

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Приазовский государственный технический университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. Ректора ФГБОУ ВО «ПТУ»

И.В. Кушенко

« 15 » 01 2025 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
В МАГИСТРАТУРУ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
22.04.01- МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ
ПО ПРОФИЛЮ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
МАТЕРИАЛОВ»**

Мариуполь, 2024

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Цели и задачи вступительного испытания

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов сформирована на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.04.01 – «Материаловедение и технологии материалов» (Приказ Минобрнауки России от 24.04.2018г. № 306 (ред. от 08.02.2021г.) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов»).

Целью вступительного испытания является определение уровня подготовки поступающих и оценки их способности для дальнейшего обучения по программе подготовки инженерных и научно-педагогических кадров в магистратуре в соответствии с установленными федеральными государственными требованиями к структуре программ магистратуры, условиям их реализации, срокам освоения этих программ, с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов.

2. Требования к уровню подготовки поступающих

В программу вступительного испытания включены базовые вопросы, которыми должен владеть магистрант для успешного освоения программы подготовки инженерных и научно-педагогических кадров в магистратуре по научной специальности (22.04.01 Материаловедение и технологии материалов).

Абитуриент должен продемонстрировать фундаментальные и профессионально ориентированные умения и знания, а также способность решать типовые профессиональные задачи.

3. Контрольно-измерительные материалы

Вступительное испытание для поступающих в ФГБОУ ВО «ПГТУ» состоит из 50 заданий.

4. Форма проведения вступительного испытания

Вступительное испытание проводится в виде тестирования.

5. Продолжительность вступительного испытания

Продолжительность вступительного испытания составляет 120 мин.

6. Шкала оценивания

Результат вступительного испытания оценивается по 100-балльной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, устанавливается Правилами приема в магистратуру ФГБОУ ВО «ПГТУ».

7. Критерии оценивания

Неправильный ответ или его отсутствие оцениваются в 0 баллов. Количество полученных баллов прямо пропорционально количеству правильных ответов.

Соотношение пятибалльной и стобальной оценочных шкал представлено в следующей таблице:

Оценка по пятибалльной шкале	Сумма баллов по 100-балльной шкале
Отлично	90-100
Хорошо	75-89
Удовлетворительно	60-74
Неудовлетворительно	0-59

8. Язык проведения вступительного испытания

Вступительное испытание проводится на русском языке

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1 Перечень тем вступительного испытания

1. Строение твердых тел

Роль материалов в обеспечении надежной и долговечной эксплуатации изделий, деталей, конструкций. Основные понятия о свойствах материалов, классификация материалов по своей природе и назначению, типу кристаллических решеток или аморфного состояния.

2. Элементы кристаллографии

2.1 Элементы геометрической кристаллографии. Кристаллографические проекции. Координационная сетка Вульфа.

2.2 Элементы симметрии кристаллических многогранников (континуума).

2.3 Элементы симметрии кристаллических структур.

2.4 Формулы структурной кристаллографии. Основные понятия кристаллохимии. Плотнейших слойных упаковок (ПСУ) и их свойства. Типы связей в структуре вещества.

2.5 Влияние кристаллохимических факторов, температуры и давления на кристаллическую структуру. Политипизм, изоморфизм и полиморфизм. Структурные типы фаз в металлических сплавах.

3. Металлические материалы

3.1 Основные закономерности первичной кристаллизации и их влияние на структурообразование. Строение слитка.

3.2 Деформация и рекристаллизация. Горячая и холодная деформация. Стадии рекристаллизации, ее движущая сила, механизмы влияния на структуру и свойства.

3.3 Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Диаграммы фазовых равновесий при полной взаимной растворимости компонентов в твердой и жидкой фазах.

3.4 Диаграммы фазовых равновесий бинарных систем при образовании ограниченных твердых растворов (случай эвтектики и случай перитектики).

3.5 Диаграммы фазовых равновесий двухкомпонентной системы с образованием конгруэнтно и инконгруэнтно плавящихся соединений. Кривые охлаждения. Связь диаграмм со структурой и свойствами сплавов.

4. Черные и цветные металлы

4.1 Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния Fe-Fe₃C.

