ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

ГОСТ 25136—82

Издание официальное

Цена 5 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

ГОСТ 25136-82 Г18.

Постановлением Госстандарта СССР от 25.06.87 № 2423 срок действия продлен до 01.01.98.

(Изд. № 10, 1987 г.).

УДК 621.643.4.620.165.29 : 006.354 Группа Г18

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

СОЕДИНЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ
Методы испытаний на герметичность

Pipe-line connections.
Leak tightness test methods

ГОСТ 25136—82

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15 февраля 1982 г. № 640 срок действия установлен

с 01.01.83
до 01.01.88

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Стандарт устанавливает требования к основным методам испытаний на герметичность соединений трубопроводов.

Стандарт распространяется на разъемные соединения трубопроводов.

Требования к контролю сварных соединений трубопроводов — по ГОСТ 3242—79.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

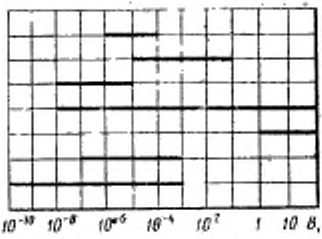
1.1. Общие требования к методам испытаний на герметичность — по ГОСТ 24054—80. Для соединений трубопроводов применяют следующие основные методы испытаний на герметичность: гидростатический, манометрический, пузырьковый, масс-спектрометрический и галогенный.

Для ориентировочной оценки границ применимости этих методов служат диапазоны пределов индикации, приведенные на чертеже.

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

Переиздание. Февраль 1986 г.

© Издательство стандартов, 1986



Диапазоны пределов индикации потока, при натекании атмосферного воздуха через стык вакуумированного соединения для следующих методов испытаний на герметичность: *1* — пузырьковый; *2* — гидростатический без применения специальных индикаторов; *3* — гидростатический с применением специальных индикаторов; *4* — манометрический газовый; *5* — манометрический жидкостный; *6* — галогенный; *7* — масс-спектрометрический

2. ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВНЫМ МЕТОДАМ ИСПЫТАНИЙ

2.1. Гидростатический метод

2.1.1. Метод осуществляется компрессорным способом как с применением, так и без применения индикаторных масс, наносимых на контролируемую поверхность. Описание способа — по ГОСТ 24054—80.

2.1.2. При проведении испытаний перед повышением давления необходимо полностью удалить воздух из соединения. Если при испытаниях на гидропрочность соединение было заполнено холодной водой и на его стенках появилась роса, то испытания на герметичность следует проводить после ее высыхания.

2.1.3. Пробное давление $P_{пр}$ при испытаниях определяют по формуле:

$$P_{пр}=k \cdot P_{у},$$

где $P_{у}$ — условное давление (избыточное давление, которое может выдержать соединение при нормальной температуре рабочей среды в условиях эксплуатации);

k — коэффициент, зависящий от условного давления, определяется по таблице.

$P_{у}$, МПа	k
< 0,2	2
0,2—40	1,5
> 40	1,25

2.1.4. При испытаниях должно быть обеспечено постепенное и плавное повышение и снижение давления. Запрещается обстукивание соединения, находящегося под давлением. При обнаружении капель, пятен и (или) резкого падения давления испытания прекращают, соединения осматривают для установления причин дефекта.

2.1.5. Время испытания одного соединения гидростатическим методом не менее 3 мин.

2.2. Манометрический метод

2.2.1. Метод реализуется следующими способами: компрессионным, вакуумным, камерным, обдува и сравнения с потоком от калиброванной течи.

2.2.2. Описания компрессионного, вакуумного и камерного способов — ГОСТ 24054—80.

2.2.3. Испытания способом обдува проводят в следующем порядке:

вакуумируют внутреннюю полость соединения;

снимают показание манометра $P_в$;

обдувают стык соединения пробным газом, после чего вновь снимают показание манометра $P_п$, определяют изменение давления ΔP_0 по формуле

$$\Delta P_0 = k_п P_п - P_в,$$

где $k_п$ — чувствительность манометра по отношению к пробному газу;

$P_в$ — показание манометра, проградуированного по воздуху;

$P_п$ — показание манометра, снятое после обдува пробным газом.

О негерметичности соединения судят по величине изменения давления ΔP_0.

