

ТЕХНИЧЕСКАЯ КАРТОЧКА ИЗДЕЛИЯ

Установка вакуумирования резервуаров перед заправкой



Установка вакуумирования резервуаров перед заправкой — решения ЛИКЛАБ для контроля герметичности, вакуумных систем и испытательного оборудования.

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

Количество одновременно подготавливаемых баллонов	6
Объем одного баллона	40 л
Суммарный технологический объем	240 л
Температура прогрева баллонов	до 200 °С
Целевое остаточное давление перед заправкой	не выше 1 Па
Рабочий диапазон остаточного давления в процессе откачки	от 100 до 1 Па
Тип насосного агрегата	двухступенчатый пластинчато-роторный, непрерывного действия
Криосорбционная ловушка	заливная емкость около 5 л, время удержания холода не менее 8 часов
Тип уплотнений	фторкаучук
Формат присоединительной арматуры	KF, конфигурация согласно проекту
Измерение вакуума	пиранийный или термопарный вакуумметр
Ловушка масляного тумана	установлена на выходе насоса
Давление заправки гелием	до 150 атм
Требуемая чистота гелия после заправки	не хуже 6.0
Электропитание	220 В, 50 Гц

Описание и область применения

Система вакуумирования баллонов перед заправкой гелием

Статья описывает инженерное решение для вакуумной подготовки внутреннего объема газовых баллонов перед заправкой высокочистым гелием. Комплекс рассчитан на одновременную работу с шестью баллонами объемом по сорок литров и обеспечивает удаление воздуха и водяных паров до остаточного давления порядка одного паскаля.

Используется прогрев баллонов до двухсот градусов Цельсия для интенсификации десорбции, а также криосорбционная азотная ловушка, стабилизирующая достигнутый уровень вакуума в течение всей смены. Заявленная цель подготовки состоит в сохранении итоговой чистоты гелия уровня 6.0 при последующей заправке до ста пятидесяти атмосфер.

Область применения

Система предназначена для предприятий, выполняющих заправку баллонов высокочистыми газами в условиях серийного производства, испытательных лабораторий и технологических участков, где требуется стабильное качество гелия с единичными миллионными долями примесей. Решение применимо для стальных и композитных баллонов, совместимо с типовым парком арматуры формата KF и рассчитано на эксплуатацию в стандартных производственных помещениях.

Подготовка включает последовательные операции, объединенные в непрерывный цикл. Сначала баллоны подключаются к вакуумной магистрали через индивидуальные присоединительные узлы. Далее они размещаются в термошкафу с заданным профилем нагрева, что обеспечивает равномерный прогрев до диапазона от ста восьмидесяти до двухсот градусов Цельсия. Затем инициируется откачка двухступенчатым пластинчато-роторным насосом, рассчитанным на долговременную работу на суммарный технологический объем. После выхода на стационарный режим охлаждающая емкость ловушки заполняется жидким азотом, что резко снижает парциальное давление водяного пара и повышает эффективность дегазации. На завершающем этапе вакуумный клапан отсекает насос, система стабилизируется, и выполняется переход к операции заправки гелием.

Обеспечение чистоты гелия 6.0

Требуемое качество гелия после заправки характеризуется допуском не более одной миллионной доли посторонних газов. При конечном давлении в баллоне, равном ста пятидесяти атмосферам, допустимый вклад остаточного газа из объема баллона до заправки не должен превышать долей, сопоставимых с несколькими паскалями в пересчете на парциальное давление. С учетом того, что сам гелий уровня 6.0 допускает наличие примесей, и с учетом запасов на десорбцию влаги при нагреве, целевое остаточное давление перед заправкой принято не выше одного паскаля. Достижение и подтверждение данного уровня считается достаточным для гарантии сохранения уровня 6.0 после заправки даже при неблагоприятных пограничных условиях.

Ключевым элементом комплекса является азотная ловушка с заливной емкостью порядка пяти литров. Ее функция заключается в глубокой конденсации и вымораживании водяных паров и части высококипящих примесей, что особенно критично в области низких давлений при прогретых стенках. Конструкция ловушки спроектирована таким образом, чтобы при рабочем остаточном давлении порядка ста паскалей обеспечивать непрерывную работу на одном цикле заливки жидкого азота продолжительностью до восьми часов. Это позволяет выполнять полный сменный цикл без дополнительной загрузки оператора и без деградации достигнутого вакуума на временных интервалах.

