

AKTY PRZYJĘTE PRZEZ ORGANY UTWORZONE NA MOCY UMÓW MIĘDZYNARODOWYCH

Jedynie oryginalne teksty EKG ONZ mają skutek prawny w świetle międzynarodowego prawa publicznego. Status i datę wejścia w życie niniejszego regulaminu należy sprawdzać w najnowszej wersji dokumentu EKG ONZ dotyczącego statusu TRANS/WP.29/343, dostępnej pod adresem:

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html>

Regulamin nr 49 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG/ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące działań, jakie mają zostać podjęte przeciwko emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych przez silniki o zapłonie samoczynnym (ZS) stosowane w pojazdach oraz emisji zanieczyszczeń gazowych z silników o zapłonie iskrowym (ZI) napędzanych gazem ziemnym lub skroplonym gazem węglowodorowym stosowanych w pojazdach

Poprawki z 2010 r. do Regulaminu nr 49 opublikowanego w Dzienniku Urzędowym L 103 z 12.4.2008, s. 1.

Zawierające:

Suplement nr 3 do serii poprawek 05 — data wejścia w życie: 9 grudnia 2010 r.

Suplement nr 4 do serii poprawek 05 — data wejścia w życie: 23 czerwca 2011 r.

Poprawki do spisu treści

Dodaje się nowy załącznik 4C:

Załącznik 4C — Procedura pomiaru liczby cząstek stałych

Dodatek — Wyposażenie do pomiaru liczby emitowanych cząstek stałych

Poprawki do głównego tekstu regulaminu

Punkt 1.1 otrzymuje brzmienie:

„1.1. Niniejszy regulamin ma zastosowanie do pojazdów kategorii M₁, M₂, N₁ i N₂ o masie odniesienia przekraczającej 2 610 kg i do wszystkich pojazdów silnikowych kategorii M₃ i N₃ ⁽¹⁾.

Na żądanie producenta homologację typu pojazdu skompletowanego wydaną na podstawie niniejszego regulaminu należy rozszerzyć na pojazd niekompletny o masie odniesienia poniżej 2 610 kg. Homologację typu należy rozszerzyć, jeżeli producent może wykazać, że wszystkie rodzaje nadwozia przewidziane do zabudowania na niekompletnym pojeździe zwiększają masę odniesienia pojazdu powyżej 2 610 kg.

Następujące kategorie silników i pojazdów nie muszą być poddawane homologacji zgodnie z niniejszym regulaminem: silniki montowane w pojazdach o masie odniesienia do 2 840 kg, które uzyskały homologację zgodnie z regulaminem nr 83 na zasadzie rozszerzenia.

Tabela A

Zastosowanie

Kategoria pojazdu ⁽¹⁾	Silniki o zapłonie iskrowym			Silniki o zapłonie samoczynnym	
	Benzyna	NG ⁽²⁾	LPG ⁽²⁾	Olej napędowy	Etanol
M ₁	R49 lub R83 ⁽³⁾	R49 lub R83 ⁽³⁾	R49 lub R83 ⁽³⁾	R49 lub R83 ⁽³⁾	R49 lub R83 ⁽³⁾
M ₂	R49 lub R83 ⁽³⁾	R49 lub R83 ⁽³⁾	R49 lub R83 ⁽³⁾	R49 lub R83 ⁽³⁾	R49 lub R83 ⁽³⁾

Kategoria pojazdu ⁽¹⁾	Silniki o zapłonie iskrowym			Silniki o zapłonie samoczynnym	
	Benzyna	NG ^(a)	LPG ^(b)	Olej napędowy	Etanol
M ₃	R49	R49	R49	R49	R49
N ₁	R49 lub R83 ^(c)	R49 lub R83 ^(c)	R49 lub R83 ^(c)	R49 lub R83 ^(c)	R49 lub R83 ^(c)
N ₂	R49 lub R83 ^(c)	R49 lub R83 ^(c)	R49 lub R83 ^(c)	R49 lub R83 ^(c)	R49 lub R83 ^(c)
N ₃	R49	R49	R49	R49	R49

^(a) Gaz ziemny.

^(b) Skroplony gaz ropopochodny.

^(c) Regulamin nr 83 ma zastosowanie do pojazdów o masie odniesienia ≤ 2 610 kg, a w drodze rozszerzenia homologacji do pojazdów o masie odniesienia ≤ 2 840 kg.

Tabela B

Wymagania

	Silniki o zapłonie iskrowym			Silniki o zapłonie samoczynnym	
	Benzyna	NG	LPG	Olej napędowy	Etanol
Gazowe zanieczyszczenia powietrza	—	Tak	Tak	Tak	Tak
Cząstki stałe	—	Tak ^(a)	Tak ^(a)	Tak	Tak
Dymienie	—	—	—	Tak	Tak
Trwałość	—	Tak	Tak	Tak	Tak
Zgodność eksploatacyjna	—	Tak	Tak	Tak	Tak
OBD	—	Tak ^(b)	Tak ^(b)	Tak	Tak

^(a) Dotyczy wyłącznie etapu C w tabeli 2 punktu 5.2.1.

^(b) Daty rozpoczęcia stosowania zgodnie z punktem 5.4.2.

⁽¹⁾ Zgodnie z definicją zawartą w załączniku 7 do ujednoliconej rezolucji w sprawie budowy pojazdów (R.E.3), (dokument TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2, ostatnio zmieniony poprawką Amend.4).”.

Dodaje się nowe pkt 2.1.64 do 2.1.66 w brzmieniu:

- „2.1.64. „Masa odniesienia” oznacza „masę własną” pojazdu powiększoną o znormalizowaną wartość 100 kg na potrzeby testu zgodnie z załącznikami 4 A i 8 do regulaminu nr 83.
- 2.1.65. „Masa własna” oznacza masę pojazdu gotowego do jazdy bez znormalizowanej masy kierowcy wynoszącej 75 kg, pasażera lub ładunku, ale ze zbiornikiem paliwa napełnionym w 90 %, a w stosownych przypadkach z umieszczonym w pojeździe standardowym zestawem narzędzi i kołem zapasowym;
- 2.1.66. „Masa pojazdu gotowego do jazdy” oznacza masę opisaną w pkt 2.6 załącznika 1 do regulaminu nr 83, a w przypadku pojazdów zaprojektowanych i zbudowanych w celu przewożenia większej liczby osób niż 9 (poza kierowcą) oznacza masę członka załogi (75 kg), jeżeli wśród co najmniej dziewięciu siedzeń znajduje się siedzenie przeznaczone dla załogi.”.

Poprawki do załączników

Dodaje się nowy załącznik 4C w brzmieniu:

„ZAŁĄCZNIK 4C

PROCEDURA POMIARU LICZBY CZĄSTEK STAŁYCH

1. Zastosowanie

Niniejszy załącznik nie ma obecnie zastosowania do homologacji typu zgodnie z niniejszym regulaminem. Będzie on miał zastosowanie w przyszłości.

2. Wprowadzenie

- 2.1. W niniejszym załączniku opisano metodę określania liczby cząstek stałych emitowanych przez badane silniki zgodnie z procedurami badań określonymi w załączniku 4B. O ile nie stwierdzono inaczej, wszystkie warunki, procedury i wymagania dotyczące badania wymieniono w załączniku 4B.

