

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Суслин А. В.  
(подпись)                      ФИО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ

Направление/специальность подготовки \_\_\_\_\_ **15.03.01 Машиностроение**

Специализация/профиль/программа подготовки \_\_\_\_\_ **Машины и технология обработки металлов давлением**

Уровень высшего образования \_\_\_\_\_ **Бакалавриат**

Форма обучения \_\_\_\_\_ **Очная**

Факультет \_\_\_\_\_ **Е Оружие и системы вооружения**

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ **Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Кафедра-разработчик рабочей программы \_\_\_\_\_ **Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

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	
4	7	3	108	17	0	0	17	91	0	0	91	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.03.01 Машиностроение**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА  
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Нестеров Николай Иванович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА  
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Жукова Анна Вячеславовна, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

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

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ**

### **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:

ПСК-1.01 — способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю подготовки
ПСК-1.05 — способность определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования
ПСК-1/24.2 — способность проводить эксперименты по исследованию технологических параметров операций обработки металлов давлением по стандартным и заданным методикам, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.01**

*знания:*

основных математических, физических, химических и др. положений, законов и т. п. сведений, необходимых для применения в области обработки металлов давлением при изготовлении машиностроительной продукции;

основных видов экспериментальных исследований, применяемых в области обработки металлов давлением при исследовании закономерностей пластической деформации, влияния различных факторов на протекание процессов обработки металлов давлением, при отработке технологических процессов изготовления машиностроительной продукции;

*умения:*

применять различные методы экспериментальных исследований при проектировании изделий и технологических процессов в машиностроении;

*навыки:*

проведения стандартных испытаний механических свойств металлов;

проведения расчетов параметров напряженно-деформированного состояния заготовки по результатам экспериментальных исследований.

### **ПСК-1.05**

*знания:*

основных математических, физических, химических и др. положений, законов и т. п. сведений, необходимых для применения в области обработки металлов давлением при изготовлении машиностроительной продукции;

основных видов экспериментальных исследований, применяемых в области обработки металлов давлением при исследовании закономерностей пластической деформации, влияния различных факторов на протекание процессов обработки металлов давлением, при отработке технологических процессов изготовления машиностроительной продукции;

*умения:*

применять различные методы экспериментальных исследований при проектировании изделий и технологических процессов в машиностроении;

*навыки:*

проведения стандартных испытаний механических свойств металлов;

проведения расчетов параметров напряженно-деформированного состояния заготовки по результатам экспериментальных исследований.

### **ПСК-1/24.2**

*знания:*

основных математических, физических, химических и др. положений, законов и т. п. сведений, необходимых для применения в области обработки металлов давлением при изготовлении машиностроительной продукции;

основных видов экспериментальных исследований, применяемых в области обработки металлов давлением при исследовании закономерностей пластической деформации, влияния различных факторов на протекание процессов обработки металлов давлением, при отработке технологических процессов изготовления машиностроительной продукции;

*умения:*

применять различные методы экспериментальных исследований при проектировании изделий и технологических процессов в машиностроении;

*навыки:*

проведения стандартных испытаний механических свойств металлов;

проведения расчетов параметров напряженно-деформированного состояния заготовки по результатам экспериментальных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-1.05 — Способен определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования
- ПСК-1/24.2 — Способен проводить эксперименты по исследованию технологических параметров операций обработки металлов давлением по стандартным и заданным методикам, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения

### 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	Практические занятия		ПСК-1.01	ПСК-1.05	ПСК-1.24.2
4	7	<b>Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.</b> Геометрические методы (метод координатной сетки, метод сопротивления материалов пластическому деформированию, метод моделирования на многослойном материале, метод визиопластичности, метод муара, метод электрогидродинамической аналогии). Поляризационно-оптические методы (метод фотоупругости, метод фотопластичности, метод оптически-чувствительных покрытий). Структурно-наследственные методы (микроструктурный метод, метод измерения твердости, метод хрупких покрытий, интерферометрический метод, рентгеновский метод). Метод тензометрирования. Комбинированные методы.	24	2	2	22	10	10	10
4	7	<b>Раздел 2. Определение механических свойств металлов и сплавов.</b> Испытание на растяжение, испытание на сжатие, испытание на кручение, другие виды испытаний.	9	1	1	8	10	10	10
4	7	<b>Раздел 3. Методы определения твердости металлов и сплавов.</b> Твердость по Бринелю, твердость по Роквеллу, твердость по Виккерсу, микротвердость.	11	1	1	10	10	10	10
4	7	<b>Раздел 4. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».</b> Испытание на растяжение, испытание на сжатие.	13	2	2	11	10	10	10
4	7	<b>Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.</b> Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.	8	1	1	7	10	10	10
4	7	<b>Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.</b> Оптическая микроскопия, электронная микроскопия.	10	2	2	8	10	10	10
4	7	<b>Раздел 7. Акустические методы испытаний.</b> Физические основы методов, методы ультразвукового контроля, ультразвуковой контроль листов, контроль поковок и деталей оборудования и технологической оснастки.	8	2	2	6	10	10	10
4	7	<b>Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).</b> Испытание на изгиб и загиб, испытание на изгиб с перегибом, испытания труб, испытания на способность к глубокой вытяжке.	7	2	2	5	10	10	10
4	7	<b>Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.</b> Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.	8	2	2	6	10	10	10
4	7	<b>Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.</b> Гибка листового материала, вытяжка, обжим, отбортовка, осадка, выдавливание и др.	10	2	2	8	10	10	10
Всего за 7 семестр			108	17	17	91	100	100	100
Всего по дисциплине			108	17	17	91	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.	Геометрические методы (метод координатной сетки, метод сопротивления материалов пластическому деформированию, метод моделирования на многослойном материале, метод визиопластичности, метод муара, метод электрогидродинамической аналогии). Поляризационно-оптические методы (метод фотоупругости, метод фотопластичности, метод оптически-чувствительных покрытий). Структурно-наследственные методы (микроструктурный метод, метод измерения твердости, метод хрупких покрытий, интерферометрический метод, рентгеновский метод). Метод тензометрирования. Комбинированные методы.	2
2	Раздел 2. Определение механических свойств металлов и сплавов.	Испытание на растяжение, испытание на сжатие, испытание на кручение, другие виды испытаний	1
3	Раздел 3. Методы определения твердости металлов и сплавов.	Твердость по Бринелю, твердость по Роквеллу, твердость по Виккерсу, микротвердость	1
4	Раздел 4. Определение	Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации»	2

	функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».		
5	Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.	Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением	1
6	Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.	Оптическая микроскопия, электронная микроскопия	2
7	Раздел 7. Акустические методы испытаний.	Акустические методы испытаний	2
8	Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).	Испытание на изгиб и загиб, испытание на изгиб с перегибом, испытания труб, испытания на способность к глубокой вытяжке	2
9	Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.	Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов	2
10	Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.	Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки	2
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	22
2	Раздел 2. Определение механических свойств металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	8
3	Раздел 3. Методы определения твердости металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	10
4	Раздел 4. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	11
5	Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	7
6	Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	8
7	Раздел 7. Акустические методы испытаний.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	6
8	Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	5

9	Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	6
10	Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	8
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>91</b>

#### 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
7					ТекК	ДР			ТекК	ДР					ТекК	ДР	Презент., зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Презент. – презентация;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- презентация.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
2. А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
3. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Н. А. Бунина. . Прикладная теория пластичности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
4. С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.
5. С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов. Старый Оскол: ТНТ, 2015, эл. рес.

### 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. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### 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](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. Практические занятия:**

1. Твердомеры Роквелла.

### **6.2. 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 **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.01 способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю подготовки;

ПСК-1.05 способность определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования;

ПСК-1/24.2 способность проводить эксперименты по исследованию технологических параметров операций обработки металлов давлением по стандартным и заданным методикам, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с различными видами экспериментальных исследований (Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок. Определение механических свойств металлов и сплавов. Методы определения твердости металлов и сплавов. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации». Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением. Исследование структуры металлов и сплавов. Акустические методы испытаний. Технологические испытания (технологические пробы). Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- презентация.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**91 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 17 ч. аудиторных занятий, и 91 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.
<b>Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (п.6.2) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затуруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (глава 3)	22
Итого по разделу 1		22
<b>Раздел 2. Определение механических свойств металлов и сплавов.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затуруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (п.4) С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (глава 1)	8
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Методы определения твердости металлов и сплавов.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (глава 4)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затуруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (п.4) А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (глава 6)	11
Итого по разделу 4		11
<b>Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Н. А. Бунина. . Прикладная теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (п.1.1.5)	7
Итого по разделу 5		7
<b>Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (глава 3)	8
Итого по разделу 6		8
<b>Раздел 7. Акустические методы испытаний.</b>		
Изучение материала по конспекту и	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2015 (глава 7)	6

рекомендованной литературе		
Итого по разделу 7		6
<b>Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2015 (глава 5) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (п.6)	5
Итого по разделу 8		5
<b>Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (п.7)	6
Итого по разделу 9		6
<b>Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2015 (глава 4) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (глава 4)	8
Итого по разделу 10		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- презентация;
- вопросы для текущего контроля;
- 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.

#### Презентация

Презентации выполняются по тематике разделов.

