

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

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д.Асенчик

(подпись)

28.06. 2019

(дата утверждения)

Регистрационный № УД - 31-26 /уч

ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1–36 07 02 Производство изделий на основе трехмерных технологий

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1–36 07 02–2019 и учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1–36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

I 36 - 1 – 04 / уч. 06.02.2019, I 36 - 1 – 15 / уч. 06.02.2019

СОСТАВИТЕЛИ

С.Н. Бобрышева, доцент кафедры «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент.

Н.В. Грудина, ассистент кафедры «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТ:

И.О. Деликатная, доцент кафедры «Физика и химия» учреждения образования Белорусский государственный университет транспорта», кандидат технических наук, доцент.

Бобарикин Ю.Л. заведующий кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Материаловедение в машиностроении» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» (протокол № 4 от 19.04.2019);

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

(протокол № 6 от 21.05.2019);

УД 049 – 4/уч.

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

(протокол № 6 от 26.06.2019).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения дисциплины является специальная базовая подготовка студентов в области материаловедения и структурообразования материалов и процессов, применяемых в аддитивных технологиях.

Основная задача изучения дисциплины – дать студентам систематические сведения о группах материалов (металлах, полимерах, композиционных материалах, керамике); общих закономерностях формирования структуры органических и неорганических материалов; технологиях получения, структуре и свойствах материала в изделии, полученном по аддитивным технологиям с целью обоснования оптимальных технологических параметров и показателей свойств при создании изделий.

Дисциплина «Основы материаловедения и структурообразования» является базой для изучения таких дисциплин специальности, как «Механика материалов аддитивного синтеза» и «Аддитивные технологии в промышленности».

Для успешного усвоения дисциплины «Основы материаловедения и структурообразования» необходимы знания по математике, физике, общей и неорганической химии.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- виды исходных материалов для аддитивных технологий;
- особенности методов получения компонентов материалов, способы хранения и переработки;
- особенности физико-механических и технологических свойств термопластичных и термореактивных полимеров, металлов, стекла, керамики и вяжущих как основы материалов для аддитивного синтеза, волокнистых и порошковых наполнителей, модифицирующих добавок различного назначения;
- особенности структурообразования материалов на стадии производства изделий по трехмерным технологиям;
- принципы создания гибридных и анизотропных структур материалов в процессе производства по трехмерным технологиям;
- особенности свойств материалов в зависимости от параметров переработки;
- основные методы изучения структурных параметров и технологических свойств исходных материалов и материалов в готовых изделиях;
- области эффективного применения материалов различного типа;

уметь:

- выбирать материалы (полимерные, металлические, керамические и др.) и наполнители (дисперсные, волокнистые), тип структуры при проектировании изделий с учетом особенностей аддитивных технологий и условий эксплуатации;
- выбирать вид трехмерной технологии по критериям наибольшей эффективности обеспечения эксплуатационных свойств материалов в изделиях;

владеть:

- методологией выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований;

- навыками обоснования и принятия решений о режимах технологии переработки материалов в изделия;
- навыками управления процессами получения материалов с заданными свойствами;
- навыками выбора методики, осуществления необходимых экспериментов и интерпретации их результатов.

Специализированные компетенции:

СК–14 Знать физическую сущность явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации, теорию и практику различных способов упрочнения материалов. Владеть навыками установления зависимости между составом, строением и свойствами материалов и методами формирования заданных эксплуатационных характеристик деталей машин, инструмента и других изделий.

Профессиональные компетенции:

БПК-6. Быть способным выбирать конструкционные материалы и формы элементов конструкций, расчетные схемы технических конструкций; производить расчеты технических конструкций и их элементов на прочность, устойчивость, жесткость;

БПК-9. Быть способным применять программные средства ЭВМ для моделирования основных технологических процессов аддитивных технологий, осуществлять их оптимизацию по результатам моделирования;

БПК-11. Иметь систематические знания о материалах, применяемых в аддитивных технологиях, их компонентах, технологии получения, структуре и свойствах.

Форма получения высшего образования: дневная.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Основы материаловедения и структурообразования» в соответствии с учебными планами по специальности: 1–36 07 02 – «Производство изделий на основе трехмерных технологий» - всего 256 часов. Трудоемкость учебной дисциплины, выраженная в зачетных единицах – 6.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

	Дневная форма
Курс	2
Семестр	3, 4
Лекции (час)	68
Лабораторные занятия (час)	68
Всего аудиторных (час)	136

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

	Дневная форма
Экзамен, семестр	4
Зачет, семестр	3

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Общие сведения о строении и свойствах материалов. Формирование структуры сплавов при кристаллизации*Тема 1.1. Введение. Строение вещества*

Роль материалов в техническом прогрессе человечества. Основные этапы развития материаловедения и роль русских ученых. Основные направления в развитии современного материаловедения.

Строение вещества на атомарном, молекулярном и микроструктурном уровнях; аморфные и кристаллические вещества. Общая характеристика атомно-молекулярного строения материалов. Классификация кристаллических решеток по типу связи и симметрии решеток, индексы плоскостей и направлений. Дефекты в реальных кристаллах и их влияние на физико-механические свойства. Свойства материалов. Методы определения механических свойств.

