

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д.Асенчик

(подпись)

_____ 07.07. 2020

(дата утверждения)

Регистрационный № УД – 31 – 39 /уч.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

2020

Учебная программа составлена на основе: образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 07 02-2019, учебных планов первой ступени высшего образования по специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»: I 36-1-04/уч. от 06.02.2019 г. и I 36-1-15/уч. от 06.02.2019 г.

СОСТАВИТЕЛЬ

А.А. Бойко, профессор кафедры «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», доктор технических наук, доцент;

РЕЦЕНЗЕНТ:

Д.Л.Коваленко, декан факультета физики и информационных технологий УО «Гомельский государственный университет имени Ф.Скорины», кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 6 от 27.04.2020);

Научно-методическим советом механико-технологического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 06.05.2020);

УД 069 – 4/уч

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 25.06.2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методы исследования материалов и изделий – учебная дисциплина предметом изучения которой является система знаний о научных подходах определения элементного и фазового состава и структуры материалов, методах расчета параметров различных кристаллических и поликристаллических систем, описания их структуры, а также современных приборах и оборудовании взаимосвязи химического состава и строения материалов с их свойствами, способах направленного регулирования структуры и свойств материалов, методиках выбора материалов для конкретных деталей и условий их эксплуатации.

Методы исследования материалов и изделий является одним из базовых курсов для последующего обучения по специальным дисциплинам.

Для усвоения курса необходимо знание: курса общей химии (строение вещества, растворы, периодическая система элементов, окислительно-восстановительные реакции, металлы и их свойства, строение и свойства полимеров) и курса физики (физика твердого тела).

Требования к освоению содержания дисциплины «Методы исследования материалов и изделий»

В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести специализированную компетенцию: знать методы экспериментального определения показателей свойств исследуемых веществ и композиционных материалов и показателей качества изделий (элементов конструкций) из них.

А также развить и закрепить ряд профессиональных компетенций:

– Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач в сфере профессиональной деятельности и в других областях, не связанных с ней непосредственно и владеть исследовательскими навыками.

– Разрабатывать программу исследований по определению свойств и эксплуатационных параметров материалов и изделий, применяемых в технологических цепочках производственного цикла.

– Использовать современные информационные, компьютерные технологии программирования контроллеров, эксплуатировать технические средства систем автоматизации исследовательского оборудования.

– Самостоятельно принимать профессиональные решения с учетом их социально-экономических и экологических последствий, а также правил техники безопасности противопожарной безопасности.

– Составлять организационно-распорядительскую документацию (графики работ, инструкции, планы, заявки, деловые письма и т.п.) по установленным формам с использованием информационных технологий и компьютерных средств.

– Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

– Владеть современными средствами телекоммуникаций.

– Заниматься научным анализом и совершенствованием современных подходов к методам исследований материалов и изделий.

В процессе изучения курса студент должен:

знать:

- разделы физики (строение вещества, физические свойства материалов, теория колебаний и волн);
- основные методы изучения структурных параметров материалов;
- дифракционные методы анализа и дифракционные методы, основанные на дифракции рентгеновских лучей и электронов;
- спектральные методы анализа структуры материалов КР,- ИК- и Фурье-спектроскопия;
- принцип работы оптического, растрового электронного и атомно-силового микроскопов.

уметь:

- использовать полученные данные при анализе, контроле и изучении материалов;
- обрабатывать и представлять своим коллегам полученные данные согласно общепринятым нормам;
- определить целесообразность применения исследованных материалов при выполнении практических инженерных задач;
- быстро и качественно проводить мероприятия по анализу и контролю поступающих на предприятие материалов и соответствию их указанной маркировки;
- рационально использовать справочную литературу по выбору материалов, технологий их обработки, обеспечивающих необходимые показатели свойств;
- правильно определять область применения того или иного материала.

владеть:

- практическими навыками по изучению структуры, свойств материалов;
- методами проектирования процессов термической обработки металлов и сплавов;
- основами теории различных способов определения структурных свойств материалов;
- рациональным использованием справочной литературы по выбору материалов с требуемыми технологическими параметрами.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий:

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Методы исследования материалов и изделий» для специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» составляет - 90 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах, составляет 3 зачетных единицы.

Форма получения образования: дневная.

Вид занятий, курс, семестр	
Курс	3
Семестр	5
Лекции (час)	34
Практические занятия (час)	
Лабораторные занятия (час)	17
Всего аудиторных (час)	51

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен, семестр	-
Зачет, семестр	5

Раздел 1. Строение и свойства материалов.

Тема 1.1 Характеристика основных структурных фазовых составляющих конструкционных материалов.

