Общество с ограниченной ответственностью
«Ионные технологии»

«Утверждаю»
Директор
_____ /Оборин А.В.
«01» марта 2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА – ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Технологическое обеспечение работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки»

Объем программы (трудоемкость): 24 академических часа

Срок освоения программы — 2 учебные недели

Форма обучения: очная

г. Пермь

2026 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Характеристика программы:
Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Технологическое обеспечение работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки» (далее – программа) является учебно-методическим нормативным документом, включающим комплекс основных характеристик образования и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных модулей, оценочных и методических материалов и форм аттестации.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Технологическое обеспечение работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки» разработана в соответствии с нормами:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказа Минобрнауки России от 24 марта 2025 г. № 266 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- профессионального стандарта «Специалист по ионно-плазменным технологиям термической обработки» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 14.04.2025 № 233н);
- федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 22.02.4 Металловедение и термическая обработка металлов (утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. № 358).

1.2. Категория обучающихся: лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование;
1.3. Объем программы (трудоемкость): 24 академических часа.
1.4. Срок освоения программы — 2 учебные недели
1.5. Форма обучения: очная.
1.6. Документ, выдаваемый после завершения обучения: удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

2.1. Цель программы заключается в получении теоретических знаний и овладении практическими умениями и навыками, обеспечивающими у слушателей формирование и совершенствование в рамках имеющейся

квалификации профессиональных компетенций, необходимых для эффективной деятельности в области ионно-вакуумной химико-термической обработки металлов.

2.2. Задачи программы:

1. Формирование знаний в области металловедения.
2. Формирование знаний и навыков в области термической и химико-термической обработки металлов.
3. Формирование знаний в области ионной химико-термической обработки металлов.
4. Формирование знаний и навыков в области технологии работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки металлов.

5. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

3.1. **Программа направлена** на совершенствование и приобретения новых компетенций для эффективной деятельности в области ионно-вакуумной химико-термической обработки металлов.

3.2. В планируемых результатах обучения отражается связь с требованиями соответствующего профессионального стандарта «Специалист по ионно-плазменным технологиям термической обработки» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 14.04.2025 № 233н) и федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 22.02.4 Металловедение и термическая обработка металлов (утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 апреля 2014 г. № 358).

3.3. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения:

Общие компетенции (ОК):

ОК-1. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

Профессиональные компетенции (ПК):

ПК-1. Разрабатывать технологический процесс термической и химико-термической обработки металлов на основе информации нормативно-справочной документации.
ПК-2. Осуществлять эксплуатацию и обслуживание основного и вспомогательного оборудования термического производства.
ПК-3. Управлять технологическими процессами термического производства с использованием систем автоматического регулирования.
ПК-4. Осуществлять контроль технологического процесса термической и химико-термической обработки металлов и сплавов.
ПК-5. Осуществлять контроль за правильной эксплуатацией оборудования термического производства.

3.4. Планируемым результатом обучения является освоение и совершенствование как теоретических знаний, так и практических умений и навыков.

Трудовая функция: Проектирование ионно-вакуумных технологических процессов нанесения покрытий.

В результате освоения программы обучающиеся

будут знать:

- Физические основы ионно-вакуумной термической обработки;
- Виды, назначение и правила эксплуатации ионно-вакуумного оборудования термического производству;
- Конструктивные особенности ионно-вакуумного оборудования термического производства;
- Физические явления, происходящие в рабочей камере в ходе ионно-вакуумной термической обработки;
- Закономерности взаимодействия обрабатываемых поверхностей с газовой средой, активированной электрическим полем;
- Методы контроля состава газовой среды, активированной электрическим полем, в процессе ионно-вакуумной обработки в термическом производстве;
- Требования к размещению изделий в рабочей камере, методы его оптимизации;
- Виды, конструкции и назначение устройств для обеспечения промышленной безопасности ионно-вакуумного оборудования термического производства;
- Меры техники безопасности в термическом производстве;
- Основы металловедения, термообработки металлов и ионного азотирования;
- Влияние механической обработки на структуру и свойства металла;

- Основы и особенности химико-термической обработки металлов;
- Основы металлографического исследования и выявления дефектов после ионной химико-термической обработки (ИХТО);

будут уметь:

- Выбирать параметры технологического режима ионно-вакуумной термической обработки в зависимости от заданных эксплуатационных свойств получаемого покрытия;
- Использовать системы автоматизированной технологической подготовки производства для нормирования технологических операций ионно-вакуумной термической обработки;
- Использовать системы автоматизированной технологической подготовки производства для выбора технологических режимов технологических операций ионно-вакуумной термической обработки;
- Осуществлять оптимальный выбор размещения изделий в рабочей камере;
- Осуществлять оптимальный выбор способа экранирования частей поверхности обрабатываемого изделия, на которые покрытие не наносится;

владеть навыками трудовых действий:

- Разработка технологического процесса ионно-вакуумной термической обработки на основе технического задания.
- Определение технологических параметров ионно-вакуумной термической обработки: температуры, химического состава рабочей среды, давления и продолжительности процесса.

4. УЧЕБНЫЙ ПЛАН
дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Технологическое обеспечение работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки»

Трудоемкость обучения: 24 академических часа.
Для всех видов занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Форма обучения: очная.

