

УДК 681.12:681.518.52

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗАМЕРА РАСХОДА ВОЗДУХА С ПРИВЕДЕНИЕМ ПОКАЗАНИЙ К СТАНДАРТНЫМ УСЛОВИЯМ

*Щукин А.Ю. (ТЛ-1А51), Арцев Ю.А. (ТЛ-1А51),
Щукин О.Ю. (ТЛ-1А51), тел. +0380721008685, vasilevkr@gmail.com
Научный руководитель – доц. Васильев И.П.
Луганский университет им. В. Даля, Луганск, ЛНР*

Ключевые слова: *воздух, объемный расход, массовый расход, стандартные условия.*

Рассмотрена возможность автоматического замера расхода воздуха и приведения полученных показаний к стандартным условиям. При исследованиях предлагается определять массовый расход воздуха, учитывающий изменения окружающей среды, а именно, температуру и барометрическое давление. Рассмотрена погрешность замера массового расхода воздуха, вызванная оговоренным в стандарте изменением барометрического давления.

Введение. Во многих отраслях промышленности возникает необходимость замера расхода воздуха. При этом необходимо ориентироваться на определенные стандарты. Для приведения объема газа к одинаковым условиям используются следующие параметры: давление – 101325 Па (760 мм. рт. ст) и температура – 293,15 К (20°C) [1].

В автомобильной промышленности показания двигателей (мощность, крутящий момент, среднее эффективное давление) также приводятся к стандартным условиям [2, 3].

При этом отмечается, что если параметры окружающей среды выходят за определённые значения, то в протоколе испытаний необходимо их указывать.

Цель работы — изучить возможность автоматического замера массового расхода воздуха с приведением показателей к стандартным условиям.

Материал и методика исследований. Работа была выполнена на кафедре «Железнодорожный транспорт» Луганского университета им. В. Даля.

Одним из требований поверки является приведение показателей к одинаковым (стандартным) условиям, учитывающих изменение параметров окружающей среды.

В ГОСТе [4] оговаривается температура окружающей среды, которая должна быть равна $20 \pm 5^\circ\text{C}$, относительная влажность – в диапазоне 30-80%.

В тоже время допускается изменение атмосферного давления в пределах 84-106,7 кПа.

Изменение барометрического давления в указанном диапазоне не влияет на условия поверки газовых счетчиков. В некоторых случаях достаточно использование только объемного расхода воздуха. Например, при поверке газовых счет-

чиков сравнивают объемные показания эталонного и поверяемого счетчиков.

Но при исследованиях, в которых используется массовый расход воздуха это необходимо учитывать.

Известно, что с увеличением барометрического давления массовый расход воздуха увеличивается, так как воздух становится плотнее.

Предлагается оценить влияние изменения барометрического давления на массовый расход воздуха в указанном в ГОСТе диапазоне 84-106,7 кПа.

После замера объемного расхода воздуха расход газа приводится к стандартным условиям ($V_0=101,3$ кПа и $T_0=293$ K) по формуле:

$$Q_v^{ну} = Q_v \frac{T_0 \cdot V_{окр}}{T_{окр} \cdot V_0},$$

где Q_v объемный расход воздуха при параметрах окружающей среды;
 $V_{окр}$ и $T_{окр}$ барометрическое давление и температура окружающей среды.
 Массовый расход в кг/ч определяется по формуле:

$$G_a = Q_a^b \cdot \rho_a^b,$$

где $\rho_a^b = 1,2$ кг/м³ – плотность воздуха при стандартных условиях.

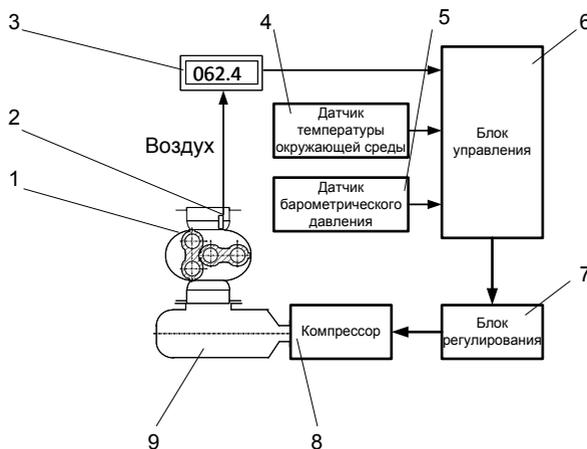


Рисунок 1 - Общая схема автоматического замера и регулирования массового расхода воздуха:

- 1-газовый счетчик; 2-индукционный датчик; 3-показывающий прибор;
- 4-датчик температуры окружающей среды; 5-датчик барометрического давления; 6-блок управления; 7-блок регулирования; 8-компрессор; 9-ресивер