Примерные темы презентаций:

1. Общая характеристика геометрических методов исследования напряженно-деформированного состояния.
2. Характеристика метода координатной сетки.
3. Характеристика метода сопротивления материалов пластическому деформированию.
4. Характеристика метода моделирования на многослойном материале.
5. Характеристика метода визиопластичности.
6. Характеристика метода муара.
7. Характеристика метода электрогидродинамической аналогии).
8. Общая характеристика поляризационно-оптических методов исследования напряженно-деформированного состояния.
9. Характеристика метода фотоупругости.
10. Характеристика метода фотопластичности.
11. Характеристика метода оптически-чувствительных покрытий.
12. Общая характеристика структурно-наследственных методов исследования напряженно-деформированного состояния.
13. Характеристика микроструктурного метода.
14. Характеристика метода измерения твердости.
15. Характеристика метода хрупких покрытий.
16. Характеристика интерферометрического метода.
17. Характеристика рентгеновский метода.
18. Общая характеристика методов тензометрирования.
19. Испытание на растяжение.
20. Испытание на сжатие.
21. Испытание на кручение.
22. Методы определения твердости металлов и сплавов.
23. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации» испытанием на растяжение.
24. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации» испытанием на сжатие.
25. Методы определения значений коэффициента трения.
26. Методы построения диаграмм предельной пластичности металлов и сплавов.
27. Методы исследования структуры металлов и сплавов.
28. Характеристика акустических методов испытаний.
29. Технологические испытания (технологические пробы): испытание на изгиб и загиб, испытание на изгиб с перегибом.
30. Технологические испытания (технологические пробы): испытания труб.
31. Технологические испытания (технологические пробы): испытания на способность к глубокой вытяжке.

Презентация должна быть выполнена в формате .pptx.

Количество слайдов - до 20.

Обучающийся, используя презентацию, выступает с коротким докладом (примерно 5 минут) на практическом занятии, отвечает на вопросы преподавателя и других обучающихся.

Задание считается выполненным, если презентация выполнена в соответствии с требованиями, содержательная

часть соответствует теме презентации, обучающийся в докладе показал владение информацией по теме и, в основном, ответил на все вопросы.

#### **Вопросы для текущего контроля**

Вопросы для текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы разрабатываются (обновляются) ежегодно в соответствии с материалами, изученными обучающимися.

#### **Зачет**

Оценка "зачтено" - по результатам успешного прохождения текущего контроля успеваемости при представлении презентации на практическом занятии.

Если текущий контроль успеваемости не дал необходимого результата в соответствии с регламентом бально-рейтинговой оценки и технологической картой дисциплины, то оценка "зачтено" - при условии представления презентации и успешного прохождения итогового теста (более 60%). Вопросы итогового теста - сумма вопросов трех диагностических работ.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-1.01	ПСК-1.05	ПСК-1/24.2	
4	7	Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.	24	2	2	22	10	10	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Определение механических свойств металлов и сплавов.	9	1	1	8	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Презентация
4	7	Раздел 3. Методы определения твердости металлов и сплавов.	11	1	1	10	10	10	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 4. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».	13	2	2	11	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Презентация
4	7	Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.	8	1	1	7	10	10	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.	10	2	2	8	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Презентация
4	7	Раздел 7. Акустические методы испытаний.	8	2	2	6	10	10	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).	7	2	2	5	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.	8	2	2	6	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.	10	2	2	8	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Презентация
Всего за 7 семестр			108	17	17	91	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	17	17	91	100	100	100	



## Критерии оценивания

### ПСК-1.01

Вопросы открытого типа:

№ 1 Модуль упругости  $E$  измеряется в ...

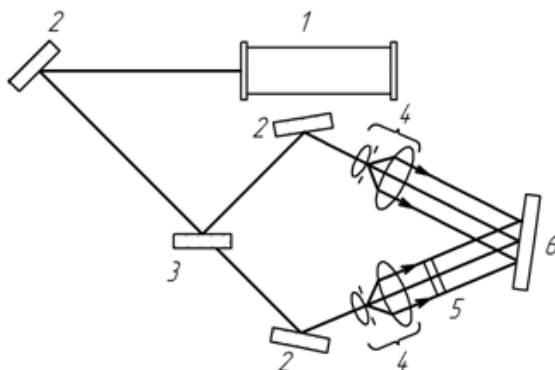
№ 2 Заполните пробел. Имея поля перемещений, установленных по полосам, определяют \_\_\_\_\_ и все другие параметры напряжённо-деформированного состояния по известным выражениям теории пластичности.

№ 3 Кто разработал метод моделирования на многослойном материале?

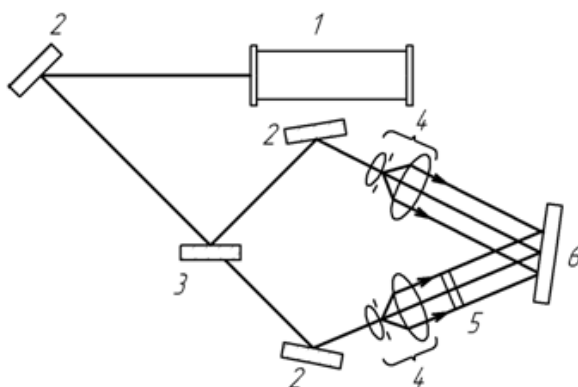
№ 4 Что означает словосочетание «муаровые полосы» в механике?