№ п/п	Наименование компонентов программы	Трудоемкость, ак. ч.				Форма аттестации /контроля
		Всего	Лекции	Практические занятия / Самостоятельная	Контроль	

				работа		
1.	**Модуль 1. Основы материаловедения и технологии термической обработки металлов**	**6**	**5**		**1**	
1.1.	Тема 1.1. Металловедение.	1	1			
1.2.	Тема 1.2. Влияние механической обработки на структуру и свойства металла.	2	2			
1.3.	Тема 1.3. Термообработка. Химико-термическая обработка: основные понятия, назначение термической обработки.	2	2			
1.4.	Промежуточная аттестация	1			1	Тестирование
2	**Модуль 2. Технология работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки**	**17**	**7**	**9**	**1**	
2.1	Тема 2.1. Термообработка. Ионное азотирование	4	2	2		
2.2	Тема 2.2. Металлографическое исследование. Дефекты после ИХТО.	4	2	2		
2.3	Тема 2.3. Техника безопасности при работе на установках.	2	1	1		
2.4	Тема 2.4. Устройство установки и технология работы на оборудовании.	6	2	4		
2.5	Промежуточная аттестация	1			1	Тестирование
5	**Итоговая аттестация**	**1**			**1**	**Тестирование**
6	**Итого**	**24**	**12**	**9**	**3**	

5. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Технологическое обеспечение работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки»

Календарный график обучения является примерным, составляется и утверждается для каждой группы.

Срок освоения программы — 2 недели. Начало обучения — по мере набора группы.

Примерный режим занятий: 4 раза в неделю по 3 академических часа. Для всех видов занятий академический час устанавливается

продолжительностью 45 минут. Итоговая аттестация проводятся согласно графику.

№ п/п	Наименование компонентов программы	1 неделя	2 неделя
1	Модуль 1. Основы материаловедения и технологии термической обработки металлов	6	
2	Модуль 2. Технология работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки	6	11
3	Итоговая аттестация		1
4	ВСЕГО	12	12

6. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ

6.1. Рабочая программа Модуля 1. Основы материаловедения и технологии термической обработки металлов

Цель программы заключается в получении теоретических знаний и овладении практическими умениями и навыками, обеспечивающими у слушателей формирование и совершенствование в рамках имеющейся квалификации профессиональных компетенций, необходимых для эффективной деятельности в области ионно-вакуумной химико-термической обработки металлов.

Задачи программы:

1. Формирование знаний в области металловедения.
2. Формирование знаний и навыков в области термической и химико-термической обработки металлов.

Планируемые результаты изучения модуля

В результате освоения программы обучающиеся

будут знать:

- Основы металловедения, термообработки металлов и ионного азотирования;
- Влияние механической обработки на структуру и свойства металла;
- Основы и особенности химико-термической обработки металлов;

будут уметь:

- Выбирать параметры технологического режима ионно-вакуумной термической обработки в зависимости от заданных эксплуатационных свойств получаемого покрытия;

владеть навыками трудовых действий:

- Определение технологических параметров ионно-вакуумной термической обработки: температуры, химического состава рабочей среды, давления и продолжительности процесса.

Учебный план

№ п/п	Наименование компонентов программы	Трудоемкость, ак. ч.				Форма аттестации/ контроля
		Всего	Лекции	Практические занятия / Самостоятельная работа	Контроль	
1.	**Модуль 1. Основы материаловедения и технологии термической обработки металлов**	**6**	**5**		**1**	
1.1.	Тема 1.1. Металловедение.	1	1			
1.2.	Тема 1.2. Влияние механической обработки на структуру и свойства металла.	2	2			
1.3.	Тема 1.3. Термообработка. Химико-термическая обработка: основные понятия, назначение термической обработки.	2	2			
1.4.	Промежуточная аттестация	1			1	Тестирование
2	**Итого**	**6**	**5**		**1**	

Содержание

Вид занятий	**Количество часов**	**Наименование раздела, темы и содержание**
Модуль 1. Основы материаловедения и технологии термической обработки металлов		
Лекция	1	**Тема 1.1. Металловедение:** • Основные понятия • Процесс изготовление стали • Классификация сталей • Маркировка сталей

Вид занятий	Количество часов	Наименование раздела, темы и содержание
Лекция	2	**Тема 1.2. Влияние механической обработки на структуру и свойства металла:** • Основные понятия • Волнистость • Шероховатость • Микрогеометрия • Изменение структуры металла • Изменение свойств металла
Лекция	2	**Тема 1.3. Термообработка. Химико-термическая обработка: основные понятия, назначение термической обработки:** • Основы диаграммы железо-углерод • Виды термической обработки (ТО) • Обезуглероживание • Поверхностная ТО • Виды поверхностной ТО • Химико-термическая обработка • Виды химико-термической обработки
Промежуточная аттестация	1	Тестирование 1.
Всего часов	**6**	

Календарный учебный график

№ п/п	Наименование компонентов программы	1 неделя	2 неделя
1	Модуль 1. Основы материаловедения и технологии термической обработки металлов	6	
2	ВСЕГО	6	

Организационно-педагогические условия реализации модуля.

Реализация модуля обеспечивает приобретение слушателями знаний и умений, необходимых для работы в области ионно-вакуумной химико-термической обработки металлов.

Теоретические занятия проводятся с целью изучения нового учебного материала. Изложение материала необходимо вести в форме, доступной для понимания обучающихся, соблюдать единство терминологии, определений и условных обозначений, соответствующих международным договорам и нормативным правовым актам.

Практические занятия проводятся с целью закрепления теоретических знаний и выработки у обучающихся основных умений и навыков работы в ситуациях, максимально имитирующих реальные процессы.

Выбор методов обучения для каждого занятия определяется преподавателем в соответствии с составом и уровнем подготовленности обучающихся, степенью сложности излагаемого материала, наличием и состоянием учебного оборудования, технических средств обучения, местом и продолжительностью проведения занятий.