3. Pobieranie próbek

3.1. Liczba emitowanych cząstek stałych

Liczbę emitowanych cząstek stałych mierzy się, pobierając próbki w sposób ciągły z układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin, zgodnie z opisem w pkt A.3.2.1 i A.3.2.2 dodatku 3 do załącznika 4B, bądź z układu pełnego rozcieńczania przepływu spalin, zgodnie z opisem w pkt A.3.2.3 i A.3.2.4 dodatku 3 do załącznika 4B.

3.2. Filtrowanie rozcieńczalnika

Rozcieńczalnik stosowany zarówno w układzie pierwotnego rozcieńczania spalin, jak i, w stosownych przypadkach, wtórnego rozcieńczania należy przepuszczać przez filtry spełniające wymagania dotyczące wysokosprawnych filtrów powietrza (HEPA) określone w podpunktach dotyczących filtra powietrza rozcieńczającego (DAF) w pkt A.3.2.2 lub A.3.2.4 dodatku 3 do załącznika 4B. Rozcieńczalnik można ewentualnie przepuszczać przez filtr węglowy przed przepuszczeniem przez filtr HEPA w celu ograniczenia i ustabilizowania stężenia węglowodorów w rozcieńczalniku. Zaleca się umieszczenie dodatkowego filtra cząsteczek gruboziarnistych przed filtrem HEPA i za filtrem węglowym, jeżeli ten ostatni jest stosowany.

4. Funkcjonowanie układu pobierania próbek

4.1. Kompensacja przepływu próbek cząstek stałych – układy pełnego rozcieńczania strumienia spalin

- 4.1.1. W celu kompensacji masowego przepływu spalin pobranego z układu rozcieńczania w celu pobrania próbek cząstek stałych, pobrany (przefiltrowany) przepływ masowy należy skierować z powrotem do układu rozcieńczania. Całkowity przepływ masowy w układzie rozcieńczania można ewentualnie korygować matematycznie o pobrany przepływ próbek cząstek stałych. Jeżeli całkowity przepływ masowy pobrany z układu rozcieńczania do próbkowania cząstek stałych jest mniejszy niż 0,5 % całkowitego przepływu rozcieńczonych spalin w tunelu rozcieńczającym (med), można pominąć korektę lub zawrócić przepływ.

4.2. Kompensacja przepływu próbek cząstek stałych – układy częściowego rozcieńczania przepływu spalin

- 4.2.1. W przypadku układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin, sprawdzając proporcjonalność pobierania próbek należy uwzględnić przepływ masowy z układu rozcieńczania, z którego pobierane są próbki cząstek stałych. Uzyskuje się to przez wprowadzenie przepływu próbek cząstek stałych z powrotem do systemu rozcieńczania przed miernikiem przepływu lub stosując korektę matematyczną zgodnie z opisem w pkt 4.2.2. W przypadku układów pełnego próbkowania częściowego rozcieńczania przepływu spalin należy również skorygować masowy przepływ próbek cząstek stałych przy obliczaniu masy cząstek stałych zgodnie z opisem w pkt 4.2.3.

- 4.2.2. Chwilowe natężenie przepływu spalin do układu rozcieńczania (q_{mp}), stosowane do sprawdzenia proporcjonalności pobierania próbek, należy skorygować zgodnie z jedną z następujących metod:

- a) Jeżeli odrzuca się przepływ pobranych próbek cząstek stałych, równanie (83) w pkt 9.4.6.2 załącznika 4B należy zastąpić następującym równaniem:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex}$$

gdzie:

q_{mp} = natężenie przepływu próbek spalin do układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin, w kg/s

q_{mdew} = masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin, w kg/s

q_{mdw} = masowe natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego, w kg/s

q_{ex} = masowe natężenie przepływu próbek cząstek stałych, w kg/s

Sygnal q_{ex} musi być podawany do sterownika układu częściowego rozcieńczania spalin zawsze z dokładnością mieszczącą się w granicach 0,1 % q_{mdew} i być przesyłany z częstotliwością co najmniej 1 Hz.

- b) Jeżeli całkowicie lub częściowo odrzuca się natężenie przepływu pobranych próbek cząstek stałych, ale równoważny przepływ jest kierowany z powrotem do układu rozcieńczania przed miernikiem przepływu, równanie (83) w pkt 9.4.6.2 załącznika 4B należy zastąpić następującym:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} + q_{ex} - q_{sw}$$

gdzie:

q_{mp} = natężenie przepływu próbek spalin do układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin, w kg/s

q_{mdew} = masowe natężenie przepływu rozcieńczonych spalin, w kg/s

q_{mdw} = masowe natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego, w kg/s

q_{ex} = masowe natężenie przepływu próbek cząstek stałych, w kg/s

q_{sw} = masowe natężenie przepływu skierowanego z powrotem do tunelu rozcieńczającego w celu skompensowania pobranych próbek cząstek stałych, w kg/s

Dokładność różnicy między wartościami q_{ex} i q_{sw} przesłanymi do sterownika układu częściowego rozcieńczania spalin zawsze musi mieścić się w granicach 0,1 % q_{mdew} . Sygnal (lub sygnały) powinien (powinny) być wysyłany (wysyłane) z częstotliwością co najmniej 1 Hz.

4.2.3. Korekta pomiaru PM

Jeżeli przepływ próbek cząstek stałych jest pobierany z układu pełnego próbkowania częściowego rozcieńczania przepływu spalin, masę cząstek stałych obliczoną w pkt 8.4.3.2.1 lub 8.4.3.2.2 załącznika 4B należy skorygować w następujący sposób, w celu uwzględnienia pobranego przepływu. Korekta jest wymagana nawet wówczas, gdy przefiltrowany pobrany strumień jest kierowany z powrotem do układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin.

$$m_{PM,corr} = m_{PM} \times \frac{m_{sed}}{(m_{sed} - m_{ex})}$$

gdzie:

$m_{PM,corr}$ = masa emisji cząstek stałych skorygowana z uwzględnieniem pobrania przepływu próbek cząstek, w g/cykl badania

m_{PM} = masa emisji cząstek stałych określona zgodnie z pkt 8.4.3.2.1 lub 8.4.3.2.2 załącznika 4B, w g/cykl badania

m_{sed} = całkowita masa rozcieńczonych spalin przechodzących przez tunel rozcieńczający, w kg

m_{ex} = całkowita masa rozcieńczonych spalin pobranych z tunelu rozcieńczającego wykorzystanych do próbkowania cząstek stałych, w kg

- 4.3. Proporcjonalność próbkowania częściowego rozcieńczania przepływu spalin.
- 4.3.1. Do pomiaru liczby cząstek stałych wykorzystuje się masowe natężenie przepływu spalin, określone zgodnie z jedną z metod opisanych w pkt 8.4.1.3 do 8.4.1.7 załącznika 4B, w celu kontrolowania układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin tak, aby pobrana została próbka proporcjonalna do masowego natężenia przepływu spalin. Poziom proporcjonalności należy sprawdzić, stosując analizę regresji dla zależności między próbką a przepływem spalin, zgodnie z pkt 9.4.6.1 załącznika 4B.

5. Określanie liczby cząstek stałych

5.1. Zestrojenie czasowe

W przypadku układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin, czas przebywania w układzie próbkowania i zliczania cząstek stałych należy obliczyć przez zestrojenie czasowe sygnału liczby cząstek stałych z cyklem badania i masowym natężeniem przepływu spalin, zgodnie z procedurami opisanymi w pkt 3.1.30 i 8.4.2.2 załącznika 4B. Czas przekształcenia dla układu próbkowania i zliczania cząstek stałych określa się zgodnie z pkt 1.3.6 dodatku do niniejszego załącznika.

