

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
профессор Е.И. Пряхин

УТВЕРЖДАЮ

Декан механико-
машиностроительного факультета
профессор В.В. Максаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ
МАТЕРИАЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Направление подготовки:	22.06.01 Технологии материалов
Направленность (профиль):	Материаловедение (машиностроение)
Форма обучения:	очная
Нормативный срок обучения:	4 года
Составитель:	д.т.н., профессор А.П. Петкова

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Способы повышения стойкости материалов в различных условиях эксплуатации» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.06.01 Технологии материалов (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 888 от 30 июля 2014;
- на основании учебного плана направленности (профиля) «Материаловедение (машиностроение)» по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов.

Составитель



д.т.н., проф. А.П. Петкова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий от «23» мая 2019 г., протокол № 10

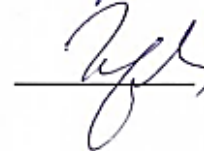
Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой
материаловедения и технологии
художественных изделий



д.т.н., проф. Е.И. Пряхин

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины «Способы повышения стойкости материалов в различных условиях эксплуатации» — дать аспирантам соответствующие знания по теоретическим основам формирования комплекса физико-механических свойств материалов, о разработке и методах исследования материалов с заданными механическими характеристиками, научить определению механических свойств материалов конструкционного и функционального назначения. Знания являются необходимыми при теоретической и практической подготовке будущих специалистов в области материаловедения, которая является необходимой для оптимального выбора материалов и технологий их обработки для производства изделий машиностроения различного назначения.

Задачей изучения дисциплины «Способы повышения стойкости материалов в различных условиях эксплуатации» является овладение знаниями основных теоретических основ формирования физико-механических свойств и процессов, протекающих в материалах под действием различных внешних воздействий в ходе эксплуатации деталей оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ

Дисциплина «Способы повышения стойкости материалов в различных условиях эксплуатации» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули) по выбору» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов и изучается в 4 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Способы повышения стойкости материалов в различных условиях эксплуатации» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и характера распределения дефектов кристаллического строения) на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов	ПК-1	Знать теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и характера распределения дефектов кристаллического строения) на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов
		Уметь проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и характера распределения дефектов кристаллического строения) на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов
		Владеть способностью проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния структуры (типа, количества и характера распределения дефектов кристаллического строения) на физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов и сплавов

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность ориентироваться в приоритетных направлениях развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.	ПК-2	Знать приоритетные направления развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.
		Уметь ориентироваться в приоритетных направлениях развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.
		Владеть способностью ориентироваться в приоритетных направлениях развития научной деятельности, выявлять и формировать по направлению тематику научных исследований, организовывать по тематике проведение теоретических и экспериментальных исследований термических, термоупругих, термопластических, термохимических, термомагнитных, радиационных, акустических и других воздействий изменения структурного состояния и свойств металлов и сплавов.
Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий	ПК-3	Знать теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий
		Уметь проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий
		Владеть способностью проводить теоретические и экспериментальные исследования влияния фазового состава и структурного состояния на зарождение и распространение трещин при различных видах внешних воздействий
Способность разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования	ПК-4	Знать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования
		Уметь разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования
		Владеть способностью разрабатывать новые и совершенствовать существующие технологические процессы объемной и поверхностной термической, химико-термической, термомеханической и других видов обработок, связанные с термическим воздействием, а также специализированного оборудования

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность разрабатывать новые принципы создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях	ПК-6	Знать новые принципы создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях
		Уметь разрабатывать новые принципы создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях
		Владеть способностью разрабатывать новые принципы создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях
Способность определять механизмы влияния различных механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов и разрабатывать на этой основе новые принципы и методики их испытаний, обеспечивающие надежное прогнозирование работоспособности конструкций	ПК-7	Знать механизмы влияния различных механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов и разрабатывать на этой основе новые принципы и методики их испытаний, обеспечивающие надежное прогнозирование работоспособности конструкций
		Уметь определять механизмы влияния различных механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов и разрабатывать на этой основе новые принципы и методики их испытаний, обеспечивающие надежное прогнозирование работоспособности конструкций
		Владеть способностью определять механизмы влияния различных механических, тепловых, магнитных и других внешних воздействий на структурное состояние металлических материалов и разрабатывать на этой основе новые принципы и методики их испытаний, обеспечивающие надежное прогнозирование работоспособности конструкций

