

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института технологического  
оборудования и машиностроения  
  
С.С.Латышев  
« 28 » апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**Технологии и оборудование для упрочнения  
поверхностей изделий**

направление подготовки:

15.03.01 Машиностроение

Направленность образовательной программы:

Технологии, оборудование и автоматизация  
машиностроительных производств

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очная

**Институт:** Технологического оборудования и машиностроения

**Выпускающая кафедра:** Технологии машиностроения

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

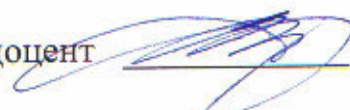
- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 15.03.01 «Машиностроение»; утвержденное приказом Министерства образования и науки РФ от 09 августа 2021 г. № 727

- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2022 году.

Составитель: к.т.н.  (Е.В.Гапоненко)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«22» апреля 2022 г. прот. № 9

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, доцент  (Т.А. Дююн)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«28» апреля 2022 г. прот. № 8

Председатель  (Горшков П.С.)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ПК	ПК-10 Способность выбирать технологическое оборудование для выполнения операций технологических процессов механосборочных производств	ПК-10.1 Выбирает технологическое оборудование для выполнения операций технологических процессов механосборочных производств.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• кристаллическое строение металлов;</li> <li>• методы, оборудование и технология упрочнения поверхностным пластическим деформированием;</li> <li>• методы упрочнение поверхностей изделий;</li> <li>• технологию термической и химико-термической обработки;</li> <li>• закономерности, действующие в процессе упрочнения изделий.</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• рассчитывать параметры химико-термической обработки;</li> <li>• подбирать необходимое оборудование для упрочнения;</li> <li>• проводить поверхностное упрочнение изделий;</li> <li>• определять прокаливаемость стали;</li> <li>• проводить поверхностную закалку стали.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками выбора необходимого технологического оборудования для выполнения операций упрочнения поверхностей изделий.</li> </ul>
		ПК-10.2 Оценивает технологические возможности оборудования для выполнения операций технологических процессов механосборочных производств.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• технические характеристики оборудования для выполнения операций упрочнения;</li> <li>• требования, предъявляемые к оборудованию для упрочнения изделий.</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• обосновать выбранный тип оборудования для упрочнения изделий и объяснить принцип его работы.</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками оценивания</li> </ul>

			технологических возможностей оборудования для выполнения операций упрочнения поверхностей изделий.
--	--	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-10** Способность выбирать технологическое оборудование для выполнения операций технологических процессов механосборочных производств.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технологическое оборудование
2	Проектирование машиностроительных цехов и участков
3	Технологии и оборудование для специальных методов обработки поверхностей

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	54	54
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	54	54
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	54	54
Экзамен	-	-

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям <sup>1</sup>
1.	Характеристика металлических сплавов				
	Характеристика металлов. Кристаллическое строение и свойства металлов. Кристаллические решетки металлов. Кристаллизация металлов.	4	-	-	4

<sup>1</sup> Указать объем часов самостоятельной работы для подготовки к лекционным, практическим, лабораторным занятиям

2. Железоуглеродистые сплавы					
	<p>Диаграмма состояния железо-цементит.  Фазовые превращения в железоуглеродистых сплавах.  Классификация и маркировка сталей.  Влияние углерода на механические свойства металлов.  Влияние легирующих элементов на механические свойства металлов.</p>	5	-	-	2
3. Методы, оборудование и технология упрочнения поверхностным пластическим деформированием (ППД)					
	<p>Поверхностное упрочнение. Физическая сущность и классификация методов ППД.  Инструменты и рабочие тела, используемые при ППД.  Оборудование, применяемое при различных методах ППД.  Технология упрочнения ППД.</p>	6	4	-	10
4. Упрочнение поверхностей деталей машин					
	<p>Методы упрочнения поверхностей деталей машин, работающих в абразивной среде при высоких давлениях.  Способы упрочнения деталей, изготовленных комбинацией материалов и комбинированным методом изготовления.  Методы упрочнения рабочих поверхностей пар трения.  Технология упрочнения.  Упрочнение поверхностей деталей, работающих при знакопеременных и циклических нагрузках.  Технология упрочнения зубчатых колес.</p>	18	13	-	23
	ВСЕГО	34	17	-	54

