

ДОДАТОК 9.А

(довідковий)

ПІДТВЕРДЖЕННЯ МЕТОДУ В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

9.А.1 Загальні положення

Метод було підтверджено під час шести польових випробувань на установках для спалювання відходів, сумісного спалювання та великих спалювальних установках. Кожне випробування проводили щонайменше чотирма різними європейськими вимірювальними групами з 10 держав-членів.

9.А.2 Характеристики установок

Проведено такі польові випробування:

- Перше польове випробування: стенд INERIS у Верней-ан-Алатт (Франція). Стенд імітує викиди від згоряння або спалювання відходів. У випробуванні взяли участь п'ять команд. Подвійні вимірювання проводили не одночасно, а послідовно. Було створено п'ять різних газових матриць. У межах кожної матриці проводили два послідовні вимірювання. Додатково виконували ще два послідовні вимірювання в газових матрицях зі змінними концентраціями димових газів. Загалом усіма командами було проведено 12 вимірювань.
- Друге польове випробування: сміттєспалювальний завод у Данії. У випробуванні взяли участь чотири команди, які виконували подвійні вимірювання одночасно. Загалом усіма командами було виконано 16 вимірювань.
- Третє польове випробування: сміттєспалювальний завод в Італії. У випробуванні взяли участь чотири команди. Дві пари команд (по дві команди в кожній) проводили подвійні вимірювання синхронно, тоді як усі чотири команди одночасно виконували одноразові вимірювання. Загалом кожна пара команд виконала шість подвійних вимірювань, а всі команди разом – 12 одноразових вимірювань.

- Четверте польове випробування: когенераційна установка сумісного спалювання у Швеції. Котли з киплячим шаром працюють на паливних сумішах з деревної стружки, будівельних відходів, торфу та вугілля. Дві пари команд проводили подвійні вимірювання синхронно, тоді як усі чотири команди одночасно виконували одноразові вимірювання. Загалом кожна пара команд виконала шість подвійних вимірювань, а всі команди разом – 12 одноразових вимірювань.
- П'яте польове випробування: цементний завод з сумісним спалюванням у Німеччині. Як паливо використовували вугілля, мазут і вторинне паливо (наприклад, папір, пластик, текстиль і шини). У випробуванні взяли участь чотири команди, які виконували подвійні вимірювання одночасно. Загалом усі команди виконали 16 подвійних вимірювань.
- Шосте польове випробування: вугільна електростанція в Німеччині. Чотири команди виконували подвійні вимірювання одночасно. Загалом усі команди виконали 12 подвійних вимірювань.

Огляд характеристик димових газів наведено в таблиці 9.А.1.

Таблиця 9.А.1 – Характеристики димових газів під час польових випробувань

Польове випробуван	Установка	Паливо	Характеристики димових газів						
			T °C	O ₂ %	NO _x мг/м ³	SO ₂ мг/м ³	CO мг/м ³	H ₂ O %	PM мг/м ³
1	ТЕС ^а	Природний газ	< 150	Від 3 до 13	Від 10 до 1300	Від 10 до 2000	Від 20 до 400	Від 10 до 21	< 1
2	Спалювальна установка	Побутові відходи	Від 90 до 110	Від 8 до 11	Від 180 до 250	Від 25 до 250	Від 5 до 15	Від 13 до 19	Від 1 до 5
3	Спалювальна установка	Побутові відходи	Від 85 до 105	Від 16 до 18	Від 61 до 78	Від 5 до 50	Від 0 до 2	Від 8 до 12	Від 1 до 5
4	Установка сумісного спалювання	Дерева, відходи, вугілля	Від 70 до 80	Від 4 до 6	Від 4 до 70	Від 0 до 10	Від 5 до 150	Від 8 до 12	Від 0 до 20
5	Установка сумісного спалювання	Вугілля, мазут, відходи	Від 140 до 170	Від 4 до 6	Від 440 до 1060	Від 60 до 170	Від 260 до 740	Від 23 до 26	Від 5 до 10
6	ТЕС	Вугілля	Від 130 до 140	Від 8,9 до 9,2	Від 110 до 140	Від 1000 до 1130	Від 3 до 6	Від 5,5 до 8	< 50

^а Імітація димових газів у лабораторних умовах.

9.А.3 Повторюваність і відтворюваність у польових умовах

9.А.3.1 Загальні положення

Стандартне відхилення повторюваності S_T та стандартне відхилення відтворюваності S_R визначають на основі даних, отриманих під час міжлабораторних випробувань на установках, описаних у 9.А.2.