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётных единиц, 72 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	12	12
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа	60	60
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачёт	ДЗ	ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	72	72
зач. ед.	2	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

4.2.1 Разделы дисциплин и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа аспиранта, в том числе курсовая работа (проект)
Методы достижения высокопрочного состояния материалов	36	2	4	-	30
Перспективные способы повышения эксплуатационной стойкости материалов	36	2	4	-	30
Итого:	72	4	8	-	60

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. Часах
1	Методы достижения высокопрочного состояния материалов	Формирование структуры дисперсными выделениями. Измельчение зерна термической обработкой. Комбинированное термомеханическое воздействие. Регулирование размера зерна термоциклированием. Термическая, химико-термическая, термомеханическая обработка материалов	2
2	Перспективные способы повышения эксплуатационной стойкости материалов	Комплексное легирование. Получение аморфной структуры. Наноструктурирование материалов. Получение многофункциональных градиентных покрытий	2

4.2.3. Практические занятия:

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Методы достижения высокопрочного состояния материалов	Выбор режима термоциклирования, ТВЧ, термомеханической и химико-термической обработки для получения высокопрочного состояния	4
2	Перспективные способы повышения эксплуатационной стойкости материалов	Выбор вида и способа нанесения покрытия с учетом особенностей эксплуатации изделий	4

4.2.4. Лабораторные работы:

Не предусмотрены учебным планом.

4.2.5. Курсовые работы

Не предусмотрены учебным планом.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне диф.зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Методы достижения высокопрочного состояния материалов

1. Целесообразно ли использование дисперсно-твердеющих сталей при отсутствии требований по теплостойкости.
2. Какие недостатки у мартенситно-старееющих сталей.
3. В чем заключается способ тепловой стабилизации остаточного аустенита.
4. Почему стали переходного класса являются малоуглеродистыми.
5. Как изменяется твердость в зоне термического влияния сварного шва.
6. Почему остаточный аустенит стабилен до очень низких температур.
7. Что такое фазовый наклеп.
8. Почему холодная деформация может привести к разному увеличению прочности.
9. Какие легирующие элементы способствуют интенсификации дисперсионного твердения.
10. Может ли относительное удлинение увеличиваться при понижении температуры испытания.
11. Какова природа упрочнения при холодном наклепе.
12. Как зависит упрочнение от температуры и степени деформации.
13. Каков механизм и технология упрочнения при обработке на сверхмелкое зерно.
14. Как влияет аустенит прямого и обратного превращения на $\sigma_{0,2}$ и КСЧ.

Раздел 2. Перспективные способы повышения эксплуатационной стойкости материалов

1. Как взаимосвязаны твердость, теплостойкость и пластичность инструментальных материалов?

2. По какой причине повышение критических точек под влиянием сильных карбидообразующих элементов положительно влияет на теплостойкость?
3. Почему α – фаза бейнита содержит меньше углерода, чем мартенсит, но больше, чем α – фаза перлита?
4. Какова природа стабилизации остаточного аустенита при мартенситном и бейнитном превращениях?
5. Почему замедление охлаждения, или изотермическая выдержка, в мартенситном интервале увеличивает количество остаточного аустенита?
6. Как влияет уровень прочности на сопротивление замедленному разрушению.
7. Почему при травлении и гальванопокрытиях происходит наводороживание.
8. Какова суть эффекта Ребиндера.
9. Почему трещины чаще всего наблюдаются на шлифованных поверхностях.
10. Может ли водородное охрупчивание быть обратимым.
11. Почему у рисок клейм начинается коррозионное растрескивание.
12. С какой целью вместо закалки с низким отпуском проводят изотермическую закалку.
13. Цементация.
14. Нитроцементация.
15. Азотирование.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к дифференцированному зачету по дисциплине:

