

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

Регистрационный № УДд- 33 – 83 /уч.

ИНЖЕНЕРНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

- 1-42 01 01 «Металлургическое производство и
материалобработка (по направлениям)»
направление специальности
1-42 01 01 - 02 «Металлургическое производство и
материалобработка (материалобработка)»
специализации
1-42 01 01 - 02 01 «Обработка металлов давлением»

Учебная программа составлена на основе:
образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2019; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» рег. № I 42-1-06/уч. от 06.02.2019 г, № I 42-1-18/уч. от 06.02.2019, рег № I 42-1-52/уч. от 05.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛИ

Жаранов Виталий Александрович, старший преподаватель кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

Мартьянов Юрий Вадимович, ассистент кафедры «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

РЕЦЕНЗЕНТ:

Титов Михаил Игоревич – ведущий инженер-технолог прокатного отдела технического управления ОАО «БМЗ»- управляющая компания холдинга «БМК»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Металлургия и технологии обработки материалов» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 05.05.2020);

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

(протокол № 5 от 06.05.2020);

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

(протокол № 5 от 04.06.2020); УДз-123-17у

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

(протокол № 5 от 25.06.2020);

Регистрационный номер МТФ УД 096-18/уч.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Инженерное материаловедение» подготовлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСВО 1-42 01 01-2019; учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)».

В системе общепрофессиональной подготовки студентов инженерных специальностей дисциплины машиноведческого цикла занимают центральное место. Во всех промышленно развитых странах все большее развитие получают новые процессы получения материалов, позволяющие получать металлы и изделия ответственного назначения с высоким уровнем эксплуатационных свойств.

Это обусловлено тем, что современная техника предъявляет все более высокие требования к качеству металлов, сплавов и изделий из других материалов. Для целого ряда изделий авиационной, радиоэлектронной, приборостроительной промышленности, космической техники и т.п. требуются высококачественные стали, содержащие ничтожно малое количество нежелательных примесей, неметаллических включений, отличающиеся однородностью по структуре, свойствам, отсутствием дефектов кристаллизационного происхождения.

Инженерное материаловедение представляет собой прикладную часть теоретического курса материаловедения, в которой на основе количественных причинно-следственных связей, имеющих место в материаловедении, решаются практические задачи. Например, определение свойств сплавов известного состава по диаграмме «состав-свойство» при решении прямой задачи материаловедения – задача анализа материала, или нахождение состава сплава, обладающего заданными свойствами, при решении обратной задачи материаловедения – задача синтеза материала и др.

Отличительные черты программы:

- обучение по приоритетному (стратегическому) направлению развития науки, технологий и техники;
- подготовка высококвалифицированных кадров для разработки современных наукоёмких технологий и внедрения в производство новых материалов и покрытий различного назначения;
- высокий уровень подготовки специалистов в области современного материаловедения и разработки наноматериалов и покрытий новых поколений.

Цель и задачи учебной дисциплины

Целью настоящей дисциплины является изучение теоретических и технологических основ получения современных материалов процессами, способными составить значимую конкуренцию существующим технологиям.

Поставленная цель достигается путём изучения физической сущности

явлений, происходящих в материалах при воздействии на них различных факторов в условиях производства и эксплуатации, и демонстрации их влияния на свойства материалов. Установлением зависимости между составом, строением и свойствами материалов. Изучения теории и практики различных способов упрочнения материалов, обеспечивающих высокую надёжность и долговечность деталей машин, инструмента и других изделий. Изучения основных групп современных металлических и неметаллических материалов, их свойств и областей применения.

Место учебной дисциплины: дисциплина «Инженерное материаловедение» занимает важное место в системе подготовке специалиста с высшим образованием в области металлургического производства.

Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

- физико-химические основы технологических процессов получения различных современных материалов, в т.ч. композиционной структуры;
- современные способы выбора, применения и упрочнения материалов;
- технологию получения неметаллических материалов, а также специальных сталей, сплавов цветных металлов и материалов с особыми свойствами для конструкций машиностроения;
- основные технико-экономические показатели и свойства получаемых материалов.

уметь:

- использовать на практике современные представления наук о материалах, взаимодействии материалов с окружающей средой, владение навыками сбора данных, изучения и анализа научно-технической информации по тематике исследования, разработки и использования технической документации, основных нормативных документов по вопросам интеллектуальной собственности;
- использовать принципы и методики комплексных исследований, испытаний и диагностики, обработки и модификации материалов, изделий и процессов их производства;
- комплексно оценивать и прогнозировать тенденции и последствия развития науки о материалах, на основании комплексной оценки формулировать научно-техническую проблему в области изготовления, диагностики и применения наноматериалов; знание внутри- и междисциплинарных связей в сфере профессиональной деятельности;
- определять технико-экономические показатели современных процессов.

владеть:

- навыками понимания физической сущности явлений, происходящих в материалах и их взаимосвязи со свойствами;
- умением оценить поведение материала под воздействием различных

факторов, правильно выбирать материал, назначать его обработку в целях получения заданной структуры и свойств, обеспечивающих высокую надёжность и долговечность деталей машин и инструмента;

- иметь представление о перспективах развития материаловедения.

Требования к компетентности специалиста

Специалист, освоивший содержание образовательной программы по специальности, должен обладать следующей специализированной компетенцией:

СК-14. Владеть практическими навыками выбора материала и его структуры в зависимости от условий эксплуатации, определения основных показателей механических свойств, назначение режимов термической и химико-термической обработки детали оборудования и оснастки металлургического производства.

А также развить и закрепить ряд профессиональных компетенций:

Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

Владеть системным и сравнительным анализом.

Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

Разрабатывать мероприятия по снижению потребления материалов и энергоресурсов;

Анализировать и оценивать тенденции развития техники и технологий;

Анализировать перспективы и направления развития производства, металлургии и металлургической теплотехники, выбирать оптимальные технологии плавки и заливки металла с учётом экологических требований и энергосбережения;

Проводить сравнительный анализ технологических процессов плавки, заливки, изготовления форм и стержней, нагрева заготовок, термической обработки.

Связь с другими учебными дисциплинами

Учебная дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких курсов, как «Математика», «Физика», «Химия», «Информатика» (дисциплина компонента учреждения высшего образования), «Металлургическая теплотехника и теплоэнергетика», «Общая металлургия». Знания и умения, полученные студентами при изучении данной учебной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин и дисциплин специализации, связанных с процессами плавки сплавов черных и цветных металлов, способами упрочнения заготовок, проектированием цехов, способами металлургической переработки отходов производства и потребления.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Форма получения высшего образования: дневная.

На изучение учебной дисциплины «Инженерное материаловедение» отведено всего 92 часа.

Трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам:

Вид занятий, курс, семестр	Дневная	Заочная	Заочная сокращённая
Курс	4	4,5	2
Семестр	8	8,9	3,4
Лекции (часов)	36	6	6
Лабораторные занятия (часов)	18	-	-
Практические занятия (часов)	-	4	4
Всего аудиторных (часов)	54	10	10
Форма текущей аттестации по учебной дисциплине			
Зачет (семестр)	8	9	4

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ.

Тема 1.1. Введение в теоретическое материаловедение.

Материалы в технике. Основные определения и классификация материалов. Структура и энергия атомов. свободные атомы. электронная структура атомов. Атомные связи и координационные числа. Межатомные притяжения. Ионные связи. Ковалентные связи. Металлическая связь. Промежуточные первичные связи. Многоатомные ячейки. Конденсированные фазы. Поверхностная энергия. Фазы в материалах. Кристаллические и аморфные твёрдые тела. Аморфные металлы и сплавы. Элементарные кристаллы. Ионные кристаллы. Молекулярные кристаллы. Полиморфизм. Геометрия кристаллов. Несовершенства в кристаллах. Структура полимеров, стекла и керамики.

Тема 1.2. Процессы плавления и кристаллизации. Холодная пластическая деформация и рекристаллизация металлов.

Твёрдые растворы. Фазовый состав сплавов. Процессы в твёрдых телах на атомарном уровне. Движение атомов.

Самодиффузия Диффузия. Законы Фика. Диффузия в соединениях. Диффузия в полимерах. Рост зерна. Упругая и пластическая деформация. Пластическая деформация поликристаллических металлов. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла. Сверхпластичные материалы. Состояние сверхпластичности материалов. Обработка давлением в состоянии сверхпластичности.

Тема 1.3. Влияние химического состава на равновесную структуру сплавов. Основы наноструктурного материаловедения

Методы построения диаграмм состояния. Основные диаграммы равновесного состояния двойных сплавов. Физические и механические свойства сплавов в равновесном состоянии. Диаграммы состояния тройных сплавов. Железоуглеродистые сплавы. Углеродистая сталь. Структура и свойства чугунов Классификация, маркировка и применение. Легированные стали. Введение в наноструктурное материаловедение. Влияние наноструктурного состояния на свойства металлов, сплавов и твердофазных соединений. Методы получения нанокристаллических порошков, компактных материалов и наноструктур. Методы исследования. Применение наноструктурных материалов. Нанотехнологии в машиностроении как ресурсосберегающие технологии. Общие сведения. Поверхностный слой материала. Граничный слой. Нижележащий слой. Нанотехнология. Наночастицы. Методы, используемые для изучения наночастиц. Проблема образования агломератов. Новейшие достижения нанотехнологии. Графен. Геомодификаторы. Нанообъекты. Плазмон.

Тема 1.4 Конструкционные стали

Стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием (автоматные стали). Конструкционные строительные низколегированные

стали. Конструкционные машиностроительные легированные цементируемые стали. Конструкционные машиностроительные легированные улучшаемые стали. Высокопрочные стали. Рессорно-пружинные стали. Шарикоподшипниковой стали. Износостойкие стали. Инструментальные стали и твёрдые сплавы. Стали для режущего инструмента. Стали для измерительного инструмента. Штамповые стали.

Тема 1.5 Производство порошковых сплавов

Порошковые материалы. Применение порошковых сплавов. Порошковые конструкционные материалы. Порошковые материалы и изделия на основе железа. Изготовление деталей из спечённых материалов (порошковая металлургия). Методы получения и технологические свойства порошков. Формообразование и обработка заготовок. Приготовление смеси и формообразование заготовок. Спекание и окончательная обработка заготовок. Технологические требования, предъявляемые к конструкциям деталей из порошковых материалов. Перспективы развития порошковой металлургии. Плавные тугоплавкие соединения для инструментальных материалов. Техническая и экономическая целесообразность применения порошковой технологии. Технологические основы порошковой металлургии. Физико-химические свойства порошков и способы их получения.

Физико-химические свойства металлических порошков. Способы производства металлических порошков. Механическое измельчение. Ультразвуковое диспергирование. Распыление расплава и быстрая закалка. Высокоскоростное затвердевание расплава (ВЗР). Получение порошков жаропрочных сплавов и коррозионноустойчивых (нержавеющих) сталей. Физико-химические методы получения металлических порошков. Получение металлических порошков восстановлением химических соединений. Производство металлических порошков электролизом. Получение порошков методом термической диссоциации карбониллов металлов. Получение металлических порошков методом испарения-конденсации. Получение металлических порошков с использованием межкристаллитной коррозии. Получение порошков металлоподобных соединений. Формование порошков. Подготовка металлических порошков к формованию. Отжиг. Классификация (рассеивание). Приготовление смесей. Уплотнение порошка в прессформе. Изостатическое формообразование. Мундштучное формование. Прокатка порошков. Шликерное формование. Вибрационное формование. Импульсное формование. Спекание. Твёрдофазное спекание. Жидкофазное спекание. Практика спекания. Примеры изготовления некоторых конструкционных материалов и изделий из порошков. Производство шестерён. Производство поршневых колец. Безуглеродистые сплавы на основе железа. Цветные металлы и сплавы. Пористые материалы и изделия из них. Антифрикционные металлы и изделия. Пористые подшипники. Подшипники из материалов на основе железа. Подшипники из материалов на основе цветных металлов. Многослойные металлические порошковые материалы. Металлопластмассовые материалы. Металлостеклянные материалы. Экономическая эффективность применения порошковых

материалов и изделий. Фрикционные порошковые материалы. Фильтры. Другие пористые материалы и изделия из них.