4.2 Углеродистые стали. Примеси в стали. Классификация углеродистых сталей по составу, способу выплавки, степени раскисления, качеству и назначению. Маркировка. Основные превращения в сталях.

4.3 Чугуны. Классификация и маркировка. Получение, структура и свойства чугунов. Графитизация. Специальные чугуны.

4.4 Легированные стали. Классификация легирующих элементов и их влияние на структуру и свойства сталей. Классификация легированных сталей по составу, структуре и назначению.

4.5 Алюминий и их сплавы. Структура и основные свойства, классификация, маркировка. Литейные алюминиевые сплавы.

4.6 Деформированные, жаропрочные, высокопрочные, порошковые алюминиевые сплавы.

4.7 Магний и их сплавы. Основные свойства, классификация, маркировка.

4.8 Титан и его сплавы. Деформированные и литейные титановые сплавы. Структура, основные свойства, маркировка.

4.9 Тяжелые цветные металлы и сплавы.

4.10 Структура и свойства меди, бронзы и латуни.

4.11 Структура и свойства олова и свинца. Подшипниковые сплавы. Легкоплавкие сплавы. Мягкие припои.

5. Технологические процессы и операции

5.1 Маршрутная схема получения и обработки материалов, заготовок и готовых деталей. Технологический цикл, его стадии и свойства.

5.2 Основы технологии литейного производства. Характеристика литейных сплавов.

5.3 Основы технологии обработки металлов давлением. Деформационные процессы. Специализированные технологические процессы обработки металлов давлением. Обработка металлов давлением в состоянии сверхпластичности.

5.4 Основы технологии обработки конструкционных материалов резкой. Технология обработки точением, сверлением, фрезерованием.

5.5 Основы технологии сварочного производства. Термическая, механическая, термомеханическая сварка. Особенности сварки разных металлов и сплавов.

5.6 Современные методы производства. Новые принципы, лежащие в основе создания материалов с заданными свойствами и разработки технологических процессов. Технология получения порошковых материалов и изделий из них.

5.7 Методы упрочнения поверхности за счет модификации поверхностного слоя. Поверхностная термическая обработка. Химико-термическая обработка.

5.8 Поверхностное пластическое деформирование.

5.9 Защитные и упрочняющие покрытия. Механические способы нанесения покрытий. Химические и электрохимические покрытия. Газотермические способы напыления покрытий. Вакуумно-конденсационные способы напыления покрытий.

6. Физические свойства материалов

6.1 Магнетизм твердых тел. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Методы измерения магнитных свойств ферромагнетиков и коэрцитивной силы.

6.2 Электросопротивление металлов и сплавов. Взаимосвязь состава и сплава с электрическими свойствами. Методы измерения электросопротивления. Применение электрохимического анализа в металлологии. Сверхпроводимость металлов и сплавов.

6.3 Тепловые свойства металлов и сплавов. Тепловые эффекты при фазовых превращениях. Теплоемкость настоящих металлов и сплавов. Термический способ исследования металлов и сплавов.

6.4 Связь теплопроводности с электрической проводимостью. Теплопроводность технических сплавов и сталей, способы измерения.

6.5 Понятие плотности и зависимость ее от ряда факторов. Сжатие металлов. Дилатометрический и дифференциальный метод определения плотности. Применение дилатометрии в металлологии.

6.6. Характеристики внутреннего трения и связь между ними. Применение метода внутреннего трения для изучения процессов отжига, закалки и отпуска. Применение внутреннего трения в металлологии.

7. Механические свойства материалов

7.1 Напряжение. Нормальные и касательные напряжения. Тензор напряжений. Деформация. Виды деформированного состояния. Условная и истинная деформация. Упругая и пластическая деформация, разруше-

ние. Закон Гука. Диаграмма деформации. Пластическая деформация моно- и поликристаллов.

7.1 Типы разрушения. Зарождение и распространение трещин. Вязкое разрушение. Хрупкое разрушение. Хладноломкость.

7.2 Факторы, влияющие на механические свойства металлических материалов. Влияние скорости, температуры нагрузки и окружающей среды на механические свойства.

7.3 Статические методы испытаний материалов. Испытания на растяжение, изгиб, сжатие и кручение. Образцы и оборудование для испытаний. Методика испытаний. Диаграммы растяжения. Испытание на кручение. Другие способы статических испытаний материалов.

