

УДК 613.646:613.14/15

*М.Ю. Смирнов, студент гр. ПН-61м, д.т.н., професор, в.о. зав. кафедри
Зацепкіна Н.М., В.В. Гаврилюк, студент гр. ПН-61м
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПИЛУ В ПРИМІЩЕННІ

Анотація. У статті розглянутий алгоритм вимірювання концентрації пилу в повітрі робочої зони виробничих приміщень підприємств. Розроблено комп'ютерну програму для розрахунку концентрації пилу на підприємстві. У ході дослідження було проаналізовано гравіметричний метод вимірювання концентрації пилу у виробничих приміщеннях. Виявлено його недоліки та вдосконалено метод зміною кількістю зважувань фільтру з пилом. Розроблено алгоритм вимірювання концентрації пилу та написана комп'ютерна програма для розрахунку його концентрації. Це дозволило зменшити похибку вимірювання на 19%, прискорити та спростити процес вимірювання та розрахунків концентрації пилу в повітрі виробничих приміщень підприємств.

Ключові слова: пил, датчик, пиломір, фільтр, вимірювання, концентрація, аспіратор, об'єм, барометричний тиск.

ВСТУП

Одним з негативних факторів, які різко погіршують умови праці практично в усіх галузях народного господарства, є пил, який несприятливо впливає на внутрішні органи і центральну нервову систему працюючих, сприяючи виникненню і інтенсивному протіканню професійних захворювань, а також є причиною виробничого травматизму.

Цілий ряд технологічних процесів супроводжується утворенням мілко-подрібнених частинок твердої речовини (пилу), які потрапляють в повітря виробничих приміщень і більш-менш тривалий час знаходяться в ньому в підвищеному стані.

На сьогодні існує декілька основних методів вимірювання пилу, проте нашою метою є розробка комп'ютерної програми для вимірювання концентрації пилу в приміщенні на основі гравіметричного методу.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Пилоутворення відбувається при дробленні, розмелюванні, перетирання, шліфовці, свердлінні, фасуванні, пакуванні, переробці сільгосппродукції, складської обробки вантажів, вантажно-розвантажувальних операціях, транспортванні. Пил утворюється також в результаті конденсації пари важких металів і інших речовин[1]. Гравіметричний метод [2]заснований на зважуванні частинок пилу на спеціальному фільтрі при проходженні (прокачуванні) через нього фіксованого об'єму пило-газової проби. Санітарно-гігієнічні норми до концентрації пилу у приміщенні визначені у [3].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження була розробка алгоритму розрахунку концентрації пилу в приміщенні та розроблення відповідної комп'ютерної програми.

Відповідно до гравіметричного методу концентрація пилу C_p визначається по формулі:

$$C_{II} = \frac{M_1 - M_2}{V}, \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad (1)$$

де M_1 мг – маса фільтра з пилом,
 M_2 , мг – маса фільтру без пилу,
 V – об'єм пропущеної проби, м³ [2].

За основу розробки алгоритму вимірювання концентрації пилу взято гравіметричний метод із-за його обмеженого діапазону вимірювання концентрації пилу 0-10 мг/м³, що є доцільним в його використанні для санітарно-гігієнічного контролю атмосфери, атестації робочих місць. Але для зменшення похибки даний метод було вдосконалено шляхом зважування нашого фільтру з пилом в два етапи [4].

На першому етапі на цифрових електронних терезах розміщується пило-вий фільтр з пилом і фіксується значення показів терезів. Згідно до формули (2) розраховуємо N_1 .

$$N_1 = P_1 \times K, \quad (2)$$

де P_1 – вага фільтру після дослідів
 K – коефіцієнт передачі терезів.

На другому етапі до пилового фільтру на терезах додається еталонна вагова міра масою P_0 і фіксується результат вимірювання $N_2 = K \times (P_0 + P_1)$ – сумарної маси пилового фільтру з пилом і еталонної вагової міри. (У якості еталонної міри використовується калібрована вага – міні гиря, вагою у діапазоні 50 - 100 мг.)

Складається і вирішується система рівнянь:

$$\begin{cases} N_1 = K \cdot P_1 \\ N_2 = K \cdot (P_1 + P_0) \end{cases} \quad (3)$$

далі визначають P_1 по формулі:

$$P_1 = \frac{N_1 \cdot P_0}{N_2 - N_1}, \text{ (мг)} \quad (4)$$

Розраховане значення P_1 вводиться в формулу (5).