Тема 1.6 Композиционные материалы

Общая характеристика и классификация. Дисперсно-упрочненные материалы. Волокнистые композиционные материалы. Слоистые композиционные материалы. Эвтектические композиционные материалы. Композиционные материалы на полимерной основе. Конструкционные и технологические свойства композитов. Композиты как конструкционные материалы. Общие представления о композитах. Дисперсно-упрочненные композиты. Волокнистые композиты. Структура волокнистых композитов. Компоненты волокнистых композитов. Матричные материалы. Волокнистые армирующие элементы. Стекловолоконные волокна. Органические волокна. Углеродные волокна. Борные волокна. Волокна карбида кремния. Металлические волокна (проволоки). Молибденовые проволочные волокна. Волокна с металлическими покрытиями. Тканые армирующие материалы. Коротковолокнистая арматура. Композиты с полимерной и углеродной матрицами. Свойства композитов с полимерной матрицей.

РАЗДЕЛ 2 СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАЛИ, СПЛАВЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И МАТЕРИАЛЫ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Тема 2.1. Виды коррозионных разрушений в условиях эксплуатации конструкций.

Электрохимическая коррозия. Химическая коррозия. Растворение твёрдых металлов жидкими. Высоколегированные коррозионностойкие и жаростойкие стали. Структура и свойства. Хромовые стали. Хромоникелевые аустенитные стали. Хромоникелевые стали аустенитно-ферритного класса. Высокопрочные аустенитно-мартенситные и аустенитные стали.

Тема 2.2. Жаропрочные стали и сплавы.

Общие требования к жаропрочным материалам. Деформация сталей и сплавов при высоких температурах под действием ограниченных нагрузок. Три основных вида деформаций при нагрузке. Ползучесть и длительная прочность. Релаксация напряжений. Влияние физических и структурных факторов на жаропрочность металлов и сплавов. Влияние структуры и состава сталей и сплавов на жаропрочность. Жаропрочные стали. Жаропрочные сплавы на никелевой основе. Легирование, структура и свойства. Термическая обработка жаропрочных сплавов. Жаропрочные никелевые сплавы, свариваемые. Дисперсно-упрочненные никелевые сплавы. Жаропрочные сплавы на основе тугоплавких металлов.

Тема 2.3. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.

Сверхтвёрдые материалы. Магнитные стали и сплавы. Стали и сплавы с высоким электросопротивлением. Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения. Сплавы с эффектом "памяти формы". Металлы и сплавы высокой проводимости.

Тема 2.4. Основные цветные металлы. Биметаллы.

Алюминий и его сплавы. Структура и свойства алюминия. Сплавы алюминия. Магний и его сплавы. Структура и свойства магния. Сплавы магния. Медь и её сплавы. Структура и свойства меди. Медно-никелевые сплавы. Жаропрочные медные сплавы. Никель и его сплавы. Структура и свойства никеля. Сплавы никеля. Олово, свинец и их сплавы. Структура и свойства олова и свинца. Сплавы олова и свинца. Титан и его сплавы. Структура и свойства титана. Сплавы титана. Коррозионно-стойкие биметаллы. Износостойкие биметаллы. Электротехнические биметаллы. Термобиметалл. Антифрикционные биметаллы. Биметаллы для монтажных работ. Биметаллы для бытовых изделий.

Тема 2.5 Термическая обработка металлов и сплавов

Определение и классификация. Основное оборудование для термической обработки. Термическая обработка сплавов, не испытывающих фазовых превращений в твёрдом состоянии. Термическая обработка сплавов с переменной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии. Термическая обработка сталей с эвтектоидным преобразованием. Технология термической обработки сталей. Структурные и фазовые превращения в сталях при сварке. Процессы, которые происходят при нагреве сталей выше температур полиморфных превращений. Процессы при охлаждении после сварки. Термическая обработка сварных соединений. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Общие закономерности химико-термической обработки. Цементация стали. Азотирование стали. Одновременное насыщение поверхности стали углеродом и азотом (нитроцементация).

РАЗДЕЛ 3. ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА, ПРИМЕНЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Тема 3.1 Общие принципы выбора материала. Выбор расчётных схем.

Экономически обоснованный выбор материала. Примеры выбора материалов. Основные направления экономии материалов. Экономия материалов за счёт повышения точности расчёта. Современные направления в развитии методов расчёта деталей машин. Уточнение расчётных нагрузок. Выбор расчётной теории прочности. Учёт пластичности материала при расчёте деталей машин. Расчёт по предельным состояниям. Статистический метод определения запасов прочности. Возможности снижения запасов прочности конструкций. Экономия материалов за счёт применения рациональных форм конструкций.

Тема 3.2. Принципы эффективного использования материала в конструкции.

