

СДОС-07-2012

Серия 32

Единая система оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве

Выпуск 7

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ О ПОРЯДКЕ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СООРУЖЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ И ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

СДОС-07-2012

Москва

НТЦ «Промышленная безопасность»

2012

ББК 30.

М Методические рекомендации о порядке проведения контроля герметичности технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах Серия 32. Выпуск 7 / Колл. авт. –М.: «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2012. – 87 с.

ISBN 978-5-93586-478-1.

Методические рекомендации о порядке проведения контроля герметичности технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, разработаны НУЦ «КАСКАД» МГУПИ, ФГУП НИИВТ им. С.А. Векшинского, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность». В разработке настоящих Методических рекомендаций принимали участие: П.С. Сумкин, С.Г. Сажин, А.И. Евлампиев, П.Н. Шкатов, Н.Н. Коновалов, В.П. Шевченко, В.П. Новиков, В.С. Антипов.

Методические рекомендации о порядке проведения контроля герметичности технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах, приняты решением Наблюдательного совета Единой системы оценки соответствия в области промышленной, экологической безопасности, безопасности в энергетике и строительстве от 05.04.2012 № 48-БНС

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения
2. Организация контроля
3. Квалификация персонала
4. Классификация и выбор систем контроля герметичности
5. Средства контроля
6. Газовые методы контроля герметичности
 - 6.1. Требования по подготовке поверхности объектов контроля, подлежащих контролю герметичности газовыми методами
 - 6.2. Масс-спектрометрический метод
 - 6.2.1. Пороговая чувствительность гелиевых течеискателей и способов контроля герметичности с их применением
 - 6.2.2. Способ вакуумной (гелиевой) камеры
 - 6.2.3. Способ опрессовки гелием замкнутых оболочек
 - 6.2.4. Способ термовакуумных испытаний
 - 6.2.5. Способ гелиевого щупа с применением масс-спектрометрических течеискателей
 - 6.2.6. Способ обдува гелием
 - 6.3. Галогенный метод контроля герметичности
 - 6.3.1. Способ галогенного атмосферного щупа
 - 6.3.2. Способ обдува с применением вакуумного преобразователя
 - 6.4. Звуко-резонансный и катарометрический методы контроля герметичности. Способ атмосферного щупа
 - 6.5. Контроль герметичности пузырьковым методом
 - 6.5.1. Пневматический способ надувом пробного газа (способ обмыливания)
 - 6.5.2. Способ опрессовки с погружением в жидкость (аквариумный способ)
 - 6.5.3. Вакуумный пузырьковый способ
 - 6.6. Манометрический метод контроля герметичности (способ контроля по падению давления)
 - 6.7. Акустический метод контроля герметичности
 - 6.8. Метод контроля герметичности с применением сенсорных течеискательных элементов
7. Жидкостные методы контроля герметичности
 - 7.1. Требования по подготовке поверхности конструкций и их узлов, подлежащих контролю жидкостными методами
 - 7.2. Яркостный метод контроля герметичности
 - 7.2.1. Способ опрессовки
 - 7.2.2. Яркостный и цветной капиллярные способы (метод керосиновой пробы)
 - 7.3. Люминесцентный метод контроля герметичности
 - 7.3.1. Люминесцентно-гидравлический способ
 - 7.3.2. Люминесцентно-гидравлический способ с индикаторным покрытием
 - 7.3.3. Люминесцентный капиллярный способ
8. Оценка результатов контроля герметичности
9. Оформление результатов контроля герметичности
10. Требования безопасности
 - 10.1. Требования безопасности при проведении контроля герметичности
 - 10.2. Требования безопасности при эксплуатации гелиевых, галогенных течеискателей и люминесцентной аппаратуры
 - 10.3. Требования безопасности при работе с баллонами, находящимися под давлением
 - 10.4. Требования безопасности при обращении с сосудами Дьюара и использовании жидкого азота
 - 10.5. Требования безопасности при работе с механическими вакуумными насосами
 - 10.6. Требования безопасности при проведении пневматических испытаний
 - 10.7. Требования безопасности при контроле гидравлическими способами и способом опрессовки
 - 10.8. Требования безопасности при контроле капиллярным способом
- Приложение № 1. Термины и их определения
- Приложение № 2. Перечень нормативных технических и методических документов, ссылки на которые приведены в настоящих методических рекомендациях
- Приложение № 3. Методы контроля герметичности
- Приложение № 4. Формулы пересчета величин течей
- Приложение № 5. Соотношения различных единиц измерения потока газа. Соотношения между единицами измерения давления
- Приложение № 6. Классы герметичности и пороговые чувствительности способов (методов) контроля герметичности
- Приложение № 7. Требования, предъявляемые к объекту контроля при подготовке и проведении контроля герметичности
- Приложение № 8. Перечень основного оборудования, приборов и приспособлений, применяемых при контроле герметичности
- Приложение № 9. Перечень материалов, применяемых при контроле герметичности

