

31999L0096

L 44/1

DZIENNIK URZĘDOWY WSPÓLNOT EUROPEJSKICH

16.2.2000

DYREKTYWA 1999/96/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY**z dnia 13 grudnia 1999 r.**

w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do działań, jakie mają zostać podjęte przeciwko emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych przez silniki wysokoprężne stosowane w pojazdach oraz emisji zanieczyszczeń gazowych z silników z wymuszonym zapłonem napędzanych gazem ziemnym lub gazem płynnym stosowanych w pojazdach oraz zmieniająca dyrektywę Rady 88/77/EWG

PARLAMENT EUROPEJSKI I RADA UNII EUROPEJSKIEJ,

uwzględniając Traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską, w szczególności jego art. 95,

uwzględniając wnioski Komisji ⁽¹⁾,

uwzględniając opinię Komitetu Ekonomiczno-Społecznego ⁽²⁾,

stanowiąc zgodnie z procedurą określoną w art. 251 Traktatu ⁽³⁾,

a także mając na uwadze, co następuje:

- (1) Należy przyjąć środki w ramach rynku wewnętrznego.
- (2) Pierwszy program działań Wspólnoty Europejskiej w zakresie ochrony środowiska naturalnego ⁽⁴⁾, zatwierdzony przez Radę w dniu 22 listopada 1973 r., wzywał do uwzględnienia najnowszych osiągnięć naukowych w dziedzinie zwalczania zanieczyszczeń atmosferycznych powodowanych przez gazy emitowane przez pojazdy silnikowe oraz wprowadzenia odpowiednich zmian do przyjętych uprzednio dyrektyw; piąty program działania, zatwierdzony przez Radę w ogólnym kształcie rozporządzeniem Rady z dnia 1 lutego 1993 r. ⁽⁵⁾, przewiduje dodatkowe wysiłki jakie należy podjąć w celu znaczącego obniżenia obecnie odnotowywanego poziomu emisji zanieczyszczeń przez pojazdy silnikowe.
- (3) Uznaje się, iż rozwój transportu we Wspólnocie spowodował poważne zagrożenia dla środowiska naturalnego;

oficjalne szacunki dotyczące zwiększenia natężenia ruchu są niższe niż rzeczywiste liczby; z tego powodu dla wszelkiego typu pojazdów silnikowych należy ustalić bardziej restrykcyjne normy emisji zanieczyszczeń emitowanych do środowiska naturalnego.

- (4) Dyrektywa 88/77/EWG ⁽⁶⁾ ustalała wartości graniczne emisji tlenku węgla, węglowodorów i tlenków azotu niespalonych przez silniki Diesla używane w pojazdach silnikowych w oparciu o procedurę badania dla europejskich warunków ruchu tych pojazdów; po raz pierwszy dyrektywę zmieniono dyrektywą 91/542/EWG ⁽⁷⁾ w dwóch etapach, pierwszy etap (1992/1993) zbiegł się z terminami wprowadzenia w życie nowych, europejskich norm emisji zanieczyszczeń dla samochodów osobowych; drugi etap (1995/1996) wprowadził długookresowe ukierunkowanie dla europejskiego przemysłu samochodowego ustalając wartości graniczne w oparciu o przewidywane zastosowanie aktualnie opracowywanych technologii przy jednoczesnym przyznaniu temu przemysłowi wystarczającego czasu, niezbędnego do udoskonalenia tych technologii; dyrektywa 96/1/WE ⁽⁸⁾ wymagała, aby w małych silnikach Diesla o pojemności skokowej cylindra poniżej 0,7 dm³ i mocy znamionowej wyższej niż 3 000 min⁻¹, wartość graniczna dla emisji pyłów ustalona w dyrektywie 91/542/EWG była stosowana od 1999 r.; jednakże ze względów technicznych rozsądnie jest utrzymać zróżnicowanie emisji pyłów dla małych silników wysokoprężnych o pojemności skokowej cylindra mniejszej niż 0,75 dm³ i mocy znamionowej wyższej niż 3 000 min⁻¹, przy czym zróżnicowanie takie obowiązuje tylko do 2005 r.

- (5) Na podstawie art. 5 ust. 3 dyrektywy 91/542/EWG, przed końcem 1996 r. Komisja miała przedłożyć Radzie sprawozdanie o postępie prac w zakresie rewizji wartości granicznych dla emisji mieszanych, gdyby było to niezbędne,

⁽¹⁾ Dz.U. C 173 z 8.6.1998, str. 1 oraz

Dz.U. C 43 z 17.2.1999, str. 25.

⁽²⁾ Dz.U. C 407 z 28.12.1998, str. 27.

⁽³⁾ Opinia Parlamentu Europejskiego z dnia 21 października 1998 r. (Dz.U. C 341 z 9.11.1998, str. 74), wspólne stanowisko Rady z dnia 22 kwietnia 1999 r. (Dz.U. C 296 z 15.10.1999, str. 1) oraz decyzja Parlamentu Europejskiego z dnia 16 listopada 1999 r. (dotychczas nieopublikowana w Dzienniku Urzędowym).

⁽⁴⁾ Dz.U. C 112 z 20.12.1973, str. 1.

⁽⁵⁾ Dz.U. C 138 z 17.5.1993, str. 1.

⁽⁶⁾ Dz.U. L 36 z 9.2.1988, str. 33.

⁽⁷⁾ Dz.U. L 295 z 25.10.1991, str. 1.

⁽⁸⁾ Dz.U. L 40 z 17.2.1996, str. 1.

wraz z rewizją procedury badania; zrewidowanych wartości granicznych nie stosuje się w odniesieniu do nowych homologacji do 1 października 1999 r.

- (6) Komisja wykonała program dotyczący jakości powietrza, emisji zanieczyszczeń pochodzących z ruchu kołowego, paliw i technologii silnikowych (program Auto-oil) w celu spełnienia wymagań art. 4 dyrektywy 94/12/WE⁽¹⁾; analiza opłacalności ekonomicznej w ramach programu Auto-oil wykazała, iż dalsze ulepszanie technologii silników Diesla dla pojazdów ciężarowych o dużej ładowności jest niezbędne w celu uzyskania w 2010 r. jakości powietrza określonej w komunikacie Komisji na temat programu Auto-oil.
- (7) Poprawa wymagań dla nowych silników Diesla, zawartych w dyrektywie 88/77/EWG, stanowi część globalnej strategii Wspólnoty, obejmującej również rewizję norm dla lekkich pojazdów użytkowych i samochodów osobowych począwszy od 2000 r., poprawę jakości paliw silnikowych i dokładniejszą ocenę poziomów emisji zanieczyszczeń z pojazdów znajdujących się w eksploatacji.
- (8) Dyrektywa 88/77/EWG jest jedną ze szczególnych dyrektyw w ramach procedury homologacji ustanowionej dyrektywą Rady 70/156/EWG z dnia 6 lutego 1970 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do homologacji typu pojazdów silnikowych i ich przyczep⁽²⁾; poszczególne Państwa Członkowskie samodzielnie nie są w stanie skutecznie osiągnąć celu obniżenia poziomu emisji zanieczyszczeń przez pojazdy silnikowe i dlatego cel ten łatwiej jest osiągnąć poprzez zbliżenie ustawodawstw Państw Członkowskich dotyczących środków, jakie należy przyjąć przeciw zanieczyszczaniu powietrza przez pojazdy silnikowe.
- (9) Obniżenie limitów emisji stosowane od 2000 r., odpowiadające obniżeniu o 30 % emisji tlenku węgla, węglowodorów ogółem, NO_x i pyłów, w świetle programu Auto-oil uznano za kluczowe środki na drodze do osiągnięcia zadowalającej śródkresowej jakości powietrza; obniżenie o 30 % spalin w stosunku do mierzonej na obecnych typach silników i uzupełnienie dyrektywy Rady 72/306/EWG⁽³⁾ przyczyni się do obniżenia poziomu emisji pyłów; dalsze obniżenie limitów emisji stosowane od 2005 r. o 30 % w zakresie emisji tlenku węgla, węglowodorów ogółem i NO_x oraz o 80 % w zakresie pyłów znacząco przyczyni się do polepszenia śródkresowej jakości powietrza; obniżenia te będą uwzględniać wpływ na emisję nowych cykli

badan, które wierniej odzwierciedlają schematy ruchu pojazdów silnikowych będących w eksploatacji; dodatkowe ograniczenie emisji NO_x stosowane od 2008 r. będzie skutkowało obniżeniem wartości granicznej emisji dla tej substancji zanieczyszczającej o dalsze 43 %; nie później niż do końca 2002 r. w sprawozdaniu dla Parlamentu Europejskiego i Rady, któremu towarzyszą, gdy jest to niezbędne, odpowiednie wnioski, Komisja ma rozważyć dostępną technologię w celu potwierdzenia normy obowiązującej dla NO_x w 2008 r.

- (10) Wprowadza się dopuszczalne limity emisji dla pojazdów określonych jako „Pojazdy bardziej przyjazne dla środowiska” (EEV).
- (11) Układy diagnostyki pokładowej (OBD) nie zostały w pełni opracowane do zastosowania w pojazdach ciężarowych o dużej ładowności, ale planuje się ich wprowadzenie począwszy od 2005 r. w celu umożliwienia szybkiego wykrywania awarii części oraz układów pojazdu o zasadniczym znaczeniu dla emisji zanieczyszczeń, a w związku z tym umożliwienia znaczącego usprawnienia utrzymania początkowych poziomów emisji w pojazdach znajdujących się w eksploatacji w drodze lepszej kontroli i konserwacji; począwszy od 2005 r. należy wprowadzić szczególne wymagania dotyczące trwałości nowych silników o dużej przeciążalności i badań zgodności pojazdów ciężarowych o dużej ładowności znajdujących się w eksploatacji.
- (12) Wprowadza się nowe cykle badań homologacyjnych dla emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin, które umożliwią bardziej rzeczywistą ocenę emisji zanieczyszczeń dla silników Diesla w warunkach badania bardziej zbliżonych do warunków eksploatacji pojazdów; wprowadza się nową, mieszaną procedurę badań (dwa cykle) dla tradycyjnych silników Diesla oraz silników Diesla wyposażonych w katalizatory; wprowadza się nową, mieszaną procedurę badań (dwa cykle) dla silników napędzanych gazem oraz dodatkowo dla silników Diesla wyposażonych w zaawansowane technologicznie układy kontroli emisji zanieczyszczeń; począwszy od 2005 r. wszystkie silniki Diesla będą badane z zastosowaniem obu cykli badań; Komisja monitoruje postęp w negocjacjach w sprawie ogólnościowej, zharmonizowanej procedury badań.
- (13) Poprzez podatkowe środki zachęcające należy umożliwić Państwom Członkowskim szybsze wprowadzanie na rynek pojazdów spełniających wymagania przyjęte na poziomie Wspólnoty, które to środki muszą spełniać przepisy Traktatu i określone warunki przyjęte w celu uniknięcia zakłóceń rynku wewnętrznego; niniejsza dyrektywa nie ma wpływu na uprawnienia Państw Członkowskich do uwzględniania emisji zanieczyszczeń i innych substancji w obliczaniu stawek podatków drogowych od pojazdów silnikowych.

⁽¹⁾ Dz.U. L 100 z 19.4.1994, str. 42.

⁽²⁾ Dz.U. L 42 z 23.2.1970, str. 1. Dyrektywa ostatnio zmieniona dyrektywą 98/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady (Dz.U. L 11 z 16.1.1999, str. 25).

⁽³⁾ Dz.U. L 190 z 20.8.1972, str. 1. Dyrektywa ostatnio zmieniona dyrektywą 97/20/WE (Dz.U. L 125 z 16.5.1997, str. 21).

- (14) W rozwoju wspólnotowej legislacji dotyczącej emisji zanieczyszczeń przez pojazdy silnikowe należy uwzględnić wyniki badań prowadzonych w zakresie właściwości pyłów.
- (15) Do 31 grudnia 2000 r. Komisja przedłoży sprawozdanie na temat rozwoju urządzeń kontroli emisji zanieczyszczeń dla pojazdów ciężarowych o dużej ładowności z silnikami Diesla oraz ich związku z jakością paliwa, potrzeby podwyższenia dokładności i odtwarzalności pomiarów pyłów oraz procedur pobierania próbek, jak również opracowania ogólnościowego, zharmonizowanego cyklu badań.
- (16) Dyrektywa Rady 88/77/WE powinna zostać odpowiednio zmieniona,

PRZYJMUJĄ NINIEJSZĄ DYREKTYWĘ:

Artykuł 1

W dyrektywie 88/77/EWG wprowadza się następujące zmiany:

1. Tytuł otrzymuje brzmienie:

„Dyrektywa Rady 88/77/EWG z dnia 3 grudnia 1987 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do działań, jakie mają zostać podjęte przeciwko emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych przez silniki wysokoprężne stosowane w pojazdach oraz emisji zanieczyszczeń gazowych z silników z wymuszonym zapłonem napędzanych gazem ziemnym lub gazem płynnym stosowanych w pojazdach”.

2. Artykuł 1 otrzymuje brzmienie:

„Artykuł 1

Do celów niniejszej dyrektywy:

- »pojazd« oznacza dowolny pojazd określony w załączniku II sekcja A do dyrektywy 70/156/EWG napędzany silnikiem wysokoprężnym lub gazowym, z wyjątkiem pojazdów kategorii M1 o technicznie dopuszczalnej masie całkowitej mniejszej lub równej 3,5 t,
- »silnik wysokoprężny lub gazowy« oznacza źródło napędu pojazdu, któremu może zostać udzielona homologacja jako odrębnej jednostce określona w dyrektywie 70/156/EWG,
- »EEV« oznacza pojazd bardziej przyjazny dla środowiska napędzany silnikiem spełniającym wymogi w zakresie dopuszczalnych wartości granicznych emisji

przedstawionych w wierszu C tabel przedstawionych w załączniku I ppkt 6.2.1.”

3. Załączniki I-VIII zastępuje się załącznikami I-VII przedstawionymi w załączniku do niniejszej dyrektywy.

Artykuł 2

1. Z mocą od 1 lipca 2000 r. z przyczyn odnoszących się do emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin emitowanych przez silniki, żadne z Państw Członkowskich nie może:

- odmówić udzielenia homologacji WE lub wydania dokumentu przewidzianego w art. 10 ust. 1 tiret ostatnie dyrektywy 70/156/EWG, albo udzielenia krajowej homologacji typu pojazdu napędzanego silnikiem Diesla lub gazowym, lub
- zakazać rejestracji, sprzedaży lub wejścia do użytku takich nowych pojazdów, lub
- odmówić udzielenia homologacji WE dla silnika wysokoprężnego lub gazowego, lub
- zakazać sprzedaży lub użytkowania nowych silników wysokoprężnych lub gazowych,

jeżeli spełnione są odpowiednie wymagania załączników do dyrektywy 88/77/EWG, zmienionej niniejszą dyrektywą, w szczególności jeżeli spełniono warunki dotyczące wartości granicznych emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin emitowanych przez silnik określone w wierszu A lub w wierszu B1 lub B2, albo wartości graniczne podane w wierszu C tabel w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą.

2. Z mocą od 1 października 2000 r. Państwa Członkowskie:

- nie mogą kontynuować udzielania homologacji WE lub wydawać dokumentu przewidzianego w art. 10 ust. 1 tiret ostatnie dyrektyw 70/156/EWG, i
- odmawiają udzielania homologacji krajowej,

dla typów silników wysokoprężnych lub gazowych oraz typów pojazdów napędzanych silnikiem wysokoprężnym lub gazowym, w przypadku gdy poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin emitowanych przez silnik nie spełniają wymagań dotyczących wartości granicznych przedstawionych w wierszu A tabel w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą.

