



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G01M 3/007 (2019.05); G01M 3/3218 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2017114154, 22.09.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
22.09.2015

Дата регистрации:  
23.09.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
25.09.2014 DE 102014219481.4

(43) Дата публикации заявки: 25.10.2018 Бюл. № 30

(45) Опубликовано: 23.09.2019 Бюл. № 27

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 25.04.2017

(86) Заявка РСТ:  
EP 2015/071665 (22.09.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2016/046170 (31.03.2016)

Адрес для переписки:  
105082, Москва, Спартаковский пер., 2, стр. 1,  
секция 1, этаж 3, ЕВРОМАРКПАТ

(72) Автор(ы):

ДЕККЕР Зильвио (DE)

(73) Патентообладатель(и):

ИНФИКОН ГМБХ (DE)

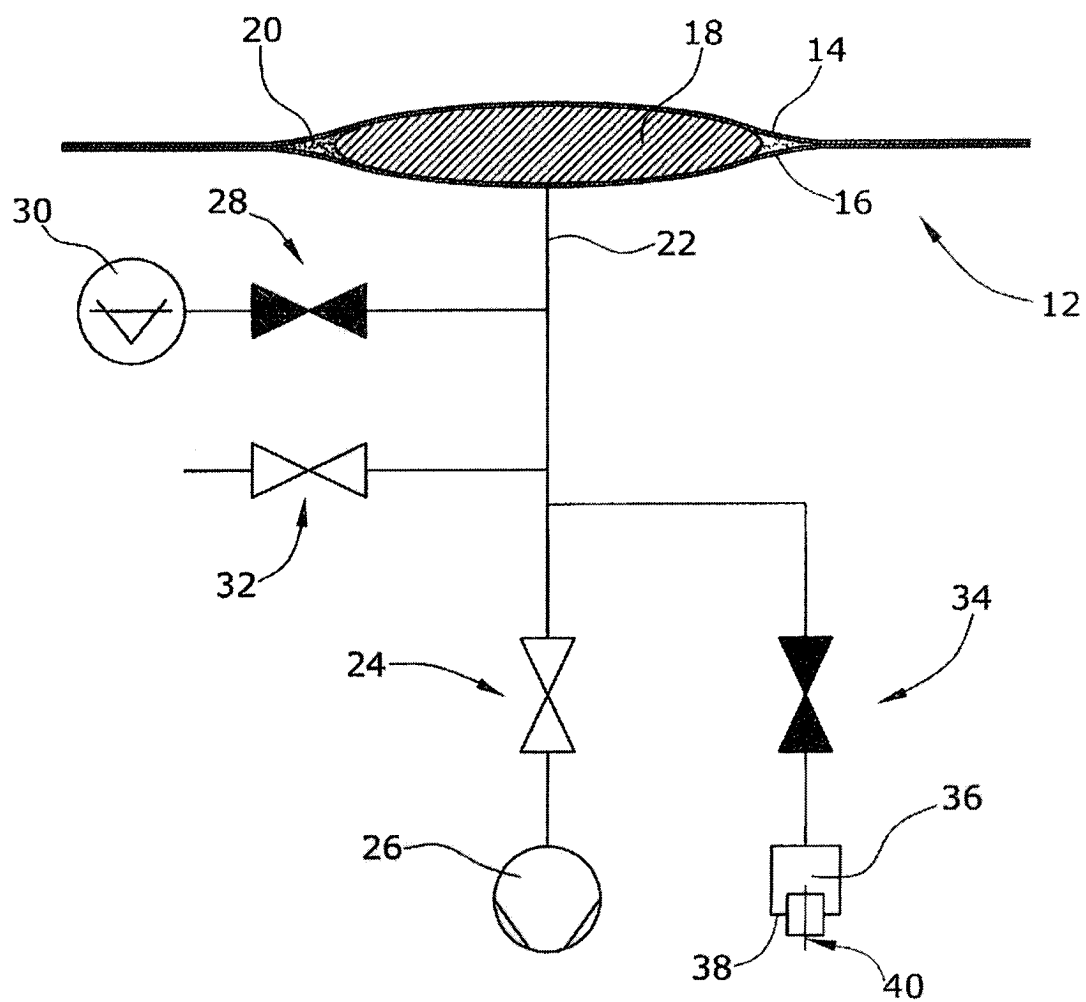
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: DE 102011086486 A, 16.05.2013. EP  
2447694 A1, 02.05.2012. DE 102012200063 A1,  
04.07.2013.

## (54) СПОСОБ КАЛИБРОВАНИЯ ПЛЕНОЧНОЙ КАМЕРЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК

(57) Реферат:

Изобретение относится к области исследования устройств на герметичность и может быть использовано для калибрования окружающей внутренней объем (20) испытательной камеры, которая выполнена в виде пленочной камеры (12) по меньшей мере с одной гибкой стеновой областью (14, 16) и газопроводящим образом соединена с датчиком (30) давления, вакуумным насосом (26) и через калибровочный клапан (34) с окружающей калибровочный объем калибровочной камерой (36). Сущность: вакуумируют пленочную камеру (12). Измеряют давление внутри пленочной

камеры (12) после того, как завершено вакуумирование. Газопроводящим образом соединяют калибровочный объем с внутренним объемом (20) пленочной камеры (12) во время измерения изменения давления. Причем давление измеряют перед установлением газопроводящего соединения и при газопроводящем соединении с пленочной камерой (12). При этом давление в калибровочной камере (36) перед соединением с пленочной камерой (12) является большим или меньшим, чем давление в пленочной камере (12). Технический результат: повышение точности определения утечки. 7 з.п. ф-лы, 10 ил.