Приложение № 10. Перевод относительной влажности в абсолютную в зависимости от температуры воздуха при нормальном атмосферном давлении. Точки росы

Приложение № 11. Методика определения пороговой чувствительности гелиевых течеискателей

Приложение № 12. Методика определения пороговой чувствительности способов контроля гелиевыми течеискателями

Приложение № 13. Оценка суммарного потока гелия

Приложение № 14. Конструкция калиброванной контрольной течи «КТ-1»

Приложение № 15. Зависимость давления насыщенных паров «фреона-12» и «фреона-22» от температуры. Значения коэффициентов динамических вязкостей и молекулярные массы пробных газов

1.10. В зависимости от свойств пробного вещества и принципов его индикации контроль герметичности проводится газовыми или жидкостными методами, каждый из которых включает в себя ряд методов и способов, различающихся технологией реализации данного принципа индикации пробного вещества. При этом браковочным признаком является либо увеличение суммарного потока пробного вещества через все дефекты в объекте контроля по сравнению с установленным его значением в ПТД, либо увеличение потока пробного вещества через локализованное место течи. Перечень применяемых методов контроля приведен в приложении № 3.

1.11. Количественно течь характеризуется потоком воздуха через нее при нормальных условиях (температура $25 \pm 10^\circ \text{C}$) и перепаде давления “атмосфера-вакуум”. Величина течи, поток через которую определен в условиях, отличных от указанных, пересчитывается по формулам, приведенным в приложении № 4. Соотношения различных единиц измерения потока газа, а также соотношения между единицами измерения давления приведены в приложении № 5.</

6.2.1.4. Порог чувствительности способов вакуумной (гелиевой) камеры и термовакuumного способа (для масс-спектрометрических течеискателей) должен быть не хуже $6,7 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$ ($5 \cdot 10^{-6} \text{ л} \cdot \text{ммк рт.ст./с}$), способов обдува гелием - не хуже $6,7 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$ ($5 \cdot 10^{-5} \text{ л} \cdot \text{ммк рт.ст./с}$).

6.2.1.5. Если пороговая чувствительность способа контроля хуже значений, указанных в п. 6.2.1.4, то ОК (или партия ОК) должен подвергаться повторному контролю.

6.2.1.6. Признаком наличия сквозного дефекта является увеличение показаний анализатора масс-спектрометрического т