3. Z mocą od 1 października 2001 r., z wyjątkiem pojazdów i silników przeznaczonych na wywóz do państw trzecich oraz silników wymienianych w pojazdach znajdujących się w eksploatacji, Państwa Członkowskie:

- uznają, że świadectwa zgodności towarzyszące nowym pojazdom lub nowym silnikom na podstawie art. 7 ust. 1 dyrektywy 70/156/EWG utraciły ważność, w rozumieniu art. 7 ust. 1 tej dyrektywy, i
- zakazują rejestracji, sprzedaży, wprowadzenia do użytku lub użytkowania nowych pojazdów napędzanych silnikiem wysokoprężnym lub gazowym oraz sprzedaży i użytkowania nowych silników wysokoprężnych i silników gazowych,

w przypadku gdy poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin emitowanych przez silnik nie spełniają warunków dotyczących wartości granicznych podanych w wierszu A tabeli w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt. 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą.

4. Z mocą od 1 października 2005 r. Państwa Członkowskie:

- nie mogą kontynuować udzielania homologacji WE lub wydawać dokumentu przewidzianego w art. 10 ust. 1 tiret ostatnie dyrektywy 70/156/EWG, i
- odmawiają udzielania homologacji krajowej,

dla typów silników wysokoprężnych lub gazowych oraz typów pojazdów napędzanych silnikiem wysokoprężnym lub gazowym, dla których poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin emitowanych przez silnik nie spełniają warunków dotyczących wartości granicznych określonych w wierszu B1 tabeli w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą.

5. Z mocą od 1 października 2006 r., z wyjątkiem pojazdów i silników przeznaczonych na wywóz do państw trzecich oraz silników wymienianych w pojazdach znajdujących się w eksploatacji, Państwa Członkowskie:

- uznają, że świadectwa zgodności towarzyszące nowym pojazdom lub nowym silnikom na podstawie art. 7 ust. 1 dyrektywy 70/156/EWG utraciły ważność, w rozumieniu art. 7 ust. 1 tej dyrektywy, i
- zakazują rejestracji, sprzedaży, wprowadzenia do użytku nowych pojazdów napędzanych silnikiem wysokoprężnym lub gazowym oraz sprzedaży i użytkowania nowych silników wysokoprężnych i silników gazowych,

w przypadku gdy poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin emitowanych przez silnik nie spełniają wymagań dotyczących wartości granicznych określonych w wierszu B1 tabeli w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt. 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą.

6. Z mocą od 1 października 2008 r. Państwa Członkowskie:

- nie mogą kontynuować udzielania homologacji WE lub wydawać dokumentu przewidzianego w art. 10 ust. 1 tiret ostatnie dyrektywy 70/156/EWG, i
- odmawiają udzielania homologacji krajowej,

dla typów silników wysokoprężnych lub silników gazowych oraz typów pojazdów napędzanych silnikiem wysokoprężnym lub gazowym, dla których poziomy emisji gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin emitowanych przez silnik nie spełniają wymagań dotyczących wartości granicznych określonych w wierszu B2 tabeli w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą.

7. Z mocą od 1 października 2009 r., z wyjątkiem pojazdów i silników przeznaczonych na wywóz do państw trzecich oraz silników wymienianych w pojazdach znajdujących się w eksploatacji, Państwa Członkowskie:

- uznają, że świadectwa zgodności towarzyszące nowym pojazdom lub nowym silnikom na podstawie art. 7 ust. 1 dyrektywy 70/156/EWG utraciły ważność, w rozumieniu art. 7 ust. 1 tej dyrektywy, i
- zakazują rejestracji, sprzedaży, wprowadzenia do użytku lub użytkowania nowych pojazdów napędzanych silnikiem wysokoprężnym lub gazowym oraz sprzedaży i użytkowania nowych silników wysokoprężnych i silników gazowych,

w przypadku gdy poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin emitowanych przez silnik nie spełniają wymagań dotyczących wartości granicznych podanych w wierszu B2 tabeli w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą.

8. Zgodnie z ust. 1 silnik spełniający odpowiednie wymagania załączników do dyrektywy 88/77/EWG, zmienionej niniejszą dyrektywą, oraz spełniający wymagania dotyczące wartości granicznych określonych w wierszu C tabeli w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą, uznaje się za spełniający wymagania ust. 2-7.

Artykuł 3

1. Państwa Członkowskie mogą przewidzieć podatkowe środki zachęcające wyłącznie w odniesieniu do pojazdów silnikowych spełniających wymagania dyrektywy 88/77/EWG, zmienionej niniejszą dyrektywą. Takie środki są zgodne z przepisami Traktatu oraz warunkami określonymi poniżej pod lit. a) lub b):

- a) stosuje się je do wszystkich nowych pojazdów oferowanych w sprzedaży na rynku Państwa Członkowskiego spełniających wymagania dotyczące wartości granicznych określonych w wierszu A tabel w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą, a w związku z tym, począwszy od 1 października 2000 r. spełniających wymagania dotyczące wartości granicznych określonych w wierszu B1 lub B2 wspomnianych tabel.

Należy je wycofać z mocą od obowiązkowego zastosowania wartości granicznych emisji zanieczyszczeń określonych w art. 2 ust. 3 dla nowych pojazdów, lub począwszy od terminów obowiązkowego zastosowania wartości granicznych emisji zanieczyszczeń określonych w wierszu B1 lub B2 tabel w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą;

- b) stosuje się je do wszystkich nowych pojazdów oferowanych w sprzedaży na rynku Państwa Członkowskiego spełniających warunki dotyczące dopuszczalnych wartości granicznych określonych w wierszu C tabel w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą.

2. Dla każdego typu pojazdu te środki zachęcające nie przekraczają dodatkowego kosztu rozwiązań technicznych wprowadzanych dla zapewnienia zgodności z wartościami granicznymi podanymi albo w wierszu A albo w wierszu B1 lub B2 lub wartości granicznych podanych w wierszu C tabel w załączniku I do dyrektywy 88/77/EWG ppkt 6.2.1, zmienionej niniejszą dyrektywą, oraz ich instalacji w pojeździe.

3. Komisję należy w odpowiednim czasie powiadomić o zamiarze wprowadzenia lub zmiany podatkowych środków zachęcających określonych w niniejszym artykule, tak aby umożliwić jej przedstawienie spostrzeżeń.

Artykuł 4

Od 1 października 2005 r. nowe typy pojazdów, a od 1 października 2006 r. wszystkie typy pojazdów są wyposażone w układ diagnostyki pokładowej (OBD) lub w pokładowy układ pomiarowy (OBM) monitorujący emisję spalin podczas eksploatacji.

Komisja przedkłada Parlamentowi Europejskiemu i Radzie propozycje przepisów w tym zakresie. Obejmują one:

- nieograniczony i znormalizowany dostęp do układu OBD w celu inspekcji, diagnozowania, obsługi i napraw,
- normalizację kodów usterek,
- kompatybilność części zamiennych w celu ułatwienia naprawy, wymiany oraz obsługi pojazdów wyposażonych w układy OBD.

Artykuł 5

Od 1 października 2005 r. dla nowych typów oraz od 1 października 2006 r. dla wszystkich typów homologacje typu udzielone pojazdom i silnikom potwierdzają również właściwe działanie urządzeń kontrolujących poziomy emisji podczas normalnego użytkowania pojazdu lub silnika.

Komisja bada różnice występujące w normalnym użytkowaniu poszczególnych kategorii pojazdów ciężarowych o dużej ładowności i rozważa przedstawienie propozycji wymogów odpowiedniej trwałości dla każdej kategorii.

Artykuł 6

Począwszy od 1 października 2005 r. dla nowych typów oraz od 1 października 2006 r. dla wszystkich typów homologacje typu udzielane pojazdom potwierdzają również właściwe działanie urządzeń kontrolujących poziomy emisji podczas normalnej eksploatacji pojazdu w normalnych warunkach użytkowania (zgodność pojazdów znajdujących się w eksploatacji właściwie konserwowanych i użytkowanych).

Przepis ten musi być zatwierdzony i uzupełniony przez Komisję zgodnie z art. 7.

Artykuł 7

Komisja przedkłada Parlamentowi Europejskiemu i Radzie wniosek zatwierdzający lub uzupełniający niniejszą dyrektywę nie później niż w terminie 12 miesięcy od daty wejścia w życie niniejszej dyrektywy lub od 31 grudnia 2000 r. w zależności od tego, który z tych terminów nastąpi wcześniej.

Wniosek uwzględnia:

- proces przeglądu Parlamentu Europejskiego i Rady określony w art. 3 dyrektywy 98/69/WE ⁽¹⁾ Parlamentu Europejskiego i Rady oraz art. 9 dyrektywy 98/70/WE ⁽²⁾,
- rozwój technologii kontroli zanieczyszczeń emitowanych przez silniki wysokoprężne lub gazowe, w tym technologii oczyszczania spalin, biorąc pod uwagę zależność tej technologii od jakości paliwa,
- potrzebę poprawienia dokładności i powtarzalności aktualnych procedur pomiaru i pobierania próbek dla bardzo niskich poziomów emisji pyłów przez silniki,

⁽¹⁾ Dz.U. L 350 z 28.12.1998, str. 1.

⁽²⁾ Dz.U. L 350 z 28.12.1998, str. 58.

- rozwój ogólnościowego, zharmonizowanego cyklu badań dla badań homologacyjnych,

ponadto wniosek uwzględnia:

- zasady ustanawiające wprowadzenie układu OBD w pojazdach ciężarowych o dużej ładowności począwszy od 1 października 2005 r. na podstawie art. 4 niniejszej dyrektywy oraz, *mutatis mutandis*, z dyrektywą 98/69/WE w sprawie redukcji emisji spalin przez samochody osobowe i lekkie samochody użytkowe,
- przepisy w sprawie trwałości urządzeń kontroli emisji począwszy od 1 października 2005 r. na podstawie z art. 5 niniejszej dyrektywy,
- przepisy dla zapewnienia zgodności pojazdów znajdujących się w eksploatacji w ramach procedury homologacji typu pojazdów, z mocą od 1 października 2005 r. na podstawie art. 6 niniejszej dyrektywy, biorąc pod uwagę szczególność badań przeprowadzanych na silnikach tych pojazdów oraz określone informacje uzyskane z układów OBD w świetle efektywności kosztów,
- odpowiednie wartości graniczne dla zanieczyszczeń aktualnie niepodlegających uregulowaniom, w konsekwencji zakrojonego na szeroką skalę wprowadzania nowych paliw alternatywnych.

Do 31 grudnia 2001 r. Komisja przedkłada sprawozdanie w sprawie postępu negocjacji dotyczących ogólnościowego, zharmonizowanego cyklu badań.

Do 30 czerwca 2002 r. Komisja przedkłada Parlamentowi Europejskiemu i Radzie sprawozdanie w sprawie wymagań dotyczących działania układu OBM. Na podstawie tego sprawozdania Komisja przedkłada propozycje w zakresie środków, jakie mają zostać wprowadzone w życie nie później niż z dniem 1 stycznia 2005 r. w celu włączenia właściwości technicznych oraz odpowiednich załączników dotyczących homologacji układów OBM zapewniających poziomy kontroli przynajmniej równe układom OBD i kompatybilne z nimi.

Nie później niż do 31 grudnia 2002 r. Komisja rozważa dostępną technologię w kontekście potwierdzenia normy emisji NO_x obowiązującej w 2008 r. w sprawozdaniu przedłożonemu Parlamentowi Europejskiemu i Radzie, któremu, gdy jest to niezbędne, towarzysza odpowiednie wnioski.

Artykuł 8

1. Państwa Członkowskie wprowadzają w życie przepisy ustawowe, wykonawcze i administracyjne niezbędne do wykonania niniejszej dyrektywy przed 1 lipca 2000 r. i niezwłocznie informują o tym Komisję.

Przepisy przyjęte przez Państwa Członkowskie zawierają odniesienie do niniejszej dyrektywy lub odniesienie takie towarzyszy ich urzędowej publikacji. Metody dokonywania takiego odniesienia określone są przez Państwa Członkowskie.

2. Państwa Członkowskie przekazują Komisji teksty podstawowych przepisów prawa krajowego, przyjętych w dziedzinach objętych niniejszą dyrektywą.

Artykuł 9

Niniejsza dyrektywa wchodzi w życie z dniem jej opublikowania w *Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich*.

Artykuł 10

Niniejsza dyrektywa skierowana jest do Państw Członkowskich.

Sporządzono w Brukseli, dnia 13 grudnia 1999 r.

W imieniu Parlamentu Europejskiego

N. FONTAINE

Przewodniczący

W imieniu Rady

S. HASSI

Przewodniczący

ZAŁĄCZNIK

SPIS TREŚCI

	<i>Strona</i>
ZAŁĄCZNIK I ZAKRES, DEFINICJE I SKRÓTY, WNIOSEK O UDZIELENIE HOMOLOGACJI WE, SPECYFIKACJE I BADANIA ORAZ ZGODNOŚĆ PRODUKCJI	278
1. Zakres	278
2. Definicje i skróty	278
3. Wniosek o udzielenie homologacji WE	284
4. Udzielenie homologacji WE	285
5. Oznaczenia silnika	287
6. Specyfikacje i badania	289
7. Instalacja w pojeździe	291
8. Rodzina silników	291
9. Zgodność produkcji	293
Dodatek 1 Procedura badania zgodności produkcji przy zadowalającym poziomie odchylenia standardowego	296
Dodatek 2 Procedura badania zgodności produkcji przy niezadowalającym poziomie odchylenia standardowego lub gdy dane na temat odchylenia standardowego nie są dostępne	298
Dodatek 3 Procedura badania zgodności produkcji na żądanie producenta	300
ZAŁĄCZNIK II DOKUMENT INFORMACYJNY	302
Dodatek 1 Zasadnicze właściwości silnika (macierzystego) oraz informacje dotyczące przebiegu badania	303
1. Opis silnika	303
2. Środki przyjęte przeciwko zanieczyszczeniu powietrza	304
3. Doprowadzenie paliwa	305
4. Rozrząd zaworowy	308
5. Układ zapłonu (tylko silniki z zapłonem iskrowym)	308
6. Urządzenia zasilane energią silnika	308
7. Dodatkowe informacje o warunkach badania	309
8. Osiągi silnika	310
Dodatek 2 Podstawowe właściwości rodziny silników	312
1. Parametry wspólne	312
2. Wyszczególnienie rodziny silników	312
Dodatek 3 Podstawowe właściwości typu silnika w rodzinie	314
1. Opis silnika	314
2. Środki przyjęte przeciwko zanieczyszczeniu powietrza	315
3. Doprowadzenie paliwa	316
4. Rozrząd zaworowy	319
5. Układ zapłonu (tylko silniki z zapłonem iskrowym)	319
Dodatek 4 Właściwości części pojazdu związanych z silnikiem	320