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр №1				
1	Методы, оборудование и технология упрочнения поверхностным пластическим деформированием (ППД)	Поверхностное упрочнение деталей типа тел вращения	4	4
2	Упрочнение поверхностей деталей машин	Определение прокаливаемости стали методом торцевой закалки	4	4
3		Поверхностная закалка стали при нагреве токами высокой частоты (ТВЧ)	5	6
4		Анализ химико-термической обработки стали	4	4
ИТОГО:			17	18

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены учебным планом.

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрены учебным планом.

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрены учебным планом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ПК-10** Способность выбирать технологическое оборудование для выполнения операций технологических процессов механосборочных производств.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-10.1 Выбирает технологическое оборудование для выполнения операций технологических процессов механосборочных производств.	зачет, защита практической работы
ПК-10.2 Оценивает технологические возможности оборудования для выполнения операций технологических процессов механосборочных производств.	

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Характеристика металлических сплавов	Характеристика металлов и их электронное строение. Кристаллическое строение и свойства металлов. Кристаллическое строение реальных кристаллов. Кристаллизация металлов.
2	Железоуглеродистые сплавы	Диаграмма состояния железо-цементит. Фазовые превращения в железоуглеродистых сплавах. Классификация сталей. Маркировка сталей.

		Влияние углерода на механические свойства металлов. Влияние легирующих элементов на механические свойства металлов.
3	Методы, оборудование и технология упрочнения поверхностным пластическим деформированием (ППД)	Понятие о поверхностном слое. Классификация и особенности применения методов ППД. Явления, происходящие в поверхностном слое при обработке деталей ППД. Статические методы ППД. Динамические методы ППД. Процессы и операции поверхностного пластического деформирования. Оборудованием, применяемое при различных методах ППД.
4	Упрочнение поверхностей деталей машин	Методы лазерного, электронно-лучевого, плазменного и детонационного упрочнения деталей машин. Вакуумное ионно-плазменное упрочнение. Магнитное упрочнение. Упрочнение деталей наплавкой. Общая характеристика методов термической обработки (ТО). Нагрев при упрочняющей термической обработке. Выдержка при ТО. Охлаждение при ТО. Выбор охлаждающих сред при упрочняющей ТО. Закалка стали. Поверхностная закалка. Способы поверхностной закалки. Основы химико-термической обработки. Диффузионное насыщение сплавов углеродом и азотом. Ионное азотирование и цементация. Нитроцементация и цианирование. Борирование, хромирование, титанирование. Прочие виды диффузионного насыщения поверхностей. Лазерная термическая обработка. Классификация методов отделочно-упрочняющей обработки.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты практических заданий.

**Практические работы.** В методических указаниях к выполнению практических заданий представлен перечень практических работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания работе, рассмотрен практический пример, даны варианты выполнения и перечень контрольных вопросов.

Защита практических работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме практической работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема практической работы	Контрольные вопросы
1.	Поверхностное упрочнение деталей типа тел вращения.	1. Что такое наплавка? 2. С какой целью осуществляют наплавку? 3. В основном, в каких направлениях развивается наплавка? 4. Какие существуют способы наплавки? 5. В чем особенности наплавочных установок? 6. Как происходит процесс наплавки? 7. Какие детали подвергаются наплавке?