Примечание. Рекомендуется применять пробный газ, при котором удовлетворяется следующее неравенство

$$\frac{k_п S_в Q_в}{k_в S_п Q_в} > 1,$$

где $S_в$, $S_п$ — быстрота действия насоса при откачке воздуха и пробного газа из соединения;

$Q_в$, $Q_п$ — поток воздуха и пробного газа через стык соединения;

$k_в$ — чувствительность манометра по отношению к воздуху.

2.2.4. Испытания способом сравнения с потоком от калиброванной течи проводят в следующем порядке:

вакуумируют внутреннюю полость соединения до тех пор, пока давление в ней не достигнет фиксированной величины $P_г$;

подают на течь пробный газ и, меняя его давление, подбирают такой поток через течь, чтобы вакуумметр показывал ту же величину $P_г$;

по графику, прилагаемому к паспорту на калиброванную течь, определяют поток, соответствующий этому давлению;

о негерметичности судят по величине потока.

Рекомендуемая схема установки для испытаний приведена в справочном приложении 2.

2.2.5. При испытаниях вакуумным способом необходимо установить по показаниям манометра момент времени t_1, когда давление во внутренней полости соединения начнет меняться линейно, после чего через промежуток времени Δt произвести измерение давления во внутренней полости соединения. Поток через стык соединения рассчитывается по формуле

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{\Delta t} V,$$

где P_1 — давление внутри соединения в момент времени t_1;

P_2 — давление внутри соединения в момент времени $t_1 + \Delta t$;

V — объем внутренней полости соединения.

Примечание. В соединениях с большим газовыделением манометр целесообразно присоединять через охлаждаемую ловушку.

2.2.6. Допустимое падение давления при испытании компрессионным способом рекомендуется оценивать по формулам, приведенным в справочном приложении 1.

Примечание. Если компрессионным способом испытывается трубопровод или участок трубопровода, где рабочей средой служит жидкость, то отношение давления газа к рабочему давлению жидкости не должно быть ниже 0,1.

2.2.7. Температурная погрешность σ определения изменения давления внутри соединения или камеры оценивается по формуле

$$\sigma = \frac{P}{T} \Delta T,$$

где P — давление пробного газа;

T — абсолютная температура газа;

ΔT — изменение температуры за время замера.

2.3. Пузырьковый метод

2.3.1. Метод осуществляют следующими способами: компрессионным, вакуумным, обмыливанием.

Описание способов — по ГОСТ 24054—80.

2.3.2. Если в качестве индикаторной жидкости применяется вода, то для повышения ее прозрачности добавляют алюмо-аммониевые квасцы из расчета 500 г квасцов на 3 м³ воды, после чего раствор следует тщательно перемешать и выдержать в течение полутора суток.

2.3.3. При необходимости повышения чувствительности в индикаторную жидкость рекомендуется добавить поверхностно-актив-

ное вещество, не оказывающее вредного воздействия на материалы деталей соединений.

2.3.4. Продолжительность испытаний рекомендуется определять по формулам, приведенным в справочном приложении 1.

2.4. Масс-спектрометрический метод

2.4.1. Метод осуществляется следующими способами:

вакуумной камеры, опрессовки в камере, обдува, щупа, накопления, накопления при атмосферном давлении, селективного отбора пробного газа.

2.4.2. Описания способов вакуумной камеры, опрессовки в камере, обдува, щупа, накопления при атмосферном давлении — по ГОСТ 24054—80.

2.4.3. Способы вакуумной камеры и опрессовки в камере рекомендуется осуществлять на установках, схемы которых приведены в справочном приложении 2.

2.4.4. Испытания способом накопления проводят в следующем порядке:

вакуумируют испытываемое соединение, подключают к нему цеолитовый насос и выдерживают соединение в течение определенного времени под вакуумом, после чего соединяют с течеискателем и замеряют фоновый поток пробного газа;

помещают соединение в камеру, заполняют ее пробным газом или смесью газов, содержащей пробный газ, и выдерживают в течение определенного времени, после чего соединяют с течеискателем и замеряют поток пробного газа;

о негерметичности судят по разности показаний течеискателя.

Рекомендуемая схема установки для испытаний приведена в справочном приложении 2.

