

ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТОЧКА УСЛУГИ

Испытания на герметичность способом вакуумной камеры



Лаборатория ЛИКЛАБ проводит испытания на герметичность способом вакуумной (гелиевой) камеры с прослеживаемостью результатов к контрольной течи и фиксированными метрологическими параметрами. Объект размещается в дегазированной камере, полость откачивается до технологического остаточного давления, после чего во внутренний объем изделия подается чистый гелий либо гелиевая смесь согласно КД. Масс-спектрометрический течеискатель регистрирует проникание гелия через дефекты с высоким пределом обнаружения, а фоновые составляющие и диффузионная проницаемость материалов учитываются при обработке. Процедура выполняется в соответствии с действующими требованиями и завершается оформлением протокола с...

Телефон
+7-812-715-00-17

E-mail
mail@leaklab.ru

Страница
leaklab.ru

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

Технические характеристики и параметры

Этап	Описание операции	Примечания и контрольные параметры
1. Подготовка оборудования	Проверить исправность течеискателя, вакуумных насосов, клапанов, системы подачи гелия и герметичность вакуумной камеры.	- Включить течеискатель на разогрев согласно инструкции. - Проверить наличие и исправность контрольной течи.
2. Подготовка оснастки	- Подготовить оснастку согласно КД и инструкции по эксплуатации. - Очистить наружные поверхности от загрязнений и влаги. - При необходимости провести сушку оснастки.	- Убедиться в отсутствии конденсата и загрязнений оснастки, влияющих на герметичность.
3. Установка объекта в камеру	- Поместить объект в очищенную и сухую вакуумную камеру. - Установить герметизирующие элементы камеры и зафиксировать крышку.	- Поверхность объекта должна быть полностью открыта в камере. - Проверить правильность расположения уплотнений.
4. Вакуумирование камеры	- Включить вакуумную систему. - Откачать полость камеры до остаточного давления, установленного в КД (рекомендуется < 1000 Па). - Зафиксировать показания фонового потока течеискателя.	- Проверять показатели вакуумметров.
5. Подача контрольного газа	- При закрытом входном клапане течеискателя подать гелий или воздушно-гелиевую смесь в камеру до установленного давления.	- При необходимости выполнить продувку камеры азотом перед подачей гелия.

Этап	Описание операции	Примечания и контрольные параметры
6. Выдержка под давлением	Выдержать объект под давлением: • до 0,1 м³ – ≥ 5 мин • 0,1–0,5 м³ – ≥ 10 мин • 0,5–1,5 м³ – ≥ 15 мин • 1,5–3,5 м³ – ≥ 20 мин • >3,5 м³ – ≥ 40 мин	- Учитывать газопроницаемость фторкаучуковых уплотнений при длительных испытаниях (>20 мин).
7. Проведение измерений	- Открыть входной клапан течеискателя. - Отключить вспомогательную откачку. - Зафиксировать показания течеискателя.	- При появлении сигнала учитывать возможную проницаемость гелия через материал уплотнений.
8. Локальный контроль (при необходимости)	При контроле отдельных участков или сварных соединений установить локальную вакуумную камеру и повторить процедуры вакуумирования и подачи гелия.	- Контроль замыкающего шва: вакуумировать объект, подать гелий в полость, заварить шов в потоке гелия, затем выполнить проверку локальной камерой.
9. Завершение работы	- Прекратить подачу гелия. - Вентилировать камеру до атмосферного давления. - Извлечь объект. - Выключить оборудование согласно инструкции.	- Составить протокол испытаний с указанием давления, времени выдержки и результатов измерений.

Описание и область применения

Испытания на герметичность способом вакуумной камеры

Контроль герметичности с использованием гелиевой (вакуумной) камеры заключается в размещении объекта в герметичной камере. Течеискатель подключается к камере или объекту через систему вспомогательной откачки. Контрольный газ с содержанием гелия, либо чистый гелий, подается под давлением, установленным в конструкторской документации. Если в объекте есть утечка, гелий проникает в вакуумируемый объем камеры или объекта из-за перепада давления, и фиксируется течеискателем.

Конструкция вакуумной камеры должна обеспечивать герметичность всех технологических соединений и системы подачи гелия, при этом поверхность объекта контроля не должна быть перекрыта поверхностью камеры. То есть газ из течей должен свободно выходить. Камера может быть жесткой или выполненной в виде эластичного газонепроницаемого чехла для размещения крупных объектов, однако давление в такой камере не должно превышать атмосферного, и объект должен допускать вакуумирование внутренних полостей.

