ООО «Лаборатория ВАКТРОН»
Тел. +7 (812) 715-00-17 e-mail: mail@leaklab.ru
ОГРН 1167847162570 ИНН 7819033820

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
Виноградов М.Л.
Приказ №22 от «22» июля 2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Испытания на герметичность и вакуумное оборудование»
(36 часов)

Документ о квалификации: Удостоверение о повышении квалификации по дополнительной профессиональной программе «Испытания на герметичность и вакуумное оборудование»

Объем – 36 академических часов
Срок обучения: 2 недели
Язык обучения: русский

Санкт-Петербург
2026

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Общие положения

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Испытания на герметичность и вакуумное оборудование» разработана в соответствии с нормами следующих нормативных документов:

- Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» №273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. (далее - Федеральный закон № 273-ФЗ);
- Приказ от 24 марта 2025 г. N 266 Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам;
- Профессиональным стандартом «Специалист по неразрушающему контролю», утверждённый приказом Министерства труда России от 03.12.2015 № 976 (рег.№ 658);

-Профессиональным стандартом "Специалист по проектированию вакуумного технологического оборудования для электровакуумного и полупроводникового производства" Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 сентября 2020 года N 661н;

-ГОСТ Р 50.05.11-2018 «Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Персонал, выполняющий неразрушающий и разрушающий контроль металла. Требования и порядок подтверждения компетентности».

-ГОСТ Р 50.05.01-2018 «Унифицированные методики. Контроль герметичности газовыми и жидкостными методами».

-ГОСТ 28517-90 «Контроль неразрушающий. Масс-спектрометрический метод течеискания. Общие требования».

-ГОСТ Р 51780-2001 «Контроль неразрушающий. Методы и средства испытаний на герметичность. Порядок и критерии выбора».

-ГОСТ Р 59286-2020 «Контроль неразрушающий. Течеискание».

ПНАЭ Г-7-019-89 «Правила и нормы в атомной энергетике. Контроль герметичности. Газовые и жидкостные методы».

-ГОСТ 9544-93 «Арматура трубопроводная запорная. Нормы герметичности затворов».

-ГОСТ Р 51827 «Тара. Методы испытаний на герметичность и гидравлическое давление».

-ГОСТ 24054-80 «Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования» и другие нормативные акты.

1.2 Цель

Целью реализации программы дополнительного профессионального образования является обеспечение качества образование в области вакуумной техники и контроля герметичности играет важную роль в современном промышленном производстве. Вакуумная техника является неотъемлемой частью многих отраслей, таких как электроника, медицина, аэрокосмическая промышленность, металлургия и других.
Программа направлена на освоение современных методов и нормативных требований, повышение уровня технической грамотности персонала, снижение рисков производственных дефектов и обеспечение соответствия деятельности специалистов требованиям ГОСТ, ПНАЭ и стандартов аттестации СДАНК, что позволяет эффективно применять полученные знания в условиях промышленного производства.
Контроль герметичности имеет особое значение для обеспечения качества и безопасности продукции. Недостаточная герметичность может привести к утечке газов, жидкостей или паров, что может вызвать сбои в работе оборудования или опасные ситуации для персонала. Поэтому владение методами и техниками контроля герметичности является необходимым навыком для специалистов, работающих с вакуумными системами.

Программа направлена на расширение и углубление профессиональных знаний, умений и навыков, позволяющих развить компетенции, установленные профессиональным стандартом «Специалист по неразрушающему контролю», утверждённый приказом Министерства труда России от 03.12.2015 № 976. (рег.№ 658);
Профессиональным стандартом "Специалист по проектированию вакуумного технологического оборудования для электровакуумного и полупроводникового производства" Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 сентября 2020 года N 661н/

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:
- ознакомление с фундаментальными физическими процессами, определяющими поведение газов в системах с вакуумом, включая механизмы достижения различных уровней разрежения, принципами молекулярного, переходного и вязкостного режимов течения, а также методами измерения давления в широком диапазоне:
- изучение конструктивных и функциональных особенностей форвакуумных, высоковакуумных и сверхвысоковакуумных насосов, принципов работы термопарных, Пирани, ионизационных и ёмкостных датчиков давления, а также условий их корректного применения;
- изучение схем и элементов вакуумного оборудования, алгоритмов его настройки, методов стабилизации рабочего режима и предотвращения ложных показаний;

- ознакомление с правилами документирования результатов контроля, заполнением протоколов и актов испытаний, а также требованиями промышленной безопасности при работе со сжатыми газами, вакуумным оборудованием и электротехническими установками;

- изучение методов повышения чувствительности и уменьшения погрешности, включая оптимизацию времени выдержки, фильтрации и усреднения, корректный подбор режимов течеискателя и контроль фонового сигнала.

1.3 Планируемые результаты обучения

В ходе обучения слушатели должны освоить следующие профессиональные компетенции:

- Выполнение измерений технологических параметров при производственных испытаниях вакуумного технологического оборудования электровакуумного и полупроводникового производства. (А/02.4)
- Ведение учетной документации по вакуумному технологическому оборудованию электровакуумного и полупроводникового производства (А/03.4)
- Проведение испытаний несложного вакуумного технологического оборудования электровакуумного и полупроводникового производства (В/04.5)
- Выполнение визуального и измерительного контроля контролируемого объекта (А/02.3)
- Выполнение визуального и измерительного контроля контролируемого объекта (А/02.3)
- Выполнение контроля контролируемого объекта течеисканием (А/08.3)

В результате обучения по программе дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) «Испытания на герметичность и вакуумное оборудование» слушатели должны:

Знать:

- Принципы измерения давления в данной области;
- Требования вакуумной гигиены в электровакуумном и полупроводниковом производстве.
- Методы течеискания (вакуумная камера, щуп, обдув, чехол, манометрический и термовакуумный методы);
- Принципы работы форвакуумных и высоковакуумных насосов
- Принципы работы масс-спектрометрических и манометрических течеискателей;
- Критерии выбора вакуумных масел, особенностей арматуры и ловушек;
- Требования безопасности при проведении работ.

- Требования к обслуживанию оборудования.

Уметь:

- Выбирать методику контроля герметичности, настраивать чувствительность (течеискателей)
- Проводить проверку и калибровку течеискателей, оформлять результаты измерений.
- Предотвращать обратный перенос масла и анализа состояния системы.
- Подготавливать конструктивные изделия и их поверхности к работе.

Владеть:

- Навыками корректного выбора диапазонов и анализа показаний, насосов и навыками оценки времени под конкретную задачу.
- Знаниями о принципах работы вакуумного и течеискательного оборудования.
- Навыками организации рабочего места.
- Навыками сборки соединений KF/ISO-K/CF

Совершенствуемые компетенции охватывают расширение знаний о физических процессах в вакуумных системах, методах получения и измерения вакуума, принципах работы течеискателей и вакуумного оборудования, а также нормативных требованиях к контролю герметичности. Слушатели развивают навыки подготовки объектов к вакуумному контролю, выполнения операций по поиску и локализации утечек, проведения обслуживания насосов и течеискателей, анализа метрологических характеристик и оформления результатов контроля. Программа направлена на формирование практических умений работы с современными течеискателями, вакуумными датчиками и измерительными системами, что обеспечивает повышение точности, надежности и эффективности производственного контроля.

Совершенствуемые компетенции формируются с учётом широкого спектра профессиональных ролей, реально задействованных в промышленном контроле герметичности и вакуумной технике. Программа направлена на развитие инженерных и практических навыков, необходимых испытателям, операторам течеискателей, инженерам-вакуумщикам, сервисным специалистам, метрологам и технологам, участвующим в разработке, эксплуатации и диагностике вакуумных систем. Слушатели совершенствуют умение подготавливать изделия и оснастку к контролю, собирать и герметизировать вакуумные контуры KF/ISO/CF, выбирать методику течеискания с учётом конструкции изделия и требований нормативных документов, настраивать и калибровать гелиевые течеискатели по эталонным течам, обеспечивать воспроизводимость измерений и метрологическую прослеживаемость в единицах Па·м³/с. Дополнительно развиваются навыки

анализа фоновых факторов, поиска микротечей в вакуумных и газовых системах, обслуживания форвакуумных и высоковакуумных насосов, чтения чертежей и технологической документации, оценки влияния режимов течения газа и параметров вакуумной системы на чувствительность метода. Программа формирует навыки безопасной работы с вакуумом и сжатыми газами, подготовки технических заключений и протоколов испытаний, а также навыки взаимодействия с технологическими и метрологическими службами предприятия. Полученные навыки обеспечивают подготовку слушателей к аттестации по методу «Герметичность» и позволяют выполнять работы на уровнях оператора, испытателя, инженера по вакуумной технике в соответствии с требованиями ГОСТ и отраслевых стандартов.

1.4 Категория слушателей

Категория слушателей включает инженеров, техников-конструкторов, инженеров-конструкторов, а также сотрудников отделов технического контроля, операторов течеискателей и вакуумных установок, инженеров по качеству, метрологов, а также технических специалистов промышленных предприятий, работа которых связана с вакуумными системами и контролем герметичности.

1.5 Требования к слушателям

Минимальные требования - среднее профессиональное образование - программы подготовки специалистов среднего звена. Приветствуется образование в области, связанной с эксплуатацией технологического оборудования, контролем качества, приборостроением, машиностроением или смежными направлениями. Наличие профильного образования обеспечивает базовый уровень подготовки, необходимый для освоения теоретических основ вакуумной техники, методов контроля герметичности и требований нормативной документации, а также для последующего прохождения аттестации по системе СДАНК и стандартам ГОСТ Р 50.05.01-2018 и ГОСТ Р 50.05.11-2018.

1.6 Приобретаемые навыки

Улучшаемые компетенции позволяют слушателям эффективно выполнять обязанности при изготовлении вакуумной технологической оснастки с предъявляемыми требованиями к геометрической точности и чистоте уплотнительных поверхностей; обеспечивать работы по поиску утечек и проведению газовых и вакуумных испытаний на уровне испытателя на герметичность;.

1.7 Форма обучения: заочная с применением исключительно электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

1.8 Объем программы: 36 академических часов.

Для всех видов занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

1.9 Срок обучения: 2 недели.

1.10 **Выдаваемый документ**: по окончании обучения слушателям, успешно освоившим программу, выдается удостоверение о повышении квалификации.

2. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Образовательная организация располагает необходимой материально-технической базой для проведения обучения с применением исключительно дистанционных образовательных технологий.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационной образовательной среде, содержащей необходимые электронные образовательные ресурсы. Материалы для обучения размещены на учебной платформе Tevac, разработанной образовательной организаций. Обучение осуществляется в Личном кабинете слушателя, доступ к которому производится по индивидуальному логину, получаемому слушателем после заключения договора на оказание образовательных услуг.

В Личном кабинете обучение осуществляется посредством прохождения слушателем всех образовательных модулей – электронных учебных занятий различных видов. Виды и количество электронных учебных занятий по каждому разделу данной образовательной программы указаны в учебно-тематическом плане. Лекции проходят в онлайн формате посредством платформы Яндекс-телемост. Обучающийся заранее получает ссылку на встречу, заранее определенным способом (мессенджеры, электронная почта) Лекции сопровождаются визуальным рядом и методическими разработками из личного кабинета обучающегося.

Слушатель имеет возможность получить консультации преподавателя посредством заочного общения через электронную почту, а также при необходимости провести онлайн консультации.

Система позволяет осуществлять текущий контроль посредством контроля посещения слушателем личного кабинета и представленных модулей, прохождением теста после каждой учебной темы.

В качестве промежуточного и итогового контроля предусмотрены тестовые задания, проводимые в заочном дистанционном режиме.