Тема 1.2. Кристаллизация металлов и сплавов.

Термодинамические основы фазовых превращений. Основные закономерности процесса кристаллизации. Строение металлического слитка. Факторы, влияющие на размер зерна. Сущность модифицирования с целью измельчения зерна. Гомогенная и гетерогенная кристаллизации. Взаимодействие компонентов в сплавах. Общая характеристика, основы строения, условия образования и отличительные особенности химических соединений, твердых растворов и механических смесей. Правила построения диаграмм состояния. Диаграммы состояния двойных сплавов. Диаграмма состояния железо – цементит. Железоуглеродистые сплавы. Классификация углеродистых сталей, по химическому составу, структуре и назначению. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей. Влияние легирующих элементов на структуру, точки полиморфных превращений и свойства сталей. Классификация и назначение чугунов.

Раздел 2. Основы термической обработки*Тема 2.1. Структурные превращения в сталях при нагреве и охлаждении*

Структурные превращения в сталях при нагреве, наследственно мелко- и крупнозернистые стали, влияние на них легирующих элементов. Перегрев и пережог сталей. Превращения в сталях при охлаждении. Диаграмма изотермического распада переохлажденного аустенита.

Тема 2.2. Закалка сталей. Отжиги I и II рода.

Закалка стали. Выбор температуры закалки и времени нагрева. Закалочные среды. Критическая скорость закалки. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Виды закалки. Дефекты закалки, и методы их устранения и предотвращения. Отпуск сталей. Виды и назначение отпуска, структурные превращения, происходящие при отпуске и их влияние на механические свойства сталей. Улучшение сталей. Влияние легирующих элементов на температуру отпуска. Отпускная хрупкость и методы ее устранения. Отжиг сталей. Виды отжигов I и II рода, назначение, технологические режимы. Нормализация, технологические режимы и применение. Термомеханическая обработка сталей.

Раздел 3. Химико-термическая обработка стали.

Тема 3.1 Основные стадии и закономерности ХТО. Цементация стали.

Физические основы ХТО, основные стадии и закономерности. Цементация, виды, технологические режимы, науглероживающая среда, толщина эффективного слоя, структура на поверхности и в центре заготовки, термическая обработка после науглероживания, структура поверхностного слоя и в сердцевине после ТО. Цементуемые стали и их применение.

Тема 3.2 Азотирование, нитроцементация, цианирование, борирование, силицирование.

Азотирование, технологические режимы и структура поверхностного слоя. Азотируемые стали и области применения азотирования. Термообработка деталей при азотировании. Нитроцементация, цианирование, борирование, силицирование. Диффузионная металлизация. Технологические режимы, насыщающая среда и области применения.

Раздел 4. Металлические материалы для аддитивных технологий.

Тема 4.1. Конструкционные легированные стали.

Сущность легирования стали. Влияние легирующих элементов на механические и технологические свойства стали. Условное обозначение легированных сталей. Классификация легированных сталей по структуре в равновесном состоянии, по степени легирования, по числу компонентов, по составу, по назначению. Классификация и маркировка конструкционных легированных сталей. Строительные конструкционные стали. Машиностроительные стали общего назначения (цементуемые и улучшаемые). Стали специального назначения: автоматные, рессорно-пружинные и шарикоподшипниковые стали. Износостойкие, коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали. Особенности состава их свойств. Структурные классы легированных сталей. Выбор материалов для деталей конструкционного назначения.

Тема 4.2. Инструментальные стали.

Стали и сплавы со специальными свойствами.

Классификация инструментальных сталей по теплостойкости и по назначению. Маркировка. Стали для режущего инструмента. Штамповые стали. Стали для измерительного инструмента. Особенности структуры и свойств инструментальных сталей. Выбор материалов для деталей инструментальной технологической оснастки. Стали и сплавы со специальными свойствами.

Тема 4.3. Чугуны.

Диаграмма «железо-углерод». Особенности строения и свойств белых, серых, высокопрочных, ковких и вермикулярных чугунов. Термическая и химико-термическая обработка чугунов. Области их применения. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства чугунов.

Тема 4.4. Цветные металлы и сплавы. Сплавы на основе меди и алюминия.

Сплавы на основе меди. Латунни, состав, структура, классификация по технологическим признакам, маркировка и области применения. Бронзы, химический состав, классификация по составу и технологическим признакам. Структура, термическая обработка, области применения. Медно-никелевые сплавы. Материалы с малой плотностью Сплавы на основе алюминия: свой-

ства алюминия Общая характеристика и классификация алюминиевых сплавов Старение, термообработка алюминиевых сплавов, области применения алюминиевых сплавов.

Тема 4.5. Сплавы на основе магния и титана

Сплавы на основе магния, свойства магния Общая характеристика и классификация магниевых сплавов. Особенности структуры и свойств. Обозначение, области применения магниевых сплавов. Антифрикционные сплавы. Припой. Материалы с высокой удельной прочностью Титан и сплавы на его основе, свойства титана. Общая характеристика и классификация титановых сплавов, особенности обработки. Особенности структуры и свойств. Области применения.

