

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Приазовский государственный технический университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. Ректора ФГБОУ ВО «ПГТУ»

И.В. Кущенко

« 15 » 01 2025 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по дисциплине «Термическая обработка металлов»
для поступающих на базе среднего профессионального образования

Мариуполь, 2025

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1. Цели и задачи вступительного испытания

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов сформирована на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 – «Материаловедение и технологии материалов» (Приказ Минобрнауки России от 02.06.2020г. № 701 (ред. от 26.11.2020г.) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов»).

Целью вступительного испытания является комплексная проверка знаний абитуриентов при поступлении для получения образовательной степени бакалавра, полученных ими в результате изучения дисциплин, предусмотренных образовательно-профессиональной программой, при получении предвдвительной образовательной степени младшего специалиста.

2. Требования к уровню подготовки поступающих

В программу вступительного испытания включены базовые вопросы, которыми должен владеть соискатель, имеющий профессионально-квалификационный уровень- младший специалист, для успешного освоения программы подготовки инженерных кадров по направлению 22.03.01 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

Оценивание вступительного испытания осуществляется посредством начисления баллов за каждое задание в билете. Минимальное количество баллов – 30 баллов.

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка	
	для экзамена, курсового проекта (работы), практики, дифзачета	для зачета
90 - 100	отлично	зачтено
74 - 89	хорошо	
60 - 73	удовлетворительно	
1 - 59	неудовлетворительно	не зачтено

8. Язык проведения вступительного испытания

Вступительное испытание проводится на русском языке

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1 Перечень тем вступительного испытания

1. Теория термической обработки

2.1 Термодинамика и кинетика фазовых превращений, влияние размера зерна на механические и технологические свойства, диаграммы изотермического распада аустенита, основные превращения, происходящие при отпуске, характеристика структур и их свойства.

2.2 Основные закономерности фазовой перекристаллизации, понятие движущей силы фазовой перекристаллизации. Роль поверхностной и упругой энергии. Понятие критического зародыша. Перегрев и переохлаждение при фазовой перекристаллизации. Кинетика фазовой перекристаллизации. Роль энергетических параметров и диффузии при фазовой перекристаллизации.

2.3 Образование аустенита при нагреве с разными скоростями. Рост зерна аустенита при нагревании. Связь между зерном стали и зерном аустенита. Перегрев и пережог. Наследственно мелкозернистые и крупнозернистые стали. Влияние размера зерна на механические и технологические свойства. Методы исследования зерна аустенита.

2.4 Превращения, происходящие в стали при медленном охлаждении. Диаграмма изотермического распада. Три типа превращения аустенита. Термодинамика, механизм и кинетика перлитного превращения. Морфология и свойства структур перлитного типа. Особенности мартенситного превращения. Природа и структура мартенсита. Термокинетика мартенситного превращения, остаточный аустенит в сталях. Особенности бейнитного превращения.

2.5 Закаливаемость и прокаливаемость стали, способы определения прокаливаемости стали.

2.6 Основные превращения, происходящие при отпуске. Особенности структур и их характеристики. Отпускная хрупкость стали. Методы ее устранения. Методы предотвращения охрупчивания стали. Старение сплавов.

2.7 Отжиг стали и его разновидности, температура нагрева для углеродистых и легированных сталей. Нормализация и сорбитизация. Закалка сталей. Выбор температуры нагрева, времени выдержки и скорости охлаждения при закалке, охлаждающей среды. Напряжения, возникающих при закалке. Средства поверхностной закалки. Цели и виды отпуска и их назначение. Характеристика структур отпуска в зависимости от назначения деталей. Отпускная хрупкость I и II рода и методы ее предотвращения. Микроструктуры и свойства закаленных сталей после отпуска.

2.8 Сущность ХМО. Классификация видов ХМО. Влияние различных видов ХМО на структуру и свойства сплавов. Преимущества и недостатки видов ТМО.

2.9 Основные процессы ХТО, их назначение. Основные закономерности процессов насыщения. Устройство диффузионных слоев. Цементация в твердой и газовой среде, контроль процессов цементации, критерии оценки цементованного слоя. Термическая обработка после цементации. Процесс нитроцементации. Жидкостная цементация и цианирование. Газовое цианирование. Режимы процесса азотирования. Стали, применяемые для азотирования. Цель и назначение операций силицирования, алитирования, хромирования, борирования и других операций ХТО.