Организационно-педагогические условия

В соответствии с требованиями Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздела «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования», утвержденного приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11.01.2011 № 1н к преподавателю предъявляются следующие квалификационные требования: Высшее профессиональное образование и стаж работы в образовательном учреждении не менее 1 года, при наличии послевузовского профессионального образования (аспирантура, ординатура, адъюнктура) или ученой степени кандидата наук - без предъявления требований к стажу работы.

Материально-техническое оснащение

В образовательной организации ООО «Лаборатория ВАКТРОН» предоставлен доступ к сети «Интернет» для административно-управленческой деятельности и учебного процесса. Все компьютеры в образовательной организации имеют выход в интернет и соединены в локальную вычислительную сеть.

Материально-техническая база обучения ООО «Лаборатория ВАКТРОН» с использованием ДОТ включает следующие составляющие:

а) Каналы связи.

б) Компьютерное оборудование.

в) Периферийное оборудование.

г) Программное обеспечение.

д) Систему дистанционного обучения, обеспечивающую формирование информационной образовательной среды.

Для реализации образовательной программы **«Испытания на герметичность и вакуумное оборудование»** применяется следующее оснащение:

1. Ноутбук ASUS LAPTOP-O24MUT59 -1 шт. (операционная система – Windows 10 версия 21H2, видеокарта, поддержка технологии Wi-Fi, Bluetooth, встроенная веб-камера, - 1 шт.)

2. Мышь Lentel MO-210W, разрешение: 800-1200-1600 DPI (беспроводная) - 1 шт.

3. Проводная гарнитура Samsung EO-IG955 (2.0, 20Гц-20000Гц, 32Ω, проводной кабель 1,2 м) - 1 шт.

4. Сетевая карта 5bites. UA3C-45-07BK. 1Gb. – 1 шт.

5. рабочее место, включающее в себя стул офисный -1 шт. и стол рабочий - 1шт.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации обеспечивается учебно-методической документацией и материалами по всему курсу.

Каждый обучающийся обеспечивается доступом к информационно-образовательной среде, содержащей необходимую учебную и учебно-методическую литературу.

Учебно-методические материалы, необходимые для изучения программы, представляется слушателям в личном кабинете системы, на электронном носителе, что позволяет обеспечить освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

Технические требования для обучающихся:

1. Устройство с доступом в Интернет (персональный компьютер, смартфон, планшет)
2. Актуальная операционная система:
- Windows 7 и выше.
- macOS.
- Linux
- Android
3. Веб-браузер и пакет прикладных программ для работы в Интернете, Google Chrome, Google Meet, Mozilla Firefox, имеющих актуальную версию на момент прохождения курса.

3.УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Учебный план программы повышения квалификации «Испытания на герметичность и вакуумное оборудование»

№ п/п	Наименование модулей	Всего часов	Лекции	Практика	Формируемые навыки	Форма контроля
1	1.Вакуумметры и метрология измерения давления в вакууме	4	4	-	Знание принципов измерения давления в вакууме, типов вакуумметров (Пирани, ионизационные, емкостные); понимание влияющих факторов; навыки корректного выбора диапазонов и анализа показаний.	тест
2	2.Вакуумные насосы, Вакуумные масла и арматура	12	12	-	Понимание работы форвакуумных и высоковакуумных насосов, газовой нагрузки, проводимости; навыки выбора	тест

	для вакуумирования				насосов под задачу, оценки времени откачки и анализа отказов. Знание требований обслуживания. Знание критериев выбора вакуумных масел, особенностей арматуры и ловушек; навыки сборки соединений KF/ISO-K/CF, предотвращения обратного переноса масла и анализа состояния системы.	
3	3.Способы контроля герметичности	8	8	-	Знание методов течеискания (вакуумная камера, щуп, обдув, чехол, манометрический и термовакуумный методы); понимание калибровки по эталонной течи, настройки порогов и оценки неопределённости.	тест
4	Промежуточная аттестация	1	-	-		тест
5	4.Современные течеискатели, их эксплуатация и подготовка объектов.	10	10	-	Понимание принципов работы масс-спектрометрических и манометрических течеискателей; умение выбирать методику, настраивать чувствительность, проводить проверку и калибровку, оформлять результаты. Понимание требований безопасности, подготовки изделий и оснастки; навыки организации рабочего места, очистки поверхности, исключения ложных сигналов и корректной подготовки к течеисканию.	тест
6	Итоговая аттестация	1	-	-		тест
Всего часов		**36**	**34**	**0**		

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа модуля «Вакуумметры и метрология измерения давления в вакууме»
(4 ак.часов)

Тема 1.1 Особенности измерения давления в вакууме. Требования вакуумной гигиены. Типы вакуумметров и область их применения.

Лекция 1 (2 ч.): объяснение принципов измерения давления в низком вакууме и влияющих факторов: чистоты системы, дегазации, температурных условий, утечек и сорбции. Знание ограничений стандартных манометров. Вакуумметры и их роль в измерении давления в вакуумных системах. Особенности измерения давления в вакууме и требования к вакуумной гигиене. Ограничения стандартных атмосферных методов измерения давления в вакуумных условиях. Применение специализированных приборов — вакуумметров для измерения. Их типы и виды. Вакуумметры Пирани Leaklab 91 с функцией контроля герметичности (диапазон 1 атм – 0,05 Па, точность ±15 %, с поверкой).
Выбор конфигурацию измерительной системы: индикатор + два датчика; понимание методики измерения скорости роста давления и критериев герметичности.; понимание диапазонов, точности и требований к установке.
Вакуумметры на базе датчиков МИДА, включая эталонный датчик абсолютного давления МИДА-ДА-15-Э с присоединением KF25.
Вакуумметры ВИТ в диапазоне 0,00001–100000 Па для лабораторных и промышленных применений.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 1.2. Применение вакуумметров в контроле герметичности. Вакуумметрический метод. Квадрупольный масс-спектрометр Leaklab QGA и контроль вакуума в криогенных резервуарах СПГ

Лекция 2 (2 ч.): Вакуумметры и датчики давления ASAIR, включая цифровой дифференциальный датчик ADP для измерения малых перепадов давления при контроле герметичности и фильтрации. Стабильность характеристик вакуумметров и методы проверки работоспособности. Методики измерения состояния вакуума в резервуарах и технологических установках. Принципы масс-спектрометрии остаточных газов, применения QGA для диагностики криогенных систем, интерпретации спектров и выявления деградации теплоизоляции. Квадрупольный масс-спектрометр Leaklab QGA для контроля остаточного газа и вакуумных условий в криогенных резервуарах СПГ. Изменение характеристик вакуумметров во времени и необходимость

периодической поверки и проверки работоспособности. Факторы влияющие на корректную интерпретацию показаний.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Рабочая программа модуля 2 «Вакуумные насосы, Вакуумные масла и арматура для вакуумирования»

(12 ак. часов)

Тема 2.1. Обслуживание пластинчато-роторных вакуумных и Золотниковых вакуумных насосов

Лекция 3 (2 ч.): Обслуживание пластинчато-роторных вакуумных насосов: регламентные проверки, замена масла, контроль состояния уплотнений, фильтров и рабочих поверхностей. Понимание устройства пластинчато-роторного насоса, регламента замены масла, уплотнений, фильтров и требований к поддержанию производительности. Навыки диагностики состояния золотников, анализа износа, контроля системы уплотнений и процедуры регламентного обслуживания. 2. Сервис золотниковых вакуумных насосов: диагностика состояния золотников, контроль износа и уплотнений, поддержание стабильной производительности.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 2.2. Порядок и регламент сервисного обслуживания спиральных безмасляных вакуумных насосов и бустерных двухроторных вакуумных насосов

Лекция 4 (2 ч.): Понимание конструкции спиральных насосов, контроля состояния спиральных плоскостей и притиров, особенностей работы безмасляной системы.
Объяснение особенностей обслуживания двухроторных систем, контроля синхронизации роторов, состояния корпуса и теплового режима. Порядок сервисного обслуживания спиральных безмасляных вакуумных насосов: контроль состояния спиральных камер, геометрии уплотнений и температурного режима. Регламент сервисного обслуживания бустерных двухроторных вакуумных насосов: проверка синхронизации роторов, состояния корпуса, подшипников и системы охлаждения.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 2.3. Мембранные вакуумные насосы ULVAC (0,6–16 м³/ч, 3300 Па) Обслуживание мембранных безмасляных вакуумных насосов

*Лекция 5 (2 ч.):*Обслуживание мембранных безмасляных вакуумных насосов: диагностика мембраны, клапанов, контроль циклов замены и специфических режимов работы.
Навыки оценки состояния мембраны, диагностики клапанов, понимание циклов замены и методов предотвращения разрушения мембраны. Знание преимуществ безмасляной мембранной откачки, особенностей эксплуатации и применения при работе с парами растворителей.
Мембранные вакуумные насосы ULVAC (0,6–16 м³/ч, 3300 Па): особенности безмасляной эксплуатации, устойчивость к парам растворителей.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 2.4. Лабораторные вакуумные насосы: Коррозионностойкие, высоковакуумные и поршневые вакуумные насосы ULVAC (1,2–26 м³/ч, 200 Па) ,Пластинчато-роторные вакуумные насосы RV (7–90 м³/ч, 0,04 Па)

Лекция 6 (2. ч.): Понимание классификации насосов по типам (мембранные, поршневые, роторные, турбомолекулярные), их областей применения в лабораториях.
Понимание особенностей работы насосов из PTFE/FKM, устойчивости к химическим средам и применения в агрессивных условиях
Пластинчато-роторные вакуумные насосы RV (7–90 м³/ч, 0,04 Па)
Описание и основные характеристика, область применения, конструктивные особенности, обслуживание и требования к вакуумному маслу.
Коррозионностойкие, высоковакуумные и поршневые вакуумные насосы ULVAC (1,2–26 м³/ч, 200 Па): работа с агрессивными средами, материалы PTFE и FKM.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 2.5. Турбомолекулярные насосы (компактные FF, 25–300 л/с, 10^{-7} Па) Магниторазрядные насосы. Высокопроизводительные пластинчато-роторные насосы

Лекция 7 (2 ч.): Понимание принципов молекулярного откачивания, требований к форвакууму, особенностей балансировки ротора и контроля вибраций. Принципа работы электроразрядных насосов, условия получения сверхвысокого вакуума, требования к камере и прогреву.
Турбомолекулярные насосы FF (25–300 л/с, 10^{-7} Па): принципы молекулярного откачивания, требования к форвакууму и балансировке ротора.
Магниторазрядные насосы: принципы получения сверхвысокого вакуума, условия эксплуатации и требования к вакуумной камере. Высокопроизводительные пластинчато-роторные насосы ULVAC VDN (30–108 м³/ч, 0,6 Па): режимы применения и оценка ресурса работы насосов. Понимание особенностей высокопроизводительных систем, выбора режима работы и оценки ресурса.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 2.6 Вакуумные масла и арматура для организации вакуумирован

Лекция 8 (2 ч.): Выбор масел для вакуумных насосов, включающий изучение критериев оценки рабочей жидкости: давление насыщенных паров, вязкость, термо- и окислительная стабильность, совместимость с уплотнительными материалами, а также правила замены масла и влияние его качества на достигнутый вакуум и ресурс насоса.
Вакуумные клапаны и затворы, их назначение, типы и конструктивные особенности, включая запорные, отсечные, предохранительные и дросселирующие элементы, используемые для управления потоками газа в вакуумных системах.
Вакуумные сильфоны как гибкие элементы вакуумных линий из нержавеющей стали, обеспечивающие компенсацию смещений, снижение вибраций и корректное присоединение оборудования по фланцам.
Уплотнения для вакуумных камер, изготовленные на основе фторкаучука FKM (Viton), их свойства — низкая газопроницаемость, высокая термостойкость, химическая стабильность — и влияние качества уплотнений на герметичность и стабильность работы вакуумных установок.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Рабочая программа модуля 3 «Способы контроля герметичности»

(8 ак.часов)

Тема 3.1 Способ гелиевой или вакуумной камеры контроля масс-спектрометрическим методом и масс-спектрометрическим методом гелиевыми течеискателями

Лекция 9 (2 ч) Изучение способа гелиевой или вакуумной камеры при масс-спектрометрическом методе контроля, включая требования к уровню вакуума, подготовке объекта, герметизации и калибровке течеискателя. Разбор принципов работы гелиевого течеискателя, основанного на масс-спектрометрической регистрации гелия, а также применение различных схем контроля: камерной, щуповой, обдувной и комбинированной.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 3.2 Способ опрессовки замкнутых оболочек. Метод проверки на малые утечки для замкнутых изделий.

