

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

УТВЕРЖДАЮ

Ректор



А.В. Пуцято

27.06. 2023 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по специальности  
05.16.09 - Материаловедение (машиностроение)

Гомель 2023

Программа составлена на основании учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» для специальностей 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» (I 36-1-38/уч. 21.09.2021; I 36-1-11/уч. 31.05.2022), 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (I 43-1-33/уч. 02.07.2021; I 43-1-08/уч. 31.05.2022; I 43-1-34/уч. 05.07.2021; I 43-1-29/уч. 01.06.2022; I 43-1-36/уч. 07.07.2021), 1-51 02 02 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» (I 51-1-13/уч. 06.02.2019; I 51-1-36/уч. 08.02.2019), 1-36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» (I 36-1-07/уч. 05.02.2020), 1-36 01 01 «Технология машиностроения» (I 36-1-01/уч. 06.02.2019; I 36-1-10/уч. 06.02.2019; I 36-1-33/уч. 08.02.2019; I 36-1-35/уч. 08.02.2019; I 36-1-50/уч. 05.04.2019)

## СОСТАВИТЕЛИ

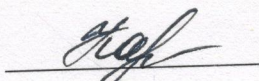
Кадолич Ж.В. – заведующий кафедрой материаловедения в машиностроении учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент;

Бобрышева С.Н. – доцент кафедры материаловедения в машиностроении учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», к.т.н., доцент;

Поздняков Е.П. – старший преподаватель кафедры материаловедения в машиностроении учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

## РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры материаловедения в машиностроении (протокол № 6 от 05.06.2023)

Заведующий кафедрой  Ж.В. Кадолич

Одобрена и рекомендована к утверждению научно-методической комиссией механико-технологического факультета (протокол №11 от 26.06.2023)

Председатель  И.Б. Одарченко

## 1. Цели и задачи программы

Целью программы является установление объема и уровня профессиональных знаний поступающего в аспирантуру на специальность «Материаловедение (машиностроение)».

Задачи, обеспечивающие достижение этой цели, включают знания следующих основных тем, включенных в программу:

- строение и свойства материалов;
- кристаллизация металлов и сплавов;
- основы термической обработки;
- основы химико-термической обработки;
- конструкционные легированные стали;
- инструментальные стали;
- чугуны;
- цветные металлы и сплавы;
- неметаллические материалы.

## 2. Требования к знаниям, умениям и навыкам экзаменуемого

Экзаменуемый должен

*знать:*

- теоретические аспекты в разрезе теории о структуре и свойствах материалов;
- основы теории и практики термической, химико-термической, термомеханической обработки металлов и сплавов;
- современные материалы и эффективные способы их упрочняющей обработки, о влиянии внешних факторов на свойства материалов;
- способы и методы повышения долговечности материалов, применяемых в современных условиях;

*уметь:*

- правильно определять область применения того или иного материала;
- обоснованно выбирать методы и режимы структуроизменяющей обработки, обеспечивающие оптимальные свойства материалов при работе конкретных деталей в определенных условиях эксплуатации;
- выбирать методы защиты материалов и повышения их долговечности;

*владеть:*

- навыками выбора материалов в зависимости от конкретных условий работы деталей машин и оборудования;
- навыками рационального использования справочной литературы по выбору материалов, технологий их обработки.

### 3. Содержание программы

#### Тема 1.1 Строение и свойства материалов

Введение в курс материаловедения. Роль материалов в техническом прогрессе человечества. Основные этапы развития материаловедения и роль русских ученых. Основные направления в развитии современного материаловедения. Строение вещества на атомарном, молекулярном и микроструктурном уровнях; аморфные и кристаллические вещества. Классификация кристаллических решеток по типу связи и симметрии решеток, индексы плоскостей и направлений. Дефекты в реальных кристаллах и их влияние на физико-механические свойства.

#### Тема 1.2 Кристаллизация металлов и сплавов

Диффузия в твердых телах. Термодинамические основы, механизм и кинетика кристаллизации металлов. Полиморфные превращения. Фазы в металлических сплавах. Диаграмма состояния сплавов и методика ее построения. Правило Гиббса. Правила отрезков.

Диаграмма состояния сплавов, компоненты которых неограниченно растворимых друг в друге, с ограниченной растворимостью, с эвтектическими и перитектическими превращениями.

Диаграмма состояния сплавов с полиморфными и эвтектоидными превращениями, сплавов, компоненты которых образуют устойчивые и неустойчивые химические соединения.

Связь характера диаграмм состояния с механическими и технологическими свойствами сплавов. Диаграмма состояния «железо-цементит» (компоненты, фазы, структурные составляющие).

Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей. Влияние легирующих элементов на структуру, точки полиморфных превращений и свойства сталей.

#### Тема 1.3 Основы термической обработки

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

Перлитные превращения. Особенности образуемых структур и их свойства. Особенности мартенситных превращений. Промежуточное (бейнитное) превращение. Влияние легирующих элементов на характер процессов изотермического распада переохлажденного аустенита.

Закалка сталей. Выбор температуры закалки и времени нагрева. Закалочные среды. Критическая скорость закалки. Закаливаемость и прокаливаемость сталей. Виды закалки. Дефекты закалки, методы их устранения и предотвращения.

