

Жежера Николай Илларионович

**ВЫБОР ОБЪЕМА ЭТАЛОННОЙ ЕМКОСТИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ИЗДЕЛИЙ НА
ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ГАЗОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТРУБКИ**

Установлены аналитические выражения для определения относительной погрешности измерения утечек газа из изделия при испытаниях его на герметичность газом с использованием горизонтальной трубки, выбора объема эталонной емкости по объему изделия и требуемой относительной погрешности измерения утечек газа из изделия.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/10/22.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2012. № 10 (65). С. 76-79. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/10/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

9. Пат. 2234069 Российская Федерация, МПК G01 М 3/26. Устройство контроля герметичности изделий / Н. И. Жежера, А. И. Сердюк, Е. С. Куленко, А. В. Ведехин (РФ); заявитель и патентообладатель Оренбург. гос. ун-т. № 2002129271/28; заявл. 01.12.02; опубл. 10.08.04. Бюлл. № 22. 10 с.
10. Пат. 2296311 Российская Федерация, МПК G01 М 3/26. Устройство контроля герметичности изделий / Н. И. Жежера, Д. Р. Абубакиров (РФ); заявитель и патентообладатель Оренбург. гос. ун-т. № 2005134093/28; заявл. 03.11.2005; опубл. 27.03.2007. Бюлл. № 9. 8 с.

УДК 681.5:620.165.29.008.6

Технические науки

Установлены аналитические выражения для определения относительной погрешности измерения утечек газа из изделия при испытаниях его на герметичность газом с использованием горизонтальной трубки, выбора объема эталонной емкости по объему изделия и требуемой относительной погрешности измерения утечек газа из изделия.

Ключевые слова и фразы: герметичность; испытания; изделие; жидкостный поршень; горизонтальная трубка; относительная погрешность; объем эталонной емкости.

Николай Илларионович Жежера, д.т.н., профессор

Кафедра систем автоматизации производства

Оренбургский государственный университет

nik-gegera@rambler.ru

ВЫБОР ОБЪЕМА ЭТАЛОННОЙ ЕМКОСТИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ИЗДЕЛИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ГАЗОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТРУБКИ[©]

В работах [7; 11] рассматривается метод испытаний изделий на герметичность газом с использованием горизонтальной трубки. Схема устройства для испытаний изделий на герметичность газом с использованием горизонтальной трубки приведена на Рисунке 1. Устройство содержит источник контрольного газа 1, эталонную емкость 3, испытываемое на герметичность изделие 4, горизонтальную трубку 8 с жидкостным поршнем 9, вентили 2, 5, 6, 7 и 10, емкостный измерительный преобразователь 11, дроссели 12 и 14, вторичный показывающий прибор 13. Перед подключением изделия 4 к устройству испытаний выбирают необходимый объем эталонной емкости, заданную чувствительность контроля герметичности изделий с горизонтальной трубкой [6, с. 55], а все вентили и дроссели переводятся в закрытое положение.

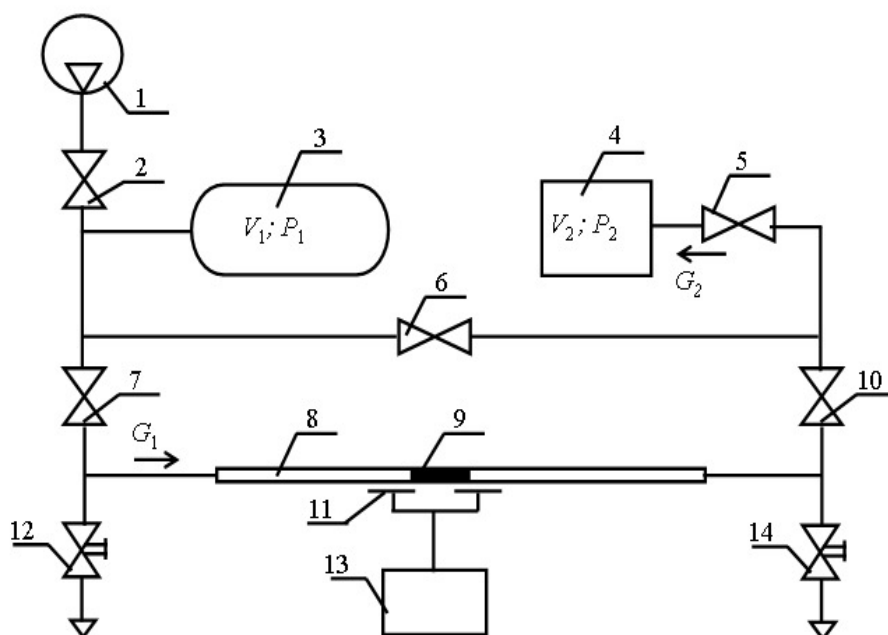


Рис. 1. Схема устройства испытаний изделий на герметичность газом с использованием горизонтальной трубки