Фиг. 9



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*G01M 3/007 (2019.05); G01M 3/3218 (2019.05)*

(21)(22) Application: **2017114154, 22.09.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**22.09.2015**

Registration date:  
**23.09.2019**

Priority:

(30) Convention priority:  
**25.09.2014 DE 102014219481.4**

(43) Application published: **25.10.2018 Bull. № 30**

(45) Date of publication: **23.09.2019 Bull. № 27**

(85) Commencement of national phase: **25.04.2017**

(86) PCT application:  
**EP 2015/071665 (22.09.2015)**

(87) PCT publication:  
**WO 2016/046170 (31.03.2016)**

Mail address:  
**105082, Moskva, Spartakovskij per., 2, str. 1,  
sektiya 1, etazh 3, EVROMARKPAT**

(72) Inventor(s):

**DEKKER Zilvio (DE)**

(73) Proprietor(s):

**INFICON GMBH (DE)**

(54) **METHOD OF CALIBRATING A FILM CAMERA FOR DETECTING LEAKS**

(57) Abstract:

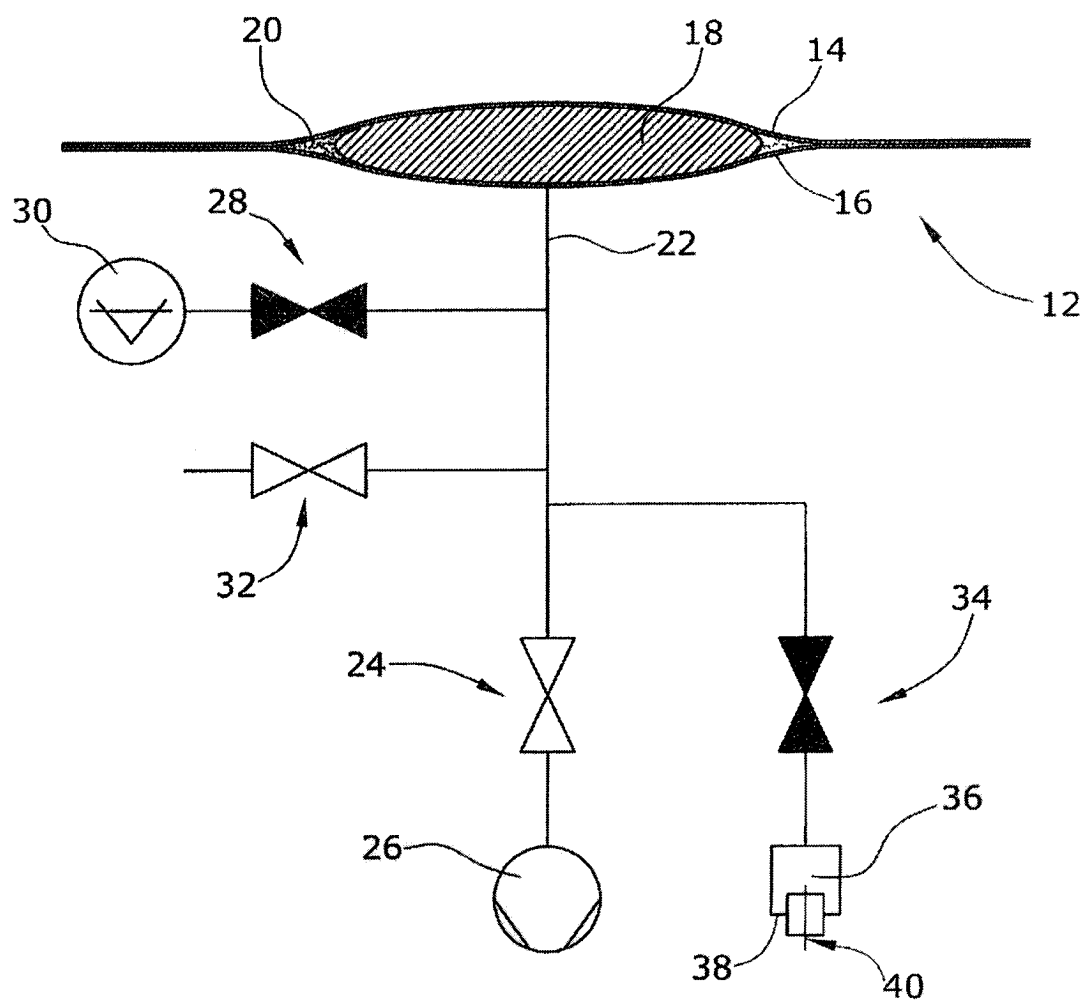
FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to the field of analyzing devices for tightness and can be used for calibration of ambient inner volume (20) of test chamber, which is made in form of film camera (12) with at least one flexible wall area (14, 16) and gas-conductively connected to pressure sensor (30), vacuum pump (26) and through calibration valve (34) with calibration chamber surrounding calibration chamber (36). Film chamber (12) is evacuated. Pressure is measured inside film chamber (12) after evacuation is

completed. Calibration volume is connected in gas-conducting way with inner volume (20) of film chamber (12) during measurement of pressure change. Pressure is measured prior to gas-conducting connection and gas-conducting connection with film chamber (12). Pressure in calibration chamber (36) before connection with film chamber (12) is greater or less than pressure in film chamber (12).