Лекция 10 (2 ч) Изучение способа гелиевой или вакуумной камеры при масс-спектрометрическом методе контроля, включая требования к уровню вакуума, подготовке объекта, герметизации и калибровке течеискателя. Освоение способа опрессовки замкнутых оболочек газом-индикатором под давлением с последующим анализом выделения газа для определения наличия дефектов. Изучение расчётного метода проверки малых утечек гелия, включающего выбор давления, времени воздействия и времени выдержки, обеспечивающих выявление дефектов выше порога чувствительности оборудования.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 3.3 Термовакуумный способ контроля герметичности. Способ щупа, способ обдува гелием.

Лекция 11 (2 ч): Рассмотрение термовакуумного способа контроля.
Принцип термовакуумных испытаний, влияния нагрева до 380–400 °C на выделение газа и выявление скрытых дефектов. Применение щупового метода для локализации течей, ведение траектории обводки, оценки фона и исключения ложных откликов.
Методики локального обдува областей предполагаемых дефектов, выбора расхода и конфигурации струи, интерпретации изменения сигнала течеискателя. Способ обдува гелием.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 3.4 Способ гелиевого чехла. Манометрический метод контроля герметичности

Лекция 12 (2 ч): Применения мягкого чехла для контроля всей поверхности или её части, выбора режима подачи гелия и оценки интегрального потока утечки.
Принципа измерения изменения давления во времени, критерии оценки герметичности и ограничений метода по чувствительности. анализе изменения давления во времени в замкнутом объёме и применимого для изделий, не допускающих вакуумирования или заполнения гелием.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Промежуточный контроль (тест)
Тестовые вопросы к промежуточному контролю приведены в разделе «Фонд оценочных средств» настоящей программы.

Рабочая программа модуля 4
«Современные течеискатели, их эксплуатация и подготовка объектов»
(10 ак.ч)

Тема 4.1. Масс-спектрометрические течеискатели

Лекция 13 (2 ч): Течеискатель масс-спектрометрический гелиевый ZQJs — изучение конструкции прибора, особенностей применения турбомолекулярного насоса Pfeiffer Vacuum SplitFlow, требований к настройке и устойчивости показаний.
Понимание конструкции течеискателя ZQJs, особенностей работы турбомолекулярного насоса SplitFlow, требований к сервису и настройке чувствительности. Знание особенностей универсальных течеискателей, режимов работы и применения в различных промышленных задачах.
Встраиваемый масс-спектрометрический течеискатель Leaklab Lite — назначение встроенных течеискателей, их роль в автоматизированных линиях контроля, особенности интеграции и настройки Масс-спектрометрический течеискатель Ditea ZXL-860 — особенности универсальных течеискателей, диапазоны применения, режимы работы и параметры чувствительности.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 4.2 Взрывозащищенный течеискатель A800-F и Встраиваемый масс-спектрометрический течеискатель Leaklab Lite

Лекция 14 (2 ч): Взрывозащищённый течеискатель A800-F — требования к оборудованию для опасных производственных объектов, специфика эксплуатации во взрывозащищённом исполнении. Встраиваемый масс-спектрометрический течеискатель Leaklab Lite — назначение встроенных течеискателей, их роль в автоматизированных линиях контроля, особенности интеграции и настройки.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 4.3 Портативный гелиевый течеискатель «Гелийком» и Манометрический течеискатель Leaklab MB17

Лекция 15 (2 ч): Портативный гелиевый течеискатель «Гелийком» — применение ручных щуповых течеискателей, особенности поиска течей в ограниченных местах, преимущества мобильных решений. Применения портативных щуповых течеискателей, правила работы «в поле», оценка фона и локализация дефектов. Манометрический течеискатель Leaklab MB17 — принципы манометрического метода контроля герметичности, интерпретация изменения давления, области применения и ограничения метода.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Тема 4.4 Безопасность выполнения работ и критерии годности объекта для контроля герметичности

Лекция 16 (4 ч): Безопасность выполнения работ по проверке герметичности, включая требования к помещениям, пожарной сигнализации, вентиляции, средствам индивидуальной защиты и организации инструктажа персонала перед проведением испытаний. Требования к подготовке изделий к контролю герметичности, предусматривающие соответствие изделий чертежам и нормативной документации, наличие сопроводительных документов, правильное состояние поверхностей и применение корректной оснастки. Критерии годности объекта для контроля герметичности: чистота поверхностей, отсутствие загрязнений, обеспеченный доступ к зонам возможных течей и отсутствие дефектов, способных повлиять на процесс или корректность результатов испытаний. Методы и режимы сушки объектов перед контролем герметичности, включая термовакуумную сушку, продувку

инертным газом и сорбционные методы, с акцентом на предотвращение повреждений и загрязнений, а также контроль остаточной влажности.

Тестовые задания к теме представлены в фонде оценочных средств.

Календарный учебный график

Объем программы 36 академических часа, включая время, отведенное на промежуточную и итоговую аттестации.

Режим занятий: не более 4 ак. часов в день, не более 20 ак. часов в неделю. При необходимости срок обучения может быть сокращен или увеличен и проходить по индивидуальному учебному плану. Индивидуальный учебный план согласовывается со слушателем, генеральным директором и утверждается внутренним приказом. Увеличение или сокращение срока обучения допускается при сохранении объема изучаемого материала и прохождения промежуточной и итоговой аттестации.

№ п/п	Наименование темы	Всего ак. ч.	Номер учебной недели 1	Номер учебной недели 2
Модуль 1. Вакуумметры и метрология измерения давления в вакууме (4 ч.)				
1.1	Особенности измерения давления в вакууме. Требования вакуумной гигиены. Типы вакуумметров и область их применения.	2	+	
1.2	Применение вакуумметров в контроле герметичности. Вакуумметрический метод. Квадрупольный масс-спектрометр Leaklab QGA и контроль вакуума в криогенных резервуарах СПГ	2	+	
Модуль 2. Вакуумные насосы и процессы вакуумирования резервуаров (12 ч.)				
2.1	Обслуживание пластинчато-роторных вакуумных и Золотниковых вакуумных насосов	2	+	
2.2	Порядок и регламент сервисного обслуживания спиральных безмасляных вакуумных насосов и бустерных двухроторных вакуумных насосов	2	+	
2.3	Мембранные вакуумные насосы ULVAC (0,6–16 м³/ч, 3300 Па) Обслуживание мембранных безмасляных вакуумных насосов	2	+	

2.4	Лабораторные вакуумные насосы: Коррозионностойкие, высоковакуумные и поршневые вакуумные насосы ULVAC (1,2–26 м³/ч, 200 Па) ,Пластинчато-роторные вакуумные насосы RV (7–90 м³/ч, 0,04 Па)	2	+	
2.5	Турбомолекулярные насосы (компактные FF, 25–300 л/с, 10^{-7} Па) Магниторазрядные насосы. Высокопроизводительные пластинчато-роторные насосы	2	+	
2.6	Вакуумные масла и арматура для организации вакуумирован	2	+	
Модуль 3. Способы контроля герметичности (8 ч.)				
3.1	Способ гелиевой или вакуумной камеры контроля масс-спектрометрическим методом и масс-спектрометрическим методом гелиевыми течеискателями	2	+	
3.2	Способ опрессовки замкнутых оболочек. Метод проверки на малые утечки для замкнутых изделий.	2	+	
3.3	Термовакуумный способ контроля герметичности. Способ щупа, способ обдува гелием.	2		+
3.4	Термовакуумный способ контроля герметичности. Способ щупа, способ обдува гелием.	2		+
	Промежуточный контроль (тест)	1		+
Модуль 4. Современные течеискатели, их эксплуатация и подготовка объектов (10 ч.)				
4.1	Масс-спектрометрические течеискатели	2		+
4.2	Взрывозащищенный течеискатель A800-F и Встраиваемый масс-спектрометрический течеискатель Leaklab Lite	2		+
4.3	Портативный гелиевый течеискатель «Гелийком» и манометрический течеискатель Leaklab MB17	2		+
4.4	Безопасность выполнения работ и критерии годности объекта для контроля герметичности	4		+
Итоговая аттестация				
5	Экзамен	1		+
ИТОГО		**36**		

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Качество освоения программы оценивается путем осуществления промежуточной и итоговой аттестации. Система промежуточной и итоговой аттестации слушателей по дополнительной профессиональное программе повышения квалификации «Испытания на герметичность и вакуумное оборудование» выстраивается в соответствии с учебным планом образовательной программы.

При освоении программы, по окончании изучения каждой темы обучающиеся проходят текущий контроль в форме теста из 5 вопросов.

По прохождению половины учебной программы предусмотрена промежуточная аттестация в форме теста. Тесты для промежуточной аттестации содержат 15 вопросов. К каждому вопросу предлагается до четырех вариантов ответов. Проходной бал зачета 67 % правильных ответов. На прохождение теста отводится 1.0 час(а).

Итоговая аттестация представлена в виде теста

Тест итоговой аттестации для каждого слушателя формируется индивидуально и содержит 25 вопросов, выбираемых системой случайным образом из пула в 90 вопросов, сформированного из тестовых вопросов изучаемых модулей. Проходной бал зачёта 67 % правильных ответов. На прохождение теста отводится 1.0 час(а).

Основные вопросы к промежуточной и итоговой аттестации представлены в разделе «Фонд оценочных средств» настоящей программы.

Слушателям, успешно освоившим Программу повышения квалификации, выполнившим все требования учебного плана и прошедшим итоговую аттестацию, выдается Удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

В случае неуспешной попытки сдачи итогового теста, слушателю предоставляется время на самоподготовку и возможность еще один раз повторно пройти тестирование.

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

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из специализированных вопросов промежуточной аттестации к каждому модулю программы и главных вопросов по всем представленным темам курса на итоговой аттестации. Вопросы, представленные в данной программе, сформулированы в магистральных положениях рассмотренных тем. В тестовых вариантах промежуточной и

итоговой аттестации – данные вопросы могут иметь производные количественные формы выражения от установленных значений в программе.