1. Каков механизм упрочнения стали при закалке.
2. От чего зависит уровень прочности после отпуска.
3. Каков механизм упрочнения при дисперсионном твердении.
4. Как зависит прочность от дисперсности частиц, выделяющихся при отпуске.
5. Какова природа упрочнения при холодном наклепе.
6. Как зависит упрочнение от температуры и степени деформации.
7. Каков механизм и технология упрочнения при обработке на сверхмелкое зерно.
8. Как влияет аустенит прямого и обратного превращения на $\sigma_{0,2}$ и КСЧ.
9. Какова природа высокой прочности металлических стекол.
10. Как влияет нагрев на структуру и свойства металлических стекол.
11. Какова природа высокой прочности нитевидных кристаллов.
12. Каков механизм упрочнения композитов дисперсными частицами.
13. Какова природа высокой прочности и анизотропии свойств волокнистых композитов.
14. Почему эвтектические сплавы называют естественными композитами.
15. Как проводят испытания на замедленное разрушение.

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету Вариант 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Критической скоростью при закалке сталей называется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. минимальная скорость охлаждения, необходимая для фиксации аустенитной структуры 2. максимальная скорость охлаждения, при которой аустенит еще распадается на структуры перлитного типа. 3. минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		трооститной структуры. 4. минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения мартенситной структуры.
2.	Способность материалов сопротивляться внедрению другого, более твердого тела называется:	1. прочностью. 2. упругостью. 3. вязкостью. 4. твердостью.
3.	Прочностью называют способность материалов сопротивляться:	1. внедрению инородного тела. 2. износу и кавитации. 3. циклической нагрузке. 4. пластической деформации и разрушению под действием внешней нагрузки.
4.	Внутренними концентраторами напряжений в сталях являются:	1. острые углы. 2. отверстия с малым диаметром. 3. поверхностные трещины. 4. неметаллические включения.
5.	Укажите основное назначение заковки без полиморфного превращения:	1. Подготовка сплава к старению. 2. Повышение прочности. 3. Повышение пластичности. 4. Повышение твердости
6.	Закаливаемость стали характеризуется:	1. максимальным диаметром сечения образца сквозной заковки; 2. твердостью поверхностного слоя; 3. содержанием углерода в стали; 4. твердостью и содержанием углерода в стали
7.	Обезуглероживание поверхности деталей при заковке происходит вследствие:	1. неравномерного изменения объема детали при нагреве и охлаждении; 2. низкой температуры нагрева под заковку; 3. высокой температуры нагрева; 4. длительности нагрева при высокой температуре
8.	Укажите кристаллическую решетку мартенсита:	1. объемно-центрированная кубическая; 2. гранецентрированная кубическая; 3. ромбическая; 4. тетрагональная
9.	От многих деталей при эксплуатации требуется повышенная твердость и износостойкость только в поверхностном слое. Это достигается термической обработкой:	1. заковкой 2. отпуском 3. нормализацией 4. поверхностной заковкой.
10.	При заковке мартенсит образуется из аустенита при охлаждении последнего со скоростью, большей критической ($V_{кр}$). Такую скорость при заковке углеродистых сталей обеспечивает охлаждающая среда:	1. 1.воздух 2. 2.масло 3. 3.водные растворы, вода 4. керосин.
11.	Структура, образующаяся при нагреве закаленной углеродистой	1. сорбит отпуска; 2. мартенсит отпуска;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	стали до 350–400 °С, называется:	3. троостит отпуска; 4. бейнит отпуска
12.	Структура, образующаяся при нагреве закаленной углеродистой стали до 500–600 °С, называется:	1. сорбит отпуска; 2. мартенсит отпуска; 3. троостит отпуска; 4. бейнит отпуска
13.	Термическая обработка (нагрев и последующее быстрое охлаждение), после которой материал находится в неравновесном структурном состоянии, несвойственном данному материалу при нормальной температуре, называется:	1. нормализацией; 2. отжигом; 3. закалкой; 4. отпуском
14.	Закалка без полиморфного превращения производится:	1. С малыми скоростями охлаждения. 2. С большими скоростями охлаждения. 3. Со скоростью, зависящей от природы сплава. 4. В воде.
15.	Термическая обработка, при которой после нагрева выше критических температур и выдержки следует быстрое охлаждение деталей (в воде, водных растворах и др. средах), называется:	1. отжигом 2. старением 3. улучшением 4. закалкой
16.	Изменение свойств при закалке без полиморфного превращения:	1. Зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава в исходном и закаленном состояниях, от условий закалки, предыдущей обработки. 2. Не зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава. 3. Не зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава, а зависит от условий закалки и предыдущей обработки. 4. Зависит от фазового состава и особенностей структуры сплава и не зависит от предыдущей обработки
17.	Закалка без полиморфного превращения применяется для сплавов:	1. Не испытывающих полиморфных превращений. 2. Не испытывающих полиморфных превращений и имеющих неограниченную растворимость одного компонента в другом. 3. Не испытывающих полиморфных превращений, но имеющих ограниченную растворимость одного компонента в другом. 4. Образующих химические соединения.
18.	Наибольшую прочность закаленная сталь приобретает при охлаждении в:	1. соли 2. масле 3. щелочи