Раздел 5. Полимерные и композиционные материалы для аддитивных технологий.

Тема 5.1. Введение. Полимерные материалы для аддитивных технологий.

Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Преимущества, перспективы и проблемы. Характеристика рынка, целевые задачи, отрасли использования, критерии выбора аддитивных технологий. Аддитивные технологии в Беларуси. Терминология и классификация аддитивных технологий по формированию слоя, подводу энергии, используемому материалу. Классификация по стандарту ASTM. Краткая характеристика процессов. Классификация применяемых материалов: жидкие фотополимеры, сыпучие (полимеры, металлы, пески), прутковые (полимеры, металлы, армированные и наполненные полимеры); листовые (полимеры, металлы).

Классификация полимерных материалов: термопласты, реактопласты. Механические, теплофизические и диэлектрические свойства. Влияние молекулярной структуры, условий получения и внешней среды. Области применения. Вязкие свойства полимерных материалов. Законы течения. Влияние параметров на показатели вязкости. Методы определения показателей вязких свойств полимерных и олигомерных материалов.

Тема 5.2. Кинетика отверждения термореактивных материалов.

Воздействие тепла, УФ излучения, лазера. Методы описания и определения параметров. Тепловые эффекты при отверждении. Примеры фотополимеров: акриловые, эпоксидные и др. Особенности прохождения реакций, физико-механические и технологические свойства, структура, получение, использование.

Тема 5.3. Дисперсные (порошкообразные) полимерные материалы.

Методы получения порошков и контроля параметров. Основные технологические свойства порошков. Примеры порошкообразных полимерных материалов: ПА, ПС, ПММА и др. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование. Прутковые (нитевидные) полимерные материалы. Получение прутков. Основные технологические свойства непрерывных полимерных материалов. Примеры прутковых полимерных материалов: ПА, АБС-подобные, ПС, ПЛА и др. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование. Листовые (пленочные) полимерные материалы.

Получение пленок. Примеры используемых полимеров. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование. Полимеры со специальными свойствами. Добавки, изменяющие основные характеристики полимеров (пластификаторы, стабилизаторы, модификаторы, пигменты).

Раздел 6. Наполненные полимерные материалы для аддитивных технологий.

Тема 6.1. Назначение наполнителя.

Основные требования. Классификация. Волокнистые и дисперсные наполнители, особенности структуры и свойств. Роль наполнителей в формировании свойств. Волокнистые наполнители. Стекланные элементарные волокна. Классификация, способы получения, физико-механические свойства. Стекловолокнистые материалы (нити, ровинги). Способы получения. Особенности свойств. Области применения. Модифицирование поверхности наполнителя.

Углеродные волокна, получение, классификация, структура и физико-механические характеристики. Углеродные волокнистые материалы (нити), особенности свойств. Области применения.

Волокнистые и дисперсные наполнители растительного происхождения (древесные волокна и отходы переработки древесины; лен, льнокостра). Особенности свойств. Области применения. Дисперсные наполнители. Классификация, особенности свойств, влияние на свойства полимерных материалов. Примеры дисперсных наполнителей: мел, тальк, каолин, металлические порошки, нанотрубки и др.

Тема 6.2. Технологии получения прутков.

Параметры технологического процесса, влияющие на физико-механические и технологические свойства получаемых стренг (прутков), структура, использование. Однонаправленные материалы. Особенности метода получения стренг на основе термопластичных полимеров и непрерывных стеклянных или углеродных наполнителей. Параметры структуры и свойства однонаправленных материалов. Получение изделий.

Композиции дисперсных наполнителей с полимерными матричными материалами. Особенности метода получения стренг. Параметры структуры и свойства. Получение изделий.

Раздел 7. Керамические материалы для аддитивных технологий.

Тема 7.1. Классификация керамик, применяемых в аддитивных технологиях.

Основные физико-механические и технологические свойства. Методы контроля свойств. Порошкообразные керамические материалы. Методы получения: совместное соосаждение, распыление, криогенный и др. Примеры керамических порошков для аддитивных технологий: пески кварцевые, циркониевые, глины и др.

Тема 7.2. Получение порошковых композиций.

Физико-механические и технологические свойства, структура, использование. Термическая постобработка. Пастообразные керамические материалы. Получение паст (коллоидных систем). Физико-механические и техноло-

гические свойства пастообразных керамических материалов, структура, использование. Термическая постобработка.

Раздел 8. Вяжущие материалы для аддитивных технологий.

Классификация вяжущих материалов, применяемых в аддитивных технологиях. Основные физико-механические и технологические свойства. Методы контроля свойств. Примеры вяжущих материалов: бетоны, цементы, строительные смеси, и др., в том числе наполненные. Технологии получения, особенности свойств, применение.

Раздел 9. Вспомогательные материалы.

Тема 9.1. Материалы платформы.