В перечень тестовых Вопросов по промежуточной аттестации входят вопросы из тестового промежуточного контроля по первым трем модулям (случайным образом выбирается 15 вопросом из ранее изученных тем) :

Список тестовых вопросов темы 1.1

1. Что понимается под вакуумом в вакуумной технике

А. Давление ниже атмосферного
Б. Полное отсутствие газа
В. Давление выше атмосферного
Г. Давление строго равно нулю

Правильный ответ: А. Давление ниже атмосферного

2. Какой диапазон относится к высокому вакууму

А. $10^5 – 10^2$ Па
Б. $10^2 – 10^{-1}$ Па
В. $10^{-1} – 10^{-5}$ Па
Г. Ниже 10^{-5} Па

Правильный ответ: Г. Ниже 10^{-5} Па

3. На каком физическом принципе основан вакуумметр Пирани

А. Ионизация газа
Б. Измерение теплопроводности газа
В. Измерение механической деформации
Г. Измерение скорости потока газа

Правильный ответ: Б. Измерение теплопроводности газа

4. В каком диапазоне эффективно работает вакуумметр Пирани

А. Атмосферное давление
Б. Средний вакуум
В. Сверхвысокий вакуум
Г. Только высокий вакуум

Правильный ответ: Б. Средний вакуум

5. Как формируется измерительный сигнал в вакуумметре с холодным катодом

А. За счет нагрева катода
Б. За счет ионизации газа электрическим разрядом
В. За счет изменения емкости
Г. За счет изменения давления жидкости

Правильный ответ: Б. За счет ионизации газа электрическим разрядом

Список тестовых вопросов темы 1.2

1. Основное отличие холодного катода от горячего катода

А. Отсутствие ионизации
Б. Отсутствие нагрева катода
В. Невозможность работы в вакууме
Г. Работа только при атмосферном давлении

Правильный ответ: Б. Отсутствие нагрева катода

2. Какой параметр измеряет емкостный вакуумметр

А. Теплопроводность газа
Б. Ионизационный ток
В. Механическую деформацию мембраны
Г. Скорость молекул газа
Правильный ответ: В. Механическую деформацию мембраны
3. Основное преимущество емкостного манометра
А. Высокая чувствительность к газу
Б. Независимость от типа газа
В. Простота конструкции
Г. Работа без питания
Правильный ответ: Б. Независимость от типа газа
4. Где рекомендуется устанавливать вакуумметр
А. В зоне турбулентного потока
Б. В непосредственной близости к насосу
В. В зоне репрезентативного давления
Г. В любом месте системы
Правильный ответ: В. В зоне репрезентативного давления
5. Как влияет состав газа на показания Пирани
А. Не влияет
Б. Влияет через теплопроводность
В. Влияет только при высоком давлении
Г. Влияет только при низком давлении
Правильный ответ: Б. Влияет через теплопроводность

Список тестовых вопросов темы 2.1
1. Какое требование предъявляется к форвакууму для турбомолекулярного насоса
А. Давление выше атмосферного
Б. Давление не хуже примерно 1 Па
В. Давление строго 100 Па
Г. Давление не имеет значения
Правильный ответ: Б. Давление не хуже примерно 1 Па
2. Какой параметр является ключевым для вакуумного масла
А. Цвет
Б. Давление насыщенных паров
В. Запах
Г. Плотность корпуса насоса
Правильный ответ: Б. Давление насыщенных паров
3. Что указывает на деградацию вакуумного масла
А. Прозрачность
Б. Потемнение и рост давления
В. Снижение температуры
Г. Уменьшение объема газа
Правильный ответ: Б. Потемнение и рост давления
4. Для чего используется газобалласт
А. Для увеличения давления
Б. Для удаления конденсируемых паров
В. Для охлаждения насоса
Г. Для измерения расхода газа
Правильный ответ: Б. Для удаления конденсируемых паров
5. Как предотвращается обратный перенос масла
А. Увеличением давления

Б. Применением ловушек и обратных клапанов
В. Уменьшением длины труб
Г. Повышением температуры
Правильный ответ: Б. Применением ловушек и обратных клапанов

Список тестовых вопросов темы 2.2
1. Как классифицируются вакуумные насосы по принципу действия
А. Механические и электронные
Б. Объемные и молекулярные
В. Только роторные
Г. Только безмасляные
Правильный ответ: Б. Объемные и молекулярные
2. За счет чего осуществляется откачка в пластинчато-роторном насосе
А. За счет центробежной силы
Б. За счет изменения объема рабочей камеры
В. За счет ионизации газа
Г. За счет охлаждения газа
Правильный ответ: Б. За счет изменения объема рабочей камеры
3. Что входит в состав газовой нагрузки
А. Только внешние утечки
Б. Только десорбция
В. Десорбция, пермеация и утечки
Г. Только пермеация
Правильный ответ: В. Десорбция, пермеация и утечки
4. Что понимается под проводимостью вакуумного тракта
А. Способность материала проводить тепло
Б. Способность канала пропускать газовый поток
В. Скорость вращения насоса
Г. Давление насыщенного пара
Правильный ответ: Б. Способность канала пропускать газовый поток
5. Как связана эквивалентная скорость откачки с номинальной
А. Всегда больше номинальной
Б. Всегда равна номинальной
В. Всегда меньше или равна номинальной
Г. Не связана
Правильный ответ: В. Всегда меньше или равна номинальной

Список тестовых вопросов темы 2.3
1. Какой признак указывает на неисправность пластинчато-роторного насоса
А. Стабильная температура
Б. Снижение шума
В. Рост конечного давления
Г. Увеличение скорости откачки
Правильный ответ: В. Рост конечного давления
2. Как влияет уровень масла в насосе на его работу
А. Не влияет
Б. Влияет на герметичность и конечное давление
В. Влияет только на шум
Г. Влияет только на массу насоса
Правильный ответ: Б. Влияет на герметичность и конечное давление
3. Основное преимущество спирального безмасляного насоса

А. Высокий уровень шума
Б. Отсутствие загрязнения маслом
В. Работа только при атмосферном давлении
Г. Низкая надежность
Правильный ответ: Б. Отсутствие загрязнения маслом
4. Для чего применяется бустерный насос
А. Для измерения давления
Б. Для увеличения скорости откачки в среднем вакууме
В. Для охлаждения системы
Г. Для фильтрации газа
Правильный ответ: Б. Для увеличения скорости откачки в среднем вакууме
5. Что является обязательным условием работы турбомолекулярного насоса
А. Атмосферное давление на входе
Б. Наличие форвакуумного насоса
В. Высокая температура газа
Г. Отсутствие вращения ротора
Правильный ответ: Б. Наличие форвакуумного насоса

Список тестовых вопросов темы 2.4
1. Какое требование предъявляется к форвакууму для турбомолекулярного насоса
А. Давление выше атмосферного
Б. Давление не хуже примерно 1 Па
В. Давление строго 100 Па
Г. Давление не имеет значения
Правильный ответ: Б. Давление не хуже примерно 1 Па
2. Какой параметр является ключевым для вакуумного масла
А. Цвет
Б. Давление насыщенных паров
В. Запах
Г. Плотность корпуса насоса
Правильный ответ: Б. Давление насыщенных паров
3. Что указывает на деградацию вакуумного масла
А. Прозрачность
Б. Потемнение и рост давления
В. Снижение температуры
Г. Уменьшение объема газа
Правильный ответ: Б. Потемнение и рост давления
4. Для чего используется газобалласт
А. Для увеличения давления
Б. Для удаления конденсируемых паров
В. Для охлаждения насоса
Г. Для измерения расхода газа
Правильный ответ: Б. Для удаления конденсируемых паров
5. Как предотвращается обратный перенос масла
А. Увеличением давления
Б. Применением ловушек и обратных клапанов
В. Уменьшением длины труб
Г. Повышением температуры
Правильный ответ: Б. Применением ловушек и обратных клапанов

Список тестовых вопросов темы 2.5

1. Как классифицируются вакуумные насосы по принципу действия
А. Механические и электронные
Б. Объемные и молекулярные
В. Только роторные
Г. Только безмасляные
Правильный ответ: Б. Объемные и молекулярные
2. За счет чего осуществляется откачка в пластинчато-роторном насосе
А. За счет центробежной силы
Б. За счет изменения объема рабочей камеры
В. За счет ионизации газа
Г. За счет охлаждения газа
Правильный ответ: Б. За счет изменения объема рабочей камеры
3. Что входит в состав газовой нагрузки
А. Только внешние утечки
Б. Только десорбция
В. Десорбция, пермеация и утечки
Г. Только пермеация
Правильный ответ: В. Десорбция, пермеация и утечки
4. Что понимается под проводимостью вакуумного тракта
А. Способность материала проводить тепло
Б. Способность канала пропускать газовый поток
В. Скорость вращения насоса
Г. Давление насыщенного пара
Правильный ответ: Б. Способность канала пропускать газовый поток
5. Как связана эквивалентная скорость откачки с номинальной
А. Всегда больше номинальной
Б. Всегда равна номинальной
В. Всегда меньше или равна номинальной
Г. Не связана
Правильный ответ: В. Всегда меньше или равна номинальной

Список тестовых вопросов темы 2.6
1. Какой признак указывает на неисправность пластинчато-роторного насоса
А. Стабильная температура
Б. Снижение шума
В. Рост конечного давления
Г. Увеличение скорости откачки
Правильный ответ: В. Рост конечного давления
2. Как влияет уровень масла в насосе на его работу
А. Не влияет
Б. Влияет на герметичность и конечное давление
В. Влияет только на шум
Г. Влияет только на массу насоса
Правильный ответ: Б. Влияет на герметичность и конечное давление
3. Основное преимущество спирального безмасляного насоса
А. Высокий уровень шума
Б. Отсутствие загрязнения маслом
В. Работа только при атмосферном давлении
Г. Низкая надежность
Правильный ответ: Б. Отсутствие загрязнения маслом
4. Для чего применяется бустерный насос

А. Для измерения давления
Б. Для увеличения скорости откачки в среднем вакууме
В. Для охлаждения системы
Г. Для фильтрации газа
Правильный ответ: Б. Для увеличения скорости откачки в среднем вакууме
5. Что является обязательным условием работы турбомолекулярного насоса
А. Атмосферное давление на входе
Б. Наличие форвакуумного насоса
В. Высокая температура газа
Г. Отсутствие вращения ротора
Правильный ответ: Б. Наличие форвакуумного насоса

Список тестовых вопросов темы 3.1
1. Основное ограничение манометрического метода
А. Высокая стоимость
Б. Низкая чувствительность к малым утечкам
В. Сложность оборудования
Г. Необходимость вакуума
Правильный ответ: Б. Низкая чувствительность к малым утечкам
2. Что учитывается при расчете падения давления
А. Цвет газа
Б. Объем системы и температура
В. Материал корпуса
Г. Длина трубопровода
Правильный ответ: Б. Объем системы и температура
3. Для чего применяется термовакуумный способ
А. Для охлаждения изделия
Б. Для выявления утечек при изменении температуры
В. Для измерения давления
Г. Для очистки системы
Правильный ответ: Б. Для выявления утечек при изменении температуры
4. Для чего используется эталонная течь
А. Для увеличения давления
Б. Для калибровки чувствительности течеискателя
В. Для охлаждения прибора
Г. Для фильтрации газа
Правильный ответ: Б. Для калибровки чувствительности течеискателя
5. Что является причиной ложных сигналов
А. Стабильная температура
Б. Загрязнения и остаточные газы
В. Высокая герметичность
Г. Низкое давление
Правильный ответ: Б. Загрязнения и остаточные газы

Список тестовых вопросов темы 3.2
1. Как классифицируются методы контроля герметичности по ГОСТ Р 50.05.01–2018
А. Только по типу оборудования
Б. По физическому принципу и способу регистрации утечки
В. Только по давлению испытания
Г. Только по типу газа
Правильный ответ: Б. По физическому принципу и способу регистрации утечки

