

INSTRUKCJA NR 08-02

**NIEPEWNOŚĆ OZNACZENIA ZAWARTOŚCI CZYNNIKÓW
CHEMICZNYCH NA STANOWISKACH PRACY**

1. Cel instrukcji

Celem dokumentu jest określenie sposobu szacowania niepewności w pomiarach czynników chemicznych na stanowiskach pracy. Instrukcję stosuje się do wyznaczenia niepewności wskaźników.

2. Postępowanie

Niepewność wskaźników narażenia na czynniki chemiczne szacowana jest własną metodą.

2.1 Niepewność związana z objętością pobranego powietrza

Niepewność standardowa wynikająca z tolerancji przepływu aspiratora związanej ze zmianą temperatury w [%]:

$$u_1 = \frac{t_T}{\sqrt{3}} = \frac{5}{\sqrt{3}} = 2,887$$

gdzie:

t_T - tolerancja przepływu aspiratora związana ze zmianą temperatury w % (5%)

Niepewność standardowa wynikająca z tolerancji przepływu aspiratora związanej ze zmianą ciśnienia w [%]:

$$u_2 = \frac{t_p}{\sqrt{3}} = \frac{5}{\sqrt{3}} = 2,887$$

gdzie:

t_p - tolerancja przepływu aspiratora związana ze zmianą ciśnienia zwrotnego w % (5%)

Niepewność standardowa wynikająca z tolerancji przepływu aspiratora związanej długim czasem działania [%]:

$$u_3 = \frac{t_t}{\sqrt{3}} = \frac{5}{\sqrt{3}} = 2,887$$

gdzie:

t_t - tolerancja przepływu aspiratora związana z długotrwałym czasem działania w % (5%)

Niepewność standardowa rotometru u_r [%]:

$$u_r = \sqrt{\frac{u_{w,r}^2}{k^2} + \frac{u^2}{3} + \left(\frac{r}{2 \cdot \sqrt{3}}\right)^2}$$

gdzie:

$u_{w,r}$ – niepewność wzorcowania rotametu w % (odczytana ze świadectwa wzorcowania dla punktu w którym są adjustowane aspiratory najczęściej 10 dm³/h).
 k – współczynnik rozszerzenia dla niepewności wzorcowania rotametu;
 u – dokładność pomiaru rotametu w % ($u=2\%$);
 r – rozdzielczość rotametu wyrażona w % (przy przepływie 10 dm³/h, najczęściej ustawiany przepływ);

Rozdzielczość rotametu (0,1 l/h) należy przeliczyć na procenty ze wzoru:

$$r = \frac{0,1}{10} \cdot 100\% = 1,0\%$$

Złożona niepewność standardowa przepływu w [%]:

$$u_{c,P} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_r^2} = \sqrt{\frac{t_T^2}{3} + \frac{t_i^2}{3} + \frac{t_p^2}{3} + \frac{u^2}{3} + \left(\frac{u_{w,r}}{k}\right)^2 + \left(\frac{r}{2 \cdot \sqrt{3}}\right)^2}$$

Niepewność standardowa objętości pobranego powietrza $u_{c,V}$ w [dm³]:

$$V_i = P \cdot t_i \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{u_{c,V_i}}{V_i} = v_{c,V_i} = v_{c,P} = \frac{u_{c,P}}{100}$$

gdzie:

t_i - czas pobierania i-tej próbki w [min];

P - przepływ ustalony podczas wzorcowania w ml/min;

Budżet niepewności dla objętości pobranego powietrza				
Lp	Źródło niepewności	Niepewność rozszerzona	Rozkład i współczynnik rozszerzenia	Niepewność standardowa w [%]
1	tolerancja przepływu aspiratora (związana ze zmianą temperatury)	5%	równo-mierny $\sqrt{3}$	2,89
2	tolerancja przepływu aspiratora (związana ze zmianą ciśnienia)	5%	równomierny $\sqrt{3}$	2,89
3	tolerancja przepływu aspiratora (związana z długim czasem działania)	5%	równomierny $\sqrt{3}$	2,89
4	dokładność rotametu	2%	równomierny $\sqrt{3}$	1,15
5	niepewność wzorcowania rotametu	$\frac{U_{p,w}}{P} \cdot 100$	normalny 2	
5	rozdzielczość rotametu	1,0	równomierny $2 \cdot \sqrt{3}$	0,29
łączna niepewność $u_{c,P} = \sqrt{\sum_i u_i^2}$ [%]				

2.2. Niepewność oznaczenia stężenia związku w próbce

Złożona niepewność standardowa oznaczonego związku w i-tej próbce:

$$C_i = \frac{c_i}{V_i} \cdot 1000 \left[\frac{mg}{m^3} \right]$$

$$v_{C_i} = \frac{u_{c,C_i}}{C_i} = \sqrt{(v_m)^2 + (v_{c,P})^2}$$

gdzie:

v_m – niepewność standardowa metody oznaczenia związku (w przypadku podzlecenia analizy – niepewność podwykonawcy);

$v_{c,P}$ – niepewność standardowa pobierania próbki powietrza (pkt.2.1);

C_i – zawartość związku w próbce w mg;

L. p	Metoda oznaczania (podwykonawca)	Związek	Niepewność v_m metody w %		Niepewność pobierania $v_{c,P}$ w %	Złożona niepewność standardowa v_{C_i} w %
			rozszerzona	standardowa		

Złożona niepewność standardowa wskaźnika narażenia C_w

$$C_w = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \cdot \frac{T_e}{480}$$

$$\frac{\partial C_w}{\partial C_i} = \frac{T_e}{480} \cdot \frac{t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

$$u_{c,C_w} = \frac{T_e}{480} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \cdot u_{c,C_i} \right)^2} \quad [\text{mg}]$$

gdzie:

n - liczba pobranych próbek.

3. Zapis wyników obliczeń z niepewnością

Laboratorium zapisuje wyniki obliczeń z niepewnością rozszerzoną. W formacie $X \pm U_X$. Niepewność rozszerzona wskaźnika narażenia przy 95% przedziale ufności wynosi:

$$U_{C_w} = 2 \cdot u_{c,C_w} \quad [\text{mg}/\text{m}^3]$$

Niepewność rozszerzona dla próbek „15min” obliczamy przez pomnożenie złożonej niepewności standardowej oznaczanego związku przez 2:

$$U_{C_{15\text{min}}} = 2 \cdot v_{C_i} \cdot C_i \quad [\text{mg}/\text{m}^3]$$