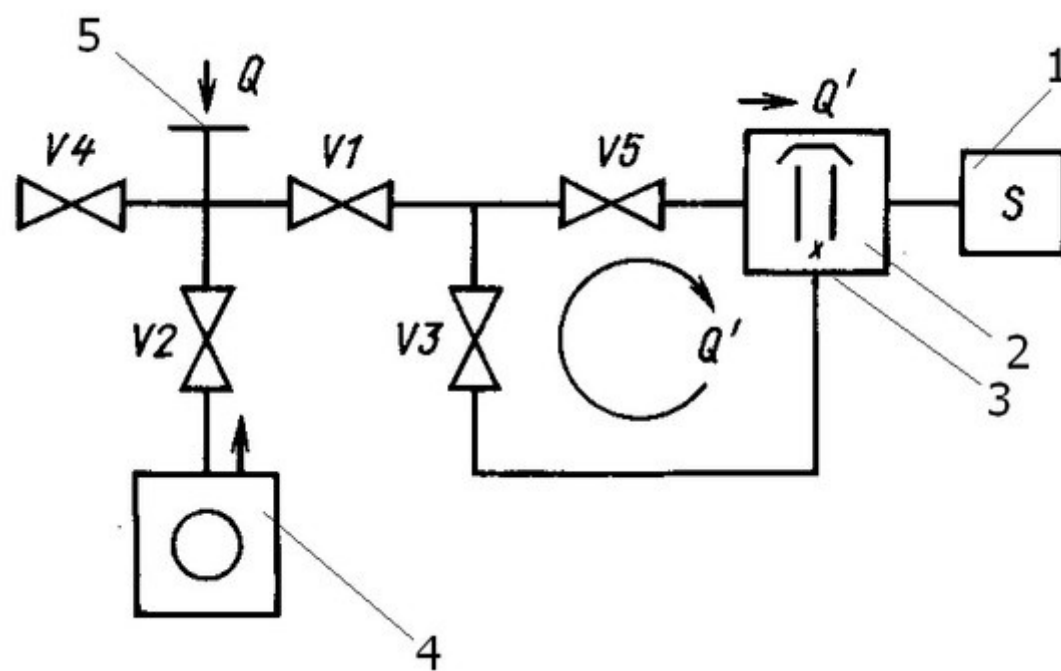


Рис. 3. Вакуумная схема масс-спектрометрического течеискателя, работающего по схеме замкнутого конт

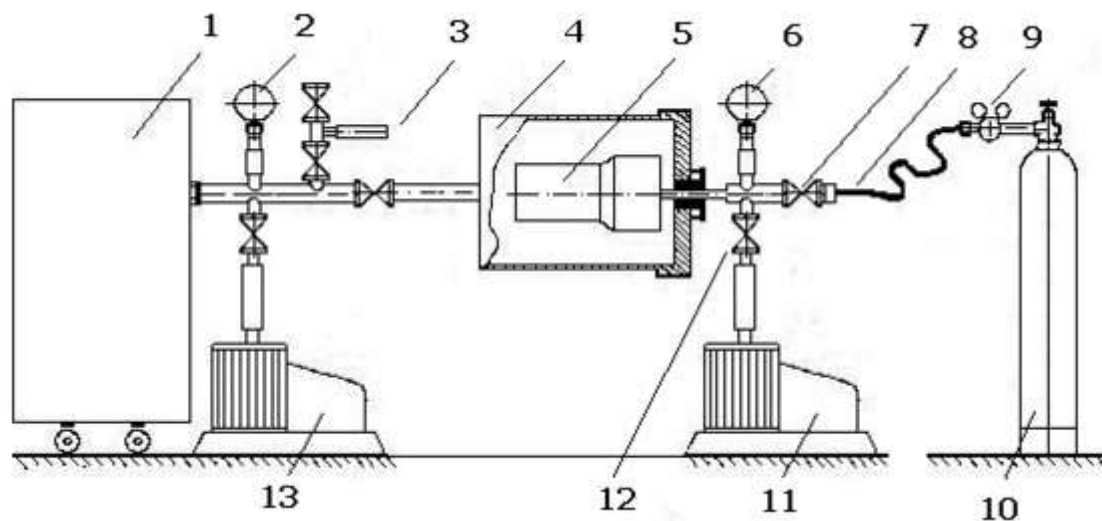


Рис. 4. Схема установки для контроля способом вакуумной камеры:

1 - гелиевый течеискатель; 2 - вакуумметр; 3 - калиброванная течь («Гелит»); 4 - камера; 5 - объект контроля; 6 - мановакуумметр; 7 - вакуумный клапан; 8 - газовый рукав высокого давления

1. Допускается использование генератора ультразвуковых колебаний, который помещается в контролируемый объем (без заполнения пробной средой ОК). Контроль при этом осуществляется перемещением щупа течеискателя (микрофона) по поверхности ОК со скоростью 0,1-0,15 м/с.
2. Допускается нанесение на поверхность ОК вспомогательных жидкостей (растворов поверхностно-активных веществ) для улучшения чувствительности проведения контроля герметичности акустическим методом.
3. Проверку нижнего порога чувствительности при проведении контроля герметичности акустическим методом рекомендуется проводить с использованием аттестованных калиброванных контрольных течей - источников пробного вещества как генераторов ультразвуковых колебаний.

6.8. Метод контроля герметичности с применением сенсорных течеискательных элементов

6.8.1. При контроле герметичности с применением сенсорных течеискательных элементов ОК, предварительно отвакуумированный, напол

				Опрессовка замкнутых оболочек	Определение герметичности ОК. Для замыкающего сварного шва ОК, которые могут быть помещены в камеру для опрессовки гелием.
				Термовакuumный	Определение герметичности ОК. Для ОК, в которых можно создать вакуум не выше 0,1 Па (10 -3 мм рт.ст.) и которые можно поместить в вакуумную камеру для нагрева до 380-400 °С.
				Щупа	Определение мест расположения дефектов. Для сварных швов трубных систем и других типов ОК, в которых можно создать избыточное давление гелия.
				Обдувом пробным газом	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, в которых можно

	безопасности проведения контроля	настроенный на индикацию шума (свиста) выходящего из течи пробного газа			
Оптический	Газы (пары), с отличной от воздуха оптической спектральной характеристикой	Оптический анализатор спектра (или их система)	То же	Щупа	То же
Галогенный	Галогензамещенные углеводороды –фреон-12 (CF ₂ Cl ₂), фреон-13 (CF ₃ Cl), фреон-22 (CHF ₂ Cl), и т.д. (разрешенные к применению в качестве пробных газов), элегаз (SF ₆)	Анализатор (детектор) галогенного течеискателя	То же	Щупа	То же
				На	

	Воздух, азот, аргон, и др.	Мыльная пена, ППС	Образование пузырей	Пневматический надувом пробного газа (обмыливания)	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, в которых можно создать избыточное давление газа и контролируемые места покрыть пенообразующим составом.
	Воздух, азот, аргон и др.	Вода, спирт	Образование пузырей	Способ опрессовки с погружением в жидкость (аквариумный)	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, которые можно заполнить газом под избыточным давлением и погрузить в ванну с жидкостью
	Вакуум, воздух	Мыльная пена, ППС	Образование пузырей	Пузырьковый вакуумный	Определение мест расположения дефектов.
Манометрический	Все газы, удовлетворяющие требованиям ПТД и условиям безопасности проведения контроля	Измеритель давления</			

					можно создать избыточное давление жидкости, отсутствуют застойные, непромываемые зоны и контролируемые участки доступны для осмотра в лучах ультрафиолетового света.
	Вода	Индикаторное покрытие, источник ультрафиолетового света, органолептически	Свечение индикаторного покрытия в лучах ультрафиолетового света	Люминесцентно-гидравлический с индикаторным покрытием	То же
	Люминесцентный индикаторный пенетрант	То же	Свечение индикаторного покрытия в лучах ультрафиолетового света	Люминесцентный капиллярный	Определение мест расположения дефектов. Для ОК, поверхность которых доступна с наружной и внутренней стороны, а контролируемые участки доступны для осмотра в лучах ультрафиолетового света.
Химический</					

Для течей $\geq 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$ (вязкостный режим течения)

$$Q_{\text{в}} = B_{\text{в}} \frac{\eta_{\text{в}}}{\eta} \frac{p_2^2 - p_1^2}{p_{\text{а}}^2}, \quad (4.1.)$$