Рациональные формы деталей, работающих на изгиб. Рациональные формы деталей, работающих на кручение. Рациональные формы сечений при сложных деформациях. Рациональные формы деталей, работающих на сжатие. Конструктивные направления снижения расхода материалов. Пути снижения материалоемкости машин. Математическое моделирование и оптимизация. Металлы со специальными свойствами и их заменители. Материалы для изготовления деталей узлов трения. Износостойкие

материалы с малым взаимным внедрением на микроучастках поверхностей трения. Износостойкие самосмазывающиеся материалы. Материалы для пар трения, работающих в условиях высокого вакуума. Полимерные материалы для узлов трения. Выбор и совершенствование профилей металлопроката. Влияние выбора профиля на металлоёмкость изделий. Горячекатаные сортовые профили. Периодические профили проката. Гнутые профили проката. Собственные гнутые профили. Технологические направления экономии ресурсов. Обеспечение технологичности конструкции деталей. Повышение надёжности машин при их производстве. Направления снижения материалоёмкости машин на этапе изготовления. Новые технологии и материалы для восстановления дефектных отливок.

Тема 3.3. Роль обработки металла давлением в техническом прогрессе машиностроения и экономии металла.

Отходы и потери металла при обработке давлением. Пути и методы экономии металла при обработке давлением. Сварка трением.

Тема 3.4. Классификация методов упрочнения металлов.

Упрочнение термическими и криогенными методами. Упрочнение химико-термическими методами. Упрочнение физическими и физико-химическими методами. Упрочнение методами пластического деформирования.

Тема 3.5. Упрочнение термическими, химико-термическими и комбинированными (термодиффузионными) способами обработки.

Совмещение упрочнения наклёпом с гидрополированием. Упрочнение конструкционных сталей термомеханической обработкой. Упрочнение деталей машин наплавкой. Упрочнение напылением на рабочие поверхности деталей материалов с высокими эксплуатационными свойствами. Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей электролитическим способом материалов с высокими эксплуатационными свойствами. Упрочнение нанесением на рабочие поверхности деталей химическим способом материалов с высокими эксплуатационными свойствами. Упрочнение нанесением эмалевых покрытий на рабочие поверхности деталей.

Тема 3.6. Экономия ресурсов на этапе эксплуатации.

Повышение надёжности при эксплуатации. Влияние способов формообразования деталей на качество их рабочих поверхностей. Влияние способов формообразования деталей на их эксплуатационные свойства. Способы повышения долговечности. Долговечность трущихся пар. Стабилизация деталей и структур их материалов. Основные методы стабилизации структуры и уменьшения внутренних напряжений.

Тема 3.7. Реновация и восстановление изношенных деталей.

Рециклинг запасных частей. Технологии восстановления деталей

Повышение износостойкости узлов трения. Ресурсосбережение в производстве и эксплуатации прецизионных твёрдосплавных инструментов. Новые технологии с использованием энергии взрыва. Сварка взрывом. Упрочнение металлов взрывом. Синтез алмазов и регенерация сверхтвёрдых

материалов в ударных волнах. Регенерация твёрдых сплавов в ударных волнах. Совершенствование наплавки крановых колёс. Упрочнение и восстановление посадочных мест вторичного вала коробки передач автомобилей электромагнитной наплавкой. Восстановление соединений с гарантированным натягом импульсными электролитическими режимами. Плазменная закалка штампов. Дискретная термическая обработка крупногабаритных деталей. Энергосберегающая технология производства крупномодульных шестерён. Разработка технологии лазерного упрочнения прокатных валков с целью повышения их эксплуатационной стойкости. Требования к валкам многовалковых станов. Лазерное упрочнение прокатных валков. Технология изготовления рабочих валков многовалковых станов с использованием лазерного упрочнения. Установка для лазерного упрочнения валков. Технологические факторы лазерного упрочнения. Поглощающие покрытия. Условия падения лазерного излучения. Шероховатость поверхности бочки валка. Характеристики активного слоя. Влияние лазерного упрочнения на эксплуатационную стойкость валков и качество прокатываемой полосы. Расчёт глубины упрочнённого слоя при линейной закалке. Расчёт глубины упрочнённого слоя при спиральной закалке. Рациональные условия контактного взаимодействия валков с полосой. Влияние эксплуатационных характеристик валков на качество прокатываемой полосы. Валки с равномерно изнашивающейся по длине бочкой. Рекомендации по разработке технологии лазерного упрочнения прокатных валков.

Тема 3.8. Повышение стойкости штампов для горячего деформирования на основе совершенствования технологии лазерной обработки.

Общие сведения. Методика термоусталостных испытаний сталей. Способ оценки термической стойкости. Установка для циклических термических испытаний. Теоретические и экспериментальные исследования термоусталостного разрушения штамповой стали. Теоретическое определение температуры нагрева рабочей поверхности выталкивателя. Экспериментальные исследования термоусталостного разрушения штамповой стали. Технологии лазерной обработки инструмента для горячей штамповки. Способ изготовления инструмента для горячей штамповки.

Повышение эксплуатационной стойкости вырубных штампов методом лазерного упрочнения. Требования к вырубным штампам. Условия эксплуатации вырубных штампов. Факторы, влияющие на эксплуатационную стойкость штампов. Методика проведения экспериментальных работ. Влияние параметров лазерного излучения на глубину закалённого слоя. Исследование структуры закалённого лазером слоя. Анализ математических моделей глубины закалки. Математическое планирование эксперимента. Влияние лазерного излучения на шероховатость поверхности. Основные характеристики шероховатости поверхности. Определение характеристик микрогеометрии поверхностей. Влияние лазерной обработки на шероховатость поверхности и коэффициент трения.

Тема 3.9. Температурные условия работы вырубных штампов.

Постановка задачи. Математическая модель теплового состояния пуансонов вырубных штампов. Анализ температурных условий работы вырубных штампов. Технология лазерной обработки инструмента для холодной штамповки.

Тема 3.10. Повышение эксплуатационной стойкости штампов холодного деформирования методом лазерного упрочнения.

