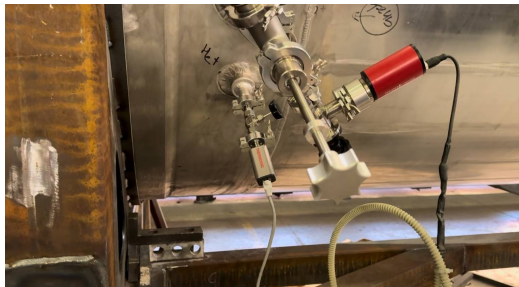


ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТОЧКА УСЛУГИ

Измерение вакуума в изоляции криогенного резервуара



Лаборатория «ЛИКЛАБ» выполняет измерение остаточного давления в межслойной вакуумной изоляции криогенных резервуаров с подтверждением герметичности точки подключения. Применяем масс-спектрометрический гелиевый течеискатель и поверенные вакуумметры, обеспечивая трассируемость и воспроизводимость результатов. По итогам работ выдаём официальное заключение с протоколами и рекомендациями; при необходимости оперативно выполняем восстановительное вакуумирование изоляционного объёма.

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.

Описание и область применения

Услуга измерения остаточного давления в изоляции криогенного резервуара

Лаборатория «ЛИКЛАБ» выполняет диагностику состояния межслойной вакуумной изоляции криогенных резервуаров с определением текущего значения остаточного давления и проверкой герметичности узла подключения. Результаты измерений оформляются в виде официального заключения аттестованной лаборатории с трассируемыми к применённым средствам измерений данными.

Назначение и результат работ

Целью услуги является установление фактического уровня вакуума в межслойной изоляции, подтверждение корректности точки подключения и исключение влияния внешних подсосов на измерение. По итогам обследования заказчик получает численное значение остаточного давления, оценку стабильности показаний во времени, вывод о состоянии герметичности контролируемого узла и рекомендации по необходимости восстановительных мероприятий по вакуумированию.

Методика и средства измерений

Измерение выполняется через штатный вакуумный порт сосуда с применением масс-спектрометрического гелиевого течеискателя и переносного вакуумметра, перекрывающего диапазон давлений от десятых долей Паскаля до нескольких килопаскалей. Перед сообщением измерительного тракта с полостью изоляции течеискатель вакуумирует участок подключения, что предотвращает напуск воздуха при открытии запорной арматуры и сохраняет реальное значение вакуума в изоляции. Герметичность соединений измерительного тракта подтверждается локальной обдувкой гелием. Для обеспечения метрологической достоверности фон течеискателя стабилизируется, а калибровка подтверждается эталонной гелиевой течью с известным расходом.

Порядок проведения работ

Перед началом обследования выполняется визуальная оценка состояния привалочных поверхностей, устраняются загрязнения и следы коррозии на уплотнительных поясах, проверяется пригодность уплотнений типа KF. Измерительный тракт собирается и вакуумируется до устойчивого фоновое уровня, после чего запорный клапан со стороны сосуда частично открывается при непрерывном контроле давления. Значение остаточного давления фиксируется с выдержкой на стабилизацию; дополнительно регистрируется временной тренд, позволяющий судить о

газоотделении и микроподсосах. При признаках внешнего влияния повторно проводится локальная проверка герметичности соединений с корректировкой сборки до исключения паразитных откликов.

Восстановительное вакуумирование при необходимости

Если установленный уровень вакуума не соответствует требованиям эксплуатации данного типа сосуда, выполняется поэтапная откачка изоляционного объема согласованным насосным агрегатом. На начальном этапе используется одноступенчатый форвакуумный насос; при достижении диапазона, оптимального для двухступенчатого пластинчато-роторного насоса, подключается более высокий класс форвакуума. Ниже характерных значений порядка десятков Паскалей применяется турбомолекулярный насос с форвакуумом. На каждом этапе контролируется динамика давления и реакция на локальную обдувку, что позволяет оперативно выявлять негерметичности узла подключения и разделять эффекты дегазации теплоизоляции от подсосов извне.

Требования к безопасности и допуску

Работы выполняются при положительной температуре окружающей среды на подготовленной площадке с обеспеченным доступом к вакуумному порту. Защитные устройства сосуда, включая разрывные мембраны, не выводятся из действия и не подвергаются разборке. Перед подключением проводится целевой инструктаж, маркируются задействованные запорные устройства, исключается подача избыточного давления в полость изоляции. Электропитание оборудования осуществляется через исправные защитные устройства, персонал применяет средства индивидуальной защиты, предусмотренные для работ на криогенном оборудовании и при обращении с инертными газами.

Состав отчётной документации

По завершении работ предоставляется акт выполненных работ, протокол измерений остаточного давления с указанием моделей, серийных номеров и метрологических характеристик применённых средств измерений и эталонных источников, графики изменения давления и фонового уровня, фотоматериалы узла подключения, а также заключение лаборатории с выводами о состоянии вакуума и рекомендациями по дальнейшей эксплуатации или восстановлению.

Подготовка к выезду и необходимые данные

Для корректной комплектации переходников и ускорения процедуры просим заранее направить фотографии вакуумного порта и узла запорной арматуры с указанием типа присоединения и номинального размера, а также схему участка трубопроводной обвязки. Желательно подтвердить возможность безопасного доступа к порту и наличие технологического окна для проведения работ без влияния на производственный процесс. При наличии штатных датчиков давления в вакуумной полости целесообразно предоставить их маркировку и место врезки для сопоставления показаний.