2. На каком принципе основан масс-спектрометрический метод
А. Измерение температуры газа
Б. Измерение ионизационного тока от гелия
В. Измерение механической деформации
Г. Измерение скорости потока жидкости
Правильный ответ: Б. Измерение ионизационного тока от гелия
3. Когда применяется режим вакуумной камеры
А. Для крупных утечек
Б. Для интегрального контроля высокой чувствительности
В. Только при атмосферном давлении
Г. Только для жидкостей
Правильный ответ: Б. Для интегрального контроля высокой чувствительности
4. Какое требование предъявляется к фоновому уровню в вакуумной камере
А. Он должен быть нестабильным
Б. Он должен превышать сигнал утечки
В. Он должен быть минимальным и стабильным
Г. Он не имеет значения
Правильный ответ: В. Он должен быть минимальным и стабильным
5. В чем заключается способ гелиевой камеры
А. Откачка изделия без газа
Б. Наполнение камеры гелием вокруг изделия
В. Нагрев изделия
Г. Использование воздуха вместо гелия
Правильный ответ: Б. Наполнение камеры гелием вокруг изделия

Список тестовых вопросов темы 3.3
1. Что ограничивает чувствительность щупового метода
А. Цвет поверхности
Б. Скорость сканирования и расстояние до поверхности
В. Размер изделия
Г. Давление окружающей среды
Правильный ответ: Б. Скорость сканирования и расстояние до поверхности
2. Основной риск при щуповом методе
А. Перегрев оборудования
Б. Ложные сигналы из-за фона гелия
В. Разрушение изделия
Г. Потеря давления
Правильный ответ: Б. Ложные сигналы из-за фона гелия
3. Как выполняется метод обдува
А. Подачей гелия внутрь изделия
Б. Локальной подачей гелия на поверхность
В. Охлаждением изделия
Г. Повышением давления воздуха
Правильный ответ: Б. Локальной подачей гелия на поверхность
4. Какой критерий достоверности сигнала при обдуве
А. Любое изменение сигнала
Б. Стабильный рост сигнала при локальной подаче гелия
В. Снижение давления
Г. Изменение температуры
Правильный ответ: Б. Стабильный рост сигнала при локальной подаче гелия
5. Для чего применяется гелиевый чехол

А. Для локального поиска течи
Б. Для интегральной оценки утечки
В. Для охлаждения изделия
Г. Для измерения температуры
Правильный ответ: Б. Для интегральной оценки утечки

Список тестовых вопросов темы 3.4
1. Основное ограничение манометрического метода
А. Высокая стоимость
Б. Низкая чувствительность к малым утечкам
В. Сложность оборудования
Г. Необходимость вакуума
Правильный ответ: Б. Низкая чувствительность к малым утечкам
2. Что учитывается при расчете падения давления
А. Цвет газа
Б. Объем системы и температура
В. Материал корпуса
Г. Длина трубопровода
Правильный ответ: Б. Объем системы и температура
3. Для чего применяется термовакуумный способ
А. Для охлаждения изделия
Б. Для выявления утечек при изменении температуры
В. Для измерения давления
Г. Для очистки системы
Правильный ответ: Б. Для выявления утечек при изменении температуры
4. Для чего используется эталонная течь
А. Для увеличения давления
Б. Для калибровки чувствительности течеискателя
В. Для охлаждения прибора
Г. Для фильтрации газа
Правильный ответ: Б. Для калибровки чувствительности течеискателя
5. Что является причиной ложных сигналов
А. Стабильная температура
Б. Загрязнения и остаточные газы
В. Высокая герметичность
Г. Низкое давление
Правильный ответ: Б. Загрязнения и остаточные газы

Список тестовых вопросов темы 4.1
1. Как изменяется вклад столкновений молекул газа между собой при переходе от среднего вакуума к высокому вакууму?
А. Резко возрастает
Б. Практически исчезает, уступая столкновениям со стенками
В. Остается неизменным
Г. Зависит только от температуры
Правильный ответ: Б. Практически исчезает, уступая столкновениям со стенками
2. Почему при измерении давления в диапазоне среднего вакуума предпочтительно использовать комбинированные вакуумметры?
А. Для уменьшения массы оборудования
Б. Для перекрытия диапазонов и повышения достоверности показаний
В. Для повышения температуры системы

Г. Для снижения стоимости
Правильный ответ: Б. Для перекрытия диапазонов и повышения достоверности показаний
3. Какой фактор вызывает наибольшую погрешность у ионизационных вакуумметров при работе с различными газами?
А. Цвет газа
Б. Различная вероятность ионизации молекул
В. Давление окружающей среды
Г. Длина кабеля
Правильный ответ: Б. Различная вероятность ионизации молекул
4. Почему емкостный вакуумметр применяется как опорный прибор при калибровке?
А. Из-за высокой скорости
Б. Из-за прямого измерения давления без зависимости от газа
В. Из-за простоты конструкции
Г. Из-за низкой стоимости
Правильный ответ: Б. Из-за прямого измерения давления без зависимости от газа
5. Как влияет локальный нагрев вакуумметра на его показания?
А. Не влияет
Б. Вызывает дрейф показаний из-за изменения характеристик чувствительного элемента
В. Улучшает точность
Г. Уменьшает давление
Правильный ответ: Б. Вызывает дрейф показаний из-за изменения характеристик чувствительного элемента

Список тестовых вопросов темы 4.2
1. Как изменяется эквивалентная скорость откачки при наличии нескольких последовательно соединенных участков с разной проводимостью?
А. Определяется наибольшей проводимостью
Б. Определяется суммой проводимостей
В. Ограничивается наименьшей проводимостью
Г. Не зависит от проводимости
Правильный ответ: В. Ограничивается наименьшей проводимостью
2. Почему увеличение длины вакуумной линии особенно критично в молекулярном режиме?
А. Увеличивает давление
Б. Резко снижает проводимость
В. Увеличивает температуру
Г. Уменьшает объем
Правильный ответ: Б. Резко снижает проводимость
3. Какой процесс становится определяющим при достижении сверхвысокого вакуума?
А. Внешние утечки
Б. Десорбция и диффузия газов из материала
В. Турбулентность
Г. Конвекция
Правильный ответ: Б. Десорбция и диффузия газов из материала
4. Как влияет использование материалов с высокой газопроницаемостью на вакуумную систему?
А. Не влияет
Б. Увеличивает пермеационную составляющую газовой нагрузки
В. Уменьшает давление
Г. Повышает точность измерений

Правильный ответ: Б. Увеличивает пермеационную составляющую газовой нагрузки
5. Какой признак указывает на наличие микроподсоса воздуха в системе?
А. Стабильное давление
Б. Медленный рост давления при отключении насоса
В. Снижение температуры
Г. Увеличение скорости откачки
Правильный ответ: Б. Медленный рост давления при отключении насоса

Список тестовых вопросов темы 4.3
1. Как влияет недостаточный уровень масла в пластинчато-роторном насосе?
А. Повышает герметичность
Б. Приводит к ухудшению уплотнения и росту давления
В. Не влияет
Г. Увеличивает скорость
Правильный ответ: Б. Приводит к ухудшению уплотнения и росту давления
2. Почему необходимо регулярно контролировать состояние масла?
А. Для эстетики
Б. Для обеспечения стабильных вакуумных характеристик
В. Для уменьшения веса
Г. Для снижения температуры помещения
Правильный ответ: Б. Для обеспечения стабильных вакуумных характеристик
3. Какой параметр является определяющим при выборе спирального насоса для чистых процессов?
А. Цвет корпуса
Б. Уровень остаточного давления и отсутствие масла
В. Масса
Г. Длина кабеля
Правильный ответ: Б. Уровень остаточного давления и отсутствие масла
4. Как влияет вибрация на работу турбомолекулярного насоса?
А. Улучшает работу
Б. Может привести к повреждению ротора
В. Не влияет
Г. Уменьшает давление
Правильный ответ: Б. Может привести к повреждению ротора
5. Какой режим является критическим для турбомолекулярного насоса?
А. Работа при низком давлении
Б. Работа при высоком входном давлении
В. Работа при низкой температуре
Г. Работа без нагрузки
Правильный ответ: Б. Работа при высоком входном давлении

Список тестовых вопросов темы 4.4
1. Какую роль играет маслоуловитель в системе?
А. Измеряет давление
Б. Предотвращает выброс масляного тумана
В. Увеличивает скорость
Г. Повышает температуру
Правильный ответ: Б. Предотвращает выброс масляного тумана
2. Почему необходимо применять фильтры перед чувствительными элементами системы?
А. Для повышения давления

Б. Для защиты от твердых частиц и загрязнений
В. Для охлаждения
Г. Для уменьшения объема
Правильный ответ: Б. Для защиты от твердых частиц и загрязнений
3. Как влияет наличие остаточного гелия в помещении на результаты измерений?
А. Не влияет
Б. Повышает фон и снижает достоверность
В. Уменьшает чувствительность
Г. Ускоряет измерение
Правильный ответ: Б. Повышает фон и снижает достоверность
4. Почему важно контролировать точку росы перед испытаниями?
А. Для измерения температуры
Б. Для оценки содержания влаги в системе
В. Для определения давления
Г. Для контроля массы
Правильный ответ: Б. Для оценки содержания влаги в системе
5. Какой метод наиболее чувствителен к микротечам?
А. Манометрический
Б. Масс-спектрометрический
В. Визуальный
Г. Акустический
Правильный ответ: Б. Масс-спектрометрический

Основные вопросы итоговой аттестации

(Случайным образом выбирается 25 вопросов)

1. Какое утверждение наиболее точно описывает различие газодинамических режимов при переходе от низкого вакуума к высокому и сверхвысокому вакууму?
А. В низком вакууме перенос газа определяется преимущественно молекулярными столкновениями со стенками, а в сверхвысоком вакууме — вязкостным течением
Б. В низком вакууме преобладает вязкостный режим течения, а в высоком и сверхвысоком вакууме возрастает роль молекулярного режима
В. Во всех диапазонах вакуума механизм переноса газа одинаков и зависит только от температуры
Г. В сверхвысоком вакууме течение газа отсутствует полностью
Правильный ответ: Б. В низком вакууме преобладает вязкостный режим течения, а в высоком и сверхвысоком вакууме возрастает роль молекулярного режима
2. Какой основной физический принцип лежит в основе работы вакуумметра Пирани и одновременно определяет его ограничение по универсальности показаний?
А. Измерение ионного тока, зависящего от энергии ионизации газа
Б. Измерение деформации мембраны, зависящей от давления независимо от состава газа
В. Измерение теплопередачи от нагретого элемента к газу, зависящей от рода газа
Г. Измерение скорости вращения молекул в потоке
Правильный ответ: В. Измерение теплопередачи от нагретого элемента к газу, зависящей от рода газа
3. В чем состоит ключевое отличие емкостного вакуумметра от термопарного и ионизационного с точки зрения метрологии?
А. Емкостный вакуумметр измеряет давление косвенно и поэтому сильнее зависит от газа
Б. Емкостный вакуумметр измеряет давление через механическую деформацию чувствительного элемента и практически не зависит от состава газа