Постановка задачи исследования. Критерии работоспособности штампов для холодной обработки металлов давлением. Методы повышения эксплуатационной стойкости штампов для холодного деформирования. Лазерное термическое упрочнение металлов. Факторы, влияющие на выбор режимов лазерной обработки. Особенности фазовых и структурных превращений в инструментальных сталях при лазерной закалке. Анализ тепловых процессов в сталях при лазерном нагреве. Постановка задачи лазерной закалки непрерывным излучением. Влияние изменения теплофизических характеристик материала в зависимости от температуры на глубину закалки. Расчёт температурного поля цилиндрического пуансона при лазерной обработке. Выбор параметров для описания процесса лазерной закалки. Применение теории размерностей для описания процесса лазерной термообработки. Выбор безразмерных параметров для описания процессов лазерной обработки металлов. Описание процесса лазерной закалки металлов. Экспериментальное исследование процесса лазерной обработки. Методика проведения экспериментальных работ. Планирование эксперимента по лазерной термообработке стали X12M. Зависимость глубины закалки от параметров лазерного излучения. Температурные условия работы цилиндрического пуансона для холодной вырубки отверстий. Постановка задачи. Разработка математической модели. Анализ температурных условий работы пуансона. Опытно-промышленные испытания лазерно-упрочнённого штампового инструмента.

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		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ.							
1.1	Введение в теоретическое материаловедение.	2			2			устный опрос, защита лаб.работы, зачёт
1.2	Процессы плавления и кристаллизации. Холодная пластическая деформация и рекристаллизация металлов.	1			2			устный опрос, защита лаб.работы, зачёт
1.3	Влияние химического состава на равновесную структуру сплавов. Основы наноструктурного материаловедения	2						зачёт
1.4	Конструкционные стали	1			2			устный опрос, защита лаб.работы, зачёт
1.5	Производство порошковых сплавов	3			2			устный опрос, защита лаб.работы, зачёт
1.6	Композиционные материалы	2			2			устный опрос, защита лаб.работы, зачёт
2	СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАЛИ, СПЛАВЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И МАТЕРИАЛЫ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ							
2.1	Виды коррозионных разрушений в условиях эксплуатации конструкций.	1			2			устный опрос, защита лаб.работы,

1	2	3	4	5	6	7	8	9
								зачёт
2.2	Жаропрочные стали и сплавы.	2						зачёт
2.3	Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.	1						зачёт
2.4	Основные цветные металлы. Биметаллы.	2						зачёт
2.5	Термическая обработка металлов и сплавов	3			2			устный опрос, защита лаб. работы, зачёт
3	ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА, ПРИМЕНЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ							
3.1	Общие принципы выбора материала. Выбор расчётных схем.	2			2			устный опрос, защита лаб. работы, зачёт
3.2	Принципы эффективного использования материала в конструкции.	3						зачёт
3.3	Роль обработки металла давлением в техническом прогрессе машиностроения и экономии металла.	1			2			устный опрос, защита лаб. работы, зачёт
3.4	Классификация методов упрочнения металлов.	1						
3.5	Упрочнение термическими, химико-термическими и комбинированными (термодиффузионными) способами обработки.	1						зачёт
3.6	Экономия ресурсов на этапе эксплуатации.	1						зачёт
3.7	Реновация и восстановление изношенных деталей.	3						зачёт
3.8	Повышение стойкости штампов для горячего деформирования на основе совершенствования технологии лазерной обработки.	2						зачёт
3.9	Температурные условия работы вырубных штампов.	1						зачёт
3.10	Повышение эксплуатационной стойкости штампов холодного деформирования методом лазерного упрочнения.	1						зачёт
	Всего (часов):	36			18			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Заочная 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		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ.							
1.1	Введение в теоретическое материаловедение.	1			2			устный опрос, защита лаб. работы, зачёт
1.2	Процессы плавления и кристаллизации. Холодная пластическая деформация и рекристаллизация металлов.							зачёт
1.3	Влияние химического состава на равновесную структуру сплавов. Основы наноструктурного материаловедения	1						зачёт
1.4	Конструкционные стали							зачёт
1.5	Производство порошковых сплавов							зачёт
1.6	Композиционные материалы							зачёт
2	СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАЛИ, СПЛАВЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И МАТЕРИАЛЫ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ							
2.1	Виды коррозионных разрушений в условиях эксплуатации конструкций.				2			устный опрос, защита лаб. работы, зачёт
2.2	Жаропрочные стали и сплавы.	1						зачёт
2.3	Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.							зачёт
2.4	Основные цветные металлы. Биметаллы.							зачёт
2.5	Термическая обработка	1						зачёт

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	металлов и сплавов							
3	ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА, ПРИМЕНЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ							
3.1	Общие принципы выбора материала. Выбор расчётных схем.							зачёт
3.2	Принципы эффективного использования материала в конструкции.							зачёт
3.3	Роль обработки металла давлением в техническом прогрессе машиностроения и экономии металла.							зачёт
3.4	Классификация методов упрочнения металлов.							
3.5	Упрочнение термическими, химико-термическими и комбинированными (термодиффузионными) способами обработки.	1						зачёт
3.6	Экономия ресурсов на этапе эксплуатации.							зачёт
3.7	Реновация и восстановление изношенных деталей.							зачёт
3.8	Повышение стойкости штампов для горячего деформирования на основе совершенствования технологии лазерной обработки.							зачёт
3.9	Температурные условия работы вырубных штампов.							зачёт
3.10	Повышение эксплуатационной стойкости штампов холодного деформирования методом лазерного упрочнения.	1						зачёт
	Всего (часов):	6			4			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Заочная сокращённая 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		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ.							
1.1	Введение в теоретическое материаловедение.	1			2			устный опрос, защита лаб. работы, зачёт
1.2	Процессы плавления и кристаллизации. Холодная пластическая деформация и рекристаллизация металлов.							зачёт
1.3	Влияние химического состава на равновесную структуру сплавов. Основы наноструктурного материаловедения	1						зачёт
1.4	Конструкционные стали							зачёт
1.5	Производство порошковых сплавов							зачёт
1.6	Композиционные материалы							зачёт
2	СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАЛИ, СПЛАВЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И МАТЕРИАЛЫ С ОСОБЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ							
2.1	Виды коррозионных разрушений в условиях эксплуатации конструкций.				2			устный опрос, защита лаб. работы, зачёт
2.2	Жаропрочные стали и сплавы.	1						зачёт
2.3	Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.							зачёт
2.4	Основные цветные металлы. Биметаллы.							зачёт
2.5	Термическая обработка	1						зачёт