EFFECT: technical result is higher leak detection accuracy.

8 cl, 10 dwg



Фиг. 9

Изобретение относится к способу калибрования пленочной камеры для обнаружения утечек.

В случае с пленочной камерой речь идет об особой форме испытательной камеры для размещения подлежащего испытанию на герметичность объекта. Пленочная камера отличается тем, что по меньшей мере одна стенковая область состоит из гибкого материала (пленки). Подлежащий испытанию на герметичность объект помещают внутрь пленочной камеры, и затем вакуумируют пленочную камеру. При вакуумировании пленочной камеры воздух из пленочной камеры в области вне испытываемого объекта отсасывают, в результате чего гибкая стенка пленочной камеры прилегает к объекту. Особенно подходящая пленочная камера состоит из двух уложенных друг против друга, окружающих испытываемый объект слоев пленки, которые герметично соединяются друг с другом в своей краевой области. При вакуумировании пленочной камеры пленка, кроме остающихся мертвых объемов, присасывается к испытываемому объекту. Затем с помощью датчика давления измеряется изменение давления внутри пленочной камеры в области вне испытываемого объекта. Если через протечку в объекте из объекта выходит газ, соответственно измеренное повышение давления служит указанием на утечку. При этом интенсивность утечки может быть измерена на основе повышения давления. Для этого, должен быть известен объем пленочной камеры, то есть заключенный пленочной камерой внутренний объем. Устанавливающийся после вакуумирования объем пленочной камеры зависит от размера и формы испытываемого объекта. В результате несовершенного прилегания пленки к объекту возникают мертвые объемы.

Пленочная камера сама выдает газ в объем пленочной камеры, например, за счет выделяющихся из стенки пленочной камеры компонентов. Результатом этого является рост давления (компенсационный рост давления) внутри пленочной камеры. Этот компенсационный рост давления и мертвые объемы пленочной камеры оказывают влияние на измеренную интенсивность утечки. Результатом этого является ошибка в определении интенсивности утечки. Обычно, во избежание этой ошибки происходит предшествующее измерение с герметичным объектом, чтобы охватить компенсационный рост давления и мертвые объемы. При этом мертвые объемы в лучшем случае могут происходить только путем зависящего от продукта калибрования перед собственно измерением. Как только испытываемый объект сменяется, например при выборочном испытании, или как только изменяется количество испытываемых объектов, предшествующее зависящее от продукта калибрование является неточным.

В основе изобретения лежит задача создать улучшенный способ калибрования пленочной камеры. Предлагаемый в изобретении способ охарактеризован в независимом пункте формулы изобретения.

При осуществлении предлагаемого в изобретении используется устройство, внутреннее пространство пленочной камеры которого, то есть заключенный пленочной камерой объем пленочной камеры, газопроводящим образом соединен с заключенным калибровочной камерой калибровочным объемом. Между пленочной камерой и калибровочной камерой предусмотрен калибровочный клапан, при помощи которого путь газопровода между пленочной камерой и калибровочной камерой при вакуумировании пленочной камеры закрыт. После того, как пленочная камера вакуумирована, и в то время как датчиком давления измеряется изменение давления внутри пленочной камеры, калибровочный клапан открывается, причем при открывании калибровочного клапана давление внутри калибровочной камеры является большим или меньшим, чем внутри вакуумированной пленочной камеры.

После открывания калибровочного клапана газ из калибровочной камеры течет в пленочную камеру (или наоборот), что приводит к резкому повышению или понижению давления внутри пленочной камеры. Это изменение давления может быть обозначено как резкий ход нагнетания. При этом ход нагнетания пропорционален объему пленочной камеры. В случае пустой пленочной камеры, то есть без испытываемого объекта, - это весь внутренний объем пленочной камеры. Если в пленочной камере содержится испытываемый объект, - это остающийся объем внутри пленочной камеры в области вне испытываемого объекта. На основе хода нагнетания является возможным, при каждом измерении испытываемого объекта определять соответственно актуальный объем пленочной камеры и тем самым точно установить интенсивность утечки из повышения давления. Тогда предшествующего отдельного калибровочного измерения не требуется.

Калибровочный объем должен иметь такой размер, чтобы ход нагнетания, в зависимости от используемого датчика давления, был хорошо измеряемым. Калибровочный объем должен составлять по меньшей мере  $1/1000$ , а предпочтительно быть в диапазоне от  $1/200$  до  $1/100$ , объема пленочной камеры. Калибровочный объем может быть, прежде всего, в диапазоне от  $0,5 \text{ см}^3$  до  $1 \text{ см}^3$ , причем объем пленочной камеры может составлять около  $100 \text{ см}^3$ . Внутри калибровочной камеры перед открытием калибровочного клапана должно господствовать примерно атмосферное давление (около 1 бара). Из этого после открывания калибровочного клапана получается хорошо измеряемое повышение давления величиной около 10 мбар внутри пленочной камеры.

