

Жежера Николай Илларионович

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ВОДЯНЫМ ПАРОМ

Предложен способ контроля герметичности изделий перегретым водяным паром. Установлено, что с уменьшением диаметров проводников измерительного преобразователя водяного пара его чувствительность возрастает. Запаздывание на срабатывание такого измерительного преобразователя не превышает одной-двух секунд. Расход водяного пара, равный 0,62 см³/с, через микрощели изделия является минимально обнаруживаемым прибором контроля герметичности водяным паром. Это позволяет обнаруживать микрощели в изделии при контроле герметичности с помощью водяного пара, подводимого внутрь его полости, с условным диаметром больше 50 мкм.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/7/16.html

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

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 7 (74). С. 55-58. ISSN 1993-5552.

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

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/7/

© 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

Указанным способом можно обобщить решение задачи для системы, состоящей из подсистем, содержащих не только однотипные элементы. Главное, чтобы эти подсистемы приводились к последовательным системам, содержащим m_i элементов, так, что надежность всей системы равна (7).

В этом случае доверительная оценка надежности системы совпадает с доверительной оценкой надежности ее элемента, для которого объем безотказных испытаний наименьший.

К сожалению, полученный авторами [Там же, с. 216, 217] неверный результат вошел в [3] и используется на практике.

Список литературы

1. Ллойд Д. К., Липов М. Надежность. Организация исследования, методы, математический аппарат. М.: Советское радио, 1964.
2. Мирный Р. А., Соловьев А. Д. Оценка надежности системы по результатам испытаний ее компонент // Кибернетику на службу коммунизму: сборник. М.: Энергия, 1964. Т. 2. С. 213-218.
3. РД 50-476-84. Руководящий нормативный документ. Методические указания. Надежность в технике. Интервальная оценка надежности технического объекта по результатам испытаний составных частей. Общие положения. М.: Издательство стандартов, 1985.
4. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике (общая часть). М.: ГТТИ, 1955.

УДК 681.5:620.165.29.008.6

Технические науки

Предложен способ контроля герметичности изделий перегретым водяным паром. Установлено, что с уменьшением диаметров проводников измерительного преобразователя водяного пара его чувствительность возрастает. Запаздывание на срабатывание такого измерительного преобразователя не превышает одной-двух секунд. Расход водяного пара, равный $0,62 \text{ см}^3/\text{с}$, через микрощели изделия является минимально обнаруживаемым прибором контроля герметичности водяным паром. Это позволяет обнаруживать микрощели в изделии при контроле герметичности с помощью водяного пара, подводимого внутрь его полости, с условным диаметром больше 50 мкм .

Ключевые слова и фразы: изделие; водяной пар; расход; контроль; герметичность; измерительный преобразователь; запаздывание; микрощель.

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

Оренбургский государственный университет

nik-gegera@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ВОДЯНЫМ ПАРОМ[©]

Применение водяного пара при контроле герметичности изделий обосновывается тем, что нагрев поверхности изделия до $120-140^{\circ}\text{C}$ не представляет обычно опасности для металлических соединений изделий, но способствует увеличению микрощелей, через которые проходит значительно большее количество пара, чем холодного воздуха.

С другой стороны, плотность сжатого воздуха при давлении, например, $0,12 \text{ МПа}$ составляет $1,29 \text{ кг/м}^3$ [4], а плотность водяного, перегретого до температуры 150°C , пара составляет $0,5 \text{ кг/м}^3$ [3, с. 106]. Если принять, что истечение перегретого пара и воздуха через микрощели ламинарное, тогда через одну и ту же микрощель расход пара в $2,58$ раза больше, чем расход воздуха. Если принять истечение турбулентным (квадратичным), тогда расход перегретого пара будет в $1,6$ раза больше, чем расход воздуха.

Контроль герметичности изделий при заполнении их перегретым паром может осуществляться двумя устройствами: устройством с использованием датчика обобщенного обнаружения следов водяного пара вокруг изделия (Рисунок 1) и устройством с использованием датчика локального обнаружения водяного пара в окружающем изделие воздухе (Рисунок 2).

В устройство (Рисунок 1) входят стол 1, на котором устанавливается изделие 2, контролируемое на герметичность, например, автомобильный теплообменник, коробчатый корпус 3, трубопровод 4 подвода перегретого водяного пара в изделие, измерительный преобразователь 5 обобщенного обнаружения водяного пара в воздухе, окружающем изделие, трубопровод 6 отвода конденсата и водяного пара из изделия, вентиль 7 и электронный милливольтметр 8 с мостовой измерительной схемой.

