ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Винник Д. А.
Пользователь: vinnikda
Дата подписания: 16.05.2023

Д. А. Винник

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.01 Физика пластической деформации
для направления 22.04.02 Металлургия
уровень Магистратура
магистерская программа Металловедение и термическая обработка металлов
форма обучения заочная
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Винник Д. А.
Пользователь: vinnikda
Дата подписания: 16.05.2023

Д. А. Винник

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., доц., профессор

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Рущиц С. В.
Пользователь: rushchitcsv
Дата подписания: 16.05.2023

С. В. Рущиц

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Формирование у студентов современных представлений о физических процессах, протекающих при пластической деформации материалов, о закономерностях эволюции структуры и механических свойств в ходе пластической деформации, о методах исследования, анализа и моделирования деформационного поведения материалов, необходимых для проведения комплексных исследований и прогнозирования свойств материалов.

Краткое содержание дисциплины

Механизмы пластической деформации и основы теории дислокаций. Механизмы упрочнения материалов. Экспериментальные методы моделирования пластической деформации. Холодная и теплая пластическая деформация. Горячая деформация. Ползучесть и сверхпластичность.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен разрабатывать методики испытания и исследования изделий, изготовленных в сложных процессах термического производства	Знает: основы теории дислокаций, механизмы упрочнения, физические основы холодной и горячей деформации, ползучести, сверхпластичности Имеет практический опыт: анализировать механическое поведение материала с точки зрения дислокационных механизмов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Статистические методы контроля качества продукции, Химико-термическая обработка, Методы поверхностного упрочнения, Организация и методы контроля качества термической обработки, Производственная практика (преддипломная) (5 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (5 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр), Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (2 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (3 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 26,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		1
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	16	16
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	117,5	117,5
Подготовка к занятиям	50	50
Выполнение заданий для самостоятельной работы	50	50
Подготовка к экзамену	17,5	17.5
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Механизмы пластической деформации и основы теории дислокаций	4	2	2	0
2	Механизмы упрочнения	4	2	2	0
3	Холодная и горячая деформация	4	2	2	0
4	Ползучесть и сверхпластичность	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в курс. Цели и задачи курса. Сдвиговый механизм пластической деформации. Системы скольжения. Критические напряжения сдвига. Ориентационный фактор. Теоретическая сдвиговая прочность бездефектных кристаллов. Краевые и винтовые дислокации. Сопротивление движению дислокаций со стороны кристаллической решетки. Консервативное и неконсервативное движения дислокаций. Сила, действующая на дислокацию	2

		со стороны внешних касательных напряжений. Напряжения вокруг дислокаций. Энергия дислокации. Сила натяжения дислокационной линии. Размножение дислокаций. Плоские скопления дислокаций. Упругое взаимодействие дислокаций. Малоугловые границы. Пересечение дислокаций. Расщепление дислокаций. Плотность дислокаций. Деформация, обусловленная скольжением дислокаций. Механическое двойникование. Резюме по разделу 1.	
2	2	Дислокационное упрочнение. Твердорастворное упрочнение. Дисперсионное упрочнение. Зернограничное упрочнение. Результирующее критическое напряжение сдвига. Термически активируемое и атермическое движение дислокаций. Температурная и скоростная зависимость предела текучести.	2
3	3	Определение холодной и теплой деформации. Диаграммы деформации монокристаллов. Стадии упрочнения. Диаграммы деформации поликристаллов. Зависимость вида диаграмм деформации от температуры. Простейшая дислокационная модель пластической деформации Тейлора. Дислокационные модели пластической деформации, учитывающие явление динамического возврата. Неустойчивость пластического течения. Пути повышения однородного удлинения. TRIP и TWIP эффекты. Знакопеременная деформация. Эффект Баушингера. Особенности горячей деформации. Механизм динамического возврата в условиях горячей деформации. Параметр Зинера-Холломона. Динамическая рекристаллизация. Дислокационные модели горячей деформации, учитывающие динамический возврат и динамическую рекристаллизацию. Процессы в междеформационных паузах горячей деформации. Статическая и метадинамическая рекристаллизация. Контролируемая прокатка с ускоренным охлаждением. Рекристаллизационная контролируемая прокатка.	2
4	4	Механизмы высокотемпературной ползучести. Пути повышения жаропрочности. Явление сверхпластичности.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Определение систем скольжения в ГЦК, ОЦК и ГПУ металлах. Расчет ориентационных факторов Шмидта для монокристаллов разной ориентировки. Расчет напряжений Пайерлса. Расчет напряжений для начала работы источника Франка-Рида. Расчет напряжений в голове плоского скопления. Анализ упругого взаимодействия дислокаций. Примеры дислокационных реакций и пересечения дислокаций. Расщепление дислокаций и дефекты упаковки в ГЦК кристаллах. Расчет ширины расщепленных дислокаций по заданной энергии дефектов упаковки. Двойникующие дислокации. Методы оценки плотности дислокаций.	2
2	2	Расчет вкладов разных механизмов упрочнения в предел текучести сталей и сплавов.	2
3	3	Расчет диаграмм растяжения в инженерных координатах в диаграммы "истинное напряжение - истинная деформация". Расчет скорости деформационного упрочнения по заданным кривым деформации. Нахождение показателя деформационного упрочнения в эмпирическом выражении Холломона. Примеры проявления эффекта Баушингера. Анализ литературных данных по контролируемой прокатке трубных сталей.	2
4	4	Анализ кривых ползучести. Определение механизма ползучести из анализа экспериментальных данных. Характеристики жаропрочности. Анализ литературных данных по современным жаропрочным сплавам	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к занятиям	Основная, дополнительная и методическая литература (см. раздел "Информационное обеспечение")	1	50
Выполнение заданий для самостоятельной работы	Основная, дополнительная и методическая литература (см. раздел "Информационное обеспечени	1	50
Подготовка к экзамену	Основная, дополнительная и методическая литература (см. раздел "Информационное обеспечение")	1	17,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	1	Текущий контроль	Контрольная работа по разделу 1	1	6	Контрольная работа содержит три вопроса (задания). Максимальный балл за каждый вопрос (задание) составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес контрольной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.	экзамен
2	1	Текущий контроль	Контрольная работа №2	1	6	Контрольная работа содержит три вопроса (задания). Максимальный балл	экзамен