1 — течеискатель; 2, 4 — вакуумметры; 3, 8, 10, 11, 13, 15, 17, 18 — клапаны; 5 — вакуумная камера; 6 — объект контроля; 7 — мановакуумметр; 9 — пульт подачи пробного газа; 12, 16 — вакуумные насосы; 14 — контрольная течь

Контроль герметичности способом гелиевой (вакуумной) камеры проводится следующим образом: объект подготавливается в соответствии с требованиями предыдущего раздела и помещается в предварительно очищенную и просушенную камеру.

После герметизации крышки камеры, проводится откачка полости до остаточного давления.

Согласно технической документации, устанавливается целевое остаточное давление в пределах 7-8 Па. Для начала измерений для современных приборов контроля достаточного давления, не превышающего 1000 Па. Улучшение уровня вакуума приводит к повышению чувствительности испытаний. Начинать испытания возможно с уровня давления 1000 Па, переходя к более высокочувствительным испытаниям при достижении уровня давления 100 Па и менее. Важно корректировать программы испытаний с учетом технических возможностей используемого оборудования и с учетом современных тенденций, а также требований нормативно-технической документации.

Перед заполнением гелием, полость объекта откачивается до остаточного давления от 700 до 1400 Па, либо производится сквозная продувка азотом, затем гелием. При достижении требуемого остаточного давления, открывается входной клапан течеискателя, отключается система вспомогательной откачки, и фиксируются фоновые показания. Затем в полость объекта подается гелий или воздушно-гелиевая смесь до установленного давления.

Объект выдерживается под давлением. Продолжительность выдержки зависит от откачиваемого объема и установлена в соответствии с указанными временными интервалами: до 0,1 м³ - не менее 5 минут, от 0,1 до 0,5 м³ - не менее 10 минут, от 0,5 до 1,5 м³ - не менее 15 минут, от 1,5 до 3,5 м³ - не менее 20 минут, свыше 3,5 м³ - не менее 40 минут.

Следует учитывать, что фторкаучуковые уплотнения оснастки, предназначенные для герметизации изделий, в случае воздействия на них гелия в течение длительного времени будут иметь поток проникания гелия даже через бездефектный материал оснастки. Таким образом, при выполнении испытаний длительностью более 20 минут необходимо ожидать появления сигнала, связанного с газовой проницаемостью гелия через материал уплотнения и учитывать его в финальных результатах измерения.

Если необходимо провести контроль отдельного участка или сварного соединения, на этот участок устанавливается локальная камера, и процедура контроля проводится аналогично описанной выше.

При контроле замыкающего сварного шва объекта контроля проводится вакуумирование объекта контроля и подача гелия в полость объекта контроля с последующей заваркой замыкающего шва в потоке гелия. После заварки необходимо провести контроль замыкающего шва способом локальной вакуумной камеры.

Технологическая карта

Контроль герметичности способом гелиевой камеры

Подготовка объекта контроля, включая очистку, сушку и удаление следов коррозии, лежит на ответственности заказчика и должна выполняться до передачи изделий для проведения испытаний.

Остаточная влага, загрязнения и коррозия затрудняют достижение требуемого вакуума и стабильных показаний прибора, а также приводят к удлинению всего цикла испытаний. Кроме того, наличие коррозии и загрязнений может негативно сказаться на дальнейших эксплуатационных характеристиках изделий, снижая их герметичность и срок службы.

Подготовка изделий, включая очистку, сушку и удаление следов ржавчины, является обязанностью заказчика и должна выполняться до передачи изделий на контроль герметичности.

Этап

Описание операции

Примечания и контрольные параметры

1. Подготовка оборудования

Проверить исправность течеискателя, вакуумных насосов, клапанов, системы подачи гелия и герметичность вакуумной камеры.

- Включить течеискатель на разогрев согласно инструкции. - Проверить наличие и исправность контрольной течи.

2. Подготовка оснастки

- Подготовить оснастку согласно КД и инструкции по эксплуатации. - Очистить наружные поверхности от загрязнений и влаги. - При необходимости провести сушку оснастки.

- Убедиться в отсутствии конденсата и загрязнений оснастки, влияющих на герметичность.

3. Установка объекта в камеру

- Поместить объект в очищенную и сухую вакуумную камеру. - Установить герметизирующие элементы камеры и зафиксировать крышку.

- Поверхность объекта должна быть полностью открыта в камере. - Проверить правильность расположения уплотнений.

4. Вакуумирование камеры

- Включить вакуумную систему. - Откачать полость камеры до остаточного давления, установленного в КД (рекомендуется < 1000 Па). - Зафиксировать показания фоновых потока течеискателя.

- Проверять показатели вакуумметров.

5. Подача контрольного газа

- При закрытом входном клапане течеискателя подать гелий или воздушно-гелиевую смесь в камеру до установленного давления.

- При необходимости выполнить продувку камеры азотом перед подачей гелия.

