Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.06.2025 11:59:52
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 факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
« 27 » февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механические и физические свойства металлов

Направление подготовки
22.03.02. «Металлургия

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная, заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик:
Ст. преподаватель кафедры металлургии  Козырева О.Е.

Согласовано:
Заведующий кафедрой металлургии  Шульгин А.В.

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....5
3. Структура и содержание дисциплины....5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....5
3.2. Тематический план изучения дисциплины....6
3.3. Содержание дисциплины....8
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....8
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....10
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....10
4.2. Основная литература....10
4.3. Дополнительная литература....10
4.4. Электронные образовательные ресурсы....10
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....10
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....11
5. Материально-техническое обеспечение....11
6. Методические рекомендации....11
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....12
7. Фонд оценочных средств....12
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....12
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....13
7.3. Оценочные средства....14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью учебной дисциплины «Механические и физические свойства металлов» является формирование знаний о механических свойствах металлических материалов и испытаниях, проводимых для их определения.

Задачи:

- приобретение теоретических знаний об основных процессах, происходящих в структуре металлических материалов при их эксплуатации;
- экспериментальное и практическое изучение физических и механических свойств металлических материалов, а также методов их определения;
- формирование представления о наиболее важных технологических и конструкторских характеристиках мет металлических материалов;
- начальное освоение техники работы с нормативно – технической документацией.

Планируемые результаты обучения: формирование знаний об основных процессах, происходящих внутри тела при возникновении упругой и пластической деформации; приобретение практических навыков определения основных механических свойств, в соответствии с требуемой инженерной задачей; формирование навыков и знаний в области механики разрушения; формирование первичных навыков в области работы с нормативно – технической документацией.

Обучение по дисциплине «Механические и физические свойства металлов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты	ИПК-1.1 – Знает методы исследований, проведения, обработки и анализа результатов испытаний и измерений. Критерии выбора методов и методик исследований ИПК-1.2 Умеет проводить испытания, измерения и обработку результатов. Регистрировать показания приборов. Проводит расчёты и критически анализирует результаты, делает выводы ИПК-1.3 Владеет выбором испытательного и измерительного оборудования, необходимого для проведения исследований. Выполняет оценки и обработки результатов исследования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части дисциплин блока Б1.2.13 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Механические свойства металлов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- физика;

- материаловедение;
- математический анализ;
- механика деформируемого тела.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1.Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**36**	7
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	7
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	18	7
2	**Самостоятельная работа**	**72**	7
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**108**	7

3.1.2.Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**18**	7
	В том числе:		
1.1	Лекции	10	7
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	8	7
2	**Самостоятельная работа**	**90**	7
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**108**	7

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1.Очно-заочная форма обучения

п/п	Разделы/темы Дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Напряжения и деформация**		**4**				**8**
1.1	Тема 1. Напряжения и деформация. Классификация механических испытаний		2				4
1.2	Тема 2. Упругая и пластическая деформации		2				4
2	**Раздел 2. Разрушение металлов**		**4**	**4**			**32**
2.1	Тема 3. Разрушение металлических материалов		4	4			32
3	**Раздел 3. Статические испытания**		**6**	**10**			**28**
3.1	Тема 4. Механические свойства металлов. Испытание на растяжение		2	2			4
3.2	Тема 5 Испытание на сжатие, испытание на изгиб, испытание на вязкость разрушения		2	4			12
3.3	Тема 6. Определение твердости металлических материалов		2	4			12
4	**Раздел 4. Динамические испытания. Испытания на ползучесть и длительную прочность. Усталостные и циклические испытания**		**4**	**4**			**8**
4.1	Тема 7. Динамические испытания на ударный изгиб		2	2			4
4.2	Тема 8. Испытания на ползучесть и длительную прочность. Усталостные и циклические испытания		2	2			4
	Итого	**108**	**18**	**18**			**72**

3.2.2. Заочная форма обучения

п/п	Разделы/темы Дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1 1	**Раздел 1. Напряжения и деформация**		**2**				**20**
1.1	Тема 1. Напряжения и деформация. Классификация механических испытаний		1				10
1.2	Тема 2. Упругая и пластическая деформации		1				10
2 2	**Раздел 2. Разрушение металлов**		**2**	**2**			**8**
2.1	Тема 3. Разрушение металлических материалов		2	2			8
3	**Раздел 3. Статические испытания**		**3**				**36**
3.1	Тема 4. Механические свойства металлов. Испытание на растяжение		1				16
3.2	Тема 5 Испытание на сжатие, испытание на изгиб, испытание на вязкость разрушения		1				10
3.3	Тема 6. Определение твердости металлических материалов		1				10
4	**Раздел 4. Динамические испытания. Испытания на ползучесть и длительную прочность. Усталостные и циклические испытания**		**3**				**26**
4.1	Тема 7. Динамические испытания на ударный изгиб		1				10
4.2	Тема 8. Испытания на ползучесть и длительную прочность. Усталостные и циклические испытания		2				16
	Итого	**108**	**10**	**8**			**90**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Напряжения и деформация. Классификация механических испытаний: напряжения, тензор напряжений; деформация, тензор деформаций; классификация механических испытаний; условия подобия механических испытаний. _____

Тема 2. Упругая и пластическая деформации: деформация упругая и пластическая; скольжение и двойникование.

Тема 3. Разрушение металлических материалов: стадии разрушения металлических материалов; этапы развития трещины; разрушение хрупкое и вязкое; механизмы зарождения трещины.