2. Технология термической обработки

3.1 Технология термической обработки литых заготовок из углеродистых сталей. Технология термической обработки литых заготовок из легированных сталей. Особенности технологии термической обработки слитков из высоколегированных марок стали.

3.2 Термическая обработка больших поковок. Завершающая термическая обработка на заводах тяжелого машиностроения. Условия возникновения флокенов и противоблокенная обработка. Термическая обработка отливок и поковок на заводах. Термическая обработка коленчатых и кулачковых валов. Термическая обработка зубчатых колес. Технологические особенности ХТО деталей машин. Номенклатура и разработка термической обработки деталей машин. Термическая обработка клапанов двигателей внутреннего сгорания. Термическая обработка рессор и пружин. Термическая обработка деталей из ковкого чугуна. Факторы, влияющие на графитизацию чугуна. Термическая обработка подшипников. Термическая обработка тонких колец. Выбор режимов термообработки подшипников. Номенклатура и разработка термической обработки деталей для автомобилестроения.

3.3. Номенклатура и термическая обработка инструмента из углеродистой стали. Номенклатура и термообработка инструмента из низколегированной стали. Номенклатура и термическая обработка инструмента из быстрорежущей стали. Выбор режимов термической обработки режущего инструмента. Номенклатура и разработка термической обработки режущего инструмента. Термическая обработка штампов холодного деформирования. Термическая обработка штампов горячего деформирования. Выбор режимов термообработки штампового инструмента. Термическая обработка валков холодной прокатки. Термическая обработка валков горячей прокатки. Номенклатура и разработка термической обработки штампового и прокатного инструмента. Термическая обработка мерного инструмента. Особенности применения ХТО режущего и штампового инструмента. Химико-термическая обработка инструмента. Номенклатура и технология термического и ХТО измерительного инстру-

мента. Применение вакуумных технологий поверхностного упрочнения инструмента. Использование высококонцентрированных источников для термической обработки.

3.4 Технология термической обработки ТВЧ и ТПЧ

Классификация технологических процессов термической обработки с использованием ТВЧ и ТПЧ. Принципы выбора частоты тока. Принципы выбора охлаждающей среды. Контроль качества технологического процесса. Использование индукционного нагрева для нормализации деталей и сквозного нагрева заготовок под пластичную деформацию.

Классификация источников электроснабжения, применяемых при ТВЧ и ТПЧ. Назначение и характеристики преобразователей (машинные преобразователи и трансформаторы высокой частоты, конденсаторы для устройств с машинным генератором).

3. Проектирование термических цехов

4.1 Общие положения проектирования, исходные данные для проектирования, составление ТЭО. Составление номенклатуры обрабатываемых деталей по типовым группам. Техничко-экономическое обоснование проекта. Составление номенклатуры годовой программы. Выбор марки стали и технология техпроцесса. Выбор и расчёт основного, дополнительного и вспомогательного оборудования. Количественный и энергетический расчет оборудования. Особенности промышленной конструкции. Выбор и расчет необходимого количества оборудования.

4.2 Структура и управление термическим цехом. Методы организации труда на производственном участке и определение численности работников. Расчёт численности работников на термическом участке. Пути снижения капитальных затрат при реализации проекта. Определение штата термического подразделения. Расчет потребности энергоносителей, воздуха, воды, технологических материалов. Расчёт себестоимости термообработки. Расчёт капитальных затрат на реализацию проекта. Расчёт основных ТЭП проекта и их согласование с действующим цехом. Определение и анализ основных ТЭ показателей проектируемого подразделения.

4.3 Общие положения технического нормирования. Нормирование термической и ХТО обработок на печах периодического действия. Нормирование работ в термических цехах. Расчет норм выработки при работе на печах периодического действия. Влияние различных факторов на производительность и нормы выработки при ХТО. Особенности нормирования работ при работе с печами периодического действия.

4.4 Особенности технологии ХТО и методика определения продолжительности операций. Техническое нормирование при ХТО. Особенности операций при ХТО и определение искусственного времени и норм выработки.

4.5 Особенности проведения дополнительных операций при термообработке. Определение норм выработки. Определение искусственного времени при техническом контроле деталей. Нормы работ по правке, очистке, промывке, техническому контролю. Особенности работ по выполнению дополнительных операций и их нормированию.

