

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ВОЗДУХА В АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ

*Коган А.Г., Смелков Д.В.,
Москалев Г.И., Казарновский В.Я.*

В настоящее время широкое распространение получили способы прядения волокон и нитей, основанные на использовании сжатого воздуха. Основным технологическим элементом этих способов является аэродинамическое устройство (АУ), в котором происходит процесс пневматического прядения.

Важнейшая характеристика любого аэродинамического устройства - расход сжатого воздуха, величина которого значительно влияет на экономические показатели процесса прядения. В настоящее время существует около 15 основных методов измерения расхода /1/:

объемные методы;
по перепаду давления;
лазерные методы и др.

Все существующие методы имеют один общий и существенный в наших сегодняшних экономических условиях недостаток - использование дорогостоящего оборудования.

В данной работе предлагается один из методов определения объемного расхода воздуха в АУ. Из теории термодинамики известно, что давление однородного тела P в состоянии равновесия может быть представлено в виде некоторой функции f температуры T и объема тела V /2/. Уравнение

$$f(P, T, V) = 0, \quad (1)$$

где P - давление воздуха, МПа; T - абсолютная температура, °К;
 V - объем воздуха, м³,

связывающее значения давления P , температуры T и объема V данного однородного тела в состоянии равновесия, называется термическим уравнением состояния тела.

Форма состояния, то есть вид функции $f(P, T, V)$, определяется из опыта либо устанавливается теоретически на основе кинетической теории материи /2/.

Так, уравнение состояния идеального газа Клапейрона имеет следующий вид:

$$PV = RT, \quad (2)$$

где R - универсальная газовая постоянная.

При изотермическом процессе уравнение (2) запишется в следующем виде:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2. \quad (3)$$

При определении формулы объемного расхода воздуха были сделаны следующие предположения. Допустим, что имеется резервуар, способный изменять свой объем. В начальных условиях он заполнен идеальным газом с давлением P_1 при объеме V_1 . Увеличим объем резервуара до V_2 . Тогда согласно формуле (3) значение давления идеального газа уменьшится до P_2 . Так как на изменение объема резервуара потрачено какое-то время dt , то можно показать, что:

$$Q = dV/dt, \quad (4)$$

где Q - объемный расход воздуха этого резервуара, м³/ч.

Интегрируя выражение (4), получим:

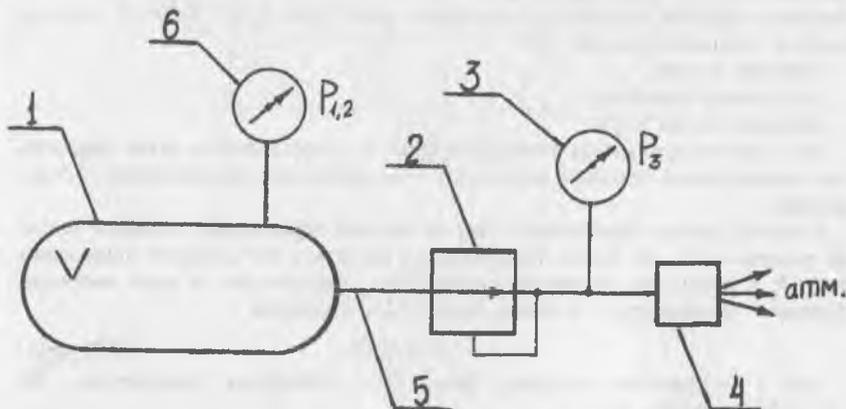
$$Q=(V_2-V_1)/t. \quad (5)$$

Выражая из уравнения (3) объем резервуара V_2 и подставляя его в уравнение (5), получим формулу для определения объемного расхода воздуха предлагаемым методом:

$$Q=(V_1/t)(P_1/P_2-1), \quad (6)$$

где V_1 - первоначальный объем воздуха, м³; P_1 - первоначальное давление воздуха, МПа; P_2 - давление воздуха в конечных условиях, МПа; t - время, за которое давление P_1 упадет до величины P_2 , ч.

На рис. 1 показана схема установки для определения объемного расхода воздуха АУ.



1 - ресивер; 2 - редукционный клапан; 3, 6 - манометры; 4 - аэродинамическое устройство; 5 - гибкий шланг.

Рис. 1. Схема установки для определения объемного расхода воздуха

Ресивер 1 заполняется сжатым воздухом под давлением P_1 . На выходе из ресивера установлены последовательно редукционный клапан 2, манометр 3 и аэродинамическое устройство 4, связанные гибким шлангом 5. Воздух из АУ выходит в атмосферу. С помощью редукционного клапана на входе в АУ поддерживается рабочее давление P_3 . При работе на установке необходимо замерить время, за которое давление в ресивере упадет до определенной величины, фиксируемой манометром 6. Далее по формуле (6) определяется расход воздуха в АУ.

Как следует из описания установки ресивер имеет постоянный объем. В данном случае падение давления происходит из-за выхода воздуха в атмосферу. Объем вышедшего за некоторое время t в атмосферу воздуха и будет расходом АУ.

Для определения адекватности полученной формулы были проведены эксперименты определения расхода воздуха в АУ, применяемых в процессе пневмотекстурирования. В качестве аналога был применен метод динамического напора,

основанный на использовании трубки Прайдтля /1/. Данные эксперимента представлены в таблице.

№	Метод динамического напора, м ³ /ч	Предлагаемый метод, м ³ /ч	Расхождение, %
1.	7,1	6,71	5,8
2.	7,13	6,79	5,0
3.	7,34	6,96	5,5

Как видно из данных таблицы предлагаемый метод позволяет достаточно точно определить искомую величину. Кроме того, простота способа позволяет рекомендовать его к широкому применению.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика определения объемного расхода воздуха в АУ.
2. Правильность полученных теоретических выводов подтверждается экспериментальными исследованиями.
3. Предлагаемый метод может применяться как в лабораторных так и в производственных условиях.

Литература:

1. Измерения в промышленности. Справ. издание в 3-х книгах. Кн. 2. Способы измерения и аппаратура: Пер с нем./ Под. ред. Профоса П.-М.:Металлургия, 1990.,384.
2. М.П. Вукалович, И.И Новиков. Техническая термодинамика.-М.: Энергия,1968.