Преимущества подхода «ЛИКЛАБ»

Применение масс-спектрометрического течеискателя совместно с контролируемой поэтапной откачкой позволяет разделять вклад дегазации и внешних подсосов, снижать погрешность, связанную с подготовкой точки подключения, и получать воспроизводимые результаты в полном рабочем диапазоне давлений. Все операции выполняются в рамках утверждённых методик, с трассируемостью к эталонным средствам измерений и фиксированием фоновых параметров, что обеспечивает надёжность последующих инженерных решений по обслуживанию криогенных резервуаров.

Заказ услуги

Чтобы согласовать обследование, направьте контактные данные ответственного специалиста, адрес площадки, фото узла подключения и желаемые даты визита. После получения информации будет предложен состав выездной бригады, перечень оборудования и календарный план с последующим оформлением коммерческого предложения.

Применение вакуумметра «ЛИКЛАБ» с функцией измерения течи для контроля вакуума в межслойной изоляции криогенных резервуаров базируется на вакуумметрическом методе оценки герметичности по скорости роста давления в изолированном объёме. Метод позволяет получить количественную величину натекания без подачи тестового газа и служит исходной диагностикой перед восстановительным вакуумированием и/или гелиевым поиском дефектов.

Подготовительный этап заключается в обеспечении корректной точки подключения к вакуумной полости изоляции. Подключение выполняется к штатному вакуумному порту или к узлу запорной арматуры межслойного объёма через кратчайший измерительный тракт с запорной вставкой и поверенным датчиком давления. До сообщения с полостью изоляции измерительный тракт вакуумируется собственным насосом течеискателя либо отдельным форвакуумным насосом до стабилизации фонового уровня и проверяется на герметичность методикой локальной обдувки внешних соединений. Данный шаг исключает искажение результатов из-за негерметичности сборки на стороне прибора. С

protective устройства резервуара, включая разрывные мембраны, не выводятся из действия; подача избыточного давления в полость изоляции не допускается.

Измерительный этап выполняется при термостабильном состоянии резервуара. В условиях наличия холодного продукта в сосуде необходимо учитывать криосорбцию и криопомпирование, снижающие парциальные давления активных газов в начале выдержки; поэтому после сообщения измерительного тракта с полостью изоляции фиксируется не только текущее значение остаточного давления, но и его динамика во времени. Вакуумметр «ЛИКЛАБ» регистрирует $P(t)$ после отсечки системы от насосов и рассчитывает мгновенную производную dP/dt на интервалах, свободных от переходных процессов. При заданном пользователем объёме изоляционной полости V прибор вычисляет интегральную величину утечки $Q=V \cdot dP/dt$ в единицах $\text{Па} \cdot \text{м}^3/\text{с}$. Для подавления шумов и кратковременных возмущений применяется цифровая фильтрация и аппроксимация участка тренда; одновременно отображаются интегральное натекание за весь тест и текущее натекание в скользящем окне, что позволяет судить о стационарности процесса.

Интерпретация результатов основывается на разделении вкладов дегазации и сквозного подсоса. Дегазация внутренних поверхностей проявляется затухающим по времени ростом давления, при котором мгновенное натекание убывает и стремится к малым значениям на заданной выдержке. Сквозной подсос формирует близкую к постоянной скорости роста давления; при этом текущая оценка натекания стабильно отлична от нуля и мало меняется во времени. В практическом применении выдержка выбирается с учётом геометрии и материалов изоляционного объёма; для многослойной вакуумной изоляции с отражающими экранами целесообразна увеличенная выдержка, обеспечивающая выход на режим, в котором вклад дегазации минимален и критерии стационарности выполнимы.

Оценка соответствия требованиям проводится по двум признакам. Во-первых, сопоставляется достигнутое остаточное давление с паспортными допустимыми значениями для данного типа резервуара. Во-вторых, анализируется величина Q и её стабильность на интервале наблюдения. Если на выдержке наблюдается стабильное малое dP/dt при давлении, соответствующем эксплуатационным требованиям, межслойная изоляция признаётся работоспособной. Если давление превышает допустимые величины либо скорость роста давления стационарна и превышает допустимый порог, фиксируется признак негерметичности или повышенного газовыделения, требующий восстановительных мероприятий.

Принятие решений по дальнейшим действиям выполняется с учётом полученных величин. При недостаточном вакууме и одновременном отсутствии признаков сквозного подсоса целесообразна поэтапная откачка межслойного объёма с контролем $P(t)$ и Q на каждом этапе до достижения целевого диапазона давлений. При наличии признаков сквозной утечки вакуумметрическое измерение дополняется адресным поиском негерметичности методом локальной обдувки гелием по внешним соединениям узла подключения и по доступным участкам вакуумной оболочки, чтобы отделить дефект узла присоединения от дефекта оболочки. Комбинация количественной оценки по Q и гелиевой локализации позволяет исключить ложные выводы, связанные с дегазацией материалов или временными переходными процессами.

Метрологическая достоверность обеспечивается применением поверенного датчика давления с документированной погрешностью в рабочем диапазоне межслойного вакуума и корректной оценкой объёма V . Объём изоляционной полости может быть принят по конструкторской документации либо оценён по результатам предварительных испытаний; неопределённость V вносится в итоговую неопределённость Q . Перед началом теста фиксируются условия окружающей среды и состояние датчика; проводится контроль отсутствия «зашкаливания» и отрицательных показаний, характерных для некорректной настройки некоторых бытовых приборов, не предназначенных для промышленной диагностики.