7.4 Динамические методы испытаний материалов. Определение ударной вязкости. Образцы и испытания машин. Расписание работы разрушения на работу зарождения и развития трещин. Испытание на изгиб образцов с надрезом. Методика определения порога хладноломкости.

7.5 Методы определения твердости материалов. Испытания на твердость по Роквеллу, Бринеллю, Виккерсу, Шору, Полюди. Применение современных приборов для измерения твердости. Измерение микротвердости.

7.6 Разрушение материалов. Механизм зарождения и развития трещин. Теория Гриффитса. Хрупкое и вязкое разрушение. Виды вязкого разрушения.

7.7 Усталость металлов. Механизм зарождения и развития усталостной трещины. Методы испытаний на усталость. Образцы для испытаний. Средства повышения прочности при усталости и при нагрузке.

7.8 Ползучесть металлов и сплавов. Разрушение при ползучести. Дислокационный механизм ползучести. Испытание на ползучесть и длительную прочность. Влияние химического состава и структуры на длительную прочность. Испытание на релаксацию напряжений.

7.9 Конструкционная прочность и методы ее оценки. Надежность и долговечность материалов. Понятие контактной усталости. Испытание на износ. Механизмы упрочнения сплавов и расчет упрочнения по параметрам структуры.

8. Методы структурного анализа металлов

8.1 Методы исследования и контроля макро- и микроструктуры. Классификация методов неразрушающего контроля макродефектов.

8.2 Физика рентгеновских лучей. Характеристика непрерывного и линейчатого спектров, условия их получения. Прохождение рентгеновских лучей через вещество. Рентгенотехника.

8.3 Методы рентгеноструктурного анализа моно- и поликристаллов. Рентгеновская дифрактометрия.

8.4. Применение методов рентгеноструктурного анализа для исследования металлов и сплавов. Фазовый анализ.

8.5 Дефектоскопия. Основы рентгеновской и γ -дефектоскопии. Ультразвуковая дефектоскопия.

8.6 Просветляющая электронная микроскопия. Подготовка объектов исследования. Методы электронномикроскопических исследований. Микродифракционный фазовый анализ. Перспективы развития метода.

8.7 Растровая электронная микроскопия. Подготовка объектов исследования. Применение и перспективы развития РЭМ.

8.8 Применение туннельных микроскопов. Подготовка объектов исследования. Перспективы развития.

9. Теория и разработка термической обработки металлов

9.1 Основные параметры термической обработки: температура, время нагрева и выдержки, скорость охлаждения.

9.2 Виды отжига 1-го и 2-го рода. Нормализация. Особенности структурных изменений при отжиге сплавов, содержащих в структуре неравновесные структурные составляющие.

9.3. Процессы, протекающие при нагревании деформированного металла. Изменение свойств металлов при отжиге – рекристаллизации. Текстура деформации.

9.4 Образование аустенита при нагреве стали. Особенности превращения для доэвтектоидной и заэвтектоидной стали. Величина зерна аустенита при нагреве стали. Влияние химического состава стали на величину зерна. Влияние величины зерна на свойства стали.

9.5 Превращение в стали при медленном охлаждении. Механизм перлитного превращения, формирование структуры перлита. Кинетика перлитного превращения. Диаграмма изотермического превращения аустенита.

9.6 Закалка. Закалка без полиморфного превращения. Связь закалки с диаграммой изотермического превращения переохлажденной высокотемпературной фазы. Критическая скорость закалки.

9.7 Закалка с полиморфным превращением (закалка на мартенсит). Термодинамика мартенситного превращения. Особенности мартенситного превращения. Кинетика мартенситного превращения.

9.8 Механизм мартенситного превращения. Структура и строение мартенсита. Влияние содержания углерода и легирующих элементов на закаливаемость стали.

9.9 Технология закалки стали. Технологические параметры закалки стали. Влияние легирования на температуру нагрева под закалку. Неполная закалка стали. Влияние скорости нагрева на температуру закалки. Продолжительность выдержки. Виды нагревательных сред. Ступенчатый нагрев под закалку. Термические и структурные напряжения, деформация и искажение изделий при термической обработке. Закалочные трещины и методы борьбы с ними.