		<p>8. Какие оборудование применяют для наплавки?</p> <p>9. Какие проволоки применяют для наплавки?</p> <p>10. Что такое порошковая лента и порошковая проволока, чем они отличаются?</p> <p>11. Какие флюсы применяют для наплавки и какие функции они выполняют?</p> <p>12. Какими способами можно легировать наплавленное изделие?</p> <p>13. От чего зависит качества наплавки?</p> <p>14. Что является параметрами режима наплавки?</p> <p>15. Какие возможные дефекты встречаются при наплавке и что является причиной их возникновения?</p>
2.	Определение прокаливаемости стали методом торцевой закалки.	<p>1. Влияние легирующих элементов на критические точки стали <math>A_1</math>, <math>A_3</math>, <math>S</math>, <math>E</math>, <math>M_n</math>, <math>M_k</math>, на <math>v_{кр}</math>, на свойство стали в исходном состоянии на термическую обработку. Взаимодействие легирующих элементов с железом и углеродом.</p> <p>2. Диаграммы изотермического распада аустенита. Критическая скорость закалки и факторы, влияющие на нее. Основные виды термической обработки стали.</p> <p>3. Закаливаемость и прокаливаемость стали. Факторы, влияющие на закаливаемость и прокаливаемость стали. Для каких деталей требуется сквозная прокаливаемость по всему сечению детали, а для каких высокая закаливаемость? Методы определения прокаливаемости стали.</p> <p>4. Классификация сталей по качеству и назначению. Знать различие в содержании терминов «высококачественная сталь» и «улучшаемая сталь».</p> <p>5. Классификация сталей по структуре в отожженном (равновесном) и нормализованном состояниях.</p> <p>6. Конструкционные стали, их маркировка и классификация по конечной термической обработке. Основное назначение легирующих элементов в этих сталях.</p> <p>7. Жаропрочные и жаростойкие стали. Природа жаростойкости жаропрочности и.</p> <p>8. Инструментальные, углеродистые, малолегируемые и быстрорежущие стали. Основное назначение легирующих элементов в этих сталях.</p> <p>9. Нержавеющие стали, хромистые и хромоникелевые. Область их применения.</p>
3.	Поверхностная закалка стали при нагреве токами высокой частоты (ТВЧ).	<p>1. Что такое поверхностная закалка?</p> <p>2. Назовите источники тока высокой частоты?</p> <p>3. Назовите основные типы генераторов ТВЧ и дайте их краткую характеристику (мощность, частота тока, исполнение).</p> <p>4. Устройство промышленной высокочастотной установки с ламповым генератором.</p> <p>5. Что такое поверхностный эффект?</p> <p>6. Что такое явление близости?</p> <p>7. Назовите три основных метода поверхностной закалки?</p> <p>8. Преимущества поверхностной закалки?</p>
4.	Анализ химико-термической обработки стали.	<p>1. Сущность химико-термической обработки стали?</p> <p>2. Что такое цементация?</p> <p>3. Процесс цементации в твердом карбюраторе?</p> <p>4. Как влияют температура и время на глубину цементации?</p>

	<p>5. Микроструктура цементованного слоя после медленного охлаждения.</p> <p>6. Термическая обработка после цементации.</p> <p>7. Сущность газовой цементации?</p> <p>8. Что такое азотирование? Опишите процесс азотирования.</p> <p>9. Микроструктура азотированного слоя после азотирования с медленным охлаждением.</p> <p>10. Для каких деталей применяют цементацию и азотирование?</p> <p>11. Что такое цианирование? Опишите процесс.</p> <p>12. Что такое нитроцементация? Опишите процесс.</p> <p>13. Термическая обработка после нитроцементации.</p>
--	--

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Выполнение расчета параметров химико-термической обработки
	Подбор необходимого оборудования для выполнения операций упрочения
	Проведение поверхностного упрочнения изделий
	Проверка решений и анализ результатов
Навыки	Навыки выбора необходимого технологического оборудования для выполнения операций упрочнения поверхностей изделий с учетом его технических характеристик и предъявляемых требований
	Навыки оценивания технологических возможностей оборудованиями для выполнения операций упрочнения поверхностей изделий

