

Измеритель утечек воздуха

IN502-07-A



Назначение

Измеритель утечек воздуха (далее – прибор) предназначен для приближенного измерения расхода воздуха через пневмосистему.

Известно, что утечки в пневмосистемах могут превышать 30% от суммарного потребления воздуха. Они могут быть связаны с негерметичностью соединений, повреждениями трубопроводов, износом клапанов и т.п. Своевременное обнаружение и достоверная численная оценка масштабов утечек являются важными мерами по энергосбережению.

Прибор отличается от обычного расходомера тем, что он не устанавливается в пневмолинию, а присоединяется к ней через ответвление. Это позволяет измерять расход, не изменяя конфигурацию пневмосистемы. Прибор рекомендуется использовать не для точных измерений расхода, а для оценки утечек воздуха через пневмосистему.

Особенности прибора

- Простое присоединение к пневмолинии
- Простое и быстрое выполнение измерений
- Широкий рекомендуемый диапазон измеряемых расходов (от 300 до 3000 норм.л/мин)
- Портативность, работа от батареек

Следует учесть

- Необходимость плавно закрывающегося крана в пневмолинии

Технические данные

Номер для заказа	IN502-07-A
Рабочая среда	Воздух
Диапазон давлений (МПа)	0.1 ~ 1.0
Погрешность измерений	$\pm 15\%$ в диапазоне расходов 300 ~ 3000 норм.л/мин *)
Источник питания	DC 3 В, две батарейки типа AA
Срок службы батареек	Примерно 720 измерений
Присоединение	Rc 3/8
Вес (кг)	1.7 (без батареек)

*) За пределами указанного диапазона погрешность измерений увеличивается

Присоединение прибора к пневмолинии

Прибор присоединяется к пневмолинии через ответвление (точка А на рис.1). Обязательным условием для выполнения измерений является наличие в пневмолинии плавно закрывающегося крана.

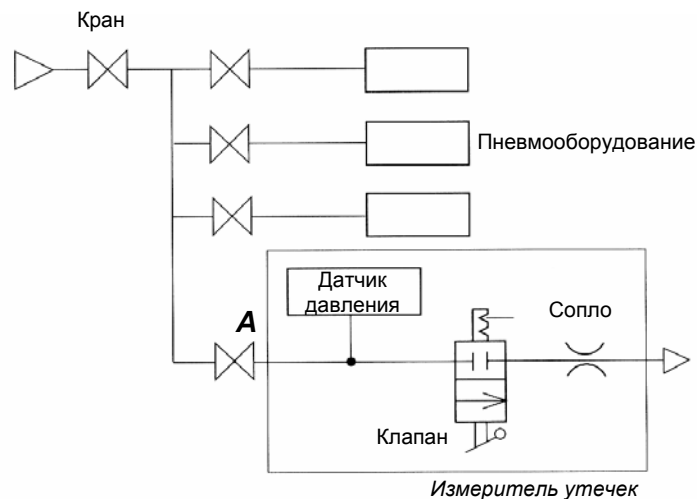


Рис.1

Принцип действия прибора

См. Приложение (в конце текста).

Внешний вид

Внешний вид передней и задней панелей прибора показан на рис.2.



Рис.2

Подготовка к работе

Для подготовки прибора к работе:

1. Присоедините прибор к пневмолинии так, как показано на рис.1.
2. Установите сопло в гнездо EXHAUST на задней панели. При этом следует выбрать из трех имеющихся сопел то, которое соответствует ожидаемой величине утечек (см.таблицу):

Диаметр сопла (мм)	Диапазон величины утечек (норм.л/мин)
1.0	300 ~ 1000
1.5	1000 ~ 2000
2.0	2000 ~ 3000

3. Убедитесь в том, что ручка переключения клапана находится в положении «CLOSE»
4. Включите прибор нажатием кнопки POWER.

Примечание: при отсутствии действий с прибором в течение 10 минут происходит его автоматическое отключение.

Настройка и выполнение измерений

Прибор работает в двух режимах:

1. Режим настроек
2. Режим измерений

При включении прибор находится в режиме измерений.

Режим настроек

В этом режиме производится выбор сопла и устанавливаются единицы измерения расхода.

Чтобы войти в режим настроек, нажмите кнопку SELECT и удерживайте ее не менее 2 секунд.

На индикаторе появится надпись «n_1.0» (диаметр сопла 1 мм). Нажимая кнопку SELECT, выберите размер того сопла, которое установлено в гнезде EXHAUST.

Нажмите кнопку SET.

На индикаторе появится надпись «U_1». Это означает, что расход будет отображаться в *норм.л/мин*. Нажатием кнопки SELECT можно выбрать другую единицу измерения расхода – **CFM** (кубические футы в минуту - надпись на индикаторе «U_2»).

Для выхода из режима настроек нажмите кнопку SET.

Режим измерений

Прежде всего убедитесь в том, что кран на пневмолинии полностью открыт, т.е. к прибору подается рабочее давление p_1 .