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	металлов и сплавов							
3	ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА, ПРИМЕНЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ							
3.1	Общие принципы выбора материала. Выбор расчётных схем.							зачёт
3.2	Принципы эффективного использования материала в конструкции.							зачёт
3.3	Роль обработки металла давлением в техническом прогрессе машиностроения и экономии металла.							зачёт
3.4	Классификация методов упрочнения металлов.							
3.5	Упрочнение термическими, химико-термическими и комбинированными (термодиффузионными) способами обработки.	1						зачёт
3.6	Экономия ресурсов на этапе эксплуатации.							зачёт
3.7	Реновация и восстановление изношенных деталей.							зачёт
3.8	Повышение стойкости штампов для горячего деформирования на основе совершенствования технологии лазерной обработки.							зачёт
3.9	Температурные условия работы вырубных штампов.							зачёт
3.10	Повышение эксплуатационной стойкости штампов холодного деформирования методом лазерного упрочнения.	1						зачёт
	Всего (часов):	6			4			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Список литературы

Основная литература

1. Выбор и применение материалов: учебное пособие / Н. А. Свидуневич и [др.] ; под ред. Н. А. Свидуневича. - Минск: Беларуская навука, 2019. - 624, [1] с.
2. Выбор и применение материалов: учебное пособие: в 5 т. / Н.А. Свидуневич, П.А. Витязь, И.В. Войтов и др.; под ред. Н.А. Свидуневич. – Минск: Беларуская навука, 2019. – Том 3. Выбор и применение специальных статей и сплавов. – 530 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576478> (дата обращения: 30.06.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-08-2472-1. – Текст: электронный.
3. Комаров, О. С. Материаловедение в машиностроении: учебник / О. С. Комаров, Л. Ф. Керженцева, Г. Г. Макаева ; под ред. О. С. Комарова. - Минск: Вышэйшая школа, 2009. - 304 с.
4. Материаловедение: учебное пособие для вузов / И. М. Жарский [и др.]. - Минск: Вышэйшая школа, 2015. - 557 с.
5. Материаловедение: учебник для вузов / В. А. Струк [и др.]. - Минск: ИВЦ Минфина, 2008. - 519с.
6. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / под общ. ред. О. С. Комарова. - Минск: Новое знание, 2005. - 559 с.
7. Худокормова, Р. Н. Материаловедение. Практикум: учебное пособие / Р. Н. Худокормова, Ф. И. Пантелеенко, Д. А. Худокормов. - Минск: Новое знание: Москва: Инфра-М, 2014. - 309, [1] с.

Дополнительная литература

1. Акулич, Н. В. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебное пособие. - Минск: Новое знание, 2008. - 271 с.
2. Анисович, А.Г. Структуры металлов и сплавов в технологических процессах машиностроения: научное издание / А.Г. Анисович, А.А. Андрушевич ; Национальная академия наук Беларуси, Физико-технический институт. – Минск : Беларуская навука, 2018. – 136 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498688> (дата обращения: 30.06.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-08-2363-2. – Текст : электронный.
3. Введение в систематику умных материалов / [Л. С. Пинчук и др.]; под общ. ред. Л. С. Пинчука. - Минск: Беларуская навука, 2013. - 398 [1] с.
4. Дегтярев, М. Г. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учебное пособие для вузов / М. Г. Дегтярев. - Москва: Колос, 2007. - 358 с.
5. Диффракционные и микроскопические методы в материаловедении / под ред. С. Амелинка ; пер. с англ. А. М. Глезера. -

Москва: Металлургия, 1984. - 504 с.

6. Дриц, М. Е. Технология конструкционных материалов и материаловедение: учебник для вузов / М. Х. Дриц, М. А. Москалев. - Москва: Высшая школа, 1990. - 447 с.

7. Дрозд, М. И. Основы материаловедения: учебное пособие для вузов / М. И. Дрозд. - Минск: Вышэйшая школа, 2011. - 431 с.

8. Колесов С. Н. материаловедение и технология конструкционных материалов: учеб. для вузов. - Изд. 2-е, перераб. и доп.. - Москва: Высш. шк., 2007. - 535с.

9. материаловедение и технология конструкционных материалов: учебное пособие для вузов / под общ. ред. О. С. Комарова. - 3-е изд., испр. и доп.. - Минск: Новое знание, 2009. - 670 с.. - (Техническое образование).

10. материаловедение и технология металлов : учебник для вузов / Г. П. Фетисов, М. Г. Картман, В. М. Катюнин и др.. - Москва : Высшая школа, 2000. - 638с.

11. Пейсахов А.М. материаловедение и технология конструкционных материалов : Учебник для вузов / А.М.Пейсахов, А.М.Кучер. - СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2003. - 406с. УДК [669.01+621.7+621.9](075.8)

12. Пикунов , М. В. Плавка металлов. Кристаллизация сплавов. Затвердевание отливок. : учеб. пособие для вузов. - Москва: МИСИС, 2005. - 415 с.

13. Попов, А. Н. Основы материаловедения: учебное пособие для вузов / А. Н. Попов, В. П. Казаченко. - Минск : Издательство Гревцова, 2010. - 176 с.