Цели и задачи дисциплины. Значение современных методов исследования структуры, их классификация. Основные методы структурного анализа. История развития методов структурного анализа. Физические явления и принципы, лежащие в основе методов структурного анализа и контроля качества материалов.

Раздел 2. Математические методы обработки экспериментальных данных.

Тема 2.1. Статистические распределения. Принцип максимального правдоподобия.

Основные понятия, цели и классификация экспериментальных исследований. Методология эксперимента. Состав плана-программы. Эксперимент: цели, задачи, этапы. Методы и средства измерений. Погрешности. Проведение и отображение результатов эксперимента. План программа эксперимента. Методы оценки адекватности эксперимента. Методы обработки результатов измерений и наблюдений

Раздел 3. Методы исследования свойств материалов и их взаимосвязь.

Тема 3.1. Макроскопический анализ. Микроскопический анализ. (Оптические методы. Спектральные методы. Дифракционные методы).

Тема 3.2. Элементный спектральный анализ.

Тема 3.3. Систематизация структуры с геометрической точки зрения.

Основные типы микроскопов. Разрешающая способность и увеличение микроскопа. Дефекты изображения при работе с различными типами микроскопом. Объективы и окуляры для различных типов микроскопов. Основные методы металлографических исследований. Методы приготовления объектов исследования. Основные принципы спектрального и дифракционного методов исследования материалов.

Раздел 4. Металлография.

Тема 4.1. Основные методы количественной металлографии.

Основные методы металлографических исследований. Методы приготовления объектов исследования.

Предмет металлографии. Основные методы, применяемые для исследований. Оборудование. Особенности приготовления образцов для исследований и методы обработки полученных результатов.

Раздел 5. Механические испытания материалов.

Тема 5.1. Механические свойства. Динамические испытания на изгиб.

Тема 5.2. Измерение твердости. Метод Бринелля. Метод Роквелла. Определение твердости по Виккерсу.

Методы физико-механических испытаний материалов и изделий. Особенности выбора методов исследования механических испытаний от условий эксплуатации изделий. Экспериментальные установки.

Раздел 6. Рентгеноструктурный анализ.

Тема 6.1. Рентгеновские излучение. Дифракция рентгеновских лучей в монокристаллах и поликристаллах. Экспериментальные установки.

Тема 6.2. Рентгеновский фазовый анализ порошковых материалов. Расчет порошковых рентгенограмм.

Тема 6.3. Качественный и количественный фазовый анализ.

Возникновение и природа рентгеновских лучей. Сплошной спектр и характеристическое рентгеновское излучение. Поглощение рентгеновского излучения. Фильтры излучения. Дифракция рентгеновских лучей. Рентгеновская аппаратура. Регистрация рентгеновских лучей и измерение их интенсивности. Индицирование рентгенограмм. Методики, применяемые для анализа и расчета качественного и количественного фазового состава материалов.

Раздел 7. Элементный спектральный анализ. Задачи, решаемые с помощью спектрального анализа. Экспериментальные установки.

Представление о природе света. Строение атома. Эмиссионные спектры атомов. Источники света для приборов атомного спектрального анализа. Спектральные приборы. Регистрация спектров. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Атомно-флуоресцентный спектральный анализ.

Раздел 8. Электронная микроскопия.

Тема 8.1. Растровая (сканирующая) электронная микроскопия.

Тема 8.2. Задачи, решаемые с помощью растровой электронной микроскопии.

Тема 8.3. Просвечивающая электронная микроскопия. Задачи, решаемые с помощью просвечивающей электронной микроскопии.

Особенности взаимодействия электронов с веществом. Схема генерации различных излучений при воздействии электронного пучка на образец. Особенности растрового электронного микроскопа. Подготовка образцов для исследования. Применение растровой электронной микроскопии. Особенности конструкции просвечивающего электронного микроскопа. Требования к исследуемым образцам. Контраст и формирование изображения.

Раздел 9. Дифференциальный термический анализ.

Тема 9.1. Дифференциальный термический анализ.

Тема 9.2. Термический анализ. Дифференциально-термический анализ.

Методы термического анализа. Особенности применения. Особенности конструкции оборудования для термического анализа.

Раздел 10. Атомно-силовая микроскопия.

Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Зонды для туннельной микроскопии. Перемещение пьезосканеров. Устранение дефектов при работе зондовых микроскопов. Перспективы развития сканирующей зондовой микроскопии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)
1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов на УСР	Форма контроля знаний
		лекции	практические (семинарские)	семинарские занятия	лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Строение и свойства материалов.	2						0,3
1.1.	Характеристика основных структурных фазовых составляющих конструкционных материалов.	2						
2	Математические методы обработки экспериментальных данных.	1						0,3
2.1	Статистические распределения. Принцип максимального правдоподобия.	1						
3.	Методы исследования свойств материалов и их взаимосвязь.	2			2			ЗЛР, 0,3
3.1	Макроскопический анализ. Микроскопический анализ. (Оптические методы. Спектральные методы. Дифракционные методы).							
3.2	Элементный спектральный анализ.							
3.3	Систематизация структуры с геометрической точки зрения.							
4.	Металлография.	2			2			ЗЛР, 0,3
4.1	Основные методы количественной металлографии							
5	Механические испытания материалов.	2			3			ЗЛР, 0,3
5.1	Механические свойства. Динамические испытания на изгиб.							
5.2	Измерение твердости. Метод Бринелля. Метод Роквелла. Определение твердости по Виккерсу							
6	Рентгеноструктурный анализ.				4			ЗЛР, 0,3

6.1	Рентгеновские излучение. Дифракция рентгеновских лучей в монокристаллах и поликристаллах. Экспериментальные установки.	2					
6.2	Рентгеновский фазовый анализ порошковых материалов. Расчет порошковых рентгенограмм.	2					
6.3	Качественный и количественный фазовый анализ.	2					
7	Элементный спектральный анализ. Задачи, решаемые с помощью спектрального анализа. Экспериментальные установки.	2			2		ЗЛР,О,З
8	Электронная микроскопия.						О,З
8.1	Растровая (сканирующая) электронная микроскопия.	2					
8.2	Задачи, решаемые с помощью растровой электронной микроскопии.						
8.3	Просвечивающая электронная микроскопия. Задачи, решаемые с помощью просвечивающей электронной микроскопии.	2					
9.	Дифференциальный термический анализ.						ЗЛР,О,З
9.1.	Дифференциальный термический анализ.	2			2		
9.2.	Термический анализ. Термогравиметрический анализ.	2					
10.	Атомно-силовая микроскопия.	4			2		
	Итого:	34			17		

О – отчет,
ЗЛР – защита лабораторных работ
Э – экзамен,
З – зачет,

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Алешина, Л. А. Рентгенография кристаллов: учебное пособие для вузов / Л. А. Алешина, О. Н. Шиврин. - Петрозаводск: Петрозаводский гос. ун-т, 2004. - 319 с.
2. Синдо, Д. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия / Д. Синдо, Т. Оикава; пер. с англ. С. А. Иванова. - Москва: Техносфера, 2006. - 249, [4] с. - (Мир материалов и технологий)
3. Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Л.Н. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. – М.: Металлургия. – 1982. – 632 с.
4. Вознесенский, Э.Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии: учебное пособие / Э.Ф. Вознесенский, Ф.С. Шарифуллин, И.Ш. Абдуллин; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 184 с.: табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428294>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1545-7. – Текст: электронный.
5. Современные методы структурного анализа веществ : учебник / М.Ф. Куприянов, А.Г. Рудская, Н.Б. Кофанова и др.; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009. – 288 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241003>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-0653-8. – Текст: электронный.

Дополнительная литература

1. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический анализ. М.: МИСиС, 1994, 328 с.
2. Ковба Л.М., Трупов В.К. Рентгенофазовый анализ. – М.: Изд-во МГУ. – 1976. – 232 с.
3. Липсан Г., Стинл Г. Интерпретация порошковых рентгенограмм. – М., 1972. – 235с.
4. Миркин Л.И. Рентгеноструктурный анализ. Индексирование рентгенограмм (справочное руководство).- М.: Наука, 1981.- 496 с.
5. Сенченков А.И. Техника физического эксперимента. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 238 с.
- 6.Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок/ пер. с англ. – М.: Мир,1985.– 272 с.
7. Харш П., Хови А. Электронная микроскопия тонких кристаллов.- М.: Мир, 1968.- 574 с.
8. Инструкция по эксплуатации ЛСА.
9. Инструкция пользователя АСМ НАНОТОП-206.
10. Инструкция по эксплуатации дилатометра Q1500.
11. Паспорт ПМТ-3.

