Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.09.2025 11:10:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная теория пластичности»

Направление подготовки
15.04.01 «Машиностроение»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Цифровые технологии аддитивного и заготовительного производства»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик: _____ /С.А.Типалин/
к.т.н., проф. кафедры «ОМДиАТ»

Заведующий кафедрой «ОМДиАТ» _____ /А.Г.Матвеев/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины 5
3.3. Содержание дисциплины 5
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 6
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 6
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 7
4.2. Основная литература 7
4.3. Дополнительная литература 7
4.4. Электронные образовательные ресурсы 7
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 8
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 8
5. Материально-техническое обеспечение 9
6. Методические рекомендации 9
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 11
7. Фонд оценочных средств 13
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 13
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.3. Оценочные средства 14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Прикладная теория пластичности» следует отнести:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению и дисциплине;
- формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению и дисциплине;
- изучение физических основ пластической деформации, основных соотношений теории пластичности, основных методов решения задач обработки металлов давлением, анализ основных операций объемной и листовой штамповки;
- углубленное изучение фундаментальных пластических характеристик металлов и сплавов: сопротивления деформации и пластичность.

К основным задачам освоения дисциплины «Прикладная теория пластичности» следует отнести:

– освоение методологии, анализа и выбора принципов и методов физических основ пластической деформации, основных соотношений теории пластичности, основных методов решения задач обработки металлов давлением, анализ основных операций объемной и листовой штамповки, в условиях машиностроительных производств.

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Организация работ по совершенствованию технологических процессов ковки и штамповки	ИПК 1.1 Знает: • Методы и правила планирования исследовательских и опытных работ. ИПК 1.2. Умеет: • Организовывать опытные работы для повышения качества поковок и снижения металлоемкости кузнечно-штамповочного производства. ИПК 1.3 Владеет: • Оценка возможностей повышения производительности труда, снижения затрат и повышения качества продукции путем оптимизации и совершенствования технологических процессов ковки и штамповки.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Прикладная теория пластичности» относится к части формируемой участниками образовательных отношений (Б1) основной образовательной программы магистратуры.

Основой для ее изучения являются знания и умения, полученные студентами при изучении предметов бакалавриата. Дисциплина имеет классическую структуру – состоит из курса лекций, лабораторных занятий.

Дисциплина «Прикладная теория пластичности» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- «Компьютерные технологии и моделирование в машиностроении»
- «Научные критерии выбора и методы исследования материалов»
- «Решение исследовательских задач в заготовительном производстве».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2зачетных(е) единиц(ы) (72 часа), Изучается на 2 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации – зачет.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2 семестр
1	**Аудиторные занятия**	36	36
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	36	36
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ	18	18
2.2	Самостоятельное изучение	18	18
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**зачет**
	Итого	**72**	**72**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
			Аудиторная работа				
		Всего	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	**Самостоятельная работа**
1	Краткие сведения о напряжении и деформации		2				
2	Напряжение текучести при холодной деформации		2		12		14
3	Напряжение текучести при горячей деформации		2				6
4	Пластичность при холодной деформации		6				6
5	Пластичность при горячей деформации		4				4
6	Контактное трение при обработке давлением		2		6		6
	Итого		**18**		**18**		**36**

3.3 Содержание дисциплины

Занятия лекционного типа

Краткие сведения о напряжении и деформации.

Тензор напряжений. Инварианты напряженного состояния. Тензор деформаций и скоростей деформации. Связь скоростей деформации с полем скоростей. Накопленная деформация. Связь напряжений и скоростей деформации.

Напряжение текучести при холодной деформации.

Физическая картина упрочнения. Кривые упрочнения. Методы построения кривых упрочнения. Условие пластичности и гипотеза единой кривой. Эффект Баушингера. Сопротивление деформации при сложных траекториях нагружения

Напряжение текучести при горячей деформации.

Физическая природа упрочнения – разупрочнения. Представление напряжения текучести в виде функции и функционала. Напряжение текучести при изотермической и неизотермической деформации и деформации, сопровождаемой изменением структуры. Сверхпластичность.

Пластичность при холодной деформации.