14. Сергиенко, В. П. Вибрация и шум в нестационарных процессах трения / В. П. Сергиенко, С. Н. Бухаров. - Минск : Беларуская навука, 2012. - 345, [1] с.

15. Стуканов В. А. материаловедение : учеб. пособие. - Москва: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2008. - 368 с.

16. Федотов, А. К. Физическое материаловедение: учебное пособие для вузов / А. К. Федотов. - Минск: Вышэйшая школа, 2012. - 446 с.

17. Циммерман, Р. Металлургия и материаловедение: справочник / Р. Циммерман, К. Гюнтер ; пер. с нем. Б. И. Левина, Г. М. Ашмарина ; под ред. П. И. Полухина, М. Л. Бернштейна. - Москва: Металлургия, 1982. - 479 с.

Электронный учебно-методические документы

1. Степанкин, И. Н. Специальные главы инженерного материаловедения: курс лекций для студентов специальности 1-36 01 05 "Машины и технология обработки материалов давлением дневной и заочной форм обучения / И. Н. Сепанкин. - Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. - 63 с.

Характеристика рекомендуемых методов и технологии обучения

Рекомендуемыми методами обучения, отвечающими целям изучения

дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализуемые на лабораторных занятиях и при самостоятельной работе;
- коммуникативные технологии (дискуссия, учебные дебаты, «мозговой штурм» и другие формы и методы), реализуемые на лабораторных занятиях и на конференциях.

Требования к обучающемуся при прохождении текущей аттестации

Обучающиеся допускаются к сдаче зачёта по учебной дисциплине при условии выполнения всех видов работ, предусмотренных настоящей учебной программой.

При прохождении текущей аттестации обучающимся запрещается пользоваться учебными изданиями, записями, конспектами, мобильными телефонами и другими средствами хранения и передачи информации.

Примерный перечень тем лабораторных работ

1. Изучение дефектов кристаллической структуры металлов и сплавов.
2. Изучение и моделирования процессов диффузии.
3. Изучение влияния компонентов сплавов на комплекс их свойств и характеристик.
4. Изучение изменения свойств спечённых порошковых материалов в зависимости от размеров и гранулометрического состава исходных компонентов.
5. Конструкционные и технологические свойства композитов.
6. Изучение влияния микролегирования на развитие коррозии.
7. Моделирование химико-термической обработки металлов и сплавов.
8. Изучение возможностей экономии материалов за счёт применения рациональных форм конструкций.
9. Пути и методы экономии металла при обработке давлением. Применение моделирования для оптимизации формы и размеров заготовок.

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Основные определения и классификация материалов.
2. Атомные связи и координационные числа.
3. Межатомные притяжения. Ионные связи. Ковалентные связи. Металлическая связь.
4. Конденсированные фазы.
5. Кристаллические и аморфные твёрдые тела.
6. Аморфные металлы и сплавы.
7. Полиморфизм. Геометрия кристаллов. несовершенства в

кристаллах.

8. Холодная пластическая деформация и рекристаллизация металлов.
9. Процессы в твёрдых телах на атомарном уровне.
10. Пластическая деформация поликристаллических металлов.
11. Влияние нагрева на структуру и свойства деформированного металла.
12. Сверхпластичные материалы. Состояние сверхпластичности материалов.
13. Обработка давлением в состоянии сверхпластичности.
14. Физические и механические свойства сплавов в равновесном состоянии.
15. Диаграммы состояния тройных сплавов.
16. Влияние наноструктурного состояния на свойства металлов, сплавов и твердофазных соединений.
17. Методы получения нанокристаллических порошков, компактных материалов и наноструктур.
18. Применение наноструктурных материалов.
19. Нанотехнология. Наночастицы. Методы, используемые для изучения наночастиц.
20. Новейшие достижения нанотехнологии. Графен. Геомодификаторы. Нанообъекты.
21. Стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием (автоматные стали).
22. Конструкционные машиностроительные легированные улучшаемые стали.
23. Инструментальные стали и твёрдые сплавы.
24. Стали для измерительного инструмента.
25. Штамповые стали.
26. Порошковые конструкционные материалы. Порошковые материалы и изделия на основе железа.
27. Изготовление деталей из спечённых материалов (порошковая металлургия).
28. Методы получения и технологические свойства порошков.
29. Перспективы развития порошковой металлургии.
30. Техническая и экономическая целесообразность применения порошковой технологии.
31. Способы производства металлических порошков.
32. Получение металлических порошков восстановлением химических соединений.
33. Производство металлических порошков электролизом.
34. Получение порошков методом термической диссоциации карбониллов металлов.
35. Получение металлических порошков методом испарения-конденсации.
36. Получение металлических порошков с использованием

межкристаллитной коррозии.

37. Получение порошков металлоподобных соединений.

38. Спекание.

39. Примеры изготовления некоторых конструкционных материалов и изделий из порошков. Производство шестерён. Производство поршневых колец.

40. Безуглеродистые сплавы на основе железа.

41. Пористые материалы и изделия из них.

42. Антифрикционные металлы и изделия.

43. Пористые подшипники. Подшипники из материалов на основе железа. Подшипники из материалов на основе цветных металлов.

44. Многослойные металлические порошковые материалы.

45. Металлопластмассовые материалы.

46. Металлостеклянные материалы.

47. Экономическая эффективность применения порошковых материалов и изделий.

48. Фрикционные порошковые материалы.

49. Слоистые композиционные материалы.

50. Эвтектические композиционные материалы.

51. Композиционные материалы на полимерной основе.

52. Конструкционные и технологические свойства композитов.

53. Композиты как конструкционные материалы. Общие представления о композитах.

54. Дисперсно-упрочненные композиты.

55. Волокнистые композиты.