	<i>Strona</i>
ZAŁĄCZNIK III BADANIA PROCEDURA	321
1. Wprowadzenie	321
2. Warunki badań	322
Dodatek 1 Cykle badań ESC i ELR	324
1. Ustawienia silnika i dynamometru	324
2. Przebieg badania ESC	325
3. Przebieg badania ELR	327
4. Obliczanie poziomu emisji zanieczyszczeń gazowych	329
5. Obliczanie emisji pyłów	332
6. Obliczanie wartości zadymienia	334
Dodatek 2 Cykl badania ETC	336
1. Procedura odwzorowania silnika	336
2. Tworzenie cyklu odniesienia badania	336
3. Przebieg badania poziomu emisji	337
4. Obliczanie poziomu emisji zanieczyszczeń gazowych	341
5. Obliczanie emisji pyłów (tylko silniki Diesla)	345
Dodatek 3 Wykaz odczytów dynamometru w badaniu ETC	347
Dodatek 4 Procedury pomiaru i pobierania próbek.....	357
1. Wprowadzenie	357
2. Dynamometr i urządzenia komory do badań.....	357
3. Ustalenie poziomu emisji zanieczyszczeń gazowych	358
4. Ustalenie poziomu emisji pyłów	360
5. Ustalenie poziomu zadymienia	362
Dodatek 5 Procedura kalibracji	364
1. Kalibracja przyrządów analitycznych	364
2. Kalibracja układu CVS	370
3. Kalibracja układu pomiaru pyłów	372
4. Kalibracja urządzeń mierzących zadymienie	373
ZAŁĄCZNIK IV WŁAŚCIWOŚCI TECHNICZNE PALIWA WZORCOWEGO PRZEZNACZONEGO DO BADAŃ HOMOLOGACYJNYCH ORAZ WERYFIKACJI ZGODNOŚCI PRODUKCJI	374
1. Olej napędowy	374
2. Gaz ziemny (NG)	375
3. Gaz płynny (LPG)	376
ZAŁĄCZNIK V UKŁADY ANALITYCZNE I POBIERANIA PRÓBEK	377
1. Ustalenie poziomów emisji zanieczyszczeń gazowych	377
2. Rozcieńczanie spalin i ustalenie poziomu emisji pyłów	384
3. Ustalenie poziomów zadymienia	399
ZAŁĄCZNIK VI ŚWIADECTWO HOMOLOGACJI WE	403
ZAŁĄCZNIK VII PRZYKŁAD PROCEDURY OBLICZENIOWEJ	405

INDEKS RYSUNKÓW

	Strona
Rysunek 1 Określone definicje cykli badań	280
Rysunek 2 Schemat badania zgodności produkcji	295
Rysunek 3 Sekwencja badania ELR	328
Rysunek 4 Interpolacja punktu kontrolnego NO _x	331
Rysunek 5 Wykres odczytów dynamometru w badaniu ETC	356
Rysunek 6 Schemat urządzenia sprawnościowego katalizatora NO _x	367
Rysunek 7 Schemat przepływu układu analizy nieoczyszczonych spalin dla CO, CO ₂ , NO _x , HC (tylko ESC)	377
Rysunek 8 Schemat przepływu układu analizy rozcieńczonych spalin dla CO, CO ₂ , NO _x , HC (ETC, fakultatywnie dla ESC)	378
Rysunek 9 Schemat przepływu analizy metanu (metoda GC)	381
Rysunek 10 Schemat przepływu analizy metanu metodą odcinania węglowodorów niemietanowych (NMC)	383
Rysunek 11 Układ częściowego rozcieńczania spalin z sondą izokinetyczną i pobieraniem próbek frakcji (kontrola SB)	385
Rysunek 12 Układ częściowego rozcieńczania spalin z sondą izokinetyczną i pobieraniem próbek frakcji (kontrola PB)	385
Rysunek 13 Układ częściowego rozcieńczania spalin z pomiarem stężenia CO ₂ lub NO _x i pobieraniem próbek frakcji	386
Rysunek 14 Układ częściowego rozcieńczania spalin z pomiarem stężenia CO ₂ , bilansem węgla i pełnym pobieraniem próbek	386
Rysunek 15 Układ częściowego rozcieńczania spalin ze zwężką pojedynczą, pomiarem stężenia i pobieraniem próbek frakcji	387
Rysunek 16 Układ częściowego rozcieńczania spalin ze zwężką bliźniaczą lub kryzą bliźniaczą, pomiarem stężenia i pobieraniem próbek frakcji	388
Rysunek 17 Układ częściowego rozcieńczania spalin z przewodem wielokrotnego rozdziału, pomiarem stężenia i pobieraniem próbek frakcji	389
Rysunek 18 Układ częściowego rozcieńczania spalin z kontrolą przepływu i pełnym pobieraniem próbek	390
Rysunek 19 Układ częściowego rozcieńczania spalin z kontrolą przepływu i pobieraniem próbek frakcji	390
Rysunek 20 Układ pełnego rozcieńczania spalin	394
Rysunek 21 Układ pobierania próbek pyłów	397
Rysunek 22 Układ podwójnego rozcieńczania (tylko układ pełnego przepływu)	397
Rysunek 23 Dymomierz pełnego przepływu	400
Rysunek 24 Dymomierz przepływu częściowego	401

INDEKS TABEL

	Strona
Tabela 1 Wartości graniczne - badania ESC i ELR	290
Tabela 2 Wartości graniczne - badanie ETC	290
Tabela 3 Wartości decyzji pozytywnej i negatywnej schematu pobierania próbek z dodatku 1...	297
Tabela 4 Wartości decyzji pozytywnej i negatywnej schematu pobierania próbek w dodatku 2...	299
Tabela 5 Wartości decyzji pozytywnej i negatywnej schematu pobierania próbek w dodatku 3...	301
Tabela 6 Tolerancje linii regresji	340
Tabela 7 Dopuszczalne wykluczenia punktów z analizy regresji	341
Tabela 8 Dokładność przyrządów pomiarowych	357
Tabela 9 Zalecane obciążenia filtra	361

ZAŁĄCZNIK I

ZAKRES, DEFINICJE I SKRÓTY, WNIOSEK O UDZIELENIE HOMOLOGACJI WE, SPECYFIKACJE I BADANIA ORAZ ZGODNOŚĆ PRODUKCJI

1. ZAKRES

Niniejsza dyrektywa dotyczy zanieczyszczeń gazowych i pyłowych emitowanych przez wszystkie pojazdy silnikowe wyposażone w silniki wysokoprężne oraz zanieczyszczeń gazowych emitowanych przez wszystkie pojazdy silnikowe wyposażone w silniki z wymuszonym zapłonem napędzane gazem ziemnym lub LPG oraz silników wysokoprężnych i silników z wymuszonym zapłonem określonych w art. 1, z wyjątkiem pojazdów kategorii N₁, N₂ i M₂, dla których udzielono homologacji na mocy dyrektywy Rady 70/220/EWG ⁽¹⁾, ostatnio zmienionej dyrektywą Komisji 98/77/WE ⁽²⁾.

2. DEFINICJE I SKRÓTY

Do celów niniejszej dyrektywy:

2.1. „cykl badań” oznacza ciąg punktów badań o określonej prędkości i momencie obrotowym, przez które musi przejść silnik w stałych (badanie ESC) lub w zmiennych warunkach pracy (badanie ETC, ELR);

2.2. „homologacja silnika (rodziny silników)” oznacza homologację typu silnika (rodziny silników) w odniesieniu do poziomu emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych;

2.3. „silnik Diesla” oznacza silnik pracujący na zasadzie zapłonu samoczynnego;

„silnik gazowy” oznacza silnik napędzany gazem ziemnym (NG) lub gazem płynnym (LPG);

2.4. „typ silnika” oznacza kategorię silników, które nie różnią się pod tak zasadniczymi względami jak właściwości silnika określone w załączniku II do niniejszej dyrektywy;

2.5. „rodzina silników” oznacza grupowanie silników przez producentów, które pod względem konstrukcji, jak określono w załączniku II dodatek 2 do niniejszej dyrektywy, mają podobne właściwości poziomu emisji spalin; wszyscy członkowie rodziny muszą spełniać obowiązujące wymagania dotyczące wartości granicznych emisji zanieczyszczeń;

2.6. „silnik macierzysty” oznacza silnik wybrany z rodziny silników w taki sposób, że jego właściwości w zakresie emisji zanieczyszczeń są właściwościami reprezentatywnymi dla tej rodziny silników;

2.7. „zanieczyszczenia gazowe” oznaczają tlenek węgla, węglowodory (przyjmując współczynnik CH_{1,85} dla silników wysokoprężnych, CH_{2,525} dla LPG i CH_{2,93} dla NG (NMHC)), metan (przyjmując współczynnik CH₄ dla NG) oraz tlenki azotu, przy czym tlenki azotu wyraża się w przeliczeniu na ditlenek azotu (NO₂);

„zanieczyszczenia pyłowe” oznaczają wszelki materiał nagromadzony na określonym środku filtrującym po rozcieńczeniu spalin czystym, przefiltrowanym powietrzem tak, aby temperatura nie przekraczała 325 K (52 °C);

2.8. „zadymienie” oznacza cząsteczki zawieszone w strumieniu spalin emitowanych przez silnik wysokoprężny, które pochłaniają, odbijają lub załamują światło;

⁽¹⁾ Dz.U. L 76 z 6.4.1970, str. 1.

⁽²⁾ Dz.U. L 286 z 23.10.1998, str. 1.

- 2.9. „*moc netto*” oznacza moc w kW WE uzyskaną na stole pomiarowym na końcu wału korbowego lub jego odpowiednika, mierzoną zgodnie z metodą pomiaru mocy WE określoną w dyrektywie Komisji 80/1269/EWG⁽¹⁾, ostatnio zmienionej dyrektywą 97/21/WE ⁽²⁾ ;
- 2.10. „*maksymalna moc znamionowa (P_{max})*” oznacza moc maksymalną w kW WE (moc netto) podaną przez producenta we wniosku o udzielenie homologacji;
- 2.11. „*obciążenie procentowe*” oznacza ułamek maksymalnego, dostępnego momentu obrotowego przy danej prędkości obrotowej silnika;
- 2.12. „*badanie ESC*” oznacza cykl badań składający się z 13 trybów stanu stałego stosowanych zgodnie z ppkt 6.2 niniejszego załącznika;
- 2.13. „*badanie ELR*” oznacza cykl badań składający się z ciągu stopni obciążenia przy stałych prędkościach obrotowych silnika stosowanych zgodnie z ppkt 6.2 niniejszego załącznika;
- 2.14. „*badanie ETC*” oznacza cykl badań obejmujący 1 800 sekundowych trybów zmiennych stosowanych zgodnie z ppkt 6.2 niniejszego załącznika;
- 2.15. „*zakres roboczych prędkości obrotowych silnika*” oznacza zakres prędkości obrotowych silnika najczęściej wykorzystywanych podczas normalnej pracy silnika, mieszczących się między prędkościami niskimi i wysokimi, jak przedstawiono w załączniku III do niniejszej dyrektywy;
- 2.16. „*niskie obroty (n_{100})*” oznacza najniższą prędkość obrotową silnika, gdzie występuje 50 % maksymalnej mocy znamionowej;
- 2.17. „*wysokie obroty (n_{hi})*” oznacza najwyższą prędkość obrotową silnika, gdzie występuje 70 % maksymalnej mocy znamionowej;
- 2.18. „*obroty silnika A, B i C*” oznacza prędkości obrotowe przy badaniu w zakresie roboczych prędkości obrotowych silnika, stosowane w badaniach ESC i ELR, jak określono w załączniku III dodatek 1 do niniejszej dyrektywy;
- 2.19. „*obszar kontrolny*” oznacza obszar znajdujący się między prędkościami obrotowymi silnika A i C oraz między 25 i 100 % obciążenia;
- 2.20. „*prędkość odniesienia (n_{ref})*” oznacza 100 % wartości prędkości używanej do denormalizowania wartości prędkości względnej w badaniu ETC, jak podano w załączniku III dodatek 2 do niniejszej dyrektywy;
- 2.21. „*dymomierz*” oznacza przyrząd przeznaczony do mierzenia zadymienia spalin w oparciu o zasadę wygaszania światła;
- 2.22. „*zakres gazu NG*” oznacza jeden z zakresów wysokich lub niskich podanych w Normie Europejskiej EN 437 z listopada 1993 r.;
- 2.23. „*autodostosowanie*” oznacza dowolne urządzenie silnika umożliwiające utrzymywanie stałego stosunku paliwo/powietrze w mieszance;
- 2.24. „*przekalibrowanie*” oznacza dokładne dostrojenie silnika NG w celu uzyskania identycznej sprawności (moc, zużycie paliwa) w różnym zakresie gazu ziemnego;
- 2.25. „*liczba Wobbego (dolna Wl lub górna Wu)*” oznacza współczynnik odpowiadający wartości opałowej gazu na jednostkę objętości i pierwiastka kwadratowego jego gęstości względnej w tych samych warunkach odniesienia:

$$W = H_{Gaz} \times \sqrt{\rho_{powietrze} / \rho_{gaz}}$$

⁽¹⁾ Dz.U. L 375 z 31.12.1980, str. 46.

⁽²⁾ Dz.U. L 125 z 16.5.1997, str. 31.

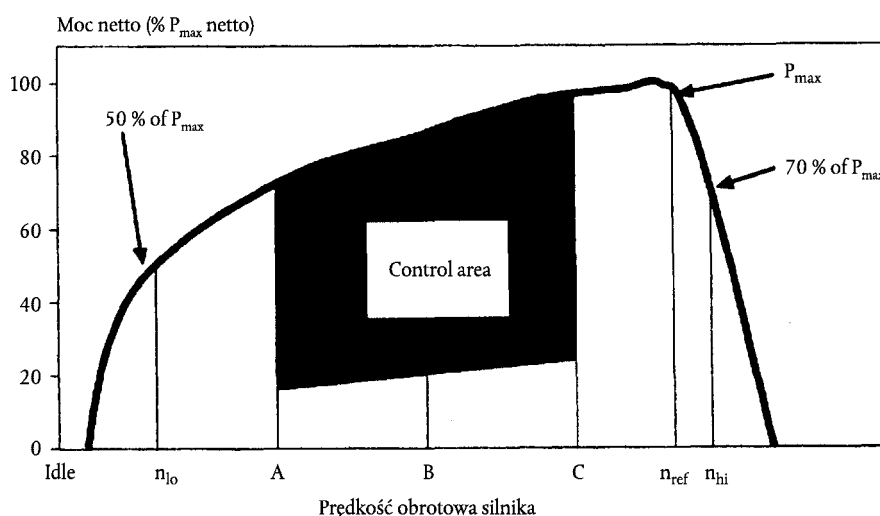
- 2.26. „współczynnik zmiany λ (S_λ)” oznacza wyrażenie opisujące wymaganą elastyczność pracy układu sterowania silnika niezbędną do zmiany współczynnika nadmiaru powietrza λ , jeżeli silnik jest napędzany mieszaną gazową inną niż czysty metan (obliczanie S_λ patrz załącznik VII).
- 2.27. „EEV” oznacza pojazd bardziej przyjazny dla środowiska, tzn. pojazd napędzany silnikiem spełniającym wymagania dotyczące wartości granicznych poziomu emisji zanieczyszczeń podane w wierszu C tabel w ppkt 6.2.1. niniejszego załącznika;
- 2.28. „urządzenie obniżające sprawność” oznacza część silnika lub pojazdu mierzącą lub kontrolującą prędkość pojazdu, prędkość obrotową silnika, wykorzystywany bieg, temperaturę, ciśnienie wlotowe lub dowolny inny parametr w celu uruchomienia, dostosowania, opóźnienia lub wyłączenia dowolnej części układu kontroli emisji, tak że sprawność układu kontroli emisji w warunkach normalnego użytkowania pojazdu zostaje obniżona.

Urządzenia tego typu nie uznaje się za urządzenie obniżające sprawność, jeżeli:

- potrzeba zastosowania urządzenia jest tymczasowo uzasadniona ochroną silnika w chwilowych warunkach eksploatacji, które mogą doprowadzić do jego uszkodzenia lub awarii oraz w przypadku gdy do tego celu nie przewidziano żadnych innych środków, które nie obniżają sprawności układu kontroli emisji zanieczyszczeń;
- urządzenie pracuje tylko wtedy, gdy jest to potrzebne w momencie uruchamiania lub rozgrzewania silnika i do tego celu nie stosuje się żadnych innych środków, które nie zmniejszają sprawności układu kontroli emisji zanieczyszczeń.

