

ТЕХНИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА ИЗДЕЛИЯ

# Термовакuumная камера для испытаний уплотнений на герметичность



Инженерная схема термовакuumной установки, предназначенной для испытаний фланцевых соединений на герметичность при высоком давлении и температуре. Схема демонстрирует компоновку термовакuumной камеры, системы подачи гелия, вакуумной магистрали и контуров контроля температуры и давления. Изображение выполнено в техническом стиле с условными обозначениями арматуры, датчиков и насосного оборудования. Применяется в проектной и учебной документации лаборатории ЛИКЛАБ для иллюстрации принципа работы испытательной установки по ГОСТ Р 50.05.01-2018 и ГОСТ Р 8.568-2017. Ключевые слова: термовакuumная установка, испытания на герметичность, вакуумная схема, гелиевый течеискатель, фланцевое...

|                                    |                                  |                               |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| <b>Телефон</b><br>+7-812-715-00-17 | <b>E-mail</b><br>mail@leaklab.ru | <b>Страница</b><br>leaklab.ru |
|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|

Параметры и состав поставки уточняются по актуальной странице. Паспорт, руководство и утвержденная методика имеют приоритет.

## Технические характеристики и параметры

| Параметр                            | Значение                                                                            |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип установки                       | Термовакuumная камера с системой нагрева, вакуумирования и подачи контрольного газа |
| Вид испытаний                       | Испытания герметичности фланцевых соединений и уплотнений под давлением гелия       |
| Контрольная среда                   | Гелий высокой чистоты ( $\geq 99,995\%$ )                                           |
| Давление при испытании              | До 8 МПа (программируемое, регулируемое)                                            |
| Температурный диапазон              | От +20 до +350 °C                                                                   |
| Вакуум в камере                     | Остаточное давление не более 0,1 Па                                                 |
| Порог чувствительности течеискателя | Не хуже $5,0 \times 10^{-10}$ Па·м³/с                                               |
| Точность измерения температуры      | $\pm 5$ °C                                                                          |
| Точность поддержания давления       | $\pm 0,2$ МПа                                                                       |
| Материал корпуса и фланцев          | 08X18H10T (аналог AISI 321/304L), допускается вариант с 12X18H10T                   |
| Габариты испытуемых объектов        | d = 200–1285 мм; h = 200–700 мм                                                     |
| Тип нагрева                         | Электрический, воздушный или ленточный, с термокожухом и отражающими экранами       |
| Измерение давления                  | Высокоточные датчики до 10 МПа, поверенные по ГОСТ 2405-88                          |

| Параметр               | Значение                                                                           |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Измерение температуры  | Термопары типа К или N, многоканальная регистрация                                 |
| Вакуумная система      | Форвакуумный пластинчато-роторный насос + турбомолекулярный или диффузионный насос |
| Регистрация данных     | АРМ оператора с записью давления, температуры и утечек в электронный протокол      |
| Безопасность           | Датчики превышения давления, аварийные клапаны, термозащита, аварийный сброс газа  |
| Нормативная аттестация | ГОСТ Р 8.568-2017, поверка СИ, методика измерений утвержденная                     |
| Энергопитание          | ~380 В, 50 Гц, мощность до 20 кВт (в зависимости от конфигурации)                  |

## Описание и область применения

### Термовакuumная установка для испытаний уплотнений на герметичность

Лаборатория ЛИКЛАБ разработала комплексное решение для проведения испытаний фланцевых соединений и элементов герметичных систем при сочетании вакуума, избыточного давления и высокой температуры. Термовакuumная камера предназначена для проверки герметичности уплотнений в условиях, приближенных к эксплуатационным, и обеспечивает измерение микроскопических утечек гелия с высокой точностью.

### Назначение и область применения

Установка предназначена для проведения испытаний на герметичность фланцев, уплотнительных материалов, сварных швов и корпусных элементов, работающих под давлением до 8 МПа и температурой до 350 °С. Применяется при квалификационных, приемо-сдаточных и ресурсных испытаниях в отраслевых лабораториях, конструкторских бюро и на производственных предприятиях атомной, криогенной, нефтегазовой, энергетической и машиностроительной отраслей.

Работа установки полностью соответствует требованиям ГОСТ Р 50.05.01-2018 и ГОСТ Р 8.568-2017 , а также может быть адаптирована под международные стандарты ISO 20485 и DIN EN 1779 .

### Функциональные возможности

Термовакuumная установка обеспечивает проведение испытаний по двум основным режимам:

- Режим 1: давление 8 МПа, температура 100 °С, длительность выдержки 48 часов;
- Режим 2: давление 4,2 МПа, температура 350 °С.

Используется высокочистый гелий (не менее 99,995 %, предпочтительно марка А по ТУ 0271-135-31323949-2005) в качестве контрольной среды. Система вакуумирования обеспечивает остаточное давление не выше 0,1 Па. Измерение утечек выполняется гелиевым масс-спектрометрическим течеискателем с чувствительностью до  $5,0 \times 10^{-10}$  Па·м³/с.