5.2. Określanie liczby cząstek stałych za pomocą układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin.

- 5.2.1. Jeżeli próbki cząstek stałych są pobierane za pomocą układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin zgodnie z procedurami określonymi w pkt 8.4 załącznika 4B, liczbę cząstek stałych emitowanych w cyklu badania należy obliczyć przy użyciu następującego równania:

$$N = \frac{m_{edf}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6$$

gdzie:

N = liczba cząstek stałych emitowanych w cyklu badania

m_{edf} = masa ekwiwalentu rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu badania, określona zgodnie z pkt 8.4.3.2.2 załącznika 4B, w kg/cykl badania

k = współczynnik kalibracji do korygowania wskazań licznika cząstek stałych w stosunku do poziomu instrumentu referencyjnego, jeżeli nie odbywa się to wewnątrz w liczniku cząstek stałych. Jeżeli współczynnik kalibracji stosuje się wewnątrz w liczniku cząstek stałych, w powyższym równaniu za k podstawia się wartość 1

\bar{c}_s = średnie stężenie cząstek stałych z rozcieńczonych spalin skorygowane do standardowych warunków (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny

\bar{f}_r = średni współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych dla urządzenia zatrzymującego cząstki lotne, charakterystyczny dla ustawień rozcieńczenia stosowanych na potrzeby badania.

\bar{c}_s należy obliczyć przy użyciu następującego równania:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n}$$

gdzie:

$c_{s,i}$ = nieciągły pomiar stężenia cząstek stałych w rozcieńczonych spalinach odczytany z licznika cząstek stałych, skorygowany z uwzględnieniem koincydencji oraz standardowych warunków (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny

n = liczba pomiarów stężenia cząstek stałych wykonanych w trakcie badania.

5.3. Określanie liczby cząstek stałych za pomocą układu pełnego rozcieńczania przepływu spalin.

- 5.3.1. Jeżeli pobiera się próbki liczby cząstek stałych za pomocą układu pełnego rozcieńczania przepływu spalin zgodnie z procedurami określonymi z pkt 8.5 załącznika 4B, liczbę cząstek stałych emitowanych w cyklu badania należy obliczyć przy użyciu następującego równania:

$$N = \frac{m_{ed}}{1,293} \cdot k \cdot \bar{c}_s \cdot \bar{f}_r \cdot 10^6$$

gdzie:

N = liczba cząstek stałych emitowanych w cyklu badania

m_{ed} = całkowity przepływ rozcieńczonych gazów spalinowych w cyklu obliczany zgodnie z jedną z metod określonych w pkt 8.5.1.2 do 8.5.1.4 załącznika 4B, w kg/badanie

k = współczynnik kalibracji do skorygowania pomiarów licznika cząstek stałych do poziomu instrumentu referencyjnego, jeżeli nie odbywa się to wewnątrz w liczniku cząstek stałych. Jeżeli współczynnik kalibracji stosuje się wewnątrz w liczniku cząstek stałych, w powyższym równaniu za k podstawia się wartość 1

\bar{c}_s = średnie stężenie cząstek stałych z rozcieńczonych spalin, skorygowane do standardowych warunków (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny

\bar{f}_r = średni współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych dla urządzenia zatrzymującego cząstki lotne charakterystyczny dla ustawień rozcieńczenia stosowanych na potrzeby badania

\bar{c}_s należy obliczyć przy użyciu następującego równania:

$$\bar{c}_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} c_{s,i}}{n}$$

gdzie:

$c_{s,i}$ = nieciągły pomiar stężenia cząstek stałych w rozcieńczonych spalinach odczytany z licznika cząstek stałych, skorygowany z uwzględnieniem koincydencji oraz do standardowych warunków (273,2 K i 101,33 kPa), liczba cząstek stałych na centymetr sześcienny

n = liczba pomiarów stężenia cząstek stałych wykonanych w trakcie badania

5.4. Wynik badań

- 5.4.1. W przypadku każdego pojedynczego badania WHSC, WHTC ze startem w stanie ciepłym i WHTC ze startem w stanie zimnym, emisje jednostkowe wyrażone w liczbie cząstek stałych na kWh należy obliczać w następujący sposób:

$$e = \frac{N}{W_{act}}$$

gdzie:

e = liczba emitowanych cząstek stałych na kWh

W_{act} = rzeczywista praca w cyklu, zgodnie z pkt 7.8.6 załącznika 4B, w kWh

5.4.2. Układy oczyszczania spalin z okresową regeneracją

W przypadku silników wyposażonych w układy oczyszczania spalin z okresową regeneracją, wynik emisji uzyskany w badaniu WHTC w stanie ciepłym należy poddać ważeniu przy pomocy następującego równania:

$$e_w = \frac{n \times \bar{e} + n_r \times \bar{e}_r}{n + n_r}$$

gdzie:

e_w = średnia ważona emisja jednostkowa uzyskana w badaniu WHTC ze startem w stanie ciepłym, liczba cząstek stałych na kWh

n = liczba badań WHTC ze startem w stanie ciepłym, bez regeneracji

n_r = liczba badań WHTC ze startem w stanie ciepłym, z regeneracją (co najmniej jedno badanie)

\bar{e} = średnia emisja jednostkowa bez regeneracji, liczba cząstek stałych na kWh

\bar{e}_r = średnia emisja jednostkowa z regeneracją, liczba cząstek stałych na kWh

Przy ustalaniu \bar{e} stosuje się następujące postanowienia:

- jeżeli regeneracja trwa dłużej niż jedno badanie WHTC ze startem w stanie ciepłym, przeprowadzane są kolejne pełne badania WHTC ze startem w stanie ciepłym i pomiary emisji są kontynuowane, bez nagrzewania i wyłączania silnika do zakończenia regeneracji, a następnie obliczana jest średnia z badań WHTC ze startem w stanie ciepłym;
- jeżeli regeneracja zostanie zakończona podczas badania WHTC ze startem w stanie ciepłym, badanie jest kontynuowane do samego końca;

W porozumieniu z organem udzielającym homologacji, współczynniki korygujące układu regeneracji można stosować na podstawie dobrej praktyki inżynierskiej w sposób multiplikatywny lub addytywny.

Multiplikatywne współczynniki korygujące układu regeneracji k_r należy obliczać w następujący sposób:

$$k_{r,u} = \frac{e_w}{e} \text{ (zwiększający)}$$

$$k_{r,d} = \frac{e_w}{e_r} \text{ (zmniejszający)}$$

Addytywne współczynniki korygujące układu regeneracji k_r należy obliczać w następujący sposób:

$$k_{r,u} = e_w - e \text{ (zwiększający)}$$

$$k_{r,d} = e_w - e_r \text{ (zmniejszający)}$$

Współczynnik korygujący układu regeneracji k_r :

- należy stosować w odniesieniu do ważonego wyniku badania WHTC zgodnie z pkt 5.4.3;
- można stosować w odniesieniu do badania WHSC i WHTC ze startem w stanie ciepłym, jeżeli regeneracja następuje w trakcie cyklu;
- można stosować w odniesieniu do innych silników z tej samej rodziny;
- można stosować w odniesieniu do innych rodzin silników wyposażonych w układ oczyszczania spalin, po uprzednim zatwierdzeniu przez organ udzielający homologacji, opartym na dostarczonych przez producenta dowodach technicznych wykazujących, że emisje obu rodzin są podobne.