2.4.5. Испытания способом селективного отбора пробного газа проводят в следующем порядке:

подают в полость соединения пробный газ;

подключают камеру к течеискателю через селективно проницаемый по пробному газу элемент;

о негерметичности соединения судят по количеству продиффундировавшего через элемент пробного газа.

Рекомендуемая схема установки испытания приведена в справочном приложении 2.

2.4.6. При испытаниях способом обдува скорость движения обдувателя по стыку соединения не должна быть выше 1,5 мм/с.

2.4.7. При испытаниях способом щупа скорость движения щупа по стыку соединения не должна выходить за пределы диапазона 2...5 мм/с, если пробным газом является гелий, и 0,5...2 мм/с, если пробным газом является аргон.

2.4.8. Порог чувствительности течеискательной аппаратуры — по ГОСТ 24054—80.

Примечание. Порог чувствительности установки, осуществляющей конкретный способ, может существенно отличаться от порога чувствительности аппаратуры. Так, при осуществлении способа накопления порог чувствительности установки на несколько порядков выше, чем у включенной в эту установку течеискательной аппаратуры, а при осуществлении способа щупа — на несколько порядков ниже.

2.4.9. Градуировку масс-спектрометрических течеискателей проводят с помощью диффузионной гелиевой течи типа «Гелит» в соответствии с описанием и инструкцией по эксплуатации, прилагаемым к каждому образцу течи. В результате градуировки определяют цену деления шкалы (S) выходного прибора течеискателя по формуле

$$S = \frac{Q}{\alpha - \alpha_\Phi},$$

где Q — поток гелия от течи «Гелит»;

α — установившийся отсчет течеискателя от течи «Гелит»;

α_Φ — отсчет течеискателя, обусловленный фоновым гелием.

2.5. Галогенный метод

2.5.1. Метод осуществляется способами обдува и щупа.

2.5.2. Описание способов — по ГОСТ 24054—80.

2.5.3. Значения порога чувствительности течеискательной аппаратуры — по ГОСТ 24054—80.

2.5.4. Обдув стыка соединения рекомендуется начинать не чистым галогеносодержащим газом, а смесью его с воздухом.

2.5.5. Помещение, в котором производятся испытания галогенным методом, должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию. Содержание галогенов в нем не должно превышать 10^{-4}%.

2.5.6. При испытаниях способом обдува применяются течеискатели с вакуумным датчиком, способом щупа — с атмосферным датчиком.

2.5.7. Градуировку течеискателей с вакуумным датчиком проводят одним из следующих способов:

по изменению парциального давления пробного газа, для чего во внутреннюю полость соединения через натекатель вводится пробный газ и связанное с этим изменение показаний течеискателя сравнивается с изменением давления, фиксируемого манометром;

по потоку пробного газа через тарированную диафрагму.

Примечание. Первый способ рекомендуется для соединений, откачиваемых для давлений менее 0,1 Па, второй — для давлений более 0,1 Па.

2.5.8. Градуировку течеискателей с атмосферным датчиком следует производить с помощью галогенной течи «Галот» в соответствии с описанием и инструкцией по эксплуатации, прилагаемым к каждому образцу течи. В результате градуировки определяется

цена деления (S_t) шкалы выходного прибора течеискателя по формуле

$$S_t = \frac{Q_t}{\alpha_t},$$

где Q_t — поток из галогенной течи;

α_t — сигнал течеискателя от этой течи.

Примечание. В связи с тем, что от длительно действующих порций галогенов датчик может потерять чувствительность, необходима периодическая проверка его начального тока. Для восстановления чувствительности датчика необходима его длительная тренировка при повышенном накале эмиттера и давлении чистого воздуха 10 Па.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ И НОМОГРАММЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ

1. Формулы для оценки допустимого давления при испытаниях компрессионным способом манометрического метода

$$P=\begin{cases}\dfrac{B\Delta t(P-P_a)}{VP_a}\sqrt{\dfrac{\mu_a}{\mu}}, & \text{если } P\leqslant P_1 \quad (1)\\[2ex] \dfrac{B\Delta t(P-P_a)\eta_a}{V\eta}\sqrt{\dfrac{\mu_a}{\mu}}\dfrac{(P+P_a)}{P_a^3}, & \text{если } P_1<P<P_2 \quad (2)\\[2ex] \dfrac{B\Delta t\eta_a(P^2-P_a^2)}{V\eta P_a^2}, & \text{если } P\geqslant P_2, \quad (3)\end{cases}$$