Физическая картина деформации и разрушения. Основные обозначения, термины и определения. Разрушение конструкций. Пластичность при постоянном показателе напряженного состояния. Диаграммы пластичности и методы их построения. Поверхность пластичности. Пластичность при переменном показателе напряженного состояния. Деформационные критерии разрушения. Комбинированный критерий разрушения. Энергетические критерии разрушения. Критерии разрушения, основанные на вычислении пористости. Разрушение при сложном нагружении. Влияние на пластичность неоднородности деформации и показателя напряженного состояния. Деформация в области показателей напряженного состояния, соответствующей неограниченной пластичности.

Пластичность при горячей деформации. Уменьшение запаса пластичности при отжиге деформированного металла. Пластичность при изотермической деформации. Пластичность при неизотермической деформации. Примеры расчета предельной пластичности.

Контактное трение при обработке давлением. Методы учета контактного трения при решении задач обработки давлением. Экспериментальные методы определения коэффициента трения

3.4 Тематика лабораторных занятий

Перечень лабораторных работ

- Исследование образцов на растяжение - 4 часа
- Исследование образцов на сжатие - 4 часа
- Исследование образцов на кручение - 4 часа
- Исследования контактного трения (методом кольцевых образцов) - 6 часа.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

нет

4.2 Основная литература

1. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. М.: Машиностроение, 1977.
2. Прикладная теория пластичности. [Электронный ресурс] : моногр. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2015. — 284 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/71993

4.3 Дополнительная литература

1. Матвеев А.Д. Скорость деформации, деформация при изменении формы тела. М.:МГТУ «МАМИ», 1982.
2. Калпин Ю.Г. и др. Сопротивление деформации и пластичность металлов при обработке давлением. Учебное пособие. М.: Машиностроение, 2011.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Операционная система, Windows 7 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984214, 61984216,61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215

Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984042 Антивирусное ПО, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Лицензии № 1752161117060156960164

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы» http://lib.mospolytech.ru/lib/content/elektronnyy-katalog
- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы» http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs
- ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» (http://e.lanbook.com);
- БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт» (http://www.kodeks.ru);
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru);
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru);
- ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com);
- ЭБС «ЮРАЙТ» (www.biblio-online.ru);
- Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus» (http://www/scopus.com);
- База данных «Knovel» (http://www.knovel.com)

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Прикладная теория пластичности	https://lms.mospolytech.ru/course/view.php?id=946

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Нет

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
	Stack Overflow	https://stackoverflow.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
	БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт»	http://www.kodeks.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки»	http://e.lanbook.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	ЭБС «Университетская библиотека онлайн	www.biblioclub.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
	ЭБС «ZNANIUM.COM»	www.znanium.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
	ЭБС «ЮРАЙТ»	www.biblio-online.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
	«Библиотека. Электронные ресурсы»	http://lib.mospolytech.ru/lib/comntent/elektronnyy-katalog	Доступна в сети Интернет без ограничений

	«Библиотека. Электронно-библиотечные системы»	http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно
	База данных «Knovel»	http://www.knovel.com	Доступно
	Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus»	http://www/scopus.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами.

Специализированные аудитории кафедры «ОМДиАТ» (ав2509, ав2508) и межкафедральная лаборатория «САПР-ТП» (ав2514) оснащены компьютерным и проекционным оборудованием, современным специализированным программным обеспечением. Лаборатории кафедры «ОМДиАТ» (А-ОМД, ав2102, ав1707, ав2110) оснащены штамповочным, заготовительным, аддитивным и испытательным оборудованием, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, стендами и наглядными пособиями. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить практические занятия, а также заниматься с участием студентов исследованиями технологических свойств (штампуемость, сопротивление деформации) металлов, исследованием методов обработки давлением, опытно-конструкторскими работами, прививая обучающимся навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности и профессиональной деятельности. Данные о программном обеспечении, лабораторном оборудовании представлены в справке МТО.