### Основные технические характеристики

#### Конструкция и компоновка

Конструкция установки включает термовакuumную камеру с герметичным корпусом, термоизоляцией и подвижным фланцем для установки испытуемого образца. Камера снабжена встроенными электронагревателями, отражающими экранами и термопарами для точного контроля температурного поля. Вакуумная часть состоит из форвакуумного и высоковакуумного насосов, клапанов, фильтров, вакуумметров и трубопроводов из нержавеющей стали.

Система подачи гелия включает редуцирующие и запорные клапаны, манометры, датчики давления и трубопроводы высокого давления. Управление осуществляется из шкафа управления с сенсорным интерфейсом, обеспечивающим программирование режимов нагрева, давления и времени испытаний. Все параметры автоматически фиксируются в базе данных.

#### Принцип работы

Испытуемое фланцевое соединение устанавливается в термовакuumную камеру, подключается к гелиевой линии и вакуумному контуру. После откачки камеры до давления 0,1 Па создается избыточное давление гелия внутри объекта. Камера нагревается до заданной температуры, поддерживая стабильность давления и температуры на протяжении

всего цикла испытаний. После выдержки проводится контроль герметичности масс-спектрометрическим течеискателем. Результаты испытаний фиксируются в протоколе.

### Преимущества установки

- Высокая воспроизводимость результатов и соответствие метрологическим требованиям.
- Возможность длительных испытаний при комбинированных воздействиях давления и температуры.
- Модульная конструкция — возможность модернизации отдельных узлов без полной замены установки.
- Полная совместимость с гелиевыми течеискателями ULVAC, Pfeiffer, Adixen, KYKY, INFICON и др.
- Интеграция в лабораторные комплексы ЛИКЛАБ для сертификационных испытаний.

### Документация и этапы выполнения проекта

Проект выполняется поэтапно:

Этап 1 — проектирование: разработка конструкторской документации, расчет термовакuumных параметров, выпуск эксплуатационной и методической документации, описание принципа работы, оформление паспорта установки.

Этап 2 — изготовление и аттестация: изготовление или закупка узлов, сборка и пуско-наладка, первичная аттестация на площадке заказчика, обучение персонала и выдача эксплуатационного паспорта с методикой проверки.

### Сервис и метрологическая поддержка

Лаборатория ЛИКЛАБ обеспечивает сервисное сопровождение установки на всех этапах эксплуатации: проведение аттестаций, ежегодная поверка средств измерений, замена нагревателей и уплотнений, калибровка течеискателей и вакуумметров. Возможна модернизация стенда под новые диапазоны давлений и температур, а также интеграция с существующими системами контроля утечек на предприятии.

### Дополнительные опции

- Автоматизированная система управления с возможностью удаленного мониторинга.
- Модуль регистрации данных с формированием отчетов в формате PDF или CSV.
- Камеры различных объемов (от 20 до 500 литров полезного объема).
- Система циркуляционного охлаждения для ускоренного охлаждения после испытаний.
- Адаптация под испытания других газов (водород, азот, аргон) с обеспечением безопасности.

### Способ термовакuumный

Процесс термовакuumного контроля герметичности включает нагрев проверяемого объекта в вакуумной камере до температуры 380 – 400 градусов Цельсия при остаточном давлении не выше 100 Па как внутри, так и снаружи объекта. После этого осуществляется проверка герметичности путем подачи гелия в нагретый объект или в саму камеру.

Этапы проведения термовакuumного контроля

Сначала объект подготавливается к контролю по установленным требованиям. Затем его помещают в вакуумную камеру и откачивают воздух до остаточного давления не выше 100 Па как внутри объекта, так и в камере. После этого объект нагревается до температуры от 380 до 400 градусов Цельсия и выдерживается при этой температуре от 3 до 5 минут. Скорость нагрева контролируется для поддержания давления не выше 100 Па, учитывая особенности конструкции объекта.

Далее регистрируются фоновые показания течеискателя в камере до подачи гелия. Затем в объект или камеру подается гелий до требуемого давления и объект выдерживается под давлением с фиксацией показаний течеискателя. По завершении проверки объект охлаждается до температуры не выше 50 градусов Цельсия, после чего камера заполняется атмосферным воздухом и открывается.

Для обеспечения точности и надежности испытаний с использованием термовакuumного способа контроля необходимо также следить за состоянием и калибровкой оборудования, проводить обучение персонала по правилам работы с оборудованием, а также строго контролировать условия проведения испытаний, такие как температура, давление и влажность.

Кроме того, важно правильно интерпретировать результаты испытаний и принимать соответствующие решения на основе полученных данных. Только при соблюдении всех этих условий можно быть уверенным в точности и достоверности результатов испытаний.