

Жежера Николай Илларионович

ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЖИМАЕМЫХ ЕМКостей, ПРИСОЕДИНЕННЫХ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМУ МАНОМЕТРУ

Установлена аналитическая зависимость для определения коэффициента повышения давления в сжимаемых емкостях и полостях дифференциального манометра при испытаниях изделий на герметичность с использованием сжимаемых емкостей, присоединенных к дифференциальному манометру. Определены условия соотношения изменения объемов сжимаемых емкостей и объемов полостей дифференциального манометра и соединительных трубопроводов.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2012/8/14.html

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

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2012. № 8 (63). С. 47-49. ISSN 1993-5552.

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

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2012/8/

© 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

давления газа и наличия газовой фазы в жидкости, подаваемой в цистерну. Проведены линеаризация дифференциального уравнения, преобразование его к операторному виду и составлена структурная схема с использованием динамических звеньев теории автоматического управления.

Разработанные положения позволяют проводить анализ влияния технологических параметров на переходные процессы в железнодорожной цистерне как объекте управления при проектировании автоматизированных систем испытаний, а также управлять процессами испытаний цистерн на герметичность с использованием микропроцессорных систем автоматического управления.

Список литературы

1. Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика: справочное пособие. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1971. 672 с.
2. Емцев Б. Т. Техническая гидромеханика: учебник для вузов / М-во высш. и средн. образования СССР. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1987. 440 с.
3. Жежера Н. И. Развитие теории и совершенствование автоматизированных систем испытаний изделий на герметичность: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.13.06. Оренбург: ОГУ, 2004. 441 с.
4. Жежера Н. И. Сепарационная установка газ-нефть как объект автоматического управления по давлению газа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 5 (40). С. 58-64.
5. Жежера Н. И. Утечки жидкости из вибрируемых изделий, испытываемых на герметичность // Альманах современной науки и образования. 2012. № 5. С. 56-60.
6. Жежера Н. И., Абубакиров Д. Р. Испытания с вибрацией изделий на герметичность жидкостью устройством с горизонтальной трубкой // Законодательная и прикладная метрология. М., 2007. № 3. С. 82-84.
7. Жежера Н. И., Кравченко В. В. Математическое описание редуцированных установок тепловых электростанций и котельных агрегатов при докритическом течении водяного пара // Вестник Оренбургского государственного университета. Оренбург: ОГУ, 2000. № 2. С. 106-109.
8. Жежера Н. И., Самойлов Н. Г. Теоретические положения к устройству измерения динамической составляющей расхода газа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 4 (39). С. 47-50.
9. Жежера Н. И., Тямкин С. А., Сайденнова Г. А. Математическое описание реактора пиролиза изношенных шин как объекта автоматического управления по давлению газов // Автоматизация и современные технологии. М., 2010. № 12. С. 33-36.
10. Иващенко Н. Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем: учеб. пособие для вузов / Мин-во высш. и средн. спец. образования СССР. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1978. 736 с.
11. Изерман Р. Цифровые системы управления / перевод с английского. М.: Мир, 1984. 541 с.
12. Коган В. Б., Харисов М. А. Оборудование для разделения смесей под вакуумом. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1976. 416 с.
13. Протодяконов И. О., Люблинская И. Е. Гидродинамика и массообмен в системах газ-жидкость. Л.: Наука, 1990. 349 с.
14. Штеренлихт Д. В. Гидравлика. М.: Энергоатомиздат, 1984. 640 с.

УДК 681.5:620.165.29.008.6

Технические науки

Установлена аналитическая зависимость для определения коэффициента повышения давления в сжимаемых емкостях и полостях дифференциального манометра при испытаниях изделий на герметичность с использованием сжимаемых емкостей, присоединенных к дифференциальному манометру. Определены условия соотношения изменения объемов сжимаемых емкостей и объемов полостей дифференциального манометра и соединительных трубопроводов.