В ЛМС курсе даны ссылки на электронные ресурсы и прикреплены учебно-методические материалы в электронном виде.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Прикладная теория пластичности» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к семинарам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п. 4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке к лекционным и лабораторным занятиям по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе лекции или лабораторной работе во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части лабораторного занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **лабораторных работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в

дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

1.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

1.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

1.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Прикладная теория пластичности» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности лабораторных занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и лабораторного занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается зачетом.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

7. Фонд оценочных средств

Обучение по дисциплине «Прикладная теория пластичности» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Организация работ по совершенствованию технологических процессов ковки и штамповки	ИПК 1.1 Знает: • Методы и правила планирования исследовательских и опытных работ. ИПК 1.2. Умеет: • Организовывать опытные работы для повышения качества поковок и снижения металлоемкости кузнечно-штамповочного производства. ИПК 1.3 Владеет: • Оценка возможностей повышения производительности труда, снижения затрат и повышения качества продукции путем оптимизации и совершенствования технологических процессов ковки и штамповки.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (З -Зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект вопросов для аттестации студентов
2	Рефераты (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой изложение (для ЭССЕ краткое изложение) в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы Реферата
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Прикладная теория пластичности» (выполнили эссе по предложенной тематике, подготовили презентацию и выступили с докладом на изучаемую тему.)

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Вопросы для промежуточной и итоговой аттестации по курсу «Прикладная теория пластичности»

1. Физические основы пластической деформации.
2. Типы кристаллических решеток. Монокристалл и поликристалл. Дефекты кристаллической решетки: точечные, линейные, объемные. .
3. Упрочнение. Деформация поликристалла.
4. 4.Напряжения. Напряжение на площадке. Напряженное состояние в точке.
5. Тензор напряжений. Шаровой тензор и девиатор.
6. Главные напряжения.

7. Инварианты тензора напряжений.
8. Уравнения равновесия.
9. Деформации. Деформации линейные, угловые и объемные.
10. Деформации в точке. Тензор деформаций.
11. Главные деформации.
12. Условие постоянства объема.
13. Скорости деформации.
14. Плоское деформированное состояние.
15. Условие пластичности и связь между напряжениями, деформациями и скоростями деформации.
16. Условие пластичности по Сен-Венану и Мизесу.
17. Гипотеза единой кривой. Кривые упрочнения.
18. Особенности трения при пластической деформации. Трение по Кулону – Амонтону и по Прандтлю. Роль трения при обработке давлением и технологические смазки.)
19. Пластичность. Пластичность при холодной деформации.
20. 20Зависимость пластичности от показателей напряженного состояния. Диаграмма пластичности. Методы построения диаграммы пластичности.
21. Критерии разрушения: силовые, деформационные, энергетические, комбинированные.
22. Экспериментальное получение значений для диаграммы разрушения (ПК-9)
23. Методика проверки гипотезы единой кривой
24. Экспериментальное определение связи пластичности с показателями напряженного состояния
25. Построение и методы получения коэффициентов аппроксимации кривой упрочнения

7.2. Темы рефератов курса «Прикладная теория пластичности»

1. Сопротивление методов построения диаграммы пластичности.
2. Обзор и сравнение деформационных критериев разрушения.
3. Силовые и энергетические критерии разрушения.
4. Комбинированный критерий разрушения и его экспериментальное подтверждение.
5. Исследование пластичности при сложных траекториях нагружения.
6. Особенности исследования пластичности при неоднородном напряженном состоянии.
7. Исследование пластичности при горячей изотермической деформации.
8. Сопоставление тензорных критериев разрушения
9. Исследование пластичности при знакопеременной деформации.

7.3. Тестовые вопросы для проверки знаний студентов по дисциплине «Прикладная теория пластичности»

1. Вакансией называется точечный дефект:

а) возникающий при отсутствии одного атома в узле кристаллической решетки;

б) возникающий при замене одного атома чужеродным атомом;

в) возникающий при внедрении атома покинувшего своё место, в межузельное пространство;

г) для которого вектор Бюргерса отличен от нуля;

д) возникающий при внедрении чужеродного атома в межузельное пространство.

2. Дислокацией называется:

а) точечный дефект, возникающий при внедрении атома, покинувшего своё место, в межузельное пространство.