5.4.3. Średni ważony wynik badania WHTC

W przypadku badania WHTC ostateczny wynik badania jest średnim ważonym wynikiem badań ze startem w stanie ciepłym i zimnym (z uwzględnieniem okresowej regeneracji w stosownych przypadkach), obliczonym przy użyciu jednego z następujących równań:

- w przypadku korygowania układu regeneracji w sposób multiplikatywny lub w przypadku silników bez okresowo regenerowanego układu oczyszczania

$$e = k_r \left(\frac{(0,14 \times N_{cold}) + (0,86 \times N_{hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})} \right)$$

- w przypadku korygowania układu regeneracji w sposób addytywny

$$e = k_r + \left(\frac{(0,14 \times N_{cold}) + (0,86 \times N_{hot})}{(0,14 \times W_{act,cold}) + (0,86 \times W_{act,hot})} \right)$$

gdzie:

N_{cold} = całkowita liczba cząstek stałych emitowanych w cyklu badania WHTC ze startem w stanie zimnym

N_{hot} = całkowita liczba cząstek stałych emitowanych w cyklu badania WHTC ze startem w stanie ciepłym

$W_{act,cold}$ = rzeczywista praca w cyklu podczas cyklu badania WHTC ze startem w stanie zimnym, zgodnie z pkt 7.8.6 załącznika 4B, w kWh

$W_{act,hot}$ = rzeczywista praca w cyklu podczas cyklu badania WHTC ze startem w stanie ciepłym, zgodnie z pkt 7.8.6 załącznika 4B, w kWh

k_r = współczynnik korygujący układu regeneracji zgodnie z pkt 5.4.2, lub w przypadku silników bez okresowo regenerowanego układu oczyszczania $k_r = 1$

5.4.4. Zaokrąglanie wyników końcowych

Wynik końcowy badania WHSC i średni ważony wynik badania WHTC musi być zaokrąglony jednorazowo do trzech cyfr znaczących zgodnie z ASTM E 29-06B. Nie wolno zaokrąglać wartości pośrednich prowadzących do ostatecznego wyniku badania jednostkowych emisji w stanie zatrzymania.

6. Określanie poziomu tła cząstek stałych

- 6.1. Na wniosek producenta silnika można pobrać próbki stężenia tła cząstek stałych z tunelu rozcieńczającego, przed badaniem lub po nim, w punkcie usytuowanym za filtrami cząstek stałych i węglowodorów w układzie zliczania cząstek stałych w celu określenia stężenia tła cząstek stałych w tunelu.
- 6.2. Odejście stężenia tła cząstek stałych w tunelu jest niedopuszczalne w przypadku homologacji typu, ale można je stosować na wniosek producenta, po uprzednim zatwierdzeniu przez organ udzielający homologacji typu z uwagi na zachowanie zgodności testowania produkcji, jeżeli można wykazać, że udział tła w tunelu jest znaczący i można je następnie odjąć od wartości zmierzonych w rozcieńczonych spalinach.

Dodatek

Wyposażenie do zliczania emitowanych cząstek stałych

1. Specyfikacja
 - 1.1. Przegląd układu
 - 1.1.1. Układ próbkowania cząstek stałych składa się z sondy do pobierania próbek lub z punktu próbkowania, pobierających próbkę z wymieszanego jednolicie strumienia w układzie rozcieńczania spalin, zgodnie z opisem w pkt A.3.2.1 i A.3.2.2 lub A.3.2.3 i A.3.2.4 dodatku 3 do załącznika 4B, z urządzenia zatrzymującego cząstki lotne (VPR), usytuowanego przed licznikiem cząstek stałych (PNC) i z odpowiednich przewodów przesyłowych.
 - 1.1.2. Zaleca się umieszczenie preklasyfikatora cząstek stałych według ich wielkości (np. typu cyklonicznego lub udarowego itd.) przed wlotem VPR. Dopuszczalną alternatywą dla stosowania preklasyfikatora rozmiaru cząstek jest sonda do pobierania próbek, funkcjonująca jako odpowiednie urządzenie klasyfikujące według wielkości, takie jak urządzenie przedstawione na rysunku 14 w dodatku 3 do załącznika 4B. W przypadku układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin, dopuszczalne jest stosowanie takiego samego preklasyfikatora w odniesieniu do masy cząstek stałych i do pobierania próbek cząstek stałych oraz pobieranie próbek cząstek stałych z układu rozcieńczania za preklasyfikatorem. Alternatywnie można stosować oddzielne preklasyfikatory pobierające próbki cząstek stałych z układu rozcieńczania przed preklasyfikatorem.
 - 1.2. Wymagania ogólne
 - 1.2.1. Punkt próbkowania cząstek stałych znajduje się w obrębie układu rozcieńczającego.

Końcówka sondy próbkującej lub punkt próbkowania cząstek stałych i przewód przesyłowy cząstek stałych (PTT) łącznie stanowią układ przesyłu cząstek stałych (PTS). PTS przenosi próbkę z tunelu rozcieńczającego do wlotu VPR. PTS musi spełniać następujące warunki:

W przypadku układów pełnego rozcieńczania przepływu i układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin do częściowego próbkowania (zgodnie z opisem w pkt A.3.2.1 dodatku 3 do załącznika 4B) sondę próbkującą należy umieścić blisko osi tunelu, w odległości od 10 do 20 średnic tunelu za punktem wlotu spalin tak, aby była zwrócona w kierunku przeciwnym do przepływu gazu w tunelu, z osią końcówki równoległą do osi tunelu rozcieńczającego. Sondę do pobierania próbek należy umieścić w przewodzie rozcieńczania tak, aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin.

W przypadku układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin do całkowitego próbkowania (zgodnie z opisem w pkt A.3.2.1 załącznika 4B), punkt próbkowania cząstek stałych lub sonda próbkująca muszą być usytuowane w przewodzie przesyłowym cząstek stałych przed oprawą filtra cząstek stałych, miernikiem przepływu i jakimkolwiek punktem zmiany kierunku próbki/ominięcia. Punkt próbkowania lub sonda próbkująca powinny być tak usytuowane, aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin. Wymiary sondy do pobierania próbek nie mogą zakłócać funkcjonowania układu częściowego rozcieńczania przepływu spalin.

Próbka gazu pobrana przez PTS musi spełniać następujące warunki:

w przypadku układów pełnego rozcieńczania przepływu spalin liczba Reynoldsa (Re) jest mniejsza niż 1 700;

w przypadku układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin liczba Reynoldsa (Re) jest mniejsza niż 1 700 w PTT, tj. za sondą próbkującą lub punktem pobierania próbek;

jej czas przebywania w PTS wynosi maksymalnie 3 sekundy.

Każda inna konfiguracja pobierania próbek w przypadku PTS, w odniesieniu do której można wykazać równoważny czas dla cząstek stałych o wielkości 30 nm, jest uznawana za dopuszczalną.

Przewód wylotowy (OT), przez który rozcieńczona próbka dociera z VPR do wlotu PNC, musi mieć następujące właściwości:

wewnętrzna średnica wynosi co najmniej 4 mm;

czas przepływu próbki gazu przez OT wynosi maksymalnie 0,8 sekundy.

Każdą inną konfigurację pobierania próbek w przypadku OT, w odniesieniu do której można wykazać równoważny czas dla cząstek stałych o średnicy 30 nm, uznaje się za dopuszczalną.