Ключевые слова и фразы: контроль; герметичность; контрольный газ; давление; дифференциальный манометр; сжимаемые емкости; коэффициент повышения давления.

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

Кафедра систем автоматизации производства

Оренбургский государственный университет

nik-gegera@rambler.ru

ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЖИМАЕМЫХ ЕМКостей, ПРИСОЕДИНЕННЫХ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМУ МАНОМЕТРУ[©]

Повышение чувствительности устройств испытаний на герметичность изделий по разности давлений достигается путем применения способа испытаний на герметичность с использованием дифференциального манометра (дифманометра) и сжимаемых емкостей [4; 5, с. 56; 6, с. 49]. Одно из устройств, реализующее данный способ, приведено на Рисунке 1 [1].

Устройство содержит эталонную емкость 1 [2, с. 64], изделие 2, дифманометр 3, источник 4 пробного газа, емкости 5 и 6 равного объема, привод 7, опорную пластину 8, ножевидные регулируемые опоры 9-12 и запорные вентили 13-16. Первая емкость 5 соединена с левым входом дифманометра 3 и через вентиль 13 с эталонной емкостью 1.

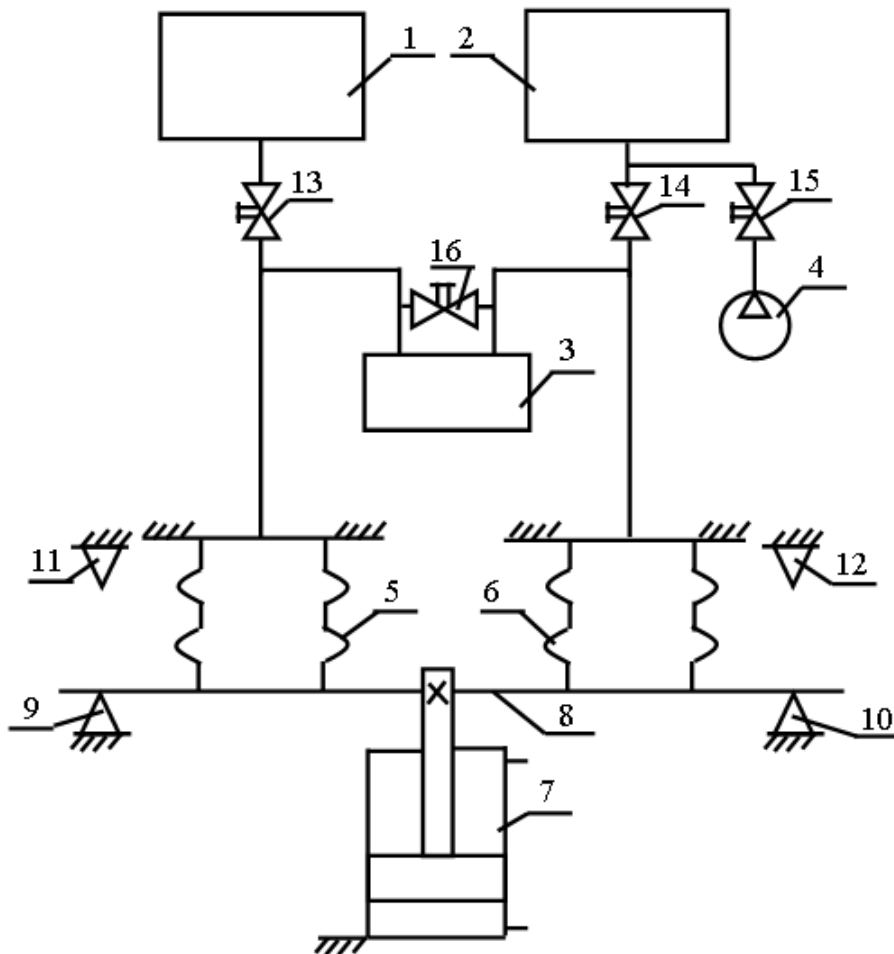


Рис. 1. Схема устройства испытаний на герметичность изделий с использованием сжимаемых емкостей

Вторая емкость 6 соединена со вторым входом дифманометра 3 и через вентили 14 и 15 соответственно с изделием 2 и источником 4 пробного газа. Емкости 5 и 6 выполнены, например, в виде сильфонов [8, с. 47]. Одни торцы сильфонов жестко закреплены к основанию устройства, а другие - к подвижной пластине 8, которая соединена с подвижной частью привода 7.