2.2 Фонд оценочных средств

Фонды оценочных средств для оценки результатов вступительного испытания представлены отдельным документом, являющимся частью програм-

мы вступительного испытания для поступающих на направление подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

3. ПРИМЕРНЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ К БИЛЕТАМ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

1. Общая классификация режимов термообработки.
2. Критические точки A_{c1} , A_{c3} , A_{cm} в стали.
3. Характеристика четырех превращения в стали при термообработке.
4. Первое превращение в стали при нагреве ($P \rightarrow A$): механизм образования аустенита из перлита.
5. Влияние нагрева на зерно аустенита. Наследственность в сталях
6. Второе превращение в стали: построение диаграммы распада аустенита по кинетическим кривым.
7. Феррито-цементитные смеси: перлит, сорбит, троостит – виды структур, твердость.
8. Третье превращение в стали при термообработке, особенности мартенситного превращения, его отличие от перлитного, кристаллическая решетка и структура мартенсита.
9. Диаграмма изотермического распада аустенита для низкоуглеродистой, среднеуглеродистой и высокоуглеродистой стали.
10. Влияние легирования на диаграмму изотермического распада аустенита.
11. Бейнитное (промежуточное) превращение в стали, его особенности.
12. Четвертое превращение в стали: распад мартенсита при нагреве.
13. Влияние температуры нагрева при отпуске на механические свойства.
14. Влияние легирующих элементов на процессы структурных превращений при термообработке: влияние на изотермический распад аустенита, на мартенситное превращение.
15. Влияние легирующих элементов на превращения при отпуске, отпускная хрупкость.
16. Старение: разновидности, влияние на свойства, структурные изменения при термическом старении.
17. Отжиг первого рода: разновидности, влияние на свойства, назначение, температуры нагрева, режим охлаждения.
18. Отжиг второго рода (полный, неполный, сфероидизирующий): разновидности, влияние на свойства, назначение, температуры нагрева, режим охлаждения.
19. Нормализация конструкционных и инструментальных сталей разновидности, влияние на свойства, назначение, температуры нагрева, режим охлаждения.
20. Закалка стали: разновидности, влияние на свойства, назначение, температуры нагрева, режим охлаждения.
21. Закаливаемость и прокаливаемость. Влияние факторов на закаливаемость и прокаливаемость.
22. Дефекты при закалке сталей. Способы их предотвращения.
23. Обработка холодом после закалки.

24. Отпуск закаленной стали разновидности, влияние на свойства, назначение, температуры нагрева, режим охлаждения.
25. Старение сплавов. Виды старения. Изменение свойств при старении.
26. Поверхностная закалка: разновидности, влияние на свойства, назначение, температуры нагрева, режим охлаждения.
27. Химико-термическая обработка: разновидности, влияние на свойства, назначение, температуры нагрева, процессы, протекающие при этом.
28. Термомеханическая обработка ТМО: назначение, виды, влияние на структуру и свойства.
29. Нагрев стали при термической обработке: параметры нагрева – скорость, температура нагрева и время выдержки.
30. Явления окисления и обезуглероживания при нагреве, методы защиты.
31. Контролируемые атмосферы (эндотермические, экзотермические, инертные газы).
32. Охлаждение изделий при термической обработке. (охлаждение в средах, не претерпевающих агрегатных изменений – газы, расплавы металлов и сплавов, расплавы солей и щелочей; охлаждение в средах, претерпевающих изменения агрегатного состояния – вода, масло, водяные растворы полимеров).
33. Внутренние напряжения, деформация и коробление деталей в процессе термообработки (источники внутренних напряжений, деформация заготовок и изделий и меры для ее уменьшения).
34. Общая классификация оборудования для термообработки. Классификация нагревательных устройств по различным факторам. Принцип маркировки термических печей.
35. Виды и характеристика термических печей непрерывного действия.
36. Какие печи периодического действия вы знаете? Охарактеризуйте их.
37. Какие группы сплавов применяют для электрических нагревателей в нагревательных печах?
38. Какую конструкцию печи следует применять для рулонных сталей?
39. Особенности термических печей для химико-термической обработки.
40. Виды индукторов для закалки ТВЧ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Теория и практика термической обработки металлов: учебно-методическое пособие к мультимедийному изданию / О.В. Чудина, Г.В. Гладова, А.В. Остроух. – М.: МАДИ, 2013. – 64 с.
2. Большаков, В.И., Долженков, И.Е., Зайцев, А.В. Оборудование термических цехов, технология термической и комбинированной обработки металлопродукции. - Днепропетровск: РИА «Днепр-VAL», 2010. – 614 с.