Rysunek 1

Określone definicje cykli badań



2.29. Oznaczenia i skróty

2.29.1. Oznaczenia parametrów badań

Oznaczenie	Jednostka	Opis
A_p	m^2	Pole przekroju poprzecznego sondy izokinetycznej
A_T	m^2	Pole przekroju poprzecznego rury wydechowej
CE_E	-	Sprawność etanu
CE_M	-	Sprawność metanu
C1	-	Równoważnik węglowy 1 dla węglowodoru

Oznaczenie	Jednostka	Opis
conc	Ppm/obj. %	Indeks dolny oznaczania stężenia
D ₀	m ³ /s	Punkt przecięcia funkcji kalibracji PDF
DF	-	Współczynnik rozcieńczenia
D	-	Stała funkcji Bessela
E	-	Stała funkcji Bessela
E _z	g/kWh	Interpolowana emisja NO _x w punkcie kontroli
fa	-	Laboratoryjny współczynnik powietrza
fc	s ⁻¹	Częstotliwość wyłączania filtra Bessela
F _{FH}	-	Współczynnik specyficzny dla paliwa do przeliczania wzbogacania mokrego na suche
F _S	-	Mnożnik analityczny
g _{AIRW}	kg/h	Współczynnik poboru powietrza w stanie mokrym
g _{AIRD}	kg/h	Współczynnik poboru powietrza w stanie suchym
g _{DILW}	kg/h	Współczynnik rozcieńczania powietrza w stanie mokrym
g _{EDFW}	kg/h	Równoważny współczynnik natężenia przepływu rozcieńczonych spalin w stanie mokrym
g _{EXHW}	kg/h	Współczynnik natężenia przepływu spalin w stanie mokrym
g _{FUEL}	kg/h	Współczynnik natężenia przepływu paliwa
g _{TOTW}	kg/h	Współczynnik natężenia przepływu rozcieńczonych spalin w stanie mokrym
H	MJ/m ³	Wartość cieplna
h _{REF}	g/kg	Wartość odniesienia wilgotności bezwzględnej (10,71 g/kg)
H _a	g/kg	Wilgotność bezwzględna powietrza wlotowego
H _d	g/kg	Wilgotność bezwzględna powietrza rozcieńczającego
HTCRAT	Mol/mol	Stosunek wodoru do węgla
i	-	Indeks dolny oznacza tryb indywidualny
K	-	Stała Bessela
k	m ⁻¹	Współczynnik pochłaniania światła
k _{H,D}	-	Współczynnik korekcji wilgotności dla emisji NO _x w silnikach wysokoprężnych
k _{H,G}	-	Współczynnik korekcji wilgotności dla emisji NO _x w silnikach gazowych
K _V		Funkcja kalibracji CFV
K _{W,a}	-	Współczynnik korekcji powietrza wlotowego w stanie suchym na mokry

Oznaczenie	Jednostka	Opis
$K_{W,d}$	-	Współczynnik korekcji powietrza rozcieńczającego w stanie suchym na mokry
$K_{W,e}$	-	Współczynnik korekcji stężenia rozcieńczonych spalin w stanie suchym na mokry
$K_{W,r}$	-	Współczynnik korekcji nieoczyszczonych spalin w stanie suchym na mokry
L	%	Stosunek momentu obrotowego do maksymalnego momentu obrotowego silnika do badań
L_a	M	Sprawna długość ścieżki optycznej
m		Nachylenie funkcji kalibracji PDP
$mass$	g/h lub g	Indeks dolny oznacza przepływ (współczynnik natężenia przepływu) emisji
M_{DIL}	Kg	Masa próbki powietrza rozcieńczającego przepuszczonego przez filtry pobierania próbek pyłów
M_d	Mg	Masa zebranej próbki pyłów w powietrzu rozcieńczającym
M_f	Mg	Masa zebranej próbki pyłów
$M_{f,p}$	Mg	Masa zebranej próbki pyłów na filtrze wstępnym
M_{fb}	Mg	Masa zebranej próbki pyłów na filtrze zapasowym
M_{SAM}		Masa próbki rozcieńczonych spalin przepuszczonych przez filtry pobierania próbek pyłów
M_{SEC}	Kg	Masa powietrza do wtórnego rozcieńczania
M_{TOTW}	Kg	Masa całkowita CVS w cyklu w stanie mokrym
$M_{TOTW,i}$	Kg	Masa chwilowa CVS w stanie mokrym
n	%	Zadymienie
N_p	-	Obroty maksymalne PDP w cyklu
$N_{p,i}$	-	Obroty PDP w danym przedziale czasu
N	min^{-1}	Prędkość obrotowa silnika
n_p	s^{-1}	Prędkość PDP
n_{hi}	min^{-1}	Wysoka prędkość obrotowa silnika
n_{lo}	min^{-1}	Niska prędkość obrotowa silnika
n_{ref}	min^{-1}	Prędkość odniesienia obrotowa silnika dla badania ETC
P_a	kPa	Ciśnienie pary nasyconej powietrza wlotowego silnika
p_A	kPa	Ciśnienie bezwzględne
p_B	kPa	Całkowite ciśnienie atmosferyczne

Oznaczenie	Jednostka	Opis
P_d	kPa	Ciśnienie pary nasyconej powietrza rozcieńczającego
p_s	kPa	Suche ciśnienie atmosferyczne
p_1	kPa	Spadek ciśnienia na wlocie pompy paliwowej
$P(a)$	kW	Moc absorbowana przez urządzenia dodatkowe montowane do celów badania
$P(b)$	kW	Moc absorbowana przez urządzenia dodatkowe zdejmowane do celów badania
$P(n)$	kW	Moc netto bez korekcji
$P(m)$	kW	Moc mierzona na stanowisku do badań
Ω	-	Stała Bessela
Q_s	m^3/s	Objęściowe natężenie przepływu CVS
q	-	Współczynnik rozcieńczania
r	-	Stosunek obszaru przekroju poprzecznego sondy izokinetycznej do obszaru przekroju poprzecznego rury wydechowej
R_a	%	Wilgotność względna powietrza wlotowego
R_d	%	Wilgotność względna powietrza rozcieńczającego
R_f	-	Współczynnik reakcji FID
p	kg/m^3	Gęstość
S	kW	Ustawienie dynamometru
Si	nT^{-1}	Chwilowa wartość zadymienia
S_λ	-	Współczynnik zmiany λ
T	K	Temperatura bezwzględna
T_a	K	Temperatura bezwzględna powietrza wlotowego
T	S	Czas pomiaru
t_e	S	Czas reakcji elektrycznej
t_f	S	Czas reakcji filtra dla funkcji Bessela
t_p	S	Czas reakcji fizycznej
Δt	S	Przedział czasu między kolejnymi wartościami zadymienia spalin (= 1/współczynnik pobierania próbek)
Δt_i	S	Przedział czasu dla chwilowego przepływu CFV
T	%	Transmitancja zadymienia
V_0	$m^3/obr.$	Objęściowe natężenie przepływu PDP w warunkach rzeczywistych
W	-	Liczba Wobbego
W_{act}	kWh	Praca ETC w cyklu rzeczywistym

Oznaczenie	Jednostka	Opis
W_{ref}	kWh	Praca ETC w cyklu odniesienia
WF	-	Współczynnik wagi
WF_E	-	Efektywny współczynnik wagi
X_0	m ³ /obr	Funkcja kalibracji objętościowego natężenia przepływu PDP
Y_i	m ⁻¹	Uśredniona wartość zadymienia spalin Bessela na 1 s

2.29.2. Wzory związków chemicznych

CH ₄	Metan
C ₂ H ₆	Etan
C ₃ H ₈	Propan
CO	Tlenek węgla
DOP	Ftalan oktylu
CO ₂	Dwutlenek węgla
HC	Węglowodory
NMHC	Węglowodory niemietanowe
NO _x	Tlenki azotu
NO	Tlenek azotu
NO ₂	Dwutlenek azotu
PT	Pył

2.29.3. Skróty

CFV	Kanał mierniczy przepływu krytycznego
CLD	Wykrywacz chemiluminescencyjny
ELR	Europejskie badanie reakcji obciążenia
ESC	Europejski cykl stanu stałego
ETC	Europejskie cykl stanu zmiennego
FID	Wykrywacz jonizacji płomienia
GC	Chromatograf gazowy
HCLD	Ciepły wykrywacz luminescencyjny
HFID	Ciepły wykrywacz jonizacji płomienia
LPG	Gaz płynny
NDIR	Niedyspersyjny analizator podczerwieni
NG	Gaz ziemny
NMC	Eliminator węglowodorów niemietanowych

3. WNIOSEK O UDZIELENIE HOMOLOGACJI WE

3.1. Wniosek o udzielenie homologacji WE dla typu silnika lub rodziny silników jako odrębnej jednostki technicznej

- 3.1.1. Wniosek o przyznanie homologacji dla typu silnika lub rodziny silników w odniesieniu do poziomu emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych dla silników Diesla i w odniesieniu do poziomu emisji zanieczyszczeń gazowych dla silników gazowych składa producent silnika lub jego należycie upoważniony przedstawiciel.
- 3.1.2. Do wniosku należy dołączyć wymienione poniżej dokumenty w trzech egzemplarzach oraz dane szczególne:
- 3.1.2.1. Opis typu silnika lub rodziny silników, obejmujący, jeżeli ma to zastosowanie, dane określone w załączniku II do niniejszej dyrektywy, które spełniają wymagania art. 3 i 4 dyrektywy 70/156/EWG.
- 3.1.3. Silnik zgodny z właściwościami „typu silnika” lub „silnika macierzystego” określonymi w załączniku II przekazuje się do służby technicznej odpowiedzialnej za przeprowadzanie badań homologacyjnych określonych w pkt 6.

- 3.2. **Wniosek o udzielenie homologacji WE dla typu pojazdu w odniesieniu do jego silnika**
- 3.2.1. Wniosek o udzielenie homologacji pojazdu w odniesieniu do poziomu zanieczyszczeń gazowych i pyłowych emitowanych przez silnik Diesla lub rodzinę silników Diesla oraz w odniesieniu do poziomu zanieczyszczeń gazowych emitowanych przez silnik lub rodzinę silników gazowych składa producent pojazdu lub jego należycie upoważniony przedstawiciel.
- 3.2.2. Do wniosku należy dołączyć dokumenty wymienione poniżej, w trzech egzemplarzach, oraz następujące dane szczegółowe:
- 3.2.2.1. Opis typu pojazdu, części silnika oraz typu silnika lub rodziny silników, zawierający, gdy ma to zastosowanie, dane szczegółowe podane w załączniku II oraz dokumentację wymaganą dla stosowania art. 3 dyrektywy 70/156/EWG.
- 3.3. **Wniosek o udzielenie homologacji WE typu dla typu pojazdu z homologowanym silnikiem**
- 3.3.1. Wniosek o udzielenie homologacji pojazdu w odniesieniu do poziomu emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych emitowanych przez jego homologowany silnik Diesla lub rodzinę silników Diesla oraz w odniesieniu do poziomu zanieczyszczeń gazowych emitowanych przez homologowany silnik lub rodzinę silników gazowych składa producent pojazdu lub jego należycie upoważniony przedstawiciel.
- 3.3.2. Do wniosku należy dołączyć dokumenty wymienione poniżej, w trzech egzemplarzach, oraz następujące dane szczegółowe:
- 3.3.2.1. Opis typu pojazdu oraz części pojazdu związane z silnikiem, zawierający dane określone w załączniku II, oraz, gdy ma to zastosowanie, kopię świadectwa homologacji WE dla (załącznik VI) danego silnika lub rodziny silników, gdy ma to zastosowanie, jako odrębnej jednostki technicznej instalowanej w danym typie pojazdów, jak również dokumentację wymaganą dla stosowania art. 3 dyrektywy 70/156/EWG.
4. **UDZIELENIE HOMOLOGACJI WE**
- 4.1. **Udzielanie homologacji WE dla paliwa uniwersalnego**
- Homologacja WE dla paliwa uniwersalnego jest udzielana z zastrzeżeniem następujących wymagań:
- 4.1.1. W przypadku paliwa do silnika Diesla, jeżeli silnik macierzysty spełnia wymagania niniejszej dyrektywy dotyczące paliwa wzorcowego określonego w załączniku IV.
- 4.1.2. W przypadku gazu ziemnego, silnik macierzysty powinien wykazywać zdolność do przystosowywania się do pracy na paliwie o dowolnym składzie, jakie może pojawić się na rynku. W przypadku gazu ziemnego występują dwa typy paliwa: paliwo o wysokiej wartości cieplnej (gaz H) i paliwo o niskiej wartości cieplnej (gaz L), ale o znacznej rozpiętości obu zakresów; różnią się one od siebie znacznie pod względem energetyczności wyrażonej liczbą Wobbego oraz współczynnikiem zmiany λ (S_λ). Wzór na obliczanie liczby Wobbego oraz S_λ przedstawiono w ppkt 2.25 i 2.26. Skład paliw wzorcowych odzwierciedla zmienność tych parametrów.
- Silnik macierzysty spełnia wymagania niniejszej dyrektywy dla paliw wzorcowych G20 i G25 określonych w załączniku IV, bez zmiany zasilania paliwem między obydwoma badaniami. Jednakże w cyklu ETC dopuszczalny jest jeden przebieg dostosowujący bez pomiaru po zmianie paliwa. Przed badaniem silnik macierzysty uruchamia się z wykorzystaniem procedury przedstawionej w załączniku III dodatek 2 ust. 3.
- 4.1.3. W przypadku silnika napędzanego gazem ziemnym o właściwościach samodostosowywania się do zakresu gazów H i zakresu gazów L, oraz który przechodzi między zakresem gazu H i zakresem gazu L za pomocą przełącznika, dla każdego zakresu silnik macierzysty należy badać na dwóch odpowiednich paliwach wzorcowych określonych w załączniku IV, w każdym położeniu przełącznika. Paliwa te to G20 (paliwo 1) i G23 (paliwo 2) dla zakresu gazów H, G23 (paliwo 1) i G25 (paliwo 2) dla zakresu gazów L. Silnik macierzysty spełnia wymagania niniejszej dyrektywy dla obu położeni przełącznika bez zmiany zasilania paliwem między obydwoma badaniami w każdym położeniu przełącznika. Jednakże w cyklu ETC dopuszczalny jest jeden przebieg dostosowawczy bez pomiaru po zmianie paliwa. Przed badaniem silnik macierzysty uruchamia się z wykorzystaniem procedury przedstawionej w załączniku III dodatek 2 ust. 3.
- 4.1.3.1. Na żądanie producenta, silnik można badać na trzecim paliwie (paliwo 3), jeżeli współczynnik zmiany λ (S_λ) leży między wartościami tego współczynnika dla paliw G20 i G25, np. jeżeli paliwo jest paliwem rynkowym. Wyniki tego badania można wykorzystać jako podstawę do oceny zgodności produkcji.

- 4.1.3.2. Współczynnik wyników emisji „r” dla każdej substancji zanieczyszczającej wyznacza się następująco:

$$r = \frac{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 2}}{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 1}}$$

lub

$$r_a = \frac{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 2}}{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 3}}$$

oraz

$$r_b = \frac{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 1}}{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 3}}$$

- 4.1.4. W przypadku LPG, silnik macierzysty powinien wykazać zdolność do przystosowywania się do dowolnego składu paliwa, jakie może się pojawić na rynku. W przypadku LPG występują odchylenia w składzie C3/C4. Odchylenia te są odzwierciedlane w paliwach wzorcowych. Silnik macierzysty musi spełniać wymagania emisji dotyczące paliw wzorcowych A i B podanych w załączniku IV bez zmian zasilania paliwem między obydwoma badaniami. Jednakże w cyklu ETC dopuszczalny jest jeden przebieg adaptacyjny bez pomiaru po zmianie paliwa. Przed badaniem silnik macierzysty uruchamia się z wykorzystaniem procedury określonej w załączniku III dodatek 2 ust. 3.

