

УДК 681.2.08:62.784.4

Л.В. Недобой, стаж.-преп., А.П. Васютенко, канд. техн. наук

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: ps@sevgtu14.sebastopol.ua

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОБООТБОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Рассматривается точность пробоотборных устройств непрерывного и циклического действия, используемых при лабораторном анализе запыленности и загазованности воздушной среды. Приведен график зависимости и анализ расчета данных.

Для определения запыленности и загазованности воздушной среды широко используются методы лабораторного анализа, предусматривающие предварительное выделение пыли и газообразных вредных веществ на фильтрах или в жидкостных поглотительных приборах. Аспирация воздуха осуществляется через поглотительные элементы пробоотборными устройствами, стабильность режимов которых в значительной степени определяет точность оценки концентрации вредных веществ в воздухе. Концентрация в общем случае вычисляется по формуле

$$C = m / V_{\Pi}, \quad (1)$$

где m – масса вредного вещества на поглотительном элементе; V_{Π} – объем пробы воздуха.

Продифференцировав выражение (1) по V_{Π} и перейдя к приращениям, получим зависимость погрешности оценки концентрации вредных веществ ΔC от изменения объема пробы воздуха ΔV_{Π} :

$$\Delta C = -m \cdot \Delta V_{\Pi} / V_{\Pi}^2. \quad (2)$$

Пробоотборные устройства можно разделить на два основных класса. Это широко применяемые, серийно выпускаемые пробоотборные устройства непрерывного действия с побудителями расхода воздуха электромеханического или эжекторного пневматического типов, а также пробоотборные устройства нового класса, реализующие циклический принцип отбора проб воздуха в глухие пневмокамеры постоянного или переменного объема. В пробоотборных устройствах непрерывного действия объем пробы воздуха $V_{\Pi n}$ определяется произведением объемного расхода воздуха Q на время пробоотбора τ , т.е.

$$V_{\Pi n} = Q \cdot \tau. \quad (3)$$

В устройствах циклического действия объем пробы воздуха $V_{\Pi c}$ определяется объемом пневмокамеры $V_{\Pi k}$ и числом циклов пробоотбора n

$$V_{\Pi c} = V_{\Pi k} \cdot n. \quad (4)$$

Погрешность объема пробы воздуха определяется путем дифференцирования выражений (3) и (4) по переменным параметрам:

$$\Delta V_{\text{пн}} = \tau \cdot \Delta Q, \quad (5)$$

$$\Delta V_{\text{пц}} = V_{\text{пк}} \cdot n. \quad (6)$$

Подставив выражения (5) и (6) в формулу (2), найдем зависимость погрешности определения концентрации вредных веществ от ΔQ и $\Delta V_{\text{пк}}$ для пробоотборных устройств непрерывного (7) и циклического (8) действия:

$$\Delta C_{\text{н}} = -m \cdot \Delta Q / V_{\text{пн}}^2, \quad (7)$$

$$\Delta C_{\text{ц}} = -(m \cdot n / V_{\text{пц}}^2) \cdot \Delta V_{\text{пк}}. \quad (8)$$

Проведем преобразование выражений (7) и (8) путем замены

$$\Delta C_{\text{н}} = -(C \cdot \tau / V_{\text{пн}}) \cdot \Delta Q, \quad (9)$$

$$\Delta C_{\text{ц}} = -(C \cdot n / V_{\text{пц}}) \cdot \Delta V_{\text{пк}}. \quad (10)$$

Учитывая, что $V_{\text{пн}} = V_{\text{пц}}$, обозначим $-C / V_{\text{п}} = k$ и перепишем выражения (9) и (10) в следующем виде:

$$\Delta C_{\text{н}} = k \cdot \tau \cdot \Delta Q,$$

$$\Delta C_{\text{ц}} = k \cdot n \cdot \Delta V_{\text{пк}}.$$

В пробоотборных устройствах непрерывного действия в качестве отсчетного устройства используются ротаметры с диапазоном измерения расхода воздуха 0...1 дм³/мин и 5...20 дм³/мин с ценой деления 0,1 дм³/мин и 1 дм³/мин соответственно.