- 1.2.2. VPR obejmuje urządzenia służące do rozcieńczania próbek i do usuwania cząstek lotnych.
- 1.2.3. Wszystkie części układu rozcieńczania i układu pobierania próbek na odcinku od rury wydechowej do PNC, stykające się z nierozcieńczonymi i rozcieńczonymi spalinami muszą być tak zaprojektowane, aby w jak największym stopniu ograniczyć osadzanie się cząstek stałych. Wszystkie części są wykonane z materiałów przewodzących elektryczność, które nie wchodzi w reakcję ze składnikami spalin i są uziemione w celu wyeliminowania wpływu ładunków elektrostatycznych.
- 1.2.4. Układ pobierania próbek cząstek stałych musi być zgodny z dobrą praktyką pobierania próbek aerozolu, która obejmuje unikanie ostrych łuków rurowych i nagłych zmian przekroju, stosowanie gładkich powierzchni wewnętrznych i ograniczenie długości ciągu pobierania próbek do niezbędnego minimum. Dopuszcza się stopniowe zmiany przekroju.
- 1.3. Wymagania szczegółowe
 - 1.3.1. Próbka cząstek stałych nie powinna przechodzić przez pompę, zanim nie przejdzie przez PNC.
 - 1.3.2. Zaleca się stosowanie preklasyfikatora próbek.
 - 1.3.3. Jednostka wstępnego kondycjonowania próbki musi:
 - 1.3.3.1. być w stanie rozcieńczyć próbkę co najmniej jednoetapowo, w celu osiągnięcia stężenia liczbowego cząstek stałych poniżej górnej granicy trybu zliczania pojedynczych cząstek stałych PNC i w temperaturze gazu poniżej 35 °C na wlocie do PNC;
 - 1.3.3.2. obejmować etap wstępnego rozcieńczania w podwyższonej temperaturze, które daje próbkę o temperaturze co najmniej 150 °C i maksymalnie 400 °C i rozcieńcza ją co najmniej dziesięciokrotnie;

- 1.3.3.3. utrzymywać stałe nominalne temperatury robocze na etapach rozcieńczania przebiegającego w podwyższonej temperaturze, w zakresie określonym w pkt 1.3.3.2, z tolerancją ± 10 °C. Musi wskazywać, czy etapy przeprowadzane w podwyższonej temperaturze mają właściwą temperaturę działania;
- 1.3.3.4. w przypadku cząstek o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm i 50 nm pozwalać uzyskać współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych ($f_r(d_i)$), zgodnie z opisem w pkt 2.2.2 poniżej, który nie jest wyższy o więcej niż, odpowiednio, 30 % i 20 % i nie jest niższy o więcej niż 5 % w porównaniu do cząstek o średnicy ruchliwości elektrycznej 100 nm, dla VPR jako całości;
- 1.3.3.5. pozwala również uzyskać ponad 99-procentowe odparowanie cząstek stałych tetrakontanu ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) o średnicy 30 nm, których stężenie na włocie wynosi co najmniej $10\,000\text{ cm}^{-3}$, w efekcie podgrzewania i redukcji ciśnień cząstkowych tetrakontanu.
- 1.3.4. PNC musi:
 - 1.3.4.1. funkcjonować w warunkach pełnego przepływu;
 - 1.3.4.2. zapewniać dokładność zliczania ± 10 % w zakresie od 1 cm^{-3} do górnej granicy trybu zliczania pojedynczych cząstek stałych PNC według wzorca odniesienia. Przy stężeniach poniżej 100 cząstek/cm^3 mogą być wymagane pomiary uśrednione dla przedłużonych okresów próbkowania, w celu wykazania dokładności PNC z wysokim stopniem pewności statystycznej;
 - 1.3.4.3. zapewniać odczytywalność co najmniej 0,1 cząstek stałych na cm^3 przy stężeniach poniżej 100 cząstek/cm^3 ;
 - 1.3.4.4. charakteryzować się liniową odpowiedzią na stężenia cząstek stałych w całym zakresie pomiarowym w trybie zliczania pojedynczych cząstek;
 - 1.3.4.5. charakteryzować się częstotliwością przekazywania danych wynoszącą co najmniej 0,5 Hz;
 - 1.3.4.6. charakteryzować się czasem reakcji t_{90} w zakresie mierzonego stężenia poniżej 5 s;
 - 1.3.4.7. mieć wbudowaną funkcję korekcji koincydencji do poziomu maksymalnego 10 % i ewentualnie wykorzystywać współczynnik wewnętrznej kalibracji, zgodnie z opisem z pkt 2.1.3, ale bez żadnego innego algorytmu umożliwiającego korektę lub określanie skuteczności zliczania;
 - 1.3.4.8. zapewniać sprawność zliczania dla cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 23 nm (± 1 nm) i 41 nm (± 1 nm), wynoszącą odpowiednio 50 % (± 12 %) i co najmniej 90 %. Takie sprawności zliczania można osiągnąć za pomocą środków wewnętrznych (np. kontroli konstrukcji przyrządów) lub zewnętrznych (np. preklasyfikacja rozmiaru);
 - 1.3.4.9. Jeżeli PNC wymaga stosowania płynu roboczego, należy go wymieniać z częstotliwością określoną przez producenta instrumentu.

- 1.3.5. Jeżeli ciśnienie lub temperatura na wlocie PNC nie utrzymuje się na znanym stałym poziomie, na którym kontrolowane jest natężenie przepływu w PNC, należy je mierzyć i zgłaszać w celu skorygowania pomiarów stężenia cząstek stałych do warunków standardowych.
- 1.3.6. Suma czasu przebywania w PTS, VPR i OT oraz czasu reakcji t_{90} PNC nie powinna przekraczać 20 s.
- 1.3.7. Czas przekształcania w całym układzie pobierania próbek liczby cząstek stałych (PTS, VPR, OT i PNC) należy oznaczać poprzez wprowadzenie aerozolu bezpośrednio na wlocie do PTS. Wprowadzenie aerozolu musi następować w czasie krótszym niż 0,1 s. Aerozol wykorzystywany podczas badań musi wywoływać zmianę stężenia co najmniej rzędu 60 % pełnej skali.

Ślad stężenia jest rejestrowany. W odniesieniu do zestrojenia czasowego sygnałów stężenia liczbowego cząstek stałych i przepływu spalin, czas przekształcania definiuje się jako czas, jaki upływa od zmiany (t_0) do momentu, w którym reakcja stanowi 50 % odczytu końcowego (t_{50}).