Объем пленочной камеры может быть определен из разности давления в калибровочном объеме перед открыванием калибровочного клапана (известное, предпочтительно атмосферное давление) и давления внутри пленочной камеры после открывания калибровочного клапана. Эта разность давлений делится на разность давления внутри пленочной камеры после открывания калибровочного клапана и давления внутри пленочной камеры перед открыванием калибровочного клапана. Частное из этих разностей давления умножается на калибровочный объем, чтобы рассчитать объем пленочной камеры в области вне испытываемого объекта.

Предпочтительно, размеры объема пленочной камеры и калибровочного объема определяются так, что давление в пленочной камере после открывания калибровочного клапана очень намного меньше, чем давление в калибровочном объеме. Предпочтительно, давление в пленочной камере перед открыванием калибровочного объема должно быть по меньшей мере в 10 раз ниже, чем в калибровочном объеме. Тогда объем пленочной камеры может быть рассчитан из частного из давления в калибровочном объеме перед открыванием калибровочного объема и хода нагнетания  $\Delta p$  внутри пленочной камеры при открывании калибровочного клапана, умноженного на калибровочный объем. Ход нагнетания в пленочной камере перед открыванием калибровочного клапана - это разница из давления в пленочной камере после открывания калибровочного клапана и давления в пленочной камере перед открыванием калибровочного клапана.

Только при известном внутреннем объеме пленочной камеры из вызванного утечкой в испытываемом объекте повышения давления внутри камеры может быть определена интенсивность утечки испытываемого объекта. Объем пленочной камеры пустой камеры в вакуумированном состоянии предпочтительно определяется путем калибрования с помощью калиброванной контрольной утечки.

К тому же, является возможным, на основе измеренного хода нагнетания  $\Delta p$  установить, является ли пленочная камера пустой или содержит испытываемый объект.

При этом меньший ход нагнетания является указанием на испытуемый объект внутри пленочной камеры, в то время как больший ход нагнетания является указанием на пустую пленочную камеру без испытуемого объекта, так как мертвые объемы после вакуумирования содержащей испытуемый объект пленочной камеры больше, чем в случае с пустой пленочной камерой.

На основе хода нагнетания и/или на основе установленного объема пленочной камеры (мертвого объема) также можно сделать заключение о форме, размере и/или количестве испытуемых объектов в пленочной камере.

Далее, на фигурах более детально поясняются два примера осуществления изобретения.

Показано на:

Фиг. 1: схематическое представление первого примера осуществления в первом рабочем состоянии,

Фиг. 2: изменение давления в первом рабочем состоянии,

Фиг. 3: вид согласно фиг. 1 во втором рабочем состоянии,

Фиг. 4: изменение давления во втором рабочем состоянии,

Фиг. 5: вид согласно фиг. 1 в третьем рабочем состоянии,

Фиг. 6: изменение давления в третьем рабочем состоянии,

Фиг. 7: вид согласно фиг. 1 в четвертом рабочем состоянии,

Фиг. 8: изменение давления в четвертом рабочем состоянии,

Фиг. 9: схематическое представление второго примера осуществления в рабочем состоянии,

Фиг. 10: изменение давления в рабочем состоянии согласно фиг. 9.

Следующее описание относится к первому примеру осуществления на фиг. 1-8.

Пленочная камера 12 состоит из двух слоев 14, 16 пленки, которые окружают испытуемый объект 18 и в краевой области испытуемого объекта герметично соединены друг с другом. Слои 14, 16 пленки окружают объем 20 пленочной камеры внутри пленочной камеры 12. На фиг. 1 объем 20 пленочной камеры - это объем внутри пленочной камеры 12 в области вне испытуемого объекта 18.

По газопроводу 22 внутренность пленочной камеры 12 газопроводящим образом через вакуумирующий клапан 24 соединена с вакуумным насосом 26, через измерительный клапан 28 - с датчиком 30 давления, через вентиляционный клапан 32 - с окружающей пленочную камеру 12 атмосферой, а через калибровочный клапан 34 - с калибровочной камерой 36.

Калибровочная камера 36 окружает калибровочный объем, который изначально наполнен воздухом под атмосферным давлением. Калибровочный клапан 34 изначально закрыт. На фигурах открытое состояние клапана представлено изображенным заполненным клапаном, а закрытое состояние клапана представлено изображенным незаполненным клапаном. Следовательно, в первом рабочем состоянии согласно фиг. 1 измерительный клапан 28, вентиляционный клапан 32 и калибровочный клапан 34 закрыты. Напротив, вакуумирующий клапан 24 открыт. В показанном на фиг. 1 первом рабочем состоянии испытуемый объект 18 находится внутри герметично закрытой пленочной камеры 12, в то время как вакуумный насос 26 при открытом вакуумирующем клапане вакуумирует пленочную камеру 12 по газопроводу 22.

Фиг. 2 показывает изменение давления, которое устанавливается во время вакуумирования внутри пленочной камеры 12. При открытом измерительном клапане 28 датчик 30 давления измерял бы показанное на фиг. 2 изменение давления. Однако, на фиг. 1 при вакуумировании пленочной камеры 12 измерительный клапан закрыт,

чтобы не повредить датчик 30 давления.