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. воде
19.	При закалке могут образоваться следующие дефекты:	1. трещины 2. раковины 3. рыхлости 4. разупрочнение.
20.	Для упрочнения высокопрочных сталей широко используют:	1. азотирование. 2. цементацию. 3. изотермическую закалку на нижний бейнит. 4. борирование.

Вариант 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Нагрев сталей выше линии A_{C3} , выдержка и охлаждение со скоростью выше критической называется:	1. полной закалкой. 2. старением. 3. отпуском. 4. нормализацией.
2.	Нагрев сталей выше линии A_{C3} , выдержка и охлаждение на воздухе называется:	1. патентированием. 2. гомогенизацией. 3. изотермической закалкой. 4. нормализацией.
3.	Нагрев сталей выше линии A_{C3} , выдержка и охлаждение с печью называется:	1. отжигом. 2. отпуском. 3. светлой закалкой. 4. ступенчатой закалкой
4.	За счет наклепа высокопрочных сталей в процессе холодной пластической деформации происходит:	1. разупрочнение. 2. упрочнение. 3. коагуляция карбидов. 4. выделение интерметаллидных фаз.
5.	Сталь марки 03Н18К9М5Т относится к классу:	1. высокопрочных мартенситностареющих сталей. 2. пружинных сталей. 3. ПНП-сталей. 4. сталей для холодной штамповки
6.	Прокаливаемость сталей определяют:	1. dilatометром. 2. аустенометром. 3. методом торцевой закалки. 4. рентгеноструктурным анализом
7.	Все легирующие элементы кроме ... повышают прокаливаемость высокопрочных сталей.	1. кобальта. 2. хрома. 3. марганца. 4. молибдена
8.	Легирование сталей хромом и никелем приводит к:	1. повышению коррозионной стойкости. 2. снижению карбидной неоднородности. 3. релаксации внутренних напряжений. 4. снижению количества остаточного аустенита.
9.	Обезуглероживание поверхностного слоя при нагреве сталей приводит к:	1. снижению антифрикционных свойств. 2. снижению твердости. 3. снижению коррозионной стойкости.