Кадровые (педагогические) условия.
Реализация модуля обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими соответствующее профессиональное образование и отвечающими квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартах, в рамках изучаемого цикла.

Материально-технически условия реализации модуля.

Образовательная организация располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение предусмотренных модулем занятий и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.
Необходимый для реализации программы перечень материально-технического обеспечения включает в себя: учебную аудиторию с учебным оборудованием и оргтехникой для проведения теоретических занятий, контроля и аттестации и помещения для проведения практических занятий с необходимым оборудованием.

Организация располагает учебной аудиторией для проведения занятий, оснащенной необходимым оборудование.
Учебные помещения оснащены мебелью и учебным оборудованием:

- компьютер – 1 шт.;
- проектор – 1 шт.;
- экран – 1 шт.;
- парты и стулья в необходимом количестве;
- стеллаж для хранения учебных и демонстрационных материалов – 1 шт.
- учебно-методические материалы - в необходимом количестве;
- демонстрационные материалы – в необходимом количестве;
- специальное оборудование, инструменты и материалы по темам - в необходимом количестве.

Реализация программы модуля обеспечена учебно-методической документацией, учебными и учебно-методическими изданиями, справочниками и т.д., формируемой в соответствии с учебным планом.

Информационные и учебно-методические условия

Список литературы:
Основная литература:

1. Химико-термическая обработка металлов / Лахтин Ю. М., Арзамасов Б. Н. – М.: Металлургия, 1985. - 256 с.
2. Теория и технология азотирования / Лахтин Ю. М., Коган Я.Д., Шпис Г. И., Бёмер З. – М.: Металлургия, 1991. - 320 с.
3. Инженерия поверхности и эксплуатационные свойства азотированных конструкционных сталей / Герасимов С. А., Куксенова Л. И., Лаптева В.Г., Оспенникова О.Г., Алексеева М.С., Громов В.И. – учебное пособие / под общ. Ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2019. – 600 с.
4. Плошкин В. В. Материаловедение: учебник для вузов / В. В. Плошкин. - 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 408 с.

Дополнительная литература:

1. СТО ИНТИ S.70.2-2022 Упрочнение поверхности ионным химико-термическим методом
2. Будилов В.В. Технология вакуумной ионно-плазменной обработки: учебное пособие / В.В. Будилов, Р.М. Киреев, С.Р. Шехтман. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 155 с.
3. Будилов, В. В. Нанотехнологии обработки поверхности деталей на основе вакуумных ионно-плазменных методов. Физические основы и технические решения / В. В. Будилов, В. С. Мухин, С. Р. Шехтман // – М.: Наука, 2008. – 194 с.
4. Босяков, М.Н. Плазменная химико-термическая обработка: моногр. /М.Н. Босяков, О.В. Силина, А.А. Козлов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023.
5. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр. /А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003. - 784 с.

6.2. Рабочая программа Модуля 2. Технология работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки

Цель программы заключается в получении теоретических знаний и овладении практическими умениями и навыками, обеспечивающими у

слушателей формирование и совершенствование в рамках имеющейся квалификации профессиональных компетенций, необходимых для эффективной деятельности в области ионно-вакуумной химико-термической обработки металлов.

Задачи программы:

1. Формирование знаний и навыков в области технологии работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки металлов.

Планируемые результаты изучения модуля

В результате освоения программы обучающиеся

будут знать:

- Физические основы ионно-вакуумной термической обработки;
- Виды, назначение и правила эксплуатации ионно-вакуумного оборудования термического производству;
- Конструктивные особенности ионно-вакуумного оборудования термического производства;
- Физические явления, происходящие в рабочей камере в ходе ионно-вакуумной термической обработки;
- Закономерности взаимодействия обрабатываемых поверхностей с газовой средой, активированной электрическим полем;
- Методы контроля состава газовой среды, активированной электрическим полем, в процессе ионно-вакуумной обработки в термическом производстве;
- Требования к размещению изделий в рабочей камере, методы его оптимизации;
- Виды, конструкции и назначение устройств для обеспечения промышленной безопасности ионно-вакуумного оборудования термического производства;
- Меры техники безопасности в термическом производстве;
- Основы металлографического исследования и выявления дефектов после ионной химико-термической обработки (ИХТО);

будут уметь:

- Выбирать параметры технологического режима ионно-вакуумной термической обработки в зависимости от заданных эксплуатационных свойств получаемого покрытия;
- Использовать системы автоматизированной технологической подготовки производства для нормирования технологических операций ионно-вакуумной термической обработки;

- Использовать системы автоматизированной технологической подготовки производства для выбора технологических режимов технологических операций ионно-вакуумной термической обработки;
- Осуществлять оптимальный выбор размещения изделий в рабочей камере;
- Осуществлять оптимальный выбор способа экранирования частей поверхности обрабатываемого изделия, на которые покрытие не наносится;

владеть навыками трудовых действий:

- Разработка технологического процесса ионно-вакуумной термической обработки на основе технического задания.
- Определение технологических параметров ионно-вакуумной термической обработки: температуры, химического состава рабочей среды, давления и продолжительности процесса.