где $P_1=15\eta\sqrt[3]{\dfrac{P_a}{BL}\left(\dfrac{RT}{\mu}\right)^2}$; $P_2=333\sqrt[4]{\left(\dfrac{P_aRT}{\mu}\right)^2\dfrac{\eta^6}{BL}}$

На черт. 1 приведен график, позволяющий находить область применимости расчетных формул 1—3. На черт. 2—4 приведены номограммы, позволяющие графически определять допустимое падение давления сжатого воздуха.

Пример: Испытаниям на герметичность должен подвергаться участок трубопровода, включающий фланцевое соединение. Объем внутренней полости соединения $V=10^{-3}$ м³. Ранее соединение испытывалось компрессионным способом гидростатического метода. Порог чувствительности установки, реализующей этот способ, $B=10^{-4}$ Вт. Предполагается испытывать соединение путем опрессовки его сжатым воздухом. Пробное давление сжатого воздуха $P=5\cdot10^5$ Па, температура $T=293$ К, динамический коэффициент вязкости воздуха $\eta=\eta_a=1{,}9\cdot10^{-5}$ Па·с, универсальная газовая постоянная $R=8314\dfrac{\text{Дж}}{\text{к моль}\cdot\text{К}}$; атмосферное давление $P_a=10^5$ Па, продолжительность испытаний $\Delta t=0{,}5$ ч (1800с).

Вычисляем P_1 и P_2

$$P_1=15\cdot1{,}9\cdot10^{-5}\cdot\sqrt[3]{\frac{10^5}{10^{-4}\cdot5\cdot10^{-3}}\left(\frac{8314\cdot293}{29}\right)^2}=1{,}9\cdot10^5\text{Па},$$

$$P_2=333\sqrt[4]{\left(\frac{10^5\cdot8314\cdot293}{29}\right)^2\frac{(1{,}9\cdot10^{-5})^6}{10^{-4}\cdot5\cdot10^{-3}}}=3{,}6\cdot10^5\text{ Па}.$$

Так как $P=5\cdot10^5$ Па$>3{,}6\cdot10^5$ Па, то расчет ведем по формуле (3)

$$\Delta P=\frac{10^{-4}\cdot1800\cdot24\cdot10^{10}\cdot1{,}9\cdot10^{-5}}{10^{-3}\cdot1{,}9\cdot10^{-5}\cdot10^{10}}=4{,}3\cdot10^5\text{ Па}.$$

Таким образом, соединение считается герметичным, если за время испытаний падение давления воздуха не превысит $4{,}3\cdot10^5$ Па (≈0,04 кгс/см²).

2. Формулы для оценки продолжительности испытаний пузырьковым методом

$$\Delta t = \begin{cases} \dfrac{4\pi r^3 N P_a^2}{3B(P-P_a)} \sqrt{\dfrac{\mu}{\mu_a}}, & \text{если } P \leqslant P_1 \quad (4) \\ \dfrac{4\pi r^3 N P_a}{3B(P-P_a)} \sqrt{\dfrac{P_a^3}{(P+P_a)} \dfrac{\eta}{\eta_a} \sqrt{\dfrac{\mu}{\mu_a}}}, & \text{если } P_1 < P < P_2 \quad (5) \\ \dfrac{4\pi r^3 N P_a^3}{3B(P^2-P_a^2)} \dfrac{\eta}{\eta_a}, & \text{если } P \geqslant P_2 \quad (6) \end{cases}$$

На черт. 5 приведены графики, позволяющие определять продолжительность испытаний одного соединения (при $N=1$, $r=0{,}5$ мм).

Пример. Участок трубопровода, содержащий фланцевое соединение, подлежит испытаниям на герметичность способом обмыливания. Порог чувствительности способа $B=10^{-6}$ Вт. Радиус пузырька, уверенно регистрируемого при контроле соединения, $r=0{,}5$ мм ($5\cdot10^{-4}$ м). В трубопровод подается сжатый воздух под давлением $P=2\cdot10^5$ Па.