№ 5 В результате чего возникает эффект «муаровых полос»?

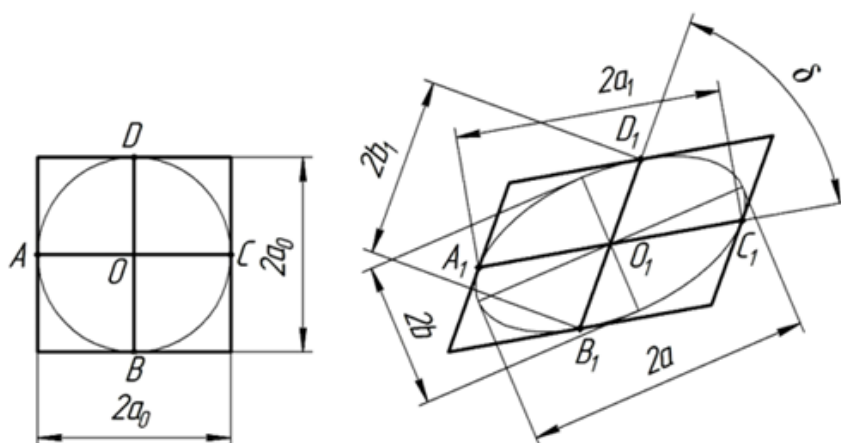
№ 6 Что изображено на схеме установки для получения голограммы под номером 1?



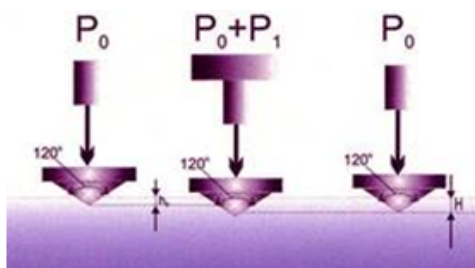
№ 7 Что изображено на схеме установки для получения голограммы под номером 2?



№ 8 Методика обработки искаженных деформацией ячеек сетки, в которой исходная квадратная ячейка превращается в параллелограмм, а вписанная в исходный квадрат окружность превращается в эллипс, главные компоненты деформации находятся по уравнениям, предложенным .....



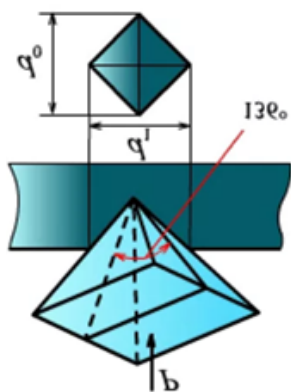
№ 9 На рисунке приведена схема определения твердости по .....



№ 10 На рисунке приведена схема определения твердости по .....



№ 11 На рисунке приведена схема определения твердости по ....



№ 12 Процесс излучения акустических волн в процессе перестройки структуры материала называется .....

*Вопросы закрытого типа:*

№ 1 Какие утверждения верны для понятия «рабочая гипотеза»?

1. Рабочая гипотеза устанавливает факторы (причины, основные условия, движущие силы), обуславливающие развитие явления.
2. Рабочая гипотеза может дать более или менее полное предположительное объяснение всего процесса развития (протекания) явления
3. Оба утверждения верны
4. Оба утверждения не верны

№ 2 Что лежит в основе метода твердости?

1. Постулат о существовании однозначной функциональной зависимости (связи) между твердостью деформированного материала и интенсивностью напряжений
2. Эффект, суть которого заключается в появлении чередующихся темных и светлых полос при наложении одной на другую двух или более растровых сеток
3. Интерференция волн
4. Измерение длин прямолинейных отрезков, пересекающих в установленных направлениях определенное число зерен

№ 3 В чем заключается суть метода определения твердости по Роквеллу?

1. Заключается во внедрении в поверхность образца алмазного конуса (шкалы А, С, D) или стального сферического наконечника (шкалы В, Е, F, G, Н, К) под действием последовательно прилагаемых усилий предварительного  $P_0$  и основного  $P_1$
2. Заключается во вдавливании алмазного наконечника в форме правильной четырехгранной пирамиды в образец под действием нагрузки  $P$ , приложенной в течение определенного времени, и измерении диагоналей отпечатка  $d_1$ ,  $d_2$ , оставшихся на поверхности образца после снятия нагрузки
3. Заключается во вдавливании шарика (стального или из твердого сплава) в образец под действием усилия, приложенного перпендикулярно к поверхности образца, в течение определенного времени, и измерении диаметра отпечатка после снятия усилия.

4. Правильный ответ отсутствует

№ 4 В чем заключается суть метода определения твердости по Виккерсу?

