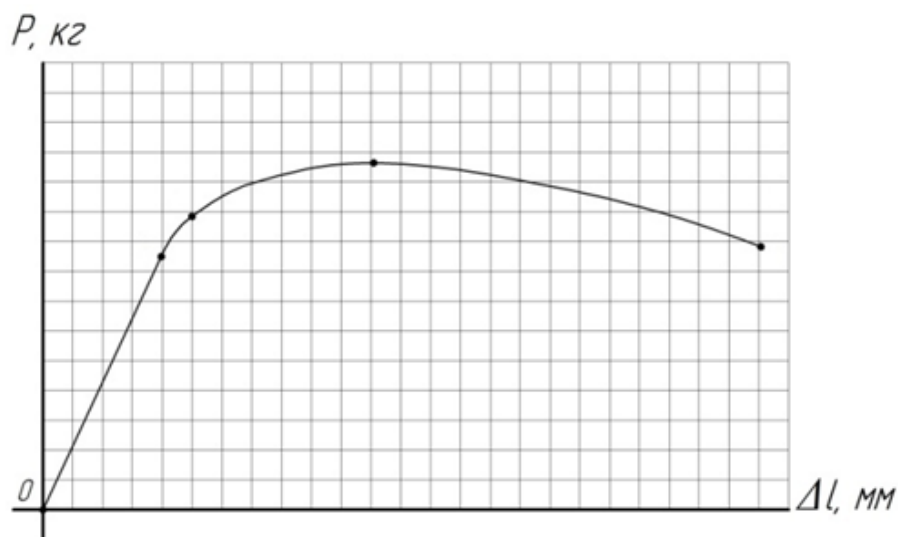
№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Прочитайте текст и установите последовательность.

В процессе испытаний растяжением записан график

$P - \Delta l$. Для определения механических свойств на график наносят характерные точки, разделяющие процесс деформации на стадии.

Укажите последовательность обозначения характерных точек слева на право.



Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. А

2. В

3. D

4. A1

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Прочитайте текст и установите последовательность.

При нагреве заготовки из стали от нормальной температуры до температуры плавления её структура претерпевает полиморфное превращение.

Укажите порядок полиморфного превращения для стали.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. ОЦК

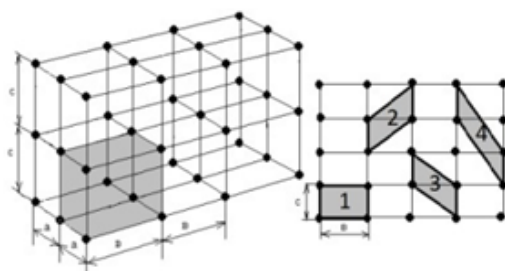
2. ОЦК

3. ГЦК

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какой тип элементарной ячейки следует считать наиболее рациональным для построения решётки и анализа структуры?



Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. №1

2. №2

3. №3

4. №4

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какое свойство металлов находит широкое применение в технологических процессах изготовления изделий машиностроения при термической обработке?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Полиморфное превращение

2. Увеличение количества дислокаций при росте температуры

3. Рост количества вакансий с ростом температуры

4. Увеличение скорости самодиффузии атомов

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответа.

Приведено описание различных плоскостей в металлах. Какие из этих плоскостей как правило являются совпадающими при изменении формы?

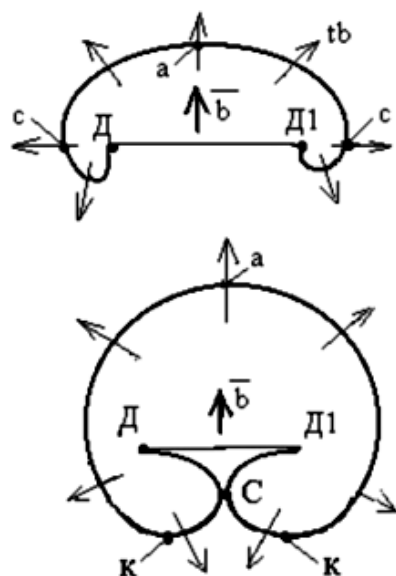
Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. На плоскостях скольжения
2. На плоскостях имеющих угол наклона к направлению внешней силы в 45°
3. На плоскостях, по которым действует максимальное касательное напряжение
4. На плоскостях имеющих угол наклона к направлению внешней силы в 90°
5. На плоскостях, по которым действует максимальное нормальное напряжение

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

На эскизе показаны этапы формирования совмещенной кольцевой дислокации из краевой под сдвигающих напряжений b . В каких точках вид дислокации будет строго винтовым?



Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. В точке “а”
2. В точке “с”
3. В точке “К”
4. В точке “С”