3. 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.
- 4.
5. Новиков, И.И. Теория термической обработки.- М. : Metallurgia, 1978.-285 с.
6. Справочник по термомеханической и термоциклической обработке металлов / М.Е. Смагоринский, А.А. Булянда, С.В. Кудряшов; Под общ. ред. М.Е. Смагоринского. - СПб.: Политехника, 1992. - 416 с.
7. Чейлях, А.П. Перспективные упрочняющие технологии обработки материалов: уч. пособие. – Мариуполь: ГВУЗ «ПГТУ», 2016. – 358 с.
8. Берштейн, М. Л. Займовский, В. А. Механические свойства металлов: учебное пособие. - М., 1979. - 495 с.
9. Соколов, К.Н., Коротич, И.К. Технология термической обработки и проектирование термических цехов. - М.: Metallurgia, 1988. - 384 с.
10. Башнин, Ю.А., Ушаков, Б.К., Секей, А.Г. Технология термообработки стали. - М.: Metallurgia, 1986. - 424 с.
11. Соколов, К.Н. Оборудование термических цехов: Учеб. пособие для вузов. – Киев-Донецк. – Вища шк., 1984. – 328 с.
12. Соколов, К.Н., Коротич, И.К. Технология термическая обработка металлов и проектирование термических цехов. – М. : Metallurgia, 1988. – 384 с.

Дополнительная

13. Золоторевский, В.С. Механические свойства металлов - М., 1998. - 400 с.
14. Марочник сталей и сплавов: под ред А.С. Зубченко. - 2-е издание. - М.: Машиностроение, 2003. - 783 с.
15. Материаловедение: учебное пособие / под общ. ред. Л.Г. Петровой, Г.В. Гладовой, О.В. Чудиной. – М.: МАДИ (ГТУ), 2008. – 288 с.
16. Термическая обработка в машиностроении / Под ред.: Ю.М. Лахтина, А.Г. Рахштадта. - М.: Машиностроение, 1980. - 783 с.
26. Гусовский, В.Л., Ладыгичев, М.Г., Усачев, А.Б. Современные нагревательные и термические печи. – М. : Теплотехник, 2007. – 656 с.
28. Теплотехнические расчеты металлургических печей / Под ред. А.С. Телегина. – М. : Metallurgia, 1982. – 360 с.
30. Головин, Г.Ф. Зимин, Н.В. Технология термической обработки металлов с применением индукционного нагрева.- М. : Машиностроение, 1979.-120 с.
31. Сухоцкий, А.Е. Индукторы.- Л.: Машиностроение, 1989.- 69 с.

Интернет - ресурсы

32. Химико-термическая обработка металлов: повышение долговечности и эксплуатационных характеристик – [Электронный ресурс]. — 2022. — URL: <https://nmf-expo.ru/articles/khimiko-termicheskaya-obrabotka-metallov> (дата обращения 16.11.2024).
33. Современные нагревательные и термические печи (конструкции и технические характеристики), Гусовский В.Л., Ладыгичев М.Г., Усачев А.Б. – [Электронный ресурс]. — 2012. — URL:

<http://www.twirpx.com/file/407457/> (дата обращения 16.11.2024).

34. Термические печи – [Электронный ресурс]. — 2023. — URL: <http://www.nkmz.com/Russian/index.html#metallurgical03.html> (дата обращения 18.11.2024).

35. Совершенствование тепловой работы нагревательных и термических печей на основе математического моделирования – [Электронный ресурс]. — 2023. — URL: <http://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-teplovei-raboty-nagrevatelnykh-i-termicheskikh-pechei-na-osnove-matematic> (дата обращения 11.12.2024).

36. Оборудование термических цехов и лабораторий испытания металлов, Долотов Г. П., Кондаков Е. А. – [Электронный ресурс]. — 2021. — URL: <http://www.markmet.ru/kniga-po-metallurgii/oborudovanie-termicheskikh-tsekhov-i-laboratorii-ispytaniya-metallov> (дата обращения 19.12.2024).