1. Заключается во внедрении в поверхность образца алмазного конуса (шкалы А, С, D) или стального сферического наконечника (шкалы В, Е, F, G, Н, К) под действием последовательно прилагаемых усилий предварительного  $P_0$  и основного  $P_1$
2. Заключается во вдавливании алмазного наконечника в форме правильной четырехгранной пирамиды в образец под действием нагрузки  $P$ , приложенной в течение определенного времени, и измерении диагоналей отпечатка  $d_1$ ,  $d_2$ , оставшихся на поверхности образца после снятия нагрузки
3. Заключается во вдавливании шарика (стального или из твердого сплава) в образец под действием усилия, приложенного перпендикулярно к поверхности образца, в течение определенного времени, и измерении диаметра отпечатка после снятия усилия.

4. Правильный ответ отсутствует

№ 5 В чем заключается суть метода определения твердости по Бринеллю?

1. Заключается во внедрении в поверхность образца алмазного конуса (шкалы А, С, D) или стального сферического наконечника (шкалы В, Е, F, G, Н, К) под действием последовательно прилагаемых усилий предварительного  $P_0$  и основного  $P_1$
2. Заключается во вдавливании алмазного наконечника в форме правильной четырехгранной пирамиды в образец под действием нагрузки  $P$ , приложенной в течение определенного времени, и измерении диагоналей отпечатка  $d_1$ ,  $d_2$ , оставшихся на поверхности образца после снятия нагрузки
3. Заключается во вдавливании шарика (стального или из твердого сплава) в образец под действием усилия, приложенного перпендикулярно к поверхности образца, в течение определенного времени, и измерении диаметра отпечатка после снятия усилия

4. Правильный ответ отсутствует

№ 6 В чем заключается суть метода делительной сетки?

1. В нанесении на заготовку делительной сетки, представляющей собой систему меток, форма и положение которой достаточно просто описывается в какой-либо системе координат
2. Метод основан на изменении механических свойств пластически деформированного материала и наличии связи между холодной деформацией и твердостью
3. В фиксировании сохранении и восстановлении световых волн
4. В изменении оптических свойств материалов под нагрузкой

№ 7 Какой из методов пригоден для оценки деформации при поэтапном исследовании?

1. Метод Пашкова
2. Метод Зибеля
3. Модернизированный метод Пашкова
4. Метод Зибеля и метод Пашкова

№ 8 В чем отличие звуковых волн от электромагнитных?

1. Они связаны с упругими свойствами среды
2. Они проходят через любые среды

3. Они независимы от свойств среды
4. Они независимы от свойств источника

№ 9 Основными видами испытаний материалов являются ...

1. Испытания на кручение
2. Испытания на ползучесть и длительную прочность
3. Испытания на твердость и ударную вязкость
4. Испытания на растяжение и сжатие

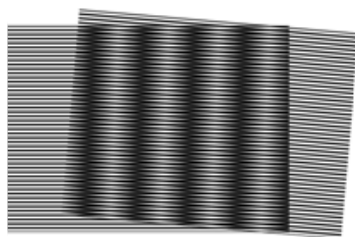
№ 10 Что является важным условием многослойного материала?

1. Форма модели
2. Возможность соединения слоев
3. Толщина слоев
4. Химический состав модели

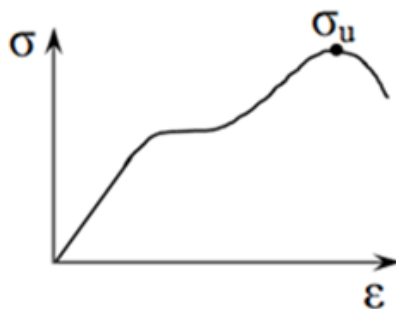
#### ПСК-1.05

*Вопросы открытого типа:*

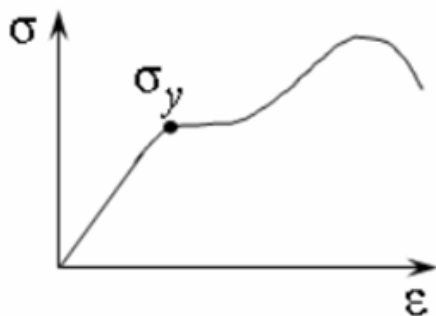
- № 1 Геометрическим местом точек с одинаковой разностью хода и разностью главных напряжений - это .....
- № 2 Геометрическое место точек с одинаковым направлением – это...
- № 3 Какой метод исследования НДС изображен на картинке?



- № 4 Металлические модели для моделирования на многослойном материале изготавливают .....
- № 5 Какой способ нанесения делительной сетки позволяет сохранить сетку при высоких контактных давлениях и высоких температурах?
- № 6 HB – это твердость по ....
- № 7 HV – это твердость по .....
- № 8 HRC – это твердость по .....
- № 9 Какая характеристика механических свойств малоуглеродистой стали обозначена точкой на диаграмме растяжения?