б) точечный дефект, совершающий перемещение в кристалле;

в) место расположения точечного дефекта;

г) место расположения линейного дефекта;

д) линейный дефект, для которого вектор Бюргерса отличен от нуля;

3. Контуром Бюргерса называется:

а) контур объемного дефекта;

б) контур, проведенный вокруг ядра дислокации;

в) контур, касательный к экстраплоскости;

г) любой замкнутый контур в идеальном кристалле;

д) контур, касательный к плоскости скольжения.

4. Вектором Бюргерса называется:

а) вектор внешней силы, действующий на кристалл;

б) невязка контура Бюргерса;

в) вектор скорости, с которой движется вакансия;

г) вектор скорости, с которой движется дислокация;

д) сила взаимодействия двух дислокаций разных знаков.

5. Экстраплоскостью называется:

а) дополнительная полуплоскость, являющаяся причиной возникновения краевой дислокации;

б) плоскость, перпендикулярная линии дислокации;

в) плоскость, в которой наблюдается наибольшая плотность атомов;

г) дислокационный барьер;

д)плоскость, в которой действуют максимальные касательные напряжения.

6. Плоскостью скольжения называется:

а) дополнительная полуплоскость, являющаяся причиной возникновения краевой дислокации;

б) плоскость, перпендикулярная линии дислокации;

в) плоскость, перпендикулярная экстраплоскости и заключающая в себе линию дислокации;

г) дислокационный барьер;

д) плоскость с наибольшей плотностью атомов.

7. Краевой дислокацией называется:

а) дислокация, расположенная на краю кристалла;

б) замкнутая дислокационная петля;

в) дислокация, линия которой является отрезком прямой;

г) линейный дефект, вектор Бюргерса которого перпендикулярен линии дислокации;

д) линейный дефект, вектор Бюргерса которого параллелен линии дислокации.

8. Винтовой дислокацией называется:

а) дислокация, линия которой является винтовой линией;

б) замкнутая дислокационная петля;

в) дефект, образуемый винтовой экстраплоскостью;

г) линейный дефект, вектор Бюргерса которого перпендикулярен линии дислокации;

д) линейный дефект, вектор Бюргерса которого параллелен линии дислокации.

9. При пластической деформации плотность дефектов возрастает в результате:

а) действия источников генерации дислокаций;

б) аннигиляции дислокаций;

в) преодоления дислокациями дислокационных барьеров;

г) давление на металл;

д) переползание дислокаций.

10. Трансляцией называется:

а) преодоление дислокациями дислокационных барьеров;

б) перемещение дислокаций в плоскости скольжения;

в) перед дислокацией из одной плоскости скольжения в другую;

г) массовая миграция вакансий;

д) отталкивание друг от друга дислокаций разных знаков.

11. Переползанием дислокаций называется:

а) преодоление дислокациями дислокационных барьеров;

б) перемещение дислокаций в плоскости скольжения;

в) переход дислокаций из одной плоскости скольжения в другую;

г) массовая миграция дислокаций;

д) отталкивание друг от друга дислокаций разных знаков.

12. Двойникованием называется:

а) поворот части кристалла вокруг некоторой оси;

б) разделение дислокации на две;

в) отталкивание друг от друга дислокаций разных знаков;

г) генерация двух дислокационных петель разных знаков;

д) разделение вакансии на две части.

13. Для чистых металлов возврат начинается при ($T_{пл}$ – температура плавления по шкале Кельвиса):

а) 0,1 $T_{пл}$;

б)(0,2 ÷ 0,3) $T_{пл}$;

в) 0,4 $T_{пл}$;

г) (0,6 ÷ 0,7) $T_{пл}$;

д) 0,8 $T_{пл}$.

14. Для чистых металлов рекристаллизация начинается при ($T_{пл}$ - температура плавления по шкале Кельвиса):

а) 0,1 $T_{пл}$;

б)(0,2 ÷ 0,3) $T_{пл}$;

в) 0,4 $T_{пл}$;

г) (0,6 ÷ 0,7) $T_{пл}$;

д) 0,8 $T_{пл}$.