Вычисляем P_1 и P_2

$$P_1 = 15\cdot1{,}9\cdot10^{-5}\sqrt[3]{\frac{10^5}{10^{-6}\cdot5\cdot10^{-3}}\left(\frac{8314\cdot293}{29}\right)^2} = 8{,}7\cdot10^3 \text{ Па};$$

$$P_2 = 333\sqrt[4]{\left(\frac{10^5\cdot8314\cdot293}{29}\right)^2\frac{(19\cdot10^{-5})^3}{10^{-6}\cdot5\cdot10^{-3}}} = 10^6 \text{ Па}.$$

Так как $8{,}7\cdot10^3$ Па$<P=2\cdot10^5$Па$<10^6$ Па, то расчет ведем по формуле (5)

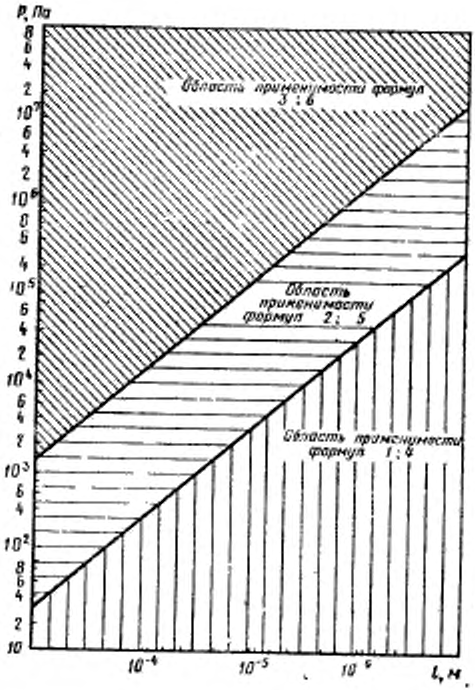
$$\Delta t = \frac{4\cdot3{,}14\cdot(5\cdot10^{-4})^3\cdot10^3}{3\cdot10^{-6}\cdot10^5}\sqrt{\frac{10^{15}}{3\cdot10^5}} = 30\text{с}.$$

Таким образом, продолжительность проверки одного соединения должна быть не меньше 30с.

Перечень обозначений физических величин

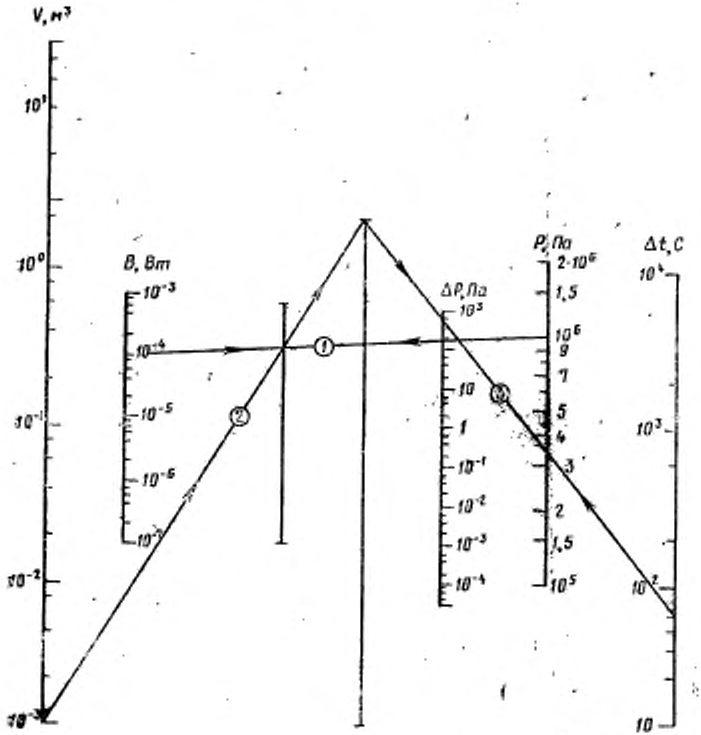
Обозначение	Наименование
V	Объем внутренней полости соединения
P_a	Атмосферное давление
ΔP	Изменение давления пробного газа за время замера
B	Поток атмосферного воздуха через стык вакуумированного изделия
μ_a	Молекулярная масса воздуха
η_a	Динамический коэффициент вязкости воздуха
R	Универсальная газовая постоянная
T	Абсолютная температура газа
Δt	Продолжительность испытаний
P	Давление пробного газа
η	Динамический коэффициент вязкости пробного газа
μ	Молекулярная масса пробного газа
r	Радиус пузырька
N	Число пузырьков, регистрируемых за время замера