Для течей $\leq 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$ (молекулярный режим течения)

$$Q_{\text{м}} = B_{\text{м}} \sqrt{\frac{M_{\text{в}}}{M}} \frac{p_2 - p_1}{p_{\text{а}}}, \quad (4.2.)$$

где

<

Приложение № 6
Обязательное

КЛАССЫ ГЕРМЕТИЧНОСТИ И ПОРОГОВЫЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СПОСОБОВ (МЕТОДОВ) КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Класс герметичности	Пороговая чувствительность, способов (методов) контроля, м³, Па/с	Метод контроля	Способ контроля	Пробное вещество
I	Менее $6,7 \cdot 10^{-11}$ до $6,7 \cdot 10^{-10}$	Масс-спектрометрический (1)	Накопление в вакууме (2)	Гелий
			Термов	

- 22. Переходные трубки для соединения резиновых шлангов различного диаметра.
- 23. Пистолеты для обдувки, укомплектованные сменными наконечниками.
- 24. Вакуумные камеры для контроля течеисканием кольцевых сварных соединений трубопроводов и других изделий методом гелиевой (вакуумной) камеры.
- 25. Вакуумные камеры-присоски.
- 26. Щупы-улавливатели.
- 27. Ловушки для заливки жидкого азота.
- 28. Сосуды Дьюара.
- 29. Нагревательные приборы: электропечь, индуктор и т.д.
- 30. Стенды для гидравлических испытаний.
- 31. Стенды для пневматических испытаний.
- 32. Бронезащитные устройства.
- 33. Предохранительные устройства, исключаяющие превышение давления в ОК в системах подачи.
- 34. Лупы 5 - 7-кратного увеличения.
- 35. Кисти флейцевые.
- 36. Кисти малярные.
- 37. Сетки проволочные-тканые.
- 38. Слесарный инструмент (гаечные ключ

22	Мыло хозяйственное твердое	ГОСТ 30266-95
23	Вакуумная резина	ТУ 38-105116-81
24	Шнур	ТУ 38-105108-76
25	Краситель жирорастворимый темно-красный 5С	ТУ 6-1 4-922-80 по I категории качества
26	Краситель жирорастворимый темно-красный Ж	ТУ 6-14-37-80
27	Ткани хлопчатобумажные бязевой группы	ГОСТ 29298-92
28	Перчатки резиновые хирургические	ГОСТ 3-88
29	Элегаз повышенной чистоты	ТУ 6-02-1249
30	Азот газообразной и жидкий	ГОСТ

			Точное значение	Округленное значение		
Гелий	He	6,65	4.003	4	0,218	198,6
Аргон	Ar	66,3	39,94	40	0,367	221,6
Водород	H ₂	32,5	2,056	2	0,275	89,2
Фреон-12	CF ₂ Ch	200,8	120,920	121	0,174	122,0
Фреон-22	CHF ₂ Cl	143,6	86,470	86	0,106	126,8
Углек						

Пропан	C_3H_8	0,624
Пропиловый спирт	C_3H_7OH	0,472
Диоксил углерода	CO_2	0,605
Оксид углерода	CO	0,960
Хлор	Cl_2	0,322

СКОРОСТЬ ЗВУКА В НЕКОТОРЫХ ГАЗАХ И ПАРАХ ПРИ ДАВЛЕНИИ 98,1 КПА

Газ	t, (°C)	Vзв, (м/с)
Воздух	0	331,45
Водород	0	

(К заключению прикладывается дефектограмма с указанием расположения и размеров проконтролированных участков и дефектов)

Уровень квалификации, N удостоверения специалиста, срок действия удостоверения:

Контроль проводил: _____
(подпись) (фамилия и инициалы специалиста)

Руководитель лаборатории неразрушающего контроля _____
(подпись) (фамилия и инициалы)