Устройство и назначение платформы, используемые подходы и материалы для обеспечения направленной адгезии. Материалы платформы: стекло, металлы, акрил и др.

Тема 9.2. Поддерживающие материалы.

Назначение, основные требования к поддерживающим материалам. Примеры, использование, свойства.

Раздел 10. Методы доработки материалов и изделий.

Тема 10.1. Механическая обработка изделий полученных по аддитивным технологиям.

Отделение от стола, удаление поддержки, сверление, фрезерование и др. Химическая обработка. Удаление поддержки, повышение качества поверхности.

Тема 10.2. Растворители для химической обработки, растворимость основного материала и материала поддержки.

Применение методов для обработки поверхности: окунание, распыление и др. Соединение деталей. Печать изделий из нескольких материалов для термодинамически несовместимых полимеров. Разработка сборной конструкции на стадии проектирования.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
3 семестр								
1	Общие сведения о строении и свойствах материалов. Формирование структуры сплавов при кристаллизации							3
1.1	Введение в дисциплину. Строение вещества	4			4			О, ЗЛР, 3
1.2	Кристаллизация металлов и сплавов	4			4			О, ЗЛР, 3
2	Основы термической обработки сталей.							
2.1	Структурные превращения в сталях при нагреве и охлаждении	4			4			О, ЗЛР, 3
2.2	Закалка сталей. Отжиги I и II рода	4			4			О, ЗЛР, 3
3	Основы химико-термической обработки металлических материалов.							
3.1	Основные стадии и закономерности ХТО. Цементация стали.	4			4			О, ЗЛР, 3
3.2	Азотирование, нитроцементация, цианирование, борирование, силицирование.	2			2			О, ЗЛР, 3
4	Металлические материалы для аддитивных технологий.							
4.1	Конструкционные легированные стали.	2			2			О, ЗЛР, 3
4.2	Инструментальные легированные стали. Стали и сплавы со специальными свойствами.	2			2			О, ЗЛР, 3
4.3	Чугуны.	2			2			О, ЗЛР, 3
4.4	Цветные металлы и сплавы. Сплавы на основе меди и алюминия.	4			4			О, ЗЛР, 3
4.5	Сплавы на основе магния и титана.	2			2			О, ЗЛР, 3
Всего 3 сем.		34			34			
4 семестр								
5.	Полимерные и композиционные материалы для аддитивных технологий.							
5.1	Введение. Полимерные материалы для аддитивных технологий.	4			4			О, ЗЛР, Э
5.2	Кинетика отверждения терморезистивных материалов.	4			4			О, ЗЛР, Э

5.3	Дисперсные (порошкообразные) полимерные материалы.	4			4			О, ЗЛР, Э
6.	Наполненные полимерные материалы для аддитивных технологий.							
6.1	Назначение наполнителя.	4			4			О, ЗЛР, Э
6.2	Технологии получения прутков.	4			4			О, ЗЛР, Э
7.	Керамические материалы для аддитивных технологий.							
7.1	Классификация керамик, применяемых в аддитивных технологиях.	2			2			О, ЗЛР, Э
7.2	Получение порошковых композиции.	2			2			О, ЗЛР, Э
8	Вяжущие материалы для аддитивных технологий.	2			2			
9	Вспомогательные материалы.							
9.1	Материалы платформы.	2			2			О, ЗЛР, Э
9.2	Поддерживающие материалы.	2			2			О, ЗЛР, Э
10.	Методы доработки материалов и изделий.							
10.1	Механическая обработка изделий полученных по аддитивным технологиям.	2			2			О, ЗЛР, Э
10.2	Растворители для химической обработки, растворимость основного материала и материала поддержки.	2			2			О, ЗЛР, Э
Всего 4 сем.		34			34			
Всего за уч.год.		68			68			

Обозначения (форма контроля знаний): О – отчет по лабораторной работе,
 ЗЛР – защита лаборатор. работы,
 Э – экзамен

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Материаловедение: учебник / В.А.Струк и др. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008.- 519с.
2. Материаловедение: учебное пособие для вузов / И.М.Жарский [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2015.-557с. : ил. Библиогр. : с.549-553.-ISBN 978-985-06-2517-5 : 241230 УДК[669.01+620.22](075.8)