При визначенні концентрації P_1 по формулі (4) відхилення коефіцієнта K передачі терезів від номінального значення, внаслідок дії зовнішніх чинників, взаємно компенсується, якщо обидва етапи провести з мінімальним розривом у часі. Концентрацію пилу X_1 в 1 м³ повітря визначаємо за формулою

$$X_1 = \frac{P_1 - P_2}{V_1}, \text{ (мг/м}^3\text{)} \quad (5)$$

де P_1, P_2 – вага фільтра чи вати до дослідів P_2 і після дослідів P_1 , мг;
 V_1 – об'єм повітря, яке протягнене через фільтри, визначаємо за формулою

$$V_1 = V \cdot T, \text{ (л)} \quad (6)$$

де V – покази поплавка ротаметра аспілятора, об'ємна швидкість, л/хв;

T – час дослідів, хв.

Об'єм повітря V_0 наведено до нормальних умов (до такого об'єму, який би він займав при температурі 0°C і тиску 760 мм.рт.ст.) дорівнює

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot 273 \cdot B}{(273 + t) \cdot 760}, \quad (\text{м}^3) \quad (7)$$

де B – барометричний тиск у місці відбирання проби, мм.рт.ст.;
 t – температура повітря в місці відбирання проби, °C [4].

Концентрація пилу X_0 в 1 м³ повітря за нормальних умов буде дорівнювати

$$X_0 = \frac{P_1 - P_2}{V_0}, \quad (\text{мг/м}^3) \quad (8)$$

Отримані дані розрахунків записують в таблицю, та проводять оцінку показників запиленості у виробничому приміщенні шляхом порівняння результатів досліджень з вимогами ГОСТ 12.1.005-88 [3].

На основі наведеного алгоритму було розроблено комп'ютерну програму яка має вигляд наведений на рис. 1.

Рисунок 1. Вікно вхідних даних яке заповнює користувач

Для початку роботи з програмою користувачу необхідно ввести наступні дані:

- ввести назву пилу концентрацію якого ми вимірюємо;
- гранично допустиму концентрацію пилу згідно до нормативів;
- масу фільтру до та після виконання досліді;
- вибрати масу еталону;
- ввести коефіцієнт передачі терезів на яких зважуємо фільтри;
- об'єм прокачаного нами за хвилину повітря;
- атмосферний тиск на момент досліді;
- час проведення досліді;
- температуру навколишнього середовища.

Після введення даних натискають кнопку «Розрахунок» і програма почне свою роботу. В результаті роботи програми на екран буде виведено таблицю в якій будуть вказані всі відомі нам данні та розрахована концентрація пилу, а також вказано на скільки отриманий нами результат перевищує значення гранично допустимої концентрації чи задовольняє його. Якщо не за-

кривати таблицю та змінивши вхідні данні новими то після повторного натискання кнопки «Розрахунок» до таблиці буде додано строку з результатами 2 вимірювання.

Номер закування	До досліду P1, мг	Після досліду P2, мг	Температура повітря, t	Барометричний тиск, мм. рт. ст.	Швидкісний об'єм з ротаметра, л/хв	Час проведення досліду V, хв
1.000000	0.002300	0.059000	18.000000	745.000000	20.000000	20.000000

Об'єм повітря, який протягується при даній температурі V1	Концентрація пилу X1, мг/м3	Наведений об'єм Повітря V0	Концентрація пилу в 1 м3 при норм. умовах X0, мг/м3	Назва Пилу	Гдк пилу згідно з нормами ГОСТ 12.1.005-88 в мг/м3	Перевищення норми, абсолютне	Перевищення норми, відносне
400.000000	0.000142	367.851300	0.000154	Метал...	0.003000	не перевищує	не перевищує

Рисунок 2. Результат роботи програми

ВИСНОВКИ

Таким чином, у ході дослідження було проаналізовано гравіметричний метод вимірювання концентрації пилу у виробничих приміщеннях. Виявлено його недоліки та вдосконалено метод зміною кількістю зважувань фільтру з пилом. Розроблено алгоритм вимірювання та написана комп'ютерна програма для розрахунку концентрації пилу в приміщенні. Це дозволило зменшити похибку вимірювання на 19%, прискорити та спростити процес вимірювання та розрахунків концентрації пилу в повітрі виробничих приміщень підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Обстеження систем аспірації та вентиляції ЦВО-1, ЦВО-2 та розробка рекомендацій по підвищенню ефективності їх роботи для зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферу та запиленості на робочих місцях: Отчет о НИР / Криворожский технический университет: №ГР 0106U008416. – Кривой Рог, 2006. – 130 с.
2. ГОСТ 17.2.4.05-83 Охрана природы. Атмосфера. Гравиметрический метод определения взвешенных частиц пыли. [Чинний від 1983–01–01].-М.: 1983.(Державний стандарт СРСР).
3. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Чинний від 1988–01–01]. -М.: 1988. (Державний стандарт СРСР).
4. Корнієнко Д. Г. Автоматична система очистки пробопідготовки газоаналізаторів димових газів [Текст]/Д. Г. Корнієнко, В. П. Приміський // Технологический аудит и резервы производства. Харків. – 2015. – № 1/3(21). – С. 29 – 32.