9.10 Охлаждение при закалке. Выбор скорости охлаждения при закалке. Охлаждающие среды, их виды, характеристика. Внутренние напряжения при закалке. Способы закалки стали.

9.11 Механизм бейнитного превращения. Структура и свойства стали после ступенчатой и изотермической закалки.

9.12 Понятие закаливаемости и прокаливаемости. Способы определения и регулирования прокаливаемости.

9.13 Поверхностная закалка стали. Особенности фазовых превращений при высокоскоростном непрерывном нагреве под закалку. Основы индукционного нагрева. Закалка с нагревом токами высокой частоты (ТВЧ).

9.14 Отпуск и старение. Теоретические основы отпуска и старения. Влияние состава сплава, строения фаз на упрочнение сплавов при старении.

9.15. Технологические задачи и характеристика предварительной термической обработки посредством полного, неполного, диффузионного, рекристаллизационного отжига.

9.16 Окисление и обезуглероживание стали при термической обработке. Среды для нагрева.

9.17 Технология химико-термической обработки (ХТО) Основные виды ХТО: цементация, нитроцементация, азотирование, диффузная металлизация.

9.18. Характеристика основных видов и технологических процессов термообработки изделий на металлургических предприятиях, инструментальных заводах, среднего и тяжелого машиностроения.

10. Специальные стали

10.1 Фазы в легированных сталях (твердые растворы, химические соединения). Влияние легирующих элементов на полиморфизм, на образование аустенита при нагреве, на превращение переохлажденного аустенита и превращение при отпуске закаленной стали.

10.2 Конструкционные стали общего назначения. Маркировка легированных конструкционных сталей. Основы рационального легирования сталей и роль отдельных легирующих компонентов.

10.3 Листовая сталь для холодной штамповки. Стали повышенной и высокой обрабатываемости резкой. Низколегированные стали. Цементуемые, углеродистые и легированные стали, их термическая обработка. Улучшаемые стали.

10.4 Пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые. Высокомарганцовистые износостойкие стали.

10.5 Высокопрочные мартенситостареющие конструкционные стали. Высокопрочные стали. Конструкционные коррозионностойкие и жаростойкие стали и сплавы. Хромистые и хромоникелевые нержавеющие стали. Жаростойкие (окалиностойкие) стали.

10.6 Конструкционные жаропрочные стали и сплавы. Стали перлитного, мартенситного и мартенситно-ферритного класса. Жаропрочные стали аустенитного класса с карбидным и интерметаллидным упрочнением.

10.7 Инструментальные стали и сплавы, классификация и маркировка инструментальных сталей. Стали высокой прочности, не являющиеся теплостойкими. Теплостойкие стали высокой прочности. Теплостойкие стали повышенной вязкости.

10.8 Твердые порошковые сплавы для инструмента. Стали для режущего инструмента. Стали для измерительных инструментов.

10.9 Стали для инструмента холодного деформирования. Стали для штампов горячего деформирования. Стали для форм литья под давлением и прессованием. Выбор инструментальной стали. Стали и сплавы с особыми физическими свойствами.

11. Неметаллические материалы

11.1 Полимеры. Молекулярная масса и устройство полимеров. Методы получения полимеров: полимеризация и поликонденсация. Термопластичные и термореактивные полимеры.

11.2 Агрегатное, фазовое и физическое состояние полимеров. Термомеханическая кривая поведения разных типов полимеров. Фазовые превращения в полимерах (аморфизация, кристаллизация и др.).

11.3 Релаксационное явление в полимерах. Особенности релаксации в аморфных и кристаллических полимерах и физических состояниях.

11.4 Старение и стабилизация полимеров. Термодеструкция и термостойкость полимеров, физико-химические аспекты и условия деструкции.

11.5 Пластические массы. Состав и классификация пластмасс.

11.6 Состав, структура, классификация, физико-механические свойства и область применения термопластичных пластмасс. Влияние различных факторов на механические свойства термопластичных пластмасс.

11.7 Состав, структура, классификация и физико-механические свойства и область применения термореактивных пластмасс, область их применения.