Учебный план

№ п/п	Наименование компонентов программы	Трудоемкость, ак. ч.				Форма аттестации/ контроля
		Всего	Лекции	Практические занятия / Самостоятельная работа	Контроль	
1.	**Модуль 2. Технология работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки**	**17**	**7**	**9**	**1**	
1.1.	Тема 2.1. Термообработка. Ионное азотирование	4	2	2		
1.2.	Тема 2.2. Металлографическое исследование. Дефекты после ИХТО.	4	2	2		
1.3.	Тема 2.3. Техника безопасности при работе на установках.	2	1	1		
1.4.	Тема 2.4. Устройство установки и технология работы на оборудовании.	6	2	4		
1.5	Промежуточная аттестация	1			1	Тестирование
2	**Итого**	**17**	**7**	**9**	**1**	

Содержание

Вид занятий	Количество часов	Наименование раздела, темы и содержание
Модуль 2. Технология работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки		
Лекция	2	**Тема 2.1. Термообработка. Ионное азотирование:** • Обоснование необходимости ТО деталей • Отжиг • Закалка • Отпуск • Нормализация • Улучшение • Азотирование (основные параметры, преимущества)
Практическое занятие	2	**Тема 2.1. Термообработка. Ионное азотирование:** Способы термической обработки металлов. Закалка, отпуск. Применение азотирования.
Лекция	2	**Тема 2.2. Металлографическое исследование. Дефекты после ИХТО:** • Требования к образцам • Принципы расположения образцов в установке • Контролируемые характеристики после ИХТО • Измерение поверхностной твердости и микротвердости • Подготовка микрошлифа • Определение глубины упрочнения двумя способами • Хрупкость • Влияние ТО • Дефекты после ИХТО • Внешние дефекты • Структурные дефекты Примеры контроля упрочнённого слоя
Практическое занятие	2	**Тема 2.2. Металлографическое исследование. Дефекты после ИХТО:** Измерение поверхностной твердости и микротвердости. Подготовка микрошлифа. Определение глубины упрочнения двумя способами. Выявление дефектов.
Лекция	1	**Тема 2.3. Техника безопасности при работе на установках:** • Требования к персоналу • Меры безопасности при работе на установке
Практическое занятие	1	**Тема 2.3. Техника безопасности при работе на установках:** Меры техники безопасности в термическом производстве. Средства защиты и их использование.
Лекция	2	**Тема 2.4. Устройство установки и технология работы на оборудовании:** • Описание оборудования • Вакуумная камера • Газо-вакуумная система

Вид занятий	Количество часов	Наименование раздела, темы и содержание
		• Система управления • Технологическая программа • Виды защит при работе установки • Технологический процесс • Требования к деталям и их предварительная подготовка • Рекомендуемые режимы
Практическое занятие	4	**Тема 2.4. Устройство установки и технология работы на оборудовании:** Устройство оборудования и назначение частей. Технология работы на оборудовании. Размещение деталей и разработка оснастки. Технологический процесс. Назначение режимов обработки. Технологическая программа. Определение типа защиты и способы устранения ошибок. технологической подготовки производства для нормирования технологических операций ионно-вакуумной термической обработки.
Промежуточная аттестация	1	Тестирование 2.
Всего часов	**17**	

Календарный учебный график

№ п/п	Наименование компонентов программы	1 неделя	2 неделя
1	Модуль 2. Технология работы на оборудовании ионно-вакуумной химико-термической обработки	6	11
2	ВСЕГО	6	11

Организационно-педагогические условия реализации модуля.

Реализация модуля обеспечивает приобретение слушателями знаний и умений, необходимых для работы в области ионно-вакуумной химико-термической обработки металлов.

Теоретические занятия проводятся с целью изучения нового учебного материала. Изложение материала необходимо вести в форме, доступной для понимания обучающихся, соблюдать единство терминологии, определений и условных обозначений, соответствующих международным договорам и нормативным правовым актам.

Практические занятия проводятся с целью закрепления теоретических знаний и выработки у обучающихся основных умений и навыков работы в ситуациях, максимально имитирующих реальные процессы.

Выбор методов обучения для каждого занятия определяется преподавателем в соответствии с составом и уровнем подготовленности обучающихся, степенью сложности излагаемого материала, наличием и состоянием учебного оборудования, технических средств обучения, местом и продолжительностью проведения занятий.

Кадровые (педагогические) условия.
Реализация модуля обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими соответствующее профессиональное образование и отвечающими квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартах, в рамках изучаемого цикла.

Материально-технически условия реализации модуля.

Образовательная организация располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение предусмотренных модулем занятий и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.
Необходимый для реализации программы перечень материально-технического обеспечения включает в себя: учебную аудиторию с учебным оборудованием и оргтехникой для проведения теоретических занятий, контроля и аттестации и помещения для проведения практических занятий с необходимым оборудованием.

Организация располагает учебной аудиторией для проведения занятий, оснащенной необходимым оборудование.
Учебные помещения оснащены мебелью и учебным оборудованием:

- компьютер – 1 шт.;
- проектор – 1 шт.;
- экран – 1 шт.;
- парты и стулья в необходимом количестве;
- стеллаж для хранения учебных и демонстрационных материалов – 1 шт.
- учебно-методические материалы - в необходимом количестве;
- демонстрационные материалы – в необходимом количестве;
- специальное оборудование, инструменты и материалы по темам - в необходимом количестве.

Реализация программы модуля обеспечена учебно-методической документацией, учебными и учебно-методическими изданиями, справочниками и т.д., формируемой в соответствии с учебным планом.