Области применимости расчетных формул



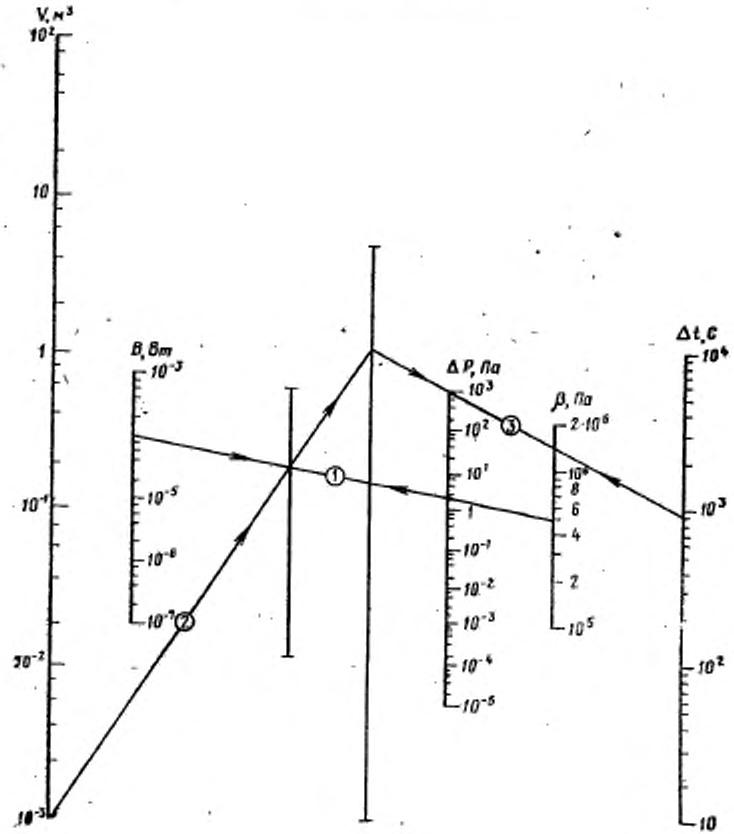
Черт. 1

Номограмма для расчета по формуле 1



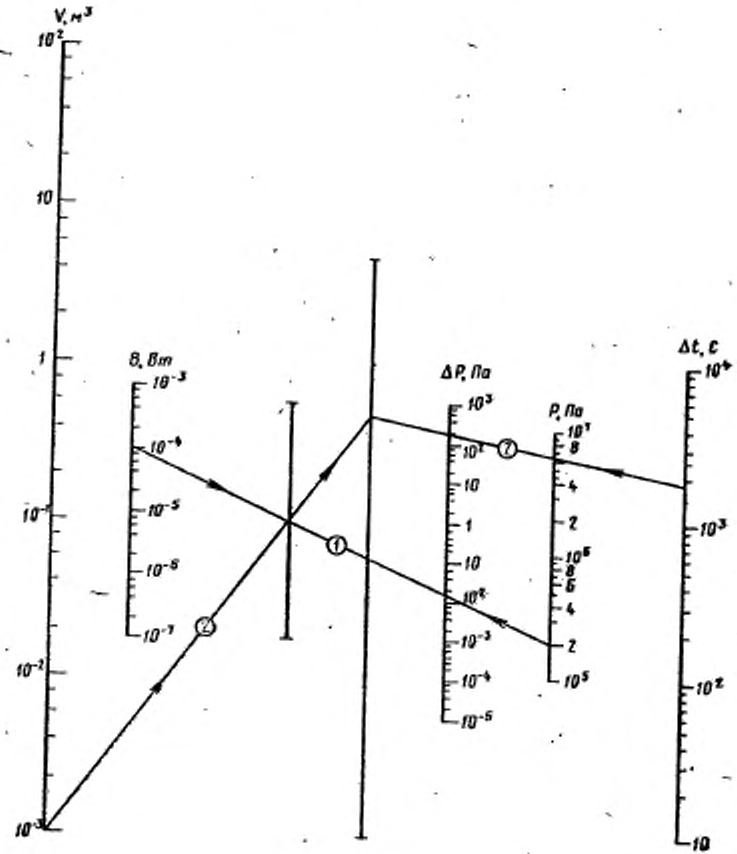
Черт. 2

Номограмма для расчета по формуле 2



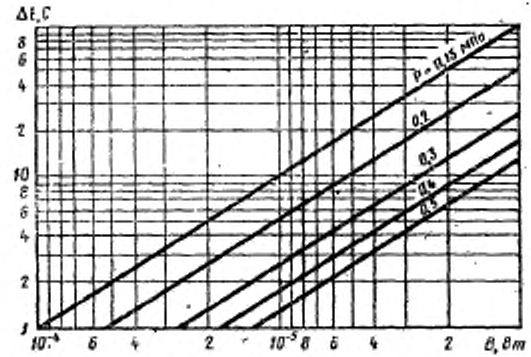
Черт. 3

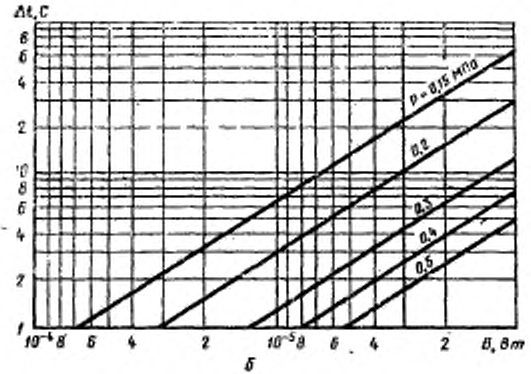
Номограмма для расчета по формуле 3



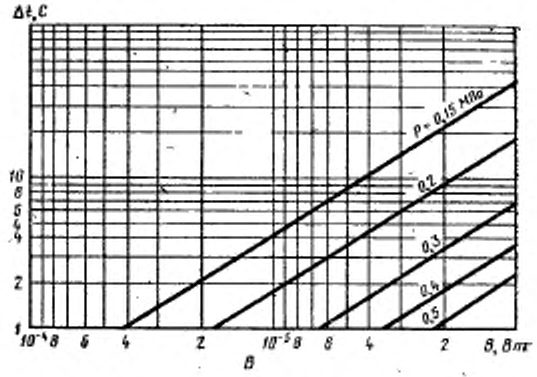
Черт. 4