Фиг. 3 показывает последующее рабочее состояние после вакуумирования пленочной камеры 12. Вакуумирующий клапан 24 закрыт (показан незаполненным), а измерительный клапан 28 открыт (показан заполненным). В результате этого герметично закрытый объем 20 пленочной камеры соединен с датчиком 30 давления. Как показано на фиг. 4, датчик 30 давления измеряет повышение давления внутри пленочной камеры 12 во времени. Это повышение давления, во-первых, может быть результатом утечки в испытуемом объекте 18, а во-вторых, результатом компенсационного давления. При компенсационном повышении давления речь идет о повышении давления, которое возникает не в результате утечки в испытуемом объекте 18, а в результате других физических эффектов, таких как, например, выделяющиеся из стенки пленочной камеры молекулы газа.

После вакуумирования пленочной камеры 12 (первое рабочее состояние) и открывания измерительного клапана 28 (второе рабочее состояние) открывается еще и калибровочный клапан 34. Это третье рабочее состояние показано на фиг. 3. Через открытый калибровочный клапан 34 воздух из калибровочной камеры 36 по газопроводу 22 течет в пленочную камеру 12. Из-за большого отличия в давлении между вакуумом внутри пленочной камеры 12 и атмосферным давлением внутри калибровочной камеры 36 давление в пленочной камере 12 после открывания калибровочного клапана 34 резко возрастает. Этот ход нагнетания  $\Delta p$  показан на фиг. 6 и измеряется датчиком 30 давления. Ход нагнетания  $\Delta p$  - это разность между давлением  $p_G$  внутри пленочной камеры 12 после открывания калибровочного клапана 34 и давлением  $p_F$  внутри пленочной камеры 12 перед открыванием калибровочного клапана 34:

$$\Delta p = (p_G - p_F)$$

В результате того, что общее количество газа в пленочной камере 12 и в калибровочной камере 36 до и после открывания калибровочного клапана сохраняется, действует уравнение

$$p_G(V_F + V_V) = p_F V_F + p_V V_V,$$

причем

$p_G$ : давление внутри пленочной камеры 12 после открывания калибровочного клапана 34,

$V_F$ : подлежащий определению объем 20 пленочной камеры,

$V_V$ : калибровочный объем 37 внутри калибровочной камеры 36 (в диапазоне от 1/1000 до 1/100 объема пленочной камеры без испытуемого объекта, и

$p_V$ : давление внутри калибровочной камеры 36 перед открыванием калибровочного клапана 34 (атмосферное давление, около 1 бара).

Из этого на основе хода нагнетания  $\Delta p = p_G - p_F$  объем 20 пленочной камеры рассчитывается как

$$V_F = V_V \frac{(p_F - p_G)}{(p_G - p_F)} = V_V \frac{(p_V - p_G)}{\Delta p}$$

Предпочтительно, давление в пленочной камере 12 и после открывания калибровочного клапана 34 очень намного меньше, чем давление внутри калибровочной камеры 36 перед открыванием калибровочного клапана 34, так что  $p_G \ll p_F$ . При этом тогда для подлежащего определению объема 20 пленочной камеры приблизительно действует уравнение:



$$V_F \approx V_V \frac{p_V}{p_G - p_F} = V_V \frac{p_V}{\Delta p}$$

Таким образом, на основе хода нагнетания  $\Delta p$  устанавливают мертвый объем  $V_F$ , который устанавливается после вакуумирования пленочной камеры 12 между слоями 14, 16 пленки и испытуемым объектом 18.

После измерения пленочная камера 12 и калибровочная камера 36 вентилируются, причем дополнительно к открытому калибровочному клапану 34 еще открывается и вентиляционный клапан 32. При этом устанавливается показанное на фиг. 7 рабочее состояние.

Следующее описание относится к показанному на фиг. 9 и 10 второму примеру осуществления.

Второй пример осуществления отличается от первого примера осуществления лишь тем, что стенка 38 калибровочной камеры 36 имеет контрольную утечку 40 с предварительно определенной интенсивностью утечки. В случае с контрольной утечкой 40 речь идет о капиллярной контрольной утечке. После хода нагнетания  $\Delta p$  контрольная утечка 40 приводит к показанному на фиг. 10 справа дальнейшему линейному росту давления, с помощью которого может быть откалибрована вся система. То есть, во втором примере осуществления после определения объема 20 пленочной камеры на основе хода нагнетания  $\Delta p$  может быть использовано линейное повышение давления контрольной утечки 40, чтобы точно рассчитать интенсивность утечки испытуемого объекта. Так как интенсивность утечки контрольной утечки 40 известна, на основе вызванного контрольной утечкой 40 линейного повышения давления можно точно рассчитать интенсивность утечки испытуемого объекта из повышения давления согласно фиг. 4 или из хода нагнетания  $\Delta p$ .