В. Емкостный вакуумметр работает только в области высокого вакуума
Г. Емкостный вакуумметр требует обязательного присутствия гелия
Правильный ответ: Б. Емкостный вакуумметр измеряет давление через механическую деформацию чувствительного элемента и практически не зависит от состава газа
4. Какое условие является наиболее важным для корректной установки вакуумметра в вакуумной системе?
А. Установка прибора строго на максимальном удалении от объекта
Б. Размещение прибора в зоне, где давление репрезентативно для контролируемого объема
В. Установка прибора только вертикально независимо от конструкции
Г. Размещение прибора только после дросселя
Правильный ответ: Б. Размещение прибора в зоне, где давление репрезентативно для контролируемого объема
5. Что в наибольшей степени относится к метрологической прослеживаемости измерений давления?
А. Наличие у оператора инструкции по эксплуатации
Б. Возможность связать результат измерения с государственными или национальными эталонами через непрерывную цепь калибровок
В. Применение прибора известного производителя
Г. Использование цифровой индикации вместо аналоговой
Правильный ответ: Б. Возможность связать результат измерения с государственными или национальными эталонами через непрерывную цепь калибровок
6. Как следует понимать отличие поверки от калибровки в практике эксплуатации вакуумметров?
А. Поверка и калибровка являются полностью тождественными процедурами
Б. Калибровка подтверждает соответствие обязательным нормам, а поверка только определяет поправку
В. Поверка направлена на подтверждение соответствия установленным требованиям, а калибровка определяет действительные метрологические характеристики прибора
Г. Поверка выполняется только на заводе, а калибровка только в лаборатории пользователя
Правильный ответ: В. Поверка направлена на подтверждение соответствия установленным требованиям, а калибровка определяет действительные метрологические характеристики прибора
7. Какой фактор сильнее всего влияет на эквивалентную скорость откачки на объекте, даже если номинальная скорость насоса высока?
А. Цвет и материал корпуса насоса
Б. Проводимость соединительного тракта между насосом и объектом
В. Марка кабеля питания
Г. Количество вакуумметров в системе
Правильный ответ: Б. Проводимость соединительного тракта между насосом и объектом
8. Почему узкие и длинные трубопроводы резко ухудшают вакуумирование в молекулярном режиме?
А. Потому что в них возрастает электрическое сопротивление
Б. Потому что проводимость канала сильно снижается при уменьшении диаметра и увеличении длины
В. Потому что в них исчезает теплопроводность газа
Г. Потому что они всегда вызывают кавитацию
Правильный ответ: Б. Потому что проводимость канала сильно снижается при уменьшении диаметра и увеличении длины

9. Какой из перечисленных процессов относится к газовой нагрузке внутреннего происхождения при вакуумировании резервуара?
А. Подсос воздуха через открытый клапан
Б. Выход адсорбированных газов и влаги с внутренних поверхностей
В. Работа электродвигателя насоса
Г. Падение напряжения в сети
Правильный ответ: Б. Выход адсорбированных газов и влаги с внутренних поверхностей
10. Какой комплекс мер наиболее эффективно снижает газовую нагрузку перед высоковакуумной откачкой?
А. Увеличение длины шлангов и снижение температуры помещения
Б. Прогрев, очистка, сушка и сокращение времени пребывания изделия на воздухе
В. Установка второго манометра
Г. Применение только более мощного насоса без подготовки поверхности
Правильный ответ: Б. Прогрев, очистка, сушка и сокращение времени пребывания изделия на воздухе
11. Какой признак наиболее характерен для деградации пластинчато-роторного насоса в эксплуатации?
А. Стабильное достижение паспортного конечного давления
Б. Рост остаточного давления, перегрев и изменение акустики работы
В. Повышение точности вакуумметра
Г. Уменьшение потребляемой мощности до нуля
Правильный ответ: Б. Рост остаточного давления, перегрев и изменение акустики работы
12. Какова основная функция масла в пластинчато-роторном насосе?
А. Только охлаждение двигателя
Б. Только смазка подшипников электромотора
В. Уплотнение рабочих зазоров, смазка и частичный отвод тепла
Г. Исключительно защита внешнего корпуса от коррозии
Правильный ответ: В. Уплотнение рабочих зазоров, смазка и частичный отвод тепла
13. В каком случае применение мембранного насоса предпочтительнее пластинчато-роторного?
А. Когда требуется глубокий высокий вакуум ниже 10^{-5} Па
Б. Когда критична безмасляная откачка и необходимо исключить обратный перенос масла
В. Когда требуется максимальная скорость откачки больших объемов
Г. Когда система предназначена только для гелиевого обдува
Правильный ответ: Б. Когда критична безмасляная откачка и необходимо исключить обратный перенос масла
14. Какое ограничение характерно для спиральных безмасляных насосов по сравнению с масляными форвакуумными?
А. Невозможность работы с газом вообще
Б. Ограниченный ресурс спиральных элементов и чувствительность к твердым загрязнениям
В. Полное отсутствие необходимости в обслуживании
Г. Работа только в горизонтальном положении камеры
Правильный ответ: Б. Ограниченный ресурс спиральных элементов и чувствительность к твердым загрязнениям
15. Почему турбомолекулярный насос нельзя запускать напрямую на атмосферу без предусмотренного режима и форвакуумной поддержки?
А. Потому что он не имеет корпуса

Б. Потому что при высоком входном давлении резко возрастает газовая нагрузка на ротор и возможен аварийный режим
В. Потому что его работа не зависит от давления
Г. Потому что он предназначен только для жидкостей
Правильный ответ: Б. Потому что при высоком входном давлении резко возрастает газовая нагрузка на ротор и возможен аварийный режим
16. Какой порядок запуска турбомолекулярного насоса является технически правильным?
А. Сначала выводят турбонасос на рабочие обороты при атмосфере, потом включают форвакуумный насос
Б. Сначала создают допустимый форвакуум, затем запускают турбомолекулярный насос и контролируют режим разгона
В. Сначала подают гелий в систему, затем включают насос
Г. Запуск выполняют одновременно с термовакуумным прогревом без контроля давления
Правильный ответ: Б. Сначала создают допустимый форвакуум, затем запускают турбомолекулярный насос и контролируют режим разгона
17. Для чего в обвязке вакуумной системы применяют ловушки и фильтры?
А. Только для снижения уровня шума
Б. Для удержания механических загрязнений, конденсируемых паров и защиты чувствительных элементов системы
В. Только для увеличения скорости откачки
Г. Для повышения напряжения питания насоса
Правильный ответ: Б. Для удержания механических загрязнений, конденсируемых паров и защиты чувствительных элементов системы
18. Каково назначение обратного клапана в вакуумной системе с форвакуумным насосом?
А. Увеличение диаметра проходного сечения
Б. Предотвращение обратного натекания газа или масла в систему при остановке насоса
В. Повышение чувствительности течеискателя
Г. Измерение перепада давления
Правильный ответ: Б. Предотвращение обратного натекания газа или масла в систему при остановке насоса
19. Какой результат наиболее вероятен при недостаточной очистке и сушке объекта перед контролем герметичности?
А. Повышение точности измерения без дополнительных действий
Б. Снижение времени отклика течеискателя во всех режимах
В. Рост фонового сигнала, нестабильность показаний и ложные результаты
Г. Автоматическое уменьшение реальной течи
Правильный ответ: В. Рост фонового сигнала, нестабильность показаний и ложные результаты
20. Какой метод контроля герметичности наиболее целесообразен для интегральной оценки очень малых утечек при высоких требованиях к чувствительности?
А. Щуповой метод без вакуума
Б. Метод вакуумной камеры с масс-спектрометрическим течеискателем
В. Визуальный осмотр поверхности
Г. Контроль по звуку утечки
Правильный ответ: Б. Метод вакуумной камеры с масс-спектрометрическим течеискателем
21. В чем основное отличие щупового метода от метода вакуумной камеры?
А. Щуповой метод всегда чувствительнее интегрального

Б. Щуповой метод предназначен прежде всего для локализации места течи, а камера — для интегрального контроля
В. Между методами нет принципиальной разницы
Г. Щуповой метод не требует участия оператора
Правильный ответ: Б. Щуповой метод предназначен прежде всего для локализации места течи, а камера — для интегрального контроля
22. Какой фактор в наибольшей степени снижает достоверность поиска течи методом обдува гелием?
А. Применение металлической поверхности
Б. Избыточное и бесконтрольное заполнение зоны гелием с формированием общего фона
В. Использование эталонной течи перед работой
Г. Стабильная температура изделия
Правильный ответ: Б. Избыточное и бесконтрольное заполнение зоны гелием с формированием общего фона
23. Какое условие является обязательным при калибровке течеискателя по эталонной течи?
А. Полное отсутствие регистрации параметров калибровки
Б. Подключение эталонной течи в режиме, близком к реальным условиям контроля, с фиксацией показаний и условий среды
В. Проведение калибровки только после окончания всех испытаний
Г. Выполнение калибровки только визуально по шкале прибора
Правильный ответ: Б. Подключение эталонной течи в режиме, близком к реальным условиям контроля, с фиксацией показаний и условий среды
24. Что следует считать признаком нестабильности эталонной течи?
А. Повторяемый сигнал при одинаковых условиях
Б. Изменение зарегистрированного сигнала без изменения схемы, давления и температуры
В. Наличие паспорта на течь
Г. Использование одной и той же соединительной линии
Правильный ответ: Б. Изменение зарегистрированного сигнала без изменения схемы, давления и температуры
25. Какой фактор часто вызывает ложный сигнал при масс-спектрометрическом течеискании после вскрытия изделия или оснастки?
А. Наличие сухого чистого азота
Б. Сорбированный ранее гелий, который затем медленно десорбируется из поверхностей и полостей
В. Малый диаметр соединения
Г. Наличие металлического корпуса
Правильный ответ: Б. Сорбированный ранее гелий, который затем медленно десорбируется из поверхностей и полостей
26. В чем состоит основное ограничение манометрического метода контроля герметичности?
А. Он требует только гелия высокой чистоты
Б. Его чувствительность ограничена объемом, температурной стабильностью и точностью измерения давления
В. Он применим только в сверхвысоком вакууме
Г. Он не требует герметичного объема
Правильный ответ: Б. Его чувствительность ограничена объемом, температурной стабильностью и точностью измерения давления
27. Какой набор исходных данных принципиально необходим для расчетной оценки малой утечки в замкнутом объеме по изменению давления?
А. Только температура окружающего воздуха

Б. Объем, интервал времени наблюдения, изменение давления и сведения о температурном режиме
В. Только масса изделия
Г. Только марка примененного насоса
Правильный ответ: Б. Объем, интервал времени наблюдения, изменение давления и сведения о температурном режиме
28. Для чего применяется термовакуумный способ контроля герметичности?
А. Только для ускоренного охлаждения объекта
Б. Для выявления дефектов, проявляющихся или усиливающихся при нагреве и дегазации изделия
В. Только для измерения механической прочности
Г. Для замены калибровки течеискателя
Правильный ответ: Б. Для выявления дефектов, проявляющихся или усиливающихся при нагреве и дегазации изделия
29. Какое требование является ключевым при допуске объекта к испытаниям на герметичность?
А. Наличие любого рабочего чертежа без проверки актуальности
Б. Подтверждение соответствия конфигурации изделия, состояния уплотнений, комплектности и условий подготовки требованиям документации
В. Только наличие маркировки на корпусе
Г. Только факт выполнения предыдущего испытания
Правильный ответ: Б. Подтверждение соответствия конфигурации изделия, состояния уплотнений, комплектности и условий подготовки требованиям документации
30. Какой подход является технически правильным при выборе метода течеискания и типа течеискателя под конкретное изделие?
А. Выбирать всегда самый чувствительный прибор без учета конструкции объекта и производительности
Б. Выбирать метод и прибор по совокупности требований к чувствительности, локализации, времени цикла, конструкции изделия, безопасности и условиям эксплуатации
В. Выбирать только по наименьшей стоимости оборудования
Г. Применять один и тот же метод для всех изделий независимо от их типа
Правильный ответ: Б. Выбирать метод и прибор по совокупности требований к чувствительности, локализации, времени цикла, конструкции изделия, безопасности и условиям эксплуатации
31. Как изменяется зависимость скорости откачки от давления при переходе из вязкостного режима в молекулярный режим?
А. Скорость откачки резко возрастает с уменьшением давления
Б. Скорость откачки становится независимой от давления и определяется геометрией тракта
В. Скорость откачки полностью прекращается
Г. Скорость откачки зависит только от температуры
Правильный ответ: Б. Скорость откачки становится независимой от давления и определяется геометрией тракта
32. Почему показания вакуумметра Пирани необходимо корректировать при смене рабочего газа?
А. Потому что меняется электрическое сопротивление проводов
Б. Потому что теплопроводность газа зависит от его природы
В. Потому что меняется объем системы
Г. Потому что меняется давление насыщенного пара масла
Правильный ответ: Б. Потому что теплопроводность газа зависит от его природы