После подключения изделия к устройству испытаний на герметичность заполняют его газом до заданного давления, для чего открывают вентили 2, 6 и 5. Закрывают вентиль 2 и открывают вентили 7 и 10, через которые подается газ к горизонтальной трубке 8. С помощью дросселей 12 и 14 устанавливают жидкостный поршень 9 в горизонтальной трубке 8 в начальное положение. Закрывают вентиль 6 и берут первый отсчет по прибору 13. Испытывают изделие 4 в течение установленного времени и берут второй отсчет по прибору. По разности показаний показывающего прибора 13 делают заключение о герметичности изделия 4. Закончив испытания изделия на герметичность, вентили 7, 10 и 5 закрывают и изделие 4 отключают от устройства испытаний.

Однако в технической и нормативной литературе отсутствуют данные о влиянии объема эталонной емкости на погрешность испытаний изделий на герметичность с использованием горизонтальной трубки. Известна методика выбора объема эталонной емкости для устройств контроля герметичности изделий с использованием пузырьковой камеры [1, с. 56; 2, с. 64; 8, с. 53]. При испытаниях изделий на герметичность с использованием горизонтальной трубки в настоящее время на предприятиях объем эталонной емкости принимается равным объему изделия, испытываемого на герметичность.

Допустим, что изделие 4 имеет микрощель, через которую при испытаниях изделия на герметичность выйдет некоторый объем газа в атмосферу. Для измерения количества газа, выходящего из изделия, подключим к изделию вспомогательную горизонтальную трубку 16 (Рисунок 2) через вентиль 14. В некоторых опытах для повышения точности отсчетов положения жидкостного поршня горизонтальной трубке сообщается вибрация [4, с. 39; 5, с. 49].

Горизонтальная трубка 16 снабжена емкостным измерительным преобразователем 18 перемещения жидкостного поршня 17 и вторичным измерительным прибором 19 [3, с. 35; 9, с. 56].

Таким образом, на Рисунке 2 приведена схема устройства для измерения количества газа, поступающего из эталонной емкости 3 в изделие 4 через горизонтальную трубку 8 и выходящего из изделия 4 через горизонтальную трубку 16 и вентиль 20 в атмосферу.

Через вспомогательную горизонтальную трубку 16, присоединенную к изделию 4, в процессе испытаний проходит объем газа [10, с. 47], равный $V_{факт}$ – фактический объем газа, выходящего из изделия в атмосферу за принятый промежуток времени. Через основную горизонтальную трубку 8 за этот же промежуток времени проходит объем газа $V_{измер}$ – измеренный объем газа, проходящего через основную горизонтальную трубку 8 из эталонной емкости 3 в изделие 4.

Принимая, что геометрические размеры основной и вспомогательной горизонтальных трубок одинаковы, можно записать соотношение

$$\frac{V_p}{V_{измер}} = \frac{(V_p + V_u)}{V_{факт}}, \quad (1)$$

где V_p – объем эталонной емкости, м³; V_u – объем испытываемого на герметичность изделия, м³.

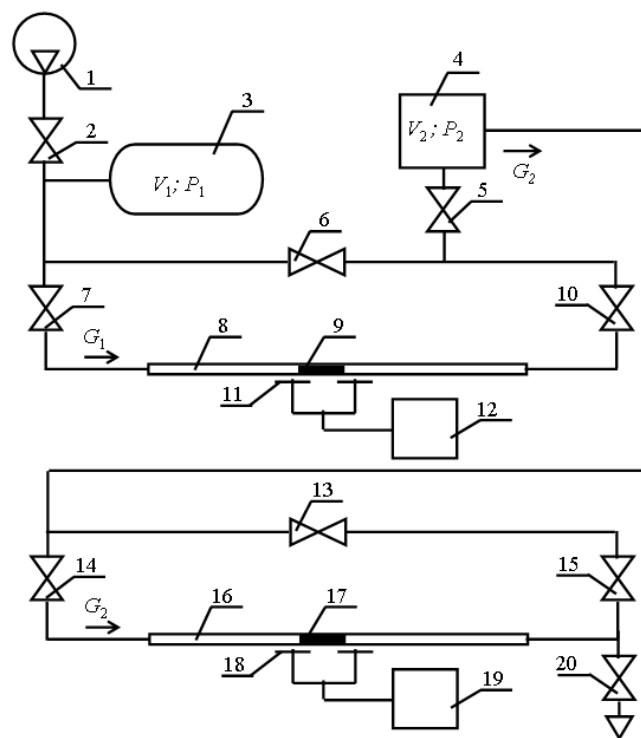


Рис. 2. Схема устройства для измерения количества газа, выходящего из эталонной емкости в изделие и из изделия в атмосферу