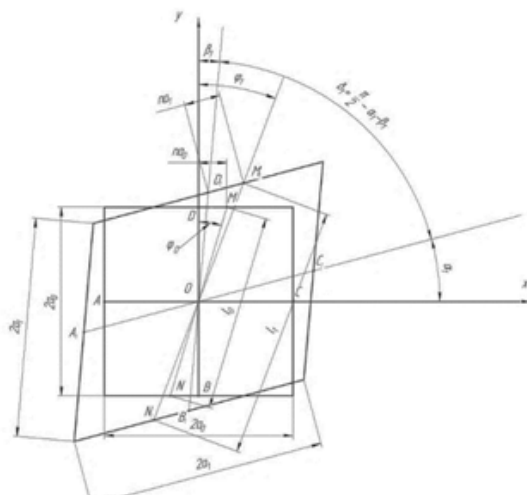


- № 10 Какая характеристика механических свойств малоуглеродистой стали обозначена точкой на диаграмме растяжения?



Вопросы закрытого типа:  
 № 1 Расчет конечных деформаций по схеме искажения квадратной ячейки делительной сетки предложен:

1. И.П. Ренне
2. П.О. Пашковым
3. Г.А. Смирновым-Аляевым
4. Э. Зибелем



№ 2 Достоинством рентгеновского метода определения остаточных напряжений является:

1. Возможность определения напряжения на поверхности без знания межплоскостного расстояния исходного материала и в произвольном направлении благодаря тому, что деформация определяется не параллельно поверхности, а под некоторым углом  $\gamma = 0 \dots 60^\circ$  к нормали
2. Существования неоднородности напряженного состояния по глубине слоя проникновения рентгеновских лучей
3. Наличия ярко выраженной кристаллографической текстуры

Использования изотропных упругих постоянных, так как в создании дифракционной картины участвуют лишь определенным образом ориентированные кристаллы, обладающие упругой анизотропией

№ 3 Растяжение датчика вдоль направления  $l$  сопровождается увеличением его сопротивления, а сжатие – уменьшением. Обратимое изменение сопротивления проводника от механических упругих деформаций называют...

1. Месдозой
2. Тензоотдачей
3. Тензоэффектом

#### 4. Рентгеновским лучом

№ 4

При испытании на растяжение в момент разрушения образца  $\sigma$  и  $\epsilon$  находим по формулам:

1.  $\epsilon_i = \ln \frac{l_0 + \Delta l}{l_0}; \quad \sigma_i = \frac{P(l_0 + \Delta l)}{F_0 \cdot l_0}$
2.  $\epsilon_{iy} = \ln \frac{l_0 + \Delta l_y}{l_0} = \ln \frac{F_0}{F_y}; \quad \sigma_{iy} = \frac{P_{\max}(l_0 + \Delta l)}{F_0 \cdot l_0} = \frac{P_{\max}}{F_y}$
3.  $\epsilon_{ip} = \ln \frac{F_0}{F_{\text{ш}}}; \quad \sigma_{ip} = \eta \frac{P_d}{F_{\text{ш}}}$

№ 5

При испытании на растяжение в момент окончания периода равномерной деформации  $\sigma$  и  $\epsilon$  находим по формулам:

1.  $\epsilon_i = \ln \frac{l_0 + \Delta l}{l_0}; \quad \sigma_i = \frac{P(l_0 + \Delta l)}{F_0 \cdot l_0}$
2.  $\epsilon_{iy} = \ln \frac{l_0 + \Delta l_y}{l_0} = \ln \frac{F_0}{F_y}; \quad \sigma_{iy} = \frac{P_{\max}(l_0 + \Delta l)}{F_0 \cdot l_0} = \frac{P_{\max}}{F_y}$
3.  $\epsilon_{ip} = \ln \frac{F_0}{F_{\text{ш}}}; \quad \sigma_{ip} = \eta \frac{P_d}{F_{\text{ш}}}$

№ 6

При испытании на растяжение промежуточные значения интенсивности напряжений и деформации определяют по формулам:

1.  $\epsilon_i = \ln \frac{l_0 + \Delta l}{l_0}; \quad \sigma_i = \frac{P(l_0 + \Delta l)}{F_0 \cdot l_0}$
2.  $\epsilon_{iy} = \ln \frac{l_0 + \Delta l_y}{l_0} = \ln \frac{F_0}{F_y}; \quad \sigma_{iy} = \frac{P_{\max}(l_0 + \Delta l)}{F_0 \cdot l_0} = \frac{P_{\max}}{F_y}$
3.  $\epsilon_{ip} = \ln \frac{F_0}{F_{\text{ш}}}; \quad \sigma_{ip} = \eta \frac{P_d}{F_{\text{ш}}}$

№ 7

Если упругой составляющей можно пренебречь, то третью главную деформацию определяют по формуле:

1.  $\epsilon_3 = -(\epsilon_1 - \epsilon_2)$
2.  $\epsilon_3 = (\epsilon_2 - \epsilon_1)$
3.  $\epsilon_3 = -(\epsilon_1 + \epsilon_2)$
4.  $\epsilon_3 = (\epsilon_1 + \epsilon_2)$

№ 8

ГОСТ 1497-84 – это ГОСТ на ...