Стандартне відхилення повторюваності S_r (див. формулу (9.A.1)) і повторюваність у польових умовах r (див. формулу (9.A.2)) обчислюють відповідно до ISO 5725-2 і ISO 5725-6 на основі результатів подвійних вимірювань, виконаних однією лабораторією (див. таблицю 9.A.2):

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (9.A.1)$$

$$r = \sqrt{2}t_{0,95;n-1}S_r \quad (9.A.2)$$

де S_r – стандартне відхилення повторюваності;

x_i – i -те вимірне значення;

\bar{x} – середнє значення вимірних сигналів x_i ;

$t_{0,95;n-1}$ – коефіцієнт Стюдента для рівня довіри 95 % та ступеня свободи $n - 1$, де n – це кількість подвійних вимірювань;

r – повторюваність у польових умовах.

Стандартне відхилення відтворюваності s_r , яке використовують для оцінки розширеної невизначеності U (див. формулу (9.A.3)) і відтворюваність у польових умовах R (див. формулу (9.A.4)) обчислюють згідно з ISO 5725-2 на основі результатів паралельних вимірювань, проведених одночасно кількома лабораторіями (див. таблицю 9.A.3):

$$U = t_{0,95;np-1}S_r \quad (9.A.3)$$

$$R = \sqrt{2}t_{0,95;np-1}S_r \quad (9.A.4)$$

де U – оцінка розширеної невизначеності;

S_r – стандартне відхилення повторюваності;

$t_{0,95;np-1}$ – коефіцієнт Стюдента для рівня довіри 95 % та ступеня свободи $np - 1$, де n – це кількість подвійних вимірювань, p – кількість лабораторій;

R – відтворюваність у польових умовах.

9.А.3.2 Повторюваність

Таблиця 9.А.2 – Повторюваність у польових умовах

Польове випробування	Масова концентрація		Кількість команд	Кількість подвійних вимірювань	Стандартне відхилення повторюваності s_r	Повторюваність	
	Діапазон (мг/м ³)	Середнє значення (мг/м ³)				мг/м ³	%
1А	Від 16 до 20	18	5	2	0,24	0,76	4,3
1В	Від 57 до 69	64	5	2	0,34	1,08	1,7
1С	Від 95 до 106	100	5	2	0,42	1,33	1,3
1D	Від 205 до 211	209	5	2	0,65	2,08	1,0
1E	Від 338 до 353	345	5	2	0,95	3,03	0,9
1F	Від 213 до 278	256	5	1	0,75	2,95	1,2
1G	Від 41 до 53	44	5	1	0,30	1,16	2,6
2	Від 7,2 до 15	9,5	4	16	2,7	8,29	86,9
3	а						
4	Від 95 до 183	144	4	12	2,9	9,19	6,4
5	Від 264 до 441	328	3	12	4,8	15,55	4,7
6	Від 3,8 до 5,6	4,5	4	12	1,2	3,82	84,8
а нижче межі виявлення.							

Визначено такі функції, які подають у вигляді масових концентрацій у мг/м³:

$$s_r(C) = 0,0088C + 1,83 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad (9.A.5)$$

$$s_{r,limit}(C) = 0,0106C + 2,2 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad (9.A.6)$$

$$r(C) = 0,0283C + 5,7 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad (9.A.7)$$

де C – масова концентрація у міліграмах на кубічний метр.

9.A.3.3 Відтворюваність

Таблиця 9.A.3 – Відтворюваність у польових умовах

Польове випробуван	Масова концентрація		Кількість команд	Кількість подвійних вимірювань	Стандартне відхилення повторюван s_r	Оцінка розширеної невизначено U	Повторюваність R	
	Діапазон (мг/м ³)	Середнє значення (мг/м ³)					мг/м ³	%
1A	Від 16 до 20	18	5	2	1,3	3,0	4,2	23
1B	Від 57 до 69	64	5	2	2,2	4,9	7,0	11
1C	Від 95 до 106	100	5	2	1,8	4,0	5,7	6
1D	Від 205 до 211	209	5	2	2,4	5,4	7,7	4
1E	Від 338 до 353	345	5	2	2,5	5,7	8,1	2
1F	Від 213 до 278	256	5	1	23	64	90,3	35
1G	Від 41 до 53	44	5	1	4,8	13	18,7	42
2	Від 7,2 до 15	9,5	4	16	3,5	7,6	10,7	112
3	а							
4	Від 57 до 149	93	4	12	4,8	11	15,6	17
5	Від 264 до 441	328	3	12	6,6	15	21,2	6
6	Від 3,8 до 5,6	4,5	4	12	2,0	4,5	6,4	141
а	нижче межі виявлення.							

Визначено такі функції, які подають у вигляді масових концентрацій у мг/м³:

$$s_R(C) = 0,0118C + 2,94 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad (9.A.8)$$

$$U(C) = 0,029C + 7,2 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad (9.A.9)$$

$$R(C) = 0,041C + 10,2 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad (9.A.10)$$

де C – масова концентрація у міліграмах на кубічний метр.