15. Диаграммой рекристаллизации называется:

а) зависимость числа рекристаллизированных зерен от температуры отжига;

б) зависимость размеров рекристаллизированных зерен от предварительной деформации и температуры отжига;

в) зависимость числа рекристаллизированных зерен от предварительной деформации и температуры отжига;

г) зависимость отношения длины рекристаллизированного зерна к его ширине от температуры отжига;

д) зависимость размеров рекристаллизированных зерен от времени отжига.

16. Динамической рекристаллизацией называется рекристаллизация:
а) в результате воздействия на металл ударной нагрузки;
б) приводящая к появлению двойников;
в) от действия остаточных напряжений;
г) протекающая после штамповки при остывании поковок;
д) протекающая одновременно с деформацией.

17. Текстурой называется:
а) структура, видимая невооруженном глазом;
б) структура, видимая только под микроскопом;
в) следы течения неметаллических включений в металле;

г) полосчатая микроструктура, образующая при значительной монотонной холодной деформации;

д) полосчатая микроструктура, образующая при значительной горячей деформации.

18. Волокнистой структурой называется:
а) структура, видимая невооруженном глазом;
б) структура, видимая только под микроскопом;
в) следы течения неметаллических включений в металле;

г) полосчатая микроструктура, образующая при значительной монотонной холодной деформации;

д) полосчатая микроструктура, образующая при значительной горячей деформации.

19. Истинная деформация при равномерном растяжении вычисляется по формуле (ℓ_0-ℓ_k - начальная и конечная длина образца):

а) $\varepsilon = \ell_k - \ell_0$;

б) $\varepsilon = \frac{\ell_k - \ell_0}{\ell_0}$;

в) $\varepsilon = \frac{\ell_k}{\ell_0}$;

г) $\varepsilon = \ell n \frac{\ell_k}{\ell_0}$;

д) $\varepsilon = \ell n \frac{\ell_k - \ell_0}{\ell_0}$.

20. Кривые упрочнения строят в координатах:
а) истинная деформация – истинное напряжение;
б) истинная деформация – условное напряжение;
в) абсолютная деформация – абсолютное напряжение;

г) относительная деформация – предел текучести;

д) условная деформация – истинное напряжение.

21. Потерей пластической устойчивости называется:

а) продольный изгиб образца;

б) разрыв образца;

в) начало образования шейки;

г) начало пластического течения;

д) появление первой трещины.

22. Шейка на образце при растяжении появляется в момент, когда ($\sigma -$ напряжение, $\varepsilon -$ деформация растяжения):

а) $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = 0$;

б) $\sigma = \sigma_{\max}$;

в) $\varepsilon = \varepsilon_{\max}$;

г) $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} \to \infty$;

д) $\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \sigma$.

23. Областью критических деформаций называется область при деформировании которой:

а) напряжения в заготовке достигают значений, приводящих к разрушению металла;

б) контактные напряжения достигают значений, приводящих к разрушению инструмента;

в) деформации достигают значений, приводящих к разрушению металла заготовки;

г) деформации достигают значений, приводящих к потере пластической устойчивости;

д) деформации достигают значений, приводящих к укрупнению зерна.

24. Даны компоненты тензора напряжений $\sigma_{ij}\,(i, j = 1,2,3)$. Это означает, что:

а) хотя бы одно из приведённых чисел достигает предела текучести;

б) ни одно из приведенных чисел не равно нулю;

в) сумма трёх нормальных компонент равна нулю;

г) $\sigma_{ij} \neq \sigma_{ji}$;

д) компоненты σ_{ij} изменяются вполне определённым образом при преобразовании координат.

25. Условие парности касательных напряжений имеет вид:

а) $\sigma_{11}\sigma_{22} = \sigma_{22}\sigma_{33} = \sigma_{33}\sigma_{11}$;

б) $\sigma_{12} = \sigma_{21};\ \sigma_{23} = \sigma_{32};\ \sigma_{31} = \sigma_{13}$.