#### (57) Формула изобретения

1. Способ калибровки окружающей внутренней объем (20) испытательной камеры, которая выполнена в виде пленочной камеры (12) по меньшей мере с одной гибкой стеновой областью (14, 16) и газопроводящим образом соединена с датчиком (30) давления, вакуумным насосом (26) и через калибровочный клапан (34) с окружающей калибровочный объем (37) калибровочной камерой (36), с шагами:

- вакуумирование пленочной камеры (12),
- измерение изменения давления внутри пленочной камеры (12) после того, как завершено вакуумирование,
- газопроводящее соединение калибровочного объема (37) с внутренним объемом (20) пленочной камеры (12) во время измерения изменения давления, причем давление измеряют перед установлением газопроводящего соединения и при газопроводящем соединении с пленочной камерой, и причем давление в калибровочной камере (36) перед соединением с пленочной камерой (12) является большим или меньшим, чем давление в пленочной камере (12).

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что калибровочный объем (37) находится в диапазоне от 1/1000 до 1/100 объема пленочной камеры, и перед соединением с пленочной камерой (12) внутри калибровочной камеры (36) господствует примерно атмосферное давление.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что объем (20) пленочной камеры рассчитывают как

$$V_F = V_V \frac{(p_V - p_G)}{(p_G - p_F)},$$

причем  $V_F$  - объем (20) пленочной камеры,

$V_V$  - калибровочный объем (37),

$p_V$  - давление в калибровочной камере (36) перед соединением с объемом (20)

пленочной камеры,

$p_G$  - давление в испытательной камере после соединения с калибровочным объемом

(37),

$p_F$  - давление в пленочной камере (12) перед соединением с калибровочным объемом

(37).

4. Способ по одному из пп.1-3, отличающийся тем, что объем (20) пленочной камеры определяют как:

$$V_F \approx V_V \frac{p_V}{p_G - p_F},$$

причем  $V_F$  - объем (20) пленочной камеры,

$V_V$  - калибровочный объем (37),

$p_V$  - давление в калибровочной камере (36) перед соединением с объемом (20)

пленочной камеры,

$p_G$  - давление в пленочной камере (12) после соединения с калибровочным объемом

(37),

$p_F$  - давление в пленочной камере (12) перед соединением с калибровочным объемом

(37).

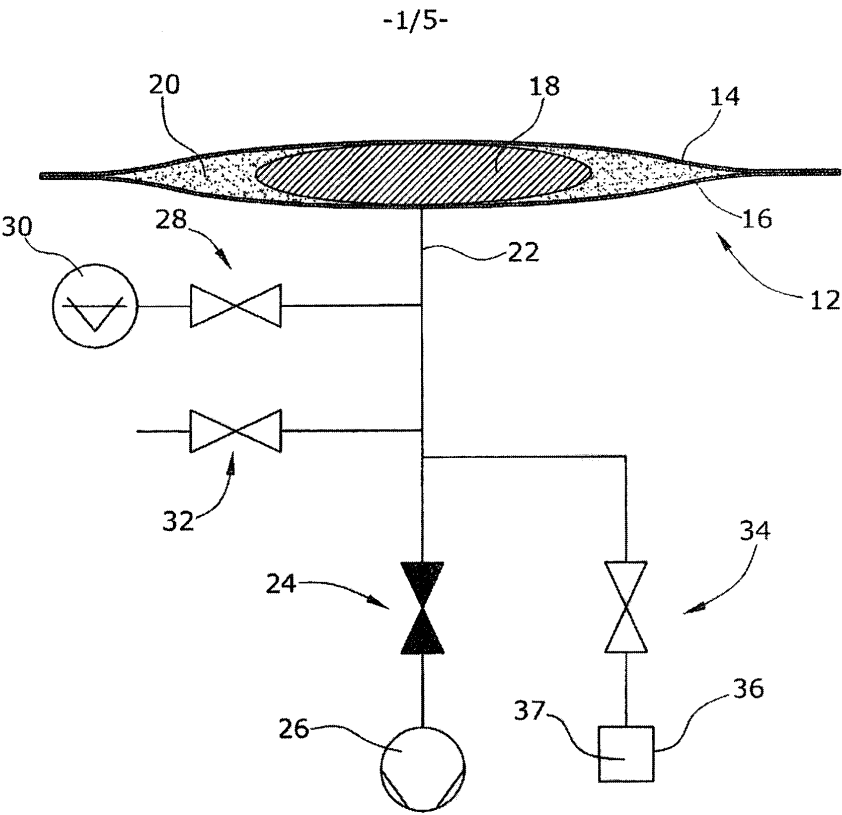
5. Способ по одному из пп.1-4, отличающийся тем, что объем (20) пленочной камеры определяют с содержащимся в пленочной камере (12) испытуемым объектом (18).

6. Способ по одному из пп.1-5, отличающийся тем, что на основе измеренного после соединения с калибровочным объемом (37) повышения давления устанавливают, содержится ли в пленочной камере (12) испытуемый объект (18), причем повышение давления с испытуемым объектом (18) в пленочной камере (12) является меньшим, чем без испытуемого объекта (18).

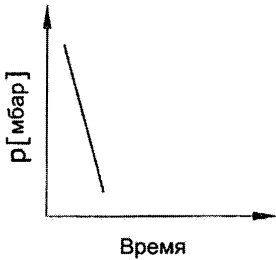
7. Способ по п.6, отличающийся тем, что помимо этого на основе установленного объема (20) пленочной камеры определяют вид, форму и/или размер испытуемого объекта (18).