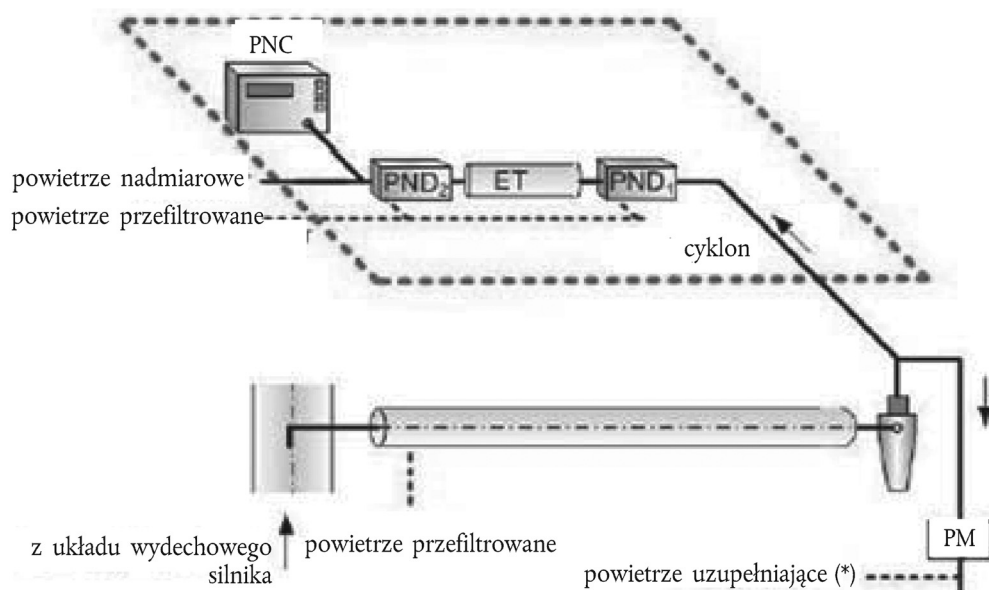
1.4. Opis zalecanego układu

Niniejszy punkt zawiera zalecane praktyki w odniesieniu do pomiaru liczby cząstek stałych. Dopuszcza się jednak każdy układ, spełniający specyfikacje funkcjonalne zawarte w pkt 1.2 i 1.3.

Rysunki 14 i 15 przedstawiają schematy zalecanych konfiguracji układu pobierania próbek cząstek stałych, należących odpowiednio do układu częściowego i pełnego rozcieńczania przepływu spalin.

Rysunek 14

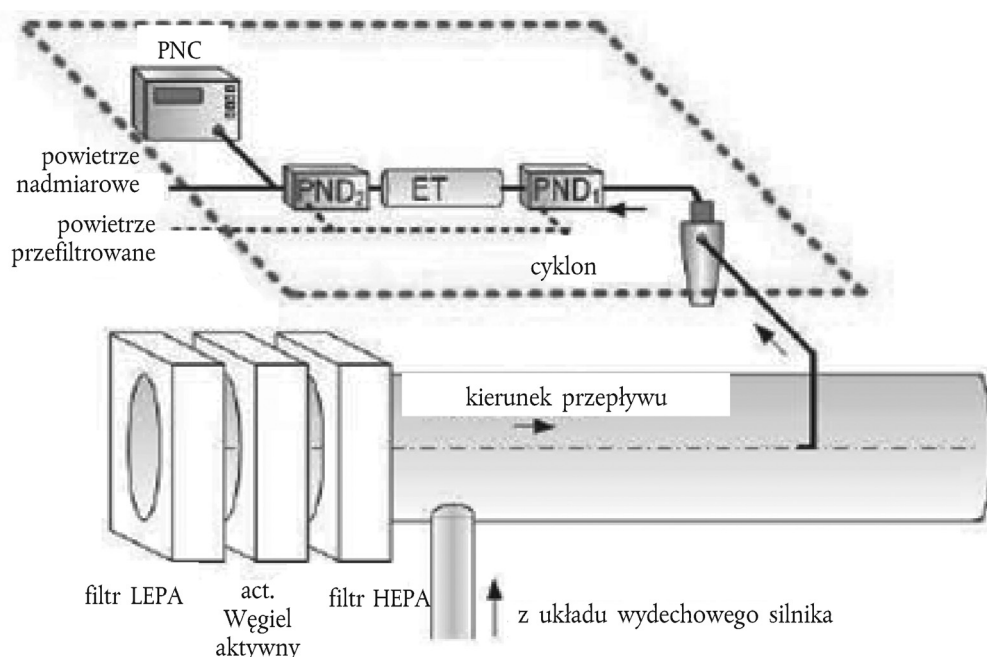
Schemat zalecanego układu pobierania próbek cząstek stałych – pobieranie próbek częściowego przepływu spalin



(*) Alternatywnie oprogramowanie kontrolne może uwzględniać przepływ odprowadzony przez układ PN

Rysunek 15

Schemat zalecanego układu pobierania próbek cząstek stałych – pobieranie próbek pełnego przepływu spalin



1.4.1. Opis układu próbkowania

Układ próbkowania cząstek stałych musi składać się z końcówki sondy próbkującej lub punktu próbkowania cząstek stałych w układzie rozcieńczania, przewodu przesyłowego cząstek stałych (PTT), preklasyfikatora cząstek stałych (PCF) oraz urządzenia zatrzymującego cząstki lotne (VPR) przed licznikiem stężenia liczbowego cząstek stałych (PNC). VPR musi obejmować urządzenia służące do rozcieńczania próbek (rozcieńczalników cząstek stałych PND₁ i PND₂) i do odparowywania cząstek stałych (przewodu odparowującego – ET). Sondę próbkującą lub punkt próbkowania, w przypadku badania przepływu gazu, należy umieścić w przewodzie rozcieńczania w taki sposób, aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin. Suma czasu przebywania w układzie i czasu reakcji t_{90} PNC nie powinna przekraczać 20 s.

1.4.2. Układ przesyłu cząstek stałych

Końcówka sondy próbkującej lub punkt próbkowania cząstek stałych i przewód przesyłowy cząstek stałych (PTT) łącznie stanowią układ przesyłu cząstek stałych (PTS). PTS przenosi próbkę z tunelu rozcieńczającego do wlotu pierwszego rozcieńczalnika liczby cząstek stałych. PTS musi spełniać następujące warunki:

W przypadku układów pełnego rozcieńczania przepływu i układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin do częściowego próbkowania (zgodnie z opisem w pkt A.3.2.1 dodatku 3 do załącznika 4B), sondę próbkującą należy umieścić blisko osi tunelu, w odległości od 10 do 20 średnic tunelu za punktem wlotu gazu tak, aby była zwrócona w kierunku przeciwnym do przepływu gazu w tunelu, z osią końcówki równoległą do osi tunelu rozcieńczającego. Sondę próbkującą należy umieścić w przewodzie rozcieńczania, tak, aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin.

W przypadku układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin do pełnego próbkowania (zgodnie z opisem w pkt A.3.2.1 załącznika 4B) punkt próbkowania cząstek stałych musi być usytuowany w przewodzie przesyłowym cząstek stałych przed oprawą filtra cząstek stałych, miernikiem przepływu i jakimkolwiek punktem zmiany kierunku próbki/ominięcia. Punkt próbkowania lub sonda próbkująca powinny być tak usytuowane, aby próbkę można było pobrać z jednolitej mieszaniny rozcieńczalnika/spalin.

Próbka gazu pobrana przez PTS musi spełniać następujące warunki:

Liczba Reynoldsa (Re) jest mniejsza niż 1 700;

Jej czas przebywania w PTS wynosi maksymalnie 3 sekundy.

Każda inna konfiguracja pobierania próbek w przypadku PTS, w odniesieniu do której można wykazać równoważny czas dla cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm, uznawana jest za dopuszczalną.

Przewód wylotowy (OT), przez który rozcieńczona próbka dociera z VPR do wlotu PNC, musi mieć następujące właściwości:

wewnętrzna średnica wynosi co najmniej 4 mm;

czas przepływu próbki gazu przez OT wynosi maksymalnie 0,8 sekundy.

Każdą inną konfigurację pobierania próbek w przypadku OT, w odniesieniu do której można wykazać równoważny czas dla cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm, uznaje się za dopuszczalną.