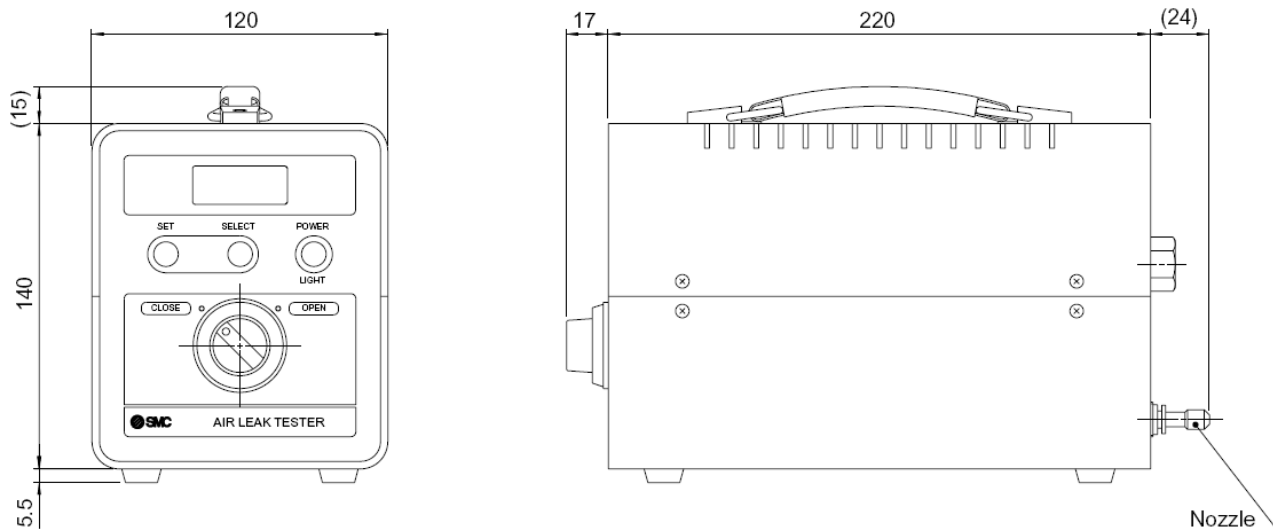
- Нажмите кнопку SET, чтобы прибор «запомнил» величину рабочего давления p_1 .

Получив информацию о величине p_1 , прибор автоматически рассчитывает критический перепад давлений. Критическая величина p_2 давления после крана автоматически вносится в память прибора. Чтобы увидеть p_2 , нужно нажать кнопку SELECT.

- Плавно закрывайте кран на пневмолинии, добиваясь того, чтобы давление после крана начало падать. Продолжайте закрывать кран до тех пор, пока давление после него станет ниже, чем критическая величина p_2 (последнюю, если забыли, можно освежить в памяти, нажав SELECT). Опустив, таким образом, давление p_2 ниже критического уровня, оставьте кран в этом положении и нажмите кнопку SET.
- Поверните ручку переключения клапана в положение «OPEN». После этого начнется истечение воздуха через сопло, установленное в гнезде EXHAUST на задней панели прибора. На индикаторе появляется давление p_3 , величина которого ниже, чем p_2 . Нажмите кнопку SET, чтобы ввести в память прибора давление p_3 .
- Подождите, пока прибор автоматически рассчитает величину расхода воздуха через пневмолинию при рабочем давлении p_1 . По окончании расчета величина расхода появится на индикаторе.

После выполнения измерения приведите кран пневмолинии в исходное состояние, поверните ручку переключения клапана прибора в положение «CLOSE», нажмите кнопку SET, после чего прибор готов к выполнению новых измерений.

Размеры



ПРИЛОЖЕНИЕ

Принцип действия прибора

Известно, что массовый расход воздуха при сверхкритическом (т.е. более чем двукратном) перепаде давлений определяется по формуле:

$$G = 0.0404 \mu F_* \frac{p_1}{\sqrt{T}},$$

где μ - коэффициент расхода,
 F_* - площадь проходного сечения отверстия,
 p_1 - абсолютное давление воздуха перед отверстием,
 T - температура воздуха.

Для упрощения записи формулу расхода можно привести к виду:

$$G = k p_1 F_* \tag{1}$$

При измерении утечек в первую очередь измеряется давление p_1 с помощью встроенного в прибор датчика давления.

Чтобы рассчитать расход по формуле (1), необходимо определить F_* . Для этого кран частично закрывается, причем так, чтобы на нем образовался сверхкритический перепад давлений. При этих условиях расход воздуха через кран останется неизменным даже при дальнейшем падении давления после крана. Теперь выполняются два действия:

1) Измеряется давление p_2 после крана. При этом расход воздуха, проходящего через кран и утекающего через пневмосистему:

$$G_1 = kp_2F_*$$

2) Открывается клапан прибора, в результате чего воздух начинает истекать также через сопло, размер которого известен. Подключение сопла приводит к увеличению суммарной площади проходного сечения на величину F_*^m и, соответственно, падению давления после крана от p_2 до p_3 . Теперь расход воздуха, проходящего через кран, разделяется на два потока – через пневмосистему и через сопло:

$$G_1 = k(p_3F_* + p_3F_*^m)$$

Еще раз отметим, что расход G_1 остается неизменным, т.к. он не зависит от изменения давления после крана. Приравнивая правые части выражений для расхода G_1 , получаем:

$$p_2F_* = p_3(F_* + F_*^m)$$

Отсюда можно выразить искомую площадь проходного сечения:

$$F_* = F_*^m \frac{p_3}{p_2 - p_3}$$

Площадь сечения сопла F_*^m известна, а давления p_2 и p_3 измерены, их значения содержатся в памяти прибора. Таким образом, можно вычислить F_* , а затем по формуле (1) – величину утечек при рабочем давлении p_1 (напомним, оно уже было измерено и также содержится в памяти прибора).