11.8 Состав, структура, физико-механические свойства и область применения газонаполненных пластмасс (пенопласты, поропласты, сотопласты).

11.9. Классификация, состав, свойства и применение резины. Влияние состава резины на ее физико-механические свойства.

11.10 Устройство, компоненты, фазы и физико-механические свойства керамики. Особенности технологии изготовления керамики. Состав, структура, свойства и применение керамики на основе чистых окислов. Состав, структура, свойства и применение бескислородной керамики.

11.11 Устройство, состав, свойства (механические, оптические, термостойкость) неорганического стекла. Закалка стекла. Термохимическое упрочнения стекла.

2.2 Фонд оценочных средств

Фонды оценочных средств для оценки результатов вступительного испытания представлены отдельным документом, являющимся частью программы вступительного испытания для поступающих в магистратуру.

3. ПРИМЕРНЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ К БИЛЕТ-ТАМ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

1. Назовите типы кристаллов и их свойства.
2. В чем заключается упрочняющая термическая обработка сплава.
3. С какой скоростью охлаждают сплав при отжиге?
4. При каких температурах выполняют искусственное старение?
5. Какие элементы вводят в строительные стали для обеспечения карбонитридного упрочнения?
6. Как называется свойство материала сохранять прочность при нагреве?
7. Что такое критическая степень деформации?
8. Какие фазовые составляющие включает в себя заэвтектоидная углеродистая сталь?
9. Выбор оптимальных температур закалки доэвтектоидных и заэвтектоидных углеродистых сталей.
10. Методы предотвращения возникновения закалочных напряжений.
11. назовите постоянные примеси в сталях
12. К какому типу дефектов относятся дефекты упаковки?
13. Какой вид чугуна можно получить из белого чугуна путем отжига?
14. По какой шкале определяют твердость по Бринеллю?
15. Как обозначают твердость по Виккерсу?
16. Какой индентор применяют при испытании его на твердость по методу Виккерса?
17. Упругая и пластическая деформация.
18. Что такое пластичность?
19. Охарактеризуйте отпускную хрупкость 2-го рода:
20. Что представляет собой закалка с нагрева токами высокой частоты
21. Назовите критерии жаропрочности
22. Какую структуру имеет эвтектоидная сталь после полной закалки?
23. Какую сталь используют для изготовления пружин, рессор?
24. Какой чугун имеет сферическую форму графита?
25. По какому параметру классифицируют серые чугуны?
26. К какому типу дефектов кристаллического строения относят вакансии ?
27. Чем объясняется наклеп металлов?
28. Что характерно для ударной вязкости?
29. Какие показатели характеризуют надежность конструкционных материалов ?
30. Как называется одновременное насыщение поверхностных слоев детали углеродом и азотом?
31. Наиболее эффективный способ получения мелкого наследственного зерна в сталях
32. Какая фаза является химическим соединением?
33. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку решетки ОЦК?
34. Какова структура заэвтектического белого чугуна?

35. Что называют прочностью?
36. По какой причине наступает усталость конструкционных материалов?
37. Основной вид термического упрочнения низкоуглеродистых сталей, содержащих менее 0,2% С
38. С какой скоростью охлаждают сплав при нормализации?
39. Из чего состоят простые пластмассы?
40. Что добавляют в пластмассы для замедления старения?
41. Назовите композит с металлической матрицей.
42. Назовите тепло- и звукоизоляционные материалы.
43. Какой композит используют для производства высокопрочных проводов и контактов, имеющих повышенную прочность и низкое электросопротивление?
44. Назовите композит с полимерной матрицей.
45. К какой группе материалов относят полипропилен, полистирол?
46. Какое строение макромолекул характерно для резины?
47. Назовите композит с керамической матрицей:
48. Назовите газонаполненный композит из вспененного полистирола.
49. Какой элемент чаще всего применяется для производства резины из каучука?
50. От чего зависит прочность волокнистых КМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адашкин, А.М. материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: Учебник / А.М. Адашкин, А.Н. Красновский.-М.: Форум, 2018.-592 с.
2. Дмитренко, В.П. Материаловедение в машиностроении: Учебное пособие / В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова.-М.:Инфа-М, 2017.-560 с.
3. Гуляев А.И. Металловедение /А.И. Гуляев.- М.: Металлургия, 1996. - 424 с.
4. Новиков, И.И. Металловедение в 2-х т. / И.И Новиков., В.С., Золоторевский. В.К., Портной, Н.А., Белов и др. - М.: МиСиС, 2009. - 524 с.
5. Новиков, И.И. Металловедение: Учебник. В 2-х т./ Под ред. В.С Золоторевского. - М.: Издательский Дом МИСиС, 2009. - 418 с.
6. Захаров, А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. / А.М. Захаров. - М.: Металлургия, 1978. - 296 с.
7. Берштейн, М. Л. Механические свойства металлов: учебное пособие / М. Л. Берштейн, В. А. Займовский. - М., 1979. - 495 с.
8. Золоторевский, В.С. Механические свойства металлов / В.С. Золоторевский - М., 1998. - 400 с.
9. Павлов, П.В. Физика твердого тела / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов - М., 2000. - 494 с.
10. Физика твердого тела. / Под ред. И.К. Верещагина - М., 2001. - 237с.