- 4.1.4.1. Współczynnik wyników emisji „r” dla każdej substancji zanieczyszczającej wyznacza się następująco:

$$r = \frac{\text{wynik emisji na paliwie bazowym 2}}{\text{wynik emisji na paliwie bazowym 1}}$$

4.2. Udzielanie homologacji WE dla ograniczonego zakresu paliwa

Przy obecnym stanie technologii nie jest jeszcze możliwe wykonanie samodostosowującego się silnika gazowego przystosowanego do pracy na mieszance ubogiej. Silniki te są lepsze, jeżeli chodzi o wydajność i emisję CO₂. Jeżeli użytkownik ma gwarancję dostawy paliwa o jednolitym składzie, może wybrać silnik przystosowany do pracy na mieszance ubogiej. Możliwe jest udzielenie homologacji silnika ograniczonej dla danego paliwa. W świetle międzynarodowej harmonizacji, udzielenie homologacji takiego silnika uznaje się za pożądane. W związku z tym warianty ograniczone dla paliwa będą musiały być identyczne, z wyjątkiem zawartości bazy danych układu paliwowego ecu, a części układu paliwowego (takie jak dysze wtryskowe) należy dostosować do różnych przepływów paliwa.

Homologacji WE dla ograniczonego zakresu paliwa udziela się pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:

- 4.2.1. *Uzyskanie homologacji odnośnie poziomów emisji zanieczyszczeń dla silnika pracującego na gazie ziemnym i w zakresie albo gazów H, albo gazów L*

Dla odpowiedniego zakresu silnik macierzysty jest badany na dwóch, odpowiednich paliwach wzorcowych określonych w załączniku IV. Paliwa te to G20 (paliwo 1) i G23 (paliwo 2) dla zakresu gazów H, G23 (paliwo 1) i G25 (paliwo 2) dla zakresu gazów L. Silnik macierzysty spełnia wymagania emisji bez zmiany zasilania paliwem między obydwoma badaniami. Jednakże w cyklu ETC dopuszczalny jest jeden przebieg adaptacyjny bez pomiaru po zmianie paliwa. Przed badaniem silnik macierzysty uruchamia się z wykorzystaniem procedury określonej w załączniku III dodatek 2 ust. 3.

- 4.2.1.1. Na żądanie producenta silnik można badać na trzecim paliwie (paliwo 3), jeżeli współczynnik zmiany λ (S_λ) leży między wartościami dla paliw G20 i G23, lub odpowiednio G23 i G25, np. jeżeli paliwo 3 jest paliwem rynkowym. Wyniki badania można wykorzystać jako podstawę do oceny zgodności produkcji.

- 4.2.1.2. Współczynnik wyników emisji „r” dla każdej substancji zanieczyszczającej wyznacza się następująco:

$$r = \frac{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 2}}{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 1}}$$

lub

$$r_a = \frac{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 2}}{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 3}}$$

oraz

$$r_b = \frac{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 1}}{\text{wynik emisji na paliwie referencyjnym 3}}$$

- 4.2.1.3. W momencie dostarczenia do klienta silnik jest opatrzony etykietą (patrz ppkt 5.1.5) określającą dla jakiego zakresu gazów homologowano silnik.

- 4.2.2. *Homologacja w zakresie poziomów emisji spalin silnika pracującego na gazie ziemnym lub LPG i przeznaczonego do pracy na paliwie o jednym szczególnym składzie.*

- 4.2.2.1. Silnik macierzysty spełnia wymagania emisji dla paliw wzorcowych G20 i G25 w przypadku gazu ziemnego, lub paliw wzorcowych A i B w przypadku LPG określonych w załączniku IV. Dopuszcza się dokładne dostrojenie układu paliwowego między badaniami. To dokładne dostosowanie obejmować będzie przekalibrowanie bazy danych paliwowych bez zmian zasadniczej strategii kontroli, czy podstawowej struktury bazy danych. Jeżeli jest to konieczne, dopuszcza się wymianę części bezpośrednio związanych z wielkością przepływu paliwa (takich jak dysze wtryskowe).

- 4.2.2.2. Jeżeli życzy sobie tego producent, silnik można badać na paliwach wzorcowych G20 i G23, lub G23 i G25, w którym to przypadku homologacja pozostaje ważna jedynie odpowiednio dla zakresu gazów H i zakresu gazów L.

- 4.2.2.3. W momencie dostarczenia do klienta silnik jest opatrzony etykietą (patrz ppkt 5.1.5) zawierającą informację, dla jakiego składu mieszanki paliwowej skalibrowano silnik.

4.3. **Homologacja w zakresie emisji gazów wydechowych dla członka rodziny silników**

- 4.3.1. Z wyjątkiem przypadku wymienionego w ppkt 4.3.2, homologację silnika macierzystego należy rozszerzyć na wszystkich członków rodziny silników bez przeprowadzania dalszych badań, dla dowolnego składu mieszanki paliwowej w zakresie, dla którego homologowano silnik macierzysty (w przypadku silników opisanych w ppkt 4.2.2) lub w tym samym zakresie paliw (w przypadku silników opisanych w ppkt 4.1 lub 4.2), dla którego homologowano silnik macierzysty.

4.3.2. *Dodatkowy silnik do badań*

W przypadku wniosku o udzielenie homologacji silnika lub pojazdu w odniesieniu do silnika, który to silnik jest członkiem rodziny silników, jeżeli organ homologacyjny stwierdzi, że w odniesieniu do wybranego silnika macierzystego przedłożony wniosek nie w pełni definiuje rodzinę silnika określoną w załączniku I dodatek 1, organ homologacyjny może wybrać do badań silnik alternatywny lub, gdy jest to niezbędne, dodatkowy silnik odniesienia.

4.4. **Świadectwo homologacji**

Świadectwo zgodne ze wzorem określonym w załączniku VI wydaje się dla homologacji określonej w ppkt 3.1, 3.2 i 3.3.

5. OZNACZENIA SILNIKA

- 5.1. Silnik homologowany jako jednostka techniczna musi mieć:

- 5.1.1. znak towarowy lub nazwę handlową producenta silnika;

- 5.1.2. opis handlowy producenta;
- 5.1.3. numer homologacji WE poprzedzony wyraźną(-ymi) literami lub cyfrą(-ami) państwa udzielającego homologacji WE ⁽¹⁾;
- 5.1.4. w przypadku silnika NG, jedno z poniższych oznaczeń umieszczanych po numerze homologacji WE:
- H w przypadku silnika homologowanego i skalibrowanego dla zakresu gazów H;
 - L w przypadku silnika homologowanego i skalibrowanego dla zakresu gazów L;
 - HL w przypadku silnika homologowanego i skalibrowanego zarówno dla zakresu gazów H, jak i dla zakresu gazów L;
 - H_t w przypadku silnika homologowanego i skalibrowanego dla konkretnego składu gazu w zakresie gazów H i umożliwiającego przejście na inny konkretny gaz w zakresie gazów H po dostrojeniu układu paliwowego silnika;
 - L_t w przypadku silnika homologowanego i skalibrowanego dla konkretnego składu w zakresie gazów L i umożliwiającego przejście na inny określony gaz w zakresie gazów L po dostrojeniu układu paliwowego silnika;
 - HL_t w przypadku silnika homologowanego i skalibrowanego dla określonego składu gazu albo w zakresie gazów H, albo w zakresie gazów L oraz umożliwiającego przejście na inny określony gaz albo w zakresie gazów H, albo w zakresie gazów L po dostrojeniu układu paliwowego silnika.
- 5.1.5. *Etykiety*
- W przypadku silników napędzanych NG i LPG z homologacjami dla ograniczonego zakresu paliwa, stosuje się następujące etykiety:
- 5.1.5.1. *Treść*
- Muszą być podane następujące informacje:
- W przypadku ppkt 4.2.1.3 etykieta zawiera następujący tekst „DO UŻYTKU WYŁĄCZNIE Z GAZEM ZIEMNYM O ZAKRESIE H”. Gdy ma to zastosowanie, literę „H” zastępuje się literą „L”.
- W przypadku ppkt 4.2.2.3 etykieta zawiera następujący tekst „DO UŻYTKU WYŁĄCZNIE Z GAZEM ZIEMNYM O SPECYFIKACJI...” lub „DO UŻYTKU WYŁĄCZNIE Z GAZEM PŁYNNYM O SPECYFIKACJI...”. Wszystkie informacje podane w odpowiedniej tabeli(-ach) w załączniku IV są podawane wraz z indywidualnymi elementami składowymi i wartościami granicznymi określonymi przez producenta silnika.
- Litery i cyfry muszą mieć przynajmniej 4 mm wysokości.
- Uwaga:*
- Jeżeli brak miejsca uniemożliwia takie etykietowanie, można użyć kodu uproszczonego. W takim przypadku osoba napełniająca zbiornik paliwa lub przeprowadzająca konserwację lub naprawę silnika i jego części, a także zainteresowane władze muszą mieć łatwy dostęp do uwag wyjaśniających zawierających wyżej wymienione informacje. Miejsce i treść tych uwag określa umowa zawarta między producentem i urzędem homologacyjnym.
- 5.1.5.2. *Właściwości*
- Etykiety muszą być trwałe przez cały okres użytkowania silnika. Etykiety muszą być wyraźnie czytelne, a litery i cyfry muszą być nieusuwalne. Ponadto etykiety należy przytwierdzać w sposób gwarantujący ich trwałość równą okresowi użytkowania silnika oraz uniemożliwiający usunięcie etykiet bez ich zniszczenia lub rozerwania.

⁽¹⁾ 1 = Niemcy, 2 = Francja, 3 = Włochy, 4 = Niderlandy, 5 = Szwecja, 6 = Belgia, 9 = Hiszpania, 11 = Zjednoczone Królestwo, 12 = Austria, 13 = Luksemburg, 16 = Norwegia, 17 = Finlandia, 18 = Dania, 21 = Portugalia, 23 = Grecja, FL = Lichtenstein, IS = Islandia, IRL = Irlandia.

5.1.5.3. Umieszczanie

Etykiety należy zamocować na części silnika niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania silnika i niewymagającej wymiany w okresie użytkowania silnika. Ponadto etykiety te należy umieścić tak, aby były dla każdego wyraźnie widoczne po zmontowaniu wszystkich urządzeń dodatkowych niezbędnych do pracy silnika.

5.2. W przypadku homologacji WE dla typu pojazdu w odniesieniu do jego silnika, oznakowanie określone w ppkt 5.1.5 należy umieścić także w pobliżu wlewu paliwa.

5.3. W przypadku homologacji WE dla typu pojazdu z homologowanym silnikiem, oznakowanie określone w ppkt 5.1.5 należy umieścić także w pobliżu wlewu paliwa.

6. SPECYFIKACJE I BADANIA

6.1. **Ogólne**

Części wywierające wpływ na emisję zanieczyszczeń gazowych i pyłowych przez silniki Diesla oraz emisję zanieczyszczeń gazowych przez silniki gazowe należy tak zaprojektować, skonstruować i zamontować, aby w warunkach normalnego użytkowania zapewnić zgodność silnika z przepisami niniejszej dyrektywy.

6.1.1. Zabrania się używania urządzenia obniżającego sprawność lub nieracjonalnej strategii kontroli emisji. Jeżeli organ homologacyjny podejrzewa, że w danym typie pojazdu stosuje się urządzenie(-a) obniżające sprawność lub nieracjonalną strategię kontroli emisji w określonych warunkach eksploatacyjnych, na żądanie organu producent musi udzielić informacji na temat pracy i wpływu takich urządzeń lub strategii na kontrolę emisji. Informacje takie obejmują opis wszystkich części kontroli emisji, logikę układu kontroli paliwa, w tym strategii przedziałów czasu oraz punktów przełączenia we wszystkich trybach pracy. Informacje te pozostają ściśle poufne i nie należy ich dołączać do dokumentacji wymaganej w załączniku I pkt 3.

6.2. **Specyfikacje dotyczące emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin**

W przypadku homologacji dla wiersza A tabel w ppkt 6.2.1, poziomy emisji wyznacza się w badaniach ESC i ELR dla konwencjonalnych silników Diesla, w tym silników wyposażonych w układ elektronicznego zapłonu, układ recyrkulacji spalin (EGR) lub katalizatory utleniające. Silniki Diesla wyposażone w zaawansowane układy oczyszczania spalin, w tym katalizatory NO_x lub filtry pyłów dodatkowo poddaje się badaniu ETC.

Dla badań homologacyjnych dla wiersza B1 lub B2, albo wiersza C tabel w ppkt 6.2.1, poziomy emisji wyznacza się w badaniach ESC, ELR i ETC.

Dla silników gazowych, poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych wyznacza się w badaniu ETC.

Procedury badań ESC i ELR opisano w załączniku III dodatek 1, procedurę badania ETC w załączniku III dodatki 2 i 3.

W razie potrzeby, poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz zadymienia spalin na silniku dostarczonym do badania mierzy się metodami opisanymi w załączniku III dodatek 4. Załącznik V opisuje zalecane układy analityczne dla zanieczyszczeń gazowych, zalecane układy pobierania próbek pyłów oraz zalecany układ pomiaru zadymienia spalin.

Służba techniczna może zatwierdzić inne układy lub analizatory, jeżeli okaże się, że dają one równoważne wyniki w odpowiednim cyklu badań. Określenie równoważności układu opiera się na analizie korelacji 7 par próbek (lub większej ich liczby) między układem używanym, a jednym z układów odniesienia niniejszej dyrektywy. Dla poziomów emisji pyłów za układ odniesienia uznaje się wyłącznie układ pełnego rozcieńczenia przepływu. „Wyniki” odnoszą się do wartości poziomów emisji dla określonego cyklu. Badanie korelacji wykonuje się w tym samym laboratorium, komorze do badań oraz na tym samym silniku i zaleca się jego równoczesne przeprowadzenie. Kryterium równoważności ustala się

na $\pm 5\%$ zgodności średnich dla pary próbek Dla wprowadzenia do dyrektywy nowego układu określenie równoważności opiera się na obliczeniu powtarzalności i odtwarzalności jak określono w normie ISO 5725.

6.2.1. Wartości graniczne

Masa właściwa tlenku węgla, węglowodorów ogółem, tlenków azotu i pyłów wyznaczonych w teście ESC oraz zadymienie spalin wyznaczone w badaniu ELR nie przekracza wartości przedstawionych w tabeli 1.

Tabela 1

Wartości graniczne – badania ESC i ELR

Wiersz	Masa tlenku węgla (CO) g/kWh	Masa węglowodorów (HC) g/kWh	Masa tlenków azotu (NO _x) g/kWh	Masa pyłów (PT) g/kWh	Zadymienie spalin m ⁻¹
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13 ⁽¹⁾	0,8
B1 (2005)	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
B2 (2008)	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5
C (EEV)	1,5	0,25	2,0	0,02	0,15

⁽¹⁾ Dla silników o pojemności skokowej poniżej 0,75 dm³ na cylinder i mocy znamionowej powyżej 3 000 min⁻¹.

Dla silników Diesla dodatkowo zbadanych w badaniu ETC, w szczególności dla silników gazowych, masy właściwe tlenku węgla, węglowodorów niemietanowych, metanu (gdy ma to zastosowanie), tlenków azotu i pyłów (gdy ma to zastosowanie) nie przekraczają wartości podanych w tabeli 2.