6. Выдержка под давлением

Выдержать объект под давлением: • до $0,1 \text{ м}^3$ – ≥ 5 мин • $0,1\text{--}0,5 \text{ м}^3$ – ≥ 10 мин • $0,5\text{--}1,5 \text{ м}^3$ – ≥ 15 мин • $1,5\text{--}3,5 \text{ м}^3$ – ≥ 20 мин • $>3,5 \text{ м}^3$ – ≥ 40 мин

- Учитывать газопроницаемость фторкаучуковых уплотнений при длительных испытаниях (>20 мин).

7. Проведение измерений

- Открыть входной клапан течеискателя. - Отключить вспомогательную откачку. - Зафиксировать показания течеискателя.

- При появлении сигнала учитывать возможную проницаемость гелия через материал уплотнений.

8. Локальный контроль (при необходимости)

При контроле отдельных участков или сварных соединений установить локальную вакуумную камеру и повторить процедуры вакуумирования и подачи гелия.

- Контроль замыкающего шва: вакуумировать объект, подать гелий в полость, заварить шов в потоке гелия, затем выполнить проверку локальной камерой.

9. Завершение работы

- Прекратить подачу гелия. - Вентилировать камеру до атмосферного давления. - Извлечь объект. - Выключить оборудование согласно инструкции.

- Составить протокол испытаний с указанием давления, времени выдержки и результатов измерений.

На этапе входной подготовки подтверждается техническое состояние течеискателя, вакуумной обвязки и контрольной течи, проводится разогрев и стабилизация масс-спектрометрического тракта с проверкой нулевого уровня. Камера и коммуникации проходят дегазацию и сушку; при необходимости выполняется вакуумный «прожиг» до стабилизации фоновых сигнала. Конструктивно используется жесткая герметичная камера либо гибкий газонепроницаемый чехол для крупногабаритных изделий. Независимо от исполнения исключается контакт элементов камеры с контролируемыми поверхностями, который мог бы препятствовать свободному выходу газа из потенциальных дефектов наружу, в объем камеры.

Испытуемое изделие устанавливается в очищенную и просушенную камеру. После герметизации запускается откачка до остаточного давления, достаточного для начала измерений. Для современных течеискателей работоспособный порог начинается при давлении порядка 10^3 Па; по мере снижения давления до сотен и единиц паскалей чувствительность системы возрастает. В типовой конфигурации ЛИКЛАБ целевое технологическое давление в камере задается на уровне 7–8 Па при наличии соответствующей насосной производительности и низкого газовыделения. Перед подачей контрольного газа внутренние полости изделия, если это допускается конструкторской документацией, кратковременно эвакуируются до 0,7–1,4 кПа либо продуваются инертным газом, что снижает инерцию и ускоряет выход на стационарный режим.

Контрольный газ — чистый гелий или гелиево-воздушная смесь, — подается во внутренний объем объекта до давления, установленных КД. Далее выдерживается технологическая пауза для выравнивания концентрационных и диффузионных градиентов. Время выжидания выбирается с учетом суммарного объема и протяженности швов: для изделий до $0,1 \text{ м}^3$ — не менее пяти минут; в диапазоне $0,1\text{--}0,5 \text{ м}^3$ — порядка десяти минут; $0,5\text{--}1,5 \text{ м}^3$ — не менее пятнадцати минут; $1,5\text{--}3,5 \text{ м}^3$ — около двадцати минут; свыше $3,5 \text{ м}^3$ — не менее сорока минут. Эти интервалы обеспечивают установление квазистационарного режима проникновения гелия через возможные дефекты при приемлемой погрешности оценки.

Измерения проводятся в режиме подключения течеискателя к камере с отсечкой вспомогательной откачки на период регистрации. Сначала фиксируется фоновый поток, затем — сигнал при поданном гелии. Для исключения систематической составляющей от газопроницаемости материалов уплотнений оснастки (в первую очередь ФКМ/ФКМ) организуется мониторинг дрейфа фона во времени. При испытаниях продолжительностью свыше двадцати минут вклад диффузионной проницаемости гелия через бездефектный эластомер становится заметным и учитывается при обработке путем вычитания аппроксимированного тренда фона либо применением чередующихся циклов «He/без He» одинаковой длительности. При необходимости используются уплотнения с пониженной проницаемостью и барьерные прокладки.

Для локализации дефектов отдельных участков применяется малогабаритная вакуумная камера (колокол, кольцевая или седловая оснастка), которая устанавливается на исследуемую зону без нарушения общего режима испытаний. При контроле замыкающих сварных швов практикуется последовательность с вакуумированием изделия, подачей гелия внутрь в момент заварки и последующей проверкой шва локальной камерой до стабилизации сигнала. Такая методика повышает вероятность обнаружения микродефектов, образующихся при термоциклировании металла.