Из соотношения (1) получим

$$V_{\text{факт}} = V_{\text{измер}} \cdot \frac{V_p + V_u}{V_p} \text{ и } V_{\text{измер}} = V_{\text{факт}} \cdot \frac{V_p}{V_p + V_u} \quad (2)$$

Абсолютная погрешность Δx измерения объема газа основной горизонтальной трубкой по отношению к объему, измеренному вспомогательной горизонтальной трубкой, составляет: $\Delta x = V_{\text{факт}} - V_{\text{измер}}$, а относительная погрешность β , %

$$\beta = \frac{V_{\text{факт}} - V_{\text{измер}}}{V_{\text{факт}}} \cdot 100 = \left(\frac{V_{\text{измер}} \cdot \frac{V_p + V_u}{V_p} - V_{\text{измер}}}{V_{\text{измер}} \cdot \frac{V_p + V_u}{V_p}} \right) \cdot 100 =$$

$$= \left(\frac{\frac{V_p + V_u}{V_p} - 1}{\frac{V_p + V_u}{V_p}} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{1}{1 + V_u/V_p} \right) \cdot 100 = \left(\frac{1}{1 + V_p/V_u} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

$$\text{Из формулы (3) получим } V_p = V_u \cdot \left(\frac{100}{\beta} - 1 \right) \quad (4)$$

Соотношение (4) позволяет выбирать необходимый объем эталонной емкости V_p в зависимости от объема изделия V_u , испытываемого на герметичность, и требуемой относительной погрешности β измерения утечек газа из этого изделия.

При испытаниях изделий на герметичность на производстве, как отмечалось выше, принимают, что объем эталонной емкости должен быть равным объему изделия, испытываемого на герметичность, то есть $V_p = V_u$. В этом случае по формуле (4) определяем, что относительная погрешность испытаний изделий на герметичность составляет $\beta = 50$ %. Такое значение относительной погрешности при испытаниях изделий на герметичность с использованием горизонтальной трубки не соответствует требованиям действующих стандартов к испытаниям изделий на герметичность.

Большое значение относительной погрешности зависит не от горизонтальной трубки, которая характеризуется высокой точностью измерений (с точностью до одного деления на горизонтальной трубке), а от метода испытаний изделий на герметичность с использованием эталонной емкости и выбранного объема эталонной емкости по отношению к объему изделия.

При испытаниях изделия, например, объемом, равным 10 дм^3 , на герметичность с использованием горизонтальной трубки и при заданной относительной погрешности $\beta = 2,5$ %, согласно формуле (4), необходимо выбирать эталонную емкость объемом $0,39 \text{ м}^3$.

Для подтверждения теоретических положений проведены экспериментальные исследования. В Таблице 1 приведены теоретические значения, вычисленные по формуле (3), и экспериментальные значения относительной погрешности измерения утечек газа из изделия, испытываемого на герметичность с использованием горизонтальной трубки, для различных отношений объемов изделия и эталонной емкости V_u/V_p . Расхождения между теоретическими и экспериментальными значениями относительной погрешности не превышают ± 4 %.

Табл. 1. Значения относительной погрешности измерения утечек газа из изделия, испытываемого на герметичность с использованием горизонтальной трубки

Отношение V_u/V_p		0,010	0,015	0,020	0,050	0,075	0,100
Относительная погрешность β , %	Теоретическая	0,99	1,48	1,96	4,76	6,98	9,09
	Экспериментальная	1,05	1,52	2,11	4,92	7,06	9,23

Таким образом, установлены аналитические выражения для определения относительной погрешности измерения утечек газа из изделия при испытаниях его на герметичность газом с использованием горизонтальной трубки, выбора объема эталонной емкости по объему изделия и требуемой относительной погрешности измерения утечек газа из изделия.

Список литературы

1. Жежера Н. И. Влияние диаметра барботажной трубки и типа жидкости на размеры пузырьков газа в пузырьковой камере систем испытаний изделий на герметичность // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 6. С. 56-60.