		2. 4. повышению красностойкости.
10.	Линейными дефектами кристаллической решетки сталей являются:	1. неметаллические включения. 2. скопления оксидов. 3. скопления сульфидов. 3. 4. дислокации.!
11.	Выделение интерметаллидных фаз в процессе старения сталей приводит к:	1. упрочнению. 2. разупрочнению. 3. склонности к отпускной хрупкости I рода. 4. снижению стойкости против коррозии под напряжением
12.	К аустенитному классу сталей относятся:	1. шарикоподшипниковые стали. 2. пружинные стали. 3. ПНП-стали. 4. мартенситностареющие стали.
13.	Содержание углерода в мартенситностареющих сталях не превышает ... %.	1. 0,2. 2. 0,8. 3. 2,14. 4. 4. 0,03
14.	При содержании серы и фосфора в высокопрочных сталях менее 0,03 % в конце марки ставится буква:	1. С. 2. Ф. 3. Р. 4. А.
15.	В сотых долях процента в сталях указывается содержание:	1. хрома. 2. азота. 3. марганца. 4. углерода
16.	Выделение специальных карбидов при отпуске называется:	1. эффектом памяти формы. 2. структурной наследственностью. 3. эффектом вторичного твердения. 4. стеклованием.
17.	Снижение водорода, азота и оксидов в высокопрочной стали достигается за счет:	1. горячей пластической деформации. 2. вакуумнодугового переплава. 3. низкотемпературной термомеханической обработки. 4. высокотемпературной термомеханической обработки.
18.	Стали с диаметром зерна 10 мкм и меньше называются:	1. ПНП-сталями. 2. сталями со сверхмелким зерном. 3. судостроительными сталями. 4. прецезионными сталями
19.	В сотых долях процента в марке сталей указывается содержание:	1. хрома. 2. никеля. 3. ниобия. 4. . углерода
20.	Буква «А», стоящая в середине марки стали свидетельствует, что:	1. сталь легирована азотом. 2. сталь азотируемая. 3. сталь автоматная. 4. сталь аустенитного класса

Вариант 3

№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
1.	Для получения прутков и заготовок бесшовных труб применяют:	1. прессование. 2. прокатка. 3. ковка. 4. листовая штамповка.

№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
2.	Холодная высадка – это разновидность:	<ol style="list-style-type: none"> 1. объемной штамповки. 2. листовой штамповки. 3. ковки. 4. прессования.
3.	Для получения тонкой ленты применяют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. горячую прокатку. 2. волочение. 3. листовую штамповку. 4. холодную прокатку.
4.	Отклонения от номинальных размеров заготовок при горячей объемной штамповке могут возникать:	<ol style="list-style-type: none"> 1. в результате износа гравюры штампа. 2. в результате колебания объема исходной заготовки. 3. в результате неравномерной усадки материала при охлаждении. 4. в результате любого из перечисленных факторов.
5.	На сколько групп разделяют поковки по материалу?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 2. 3 3. 5 4. 4
6.	На сколько степеней разделяют поковки по сложности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2 2. 3 3. 4 4. 5
7.	Положение плоскости разъема штампа при горячей объемной штамповке влияет:	<ol style="list-style-type: none"> 1. на объем технологических напусков. 2. на макроструктуру металла. 3. на себестоимость заготовок. 4. на все перечисленные параметры.
8.	Стойкость штампов при горячей объемной штамповке снижается:	<ol style="list-style-type: none"> 1. с увеличением штамповочных уклонов. 2. с увеличением содержания углерода в исходной стальной заготовке. 3. с увеличением припусков на механическую обработку. 4. с увеличением радиусов внутренних углов штампа
9.	К основным показателям технологичности листовых холодноштампованных деталей относят:	<ol style="list-style-type: none"> 1. минимальное число и низкую трудоемкость операций. 2. отсутствие последующей механической обработки. 3. минимальное число технологической оснастки. 4. все перечисленные показатели.
10.	Заготовки каркасного типа в мелкосерийном производстве целесообразно изготавливать методом:	<ol style="list-style-type: none"> 1. литья. 2. обработки давлением. 3. резания. 4. сварки.
11.	Что из перечисленного является методом получения заготовки?	<ol style="list-style-type: none"> 1. получение заготовки литьем. 2. получение заготовки объемной штамповкой. 3. получение заготовки жидкой штамповкой.