Если принять погрешность расхода воздуха равной половине цены деления шкалы ротаметра, то получим значения $\Delta Q = 0,05$ дм³/мин; и $\Delta Q = 0,5$ дм³/мин. Объем пневмокамеры пробоотборного устройства можно определить путем измерения ее геометрических параметров с погрешностью не более $\Delta V_{\text{пк}} = 0,1$ дм³. В таблице 1 приведены расчетные значения погрешностей $\Delta C_{\text{н}}$ и $\Delta C_{\text{ц}}$.

Таблица 1 – Расчетные значения $\Delta C_{\text{н}}$ и $\Delta C_{\text{ц}}$.

№ п/п	Время пробоот- бора τ , мин.	Расход воздуха Q , дм ³ /мин.	Объем пробы воздуха V , дм ³	Число циклов n	ΔQ , дм ³ /мин	$\Delta V_{\text{пк}}$, дм ³	$\Delta C_{\text{н}}$	$\Delta C_{\text{ц}}$
1	20	20	400	40	0,5	0,1	10k	4k
2		10	200	20				2k
3		5	100	10				1k
4		1	20	2	0,05		1k	0,2k
5		0,5	10	1				0,1k

На рисунке 1 изображены зависимости погрешности определения концентрации вредных веществ от объема пробы воздуха для пробоотборных устройств непрерывного (I) и циклического (II) действия.

Анализ расчетных данных и графиков показывает, что циклический принцип отбора проб воздуха позволяет теоретически в 2,5...10 раз повысить точность дозирования объема пробы воздуха и соответственно определения концентрации вредных веществ в воздухе.

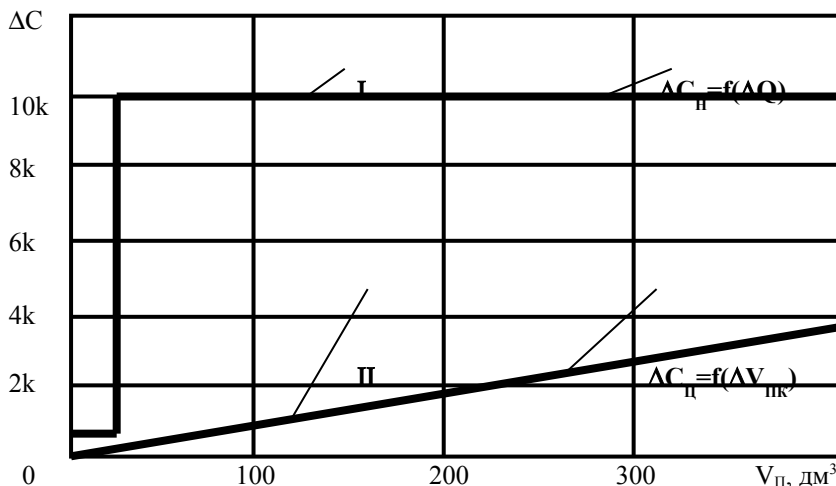


Рисунок 1 - Зависимость погрешности измерения концентрации ΔC от объема пробы воздуха

Предполагается дальнейшее исследование циклического принципа отбора проб воздуха, для активного использования его в лабораторных анализах запыленности и загазованности воздушной среды.

Библиографический список

1. Перегуд Е.А. Инструментальные методы контроля загрязнения атмосферы / Е.А Перегуд. — М.: Химия, 1981. — 176 с.
2. Прикороба Е.К. современные средства отбора проб воздуха рабочей зоны / Е.К. Прикороба. — М.: Изд-во ВЦНИИОТ ВЦСПС, 1984. — 56 с.

Поступила в редакцию 22.10.2003 г.