1.4.3. Preklasyfikator cząstek stałych

Zalecany preklasyfikator cząstek stałych umieszcza się przed VPR. Średnica cząstek stałych preklasyfikatora o 50 % punkcie odcięcia musi mieścić się w granicach od 2,5 μm do 10 μm dla objętościowego natężenia przepływu próbki, wybranego do pobierania próbek emisji cząstek stałych. Preklasyfikator musi zapewniać na wylocie przepływ co najmniej 99 % stężenia masowego wprowadzonych do niego cząstek 1 μm , z natężeniem wybranym do pobierania próbek emisji cząstek stałych. W przypadku układów częściowego rozcieńczania przepływu spalin dopuszczalne jest stosowanie takiego samego preklasyfikatora w odniesieniu do masy cząstek stałych i do pobierania próbek liczby cząstek stałych oraz pobieranie próbek cząstek stałych z układu rozcieńczania za preklasyfikatorem. Alternatywnie można stosować oddzielne preklasyfikatory pobierające próbki cząstek stałych z układu rozcieńczania przed preklasyfikatorem masy cząstek stałych.

1.4.4. Urządzenie zatrzymujące cząstki lotne (VPR)

VPR musi składać się z jednego rozcieńczalnika liczby cząstek stałych (PND₁), przewodu odparowującego i drugiego rozcieńczalnika (PND₂), połączonych szeregowo. Rozcieńczanie polega na redukcji liczbowego stężenia cząstek stałych w próbce wprowadzanej do miernika stężenia cząstek stałych poniżej górnej granicy trybu zliczania pojedynczych cząstek stałych PNC oraz na eliminacji nukleacji w próbce. VPR musi wskazywać, czy PND₁ i przewód odparowujący mają właściwą temperaturę roboczą.

VPR musi pozwalać uzyskać ponad 99 % odparowania cząstek stałych tetrakontanu ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) o średnicy 30 nm przy stężeniu na wlocie wynoszącym co najmniej $10\,000\text{ cm}^{-3}$, za pomocą podgrzewania i redukcji cząstkowych ciśnień tetrakontanu. W przypadku cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm i 50 nm VPR musi również pozwalać uzyskać współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych (f_r), który nie jest wyższy o więcej niż, odpowiednio, 30 % i 20 % i nie jest niższy o więcej niż 5 % w porównaniu do cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 100 nm, dla VPR jako całości.

1.4.4.1. Pierwszy rozcieńczalnik liczby cząstek stałych (PND₁)

Pierwsze urządzenie do rozcieńczania stężenia cząstek stałych musi być specjalnie zaprojektowane do rozcieńczania stężenia liczbowego cząstek stałych, a jego temperatura robocza (ścianek) musi mieścić się w granicach od 150 °C do 400 °C. Zadana temperatura ścianek powinna być utrzymywana w tym zakresie na stałym nominalnym poziomie roboczym z tolerancją $\pm 10\text{ °C}$ i nie powinna przekraczać temperatury ścianek ET (pkt 1.4.4.2). Rozcieńczalnik powinien być zasilany powietrzem rozcieńczającym filtrowanym na filtrze HEPA i powinien zapewniać współczynnik rozcieńczania od 10-krotnego do 200-krotnego.

1.4.4.2. Przewód odparowujący

Na całej długości ET temperatura ścianek musi być utrzymywana na poziomie wyższym lub takim samym jak temperatura pierwszego urządzenia rozcieńczającego liczbowo cząstki stałe, a temperatura ścianek musi być utrzymywana na stałym nominalnym poziomie roboczym w granicach od 300 °C do 400 °C z tolerancją ± 10 °C.

1.4.4.3. Drugi rozcieńczalnik liczby cząstek stałych (PND₂)

PND₂ musi być specjalnie zaprojektowany do rozcieńczania stężenia liczbowego cząstek stałych. Rozcieńczalnik powinien być zasilany powietrzem rozcieńczającym filtrowanym na filtrze HEPA i powinien zapewniać utrzymanie współczynnika rozcieńczania w granicach od 10-krotnego do 30-krotnego. Współczynnik rozcieńczania PND₂ powinien być dobierany w zakresie od 10 do 15, aby stężenie liczbowe cząstek stałych za drugim rozcieńczalnikiem było mniejsze niż górna granica trybu zliczania pojedynczych cząstek stałych PNC, a temperatura gazu przed wprowadzeniem do PNC była mniejsza niż 35 °C.

1.4.5. Licznik cząstek stałych (PNC)

PNC powinien spełniać wymagania określone w pkt 1.3.4.

2. Kalibracja/walidacja układu pobierania próbek cząstek stałych (1)

2.1. Kalibracja licznika cząstek stałych

2.1.1. Służby techniczne zapewniają dostępność świadectwa kalibracji PNC, wykazującego zgodność z wzorcem odniesienia w okresie 12 miesięcy poprzedzających badanie emisji.

2.1.2. Każdorazowo po przeprowadzeniu ważnych czynności obsługowych należy ponownie kalibrować PNC i wydawać nowe świadectwo kalibracji.

2.1.3. Należy zapewnić zgodność kalibracji ze standardową metodą kalibracji:

- a) poprzez porównanie reakcji kalibrowanego PNC z reakcją skalibrowanego elektrometru do aerozoli, przy jednoczesnym próbkowaniu kalibracyjnych cząstek stałych sklasyfikowanych elektrostatycznie; lub
- b) poprzez porównanie reakcji kalibrowanego PNC z reakcją drugiego PNC, który został skalibrowany przy użyciu powyższej metody.

W przypadku elektrometru kalibrację należy przeprowadzać, stosując co najmniej sześć standardowych stężeń, rozłożonych możliwie jak najbardziej równomiernie w zakresie pomiaru PNC. Punkty te obejmują punkt nominalnego stężenia 0 uzyskany dzięki podłączeniu filtrów HEPA co najmniej klasy H13 zgodnej z normą EN 1822:2008, lub równoważnej, na wejściu każdego instrumentu. Jeżeli do kalibrowanego PNC nie stosuje się żadnego współczynnika kalibracji, zmierzone stężenia powinny mieścić się w granicach ± 10 % standardowego stężenia w odniesieniu do każdego zastosowanego stężenia, z wyjątkiem punktu zero, w innym przypadku należy odrzucić kalibrowany PNC. Należy obliczyć i zanotować gradient regresji liniowej dwóch zestawów danych. W odniesieniu do kalibrowanego PNC stosuje się współczynnik kalibracji równy odwrotności gradientu. Liniowość odpowiedzi jest obliczana jako kwadrat współczynnika korelacji liniowej Pearsona (R^2) dwóch zestawów danych i powinna wynosić co najmniej 0,97. Przy obliczaniu zarówno gradientu, jak i R^2 regresję liniową należy przeprowadzić przez punkt wyjściowy (stężenie 0 w obu instrumentach).

