

Жежера Николай Илларионович

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

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.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/10/23.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. 79-82. 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

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

емкости, а другим - с участком 5 магистрали. Датчики положения 18 с вторичным прибором 19 измеряют положение жидкостного поршня 17. К магистрали 4, соединенной с эталонной емкостью 1 и горизонтальной трубкой 16 с жидкостным поршнем 17, подключен возбудитель периодических колебаний давления газа 20, вызывающих возвратно-поступательные перемещения жидкостного поршня 17 горизонтальной трубки 16.

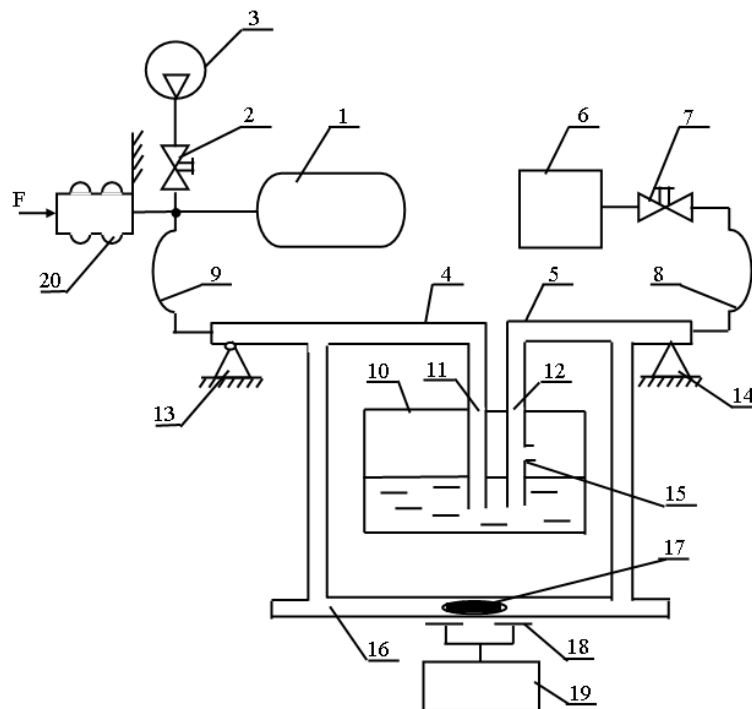


Рис. 1. Схема устройства с горизонтальной трубкой для контроля герметичности изделий при периодических возмущениях давления пробного газа

Контроль герметичности изделий устройством с горизонтальной трубкой при периодических возмущениях давления пробного газа проводится в следующей последовательности.

Выбирают объем эталонной емкости [2, с. 64; 9, с. 53] с учетом объема изделия, контролируемого на герметичность. Герметичную емкость 10, частично заполненную жидкостью, две трубки 5 и 4, горизонтальную трубку 16 с жидкостным поршнем 17 наклоняют путем поворота вокруг шарнира 13 на угол, при котором нижние торцы трубок 11 и 12 полностью выходят из жидкости, находящейся в сосуде 10.

Подсоединяют к магистрали эталонную емкость 1 и изделие 6 с помощью гибких трубопроводов 8 и 9. Открывают вентили 2 и 7 и заполняют устройство контрольным газом от источника 3 до необходимого давления.

Прекращают подвод контрольного газа путем перекрытия вентиля 2 и устанавливают сосуд 10 с горизонтальной трубкой 16 в горизонтальное положение на опору 14. При этом открытые нижние торцы трубок 11 и 12 погружаются в жидкость и рассоединяют эталонную емкость 1 от изделия 6.

Во время погружения трубок 11 и 12 в жидкость из них вытесняются равные объемы контрольного газа, в результате чего давления в эталонной емкости 1 и изделии 6 остаются равными. Включают в работу возбудитель периодических колебаний давления газа 20 с устройством динамического измерения расхода газа [11, с. 47], создавая возвратно-поступательные движения жидкостного поршня 17 горизонтальной трубки 16, и берут отсчет по показывающему прибору 19.

Этот отсчет берут по крайнему левому или крайнему правому положению стрелки показывающего прибора или по вычисленному среднему значению крайних правых и крайних левых положений показаний прибора.