8. Способ по одному из пп.1-7, отличающийся тем, что калибровочная камера (36) снабжена контрольной утечкой (40) с предварительно определенной интенсивностью утечки, причем после определения объема (20) пленочной камеры на основе вызванного контрольной утечкой (40) повышения давления в пленочной камере (12) происходит калибрование измерительного датчика (30).

1



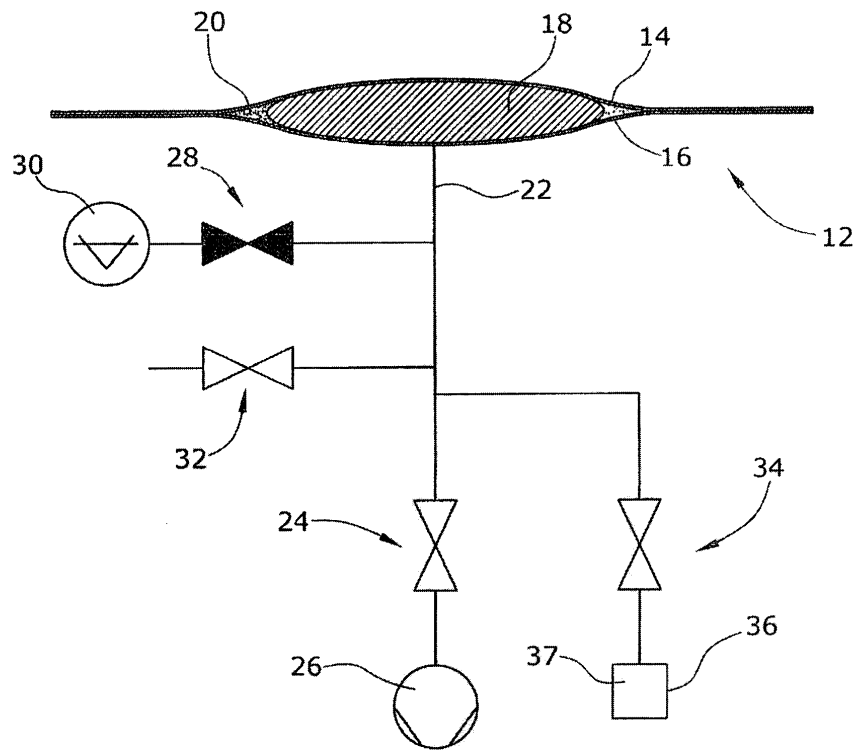