Информационные и учебно-методические условия

Список литературы:
Основная литература:

1. Химико-термическая обработка металлов / Лахтин Ю. М., Арзамасов Б. Н. – М.: Металлургия, 1985. - 256 с.
2. Теория и технология азотирования / Лахтин Ю. М., Коган Я.Д., Шпис Г. И., Бёмер З. – М.: Металлургия, 1991. - 320 с.
3. Инженерия поверхности и эксплуатационные свойства азотированных конструкционных сталей / Герасимов С. А., Куксенова Л. И., Лаптева В.Г., Оспенникова О.Г., Алексеева М.С., Громов В.И. – учебное пособие / под общ. Ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2019. – 600 с.
4. Плошкин В. В. Материаловедение: учебник для вузов / В. В. Плошкин. - 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 408 с.

Дополнительная литература:

1. СТО ИНТИ S.70.2-2022 Упрочнение поверхности ионным химико-термическим методом
2. Будилов В.В. Технология вакуумной ионно-плазменной обработки: учебное пособие / В.В. Будилов, Р.М. Киреев, С.Р. Шехтман. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 155 с.
3. Будилов, В. В. Нанотехнологии обработки поверхности деталей на основе вакуумных ионно-плазменных методов. Физические основы и технические решения / В. В. Будилов, В. С. Мухин, С. Р. Шехтман // – М.: Наука, 2008. – 194 с.
4. Босяков, М.Н. Плазменная химико-термическая обработка: моногр. /М.Н. Босяков, О.В. Силина, А.А. Козлов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023.
5. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр. /А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003. - 784 с.

7. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

Программой предусмотрена текущая, промежуточная и итоговая аттестация слушателей.

Для проведения итоговой аттестации разработан фонд оценочных средств, являющийся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса.

Объектами оценивания выступают:

- степень освоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками.

Текущий контроль знаний обучающихся проводится преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, на протяжении всего обучения по программе.

Текущий контроль знаний включает в себя наблюдение преподавателя за учебной работой обучающихся и проверку качества знаний, умений и навыков, которыми они овладели на определенном этапе обучения в формах, установленных преподавателем.

Промежуточная аттестация — оценка качества усвоения обучающимися содержания учебных модулей, тем, частей программы непосредственно по завершении их освоения, проводимая в форме зачета посредством прохождения тестирования.

Прошедшим промежуточную аттестацию выставляется оценка «зачтено». Для прохождения промежуточной аттестации необходимо дать не менее 70% правильных ответов на вопросы тестирования.

Итоговая аттестация — процедура, проводимая с целью установления уровня знаний обучающихся с учетом прогнозируемых результатов обучения и требований к результатам освоения программы.

Слушатель допускается к итоговой аттестации после изучения разделов и тем программы в объеме, предусмотренном учебным планом.

Обучающимся, успешно прошедшим итоговую аттестацию, выдаются удостоверения о повышении квалификации установленного образца.

При освоении программы параллельно с получением среднего профессионального и/или высшего образования удостоверения о повышении квалификации выдаются одновременно с получением соответствующего документа об образовании.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть программы и (или) отчисленным из образовательной организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, устанавливаемому организацией.

8. ПРОГРАММА ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Освоение программы завершается итоговой аттестацией, которая направлена на определение теоретической и практической подготовленности слушателей.

Обучающиеся допускаются к итоговой аттестации после изучения модулей и тем программы в объеме, предусмотренном учебным планом программы.

Оценка качества освоения учебной программы проводится в процессе итоговой аттестации в форме итогового тестирования.

Критерии оценки:

Оценка	Критерии оценки
Зачтено	Оценка «Зачтено» выставляется слушателю, если он твердо знает материал курса, грамотно и по существу использует его, не допуская существенных неточностей в ответе на тестовые вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов. Не менее 80% правильных ответов при решении итогового теста.
Не зачтено	Оценка «Не зачтено» выставляется слушателю, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические вопросы или не справляется с ними самостоятельно. Менее 80% правильных ответов при решении итогового теста.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

Тестирование 1.

1.Что изучает металловедение как наука?
а) способы получения металлов из руд;
б) строение, свойства и изменения металлов и сплавов при внешних воздействиях;
в) методы механической обработки металлов;
г) принципы работы металлургического оборудования.

2.Какие факторы влияют на размер зерна в металлическом слитке?
а) скорость охлаждения и наличие модификаторов;
б) давление при кристаллизации;
в) химический состав атмосферы печи;
г) всё вышеперечисленное.

3.Что означает термин «эвтектика»?
а) твёрдый раствор внедрения;
б) механическая смесь фаз, образующаяся при определённой температуре из жидкого сплава;
в) пересыщенный твёрдый раствор;
г) интерметаллидное соединение.

4.Как изменяется структура металла при холодной пластической деформации?
а) зерно укрупняется, прочность снижается;
б) зерно измельчается, прочность повышается, пластичность снижается;
в) структура не меняется;
г) образуется аморфная фаза.

5.Что такое наклёп (упрочнение) металла?
а) увеличение пластичности при нагреве;
б) повышение прочности и твёрдости вследствие пластической деформации;
в) снижение твёрдости при отжиге;
г) образование новых фаз при легировании.

6.Какой процесс снимает наклёп и восстанавливает пластичность металла?
а) закалка;
б) отпуск;
в) рекристаллизационный отжиг;
г) цементация.

7.Как влияет скорость резания на температуру в зоне обработки?
а) чем выше скорость, тем ниже температура;
б) чем выше скорость, тем выше температура;
в) температура не зависит от скорости резания;
г) зависимость нелинейная, имеет максимум.

8.Какие дефекты структуры могут возникнуть при интенсивной механической обработке?
а) микротрещины и остаточные напряжения;
б) увеличение размера зерна;
в) образование интерметаллидов;
г) всё вышеперечисленное.