Tabela 2

Wartości graniczne – badanie ETC ⁽¹⁾

Wiersz	Masa tlenku węgla (CO) g/kWh	Masa węglowodorów niemietanowych (NMHC) g/kWh	Masa metanu (CH ₄) ⁽²⁾ g/kWh	Masa tlenków azotu (NO _x) g/kWh	Masa pyłów (PT) (PT) ⁽³⁾ g/kWh
A (2000)	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16 0,21 ⁽⁴⁾
B1 (2005)	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03
B2 (2008)	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03
C (EEV)	3,0	0,40	0,65	2,0	0,02

⁽¹⁾ Warunki sprawdzania dopuszczalności badań ETC (patrz załącznik III dodatek 2 ppkt 3.9) podczas mierzenia poziomów emisji silników napędzanych gazem względem wartości granicznych dopuszczalnych w wierszu A należy zbadać ponownie oraz, gdy jest to niezbędne, zmodyfikować zgodnie z procedurą ustanowioną w art. 13 dyrektywy 70/156/EWG.

⁽²⁾ Tylko dla silników NG.

⁽³⁾ Nie dotyczy silników napędzanych gazem na etapie A oraz etapach B1 i B2.

⁽⁴⁾ Dla silników o pojemności skokowej poniżej 0,75 dm³ na cylinder oraz mocy znamionowej powyżej 3 000 min⁻¹.

- 6.2.2. *Pomiar węglowodorów dla silników Diesla i silników napędzanych gazem*
- 6.2.2.1. Zamiast mierzenia masy węglowodorów niemietanowych, producent może wybrać zmierzenie masy węglowodorów ogółem (THC) w badaniu ETC. W tym przypadku wartość graniczna dla masy właściwej węglowodorów ogółem jest identyczna z wartością podaną w tabeli 2 dla masy węglowodorów niemietanowych.
- 6.2.3. *Wymagania szczególne dla silników wysokoprężnych*
- 6.2.3.1. Masa właściwa tlenków azotu zmierzona w wyrывkowo wybranych punktach kontroli w obszarze kontroli badania ESC nie może przekraczać o więcej niż 10 procent wartości interpolowanych z sąsiadujących trybów badań (patrz załącznik III dodatek 1 ppkt 4.6.2 i 4.6.3).
- 6.2.3.2. Wartość zadymienia spalin na wyrывkowo wybranej prędkości badania ELR nie może przekroczyć najwyższej wartości zadymienia spalin interpolowanych z dwóch sąsiadujących prędkości badania o więcej niż 20 %, lub o więcej niż 5 % wartości granicznej w zależności od tego, która z tych wartości jest większa.
7. **INSTALACJA W POJEŹDZIE**
- 7.1. Instalację silnika w pojeździe przeprowadza się zgodnie z poniższymi właściwościami w odniesieniu do homologacji silnika:
- 7.1.1. spadek ciśnienia wlotowego nie przekracza wartości określonej dla homologowanego silnika w załączniku VI;
- 7.1.2. ciśnienie wsteczne spalin nie przekracza wartości określonej dla homologowanego silnika w załączniku VI;
- 7.1.3. moc absorbowana przez urządzenia dodatkowe niezbędne do pracy silnika nie przekracza wartości podanej dla homologowanego silnika w załączniku VI.
- 7.1.4. moc absorbowana przez urządzenia dodatkowe niezbędne do pracy silnika nie przekracza wartości podanej dla homologowanego silnika w załączniku VI.
8. **RODZINA SILNIKÓW**
- 8.1. **Parametry definiujące rodzinę silnika**
- Jak określono przez producenta silnika, rodzinę silnika można zdefiniować w oparciu o podstawowe wspólne właściwości dla silników tej samej rodziny. W niektórych przypadkach może występować interakcja parametrów. Fakt ten należy uwzględnić w celu zapewnienia, że w skład rodziny silników wchodzi wyłącznie silniki o podobnych właściwościach emisji spalin.
- Aby silniki mogły być uważane za należące do tej samej rodziny muszą mieć wymienione poniżej wspólne parametry:
- 8.1.1. Cykl spalania:
- 2 cykle
 - 4 cykle
- 8.1.2. Chłodziwo:
- powietrze
 - woda
 - olej
- 8.1.3. Dla silników gazowych i silników z oczyszczaniem spalin
- Liczba cylindrów

(inne silniki Diesla o mniejszej liczbie cylindrów niż silnik macierzysty można uznać za należące do tej samej rodziny, pod warunkiem że układ paliwowy odmierza paliwo dla każdego cylindra oddzielnie).

- 8.1.4. Pojemność poszczególnych cylindrów:
- silniki muszą mieścić się w całkowitym rozstawie 15 %
- 8.1.5. Metoda zasysania powietrza:
- zasysanie samorzutne
 - doładowane ciśnieniem
 - doładowane ciśnieniem z chłodnicą powietrza
- 8.1.6. Typ/konstrukcja komory spalania:
- komora spalania wstępnego
 - komora wirowa
 - komora otwarta
- 8.1.7. Zawór i układ szczelin – konfiguracja, rozmiar i liczba:
- głowica cylindra
 - ściana cylindra
 - skrzynia korbowa
- 8.1.8. Układ wtrysku paliwa (silniki Diesla):
- wtryskiwacz pompowy
 - pompa rzędowa
 - pompa rozdzielcza
 - jednoelementowy
 - zespół wtryskiwacza
- 8.1.9. Układ paliwowy (silniki gazowe):
- zespół mieszający
 - wlot/wtrysk gazu (jednopunktowy, wielopunktowy)
 - wtrysk cieczy (jednopunktowy, wielopunktowy).
- 8.1.10. Układ zapłonowy (silniki gazowe)
- 8.1.11. Właściwości różne:
- recyrkulacja spalin
 - wtrysk wody/emulsja
 - wtórny wtrysk powietrza
 - wymuszony układ chłodzenia
- 8.1.12. Oczyszczanie spalin:
- katalizator trójdrogowy
 - katalizator utleniający
 - katalizator redukcyjny
 - reaktor ogrzewany
 - eliminator pyłów

8.2. Wybór silnika macierzystego**8.2.1. Silniki Diesla**

Silnik macierzysty rodziny wybiera się wykorzystując kryteria nadrzędne najwyższej wartości podawania paliwa na skok przy maksymalnej deklarowanej prędkości obrotowej. W przypadku gdy dwa lub więcej silników spełnia te kryteria nadrzędne, silnik macierzysty należy dobrać wykorzystując kryterium drugorzędne najwyższej wartości podawania paliwa na skok przy prędkości znamionowej. W pewnych okolicznościach organ homologacyjny może stwierdzić, iż najniższy poziom emisji w rodzinie silnika można najlepiej sprawdzić badając drugi silnik. W związku z tym organ homologacyjny może wybrać do badania drugi silnik w oparciu o właściwości wskazujące, iż silnik ten może wykazywać najwyższy poziom emisji spośród silników należących do rodziny.

Jeżeli silniki należące do rodziny wykazują inne właściwości zmienne, które można uznać za ujemnie wpływające na poziom emisji, właściwości te należy określić i wziąć pod uwagę przy doborze silnika macierzystego.

8.2.2. Silniki gazowe

Silnik macierzysty rodziny dobiera się w oparciu o kryteria nadrzędne największej pojemności cylindra. W przypadku gdy dwa lub większa liczba silników spełnia kryteria nadrzędne, silnik macierzysty dobiera się w oparciu o kryteria drugorzędne w następującym porządku:

- najwyższa wartość podawania paliwa na skok przy prędkości deklarowanej i mocy znamionowej;
- najwyższa wartość regulacji zapłonu;
- najniższy współczynnik EGR;
- brak pompy powietrza lub najniższy, rzeczywisty przepływ powietrza na pompie.

W pewnych okolicznościach organ homologacyjny może stwierdzić, iż najgorszy poziom emisji w rodzinie najlepiej można sprawdzić badając drugi silnik. W związku z tym organ homologacyjny może wybrać do badań drugi silnik w oparciu o właściwości wskazujące, że silnik ten może wykazywać najwyższy poziom emisji spośród silników należących do rodziny.

9. ZGODNOŚĆ PRODUKCJI**9.1. Środki zapewniające zgodność produkcji muszą być przyjęte zgodnie z przepisami art. 10 dyrektywy 70/156/EWG. Zgodność produkcji sprawdza się na podstawie opisu w świadectwach homologacji określonych w załączniku VI do niniejszej dyrektywy.**

Załącznik X do dyrektywy 70/156/EWG ppkt 2.4.2 i 2.4.3 stosuje się wtedy, gdy nie są spełnione oczekiwania właściwego organu odnośnie procedury audytu producenta.

9.1.1. Jeżeli mierzy się poziomy emisji zanieczyszczeń, a homologacja silnika zawiera jedno lub większą liczbę wyłączeń, badania przeprowadza się na silniku(-ach) opisanym(-ch) w dokumentacji dotyczącej właściwych wyłączeń.**9.1.1.1. Zgodność silnika poddanego badaniu zanieczyszczeń:**

Po dostarczeniu silnika organowi producent nie dokonuje żadnej regulacji wybranych silników.

9.1.1.1.1. Z serii wybiera się wrywkowo trzy silniki. Silniki poddawane wyłącznie badaniom ESC i ELR lub wyłącznie badaniu ETC dla homologacji dotyczącej wiersza A tabel w ppkt 6.2.1 podlegają tym badaniom w zakresie sprawdzenia zgodności produkcji. Za zgodą organu, wszystkie inne typy silników homologowane w zakresie wiersza A, B1 lub B2, albo C tabel w ppkt 6.2.1 podlegają cykлом badań ESC i ELR lub cyklowi ETC w zakresie sprawdzenia zgodności produkcji. Wartości graniczne przedstawiono w ppkt 6.2.1 niniejszego załącznika.**9.1.1.1.2. Badania przeprowadza się zgodnie z dodatkiem 1 do niniejszego załącznika, jeżeli nie są spełnione oczekiwania właściwego organu odnośnie odchylenia standardowego produkcji podanego przez producenta, zgodnie z załącznikiem X do dyrektywy 70/156/EWG dotyczącej pojazdów silnikowych i ich przyrządów.**

Badania przeprowadza się zgodnie z dodatkiem 2 do niniejszego załącznika, jeżeli właściwy organ nie jest zadowolony z odchyleniem standardowego produkcji podanego przez producenta, zgodnie z załącznikiem X do dyrektywy 70/156/EWG dotyczącej pojazdów silnikowych i ich przyczep.

Na żądanie producenta, badania można przeprowadzać zgodnie z dodatkiem 3 do niniejszego załącznika.

- 9.1.1.1.3. Na podstawie badań silnika przez pobieranie próbek, serię produkcyjną uznaje się za spełniającą wymagania w przypadku gdy wydana zostanie decyzja pozytywna dotycząca poziomów emisji wszystkich zanieczyszczeń oraz za niespełniającą wymagań, jeżeli wydana zostanie decyzja negatywna dotycząca poziomów emisji wszystkich zanieczyszczeń, zgodnie z kryteriami badania zastosowanymi we właściwym dodatku.

W przypadku gdy wydana zostanie decyzja pozytywna dotycząca jednej substancji zanieczyszczającej, decyzji tej nie można zmienić poprzez dodatkowe badania przeprowadzone w celu uzyskania decyzji dla innych zanieczyszczeń.

Jeżeli dla żadnej z substancji zanieczyszczających nie zostanie wydana decyzja pozytywna lub, jeżeli dla jednej substancji zanieczyszczającej nie zostanie wydana decyzja negatywna, badanie przeprowadza się na innym silniku (patrz rysunek 2).

Jeżeli nie uzyskano żadnej decyzji, producent może w dowolnym momencie podjąć decyzję o zaprzestaniu badania. W takim przypadku odnotowuje się decyzję negatywną.

- 9.1.1.2. Badania przeprowadza się na nowo wyprodukowanych silnikach. Silniki napędzane gazem dociera się w oparciu o procedurę określoną w załączniku III dodatek 2 pkt 3.

- 9.1.1.2.1. Jednakże na żądanie producenta, badania można przeprowadzać na silnikach Diesla lub silnikach gazowych docieranych przez okres dłuższy niż określony w ppkt 9.1.1.2, maksymalnie do 100 godzin. W takim przypadku procedurę docierania przeprowadza producent, który zobowiązuje się nie dokonywać na tych silnikach żadnych regulacji.

- 9.1.1.2.2. W przypadku gdy producent żąda przeprowadzenia procedury docierania zgodnie z ppkt 9.1.1.2.1, można ją przeprowadzić na:

- wszystkich badanych silnikach,
- lub,
- pierwszym badanym silniku wraz z wyznaczeniem współczynnika wydzielania następująco:
 - poziom emisji zanieczyszczeń zostanie zmierzony na pierwszym badanym silniku o godzinie zero i o godzinie „x”,
 - dla każdego zanieczyszczenia obliczony zostanie współczynnik wydzielania pomiędzy godziną zero a godziną „x”:

$$\frac{\text{Emisja w godzinie}}{\text{Emisja w godzinie zero}}$$

Współczynnik może być mniejszy od jedności.

Kolejno badane silniki nie będą poddawane procedurze docierania, ale ich poziomy emisji w godzinie zero zostaną zmienione przez zastosowanie współczynnika wydzielania.

W tym przypadku uzyskane wartości będą:

- wartościami w godzinie „x” dla pierwszego silnika,
- wartościami w godzinie zero pomnożonymi przez współczynnik wydzielania dla pozostałych silników.

- 9.1.1.2.3. Dla silników Diesla i silników napędzanych LPG wszystkie te badania można przeprowadzić na paliwie komercyjnym. Jednakże na żądanie producenta, można użyć paliw wzorcowych opisanych w załączniku IV. To implikuje badania opisane w pkt 4 niniejszego załącznika, na przynajmniej dwóch paliwach wzorcowych dla każdego silnika gazowego.

9.1.1.2.4. Dla silników napędzanych NG wszystkie te badania można przeprowadzać na paliwie komercyjnym w następujący sposób:

- dla silników oznakowanych literą H, na paliwie komercyjnym o zakresie H;
- dla silników oznakowanych literą L, na paliwie komercyjnym o zakresie L;
- dla silników oznakowanych literami HL, na paliwie komercyjnym w zakresie H lub L.