Примерный перечень лабораторных работ

№ темы	Наименование работы	Кол-во часов
1	2	3
1	Определение механических свойств на разрывных машинах	2
2	Атомно-силовая микроскопия с использованием прибора НАНОТОП-206.	4
3	Количественный рентгенофазовый анализ поликристаллических веществ с использованием установки ДРОН-7.	4
4	Лазерный спектральный анализ материалов на установке ЛСА.	2
5	Анализ фазовых переходов с использованием Диреватографа Q1500	2
6	Определение микротвердости материала с применением микротвердомера ПМТ-3	2
7	Зачетное занятие	1
Итого: 7 семестр		17
Всего за учебный год		17

Основными методами обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссии, учебные дебаты), реализуемые на лабораторных занятиях и конференциях.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием занятий;
- самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных заданий с консультациями у преподавателя, а также выполнение тестовых заданий путем обращения к заданиям, размещенным в электронном курсе дисциплины

Учебно-методическое обеспечение ориентировано на освоение студентами основ инновационных технологий, умение работать с научной и технической литературой. Изучение каждой темы помимо приведенных в учебной программе литературных источников предполагает использование материалов тематической печати, а также информационных ресурсов Internet.

- Самостоятельная работа обучающегося складывается из следующих элементов:
- проработка прослушанного лекционного материала;
 - подготовка к промежуточному контролю и выполнение тестирования по итогам изучения учебных модулей;
 - подготовка к слушанию очередной лекции;
 - подготовка к выполнению лабораторной работы;
 - подготовка к защите лабораторной работы;
 - подготовка к зачету.

Требования к студентам при прохождении аттестации.

В соответствии с п. 17 Положения «О текущей аттестации» от 11.11.2013 № 29 студенты допускаются к сдаче зачета по учебной дисциплине «Методы исследований материалов и изделий» при условии выполнения ими всех видов занятий, предусмотренных учебным планом и настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации студентам запрещается пользоваться учебными изданиями по дисциплине, различного рода записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Вопросы к зачету (спец. 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»)

1. В чем заключается различие между динамическими и статистическими законами?
2. Как подразделяются ошибки измерения?
3. Зависит ли величина систематической ошибки от числа измерений?
4. Возможно ли регламентирование случайных ошибок?
5. Каким образом производится анализ случайных ошибок?
6. Определение химического состава.
7. Изучение структуры.
8. Физические методы исследования.
9. Механические свойства и способы определения их количественных характеристик: твердость, вязкость, усталостная прочность.
10. Изучение структуры металлов и сплавов (макро-, микро-, тонкая структура).
11. Исследование механических свойств.
12. Исследование макро- и микроструктуры (металлографический анализ).
13. Физические методы исследования.
14. Оптическая микроскопия.
15. Электронная микроскопия.
16. Рентгеноструктурный анализ.
17. Макроскопический анализ. Нарушение сплошности металла.
18. Макроскопический анализ. Химическая неоднородность сплава (ликвация).
19. Макроскопический анализ. Неоднородность, созданная термической или химико-термической обработкой.
20. Какая формула положена в основу рентгеновского фазового анализа (качественного)?

21. Какого размера кристаллиты должны быть в образце, чтобы можно было снимать спектры РФА?
22. Каким требованиям предъявляются к образцам для рентгеноструктурного фазового анализа?
23. Зачем производят вращение образца?
24. Устройство рентгеновской трубки.
25. Сплошной и характеристический спектр рентгеновского излучения.
26. Условие возникновения K_{α} - излучения?
27. Назначение фильтров рентгеновского излучения.
28. От чего зависит число линий на рентгенограмме?
29. Какова точность определения углового положения линий на спектре РФА?
30. Какая информация содержится в карточках из картотеки JCPDS.
31. Каковы возможности оценки количественного соотношения фаз или выбора преобладающей фазы имеются при анализе двух или многофазных смесей (для анализируемого образца)?
32. Микроскопический анализ металлов.
33. Просвечивающая электронная микроскопия. Общие сведения.
34. Просвечивающая электронная микроскопия. Подготовка образца: электрохимическое или химическое травление при приготовлении тонкого образца и метод реплик.
35. Микродифракция. Определение структуры, размеров и распределения структурных составляющих.
36. Сформулируйте основные принципы формирования картины электронной дифракции.
37. Опишите различие дифракционных картин твердого тела (аморфное тело, поликристалл, монокристалл).
38. Растровая электронная микроскопия: общие сведения.
39. Растровая электронная микроскопия: подготовка образцов. Способы создания изображения.
40. Опишите основные принципы получения дифракционной картины в просвечивающем электронном микроскопе.
41. Применение растровой микроскопии для исследования изломов разрушенных образцов.
42. Рентгеноструктурный анализ. Качественный и количественный фазовый анализ.
43. ДТА (дифференциальный термический анализ).
44. Материалы, применяемые при изготовлении термопар.
45. Термический анализ.
46. Анализ химического состава поверхности образца методом Оже-электронной спектроскопии.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Материаловедение.	Материаловедение в машиностроении	нет И.Н. Степанкин	
Механика материалов аддитивного синтеза.	Материаловедение в машиностроении	нет И.Н. Степанкин	