33. В каком случае ионизационный вакуумметр может давать некорректные показания?
А. При высоком давлении выше области его применения
Б. При отсутствии электропитания
В. При низкой температуре корпуса
Г. При наличии металлических соединений
Правильный ответ: А. При высоком давлении выше области его применения
34. Какой фактор является основным источником систематической погрешности емкостного вакуумметра?
А. Газовый состав
Б. Температурный дрейф чувствительного элемента
В. Скорость откачки
Г. Цвет корпуса
Правильный ответ: Б. Температурный дрейф чувствительного элемента
35. Как влияет установка вакуумметра вблизи насоса на достоверность измерений?
А. Улучшает точность
Б. Может приводить к занижению давления относительно объема
В. Не влияет
Г. Повышает чувствительность
Правильный ответ: Б. Может приводить к занижению давления относительно объема
36. Что происходит с проводимостью при переходе от круглого канала к щелевому с тем же сечением?
А. Проводимость увеличивается
Б. Проводимость уменьшается
В. Проводимость не меняется
Г. Проводимость зависит только от температуры
Правильный ответ: Б. Проводимость уменьшается
37. Какой параметр наиболее сильно влияет на проводимость в молекулярном режиме?
А. Давление
Б. Длина и диаметр канала
В. Температура окружающей среды
Г. Тип насоса
Правильный ответ: Б. Длина и диаметр канала
38. Какой процесс доминирует при длительном вакуумировании тщательно очищенного металлического объема?
А. Утечка
Б. Пермеация
В. Десорбция остаточных газов
Г. Конвекция
Правильный ответ: В. Десорбция остаточных газов
39. Почему прогрев системы ускоряет достижение низкого давления?
А. Увеличивает давление
Б. Ускоряет десорбцию газов с поверхности
В. Уменьшает объем
Г. Повышает вязкость газа
Правильный ответ: Б. Ускоряет десорбцию газов с поверхности
40. Какой признак указывает на загрязнение масла в пластинчато-роторном насосе?
А. Повышение прозрачности масла
Б. Рост конечного давления и изменение цвета масла
В. Снижение температуры корпуса

Г. Уменьшение шума
Правильный ответ: Б. Рост конечного давления и изменение цвета масла
41. Как влияет работа с конденсируемыми парами без газобалласта на насос?
А. Улучшает характеристики
Б. Приводит к загрязнению масла и росту давления
В. Не влияет
Г. Повышает скорость откачки
Правильный ответ: Б. Приводит к загрязнению масла и росту давления
42. Какой параметр является ключевым при выборе мембранного насоса?
А. Цвет мембраны
Б. Химическая стойкость мембраны к газу
В. Длина кабеля
Г. Масса корпуса
Правильный ответ: Б. Химическая стойкость мембраны к газу
43. Почему спиральные насосы чувствительны к твердым частицам?
А. Из-за высокой температуры
Б. Из-за малых зазоров между спиралями
В. Из-за высокого давления
Г. Из-за наличия масла
Правильный ответ: Б. Из-за малых зазоров между спиралями
44. Какой фактор ограничивает максимальную скорость турбомолекулярного насоса?
А. Давление окружающей среды
Б. Механическая прочность ротора
В. Цвет корпуса
Г. Тип кабеля
Правильный ответ: Б. Механическая прочность ротора
45. Как влияет рост входного давления на турбомолекулярный насос?
А. Увеличивает эффективность
Б. Увеличивает нагрузку на ротор и снижает эффективность
В. Не влияет
Г. Уменьшает температуру
Правильный ответ: Б. Увеличивает нагрузку на ротор и снижает эффективность
46. Какую функцию выполняет дросселирование в вакуумной системе?
А. Увеличение давления
Б. Регулирование потока и защита чувствительных приборов
В. Охлаждение газа
Г. Измерение давления
Правильный ответ: Б. Регулирование потока и защита чувствительных приборов
47. Какой элемент защищает систему от обратного переноса масла?
А. Манометр
Б. Обратный клапан и ловушка
В. Кабель питания
Г. Фильтр грубой очистки
Правильный ответ: Б. Обратный клапан и ловушка
48. Почему наличие влаги на поверхности приводит к ложным сигналам?
А. Влага увеличивает массу изделия
Б. Влага адсорбирует и десорбирует гелий
В. Влага снижает давление
Г. Влага охлаждает систему
Правильный ответ: Б. Влага адсорбирует и десорбирует гелий
49. Какой метод подготовки наиболее эффективен для удаления растворенных газов?

А. Продувка воздухом
Б. Вакуумный прогрев
В. Охлаждение
Г. Увеличение давления
Правильный ответ: Б. Вакуумный прогрев
50. Какой метод контроля герметичности применяется для изделий сложной формы с необходимостью локализации дефекта?
А. Камера
Б. Щуповой метод
В. Манометрический
Г. Визуальный
Правильный ответ: Б. Щуповой метод
51. Почему при обдуве важно подавать гелий локально?
А. Для экономии газа
Б. Для исключения роста фонового сигнала
В. Для охлаждения
Г. Для повышения давления
Правильный ответ: Б. Для исключения роста фонового сигнала
52. Как влияет паразитный объем на течеискание?
А. Улучшает чувствительность
Б. Увеличивает время отклика и снижает точность локализации
В. Не влияет
Г. Уменьшает давление
Правильный ответ: Б. Увеличивает время отклика и снижает точность локализации
53. Какой параметр критичен при калибровке течеискателя?
А. Цвет прибора
Б. Стабильность эталонной течи
В. Масса системы
Г. Длина шланга
Правильный ответ: Б. Стабильность эталонной течи
54. Что является признаком некорректной калибровки?
А. Повторяемый сигнал
Б. Разброс показаний при одинаковых условиях
В. Стабильный фон
Г. Низкая температура
Правильный ответ: Б. Разброс показаний при одинаковых условиях
55. Какой фактор ограничивает чувствительность манометрического метода?
А. Температура
Б. Точность измерения давления и стабильность условий
В. Цвет газа
Г. Длина труб
Правильный ответ: Б. Точность измерения давления и стабильность условий
56. Почему расчетный метод требует стабильной температуры?
А. Для удобства
Б. Потому что давление зависит от температуры
В. Потому что изменяется объем
Г. Потому что меняется масса
Правильный ответ: Б. Потому что давление зависит от температуры
57. Какой эффект используется в термовакуумном методе?
А. Сжатие газа
Б. Усиление утечек при нагреве

В. Охлаждение
Г. Ионизация
Правильный ответ: Б. Усиление утечек при нагреве
58. Какое преимущество имеют современные течеискатели с автоматизацией?
А. Увеличение массы
Б. Снижение влияния оператора
В. Уменьшение давления
Г. Увеличение температуры
Правильный ответ: Б. Снижение влияния оператора
59. Какое требование критично для взрывозащищенного оборудования?
А. Высокая температура
Б. Искробезопасность
В. Большая масса
Г. Низкое давление
Правильный ответ: Б. Искробезопасность
60. Какой основной критерий выбора метода течеискания для серийного производства?
А. Цвет изделия
Б. Баланс чувствительности и производительности
В. Масса изделия
Г. Длина трубопровода
Правильный ответ: Б. Баланс чувствительности и производительности
61. Как изменяется вклад столкновений молекул газа между собой при переходе от среднего вакуума к высокому вакууму?
А. Резко возрастает
Б. Практически исчезает, уступая столкновениям со стенками
В. Остается неизменным
Г. Зависит только от температуры
Правильный ответ: Б. Практически исчезает, уступая столкновениям со стенками
62. Почему при измерении давления в диапазоне среднего вакуума предпочтительно использовать комбинированные вакуумметры?
А. Для уменьшения массы оборудования
Б. Для перекрытия диапазонов и повышения достоверности показаний
В. Для повышения температуры системы
Г. Для снижения стоимости
Правильный ответ: Б. Для перекрытия диапазонов и повышения достоверности показаний
63. Какой фактор вызывает наибольшую погрешность у ионизационных вакуумметров при работе с различными газами?
А. Цвет газа
Б. Различная вероятность ионизации молекул
В. Давление окружающей среды
Г. Длина кабеля
Правильный ответ: Б. Различная вероятность ионизации молекул
64. Почему емкостный вакуумметр применяется как опорный прибор при калибровке?
А. Из-за высокой скорости
Б. Из-за прямого измерения давления без зависимости от газа
В. Из-за простоты конструкции
Г. Из-за низкой стоимости
Правильный ответ: Б. Из-за прямого измерения давления без зависимости от газа

65. Как влияет локальный нагрев вакуумметра на его показания?
А. Не влияет
Б. Вызывает дрейф показаний из-за изменения характеристик чувствительного элемента
В. Улучшает точность
Г. Уменьшает давление
Правильный ответ: Б. Вызывает дрейф показаний из-за изменения характеристик чувствительного элемента
66. Как изменяется эквивалентная скорость откачки при наличии нескольких последовательно соединенных участков с разной проводимостью?
А. Определяется наибольшей проводимостью
Б. Определяется суммой проводимостей
В. Ограничивается наименьшей проводимостью
Г. Не зависит от проводимости
Правильный ответ: В. Ограничивается наименьшей проводимостью
67. Почему увеличение длины вакуумной линии особенно критично в молекулярном режиме?
А. Увеличивает давление
Б. Резко снижает проводимость
В. Увеличивает температуру
Г. Уменьшает объем
Правильный ответ: Б. Резко снижает проводимость
68. Какой процесс становится определяющим при достижении сверхвысокого вакуума?
А. Внешние утечки
Б. Десорбция и диффузия газов из материала
В. Турбулентность
Г. Конвекция
Правильный ответ: Б. Десорбция и диффузия газов из материала
69. Как влияет использование материалов с высокой газопроницаемостью на вакуумную систему?
А. Не влияет
Б. Увеличивает пермеационную составляющую газовой нагрузки
В. Уменьшает давление
Г. Повышает точность измерений
Правильный ответ: Б. Увеличивает пермеационную составляющую газовой нагрузки
70. Какой признак указывает на наличие микроподсоса воздуха в системе?
А. Стабильное давление
Б. Медленный рост давления при отключении насоса
В. Снижение температуры
Г. Увеличение скорости откачки
Правильный ответ: Б. Медленный рост давления при отключении насоса
71. Как влияет недостаточный уровень масла в пластинчато-роторном насосе?
А. Повышает герметичность
Б. Приводит к ухудшению уплотнения и росту давления
В. Не влияет
Г. Увеличивает скорость
Правильный ответ: Б. Приводит к ухудшению уплотнения и росту давления
72. Почему необходимо регулярно контролировать состояние масла?
А. Для эстетики
Б. Для обеспечения стабильных вакуумных характеристик
В. Для уменьшения веса