Испытывают изделие на герметичность в течение заданного промежутка времени и берут второй отсчет по показывающему прибору 19 о положении жидкостного поршня 17 при воздействии возбудителя периодических колебаний давления. О негерметичности изделия 6 судят по перемещению жидкостного поршня 17 в горизонтальной трубке 16 за время испытаний. Перемещение жидкостного поршня 17 измеряют датчиками положения 18 с показывающим прибором 19.

Отверстие 15 в нижней части трубки 5 предназначено для аварийного выравнивания давлений между эталонной емкостью 1 и изделием 6, когда сосуд 10 не наклонен при выполнении подготовительной операции перед контролем изделия 6 на герметичность.

Разработанное устройство по сравнению с известными устройствами позволяет повысить точность контроля герметичности изделия за счет уменьшения влияния сил поверхностного натяжения жидкости капли в трубке - жидкостного поршня горизонтальной трубки путем сообщения жидкостному поршню вынужденных возвратно-поступательных перемещений.

Горизонтальная трубка с жидкостным поршнем обычно представляет собой трубку (стеклянную, пластмассовую), внутри которой расположен небольшой объем жидкости - капля жидкости.

На жидкостный поршень в горизонтальной трубке действует поверхностное натяжение σ , Н/м, на границе жидкой и газообразной сред и создается капиллярное давление P_K , Па. Это давление определяется по формуле Лапласа [13]:

$$P_K = 4\sigma/d_m,$$

где d_m – диаметр трубки (капилляра).

Перемещению жидкостного поршня противодействует сила F_K , Н, которая равна площади сечения трубки ($\pi d_m^2/4$), м², умноженной на капиллярное давление P_K , Па, то есть [3, с. 35]:

$$F_K = \frac{\pi d_m^2}{4} \cdot P_K = \frac{\pi d_m^2}{4} \cdot \frac{4\sigma}{d_m} = \pi d_m \sigma \quad (1)$$

По физической сущности перемещение жидкостного поршня в трубке аналогично эффекту сухого трения между двумя телами, контактирующими между собою, одно из которых перемещается относительно другого.

Чтобы жидкостный поршень в трубке начал движение, необходимо к нему приложить силу F_D , большую, чем сила F_K , то есть $F_D > F_K$. Без учета возбуждаемых колебаний давления в эталонной емкости сила F_D , Н, равна площади сечения трубки, умноженной на разность давлений, приложенную к жидкостному поршню со стороны эталонной емкости P_1 и со стороны изделия P_2 :

$$F_D = \frac{\pi d_m^2}{4} \cdot (P_1 - P_2) \quad (2)$$

При периодических возбуждениях давления газа P_1 в эталонной емкости 1 от возбудителя 20 периодически изменяется P_1 на значение $\pm \Delta P_1$, то есть, в пределах от $(P_1 - \Delta P_1)$ до $(P_1 + \Delta P_1)$.

Это значение изменения давления ΔP_1 , умноженное на площадь сечения горизонтальной трубки ($\pi d_m^2/4$), создает дополнительную силу ΔF_D , приложенную к жидкостному поршню горизонтальной трубки, для возвратно-поступательного перемещения жидкостного поршня. Формула (2) в этом случае принимает вид [8]:

$$F_D \pm \Delta F_D = \frac{\pi d_m^2}{4} \cdot [(P_1 \pm \Delta P_1) - P_2]$$

$$\text{Сила } \pm \Delta F_D = \pm \frac{\pi d_m^2}{4} \cdot \Delta P_1 \quad (3)$$

по абсолютному значению должна быть больше силы, создаваемой за счет поверхностного натяжения жидкости в горизонтальной трубке с жидкостным поршнем, то есть:

$$|\Delta F_D| > F_K \quad (4)$$

Из выражения (4) с учетом формул (1) и (3) получим, что

$$|\Delta P_1| > P_K \quad (5)$$

Из выражения (5) следует: чтобы жидкостный поршень в горизонтальной трубке совершил движение в одну или другую сторону, необходимо к нему подвести от возбудителя колебаний давление, которое по отношению к давлению в изделии создает разность давлений ΔP_1 , большую, чем давление P_K , действующее на жидкостный поршень от сил поверхностного натяжения жидкости в трубке.