№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
		4. получение заготовки литьём в землю.
12.	Какой из перечисленных показателей оценивает технологичность заготовки?	<ol style="list-style-type: none"> 1. трудоемкость изготовления. 2. технологическая себестоимость. 3. коэффициент унификации конструктивных элементов. 4. все перечисленные показатели.
13.	Самые точные литые заготовки изготавливают:	<ol style="list-style-type: none"> 1. литьем по выплавляемым моделям. 2. литьем в песчаные формы со свободной заливкой. 3. литьем в кокиль со свободной заливкой. 4. литьем под высоким давлением.
14.	Что не рассматривают при оценке технологичности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. трудоемкость изготовления. 2. удельная материалоемкость. 3. трудоемкость монтажа. 4. продолжительность технологического цикла.
15.	Какой дефект формируется на стадии затвердевания отливки?	<ol style="list-style-type: none"> 1. спай. 2. не залитые тонкие стенки. 3. осевая пористость. 4. шлаковый засор.
16.	При горячей объемной штамповке стойкость штампов снижается:	<ol style="list-style-type: none"> 1. с увеличением радиусов наружных углов штампа. 2. с увеличением штамповочных уклонов. 3. с увеличением содержания углерода в исходной стальной заготовке. 4. с увеличением припусков на механическую обработку.
17.	Определение допуска:	<ol style="list-style-type: none"> 1. некоторый слой материала для упрощения изготовления заготовки. 2. поверхностный слой материала для перекрытия неточностей формы и размеров поверхности заготовки. 3. некоторый слой металла для облегчения извлечения заготовки из формообразующего инструмента. 4. интервал, в котором допускается отклонение числовой характеристики параметра от номинального значения.
18.	С каким из перечисленных процессов заливки металлом применяют только постоянные металлические формы?	<ol style="list-style-type: none"> 1. свободная (гравитационная) заливка. 2. заливка под низким давлением 3. заливка вакуумным всасыванием 4. заливка под высоким давлением
19.	Разность давлений при заливке формы металлом применяют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. для повышения заполняемости формы. 2. для сокращения продолжительности затвердевания отливки. 3. для сокращения интервала кристаллизации. 4. для повышения температуры

№ п/п	Вопрос	Вариант ответа
		заливки формы.
20.	Какой показатель технологичности определяется только для деталей?	1. трудоемкость изготовления. 2. технологическая себестоимость изделия 3. коэффициент унификации конструктивных элементов 4. трудоемкость технологического обслуживания.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)

Примерная шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных, лабораторных работ и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Аспирант не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Аспирант поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Аспирант хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Аспирант в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

		выполнены	
--	--	-----------	--

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Солнцева, Ю. П., Прякин Е.И. Материаловедение: учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: Химиздат, 2007. – 784 с.
2. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. 5-е изд. перераб. – М.: Металлургия, 1983. – 784 с.
3. Мальцев И.М. Материаловедение. Выбор марки стали машиностроительного изделия с применением базы данных: комплекс учебно-методических материалов / Нижегород. гос. техн. ун-т. Нижний Новгород, 2006. – 62 с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Гуляев, А. П. Металловедение: учебник для вузов / - М.: Металлургия, 1986 – 544 с.
2. Сорокин, В.Г. Марочник сталей и сплавов: справочник / М.: Машиностроение, 1989.
3. Лахтин, Ю. М. Термическая обработка в машиностроении: справочник / Ю. М. Лахтин, А. Г. Рахштадт. – М.: Наука, 2001.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Высокопрочные материалы: Учебное пособие / Санкт-Петербургский горный университет «Горный». Сост.: К.Ю.Шахназаров, Д.А.Кончус. СПб, 2021, 61 с.

7.2. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/
9. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Информационные технологии применяются на следующих этапах:

- оформление учебных работ (отчетов, докладов и др.);
- использование информационно-справочного обеспечения: онлайн-словарей, справочников (Википедия, Грамота.ру и др.);
- использование специализированных справочных систем (справочников, профессиональных сетей и др.);
- работа обучающихся в электронной информационно-образовательной среде Горного университета (ЭИОС).

Подготовка материалов, докладов, отчетов выполняется с использованием текстового редактора (Microsoft Office Word).

Microsoft PowerPoint – для подготовки презентаций.

8.2. Лицензионное программное обеспечение

Пакеты прикладных программ Microsoft Office

Microsoft Windows 7 Professional

Microsoft Office 2007 Professional Plus

Microsoft Windows XP Professional

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766N1 с возможностью доступа к сети «Интернет»

Microsoft Office 2010 Professional Plus Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИКИ

Для проведения установочной конференции, текущего контроля и промежуточной аттестации задействованы специализированные аудитории – компьютерные лаборатории, лаборатории информационных технологий, читальные залы библиотеки Горного университета.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся – специализированные помещения, оснащенные компьютерной техникой, имеющей выход в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», ЭИОС.