Г. Для снижения температуры помещения
Правильный ответ: Б. Для обеспечения стабильных вакуумных характеристик
73. Какой параметр является определяющим при выборе спирального насоса для чистых процессов?
А. Цвет корпуса
Б. Уровень остаточного давления и отсутствие масла
В. Масса
Г. Длина кабеля
Правильный ответ: Б. Уровень остаточного давления и отсутствие масла
74. Как влияет вибрация на работу турбомолекулярного насоса?
А. Улучшает работу
Б. Может привести к повреждению ротора
В. Не влияет
Г. Уменьшает давление
Правильный ответ: Б. Может привести к повреждению ротора
75. Какой режим является критическим для турбомолекулярного насоса?
А. Работа при низком давлении
Б. Работа при высоком входном давлении
В. Работа при низкой температуре
Г. Работа без нагрузки
Правильный ответ: Б. Работа при высоком входном давлении
76. Какую роль играет маслоуловитель в системе?
А. Измеряет давление
Б. Предотвращает выброс масляного тумана
В. Увеличивает скорость
Г. Повышает температуру
Правильный ответ: Б. Предотвращает выброс масляного тумана
77. Почему необходимо применять фильтры перед чувствительными элементами системы?
А. Для повышения давления
Б. Для защиты от твердых частиц и загрязнений
В. Для охлаждения
Г. Для уменьшения объема
Правильный ответ: Б. Для защиты от твердых частиц и загрязнений
78. Как влияет наличие остаточного гелия в помещении на результаты измерений?
А. Не влияет
Б. Повышает фон и снижает достоверность
В. Уменьшает чувствительность
Г. Ускоряет измерение
Правильный ответ: Б. Повышает фон и снижает достоверность
79. Почему важно контролировать точку росы перед испытаниями?
А. Для измерения температуры
Б. Для оценки содержания влаги в системе
В. Для определения давления
Г. Для контроля массы
Правильный ответ: Б. Для оценки содержания влаги в системе
80. Какой метод наиболее чувствителен к микротечам?
А. Манометрический
Б. Масс-спектрометрический
В. Визуальный
Г. Акустический

Правильный ответ: Б. Масс-спектрометрический

81. Как влияет увеличение расстояния между щупом и поверхностью на результат?

А. Повышает чувствительность

Б. Снижает чувствительность

В. Не влияет

Г. Увеличивает давление

Правильный ответ: Б. Снижает чувствительность

82. Какой фактор является ключевым при локализации утечки методом обдува?

А. Масса изделия

Б. Локальность подачи гелия

В. Цвет поверхности

Г. Температура воздуха

Правильный ответ: Б. Локальность подачи гелия

83. Как влияет наличие полостей в конструкции на течеискание?

А. Улучшает результат

Б. Увеличивает время отклика и вызывает задержку сигнала

В. Не влияет

Г. Уменьшает давление

Правильный ответ: Б. Увеличивает время отклика и вызывает задержку сигнала

84. Какой параметр необходимо фиксировать при калибровке течеискателя?

А. Цвет прибора

Б. Условия среды и значение сигнала

В. Массу системы

Г. Длину кабеля

Правильный ответ: Б. Условия среды и значение сигнала

85. Какой фактор приводит к дрейфу показаний течеискателя?

А. Стабильная температура

Б. Изменение фонового уровня и условий среды

В. Использование эталонной течи

Г. Чистая поверхность

Правильный ответ: Б. Изменение фонового уровня и условий среды

86. Какой параметр ограничивает точность манометрического метода?

А. Масса изделия

Б. Температурная стабильность

В. Цвет газа

Г. Длина труб

Правильный ответ: Б. Температурная стабильность

87. Почему важно учитывать тепловое расширение при расчетном методе?

А. Оно не влияет

Б. Оно влияет на объем и давление

В. Оно влияет только на массу

Г. Оно влияет на цвет

Правильный ответ: Б. Оно влияет на объем и давление

88. Какой эффект используется при термовакуумных испытаниях для выявления дефектов?

А. Сжатие газа

Б. Увеличение утечки при нагреве

В. Охлаждение

Г. Испарение металла

Правильный ответ: Б. Увеличение утечки при нагреве

89. Какое преимущество имеют автоматизированные течеискатели в серийном производстве?
А. Увеличение массы
Б. Повышение повторяемости результатов
В. Снижение давления
Г. Уменьшение температуры
Правильный ответ: Б. Повышение повторяемости результатов
90. Какой основной принцип лежит в основе выбора метода течеискания для сложного изделия?
А. Минимальная стоимость
Б. Соответствие чувствительности, конструкции и условий контроля
В. Максимальная масса
Г. Минимальная длина труб
Правильный ответ: Б. Соответствие чувствительности, конструкции и условий контроля

Список литературы

1. Розанов Л. Н. *Вакуумная техника: учебное пособие.* — М.: Энергоатомиздат, 1980. — 320 с.
2. Иванов В. И., Киселёв А. В. *Вакуумная техника: учебное пособие.* — СПб.: Университет ИТМО, 2019. — 156 с. — URL: https://books.ifmo.ru/file/pdf/1952.pdf (дата обращения: 10.12.2025).
3. Ларин В. А., Привалов Н. П. *Вакуумная техника в электронной промышленности.* — М.: Радио и связь, 1986. — 248 с.
4. Окунев В. А. *Основы вакуумной техники.* — М.: Машиностроение, 1973. — 280 с.
5. Handbook of Vacuum Science and Technology / Ed. by Hoffman D. M., Singh B., Thomas J. H. — San Diego: Academic Press, 1998. — 856 p. — URL: https://download.s21i.co99.net/12121230/0/0/ABUIABA9GAAg3M-OgQYo9NXL4QU.pdf (date of access: 10.12.2025).
6. Edwards. *Vacuum Guide — Understanding the Basics.* — 2021. — 64 p. — URL: https://www.masontechnology.ie/wp-content/uploads/2021/10/Edwards-Vacuum-Guide-Understanding-the-basics-Mason-Technology.pdf (date of access: 10.12.2025).
7. Pfeiffer Vacuum. *Leak Detection Compendium.* — Asslar, 2018. — 140 p. — URL: https://www.pfeiffer-vacuum.com/media/documents/leak-detection-know-how/leak-detection-compendium-pfeiffer-vacuum.pdf (date of access: 10.12.2025).
8. ГОСТ Р 50.05.01–2018. *Унифицированные методики. Контроль герметичности газовыми и жидкостными методами.* — М.: Стандартинформ, 2019. — 28 с.
9. ГОСТ 28517–90. *Контроль неразрушающий. Масс-спектрометрический метод течеискания. Общие требования.* — М.: Изд-во стандартов, 1991. — 18 с.

10. ГОСТ Р 51780–2001. *Контроль неразрушающий. Методы и средства испытаний на герметичность. Порядок и критерии выбора.* — М.: Госстандарт России, 2001. — 22 с.
11. ГОСТ Р 59286–2020. *Контроль неразрушающий. Течеискание.* — М.: Стандартинформ, 2020. — 48 с.
12. ПНАЭ Г-7-019–89. *Правила и нормы в атомной энергетике. Контроль герметичности. Газовые и жидкостные методы.* — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 54 с.
13. Вакуумная техника, материалы и технологии: Сборник трудов конференции ВАСТМТ–2022. — СПб.: Вакуум-орг, 2022. — 412 с. — URL: https://vacuum.org.ru/download/proceedings/vactmt-2022_fulltext.pdf (дата обращения: 10.12.2025).
14. Lowener. *Training: Helium Leak Testing and Vacuum Technology.* — 2019. — 32 p. — URL: https://www.lowener.se/e/pdf_files/Training%20helium%20leak%20testing%20and%20vacuum%20technology.pdf (дата обращения: 10.12.2025).

Электронные обучающие материалы

1. **Vacuum Guide – Understanding the Basics (Edwards)**
   Обширное руководство по основам вакуумной техники: физика вакуума, насосы, измерение давления, основы течеискания.
   Ссылка: https://www.masontechnology.ie/wp-content/uploads/2021/10/Edwards-Vacuum-Guide-Understanding-the-basics-Mason-Technology.pdf
2. **Handbook of Vacuum Science and Technology**
   Фундаментальная книга по вакуумной науке и технологиям, включая методы создания вакуума, газодинамику и измерительную технику.
   Ссылка: https://download.s21i.co99.net/12121230/0/0/ABUIABA9GAAg3M-OgQYo9NXL4QU.pdf?f=Handbook+of+Vacuum+Science+and+Technology.pdf
3. **Учебное пособие «Вакуумная техника» (Л. Н. Розанов)**
   Классическое русскоязычное пособие по вакуумной технике и оборудованию.
   Ссылка: https://vtt.vacuum.ru/file/misc/vacuum_technique.pdf
4. **Учебное пособие «Вакуумная техника» (Университет ИТМО)**
   Современное академическое пособие по вакуумным системам, измерениям и оборудованию.
   Ссылка: https://books.ifmo.ru/file/pdf/1952.pdf
5. **Учебник «Вакуумная техника для производства микро- и наноэлектроники»**
   Подробный разбор применения вакуумных технологий, измерений и

герметичности в электронной промышленности.
Ссылка: https://elib.spbstu.ru/dl/2/i19-225.pdf

6. **Pfeiffer Vacuum – Leak Detection Compendium**
   Систематическое руководство по методам течеискания, калибровке, выбору методик и анализу чувствительности.
   Ссылка: https://www.pfeiffer-vacuum.com/media/documents/leak-detection-know-how/leak-detection-compendium-pfeiffer-vacuum.pdf
7. **Helium Leak Testing and Vacuum Technology – Training Material**
   Англоязычный обучающий курс по гелиевому течеисканию и вакуумным системам.
   Ссылка: https://www.lowener.se/e/pdf_files/Training%20helium%20leak%20testing%20and%20vacuum%20technology.pdf
8. **Сборник “Вакуумная техника, материалы и технологии” (Вакуум-орг)**
   Научные статьи и обзоры по современным вакуумным технологиям и оборудованию.
   Ссылка: https://vacuum.org.ru/download/proceedings/vactmt-2022_fulltext.pdf

Вспомогательные ресурсы
Методические материалы

1. Методические рекомендации по выполнению контроля герметичности по ГОСТ Р 50.05.01–2018.
2. Методические указания по эксплуатации гелиевых масс-спектрометрических течеискателей (ZQJ, Pfeiffer, INFICON, Leaklab Lite).
3. Руководства по эксплуатации вакуумных насосов (ULVAC, Edwards, Pfeiffer): регламенты обслуживания, требования к маслам, контроль состояния.
4. Методические материалы кафедры вакуумной техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ» по основам вакуумной физики и газодинамики.
5. Практические рекомендации ВАКУУМ.ORG по работе с вакуумными установками и арматурой.
6. Учебные материалы Leaklab: видеоинструкции по настройке течеискателей, работе с эталонными течами, методам поиска течей.
7. Электронный справочник по вакуумной технике: таблицы давлений насыщенных паров, характеристики насосов, режимы газового течения.
8. Методика расчёта времени откачки резервуаров с учётом проводимости и газовой нагрузки.
9. Сборник типовых схем подключения течеискателей для методов щупа, вакуумной камеры, чехла и обдува.

10. Памятка по вакуумной гигиене: требования к чистоте поверхностей, исключению загрязнений и контролю дегазации.
11. Методические материалы по метрологии: оценка неопределённости, схемы калибровки вакуумметров и течеискателей.
12. Справочные листы по критериям приемки и допустимым величинам утечек для различных типов изделий.
13. Методика безопасного обращения с гелием и сжатыми газами в соответствии с промышленными стандартами.
14. Пакет форм отчетности: журналы испытаний, журналы калибровки, шаблоны протоколов контроля герметичности.
15. Электронные лабораторные задания: демонстрационные макеты течей, данные для тренировки анализа сигналов и фоновых откликов.