Зависимости продолжительности испытаний пузырьковым методом Δt от потока B и давления P, рассчитанные по формулам: 4 (черт. 5а); 5 (черт. 5б); 6 (черт. 5в) при $N=1$ и $r=0{,}5$ мм





Черт. 5

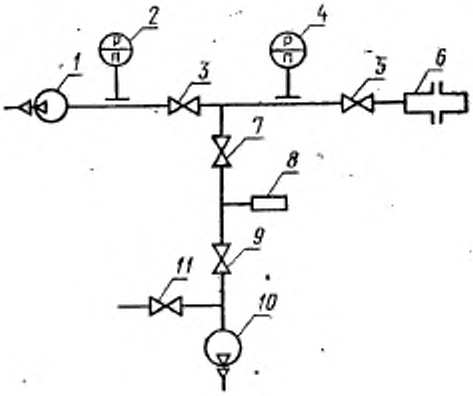


Черт. 5 *(продолжение)*

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ УСТАНОВОК

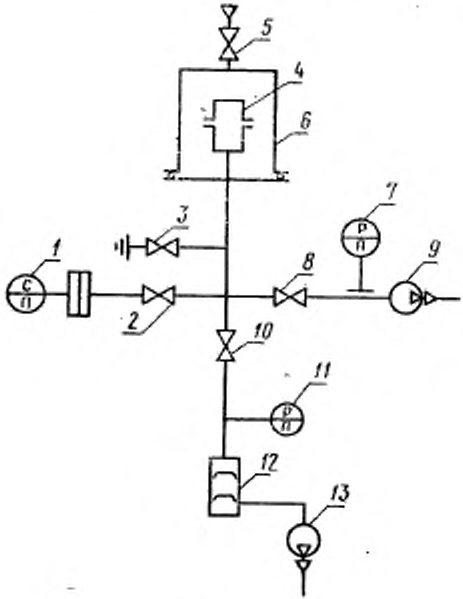
Схема установки для испытаний на герметичность способом сравнения с потоком от калиброванной течи