						за каждый вопрос (задание) составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес контрольной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.	
3	1	Текущий контроль	Контрольная работа №3	1	6	Контрольная работа содержит три вопроса (задания). Максимальный балл за каждый вопрос (задание) составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес контрольной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.	экзамен
4	1	Текущий контроль	Контрольная работа №4	1	6	Контрольная работа содержит три вопроса (задания). Максимальный балл за каждый вопрос (задание) составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес контрольной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.	экзамен
5	1	Текущий контроль	Самостоятельная работа по разделу 1	1	6	Самостоятельная работа содержит 3 задания. Максимальный балл за каждое задание составляет 2 балла. За правильный и полный ответ	экзамен

						начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес самостоятельной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.	
6	1	Текущий контроль	Самостоятельная работа по разделу 2	1	6	Самостоятельная работа содержит 3 задания. Максимальный балл за каждое задание составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес самостоятельной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.	экзамен
7	1	Текущий контроль	Самостоятельная работа по разделу 3	1	6	Самостоятельная работа содержит 3 задания. Максимальный балл за каждое задание составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес самостоятельной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.	экзамен
8	1	Текущий контроль	Самостоятельная работа по разделу 4	1	6	Самостоятельная работа содержит 3 задания. Максимальный балл за каждое задание составляет 2 балла. За	экзамен

						правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов. Исходя из количества набранных баллов рассчитывается рейтинг обучающегося по контрольному мероприятию согласно Положению о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности, утвержденному приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Вес самостоятельной работы в расчете рейтинга по текущему контролю равен 1.	
9	1	Проме-жуточная аттестация	экзамен	-	6	Экзаменационные билеты содержат по 3 вопроса (задания). Максимальный балл за каждый вопрос (задание) составляет 2 балла. За правильный и полный ответ начисляется 2 балла; за ответ, содержащий неточности - 1 балл; при отсутствии ответа или за ответ с грубыми ошибками - 0 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающегося по дисциплине на основе его рейтинга по мероприятиям текущего контроля. Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности, утвержденная приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022. Для улучшения своего рейтинга обучающийся вправе пройти контрольное мероприятие в рамках экзамена. В этом случае рейтинг по дисциплине рассчитывается как сумма рейтинга по текущему контролю (с коэффициентом 0,6) и рейтинга обучающегося по экзамену (с коэффициентом 0,4). Экзамен проводится письменно. Билет включает 3 вопроса. Для подготовки ответов отводится 45 минут. Рейтинг обучающегося по экзамену рассчитывается как процентное отношение суммы начисленных баллов за каждый вопрос (задание) к максимально возможному баллу.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-2	Знает: основы теории дислокаций, механизмы упрочнения, физические основы холодной и горячей деформации, ползучести, сверхпластичности	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: анализировать механическое поведение	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	материала с точки зрения дислокационных механизмов	

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Мирзаев, Д. А. Физические основы прочности Ч. 1 Учеб. пособие Д. А. Мирзаев; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 141,[1] с. ил.
2. Мирзаев, Д. А. Физические основы прочности Ч. 2 Учеб. пособие Д. А. Мирзаев, К. Ю. Окишев; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 131, [1] с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Пластическая деформация металлов и сплавов [Текст] сб. ст. под науч. ред. П. И. Полухина; Моск. ин-т стали и сплавов. - М.: Металлургия, 1977. - 127 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Физика металлов и металловедение науч.-техн. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние общ. физики и астрономии, Урал. отд-ние РАН журнал. - Екатеринбург, 1955-
2. Деформация и разрушение материалов науч.-техн. и произв. журн. Изд. ООО "Наука и технологии" журнал. - М., 2006 -

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Физика прочности и механические испытания металлов : курс лекций / Ю.Н. Симонов, М.Ю. Симонов. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – 199 с.
2. Конспект лекций по курсу "Физика деформации материалов"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Физика прочности и механические испытания металлов : курс лекций / Ю.Н. Симонов, М.Ю. Симонов. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – 199 с.
2. Конспект лекций по курсу "Физика деформации материалов"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная	Электронно-	Николаева Е. А.check_circle_outline Сдвиговые механизмы

	литература	библиотечная система издательства Лань	пластической деформации монокристаллов: Учебное пособие Пермский национальный исследовательский политехнический университет https://e.lanbook.com/
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Мирзаев, Д. А. Основы теории дефектов, прочности и пластичности кристаллов [Текст] учеб. пособие по направлениям "Физика", "Приклад. механика", "Металлургия" и "Материаловедение" Д. А. Мирзаев, К. Ю. Окишев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физ. металловедение и физика твердого тела https://lib.susu.ru/

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (https://edu.susu.ru)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	302 (1)	Компьютер, медиапроектор, экран
Практические занятия и семинары	302 (1)	Компьютер, медиапроектор, экран