в) $\sigma_{12}^2 = \sigma_{23}^2 = \sigma_{31}^2$;

г) $\sigma_{12}\sigma_{23} = \sigma_{23}\sigma_{31} = \sigma_{31}\sigma_{12}$;

д) $\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 + \sigma_{33}^2 = 1$.

26. Условие постоянства объема:

а) $\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33} = 0$;

б) $\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33} = 1$;

в) $\varepsilon_{11}\varepsilon_{22}\varepsilon_{33} = 0$;

г) $\varepsilon_{11}\varepsilon_{22}\varepsilon_{33} = 1$;

д) $\varepsilon_{11}\varepsilon_{22} + \varepsilon_{22}\varepsilon_{33} + \varepsilon_{33}\varepsilon_{11} = 0$.

27. Уравнения равновесия (без учета массовых сил ℓ_i, ℓ_j - направляющие косинусы):

а) $\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33} = 0$;

б) $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$;

в) $\dfrac{\partial \sigma_{ij}}{\partial \chi_j} = 0$;

г) $\sigma_{ij}\ell_j = 0$;

д) $\sigma_{ij}\ell_i\ell_j$.

28. Угол между максимальными касательными напряжениями и главными осями составляет:

а) 0^0;

б) 30^0;

в) 45^0;

г) 60^0;

д) 90^0.

29. Соотношения Коши устанавливают связь между:

а) напряжениями в двух системах координатных осей;

б) напряжениями и деформациями;

в) напряжениями и скоростями деформаций;

г) полем скоростей и полем скоростей деформаций;

д) полем скоростей деформаций и полем деформаций.

30. Знак компоненты напряжения, действующей на координатной площадке, определяется:

а) направлением силы, действующей на площадку;

б) направлением перемещения площадки;

в) направлением данной компоненты напряжения;

г) произведением направления действия напряжения и перемещения;

д) произведением знаков направления и адреса.

31. Гидростатическим давлением называется:

а) наибольшее нормальное напряжение;

б) разность между наибольшим и наименьшим нормальным напряжением;

в) первый инвариант напряженного состояния;

г) среднее нормальное напряжение, взятое с обратным знаком;

д) девиатор напряженного состояния.

32. Согласно теории течения:

а) металла течет в направлении наименьшего сопротивления;

б) упругая деформация пренебрежимо мала по сравнению с пластической;

в) тензоры напряжений и деформаций подобны;

г) девиаторы напряжений и скоростей деформации подобны;

д) течение металла происходит в направлении действия наибольших напряжений.

33. Согласно гипотезе пластичности Сен-Венана (σ_i - интенсивность напряжений; $\tau_{\max}$ - максимальное касательное напряжение):

а) $\sigma_i = \sigma_1$;

б) $\sigma_i = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$;

в) $\sigma_i = \sigma_s$;

г) $\tau_i = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$;

д) $\tau_{\max} = \tau_s$.

34. Согласно гипотезе пластичности Мизеса (σ_i -интенсивность напряжений; $\tau_{\max}$ - максимальное касательное напряжение):

а) $\sigma_i = \sigma_1$;

б) $\sigma_i = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$;

в) $\sigma_i = \sigma_s$;

г) $\tau_i = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$;

д) $\tau_{\max} = \tau_s$.

35. Гипотеза единой кривой заключается в том, что:

а) кривая упрочнения, построенная в координатах «накопленная деформация – интенсивность напряжений», не зависит от вида напряженно-деформированного состояния;

б) положение точки в пространстве деформаций, характеризующей деформированное состояние, не зависит от вида кривой, пройденной точкой;

в) положение точки в пространстве деформаций не зависит от длины отрезка, соединяющего точку с началом координат;

г) диаграмма пластичности – одна и та же для любого металла.

д) путь, пройденный точкой в пространстве деформаций – один и тот же для любого металла.

36. Мощность, развиваемая при пластической деформации в условиях неоднородного напряженно-деформированного состояния может быть найдена по формуле (V – объем очага деформации):

а) N = PU (P и U - сила и скорость деформирования);

б) N = $\sigma_{max} U_{max}$;

в) N = $\sigma_i \varepsilon_i$;

г) N = $\iiint_V \sigma_i \varepsilon_i dV$;

д) N = $\iiint_V \sigma_i \dot{\varepsilon}_i \, dV$;

37. Кинематически допустимым полем скоростей называется поле, удовлетворяющее:

а) уравнениям равновесия;

б) соотношениям Коши;

в) условию постоянства объема и граничным условиям;

г) условию пластичности Сен-Венана;

д) условию пластичности Мизеса.