Пластина 8 в исходном состоянии опирается на ножевидные опоры 9 и 10, а при сжатии сильфонов - на опоры 11 и 12. Геометрические размеры сильфонов выбираются из условия равенства вытесняемых объемов при перемещении опорной пластины 8 с опор 9 и 10 на опоры 11 и 12. Для компенсации погрешностей от неточности геометрических размеров сильфонов [3] ножевидные опоры 9-12 выполнены регулируемые.

После завершения испытаний изделия 2 в течение заданного промежутка времени и отсоединения емкостей 5 и 6 от эталонной емкости 1 и изделия 2 в емкости 5 давление газа составляет P_1 , а в емкости 6 - $(P_1 - \Delta P)$.

На основании того, что существует для изотермического процесса соотношение $PV = \text{const}$ (P - давление газа в изделии, Па; V - объем газа в изделии, м^3), при уменьшении емкостей 5 и 6 в k раз, давления в них возрастут в k раз и измеряемая дифманометром 3 разность давлений также увеличивается в k раз и составит

$$\Delta P_{из} = kP_1 - k(P_1 - \Delta P) = k\Delta P,$$

где $\Delta P_{из}$ - измеряемая дифманометром разность давлений, Па, между эталонной емкостью и изделием, испытываемым на герметичность, после того, как проведено сжатие емкостей 5 и 6 на объем (для каждой емкости), равный ΔV ; ΔP - разность давлений, Па, между эталонной емкостью и изделием до сжатия емкостей 5 и 6 на объем (для каждой емкости), равный ΔV ; k - коэффициент повышения давлений и разности давлений между эталонной емкостью и изделием после сжатия емкостей 5 и 6.

Основными величинами, влияющими на реализацию способа испытаний изделий на герметичность, являются объемы емкостей V_{k1} и V_{k2} , причем $V_{k1} = V_{k2} = V_k$, объемы полостей дифманометра 3 совместно с объемами трубопроводов, соединяющими емкости с дифманометром 3 V_{d1} и V_{d2} , полагая, что $V_{d1} = V_{d2} = V_d$, и коэффициент увеличения давлений и разности давлений k в емкостях 5 и 6 по сравнению с первоначальной разностью давлений и давлениями в эталонной емкости 1 и изделии 2.

Объем каждой из сжимаемых емкостей совместно с объемом трубопроводов, соединяющих емкость с дифманометром, составляет $(V_k + V_o)$, то есть $(V_{k1} + V_{o1})$ и $(V_{k2} + V_{o2})$. После сжатия каждой из емкостей на объем, равный ΔV , объем этих емкостей будет равным $(V_k + V_o) - \Delta V$. Относительное изменение объема емкостей (каждой из двух рассматриваемых по этому способу) составит

$$k = \frac{V_k + V_o}{V_k + V_o - \Delta V}, \quad (1)$$

где κ - коэффициент уменьшения объема емкостей при их сжатии, который является также коэффициентом повышения давления в этих емкостях при их сжатии. Этот вывод вытекает из следующего представления соотношения $PV = \text{const}$

$$(kP) \cdot (V/k) = \text{const}$$

Абсолютное уменьшение объемов сжимаемых емкостей 5 и 6 при относительном увеличении в них давления в κ раз, с учетом объемов полостей дифманометра и соединительных трубопроводов согласно соотношению (1), определяется по формуле [7, с. 82]

$$\Delta V = \Delta V_{k1} = \Delta V_{k2} = (V_k + V_o)(1 - 1/\kappa), \text{ при } \Delta V < V_k,$$

где ΔV , ΔV_{k1} , ΔV_{k2} - изменение объема емкостей (общее обозначение) и емкостей 5 и 6 при их сжатии.