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует

Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Выполнение расчета параметров химико-термической обработки	Не умеет выполнять расчет параметров химико-термической обработки	Умеет выполнять расчет параметров химико-термической обработки.
Выбор необходимого оборудования для выполнения операций упрочнения с учетом его технических характеристик	Не умеет выбирать необходимое оборудование для выполнения операций упрочнения с учетом его технических характеристик	Умеет выбирать необходимое оборудование для выполнения операций упрочнения с учетом его технических характеристик
Проведение поверхностного упрочнение изделий	Не умеет проводить поверхностное упрочнение изделий	Умеет проводить поверхностное упрочнение изделий
Проверка решений и анализ результатов	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении практических задач. Не способен сформулировать и обосновать выводы по работе.	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий. Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Навыки выбора необходимого технологического оборудования для выполнения операций упрочнения поверхностей изделий с учетом его технических характеристик и предъявляемых требований	Не владеет навыками выбора необходимого технологического оборудования для выполнения операций упрочнения поверхностей изделий с учетом его технических характеристик и предъявляемых требований	Владеет навыками выбора необходимого технологического оборудования для выполнения операций упрочнения поверхностей изделий с учетом его технических характеристик и предъявляемых требований.
Навыки оценивания	Не владеет навыками, необходимыми для оценивания технологических	Владеет навыками, необходимыми для оценивания технологических возможностей оборудованиями для

технологических возможностей оборудованиями для выполнения операций упрочнения поверхностей изделий	возможностей оборудованиями для выполнения операций упрочнения поверхностей изделий	выполнения операций упрочнения поверхностей изделий
---	---	---

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 1.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК6 №3	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.
2	Специализированная аудитория для проведения практических занятий, УК4, №327	Специализированная мебель., электропечи камерные СНОЛ-1,6.2,5.1/11-И1М; SNOL 8,2/1100; СНОЛ-1,6.2,5.1/11-М1, приборы для измерения твердости металлов по методу Бринелля тип ТБ (ТШ-2М) и по методу Роквелла тип ТР (ТК-2М), микроскопы – ММУ-3, МЕТАМ-Р1, ЕС МЕТАМ РВ, МИКРОМЕД МЕТ, шлифовальные станки 3Е 881М; коллекция микрошлифов, стенды, плакаты.
3	Специализированная лаборатория САПР для проведения самостоятельной работы. УК4 №313	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

### 1.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	MicrosoftWindows 7	63-14к от 02.07.2014
2	Kaspersky EndPointSecurity Стандартный RussianEdition 1000-1499 Node 1 year	29-16г от 13.07.2016

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Пачурин, Г. В. Коррозионная долговечность изделий из деформационно-упрочненных металлов и сплавов : учебное пособие / Г. В. Пачурин. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211706>.

2. Гончаров, В. С. Методы упрочнения конструкционных материалов. Функциональные покрытия : учебное пособие / В. С. Гончаров. — Тольятти : ТГУ, 2017. — 205 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139669>.

2. Зубарев, Ю. М. Технологическое обеспечение надежности эксплуатации машин:

учебное пособие / Ю. М. Зубарев. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.— 320с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169224>.

3. Сапунов, С. В. Материаловедение: учебное пособие / С. В. Сапунов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021.—208с. —URL: <https://e.lanbook.com/book/168740>.

4. Сергель, Н. Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий : учебное пособие / Н. Н. Сергель. — Минск : Новое знание, 2013. — 732 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4321>

5. Тюняев, А. В. Детали машин : учебник / А. В. Тюняев, В. П. Звездаков, В. А. Вагнер. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 736 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168494>

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотека БГТУ им В.Г. Шухова <https://elib.bstu.ru>

2. электронная библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>

3. Электронная библиотечная система издательства «IPR-books»  
<http://www.iprbookshop.ru>

4. Пластическая деформация металлов -  
[https://www.youtube.com/watch?v=MHtJLSJ8\\_30](https://www.youtube.com/watch?v=MHtJLSJ8_30)

5. Термобработка металла - <http://stanok.guru/metalloobrabotka/termoobrabotka-metalla>

6. Химическая обработка металла -  
<http://stanok.guru/metalloobrabotka/himicheskaya-obrabotka>