9.Какова основная цель отжига стали?
а) повышение твёрдости;
б) снятие внутренних напряжений, улучшение пластичности, подготовка структуры к дальнейшим операциям;
в) увеличение износостойкости поверхности;

г) получение мартенситной структуры.

10.Что происходит при закалке стали?
а) диффузионное распад аустенита с образованием перлита;
б) бездиффузионное превращение аустенита в мартенсит при быстром охлаждении;
в) рост зерна феррита;
г) образование эвтектоидной смеси.

11.Для чего проводится отпуск стали после закалки?
а) для увеличения твёрдости;
б) для снижения внутренних напряжений и повышения пластичности при сохранении достаточной прочности;
в) для получения аустенитной структуры;
г) для ускорения диффузионных процессов.

12.Что такое цементация?
а) насыщение поверхности стали азотом;
б) насыщение поверхности стали углеродом с последующей закалкой;
в) диффузионное насыщение алюминием;
г) обработка поверхности плазмой.

13.Какое свойство обеспечивает азотирование стали?
а) высокую поверхностную твёрдость и износостойкость при сохранении пластичности сердцевины;
б) увеличение пластичности;
в) снижение плотности;
г) повышение электропроводности.

14.Что такое «критическая скорость охлаждения» при закалке?
а) минимальная скорость охлаждения, необходимая для получения мартенсита;
б) скорость охлаждения, при которой образуется перлит;
в) скорость нагрева при отжиге;
г) скорость диффузии углерода в аустените.

15.Какие факторы определяют глубину проникновения диффузионного слоя при ХТО?
а) температура и длительность процесса;
б) состав насыщающей среды;
в) кристаллическая структура основы;
г) всё вышеперечисленное.

16.Что такое «перегрев» стали при термообработке?

а) образование мелкозернистой структуры;
б) чрезмерное укрупнение зерна, ведущее к снижению пластичности и ударной вязкости;
в) появление трещин из-за термических напряжений;
г) образование карбидной сетки.

17.Какой вид термообработки применяется для снятия напряжений после сварки?
а) нормализация;
б) высокий отпуск;
в) закалка с высоким отпуском;
г) рекристаллизационный отжиг.

18.В чём состоит отличие химико-термической обработки (ХТО) от обычной термообработки?
а) ХТО проводится только в вакууме;
б) при ХТО изменяется химический состав поверхностного слоя за счёт диффузии элементов;
в) ХТО не требует нагрева;
г) ХТО применяется только для цветных металлов.

Тестирование 2.

1.Какова основная цель ионного азотирования?
а) повышение твёрдости и износостойкости поверхности;
б) снижение остаточных напряжений в объёме детали;
в) увеличение пластичности сердцевины;
г) удаление оксидных плёнок.

2.В какой среде проводится ионное азотирование?
а) в атмосфере воздуха;
б) в вакууме с введением азотсодержащего газа (например, N2 , NH 3);
в) в расплаве солей;
г) в водной среде с добавками аммиака.

3.Какой физический процесс обеспечивает насыщение поверхности азотом при ионном азотировании?
а) диффузия атомов азота в решётку металла под действием электрического поля;
б) химическое осаждение из газовой фазы;
в) ионная бомбардировка и последующее внедрение азота в кристаллическую решётку;
г) капиллярное проникновение азотсодержащих соединений.

4.Какие параметры влияют на глубину азотированного слоя?
а) температура и длительность процесса;
б) давление в камере и состав газовой смеси;
в) напряжение и плотность тока разряда;
г) всё вышеперечисленное.

5.Почему ионное азотирование часто предпочтительнее газового?
а) меньшая длительность процесса и более точное управление параметрами;
б) отсутствие необходимости в вакууме;
в) более низкая стоимость оборудования;
г) возможность обработки неметаллических материалов.

6.Какая методика подготовки образца необходима для металлографического анализа азотированного слоя?
а) шлифовка и полировка с последующим травлением;
б) только механическая резка;
в) химическое травление без механической обработки;
г) ультразвуковая очистка.

7.Какой дефект может возникнуть при слишком высокой температуре азотирования?
а) чрезмерное укрупнение зерна и снижение пластичности;
б) образование трещин из-за термического удара;
в) недостаточная глубина слоя;
г) появление пор.

8.Что может вызвать неравномерность азотированного слоя по поверхности детали?
а) неоднородность состава стали;
б) неравномерное распределение электрического поля в камере;
в) наличие загрязнений или окислов на поверхности;
г) всё вышеперечисленное.

9.Какие основные опасности присутствуют при работе с установками ионного азотирования?
а) высокое напряжение и вакуум;
б) токсичные газы (аммиак, азот);
в) высокая температура и риск ожогов;
г) всё вышеперечисленное.

10.Что необходимо сделать перед открытием камеры после процесса?
а) отключить питание и дождаться остывания;
б) провести вентиляцию камеры и сбросить вакуум;

в) проверить отсутствие остаточного напряжения;
г) всё вышеперечисленное.

11.Какие средства индивидуальной защиты обязательны при обслуживании установки?
а) диэлектрические перчатки и защитные очки;
б) респиратор и термостойкие рукавицы;
в) халат и обувь с антистатической подошвой;
г) всё вышеперечисленное.

12.Что следует сделать при обнаружении утечки газа в системе?
а) продолжить работу, не обращая внимания;
б) немедленно отключить установку, проветрить помещение и сообщить ответственному;
в) попытаться устранить утечку самостоятельно;
г) закрыть вентиль и продолжить процесс.

13.Какие основные узлы включает установка ионного азотирования?
а) вакуумная камера, источник питания, газовая система, система охлаждения;
б) муфель и вентилятор;
в) индуктор и конденсатор;
г) печь сопротивления и термопара.