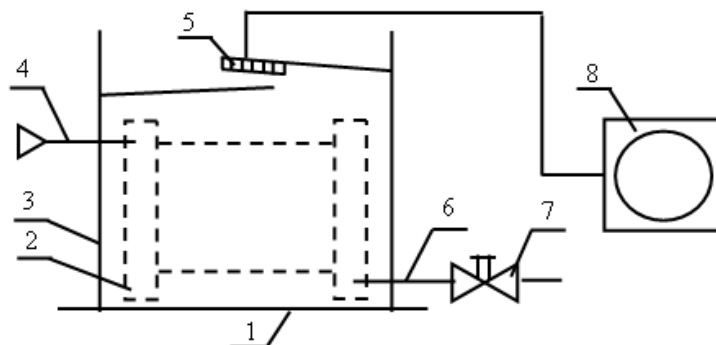


Рис. 1. Схема устройства контроля герметичности изделий с использованием датчика обобщенного обнаружения водяного пара

Устройство работает следующим образом. Изделие 2, испытываемое на герметичность, подключают к трубопроводу 4 перегретого пара. Дросселируют часть пара из изделия через трубопровод 6 и вентиль 7 в атмосферу, прогревая изделие, а затем закрывают вентиль 7 и устанавливают сверху над изделием 2 коробчатый корпус 3.

Если в изделии имеется микрощель, тогда через нее вытекает перегретый водяной пар, проходит мимо измерительного преобразователя 4 и вызывает изменение электрического сигнала. Этот сигнал усиливается и отображается показывающим милливольтметром 8. Это первый этап массового контроля герметичности изделий. Если изделие не герметично, тогда оно выбраковывается и направляется на контроль герметичности устройством с использованием датчика обнаружения расположения микрощели в изделии (Рисунок 2).

Схема устройства испытаний на герметичность изделий с использованием датчика локального обнаружения водяного пара, приведенная на Рисунке 2, содержит стол 1, на котором устанавливается изделие 2, контролируемое на герметичность, трубопровод 3 подвода перегретого водяного пара в изделие, трубопровод 4 отвода конденсата и водяного пара из изделия, вентиль 5, измерительный преобразователь 6 обнаружения водяного пара, трубку 7 и электронный милливольтметр 8.

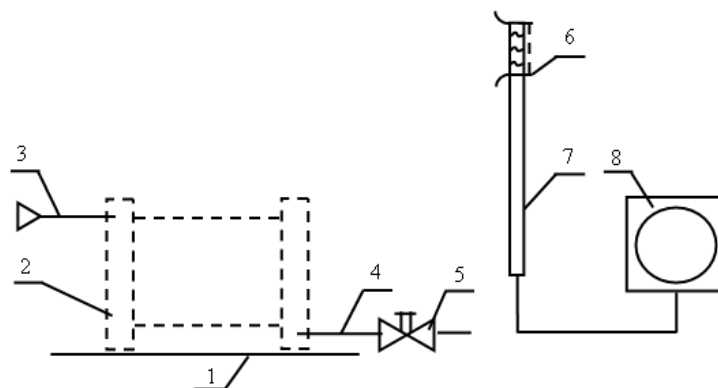


Рис. 2. Схема устройства контроля герметичности изделий с использованием датчика локального обнаружения водяного пара

Для обнаружения зоны микротечи или непосредственного месторасположения микрощели перемещают измерительный преобразователь 6 с помощью трубки 7 над поверхностью изделия. Перемещение измерительного преобразователя 6 осуществляют со скоростью не более 1 см/с. Для уменьшения времени отыскания микротечи может использоваться датчик с измерительным преобразователем, длина которого (вдоль трубки) соответствует ширине изделия.

Исследования по выбору измерительного преобразователя для обнаружения водяного пара в окружающем изделие воздухе проводились при подводе внутрь изделия водяного пара под давлением 0,12 МПа и температуре 115-120⁰С.

В качестве измерительного преобразователя использовались емкостные преобразователи, преобразователи переноса электрического заряда паром и преобразователи электропроводности микропленки конденсата. Наиболее приемлемым оказался разработанный измерительный преобразователь, основанный на электропроводности микропленки конденсата, схема которого приведена на Рисунке 3 [2]. Он состоит из двух электродов 2 и 3 в виде медной проволоки, бифилярно уложенной на изолирующем каркасе 1. После укладки электродов на каркас удаляют изоляцию с поверхности 4 электродов на 1/4-1/3 боковой поверхности измерительного преобразователя.