Отпуск сталей. Виды и назначение отпуска, структурные превращения, происходящие при отпуске и их влияние на механические свойства сталей.

Улучшение сталей. Влияние легирующих элементов на температуру отпуска. Отпускная хрупкость и методы ее устранения.

Отжиг сталей. Виды отжигов I и II рода, назначение, технологические режимы. Нормализация, технологические режимы и применение. Термомеханическая обработка сталей.

#### **Тема 1.4 Основы химико-термической обработки (ХТО)**

Физические основы ХТО, основные стадии и закономерности. Цементация, виды, технологические режимы, науглероживающая среда, толщина эффективного слоя, структура на поверхности и в центре заготовки, термическая обработка после науглероживания, структура поверхностного слоя и в сердцевине после ТО. Цементуемые стали и их применение. Азотирование, технологические режимы и структура поверхностного слоя. Азотируемые стали и области применения азотирования. Термообработка деталей при азотировании.

Нитроцементация, цианирование, борирование, силицирование. Диффузионная металлизация. Технологические режимы, насыщающая среда и области применения.

#### **Тема 1.5 Конструкционные легированные стали**

Классификация и маркировка конструкционных легированных сталей. Строительные конструкционные стали. Машиностроительные стали общего назначения (цементуемые и улучшаемые). Стали специального назначения: автоматные, рессорно-пружинные и шарикоподшипниковые стали.

Износостойкие, коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали. Особенности их состава и свойств. Структурные классы легированных сталей. Выбор материалов для деталей конструкционного назначения.

#### **Тема 1.6 Инструментальные стали**

Классификация инструментальных сталей по теплостойкости, по назначению. Маркировка. Стали для режущего инструмента. Штамповые стали. Стали для измерительного инструмента. Особенности структуры и свойств инструментальных сталей.

Выбор материалов для деталей инструментальной технологической оснастки.

#### **Тема 1.7 Чугуны**

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

#### **Тема 1.8 Цветные металлы и сплавы**

Сплавы на основе меди. Латунни, состав, структура, классификация по технологическим признакам, маркировка и области применения. Бронзы, химический состав, классификация по составу и технологическим признакам. Структура, термическая обработка, области применения. Медно-никелевые сплавы.

Сплавы на основе алюминия, классификация, структура и свойства. Старение, термообработка алюминиевых сплавов, области применения алюминиевых сплавов.

Сплавы на основе магния. Особенности структуры и свойств. Обозначение, области применения магниевых сплавов. Сплавы на основе титана. Особенности структуры и свойств. Области применения.

Антифрикционные материалы

### **Тема 1.9 Неметаллические материалы**

Особенности структуры и свойств неметаллических материалов. Основные классы неметаллических материалов. Особенности строения и свойств полимерных материалов. Пластмассы, состав, назначение основных компонентов, виды наполнителей и их влияние на свойства. Термопластичные и термореактивные пластмассы. Влияние внешних воздействий на свойства пластмасс. Особенности поведения пластмасс под нагрузкой в зависимости от физического состояния. Перспективные композитные материалы на полимерной и углеродной основе.

Резины. Особенности структуры и технологии переработки. Основные типы резин и области их применения.

Керамические и металлокерамические материалы, особенности структуры и свойств. Области применения.

## **Литература**

1. Материаловедение : учебное пособие / [В.А. Струк и др.] ; под. ред. Н.К. Мышкина, В.А. Гольдаде. - Минск : ИВЦ Минфина, 2018. - 457 с.
2. Варгасов, Н.Р. Материаловедение : учебное пособие / Н.Р. Варгасов, М.М. Радкевич. - Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 205 с.
3. Выбор и применение материалов : учебное пособие / [Н.А. Свидунович и др.] ; под ред. Н.А. Свидуновича. - Минск : Беларуская навука, 2019. - 624 с.
4. Упаковка пищевых продуктов: материалы, технологии, экология : монография / [И.Ю. Ухарцева и др.]. - Минск : Беларуская навука, 2023. - 286 с.
5. Шишонок, М.В. Химия ВМС : учебное пособие / М.В. Шишонок. - Минск : Высшая школа, 2021. - 624 с.
6. Михайлин, Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы / Ю.А. Михайлин. – Санкт-Петербург: ЦОП Профессия, 2015. – 822 с.
7. Гуляев, А.П. Металловедение / А.П. Гуляев. – Москва: Металлургия, 1986. - 542 с.
8. Кенько, В.М. Материаловедение: курс лекций / В.М. Кенько. – Гомель: ГГТУ им.П.О.Сухого, 2009. – 246 с.
9. Лахтин, Ю.М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – Москва: Машиностроение, 1990. - 528с.

10. Материаловедение: учебник для вузов / [Б.Н. Арзамасов и др.]; под ред. Б.Н. Арзамасова. – Москва: Машиностроение, 1986. – 383 с.

11. Райхельсон, В.А. Обработка резанием сталей, жаропрочных и титановых сплавов с учетом их физико-механических свойств: научно-практическое издание / В.А. Райхельсон. – Москва : Техносфера, 2018. – 508 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496587> (дата обращения: 10.01.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-94836-476-6. – Текст : электронный.

12. Геллер, Ю.А. Материаловедение / Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт. - Москва: Металлургия, 1989. - 456 с.