Дополнительной литература

1. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты // Перепелкин К. Е.– СПб.: ЦОП Профессия, 2015. –380 с.
2. Бобович, Б. Б. Полимерные конструкционные материалы (структура, свойства, применение): уч. пособие для студентов высших учебных заведений / Б. Б. Бобович. – Москва: Форум, 2014. – 398 с.
3. Конструкционные полимерные композиционные материалы. 2-е изд. // Михайлин Ю.А. –СПб.: ЦОП Профессия, 2015. –822 с.
4. Лахтин Ю.М. Материаловедение/ Ю.М.Лахтин., В.П.Леонтьева. – 3-е изд. М.: Машиностроение», 1990.-528с.
5. Материаловедение (Б.И.Арзамасов, В.И.Макарова, Г.Г.Мухин и др.7-е изд. - М.: Изд-во МГТУим.Н.Э.Баумана, 2005.-648с.
6. Материаловедение: учебник для вузов / Б.Н.Арзамасов, И.И.Сидорин, Г.Ф.Косолапов и др.; под ред. Б.Н.Арзамасова.- 2 изд. – М.: Машиностроение, 1986. – 383с.
7. Материаловедение: Уч. пос. для вузов / ТарасенкоЛ. В.– НИЦ Инфра-М, 2017. – 475с.
8. Материаловедение: от технологии к применению. Металлы, керамики, полимеры // Каллистер У. Д. – Профессия, 2015. – 900 с.
9. Методы получения нанодисперсных порошков // Винников В. П., Генералов М. Б.– СПб.: ЦОП Профессия, 2016. –240 с.
10. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие– 4-е испр. и доп. изд. / под ред. Л.А. Берлина. –СПб.:ЦОП Профессия, 2014. – 592 с.
11. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, В.И. Аникина и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2013. – 152 с. : граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364047> (дата обращения: 06.02.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-2779-8. – Текст : электронный.
12. Конструкционные стали и сплавы : учебное пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, В.К. Ерофеев, А.А. Устинова ; под ред. Г.А. Воробьевой. – Санкт-Петербург : Политехника, 2013. – 440 с. : схем., табл. – Режим досту-

па: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447615> (дата обращения: 06.02.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7325-1010-2. – Текст : электронный.

Интернет ресурсы

Электронные учебно-методические комплексы

1. Кенько В.М. Материаловедение : электронный учебно-методический комплекс дисциплины / В.М.Кенько. - Гомель : ГГТУ, 2010. 1 папка+1 электрон.опт.диск.- <http://elib.gstu.by> УДК 669.01(075.8)+620.22(075.8)
2. Модульная структура электронного курса <http://www.gstu.by>.
3. Пластик для 3D печати поддержки HIPS [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://250041.ua.all.biz/plastik-dlya-3d-pechati-podderzhki-hips-g8707738>– Дата обращения: 09.06.2017).
4. Этапы 3D-печати. Цифровая модель с поддерживающими конструкциями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.orgprint.com/wiki/3d-pechat/Jetapy-3D-pechati>– Дата обращения: 09.06.2017).
5. Технологии лазерного аддитивного производства металлических изделий [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://geektimes.ru/post/218271/>– Дата обращения: 09.06.2017).
6. Выборочное лазерное спекание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://3dtoday.ru/wiki/SLS_print/– Дата обращения: 09.06.2017).
7. Обзор производителей расходных материалов для FDM 3D-принтеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://geektimes.ru/post/231299/>– Дата обращения: 09.06.2017).

Перечень практических пособий (методических указаний) к лабораторным работам

1. М/УК 2583 Практическое пособие "Материаловедение" к лабораторным занятиям по одноименному курсу для студ. спец. Т.02.02.01, Т.02.02.02, Т.02.02.07, Т.03.01.01, Т.05.09.02, Т.20.02.03/Овчинникова М.М., Базилеева Н.И., Каф."Материаловедение в машиностроении".-Гомель :ГГТУ, 2001. - 63с
2. М/УК 4054 «Материаловедение» Лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов машиностроительных специальностей дневной и заочной форм обучения / В.М.Кенько Материаловедение, Н.В.Грудина.-Гомель : ГГТУ им.П.О.Сухого, 2011-55с
3. М/УК 2176 Практическое пособие по разделам "Термообработка и структура легированных сталей" курсов "Материаловедение" и "Материаловедение и ОТМ" для студентов / Базилеева Н.И., Овчинникова М.М., Каф. "Материаловедение в машиностроении". - Гомель : ГПИ, 1997. - 52с.
4. М/УК 2924 Практическое пособие "Цветные металлы и неметаллические материалы" к лаб. работам по одноим. разделу курса "Материаловедение" для студ. машиностр. спец. / Н. И. Базилеева, М. М. Овчинникова, В. М. Кенько; Каф."Материаловедение в машиностроении"-Гомель:ГГТУ,2004.-34с

Примерный перечень лабораторных работ

Основная цель проведения лабораторных занятий состоит в закреплении теоретического материала курса, приобретении навыков выполнения эксперимента, обработки экспериментальных данных, анализа результатов. Все лабораторные работы двухчасовые, кроме химико-термической обработки (4 часа).

3 семестр

1. Определение твердости и ударной вязкости материалов. М/ук 2583
2. Макроструктурный анализ металлов и сплавов. М/ук 2583
3. Микроструктурный анализ металлов и сплавов. М/ук 2583
5. Изучение диаграммы состояния сплавов «железо-цементит». М/ук 4054
6. Изучение углеродистых сталей в равновесном состоянии. М/ук 2583
7. Закалка стали. М/ук. 2176
8. Структура углеродистых сталей в неравновесном состоянии. М/ук. 2176
9. Отпуск стали. М/ук. 2176
10. ХТО. Цементация стали. М/ук 4054(4 часа, 2 занятия)
11. Изучение микроструктуры чугунов. М/ук 2583
12. Легированные конструкционные стали. М/ук. 2176
13. Легированные инструментальные стали. М/ук. 2176
14. Микроструктура меди и медных сплавов. М/ук 2924
15. Сплавы на основе алюминия. Пластическая деформация и рекристаллизация алюминия.