Черт. 1

1, 10—вакуум-насосы; *3, 5, 7, 9*—вентили; *2, 4*—вакуумметры; *6*—испытываемое соединение; *8*—калиброванная течь.

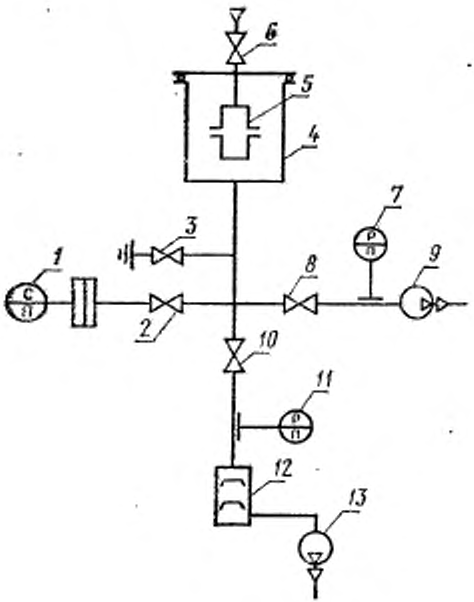
Схема установки испытаний
на герметичность способом вакуумной камеры
масс-спектрометрического метода



Черт. 2

1—масс-спектрометрический течеискатель; *2, 3, 5, 8, 10*—вентили; *4*—испытываемое соединение; *6*—вакуумная камера; *7, 11*—вакуумметры; *9, 12, 13*—вакуумные насосы

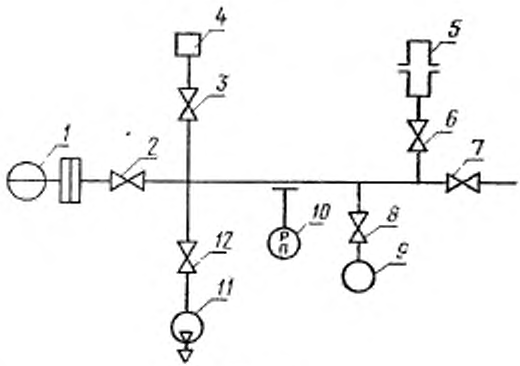
Схема для испытаний на герметичность способом опрессовки в камере масс-спектрометрического метода



Черт. 3

1—масс-спектрометрический течеискатель; *2, 3, 6, 8, 10*—вентили; *5*—испытываемое соединение; *7, 11*—вакуумметры; *9, 12, 13*—вакуумные насосы.

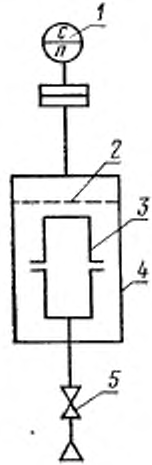
Схема установки для испытаний на герметичность способом накопления масс-спектрометрического метода



Черт. 4

1—течеискатель; *2, 3, 6, 7, 8* и *12* клапаны; *4*—калиброванная течь; *5*—испытываемые соединения; *9*—цеолитовый насос; *10*—манометрический преобразователь; *11*—вакуумный насос

Схема установки для испытаний на герметичность способом селективного отбора пробного газа масс-спектрометрического метода



Черт. 5

1—масс-спектрометрический течеискатель; *2*—селективно-проницаемый элемент; *3*—испытываемое соединение; *4*—испытательная камера; *5*—вентиль

Редактор *В. С. Аверина*
Технический редактор *Э. В. Митяй*
Корректор *Г. И. Чуйко*

Сдано в печ. 05.08.86 1,5 усл. п. л. 1,5 усл. кр.-отт. 1,08 уч.-изд. л.
Тираж 16 000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП,
Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндаугу, 12/14. Зак. 3571.

gost.e-ecolog.ru