56. Молибденовые проволочные волокна.

57. Волокна с металлическими покрытиями.

58. Тканые армирующие материалы.

59. Коротковолокнистая арматура.

60. Композиты с полимерной и углеродной матрицами. Свойства композитов с полимерной матрицей.

61. Высоколегированные коррозионностойкие и жаростойкие стали.

Структура и свойства.

62. Хромоникелевые стали аустенитно-ферритного класса.

63. Высокопрочные аустенитно-мартенситные и аустенитные стали.

64. Деформация сталей и сплавов при высоких температурах под действием ограниченных нагрузок. Три основных вида деформаций при нагрузке.

65. Ползучесть и длительная прочность. Релаксация напряжений.

66. Влияние физических и структурных факторов на жаропрочность металлов и сплавов.

67. Влияние структуры и состава сталей и сплавов на жаропрочность.

68. Жаропрочные сплавы на никелевой основе.

69. Термическая обработка жаропрочных сплавов.

70. Дисперсноупрочненные никелевые сплавы.

71. Жаропрочные сплавы на основе тугоплавких металлов.
72. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.
73. Сверхтвердые материалы.
74. Магнитные стали и сплавы.
75. Стали и сплавы с высоким электросопротивлением.
76. Сплавы с заданным температурным коэффициентом линейного расширения.
77. Сплавы с эффектом "памяти формы".
78. Металлы и сплавы высокой проводимости.
79. Титан и его сплавы. Структура и свойства титана. Сплавы титана.
80. Коррозионно-стойкие биметаллы. Износостойкие биметаллы.
81. Электротехнические биметаллы.
82. Статистический метод определения запасов прочности.
83. Экономия материалов за счёт применения рациональных форм конструкций.
84. Пути снижения материалоемкости машин. Математическое моделирование и оптимизация.
85. Материалы для пар трения, работающих в условиях высокого вакуума.
86. Полимерные материалы для узлов трения.
87. Выбор и совершенствование профилей металлопроката.
88. Влияние выбора профиля на металлоемкость изделий.
89. Технологические направления экономии ресурсов.
90. Обеспечение технологичности конструкции деталей.
91. Повышение надежности машин при их производстве.
92. Направления снижения материалоемкости машин на этапе изготовления.
93. Новые технологии и материалы для восстановления дефектных отливок.
94. Роль обработки металла давлением в техническом прогрессе машиностроения и экономии металла.
95. Отходы и потери металла при обработке давлением.
96. Пути и методы экономии металла при обработке давлением.
97. Упрочнение термическими и криогенными методами.
98. Совмещение упрочнения наклепом с гидрополированием.
99. Упрочнение конструкционных сталей термомеханической обработкой.
100. Упрочнение деталей машин наплавкой.
101. Упрочнение нанесением эмалевых покрытий на рабочие поверхности деталей.
102. Влияние способов формообразования деталей на качество их рабочих поверхностей.
103. Влияние способов формообразования деталей на их эксплуатационные свойства.
104. Способы повышения долговечности. Долговечность трущихся

пар. Стабилизация деталей и структур их материалов. Основные методы стабилизации структуры и уменьшения внутренних напряжений.

105. Реновация и восстановление изношенных деталей.
106. Рециклинг запасных частей. Технологии восстановления деталей
107. Новые технологии с использованием энергии взрыва.
108. Сварка взрывом. Упрочнение металлов взрывом.
109. Синтез алмазов и регенерация сверхтвердых материалов в ударных волнах.
110. Регенерация твердых сплавов в ударных волнах.
111. Совершенствование наплавки крановых колес.
112. Упрочнение и восстановление посадочных мест вторичного вала коробки передач автомобилей электромагнитной наплавкой.
113. Восстановление соединений с гарантированным натягом импульсными электролитическими режимами.
114. Плазменная закалка штампов.
115. Дискретная термическая обработка крупногабаритных деталей.
116. Энергосберегающая технология производства крупномодульных шестерен.
117. Технология изготовления рабочих валков многовалковых станов с использованием лазерного упрочнения.
118. Установка для лазерного упрочнения валков. Технологические факторы лазерного упрочнения. Поглощающие покрытия.
119. Влияние лазерного упрочнения на эксплуатационную стойкость валков и качество прокатываемой полосы.
120. Влияние эксплуатационных характеристик валков на качество прокатываемой полосы.
121. Валки с равномерно изнашивающейся по длине бочкой.
122. Повышение стойкости штампов для горячего деформирования на основе совершенствования технологии лазерной обработки.
123. Теоретические и экспериментальные исследования термоусталостного разрушения штамповой стали.
124. Теоретическое определение температуры нагрева рабочей поверхности выталкивателя.
125. Экспериментальные исследования термоусталостного разрушения штамповой стали.
126. Технологии лазерной обработки инструмента для горячей штамповки.
127. Способ изготовления инструмента для горячей штамповки.
128. Математическое планирование эксперимента.
129. Математическая модель теплового состояния пуансонов вырубных штампов.
130. Анализ температурных условий работы вырубных штампов.
131. Технология лазерной обработки инструмента для холодной штамповки.
132. Лазерное термическое упрочнение металлов. Факторы, влияющие

на выбор режимов лазерной обработки.

133. Анализ тепловых процессов в сталях при лазерном нагреве.

134. Применение теории размерностей для описания процесса лазерной термообработки.

135. Выбор безразмерных параметров для описания процессов лазерной обработки металлов.

136. Зависимость глубины закалки от параметров лазерного излучения.

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)
Проектирование цехов	МиТОМ	нет	
Технология изготовления оснастки прокатного и волочильного производства	МиТОМ	нет	
Управлением качеством продукции металлургического производства	МиТОМ	нет	

Зав.кафедрой
«Металлургия и технологии
обработки материалов»

Ю.Л.Бобарикин