1. Испытания растяжением плоских образцов
2. Испытания растяжением кольцевых образцов
3. Испытание цилиндрических образцов сжатием
4. Испытания растяжением цилиндрических образцов

№ 9

ГОСТ 25.503-97 – это ГОСТ на...

1. Испытания растяжением плоских образцов
2. Испытания растяжением кольцевых образцов
3. Испытание цилиндрических образцов сжатием

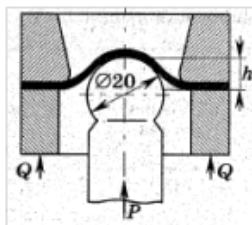
№ 10 4. Испытания растяжением плоских и цилиндрических образцов  
Что является преимуществом метода твёрдости?

1. Высокая точность.
2. Позволяет определить все параметры НДС.
3. Сравнительная простота
4. Пригоден для больших деформаций

ПСК-1/24.2

Вопросы открытого типа:

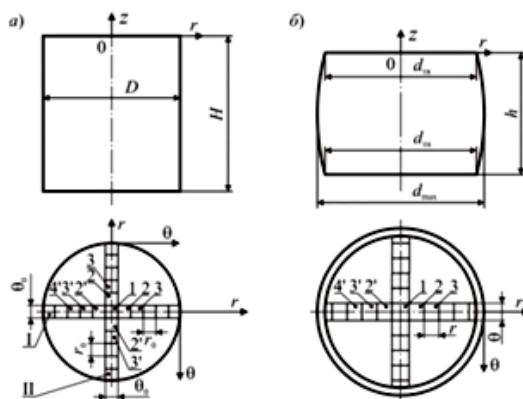
№ 1 Испытание листовых металлов по схеме, изображенной на рисунке, заканчивают, когда .....



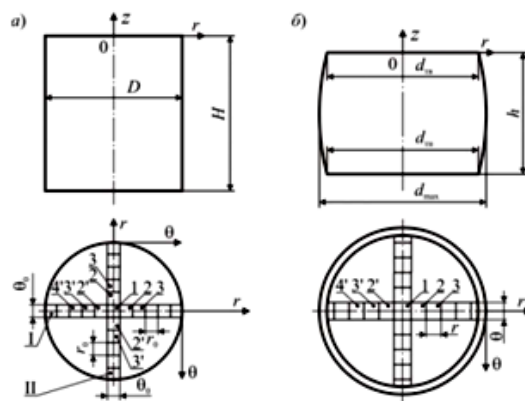
- № 2 Испытания на вытяжку цилиндрического колпачка из заготовок с увеличением их диаметра проводят одним пуансоном. Испытания заканчивают, когда .....
- № 3 Какую предельную величину определяют по результатам испытания на вытяжку цилиндрического колпачка?
- № 4 Какие элементы отчета по НИР необходимо начинать с новой страницы?
- № 5 Какой размер шрифта необходимо применять при оформлении отчета о НИР?
- № 6 Какие элементы текста отчета по НИР следует располагать в середине строки без точки в конце, прописными буквами, полужирным шрифтом, не подчеркивая?

Ответьте сначала в целом, затем запишите названия этих элементов.

- № 7 Как в структурном элементе отчета «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ» следует располагать сведения об источниках?
- № 8 О чём может свидетельствовать разная величина степеней деформации в ячейках сетки по разным направлениям при выполнении осадки?



- № 9 Приведите зависимость для расчёта тангенциальной деформации  $\epsilon_\theta$  в пределах выделенных ячеек в процессе осадки.

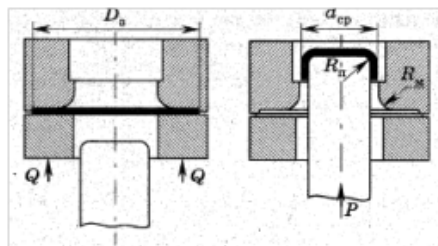


№ 10 Укажите наиболее точные методы определения величины коэффициента трения в процессах ОМД

*Вопросы закрытого типа:*

№ 1 Испытания на вытяжку цилиндрического колпачка из заготовок с увеличением их диаметра проводят одним пуансоном. Испытания заканчивают, когда

1. на заготовке образуются складки
2. происходит отрыв дна колпачка
3. фиксируется максимальная сила деформирования



№ 2 Какие виды входного контроля исходного листового проката применяют на производстве?

1. Испытание механических свойств.
2. Испытание механических свойств, физико-химические исследования.
3. Испытание механических свойств, технологические пробы.
4. Испытание механических свойств, физико-химические исследования, технологические пробы.