W przypadku wzorcowego PNC kalibrację należy przeprowadzać, stosując co najmniej sześć standardowych stężeń mieszczących się w zakresie pomiaru PNC. W co najmniej trzech punktach stężenie wynosi mniej niż 1 000 cm⁻³, pozostałe wartości stężenia są rozłożone liniowo między 1 000 cm⁻³ a maksymalnym stężeniem w zakresie PNC w trybie zliczania pojedynczych cząstek. Punkty te obejmują punkt nominalnego stężenia 0, uzyskany dzięki podłączeniu filtrów HEPA co

najmniej klasy H13 zgodnej z normą EN 1822:2008, lub równoważnej, na wejściu każdego instrumentu. Jeżeli do kalibrowanego PNC poddanego kalibracji nie stosuje się żadnego współczynnika kalibracji, zmierzone stężenia powinny mieścić się w granicach $\pm 10\%$ standardowego stężenia w odniesieniu do każdego zastosowanego stężenia z wyjątkiem punktu zero, w innym przypadku należy odrzucić kalibrowany PNC. Należy obliczyć i zanotować gradient regresji liniowej dwóch zestawów danych. W odniesieniu do PNC poddanego kalibracji stosuje się współczynnik kalibracji równy odwrotności gradientu. Liniowość odpowiedzi jest obliczana jako kwadrat współczynnika korelacji liniowej Pearsona (R^2) dwóch zestawów danych i powinna wynosić co najmniej 0,97. Przy obliczaniu zarówno gradientu, jak i R^2 regresję liniową należy przeprowadzić przez punkt wyjściowy (stężenie 0 w obu instrumentach).

- 2.1.4. Kalibracja powinna obejmować również kontrolę zgodności z wymaganiami zawartymi w pkt 1.3.4.8, dotyczącymi skuteczności wykrywania przez PNC cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 23 nm. Kontrola skuteczności zliczania cząstek stałych o średnicy 41 nm nie jest wymagana.

2.2. Kalibracja/Walidacja urządzenia zatrzymującego cząstki lotne

- 2.2.1. Kalibracja współczynników redukcji stężenia cząstek stałych VPR, przy pełnym zakresie jego ustawień rozcieńczania w ustalonych nominalnych temperaturach roboczych, wymagana jest jedynie w przypadku nowego urządzenia lub przeprowadzenia ważnych czynności obsługowych. Wymóg okresowej walidacji współczynnika redukcji stężenia cząstek stałych VPR ogranicza się do kontroli przy pojedynczym ustawieniu, typowym dla urządzeń stosowanych do pomiarów w pojazdach wyposażonych w filtr cząstek stałych w silnikach Diesla. Służby techniczne zapewniają dostępność świadectwa kalibracji lub walidacji urządzenia zatrzymującego cząstki lotne w okresie 6 miesięcy poprzedzających badanie emisji. Jeżeli urządzenie zatrzymujące cząstki lotne posiada wbudowane alarmy monitorowania temperatury, dopuszczalny jest 12-miesięczny przedział czasu między kontrolami.

VPR musi charakteryzować się współczynnikiem redukcji stężenia cząstek o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm, 50 nm i 100 nm. W przypadku cząstek o średnicy ruchliwości elektrycznej o 30 nm i 50 nm współczynniki redukcji stężenia cząstek stałych ($f_r(d)$) nie powinny być wyższe więcej niż, odpowiednio, 30 % i 20 % oraz nie powinny być niższe o więcej niż 5 % w porównaniu do cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 100 nm. Na potrzeby walidacji średni współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych powinien mieścić się w granicach $\pm 10\%$ średniego współczynnika redukcji stężenia cząstek stałych (\bar{f}_r) określonego podczas wstępnej kalibracji VPR.

- 2.2.2. Aerosol stosowany w tych pomiarach musi składać się z cząstek stałych o średnicy ruchliwości elektrycznej 30 nm, 50 nm i 100 nm i mieć minimalne stężenie wynoszące $5\,000\text{ cm}^{-3}$ na wlocie VPR. Stężenia cząstek stałych należy mierzyć przed elementami układu i za nimi.

Współczynnik redukcji stężenia cząstek stałych należy obliczać dla każdej wielkości cząstki stałej ($f_r(d_i)$) przy użyciu następującego równania:

$$f_r(d_i) = \frac{N_{in}(d_i)}{N_{out}(d_i)}$$

gdzie:

$N_{in}(d_i)$ = stężenie liczby cząstek stałych przed elementami układu w przypadku cząstek stałych o średnicy d_i

$N_{out}(d_i)$ = stężenie liczby cząstek stałych za elementami układu w przypadku cząstek stałych o średnicy d_i

d_i = średnica ruchliwości elektrycznej cząstek stałych (30, 50 lub 100 nm)

$N_{in}(d_i)$ i $N_{out}(d_i)$ należy skorygować dla tych samych warunków.

Średnią redukcję stężenia cząstek stałych (\bar{f}_r) przy danym ustawieniu rozcieńczania oblicza się przy użyciu następującego równania:

$$\bar{f}_r = \frac{f_r(30_{nm}) + f_r(50_{nm}) + f_r(100_{nm})}{3}$$

Zaleca się kalibrację i walidację VPR jako całej jednostki.

- 2.2.3. Służby techniczne zapewniają dostępność świadectwa walidacji urządzenia zatrzymującego cząstki lotne wykazującego efektywność redukcji cząstek lotnych w okresie 6 miesięcy poprzedzających badanie emisji. Jeżeli urządzenie zatrzymujące cząstki lotne posiada wbudowane alarmy monitorowania temperatury, dopuszczalny jest 12-miesięczny przedział czasu między kontrolami. VPR powinien wykazywać co najmniej 99-procentową sprawność zatrzymywania cząstek stałych tetrakontanu ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{38}\text{CH}_3$) o średnicy ruchliwości elektrycznej co najmniej 30 nm przy stężeniu na wlocie wynoszącym co najmniej $10\,000\text{ cm}^{-3}$ w przypadku ustawienia na minimalne rozcieńczanie i temperatury roboczej zalecanej przez producentów.
- 2.3. Procedury kontroli układu pomiarowego cząstek stałych
- 2.3.1. Przed każdym badaniem licznik cząstek stałych powinien podać zmierzone stężenie maksymalnie $0,5\text{ cm}^{-3}$ cząstek stałych, jeżeli na wlocie całego układu pobierania próbek cząstek stałych (VPR i PNC) zainstalowany jest filtr HEPA co najmniej klasy H13 zgodnej z normą EN 1822:2008, lub równoważnej.
- 2.3.2. Raz w miesiącu przepływ spalin do licznika cząstek stałych sprawdzany za pomocą przepływomierza poddanego kalibracji powinien sygnalizować zmierzoną wartość w zakresie 5 % nominalnego stężenia przepływu w liczniku cząstek stałych.
- 2.3.3. Codziennie, po podłączeniu filtra HEPA co najmniej klasy H13 zgodnej z normą EN 1822:2008, lub równoważnej, na wlocie licznika cząstek stałych, licznik powinien podać stężenie wynoszące maksymalnie $0,2\text{ cm}^{-3}$. Po odłączeniu filtra licznik cząstek stałych powinien wskazać wzrost mierzonego stężenia do poziomu co najmniej 100 cm^{-3} cząstek stałych w otaczającym powietrzu i ponowny spadek do maksymalnie $0,2\text{ cm}^{-3}$ po ponownym zainstalowaniu filtra HEPA.
- 2.3.4. Przed rozpoczęciem każdego badania należy potwierdzić, że układ pomiarowy wskazuje, że przewód odparowujący – jeżeli znajduje się w układzie – osiągnął prawidłową temperaturę działania.
- 2.3.5. Przed rozpoczęciem każdego badania należy potwierdzić, że układ pomiarowy wskazuje, że rozcieńczalnik PND_1 osiągnął prawidłową temperaturę działania.

(¹) Przykłady metod kalibracji/walidacji są dostępne na stronie: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29grpe/pmpFCP.html>