Тема 4. Механические свойства металлов. Испытание на растяжение: классификация механических испытаний; методика испытания на растяжение, определение временного сопротивления, условного предела текучести, относительного удлинения и сужения.

Тема 5 Испытание на сжатие, испытание на изгиб, испытание на вязкость разрушения: методика проведения испытания на сжатие; методика проведения испытания на изгиб с определением изгибающего момента; методика определения вязкости разрушения.

Тема 6. Определение твердости металлических материалов: метод определения твердости по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу; методика определения микротвердости.

Тема 7. Динамические испытания на ударный изгиб: определение ударной вязкости и порога хладноломкости.

Тема 8. Испытания на ползучесть и длительную прочность. Усталостные и циклические испытания: высокотемпературные испытания; испытания при повышенных температурах; испытания на ползучесть; испытания на длительную прочность; усталостное разрушение металлических материалов; методика проведения усталостных и циклических испытаний.

3.4Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Практическая работа № 1. Фрактографический анализ хрупкого и вязкого поверхности хрупкого и вязкого излома (2 часа).

Практическая работа № 2. Фрактографический анализ поверхности усталостного излома (2 часа).

Практическая работа № 3. Методика проведения испытания на растяжение (2 часа).

Практическая работа № 4. Методика проведения испытаний на сжатие и изгиб (2 часа).

Практическая работа № 5. Методика проведения испытаний на ударный изгиб

Практическая работа № 6. Методика проведения испытаний на малоцикловую усталость.

3.4.2.Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

7.3 **Тематика курсовых проектов (курсовых работ)**

Учебным планом не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 1497 – 84 «МЕТАЛЛЫ. Методы испытаний на растяжение.»
ГОСТ 25.503 – 97 «Расчеты к испытаниям на прочность. Методы механических испытаний металлов. Метод испытания на сжатие.»
ГОСТ 9012-59 «Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю»
ГОСТ 2999-75 «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу»
ГОСТ 9013-59 «Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу»
ГОСТ 9454 – 78 «Металлы. Метод испытания на ударный изгиб»

4.2 Основная литература

1. В.С. Золоторевский « Механические свойства металлов» - 2003.
2. Верещагин И. К., Кокин С. М., Никитенко С. М. Физика твѐрдого тела. — Высшая школа, 2001.

4.3 Дополнительная литература

1. Новые материалы / под ред. Ю.С. Карабасова – М.: МИСИС, 2002 – 736 с.
2. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение. – М.: МИСиС. – 2003

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Механические и физические свойства металлов
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=4778

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО «НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль, онлайн тестирования);
- промежуточная аттестация (экзамен).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, 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.
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие

Удовлетвори-тельно	следующих знаний: основных способов ОМД, теории процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетво-рительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, предусмотренных при изучении дисциплины, 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

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

- чтение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;
- бланковое и компьютерное тестирование;
- рефераты, доклады на СНК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения

образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Способностью выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Дать определению понятию «механические свойства».
2. Напряжения. Тензор напряжений
3. Деформация. Тензор деформаций
4. Схемы напряженного и деформированного состояния при механических испытаниях различных видов
5. Классификация механических испытаний.
6. Условия подобия механических испытаний
7. Что такое упругая деформация?
8. Вторая формулировка закона Гука.
9. Физический смысл модуля упругости.
10. Что такое пластическая деформация?
11. Основной атомный механизм движения дислокаций.
12. Два основных вида макропластической деформации.
13. Как происходит пластическая деформация металлов путем скольжения?
14. Как происходит пластическая деформация металлов путем двойникования?
15. Три стадии пластической деформации.
16. Что такое текстура деформации?
17. Что такое анизотропия механических и физических свойств?
18. В чем заключается явление наклепа металла
19. Почему при повышении плотности дефектов кристаллического строения повышается сопротивление металла деформации?
20. Условия для возникновения деформации путем двойникования.
21. Процесс разрушения – это
22. Перечислите виды разрушения.
23. Стадии процесса разрушения.
24. Механизм зарождения трещин.
25. Чем различаются хрупкое и вязкое разрушения?

26. Какова скорость распространения трещины при хрупком и вязком разрушении?
27. Виды разрушения с точки зрения микроструктуры.
28. Перечислите виды изломов, образующихся при разрушении.
29. Явление хладноломкости – это.
30. Какие напряжения могут вызвать разрушения?
31. Стадии развития трещины. Какие стадии относятся к докритическим, а какие к закритическим?
32. Перечислите два и более механизма развития трещины.
33. Перечислите три группы критериев, применяемых при оценке механических свойств металлических материалов.
34. Что такое статические испытания? Основные их разновидности.
35. Методика проведения испытания на одноосное растяжение.
36. Дайте определение следующим механическим характеристикам: σпц, σ0,05, σ0,2. Каково их техническое значение?
37. Методика проведения испытания на сжатие.
38. Методика проведения испытания на изгиб.
39. Методика проведения испытания на вязкость разрушения.
40. Методы определения твердости.
41. Определение микротвердости.
42. Испытание на ударный изгиб.
43. Испытания на ползучесть.
44. Испытания на длительную прочность.
45. Усталостные и циклические испытания
46. Дайте определение следующей механической характеристики : σв.
47. Какие пластические характеристики определяют при испытании на одноосное растяжение при комнатной температуре? Приведите их определения