Вакуумный тракт и насосное оборудование

В основе насосного агрегата использован двухступенчатый пластинчато-роторный насос непрерывного действия, создающий рабочий диапазон давления от ста до одного паскаля при подключении к шести баллонам через технологическую магистраль с ограниченной проводимостью. Выбор более высокопроизводительного насоса в данном применении не приводит к пропорциональному сокращению времени цикла, поскольку лимитирующим фактором выступает малая гидравлическая проводимость тонких соединительных трубок. Оптимизация достигается за счет корректного подбора сечений магистрали, соблюдения минимального количества соединений, поддержания чистоты уплотнений и применения ловушки масляного тумана, исключающей обратный перенос паров масла в систему.

Контрольно-измерительная часть

Измерение остаточного давления выполняется вакуумметром, работающим в области низкого вакуума и устойчивым к повышенной влажности на старте цикла. Практически применяются пиранийные или термпарные датчики с блоком индикации. Измерительная точка располагается в магистрали откачки таким образом, чтобы показания репрезентативно отражали состояние внутреннего объема баллонов, а не только локальную область у насоса или у ловушки. Критерием завершения подготовки является достижение и удержание целевого значения остаточного давления на уровне не выше одного паскаля в течение контролируемого интервала времени.

Соединения выполнены на вакуумной арматуре формата KF с применением уплотнений из фторкаучука. Выбор уплотнительного материала обусловлен устойчивостью к температурным воздействиям, стабильностью в остаточном вакууме и совместимостью с последующей эксплуатацией в среде гелия. Вся арматура и сильфоны проходят входной контроль состояния уплотнительных поверхностей, а присоединительные элементы проверяются на герметичность под вакуумом до уровня, исключающего вклад технологических микропротечек в общий газовый баланс процесса.

Эксплуатационные аспекты

Режим работы строится на обеспечении стабильной температуры прогрева, своевременном обновлении охлаждающего агента в ловушке и контроле чистоты магистрали. Нагрузочные испытания комплектующих выполняются до выхода на режим, а затем закрепляется стандартная технологическая карта цикла, включающая допуски по времени прогрева, минимальной выдержке под вакуумом и по уровню допустимых флуктуаций показаний вакуумметра. Транспортировка и установка оборудования выполняются с соблюдением требований к вибрации, уровню шума и условиям электропитания.

Безопасность и охрана труда

Технические характеристики

Расчетная обоснованность целевого вакуума

Оценка итоговой чистоты учитывает, что доля остаточного газа в баллоне перед заправкой после разбавления гелием при конечном давлении ста пятидесяти атмосфер должна быть ниже одной миллионной доли. С учетом распределения допуска на примеси в самом гелии и введения технологического запаса, ориентир в область нескольких паскалей является достаточным. Для надежности установлен целевой уровень не выше одного паскаля. Такое значение сохраняет требуемый запас по качеству и стабильно достигается при наличии криосорбционной ловушки и нагрева баллонов.

Комплект включает насосный агрегат, ловушку масляного тумана, измерительный блок вакуумметра, набор сильфонов и присоединительных элементов формата KF, клапан отсечки и криосорбционную азотную ловушку. Поставка сопровождается эксплуатационной документацией, техническими паспортами и отметками о гарантийных обязательствах. Пуско-наладочные работы и инструктаж проводятся персоналом, имеющим профильную аттестацию в области контроля герметичности.

Представленное решение обеспечивает воспроизводимую подготовку внутренних объемов баллонов к заправке высокочистым гелием. Совмещение прогрева, стабильной откачки и криосорбционной осушки позволяет достигать остаточного давления порядка одного паскаля, что является достаточным для сохранения уровня чистоты 6.0 при заправке до ста пятидесяти атмосфер. Конструкция ориентирована на непрерывную сменную эксплуатацию с минимальной операторской нагрузкой и обеспечивает требуемую надежность, чистоту процесса и долговечность оборудования.