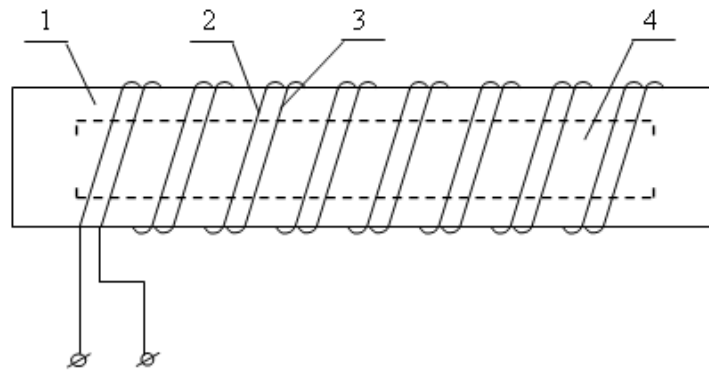


Рис. 3. Схема измерительного преобразователя электропроводимости микроленки конденсата

При воздействии водяного пара на поверхность измерительного преобразователя образуется микроленка. Ввиду большого числа бифилярно уложенных витков чувствительность измерительного преобразователя к появлению микроленки конденсата существенно увеличивается. При прекращении воздействия поступающего пара на измерительный преобразователь, вследствие большой поверхности преобразователя и действия температуры окружающего воздуха с относительно малой влажностью, происходит очень быстрое испарение пленки конденсата с поверхности.

Исследованиями установлено, что запаздывание на срабатывание такого измерительного преобразователя не превышает одной-двух секунд. Время удаления пленки конденсата зависит от ее толщины и изменяется от 2 до 3 секунд. Если на поверхности электродов измерительного преобразователя оказываются микрокапли конденсата, тогда их самостоятельное удаление происходит в течение 1-2 минут.

На Рисунке 4 приведены результаты исследований влияния диаметра проводников измерительного преобразователя на потери напряжения на пленке конденсата от конденсации водяного пара, выходящего через микрощель изделия.

Исследования проводились с использованием проволоки диаметрами 0,12; 0,25; 0,40 и 0,50 мм при постоянном давлении водяного пара внутри изделия, равном 0,12 МПа, и установке измерительного преобразователя 6 (Рисунок 2) над микрощелью изделия 2 на высоте 60 мм при постоянном расходе водяного пара из микрощели изделия.

Исследованиями влияния диаметра проводников, используемых в качестве электродов измерительного преобразователя, установлено, что с уменьшением диаметра проводников чувствительность измерительного преобразователя возрастает. Однако использовать проводники, площадь поперечного сечения которых менее 0,25 мм², нецелесообразно из-за уменьшения их разрывной прочности, что особенно проявляется при удалении изоляции с поверхности проводников в процессе изготовления измерительного преобразователя.

Экспериментально изготовить в изделии микрощели размерами около 25-150 мкм не представляется возможным. Методики измерения очень малых расходов водяного пара через такие микрощели не имеется. Поэтому исследование чувствительности прибора обнаружения водяного пара в воздухе, окружающем изделие, проводились косвенным методом в следующей последовательности.

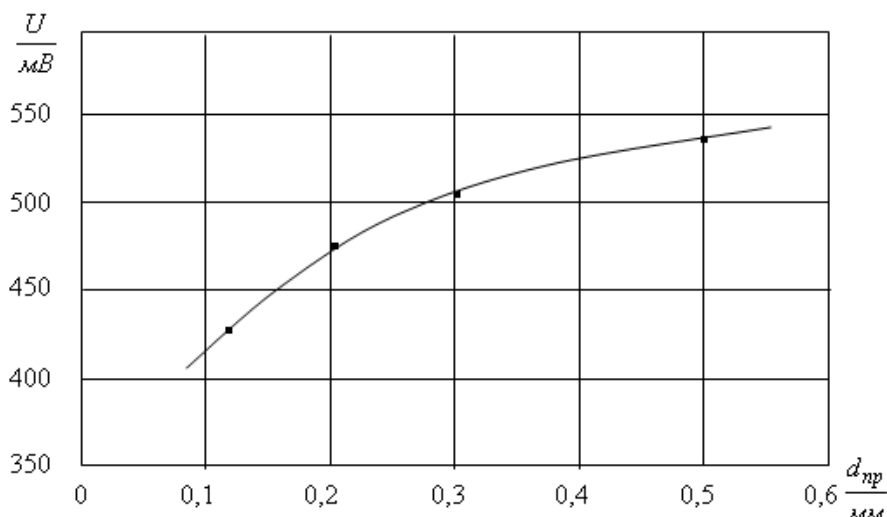


Рис. 4. Влияние диаметра проводников измерительного преобразователя на потерю напряжения на пленке конденсата

С помощью электрического нагревателя нагревалась пластина до такой температуры, чтобы время испарения одной капли воды с поверхности этой пластины при опускании на нее капли воды составляло 10, 20, 30, 40, 50 и 60 с. Объем одной капли воды определяется экспериментально с помощью измерительной стеклянной трубки на 2 см^3 с ценой деления $0,1 \text{ см}^3$ по ГОСТ 1770-74 [1] и принимается равным $24,0 \text{ мм}^3$.