11. Гольдштейн, М. И. Специальные стали. /Учебник для вузов. М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, Ю. Г. Векслер.- М.: Металлургия, 1985. 408 с.
12. Марочник сталей и сплавов: под ред А.С. Зубченко. - 2-е издание. - М.: Машиностроение, 2003. - 783 с.
13. Стали и сплавы. Справ. Под ред. В.Г. Сорокина и М.А. Гервасьева. - М.: - Интернет-инжиниринг, 2003. - 608 с.
14. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов/ С. Н. Колесов, И. С. Колесов.– : учебник для студентов вузов – Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2007 . – 536 с.
15. Соколов, К.Н. Технология термической обработки и проектирование термических цехов / К.Н. Соколов, И.К. Коротич. - М.: Металлургия, 1988. - 384 с.
16. Башнин, Ю.А. Технология термообработки стали / Ю.А. Башнин, Б.К. Ушаков, А.Г. Секей. - М.: Металлургия, 1986. - 424 с.
17. Термическая обработка в машиностроении / Под ред.: Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. - М.: Машиностроение, 1980. - 783 с.
18. Металловедение и термическая обработка стали и чугуна. Справочник. - Том 1, 2 и 3 под редакцией Б.С. Бокштейна и др. - М.: - Интернет-инжиниринг, 2004. – 688 с.
19. Пачурин, Г.В. Структура и свойства неметаллических материалов / Г.В. Пачурин, Т.А. Горшкова, С.М. Шевченко. – М|. : Инфра М, 2015. – 104 с.
20. Сорокин, В.К. Основы материаловедения и конструкционные материалы / В.К. Сорокин: учеб, пособие.. – Н. Новгород: НГТУ, 2006. – 192 с.
21. Материаловедение : Учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, Ф. Войткун - М. : МиСИС, 1999. – 600 с.
20. Мозберг, Р.К. Материаловедение. / Р.К. Мозберг. - М.: Высшая школа, 1991. – 448 с.
21. Колачев, Б. А.Титановые сплавы разных стран / Б. А. Колачев, И. С. Польшкин, В. Д. Талалаев. – М. : ВИЛС, 2000. – 316 с.
- 22 Ильин, А. А.Титановые сплавы. Состав, структура, свойства / А. А. Ильин, Б. А. Колачев, П. И. Солькин. – М. : ВИЛС-МАТИ, 2009. – 520 с.
23. Михайлин, Ю. А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике / Ю. А. Михайлин.– М. : Научные основы и технологии, 2013. – 721 с.
24. Ванин, Г. А. Микромеханика композиционных материалов / Г. А. Ванин. – К. : Наук. думка, 1985. – 304 с.
25. Полимерные композиционные материалы / С. Л. Баженов, А. А. Берлин, А. А. Кульков, В. Г. Ошмян. – М. : Интеллект, 2010. – 352 с.
26. Полимерные материалы: свойства, практическое применение. Учебное пособие / М.А. Мельникова. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013. –86 с.
27. Осовская, И.И., Полимерные материалы. Применение и переработка: учебное пособие / ВШТЭ СПбГГУПТД . СПб., 2017. – С.89.