Фиг. 1



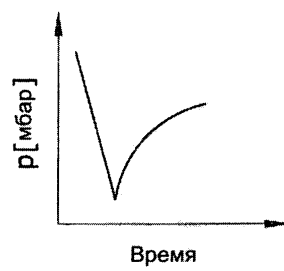
Фиг. 2

2

-2/5-

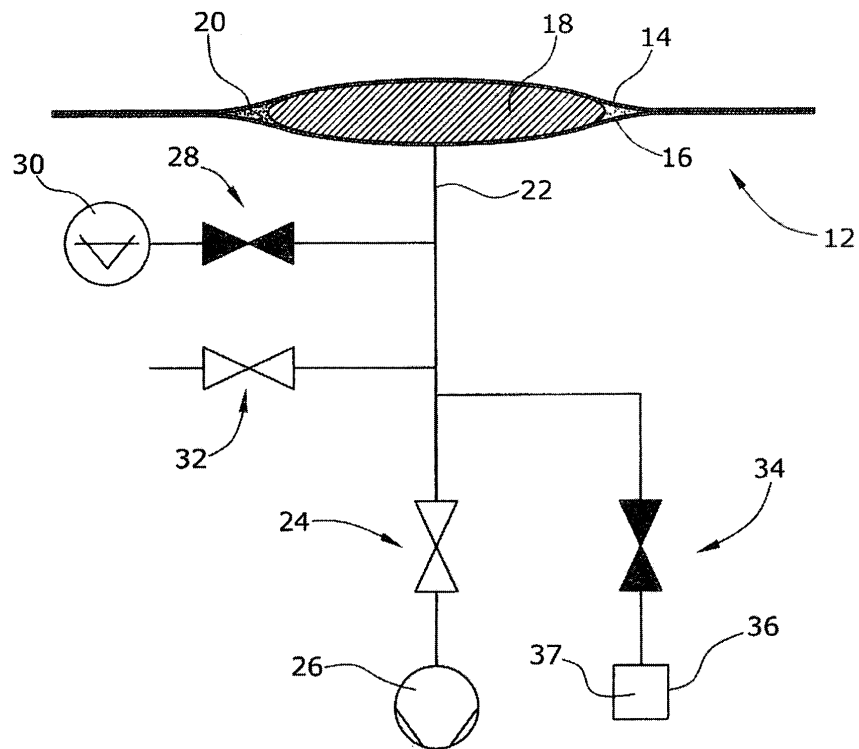


Фиг. 3

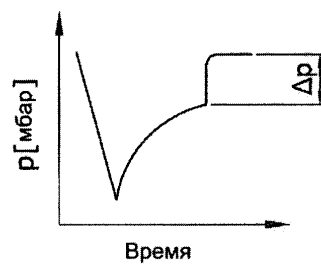


Фиг. 4

-3/5-

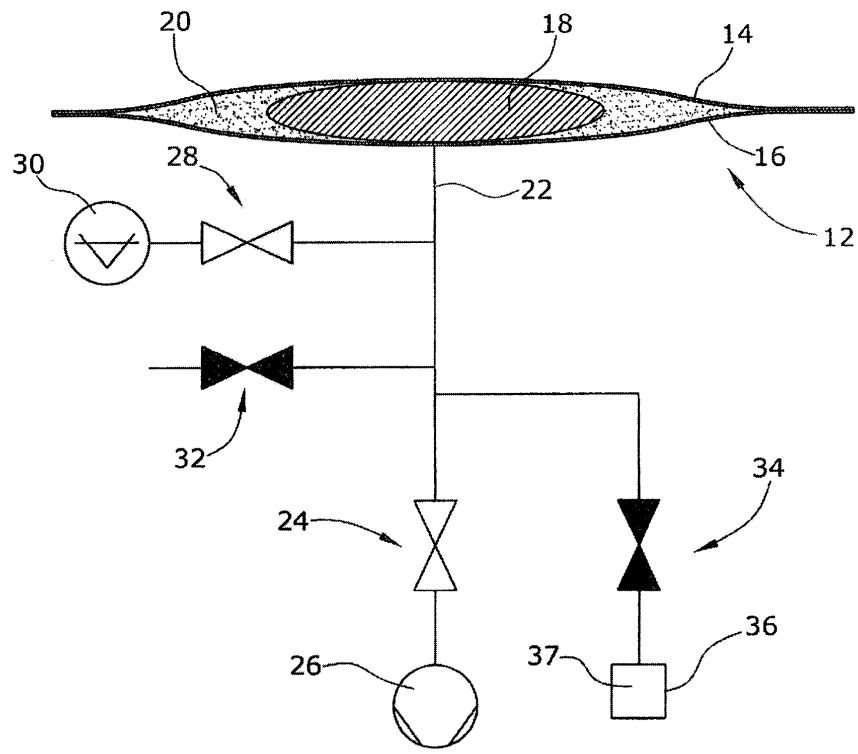


Фиг. 5

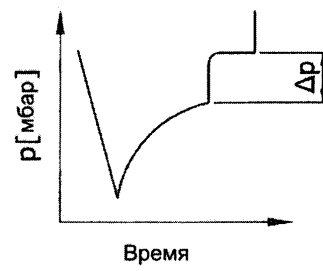


Фиг. 6

-4/5-

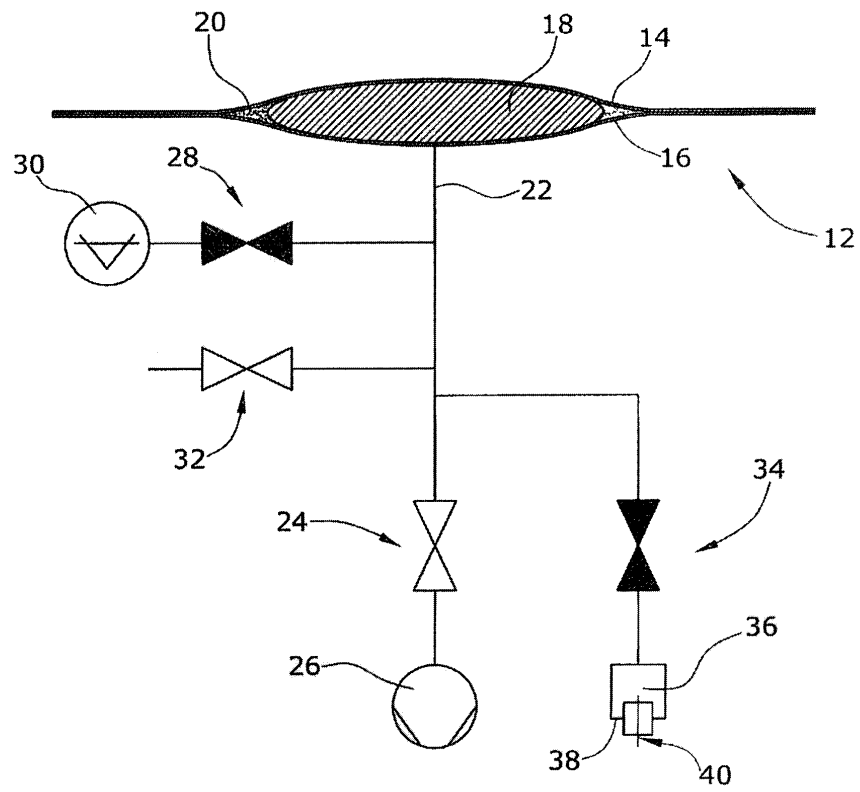


Фиг. 7

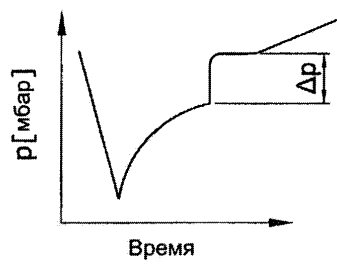


Фиг. 8

-5/5-



Фиг. 9



Фиг. 10