Масса одной капли воды, кг, определяется по формуле $m = V_k \cdot \rho_{\text{ж}} = 24,0 \cdot 998 \cdot 10^{-9} = 2,395 \cdot 10^{-5}$ кг, в которой V_k – объем капли воды, мм^3 ; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность воды, $\rho_{\text{ж}} = 998 \cdot 10^{-9} \text{ кг/мм}^3$. При испарении одной капли воды массой, равной $2,395 \cdot 10^{-5}$ кг, образуется объем пара $V_n = m / \rho_n = 2,395 \cdot 10^{-5} / 0,768 = 31,2 \text{ см}^3$, где ρ_n – плотность пара, $\rho_n = 0,768 \text{ кг/м}^3$ [4].

На Рисунке 5 приведены изменения показаний прибора обнаружения водяного пара в воздухе в зависимости от интенсивности расхода пара с поверхности нагретого тела при испарении одной капли воды с различной интенсивностью. Из Рисунка 5 видно, что расход водяного пара, равный $0,62 \text{ см}^3/\text{с}$, фактически является минимально обнаруживаемым для прибора водяного пара. Минимально обнаруживаемые микрощели в изделии при контроле герметичности с помощью водяного пара, подводимого внутрь его полости, составляют около 50 мкм .

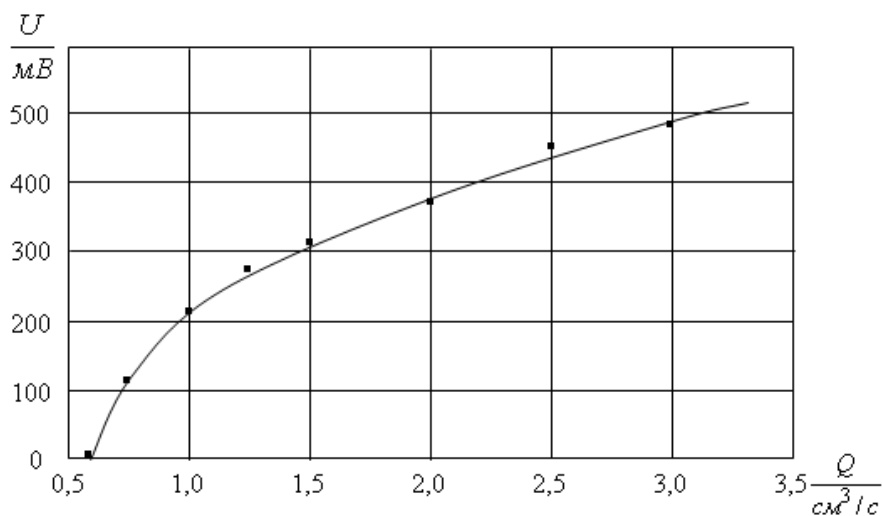


Рис. 5. Изменение показаний прибора обнаружения водяного пара в воздухе в зависимости от расхода пара при испарении капли воды

Таким образом, исследованиями влияния диаметра проводников, используемых в качестве электродов измерительного преобразователя водяного пара при контроле герметичности изделий, установлено, что с уменьшением диаметра проводников чувствительность измерительного преобразователя возрастает. Запоздывание на срабатывание такого измерительного преобразователя не превышает одной-двух секунд. Расход водяного пара через микрощели, равный $0,62 \text{ см}^3/\text{с}$, является минимально обнаруживаемым для прибора водяного пара. Минимально обнаруживаемые микрощели в изделии при контроле герметичности с помощью водяного пара, подводимого внутрь его полости, составляют около 50 мкм .

Список литературы

1. ГОСТ 1770-74. Технические условия на лабораторную посуду / введ. 18.11.74. М.: Изд-во стандартов, 1986. 21 с.
2. Жежера Н. И. Развитие теории и совершенствование автоматизированных систем испытаний изделий на герметичность: дисс. ... д.т.н.: 05.13.06. Оренбург: ОГУ, 2004. 441 с.
3. 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.
4. Метрология: специальные общетехнические вопросы / гл. ред. Ю. И. Шендлер. М.: ГНТИ нефтяной и горно-топливной литературы, 1962. Кн. первая. 735 с.