2. Жежера Н. И. Выбор объема эталонной емкости при испытаниях изделий на герметичность газом с использованием пузырьковой камеры // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 5. С. 64-68.
3. Жежера Н. И. Дифференциальное уравнение движения жидкостного поршня в горизонтальной трубке устройств контроля герметичности изделий // Альманах современной науки и образования. 2012. № 7. С. 35-39.
4. Жежера Н. И. Определение необходимой частоты продольной вибрации барботажной трубки устройств контроля герметичности изделий с использованием пузырьковой камеры // Альманах современной науки и образования. 2012. № 7. С. 39-44.
5. Жежера Н. И. Определение необходимой частоты продольной вибрации горизонтальной трубки устройств контроля герметичности изделий // Альманах современной науки и образования. 2012. № 6. С. 49-54.
6. Жежера Н. И. Оценка динамической чувствительности контроля герметичности изделий с горизонтальной трубкой при изменении параметров устройства // Альманах современной науки и образования. 2012. № 6. С. 55-58.
7. Жежера Н. И. Развитие теории и совершенствование автоматизированных систем испытаний изделий на герметичность: автореф. дисс. ... д.т.н. / Оренбургский государственный университет. Оренбург, 2004.
8. Жежера Н. И. Способ испытания изделий на герметичность жидкостью с использованием пузырьковой камеры // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 7. С. 53-56.
9. Жежера Н. И. Утечки жидкости из вибрируемых изделий, испытываемых на герметичность // Альманах современной науки и образования. 2012. № 5. С. 56-60.
10. Жежера Н. И., Самойлов Н. Г. Теоретические положения к устройству измерения динамической составляющей расхода газа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 4. С. 47-50.
11. Пат. 2234069 Российская Федерация, МПК G01 M 3/26. Устройство контроля герметичности изделий / Н. И. Жежера, А. И. Сердюк, Е. С. Куленко, А. В. Ведехин (РФ); заявитель и патентообладатель Оренбург. гос. ун-т. № 2002129271/28; заявл. 01.12.02; опубл. 10.08.04. Бюлл. № 22. 10 с.

УДК 681.5:620.165.29.008.6

Технические науки

Разработано устройство с горизонтальной трубкой для контроля герметичности изделий при периодических возмущениях давления пробного газа. Повышение точности контроля герметичности достигается за счет уменьшения действия силы поверхностного натяжения жидкости в горизонтальной трубке путем подвода периодических колебаний к жидкостному поршню при определении его положения в трубке в начале и в конце контроля изделия на герметичность.

Ключевые слова и фразы: герметичность; контроль; изделие; жидкостный поршень; периодические изменения давления; горизонтальная трубка; поверхностное натяжение жидкости.

Николай Илларионович Жежера, д.т.н., профессор
Кафедра систем автоматизации производства
Оренбургский государственный университет
nik-gegera@rambler.ru

КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ УСТРОЙСТВОМ С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ТРУБКОЙ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЯХ ДАВЛЕНИЯ ПРОБНОГО ГАЗА[©]

Известны различные конструктивные схемы устройств контроля герметичности изделий жидкостью или газом с использованием пузырьковой камеры или горизонтальной трубки [1, с. 56; 8]. Однако эти устройства имеют недостаточную точность контроля герметичности изделий из-за действия капиллярных сил между жидкостным поршнем (каплей жидкости) и стенками горизонтальной трубки [5, с. 49; 6, с. 55]. Повышение точности контроля герметичности изделий устройствами с пузырьковой камерой или горизонтальной трубкой достигается путем сообщения изделию, барботажной трубке пузырьковой камеры или горизонтальной трубке вибрации [4, с. 39; 7, с. 44]. Эти устройства имеют недостаточную надежность из-за возможного растекания жидкостного поршня (капли жидкости) в горизонтальной трубке при отклонении частоты вибрации трубки от установленного значения [10, с. 56].

Разработано устройство с горизонтальной трубкой для контроля герметичности изделий при периодических возмущениях давления пробного газа [8; 12]. Устройство (Рисунок 1) содержит следующие основные элементы. Эталонную емкость 1 и соединенный с ней через вентиль 2 источник давления газа 3. Магистраль, состоящую из двух участков 4 и 5, соединенную с эталонной емкостью 1 и изделием 6 через вентиль 7 гибкими трубопроводами 8 и 9. Герметичный сосуд 10, частично заполненный жидкостью, например, ртутью. В нее на одинаковую глубину погружены открытые торцы двух трубок 11 и 12, жестко соединенных с обращенными друг к другу концами участков 4 и 5 магистрали и с сосудом 10. Узел поворота, выполненный в виде шарнира 13, на который опирается конец участка 4 магистрали, и неподвижной опоры 14, на которую опирается конец участка 5 магистрали. В трубке 12 выполнено отверстие 15, соединяющее ее полость с воздушной полостью сосуда 10. Узел поворота поворачивается на угол, значение которого выбирается из условия сообщения открытых торцов трубок 11 и 12 с воздушной полостью сосуда 10. Горизонтальная трубка 16 с жидкостным поршнем 17 одной полостью соединена с участком 4 магистрали со стороны эталонной