4 семестр

Наполнители для полимерных материалов.

1. Элементарные волокна.
 2. Однонаправленные волокнистые наполнители.
 3. Тканые наполнители.
 4. Дисперсные наполнители.
- Матричные полимерные материалы.
5. Терморезистивные полимерные материалы.
 6. Термопластичные полимерные материалы.
 7. Влияние эксплуатационных факторов на работоспособность пластмасс
- Композиционные материалы на основе полимерных матриц.
8. Композиционные материалы на основе терморезистивных связующих и ориентированных армирующих наполнителей.
 9. Структура и свойства однонаправленных композиционных материалов на основе [термопластичных полимеров](#).
 10. Структура материала в изделии, полученном методом литья под давлением.
 11. Композиты на основе волокон растительного происхождения.
 12. Адгезия наполнителей к матричному полимеру.
 13. Свойства полимеров и композиционных материалов на их основе.
- Сандвичевые конструкции.
14. Трехслойные конструкции с пенозаполнителем.
 15. Трехслойные конструкции с сотозаполнителем.

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.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, формирование умений, навыков по изучаемой дисциплине, активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся, формирование умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний, формирование умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике. В рамках дисциплины предусмотрена самостоятельная работа, которая складывается из следующих элементов:

- проработка прослушанного лекционного материала и освоения теоретического материала по учебным пособиям ;
- 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 или экзамену.

Задания для самостоятельной проработки тем теоретического раздела курса выдаются преподавателем, читающим лекционный курс дисциплины, на лекции, посвященной данной тематике. Задания по подготовке к лабораторным занятиям выдаются преподавателем, ведущим занятия, в период их проведения. Защита лабораторных работ студентами проводится в присут-

ствии преподавателя, выдавшего задание на выполнение этого вида самостоятельной работы. Результаты текущего контроля знаний используются при проведении зачета и экзамена.

Критерии оценок результатов учебной деятельности

При оценке знаний обучающихся отметками в баллах по десятибалльной шкале применяются критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53- ПО).

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Оценка промежуточных учебных навыков студентов осуществляется по результатам достижения поставленных целей на лабораторных работах.

Для контроля качества усвоения знаний и оценки уровня знаний и умений студентов рекомендуется использовать следующие диагностические средства:

- контрольные опросы;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- зачет, экзамен.

Вопросы к зачету

3 семестр

1. Общая характеристика металлов. Металлическая связь. Типы кристаллических решеток металлов. Понятие полиморфизма и анизотропии.
2. Строение реальных металлов. Точечные, линейные, поверхностные дефекты. Зависимость между плотностью дефектов и прочностью металлов.
3. Понятие механических напряжений. Диаграмма растяжения пластичных металлов. Показатели конструкционной прочности материалов (временное сопротивление, предел текучести, предела упругости).
4. Характеристика показателей пластичности (относительного удлинения и относительного сужения) и ударной вязкости.
5. Усталость и выносливость металлов. Понятие предела выносливости.
6. Твердость. Способы определения. Сущность, сравнительная характеристика и применение способов определения твердости по Бринеллю и Роквеллу.
7. Изменение строения и свойств металла при холодной пластической деформации. Сущность наклепа. Изменение строения и свойств наклепанного металла при нагреве. Сущность рекристаллизации.
8. Термодинамические основы фазовых превращений. Основные закономерности процесса кристаллизации. Строение металлического слитка. Факторы, влияющие на размер зерна. Сущность модифицирования с целью измельчения зерна. Гомогенная и гетерогенная кристаллизации.
9. Взаимодействие компонентов в сплавах. Общая характеристика, основы строения, условия образования и отличительные особенности химических соединений, твердых растворов и механических смесей.