14.Для чего служит источник питания в установке ионного азотирования?
а) для нагрева камеры;
б) для создания и поддержания тлеющего разряда между катодом (деталью) и анодом;
в) для вращения деталей;
г) для управления газовой системой.

15.Какова последовательность основных этапов технологического процесса ионного азотирования?
а) загрузка → вакуумирование → нагрев → подача газа и зажигание разряда → выдержка → охлаждение → разгерметизация;
б) нагрев → загрузка → подача газа → выдержка → охлаждение;
в) вакуумирование → подача газа → зажигание разряда → нагрев → выдержка;
г) загрузка → нагрев → вакуумирование → выдержка → охлаждение.

16.Что контролирует система автоматики установки?
а) давление в камере и температуру;
б) напряжение и ток разряда;
в) состав и расход газовой смеси;
г) всё вышеперечисленное.

17.Почему важно обеспечивать чистоту поверхности деталей перед загрузкой?
а) загрязнения могут нарушить равномерность разряда и насыщения;
б) это снижает вакуум;
в) это увеличивает расход газа;
г) всё вышеперечисленное.

18.Как влияет увеличение напряжения разряда на процесс азотирования?
а) ускоряет диффузию азота;
б) увеличивает энергию ионов и интенсивность бомбардировки поверхности;
в) снижает температуру процесса;
г) не оказывает существенного влияния.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ.

Итоговое тестирование.

1.Что определяет фазовый состав металлического сплава?
а) только химический состав;
б) температура и давление, при которых находится система;
в) скорость охлаждения при кристаллизации;
г) всё вышеперечисленное.

2.Какой тип кристаллической решётки у α-железа (при комнатной температуре)?
а) ГЦК (гранецентрированная кубическая);
б) ОЦК (объёмно-центрированная кубическая);
в) ГПУ (гексагональная плотноупакованная);
г) ромбическая.

3.Что происходит с зерном металла при холодной пластической деформации?
а) зерно укрупняется, прочность падает;
б) зерно измельчается, прочность растёт, пластичность снижается;
в) структура не меняется;
г) образуется аморфная фаза.

4.Какова цель рекристаллизационного отжига?
а) повышение твёрдости;
б) снятие наклёпа и восстановление пластичности;
в) получение мартенситной структуры;
г) ускорение диффузионных процессов.

5.Что такое эвтектика?
а) твёрдый раствор внедрения;
б) механическая смесь фаз, образующаяся при определённой температуре из жидкого сплава;
в) пересыщенный твёрдый раствор;
г) интерметаллидное соединение.

6.Какой процесс обеспечивает упрочнение стали при закалке?
а) диффузионный распад аустенита с образованием перлита;
б) бездиффузионное превращение аустенита в мартенсит при быстром охлаждении;
в) рост зерна феррита;
г) образование эвтектоидной смеси.

7.Для чего проводят отпуск стали после закалки?
а) для максимального увеличения твёрдости;
б) для снижения внутренних напряжений и повышения пластичности при сохранении прочности;
в) для получения аустенитной структуры;
г) для ускорения диффузии углерода.

8.Что отличает химико-термическую обработку (ХТО) от обычной термообработки?
а) ХТО проводится только в вакууме;
б) при ХТО изменяется химический состав поверхностного слоя за счёт диффузии элементов;
в) ХТО не требует нагрева;
г) ХТО применяется только для цветных металлов.

9.Какова основная цель ионного азотирования?
а) повышение твёрдости и износостойкости поверхности;
б) снижение остаточных напряжений в объёме детали;
в) увеличение пластичности сердцевины;
г) удаление оксидных плёнок.

10.Какой физический механизм обеспечивает насыщение поверхности азотом?
а) диффузия атомов азота в решётку под действием электрического поля;
б) химическое осаждение из газовой фазы;
в) ионная бомбардировка и внедрение азота в кристаллическую решётку;
г) капиллярное проникновение азотсодержащих соединений.

11.Что такое «белая зона» в азотированном слое?

а) зона с повышенной концентрацией карбидов;
б) поверхностный слой из нитридов железа и легирующих элементов;
в) область рекристаллизации зерна;
г) зона остаточного аустенита.

12.Какие параметры влияют на глубину азотированного слоя?
а) температура и длительность процесса;
б) давление в камере и состав газовой смеси;
в) напряжение и плотность тока разряда;
г) всё вышеперечисленное.

13.Какая методика подготовки образца нужна для металлографического анализа азотированного слоя?
а) шлифовка и полировка с последующим травлением;
б) только механическая резка;
в) химическое травление без механической обработки;
г) ультразвуковая очистка.

14.Какой реактив обычно используют для травления сталей после азотирования?
а) раствор азотной кислоты в спирте ($HNO3 + C2H5OH$);
б) спирт;
в) раствор пикриновой кислоты;
г) щёлочь.

15.Как визуально идентифицируется зона диффузии азота при металлографическом анализе?
а) по изменению цвета зерна;
б) по контрасту между светлой «белой зоной» и основной структурой;
в) по размеру зёрен;
г) по наличию пор.

16.Какие основные опасности присутствуют при работе с установками ионного азотирования?
а) высокое напряжение и вакуум;
б) токсичные газы (аммиак, азот);
в) высокая температура и риск ожогов;
г) всё вышеперечисленное.

17.Какие СИЗ обязательны при обслуживании установки?
а) диэлектрические перчатки и защитные очки;
б) респиратор и термостойкие рукавицы;
в) халат и обувь с антистатической подошвой;
г) всё вышеперечисленное.