38. Действительным полем скоростей называется такое кинематически допустимое поле, которое удовлетворяет:

а) соотношениям Коши;

б) соотношениям теории течения;

в) условию минимума полной мощности деформации;

г) условию пластичности Сен-Венана;

д) условию пластичности Мизеса.

39. При использовании «инженерного» метода условие пластичности записывается приближенно, т.е.:

а) условие, записанное в главных осях, распространяется на произвольные оси;

б) вместо условия Мизеса записывается условие Сен-Венана;

в) не учитывается упрочнение металла;

г) условие пластичности записывается только для плоской задачи;

д) осесимметричная задача сводится к плоской.

40. Варьируемыми параметрами называются:

а) сила, работа и мощность деформации;

б) коэффициенты контактного и внутреннего трения;

в) коэффициенты полиполя при решении вариационной задачи методом Ритца;

г) температурные и скоростные условия деформации;

д) геометрические параметры поковки.

41. Накопленной деформацией называется:

а) деформация к концу процесса;

б) деформация к моменту разрушения;

в) интеграл по времени от интенсивности скоростей деформации;

г) максимальная главная деформация;

д) разность между максимальной и минимальной линейными деформациями.

42. Шаровой тензор деформаций равен:

а) $\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}{2}$;

б) нулю;

в) $\frac{\delta_1 + \varepsilon_3}{2}$;

г) девиатору деформаций;

д) тензору деформаций.

43. Контактные касательные напряжения τ_k по Кулону-Амонтону (σ_m - нормальное напряжение; $\sigma_{ср}$ - среднее нормальное напряжение; $\sigma_ш$ - интенсивность напряжений);

а) $\tau_k = \mu\sigma_n$;

б) $\tau_k = \mu\sigma_{ср}$;

в) $\tau_k = \mu\sigma_1$;

г) $\tau_k = \mu\sigma_i$;

д) $\tau_k = \mu\sigma_s$;

44. Контактные касательные напряжения по Прандтлю:

а) $\tau_k = \mu\sigma_n$;

б) $\tau_k = \mu\sigma_{ср}$;

в) $\tau_k = \mu\sigma_1$;

г) $\tau_k = \mu\sigma_{11}$;

д) $\tau_k = \mu\sigma_s$;

45. При решении задачи об осадке цилиндрической заготовки с учетом контактного трения инженерным методом исходными уравнениями являются:

а) соотношения Коши и условие пластичности;

б) уравнения равновесия и условие пластичности;

в) соотношения Леви-Мизеса и условие пластичности;

г) уравнения Бюргерса и условие пластичности;

д) аппроксимация кривой упрочнения и условие пластичности.

46. При анализе процесса осадки методом баланса мощности исходными данными являются:
а) соотношения Коши и условие пластичности;
б) кинематическое допустимое поле скоростей;
в) уравнения равновесия и условие пластичности;
г) соотношения Леви-Мизеса и условие пластичности;
д) закон Кулона-Амонтона и условие пластичности.

47. На нейтральном слое при гибке между радиальными напряжениями в зоне растяжения $\sigma_{\rho 1}$ и в зоне снятия $\sigma_{\rho 2}$ существует следующее соотношение:

а) $\sigma_{\rho 1} = \sigma_{\rho 2} = 0$;

б) $\sigma_{\rho 1} = \sigma_{\rho 2} = \sigma_{\rho \max}$;

в) $\sigma_{\rho 1} = \sigma_{\rho 2} = \sigma_s$;

г) $\sigma_{\rho 1} - \sigma_{\rho 2} = \sigma_s$;

д) $\sqrt{\sigma_{\rho 1}\sigma_{\rho 2}} = \sigma_s$

48. Во фланце листовой заготовки при вытяжке между радиальными σ_ρ и патенциальными σ_φ напряжениями существуют следующие соотношения:

а) $\sigma_\rho = \sigma_\varphi = 0$;

б) $\sigma_\rho = \sigma_\varphi = \sigma_s$;

в) $\sigma_\rho - \sigma_\varphi = \sigma_s$;

г) $\sigma_\varphi - \sigma_\rho = \sigma_s$;

д) $\sqrt{\sigma_\rho \sigma_\varphi} = \sigma_s$.