10. Правила построения диаграмм состояния. Диаграмма состояния сплава компоненты которого обладают неограниченной растворимостью друг в друге в жидком и твердом состояниях.
11. Диаграмма состояния сплава образующего эвтектику. Механизм образования эвтектики. Диаграмма состояния сплавов с ограниченной растворимостью и эвтектикой.
12. Компоненты, фазы, структурные составляющие сталей и чугунов. Характеристика, условия образования, основные свойства.
13. Диаграмма состояния "железо - цементит". Характеристика основных областей, линий и точек, практическое значение. Эвтектика, перитектика, эвтектоид.
14. Диаграмма состояния "железо - цементит", изобразить диаграмму и построить кривую охлаждения сплава, содержащего 0,2% углерода при охлаждении из жидкого состояния до комнатной температуры. Определить критические точки и описать превращения в них. Как называется такой сплав и какова его структура в равновесном состоянии.
15. Диаграмма состояния "железо - цементит", изобразить диаграмму и построить кривую охлаждения сплава, содержащего 0,6% углерода при охлаждении из жидкого состояния до комнатной температуры. Определить критические точки и описать превращения в них. Как называется такой сплав и какова его структура в равновесном состоянии.
16. Диаграмма состояния "железо - цементит", изобразить диаграмму и построить кривую охлаждения сплава, содержащего 1,0% углерода при охлаждении из жидкого состояния до комнатной температуры. Определить критические точки и описать превращения в них. Как называется такой сплав и какова его структура в равновесном состоянии.
17. Диаграмма состояния "железо - цементит", изобразить диаграмму и построить кривую охлаждения сплава, содержащего 1,6% углерода при охлаждении из жидкого состояния до комнатной температуры. Определить критические точки и описать превращения в них. Как называется такой сплав и какова его структура в равновесном состоянии.
18. Диаграмма состояния "железо - цементит", изобразить диаграмму и построить кривую охлаждения сплава, содержащего 2,6% углерода при охлаждении из жидкого состояния до комнатной температуры. Определить критические точки и описать превращения в них. Как называется такой сплав и какова его структура в равновесном состоянии.
19. Диаграмма состояния "железо - цементит", изобразить диаграмму и построить кривую охлаждения сплава, содержащего 4,6% углерода при охлаждении из жидкого состояния до комнатной температуры. Определить критические точки и описать превращения в них. Как называется такой сплав и какова его структура в равновесном состоянии.
20. Классификация углеродистых сталей.
21. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства стали.
22. Углеродистая сталь обыкновенного качества общего назначения. Химический состав, свойства, обозначение, применение.

23. Углеродистая качественная конструкционная сталь. Химический состав, свойства, обозначение, применение.
24. Углеродистая инструментальная сталь. Химический состав, свойства, обозначение, применение.
25. Ковкий чугун. Строение, свойства, условия получения, обозначение, применение.
26. Серый чугун. Строение, свойства, условия получения, обозначение, применение.
27. Высокопрочный чугун. Строение, свойства, условия получения, обозначение, применение.
28. Образование аустенита при нагреве. Влияние условий нагрева на рост зерна. Действительное и наследственное зерно.
29. Диаграмма изотермического распада аустенита.
30. Закалка стали. Сущность. Выбор режимов. Назначение.
31. Закаливаемость и прокаливаемость. Обработка холодом.
32. Разновидности объемной закалки сталей в зависимости от режима охлаждения. Поверхностная закалка стали.
33. Отпуск закаленной стали. Сущность, разновидности, основные режимы, назначение. Закалка с самоотпуском. Отпускная хрупкость первого и второго рода.
34. Отжиг стали. Назначение, общая характеристика и режимы проведения отжига 1 рода (диффузионного, для снятия напряжений, рекристаллизационного), отжига второго рода (полного, неполного, нормализационного).
35. Цементация стали. Виды, режимы, особенности последующей термообработки, назначение.
36. Азотирование стали. Виды, режимы, особенности предшествующей термообработки, назначение.
37. Нитроцементация (цианирование). Виды, режимы, особенности предшествующей и последующей термообработки, назначение.
38. Сущность легирования стали. Влияние легирующих элементов на механические и технологические свойства стали. Условное обозначение легированных сталей.
39. Классификация легированных сталей по структуре в равновесном состоянии, по степени легирования, по числу компонентов, по составу, по назначению.
40. Стали для измерительного инструмента.
41. Стали для режущего инструмента.
42. Стали для штампового инструмента.
43. Строительные стали (14Г2С, 17ГС, 15ХСНД).
44. Цементуемые стали (20Х, 18ХГТ, 12ХНЗА).
45. Улучшаемые стали (40Х, 30ХГСА, 40ХНЗА).
46. Азотируемые стали (38ХМЮА)
47. Автоматные стали (А40, АС40, А35Е, АЦ20)
48. Рессорно-пружинные стали (65Г, 60С2, 50ХФА, 95Х18, 20Х2Н4А).
49. Коррозионно-стойкие стали (25Х17, 40Х13, 09Х18Н10Т).
50. Жаростойкие и жаропрочные стали (12Х13, 15Х18СЮ, 09Х18Н10Т).

- 51.Износостойкие стали (110Г13Л).
- 52.Котлотурбинные стали (К12, К15, К16, К20, 12ХМ, 20ХЗВМФ).
- 53.Кавитационно-стойкие стали (30Х10Г10, 17Х18Н9ТЮ).
- 54.Магнитомягкие сплавы (1121, 2121, 3111).
- 55.Магнитотвердые сплавы (ЮНД8, ЮНДК18).
- 56.Сплавы с высоким электрическим сопротивлением (Х15Н60, 0Х23Ю5А, 36Н, 36НХ, 29НК).
57. Твердые сплавы и современные сверхтвердые материалы.
- 58.Алюминиевые сплавы. Общая характеристика, обозначение, применение.
- 59.Бронза. Общая характеристика, обозначение, применение.
- 60.Латунь. Общая характеристика, обозначение, применение.
- 61.Титан и его сплавы; маркировка, свойства и область применения