№ 3 По результатам технологических проб на вытяжку сферической лунки определяют следующие категории вытяжки исследуемого металла:

1. Средняя и глубокая вытяжка.
2. Непригодность к вытяжке.
3. Весьма глубокая вытяжка, сложная вытяжка, особо сложная вытяжка.
4. Весьма глубокая вытяжка, сложная вытяжка, особо сложная вытяжка, весьма особо сложная вытяжка.

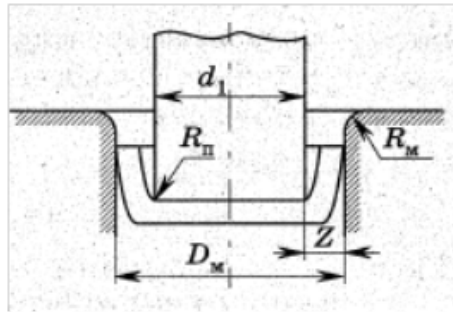
№ 4 С какой целью проводят испытания на изгиб?

1. Для определения предельного угла изгиба.
2. Для определения предельных деформаций при изгибе.
3. Для определения минимального радиуса изгиба при заданном угле изгиба.
4. Для определения критерия деления заготовок на «узкие» и «широкие».

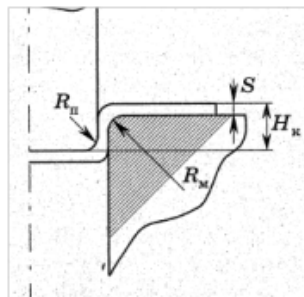
№ 5

На какие параметры влияет величина радиуса закругления матрицы





1. На силу вытяжки
  2. На величину утонения стенки
  3. На величину общей деформации (на предельный коэффициент вытяжки)
  4. На количество переходов вытяжки
  5. На возможность складкообразования
  6. На стойкость матрицы
- № 6 Какое явление характерно для стадии вытяжки, изображенной на рисунке?



1. Отрыв донной части
  2. Образование складок
  3. Сила деформирования достигает максимальной величины
- № 7 Текст отчета о НИР следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое - 30 мм, правое - 15 мм, верхнее и нижнее - 20 мм.
1. левое - 30 мм, правое - 15 мм, верхнее и нижнее - 20 мм.
  2. левое – не менее 30 мм, правое - не менее 15 мм, верхнее и нижнее - не менее 20 мм.
  3. левое - 30 мм, правое - 10 мм, верхнее и нижнее - 20 мм.
  4. левое - 25 мм, правое - 15 мм, верхнее и нижнее - 20 мм.

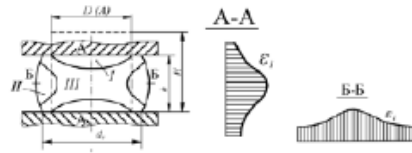
№ 8 Какой тип шрифта ГОСТ 7.32-2017 и нормативные документы университета рекомендуют использовать при оформлении отчета о НИР и расчетно-пояснительной записки к курсовому проекту?

1. Любой
2. Times New Roman
3. Arial
4. Tahoma

№ 9 Что является основной причиной неравномерности деформации по объему осаживаемой заготовки?

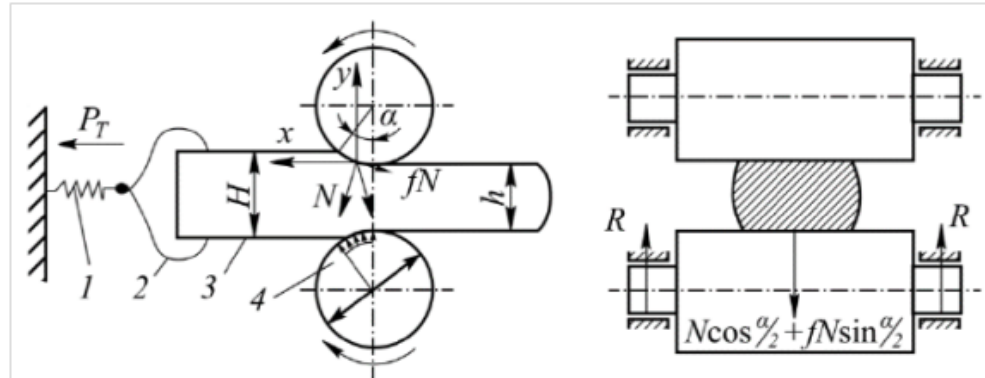
1. наличие контактного трения
2. высота заготовки
3. механические свойства заготовки

4. температура деформирования



№ 10

В методе определения коэффициента трения клещевого захвата экспериментально необходимо определять?



1.  $P_T$
2.  $P_T$  и  $N$
3.  $P_T$  и  $R$
4.  $P_T$  и размеры полосы