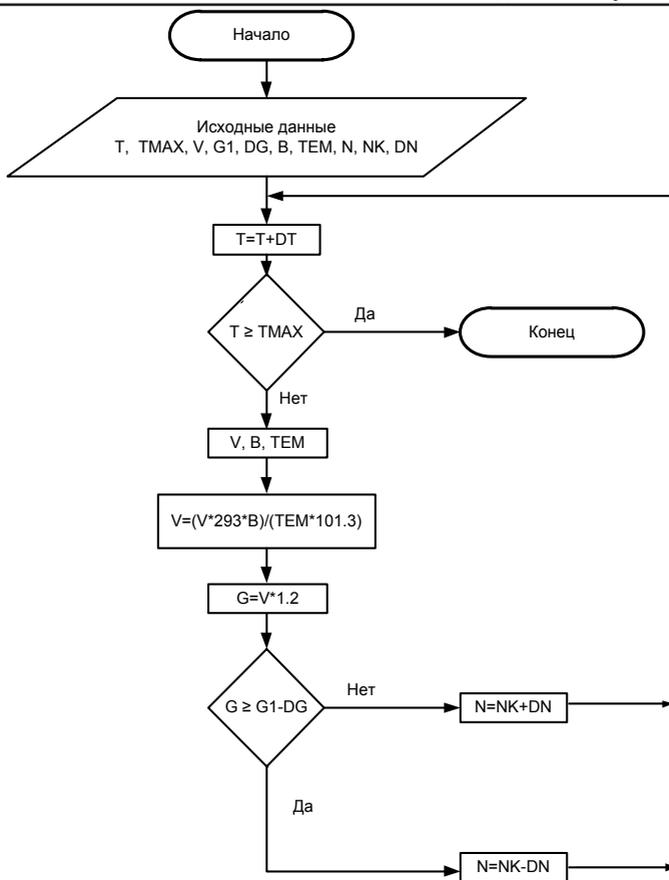


Рисунок 2 - Блок-схема алгоритма регулирования заданного массового расхода воздуха

Предположим, что проходит поверку счетчик при одинаковой температуре 20°C и при крайних значениях барометрического давления.

При $V_0=84$ кПа объемный расход счетчика РГ-40 составляет 30 м³/ч, а приведенный к стандартным условиям равен 24,87 м³/ч (массовый расход 29,844 кг/ч). При $V_0=106,7$ кПа эта величина составляет 31,59 м³/ч (массовый расход 37,9 кг/ч). Отличие массовых расходов воздуха в указанном диапазоне барометрического давления составляет 27 %, что является достаточно большой величиной. Поэтому предлагается при исследованиях ориентироваться на массовый расход воздуха.

Результаты исследований. Схема установки для поддержания постоянного массового расхода воздуха приведена на рис. 1.

Согласно схеме при работе фиксируется объемный расход воздуха, температура и барометрическое давление окружающей среды. Данные параметры поступают в блок управления, в котором производится приведение объемного расхода воздуха к стандартным условиям, а затем расчет массового расхода воздуха. Далее производится сравнение с заданным значением и с необходимой точностью осуществляется регулирование расхода воздуха. Регулировка осуществляется путем уменьшения или увеличения оборотов компрессора. Воздух поступает в ресивер для сглаживания пульсаций. Указанная последовательность операций представлена в блок-схеме на рис. 2.

В блок-схеме используются следующие идентификаторы: T (T) – текущее время замера; ΔT (DT) – время между замерами; T_{\max} (T_{\max}) – максимальное время работы двигателя; V – текущее значение объемного расхода воздуха; G_1 (G_1) – заданный массовый расход воздуха; ΔG (DG) – заданная погрешность массового расхода воздуха; NK – обороты компрессора; ΔNK (DN) – изменение оборотов компрессора; B – барометрическое давление окружающей среды; TEM – температура окружающей среды; G (G) – массовый расход воздуха

Заключение. В результате проведенных исследований предложено для более точного определения расхода воздуха использовать не объемный расход, который зависит от окружающей среды, а массовый расход, учитывающий эти изменения.

Библиографический список:

1. ГОСТ 2939-63. Газы. Условия для определения объема. Введ. 01.01.1964. М.: Изд-во стандартов, 1988. – 3 с.
2. ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. Введ. 01.01.82. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 55 с.
3. ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. – Введ. 01.01.90. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 70 с.
4. ГОСТ Р 8.324-2002 ГСИ. Счетчики газа. Методика поверки. Введ. 01.01.2004. Взамен ГОСТа 8.324-78 М.: Изд-во стандартов, 2004. - 3 с.

AUTOMATION OF MEASUREMENT OF THE CONSUMPTION OF AIR WITH REDUCTION OF INDICATIONS TO STANDARD CONDITIONS

Schukin A. Yu., Artsev Yu. A., Schukin O. Yu.

Keywords: *air, volume expense, mass expense, standard conditions.*

The possibility of automatic measurement of a consumption of air and reduction of the received indications to standard conditions is considered. At researches it is offered to define the mass consumption of air considering changes of the environment, namely, temperature and barometric pressure. The error of measurement of a consumption of air caused by the change of barometric pressure stipulated in the standard is considered.