Вопросы к экзамену

4 семестр

- 1.Классификация аддитивных технологий по формированию слоя, подводу энергии, используемому материалу. Классификация по стандарту ASTM. Краткая характеристика процессов.
- 2.Классификация применяемых материалов: жидкие фотополимеры, сыпучие, прутковые, листовые. Классификация полимерных материалов: термопласты, реактопласты
3. Механические, теплофизические и диэлектрические свойства полимерных материалов. Влияние молекулярной структуры, условий получения и внешней среды на свойства полимерных материалов.
4. Области применения полимерных материалов.
5. Вязкие свойства полимерных материалов. Методы определения вязких свойств полимерных материалов.
- 6.Кинетика отверждения термореактивных материалов. Факторы, влияющие на процесс.
7. Фотополимеры: акриловые, эпоксидные и др., физико-механические и технологические свойства, структура. Получение, использование фотополимеров.
8. Дисперсные (порошкообразные) полимерные материалы. Примеры дисперсных наполнителей: мел, тальк, каолин, металлические порошки, нанотрубки и др. Методы получения порошков и контроля параметров.
- 9.Основные технологические свойства порошков. Примеры порошкообразных полимерных материалов: ПА, ПС, ПММА и др.
- 10.Физико-механические и технологические свойства, структура, использование дисперсных полимерных материалов.
11. Прутковые полимерные материалы. Получение прутков.
- 12.Основные технологические свойства непрерывных полимерных материалов. Примеры прутковых полимерных материалов: ПА, АБС-подобные, ПС, ПЛА.
- 13.Физико-механические и технологические свойства, структура, использов.
- 14.Листовые (пленочные) полимерные материалы. Получение пленок. Примеры используемых полимеров. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование.

15. Полимеры со специальными свойствами.
16. Добавки, изменяющие основные характеристики полимеров (пластификаторы, стабилизаторы, модификаторы, пигменты).
17. Наполненные полимерные материалы для аддитивных технологий. Назначение наполнителя. Основные требования. Классификация.
18. Волокнистые и дисперсные наполнители, особенности структуры и свойств. Роль наполнителей в формировании свойств. Волокнистые наполнители.
19. Стекланные элементарные волокна. Классификация, способы получения, физико-механические свойства. Стекловолокнистые материалы (нити, ровинги). Способы получения. Особенности свойств. Области применения. Модифицирование поверхности наполнителя.
20. Углеродные волокна, получение, классификация, структура и физико-механические характеристики. Углеродные волокнистые материалы (нити), особенности свойств. Области применения.
21. Волокнистые и дисперсные наполнители растительного происхождения.
22. Технологии получения прутков. Параметры технологического процесса влияющие на физико-механические и технологические свойства получаемых стренг (прутков), структура, использование.
23. Однонаправленные материалы. Особенности метода получения стренг на основе термопластичных полимеров и непрерывных стеклянных или углеродных наполнителей. Параметры структуры и свойства однонаправленных материалов. Получение изделий.
24. Композиции дисперсных наполнителей с полимерными матричными материалами. Особенности метода получения стренг. Параметры структуры и свойства. Получение изделий.
25. Вспомогательные материалы. Материалы платформы (стекло, металлы, акрил и др.). Устройство и назначение платформы, используемые подходы и материалы для обеспечения направленной адгезии.
26. Поддерживающие материалы. Назначение, основные требования к поддерживающим материалам. Примеры, использование, свойства.
27. Керамические материалы для аддитивных технологий. Классификация керамик, применяемых в аддитивных технологиях. Основные физико-механические и технологические свойства. Методы контроля свойств.
28. Порошкообразные керамические материалы. Методы получения: совместное соосаждение, распыление, криогенный и др. Примеры керамических порошков для аддитивных технологий: пески кварцевые, циркониевые, глины.
29. Получение порошковых композиций. Физико-механические и технологические свойства, структура, использование. Термическая постобработка.
30. Пастообразные керамические материалы. Получение паст (коллоидных систем). Физико-механические и технологические свойства пастообразных керамических материалов, структура, использование. Термическая постобработка.
31. Вяжущие материалы для аддитивных технологий. Классификация вяжущих, применяемых в аддитивных технологиях. Основные физико-механические и технологические свойства. Методы контроля свойств.

32. Бетоны, цементы, строительные смеси, и др., в том числе наполненные. Технологии получения, особенности свойств, применение.

33. Методы доработки материалов и изделий. Механическая обработка изделий полученных по аддитивным технологиям. Отделение от стола, удаление поддержки, сверление, фрезерование и др.

34. Химическая обработка. Удаление поддержки, повышение качества поверхности. Растворители для химической обработки, растворимость основного материала и материала поддержки. Применение методов для обработки поверхности: окунание, распыление и др.

35. Соединение деталей. Печать изделий из нескольких материалов для термодинамически несовместимых полимеров. Разработка сборной конструкции на стадии проектирования.

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)
Технология формообразования изделий из конструкционных материалов	Материаловедение в машиностроении	<p>Нет</p> <hr/> <p>Степанкин И.Н.</p>	