Условие $\Delta V < V_k$ означает, что объем пробного газа, находящийся в емкостях 5 и 6, полостях дифманометра и соединительных трубопроводах, можно уменьшить (сжать) только на величину меньшую, чем объем емкости 5 или 6. Из этого условия определяют, что

$$(V_k + V_o)(1 - 1/\kappa) < V_k,$$

а поэтому $V_o < V_k / (\kappa - 1)$ или $V_k > (\kappa - 1)V_o$.

Например, при разработке устройства для испытаний на герметичность изделий, в котором коэффициент повышения давления $\kappa = 25$, объем полости дифманометра 3 и соединительных трубопроводов $V_o = 60 \text{ см}^3$, объем емкости 5 или 6 должен быть $V_k > (25 - 1) 60 = 1440 \text{ см}^3 = 1,44 \text{ дм}^3$.

В качестве сжимаемых емкостей 5 и 6 используют, например, многослойные сварные сильфоны из нержавеющей стали на статическое давление до 15 МПа. В качестве дифманометра 3 используют, например, датчик разности давлений «Метран» типа М4ЭФ-ДД модели 3494-02 на статическое давление 16 МПа и пределы измерения 0 - 4000 Па.

Давление пробного газа в эталонной емкости 1 и изделии 2, испытываемом на герметичность, (например для автотракторных теплообменников) составляет 0,12 МПа. С учетом давления, равного 0,12 МПа, и предельного давления в сварных сильфонах (15 МПа) коэффициент повышения давления не должен превышать $\kappa = 125$.

Таким образом, предложен способ испытаний изделий на герметичность с использованием сжимаемых емкостей, присоединенных к дифференциальному манометру. Установлена аналитическая зависимость для определения коэффициента повышения давления в сжимаемых емкостях и полостях дифференциального манометра при испытаниях изделий на герметичность с использованием сжимаемых емкостей, присоединенных к дифференциальному манометру. Определены условия соотношения изменения объемов сжимаемых емкостей и объемов полостей дифференциального манометра и соединительных трубопроводов.

Список литературы

1. А.с. 1613901 СССР, НИИ G01 M 3/26. Способ испытания изделий на герметичность / Н. И. Жежера, Н. И. Тюков, Д. Н. Жежера (СССР). № 4655765; заявл. 27.02.89; опубл. 15.12.90. Бюлл. № 46. 3 с.
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 (40). С. 64-67.
3. Жежера Н. И. Научные основы автоматизации испытаний изделий на герметичность: моногр. Оренбург: ОГУ, 2003. 258 с.
4. Жежера Н. И. Развитие теории и совершенствование автоматизированных систем испытаний изделий на герметичность: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.13.06. Оренбург: ОГУ, 2004. 441 с.
5. Жежера Н. И. Утечки жидкости из вибрируемых изделий, испытываемых на герметичность // Альманах современной науки и образования. 2012. № 5. С. 56-60.
6. Жежера Н. И., Абубакиров Д. Р. Влияние касательных и капиллярных напряжений на движение и диаметр жидкостного поршня горизонтальной трубки устройств испытаний изделий на герметичность // Законодательная и прикладная метрология. М., 2006. № 4. С. 49-52.
7. Жежера Н. И., Абубакиров Д. Р. Испытания с вибрацией изделий на герметичность жидкостью устройством с горизонтальной трубкой // Законодательная и прикладная метрология. М., 2007. № 3. С. 82-84.
8. Жежера Н. И., Самойлов Н. Г. Теоретические положения к устройству измерения динамической составляющей расхода газа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. № 4 (39). С. 47-50.