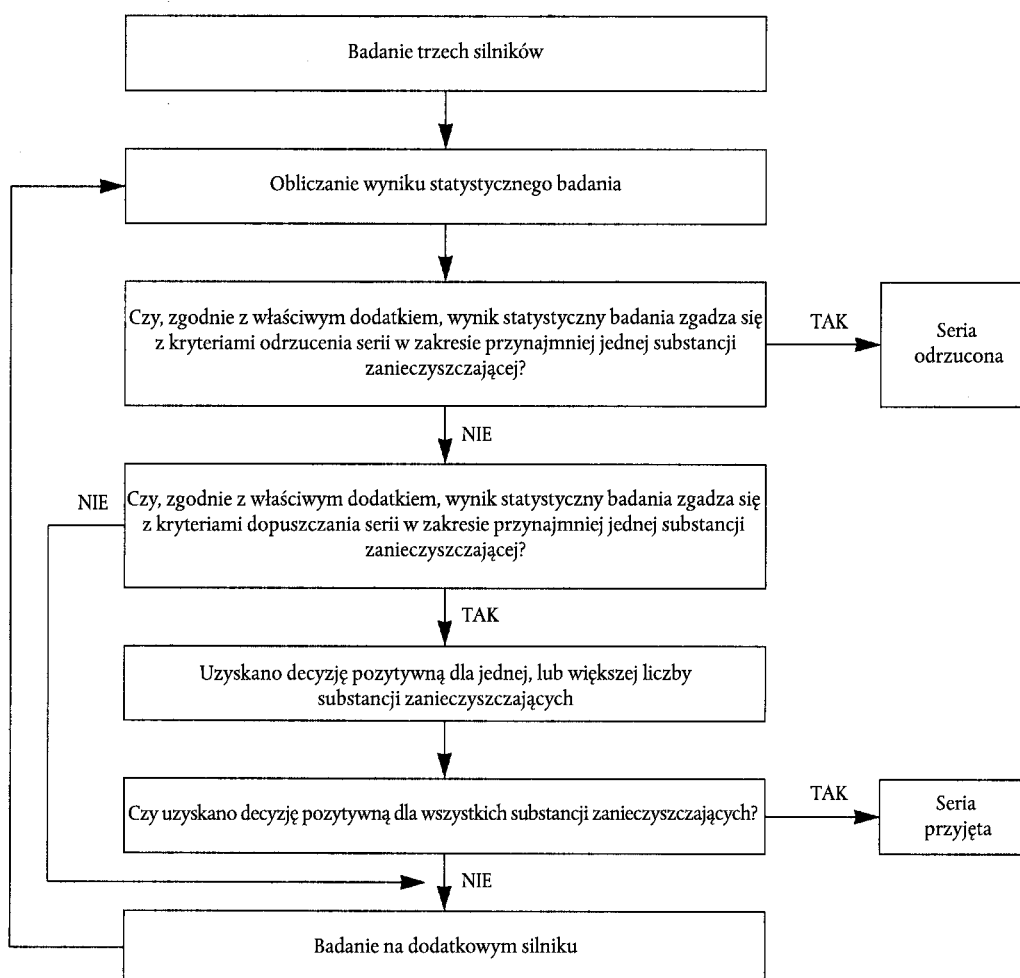
Jednakże na żądanie producenta można użyć paliw wzorcowych opisanych w załączniku IV. To implikuje badania opisane w pkt 4 niniejszego załącznika, na przynajmniej dwóch paliwach wzorcowych dla każdego z silników gazowych.

9.1.1.2.5. W przypadku kontrowersji wywołanych niezgodnością silników napędzanych gazem przy wykorzystaniu paliwa komercyjnego, badania wykonuje się na paliwie wzorcowych, na którym badano silnik macierzysty lub z możliwym dodatkowym paliwem 3 określonym w ppkt 4.1.3.1 i 4.2.1.1, na którym badano silnik macierzysty. Następnie wynik należy przekształcić obliczeniem stosując odpowiednie współczynniki „r”, „r_a” lub „r_b” opisane w ppkt 4.1.3.2, 4.1.4.1 i 4.2.1.2. Jeżeli wartości współczynników r, r_a lub r_b są mniejsze od jedności, nie przeprowadza się korekcji. Wyniki pomiarów i wyniki obliczeń muszą wykazywać, że silnik spełnia warunki dotyczące wartości granicznych na wszystkich odpowiednich paliwach (paliwa 1, 2 i gdy ma to zastosowanie paliwo 3).

9.1.1.2.6. Badania zgodności produkcji silnika napędzanego gazem podane dla eksploatacji na jednym określonym składzie paliwa wykonuje się na paliwie, dla którego skalibrowano silnik.

Rysunek 2

Schemat badania zgodności produkcji



Dodatek 1

PROCEDURA BADANIA ZGODNOŚCI PRODUKCJI PRZY ZADOWALAJĄCYM POZIOMIE ODCHYLENIA
STANDARDOWEGO

1. Niniejszy dodatek opisuje procedurę stosowaną w celu weryfikacji zgodności produkcji w zakresie emisji zanieczyszczeń w przypadku gdy odchylenie standardowe dla produkcji jest zadowalające.
2. Przy minimalnej liczbie próby trzech silników, procedura pobierania próbek jest tak ustalona, aby prawdopodobieństwo pomyślnego przejścia badania przez partię przy wartości wskaźnika wadliwości silników 40 % wyniosło 0,95 (ryzyko producenta = 5 %), podczas gdy prawdopodobieństwo zaakceptowania partii przy 65 % wartości wskaźnika wadliwości silników wyniosło 0,10 (ryzyko konsumenta = 10 %).
3. Poniższą procedurę stosuje się dla każdej z substancji zanieczyszczających podanych w załączniku I ppkt 6.2.1 (patrz rysunek 2):

Zakładamy, że:

L = logarytm naturalny wartości granicznej dla substancji zanieczyszczającej;

X_i = logarytm naturalny pomiaru dla silnika i z próby;

s = oszacowanie standardowego odchylenia produkcji (po wzięciu logarytmu naturalnego pomiarów);

n = aktualna liczba próby.

4. Dla każdej próby stosunek sumy standardowych odchyłeń do wartości granicznej oblicza się według następującego wzoru:

$$\frac{1}{s} \sum_{i=1}^n (L - X_i)$$

5. Następnie:

- jeżeli wynik statystyczny badania jest wyższy niż wartość decyzji pozytywnej dla wielkości próby podanej w tabeli 3 uznaje się, że dla substancji zanieczyszczającej uzyskano decyzję pozytywną;
- jeżeli wynik statystyczny badania jest niższy niż wartość decyzji negatywnej dla wielkości próby podanej w tabeli 3 uznaje się, że dla substancji zanieczyszczającej uzyskano decyzję negatywną;
- w przeciwnym przypadku bada się dodatkowy silnik, zgodnie z załącznikiem I ppkt 9.1.1.1, a procedurę obliczeniową stosuje się do próby powiększonej o dodatkową jednostkę.

Tabela 3

Wartości decyzji pozytywnej i negatywnej schematu pobierania próbek z dodatku 1

Minimalna wielkość próby: 3

Ogólna liczba badanych silników (wielkość próby)	Wartość A_n decyzji pozytywnej	Wartość B_n decyzji negatywnej
3	3,327	- 4,724
4	3,261	- 4,790
5	3,195	- 4,856
6	3,129	- 4,922
7	3,063	- 4,988
8	2,997	- 5,054
9	2,931	- 5,120
10	2,865	- 5,185
11	2,799	- 5,251
12	2,733	- 5,317
13	2,667	- 5,383
14	2,601	- 5,449
15	2,535	- 5,515
16	2,469	- 5,581
17	2,403	- 5,647
18	2,337	- 5,713
19	2,271	- 5,779
20	2,205	- 5,845
21	2,139	- 5,911
22	2,073	- 5,977
23	2,007	- 6,043
24	1,941	- 6,109
25	1,875	- 6,175
26	1,809	- 6,241
27	1,743	- 6,307
28	1,677	- 6,373
29	1,611	- 6,439
30	1,545	- 6,505
31	1,479	- 6,571
32	- 2,112	- 2,112

Dodatek 2

PROCEDURA BADANIA ZGODNOŚCI PRODUKCJI PRZY NIEZADOWALAJĄCYM POZIOMIE ODCHYLENIA STANDARDOWEGO LUB GDY DANE NA TEMAT ODCHYLENIA STANDARDOWEGO NIE SĄ DOSTĘPNE

1. Niniejszy dodatek opisuje procedurę wykorzystywaną do weryfikacji zgodności produkcji dla poziomów emisji zanieczyszczeń w momencie gdy odchylenie standardowe produkcji jest niezadowalające albo nie ma danych na jego temat.
2. Przy minimalnej liczebności próby trzech silników, procedura pobierania próbek jest tak ustalona, aby prawdopodobieństwo pomyślnego przejścia badania przez partię przy wartości wskaźnika wadliwości silników 40 % wyniosło 0,95 (ryzyko producenta = 5 %), podczas gdy prawdopodobieństwo zaakceptowania partii przy 65 % wartości wskaźnika wadliwości silników wyniosło 0,10 (ryzyko konsumenta = 10 %).
3. Uważa się, że wartości dla zanieczyszczeń przedstawionych w załączniku I ppkt 6.2.1 posiadają normalny rozkład logarytmiczny i należy je przekształcić przyjmując ich logarytmy naturalne. Przyjmujemy, że m_0 i m oznaczają odpowiednio minimalną i maksymalną wielkość próby ($m_0 = 3$ a $m = 32$), a n oznacza bieżącą liczebność próby.
4. Jeżeli logarytmy naturalne wartości zmierzonych w seriach wynoszą $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_L$, a L jest logarytmem naturalnym wartości granicznej dla substancji zanieczyszczającej, wtedy wyznaczamy:

$$d_i = \chi_i - L$$

oraz,

$$\bar{d}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

$$V_{n2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d}_n)^2$$

5. Tabela 4 przedstawia wartości decyzji pozytywnej (A_n) i negatywnej (B_n) w odniesieniu do wielkości próby. Wynik statystyczny badania jest współczynnikiem i należy go wykorzystać do stwierdzenia czy seria została przyjęta czy odrzucona następująco: \bar{d}_n/V_n oraz do stwierdzenia czy seria została przyjęta czy odrzucona, następująco:

Dla $m_0 \leq n \leq m$:

— serię przyjęto, jeżeli $\frac{\bar{d}_n}{V_n} \leq A_n$

— serię odrzucono, jeżeli $\frac{\bar{d}_n}{V_n} \geq B_n$

— dokonujemy innego pomiaru, jeżeli $A_n \leq \frac{\bar{d}_n}{V_n} \leq B_n$

6. Uwagi

Poniższych wzorów rekursywnych używa się do obliczania kolejnych wartości statystyki badania:

$$\begin{aligned} \bar{d}_n &= \left(1 - \frac{1}{n}\right) \bar{d}_{n-1} + \frac{1}{n} d_n \\ V_n^2 &= \left(1 - \frac{1}{n}\right) V_{n-1}^2 + \frac{(\bar{d}_n - d_n)^2}{n-1} \\ (n &= 2, 3, \dots; \bar{d}_1 = d_1; V_1 = 0) \end{aligned}$$

Tabela 4

Tabela 4 wartości decyzji pozytywnej i negatywnej schematu pobierania próbek z dodatku 2

Minimalna wielkość próby: 3

Ogólna liczba badanych silników (wielkość próby)	Wartość A_n decyzji pozytywnej	Wartość B_n decyzji negatywnej
3	- 0,80381	16,64743
4	- 0,76339	7,68627
5	- 0,72982	4,67136
6	- 0,69962	3,25573
7	- 0,67129	2,45431
8	- 0,64406	1,94369
9	- 0,61750	1,59105
10	- 0,59135	1,33295
11	- 0,56542	1,13566
12	- 0,53960	0,97970
13	- 0,51379	0,85307
14	- 0,48791	0,74801
15	- 0,46191	0,65928
16	- 0,43573	0,58321
17	- 0,40933	0,51718
18	- 0,38266	0,45922
19	- 0,35570	0,40788
20	- 0,32840	0,36203
21	- 0,30072	0,32078
22	- 0,27263	0,28343
23	- 0,24410	0,24943
24	- 0,21509	0,21831
25	- 0,18557	0,18970
26	- 0,15550	0,16328
27	- 0,12483	0,13880
28	- 0,09354	0,11603
29	- 0,06159	0,09480
30	- 0,02892	0,07493
31	- 0,00449	0,05629
32	- 0,03876	0,03876

Dodatek 3

PROCEDURA BADANIA ZGODNOŚCI PRODUKCJI NA ŻĄDANIE PRODUCENTA

1. Dodatek ten opisuje procedurę wykorzystywaną do weryfikacji, na żądanie producenta, zgodności produkcji w zakresie poziomów emisji zanieczyszczeń.
2. Przy minimalnej liczbie próby trzech silników, procedura pobierania próbek jest tak ustalona, aby prawdopodobieństwo pomyślnego przejścia badania przez partię przy wartości wskaźnika wadliwości silników 40 % wyniosło 0,95 (ryzyko producenta = 5 %), podczas gdy prawdopodobieństwo zaakceptowania partii przy 65 % wartości wskaźnika wadliwości silników wyniosło 0,10 (ryzyko konsumenta = 10 %).
3. Poniższą procedurę stosuje się dla każdej z substancji zanieczyszczających przedstawionych w załączniku I ppkt 6.2.1 (patrz rysunek 2):

Zakładamy, że:

L = wartość graniczna dla substancji zanieczyszczającej,

x_i = wartość pomiaru dla silnika i w próbie,

n = aktualna liczba próby.

4. Wyliczyć statystykę dla próby w badaniu obliczając liczbę silników niewykazujących zgodności, np. $x_i \geq L$:
5. Następnie:
 - jeżeli statystyka badania jest mniejsza lub równa wartości decyzji pozytywnej dla wielkości próby przedstawionej w tabeli 5, dla substancji zanieczyszczającej uzyskano decyzję pozytywną;
 - jeżeli statystyka badania jest wyższa lub równa decyzji negatywnej dla wielkości próby przedstawionej w tabeli 5, dla substancji zanieczyszczającej uzyskano decyzję negatywną;
 - w przeciwnym przypadku bada się silnik dodatkowy zgodnie z załącznikiem I ppkt 9.1.1.1 a procedurę obliczeniową stosuje się do próby powiększonej o dodatkową jednostkę.

W tabeli 5 wartości decyzji pozytywnej i negatywnej obliczono zgodnie z normą międzynarodową ISO 8422/1991.

Tabela 5

Wartości decyzji pozytywnej i negatywnej schematu pobierania próbek z dodatku 3

Minimalna wielkość próby: 3

Ogólna liczba badanych silników (wielkość próby)	Wartość decyzji pozytywnej	Wartość decyzji negatywnej
3	—	3
4	0	4
5	0	4
6	1	5
7	1	5
8	2	6
9	2	6
10	3	7
11	3	7
12	4	8
13	4	8
14	5	9
15	5	9
16	6	10
17	6	10
18	7	11
19	8	9

ZAŁĄCZNIK II

DOKUMENT INFORMACYJNY NR ...

ZGODNY Z ZAŁĄCZNIKIEM I DYREKTYWĄ RADY 70/156/EWG ODNOSZĄCĄ SIĘ DO
HOMOLOGACJI WE

**dotyczący działań, jakie mają zostać podjęte przeciwko emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych przez silniki
wysokoprężne stosowane w pojazdach oraz emisji zanieczyszczeń gazowych z silników z wymuszonym zapłonem
napędzanych gazem ziemnym lub gazem płynnym stosowanych w pojazdach**

(DYREKTYWA 88/77/EWG ostatnio zmieniona dyrektywą 1999/96/WE)

Typ pojazdu/silnika macierzystego/typ silnika ⁽¹⁾:

- 0. OGÓLNE
- 0.1. Marka (nazwa przedsiębiorstwa):
- 0.2. Typ i opis handlowy (wymienić wszystkie warianty):
- 0.3. Środki i umiejscowienie identyfikacji typu, jeżeli oznakowany na pojeździe:
- 0.4. Kategoria pojazdu (gdy jest to właściwe):
- 0.5. Kategoria silnika: Diesla/napędzany NG/napędzany LPG ⁽¹⁾:
- 0.6. Nazwa i adres producenta:
- 0.7. Umiejscowienie tabliczek znamionowych i identyfikatorów oraz metoda zamocowania:
- 0.8. W przypadku części i odrębnych jednostek technicznych umiejscowienie oraz sposób mocowania znaku homologacji WE:
- 0.9. Adres(-y) zakładu(-ów) montażu:

ZAŁĄCZNIKI

- 1. Podstawowe właściwości silnika (macierzystego) oraz informacje dotyczące przebiegu badania.
- 2. Podstawowe właściwości rodziny silników.
- 3. Podstawowe właściwości typów silników w rodzinie.
- 4. Właściwości silnikowych części pojazdu (jeżeli ma to zastosowanie).
- 5. Zdjęcia lub rysunki silnika macierzystego/typu silnika oraz, gdy ma to zastosowanie, komory silnika.
- 6. Wykaz innych załączników, jeżeli istnieją.