Чтобы сделать заключение о герметичности изделия берут вначале и в конце испытаний два отсчета по крайним правым или крайним левым положениям перемещающегося возвратно-поступательно жидкостного поршня в горизонтальной трубке.

То есть, если изделие 6 не герметично и имеются утечки газа из него в атмосферу, тогда контрольное давление P_2 в изделии несколько уменьшается по сравнению с контрольным давлением в эталонной емкости P_1 , которое остается неизменным и эта разность давлений $(P_1 - P_2)$, в соответствии с формулой (2), создает силу F_D для перемещения жидкостного поршня в горизонтальной трубке от утечек газа из изделия.

Таким образом, 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.

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. Потери давления на формирование пузырьков сжатого воздуха на срезе барботажной трубки при испытаниях изделий на герметичность пузырьковым камерным способом // Альманах современной науки и образования. 2012. № 7. С. 44-48.
8. Жежера Н. И. Развитие теории и совершенствование автоматизированных систем испытаний изделий на герметичность: автореф. дис. ... д.т.н. / Оренбургский государственный университет. Оренбург, 2004.
9. Жежера Н. И. Способ испытания изделий на герметичность жидкостью с использованием пузырьковой камеры // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 7. С. 53-56.
10. Жежера Н. И. Утечки жидкости из вибрируемых изделий, испытываемых на герметичность // Альманах современной науки и образования. 2012. № 5. С. 56-60.
11. 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.
12. 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.
13. Физический энциклопедический словарь / под ред. А. М. Прохорова. М.: Советская энциклопедия, 1983. 928 с.

УДК 528

Науки о земле

Статья посвящена использованию современных технических и программных средств при решении вопросов автоматизации мониторинга покрытия автодорог для выявления необходимости и стоимости их ремонта. Основное внимание в статье уделяется вопросам наибольшей автоматизации этого процесса во время производства полевых работ для оптимизации необходимых аппаратных ресурсов хранилищ информации и экономии времени при выдаче результатов заказчику. В результате применения данной технологии процесс мониторинга сокращается в пять раз по сравнению с традиционным.

Ключевые слова и фразы: автоматизированный мониторинг; лазерное сканирование; мониторинг автострад; проверка состояния покрытия.

Кирилл Юрьевич Жигалов, к.т.н.

Лаборатория 22

Институт проблем управления

Российская академия наук

kshakalov@mail.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МОНИТОРИНГА ПОКРЫТИЯ АВТОСТРАД В ПРОЦЕССЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ[©]

В России достаточно обширная сеть автомобильных дорог и автострад. Автодороги, по сути, – основные артерии грузоперевозок страны, и строится их все больше и больше. В связи с такой, достаточно важной во всех аспектах жизни нашей страны, нагрузкой на дороги, процесс поддержания покрытия в надлежащем состоянии является архиважным. Ремонтные работы на участках с поврежденным покрытием необходимо проводить в кратчайшие сроки.

В настоящее время для решения задач мониторинга покрытия автодорог используются, в основном, такие приборы как:

- рулетка;
- фотоаппарат.

Деформации покрытия отмечаются, в поле, на бумажных планах и сориентированы в пространстве в основном на глаз. Собственно и сами деформации отмечаются тоже «не глаз». Кроме того, для проведения любых измерений на дороге, на нее надо попасть физически, на некоторых участках трасс сделать это, без остановки движения, невозможно (например, МКАД). Следует также отметить, что такого рода технологии не позволяют производить работы в дождь и в темное время суток. У каждой ямы или выбоины необходимо останавливаться и производить «ручное» измерение.

Учитывая все вышесказанное, такого рода работы имеют следующие недостатки:

1. Занимают продолжительное время.
2. Ограничены временем суток и погодными условиями.
3. Требуют физического присутствия человека непосредственно в районе повреждения.
4. Носят преимущественно субъективное мнение о характере повреждений и объемах ремонта.

Для устранения вышперечисленных недостатков можно использовать современное оборудование, в частности, лазерный сканирующий комплекс. Для проведения работ комплекс крепится на автомобиль. Соответственно, сам сканер крепится на специальных рейлингах на крыше, вместе с ним крепится и модуль GPS приемника, компьютер оператора ставится внутри автомобиля.