18.Кто допускается к работе на установке ионного азотирования?
а) любой сотрудник цеха;
б) только обученный и аттестованный персонал с допуском по электробезопасности;
в) инженер без специального обучения;
г) стажер под наблюдением.

19.Какие основные узлы включает установка ионного азотирования?
а) вакуумная камера, источник питания, газовая система, система охлаждения;
б) муфель и вентилятор;
в) индуктор и конденсатор;
г) печь сопротивления и термопара.

20.Какой вакуум обычно поддерживается в камере при ионном азотировании?
а) 10^{-1} Па;
б) 1–10 Па;
в) 10^{-3} –10^{-1} Па;
г) атмосферное давление.

10. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Реализация модуля обеспечивает приобретение слушателями знаний и умений, необходимых для работы в области ионно-вакуумной химико-термической обработки металлов.

Теоретические занятия проводятся с целью изучения нового учебного материала. Изложение материала необходимо вести в форме, доступной для понимания обучающихся, соблюдать единство терминологии, определений и условных обозначений, соответствующих международным договорам и нормативным правовым актам.

Практические занятия проводятся с целью закрепления теоретических знаний и выработки у обучающихся основных умений и навыков работы в ситуациях, максимально имитирующих реальные процессы.

Выбор методов обучения для каждого занятия определяется преподавателем в соответствии с составом и уровнем подготовленности обучающихся, степенью сложности излагаемого материала, наличием и состоянием учебного оборудования, технических средств обучения, местом и продолжительностью проведения занятий.

Кадровые (педагогические) условия. Реализация программы обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими соответствующее

профессиональное образование и отвечающими квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартах, в рамках изучаемого цикла.

Форма итоговой аттестации по дополнительной профессиональной программе повышения квалификации – итоговое тестирование.

Обучающийся допускается к итоговой аттестации после изучения учебных материалов в объеме, предусмотренном учебным планом.

Лица, освоившие дополнительную профессиональную программу повышения квалификации и успешно прошедшие итоговую аттестацию, получают документ установленного образца – удостоверение о повышении квалификации.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Образовательная организация располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение предусмотренных модулем занятий и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Необходимый для реализации программы перечень материально-технического обеспечения включает в себя: учебную аудиторию с учебным оборудованием и оргтехникой для проведения теоретических занятий, текущего контроля и аттестации и помещения для проведения практических занятий с необходимым оборудованием.

Организация располагает учебной аудиторией для проведения занятий, оснащенной необходимым оборудование.

Учебные помещения оснащены мебелью и учебным оборудованием:

- компьютер – 1 шт.;
- проектор – 1 шт.;
- экран – 1 шт.;
- парты и стулья в необходимом количестве;
- стеллаж для хранения учебных и демонстрационных материалов – 1 шт.
- учебно-методические материалы - в необходимом количестве;
- демонстрационные материалы – в необходимом количестве;
- специальное оборудование, инструменты и материалы по темам - в необходимом количестве.

Реализация программы модуля обеспечена учебно-методической документацией, учебными и учебно-методическими изданиями, справочниками и т.д., формируемой в соответствии с учебным планом.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Образовательная деятельность обучающихся по программе может быть организована в форме таких видов учебных занятий как: лекции, практические и семинарские занятия, лабораторные работы, деловые игры, ролевые игры, тренинги, консультации, выполнение аттестационной, проектной работы и другие виды учебных занятий и учебных работ, определенные учебным планом образовательной программы.

Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Организация учебного процесса по программе регламентируется расписанием занятий и настоящей дополнительной профессиональной программой.

Слушатели имеет право на зачет результатов освоения ими учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ, подтверждаемых документами об образовании и (или) о квалификации либо документами об обучении, в том числе полученными в иностранном государстве, при условии соответствия содержания этих учебных предметов, дисциплин (модулей) целям реализации данной программы и ожидаемым результатам обучения.

Педагоги при реализации программы имеют право на свободу выбора и использования педагогически обоснованных форм, методов и средств обучения и воспитания.

13. ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Список литературы:

Основная литература:

1. Химико-термическая обработка металлов / Лахтин Ю. М., Арзамасов Б. Н. – М.: Металлургия, 1985. - 256 с.
2. Теория и технология азотирования / Лахтин Ю. М., Коган Я.Д., Шпис Г. И., Бёмер З. – М.: Металлургия, 1991. - 320 с.
3. Инженерия поверхности и эксплуатационные свойства азотированных конструкционных сталей / Герасимов С. А., Куксенова Л. И., Лаптева В.Г., Оспенникова О.Г., Алексеева М.С., Громов В.И. – учебное пособие / под общ. Ред. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2019. – 600 с.
4. Плошкин В. В. Материаловедение: учебник для вузов / В. В. Плошкин. - 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 408 с.

Дополнительная литература:

1. СТО ИНТИ S.70.2-2022 Упрочнение поверхности ионным химико-термическим методом

2. Будилов В.В. Технология вакуумной ионно-плазменной обработки: учебное пособие / В.В. Будилов, Р.М. Киреев, С.Р. Шехтман. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 155 с.
3. Будилов, В. В. Нанотехнологии обработки поверхности деталей на основе вакуумных ионно-плазменных методов. Физические основы и технические решения / В. В. Будилов, В. С. Мухин, С. Р. Шехтман // – М.: Наука, 2008. – 194 с.
4. Босяков, М.Н. Плазменная химико-термическая обработка: моногр. /М.Н. Босяков, О.В. Силина, А.А. Козлов. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023.
5. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр. /А.С. Зубченко, М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003. - 784 с.