49. При анализе процесса выдавливания цилиндрического стержня через коническую матрицу методом баланса мощности целесообразно применить координаты:
а) декартовы;
б) цилиндрические;
в) конические;
г) сферические;
д) торондальные;

50. Неполная горячая деформация характеризуется следующими процессами:
а) отдых протекает, возврат – нет;
б) возврат протекает, отдых – нет;
в) возврат протекает, рекристаллизация – нет;
г) возврат протекает, рекристаллизация – частично;
д) рекристаллизация протекает, возврат – частично.

51. Пластичностью называется:
а) способность металла течь под нагрузкой;
б) пластическая деформация при интенсивности напряжений меньше предела текучести;

в) конечная деформация к моменту начала разрушения;
г) накопленная деформация к моменту начала разрушения;
д) накопленная деформация к концу процесса разрушения.

52. Годографом называется:
а) план скоростей;
б) поле скоростей;
в) прибор для регистрации хода;
г) схематическое изображение очага деформации;
д) силовой многоугольник.

53. Коэффициентом напряженного состояния называется:
а) корень кубичный из третьего инварианта;
б) отношение максимального касательного напряжения к интенсивности напряжений;
в) отношение максимального нормального напряжения к интенсивности напряжений;
г) отношение второго инварианта к интенсивности напряжений;
д)отношение среднего нормального напряжения к интенсивности напряжений.

54. Диаграммой пластичности называется:
а) зависимость пластичности от накопленной деформации;
б) зависимость пластичности от показателя напряженного состояния;
в) зависимость пластичности от сопротивления деформации;
г) зависимость размера зерна от накопленной деформации;
д) зависимость сопротивления деформации от размера зерна.

55. Степенью использования запаса пластичности по Колмогорову называется:
а)отношение среднего нормального напряжения к интенсивности деформаций;
б) отношение накопленной деформации к конечной деформации;
в) интеграл по накопленной деформации от отношения приращения деформации к ординате на диаграмме пластичности при текущем значении показателя напряженного состояния;
г) интеграл по времени от скорости деформации;
д) интеграл по накопленной деформации от показателя напряженного состояния.

56. При холодной деформации пластичность зависит от показателя напряженного состояния и:
а) модуля упрочнения;
б) модуля упругости;
в) интенсивности напряжений;
г) показателя Лодэ-Надан;
д) показателя Леви-Мизаса.

57. При горячей деформации пластичность не зависит от:
а) температуры;
б) скорости деформации;
в) шарового тензора деформации;
г) структуры;
д) пути нагружения.

58. При холодной деформации пластичность не зависит от:
а) показателя напряженного состояния;
б) скорости деформации;
в) показателя Лодэ-Надан;
г) структуры металла;

д) марки материала.

59. Эффектом Баушингера называется:

а) снижение напряжения течения при перемене знака деформации;

б) упрочнение при повторном нагружении;

в) уменьшение пластичности при повторном нагружении;

г) увеличение напряжения при перемене знака деформации;

д) разогрев металла при пластической деформации.

60. При простом нагружении тепловой эффект деформации определяют по формуле (c – удельная теплоемкость; γ - плотность).

а) $\Delta T = \frac{\tau_{\max} \varepsilon_i c}{\gamma}$;

б) $\Delta T = \frac{\sigma_i \varepsilon_i}{c\gamma}$;

в) $\Delta T = \sigma_i \varepsilon_i c \gamma$;

г) $\Delta T = \frac{\sigma_i \varepsilon_i \tau_{\max} \gamma}{c}$;

д) $\Delta T = \frac{\sigma_i \sqrt{\varepsilon_i} c}{\gamma}$.