Data, nr

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

Dodatek 1

ZASADNICZE WŁAŚCIWOŚCI SILKINA (MACIERZYSTEGO) ORAZ INFORMACJE DOTYCZĄCE PRZEBIEGU
BADANIA

1. **Opis silnika**
 - 1.1. Producent:
 - 1.2. Kod silnika producenta:
 - 1.3. Cykl: czterosuw/dwusuw ⁽²⁾
 - 1.4. Liczba i regulacja cylindrów:
 - 1.4.1. Średnica otworu: mm
 - 1.4.2. Skok: mm
 - 1.4.3. Kolejność zapłonu:
 - 1.5. Pojemność silnika: cm³
 - 1.6. Współczynnik sprężania ⁽³⁾:
 - 1.7. Rysunek(-ki) komory spalania i denka tłoka:
 - 1.8. Minimalny obszar przekroju otworu wlotowego i wylotowego: cm²
 - 1.9. Prędkość na biegu jałowym: min⁻¹
 - 1.10. Maksymalna moc netto: kW przy min⁻¹
 - 1.11. Maksymalnie dopuszczalna prędkość obrotowa silnika: min⁻¹
 - 1.12. Maksymalny moment obrotowy: Nm przy min⁻¹
 - 1.13. Układ spalania: zapłon samoczynny/zapłon wymuszony ⁽²⁾
 - 1.14. Paliwo: Diesel/LPG/NG-H/NG-L/NG-HL ⁽²⁾
 - 1.15. *Układ chłodzenia*
 - 1.15.1. Ciecz
 - 1.15.1.1. Rodzaj cieczy:
 - 1.15.1.2. Pompa(-y) cyrkulacyjna(-e): tak/nie ⁽²⁾
 - 1.15.1.3. Właściwości lub marka(-i) lub typ(-y) (gdy jest to właściwe):
 - 1.15.1.4. Przełożenie(-a) napędu (gdy jest to właściwe):
 - 1.15.2. Powietrze
 - 1.15.2.1. Dmuchawa: tak/nie ⁽²⁾
 - 1.15.2.2. Właściwości lub marka(-i) lub typ(-y) (gdy jest to właściwe):
 - 1.15.2.3. Przełożenie(-a) napędu (gdy jest to właściwe):
 - 1.16. *Temperatura dozwolona przez producenta*
 - 1.16.1. Ciecz chłodząca: temperatura maksymalna na wylocie: K
 - 1.16.2. Powietrze chłodzące: punkt odniesienia:
Temperatura maksymalna w punkcie odniesienia: K

⁽¹⁾ W przypadku silników i układów niekonwencjonalnych szczegóły równoważne do tych podanych tutaj przedkłada producent.⁽²⁾ Niepotrzebne skreślić.⁽³⁾ Podać tolerancję.

- 1.16.3. Temperatura maksymalna powietrza przy wylocie chłodnicy wlotowej (gdy jest to właściwe): K
- 1.16.4. Temperatura maksymalna w punkcie na pompie(-ach) wylotowych przylegającej(-ych) do kryz(-y) wylotowej przewodu(-ów) wylotowego(-ych) lub turbosprężarce(-kach) doładowujących: K
- 1.16.5. Temperatura paliwa: min K, max K
dla silników Diesla na wlocie pompy wtryskowej dla silników napędzanych gazem na końcowym położeniu regulatora ciśnienia
- 1.16.6. Ciśnienie paliwa: min kPa, max kPa
na końcowym położeniu regulatora ciśnienia, tylko silniki napędzane NG
- 1.16.7. Temperatura smaru: min K, max K
- 1.17. *Urządzenie doładowania ciśnienia: tak/nie ⁽¹⁾*
- 1.17.1. Marka:
- 1.17.2. Typ:
- 1.17.3. Opis układu (m.in. max. ciśnienie wsadu, przepustnica, w razie potrzeby):
- 1.17.4. Chłodnica międzystopniowa: tak/nie ⁽¹⁾
- 1.18. *Układ wlotowy*
Maksymalny dopuszczalny spadek ciśnienia wlotowego przy prędkości znamionowej silnika i 100 % obciążenia oraz w warunkach eksploatacji ustalonych dyrektywą 80/1269/EWG ⁽²⁾, ostatnio zmienioną dyrektywą 97/21/WE ⁽³⁾: kPa
- 1.19. *Układ wydechowy*
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie wsteczne przy prędkości znamionowej silnika i 100 % obciążenia oraz w warunkach eksploatacji ustalonych dyrektywą 80/1269/EWG ⁽²⁾, ostatnio zmienioną dyrektywą 97/21/WE ⁽³⁾: kPa
Objętość układu wydechowego: cm³
- 2. Środki przyjęte przeciwko zanieczyszczeniu powietrza**
- 2.1. Urządzenie zawracające do obiegu gazy silnikowe (opis i rysunki):
- 2.2. Dodatkowe urządzenia zapobiegające zanieczyszczeniu (jeżeli istnieją i nie są uwzględnione w innej pozycji):
- 2.2.1. Katalizator: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.1.1. Marka(-i):
- 2.2.1.2. Typ(-y):
- 2.2.1.3. Liczba katalizatorów i części:
- 2.2.1.4. Wymiary, kształt i objętość katalizatora(-ów):
- 2.2.1.5. Typ działania katalitycznego:
- 2.2.1.6. Całkowita zawartość metali szlachetnych:

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

⁽²⁾ Dz.U. L 375 z 31.12.1980, str. 46.

⁽³⁾ Dz.U. L 125, 16.5.1997, str. 31.

- 2.2.1.7. Zawartość względna:
- 2.2.1.8. Podłoże (struktura i tworzywo):
- 2.2.1.9. Gęstość komórek:
- 2.2.1.10. Typ obudowy katalizatora(-ów):
- 2.2.1.11. Lokalizacja katalizatora(-ów) (miejsce i odległość odniesienia na ciągu wydechowym):
.....
- 2.2.2. Czujnik tlenu: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.2.1. Marka(-i):
- 2.2.2.2. Typ:
- 2.2.2.3. Lokalizacja:
- 2.2.3. Wtrysk powietrza: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.3.1. Typ (powietrze pulsujące, pompa powietrza, itp.):
- 2.2.4. EGR: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.4.1. Właściwości (współczynnik natężenia przepływu, itp.):
- 2.2.5. Eliminatory pyłów: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.5.1. Wymiary, kształt i pojemność eliminatora pyłów:
- 2.2.5.2. Typ i projekt eliminatora pyłów:
- 2.2.5.3. Lokalizacja (odległość odniesienia na ciągu wydechowym):
- 2.2.5.4. Metoda lub układ regeneracji, opis lub rysunek:
- 2.2.6. Inne układy: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.6.1. Opis i działanie:
3. **Doprowadzenie paliwa**
- 3.1. *Silniki Diesla*
- 3.1.1. Pompa zasilająca
- Ciśnienie ⁽²⁾: kPa kPa lub wykres właściwości ⁽¹⁾:
- 3.1.2. Układ wtrysku
- 3.1.2.1. Pompa
- 3.1.2.1.1. Marka(-i):
- 3.1.2.1.2. Typ(-y):
- 3.1.2.1.3. Zasilanie: mm³ ⁽²⁾ na suw przy prędkości silnika rpm przy pełnym wtrysku, lub wykres właściwości ⁽¹⁾, ⁽²⁾:
Wskazać zastosowaną metodę: na silniku/pompie na ławie pomiarowej ⁽¹⁾
Jeśli dostarcza się regulator ciśnienia ładowania, podać właściwości podawania paliwa oraz ciśnienia ładowania w stosunku do prędkości obrotowej silnika.
- 3.1.2.1.4. Wyprzedzenie wtrysku
- 3.1.2.1.4.1. Krzywa wyprzedzenia wtrysku ⁽²⁾:
- 3.1.2.1.4.2. Statyczny moment wtrysku ⁽²⁾:
- 3.1.2.2. Przewody wtryskowe
- 3.1.2.2.1. Długość: mm
- 3.1.2.2.2. Średnica wewnętrzna: mm
- 3.1.2.3. Wtryskiwacz(-e)

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.⁽²⁾ Podać tolerancję.

- 3.1.2.3.1. Marka(-i):
- 3.1.2.3.2. Typ(-y):
- 3.1.2.3.3. „Ciśnienie otwierające”: kPa ^(?)
lub schemat: ⁽¹⁾, ⁽²⁾
- 3.1.2.3.4. Regulator obrotów
- 3.1.2.4.1. Marka(-i):
- 3.1.2.4.2. Typ(-y):
- 3.1.2.4.3. Prędkość, przy której następuje odłączenie przy pełnym obciążeniu: rpm
- 3.1.2.4.4. Prędkość maksymalna bez obciążenia: rpm
- 3.1.2.4.5. Prędkość na biegu jałowym: rpm
- 3.1.3. Układ rozruchu zimnego silnika
- 3.1.3.1. Marka(-i):
- 3.1.3.2. Typ(-y):
- 3.1.3.3. Opis:
- 3.1.3.4. Wspomaganie układu rozruchowego:
- 3.1.3.4.1. Marka:
- 3.1.3.4.2. Typ:
- 3.2. Silniki napędzane gazem ⁽³⁾
- 3.2.1. Paliwo: gaz ziemny/LPG ⁽¹⁾
- 3.2.2. Regulator(-y) ciśnienia lub regulator(-y) ciśnienia/odparowywania
- 3.2.2.1. Marka(-i):
- 3.2.2.2. Typ(-y):
- 3.2.2.3. Liczba stopni obniżenia ciśnienia:
- 3.2.2.4. Ciśnienie w położeniu końcowym: min kPa, max kPa
- 3.2.2.5. Liczba głównych punktów nastawu:
- 3.2.2.6. Liczba jałowych punktów nastawu:
- 3.2.2.7. Numer świadectwa zgodnie z dyrektywą 1999/96/WE:
- 3.2.3. Układ paliwowy: jednostka mieszająca/wtrysk gazu/wtrysk cieczy/wtrysk bezpośredni
- 3.2.3.1. Regulacja stężenia mieszanki:
- 3.2.3.2. Opis układu lub schemat lub rysunki:
- 3.2.3.3. Numer świadectwa zgodnie z dyrektywą 1999/96/WE:
- 3.2.4. Jednostka mieszająca
- 3.2.4.1. Numer:
- 3.2.4.2. Marka(-i):
- 3.2.4.3. Typ(-y):
- 3.2.4.4. Lokalizacja:
- 3.2.4.5. Zakres regulacji:

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

⁽²⁾ Podać tolerancję.

⁽³⁾ W przypadku układów kładzionych w inny sposób dostarczyć informacje równoważne (dla ppkt 3.2).

- 3.2.4.6. Numer świadectwa zgodnie z dyrektywą 1999/96/WE:
- 3.2.5. Wtrysk na przewodzie wlotowym
- 3.2.5.1. Wtrysk: jednopunktowy/wielopunktowy ⁽¹⁾
- 3.2.5.2. Wtrysk: ciągły/zsynchronizowany/sekwencyjny ⁽¹⁾
- 3.2.5.3. Urządzenie wtryskowe
- 3.2.5.3.1. Marka(-i):
- 3.2.5.3.2. Typ(-y):
- 3.2.5.3.3. Zakres regulacji:
- 3.2.5.3.4. Numer świadectwa zgodnie z dyrektywą 1999/96/WE:
- 3.2.5.4. Pompa podawcza (w razie potrzeby):
- 3.2.5.4.1. Marka(-i):
- 3.2.5.4.2. Typ(-y):
- 3.2.5.4.3. Numer świadectwa zgodnie z dyrektywą 1999/96/WE:
- 3.2.5.5. Wtryskiwacz(-e)
- 3.2.5.5.1. Marka(-i):
- 3.2.5.5.2. Typ(-y):
- 3.2.5.5.3. Numer świadectwa zgodnie z dyrektywą 1999/96/WE:
- 3.2.6. Wtrysk bezpośredni
- 3.2.6.1. Pompa wtryskowa/regulator ciśnienia ⁽¹⁾
- 3.2.6.1.1. Marka(-i):
- 3.2.6.1.2. Typ(-y):
- 3.2.6.1.3. Moment wtrysku:
- 3.2.6.1.4. Numer świadectwa zgodnie z dyrektywą 1999/96/WE:
- 3.2.6.2. Wtryskiwacz(-e)
- 3.2.6.2.1. Marka(-i):
- 3.2.6.2.2. Typ(-y):
- 3.2.6.2.3. Ciśnienie otwierające lub schemat właściwości ⁽²⁾:
- 3.2.6.2.4. Numer świadectwa zgodnie z dyrektywą 1999/96/WE:
- 3.2.7. Elektroniczna jednostka sterująca (ECU)
- 3.2.7.1. Marka(-i):
- 3.2.7.2. Typ(-y):
- 3.2.7.3. Możliwości regulacji:
- 3.2.8. Urządzenie przeznaczone wyłącznie dla paliwa NG
- 3.2.8.1. Wariant 1
(tylko w przypadku homologacji silników dla kilku konkretnych składów paliwa)
- 3.2.8.1.1. Skład paliwa:
- | | | | | | | |
|--|-------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| metan (CH ₄): | baza: | % mol | min. | % mol | max. | % mol |
| etan (C ₂ H ₆): | baza: | % mol | min. | % mol | max. | % mol |
| propan (C ₃ H ₈): | baza: | % mol | min. | % mol | max. | % mol |

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.⁽²⁾ Podać tolerancje.

(4) Dz.U. L 125, 16.5.1997, str. 31.

6.1. Urządzenia dodatkowe montowane dla potrzeb badania

Jeśli instalowanie urządzeń dodatkowych na stole do badań jest niemożliwe lub nie jest właściwe, moc pochłanianą przez te urządzenia należy wyznaczyć i odjąć od zmierzonej mocy silnika w całym obszarze roboczym cyklu(-i) badań.

6.2. Urządzenia dodatkowe zdejmowane dla potrzeb badania

Urządzenia dodatkowe niezbędne wyłącznie do pracy pojazdu (np. sprężarka powietrza, układ klimatyzacji, itp.) są zdejmowane dla potrzeb badania. W przypadku gdy zdjęcie urządzeń dodatkowych nie jest możliwe, moc pochłanianą przez te urządzenia może zostać ustalona i dodana do zmierzonej mocy silnika w całym obszarze roboczym cyklu(-i) badań.

7. Dodatkowe informacje o warunkach badania

7.1. Zastosowany smar

7.1.1. Marka:

7.1.2. Typ:

(Podać procent oleju w mieszance w przypadku wymieszania smaru i paliwa):

7.2. Urządzenia napędzane silnikiem (gdy ma to zastosowanie)

Moc pochłanianą przez urządzenia dodatkowe należy ustalić wyłącznie:

- jeżeli urządzenia dodatkowe niezbędne do pracy silnika nie są zamocowane do silnika, i/lub
- jeżeli urządzenia dodatkowe, które nie są niezbędne do pracy silnika są zamocowane na silniku.

7.2.1. Wyliczenie i określenie szczegółów:

7.2.2. Moc pochłanianą przy różnych wskazanych prędkościach silnika:

Urządzenie	Moc pochłanianą (kW) przy różnych prędkościach obrotowych silnika						
	Bieg jałowy	Niska prędkość	Wysoka prędkość	Prędkość A ⁽¹⁾	Prędkość B ⁽¹⁾	Prędkość C ⁽¹⁾	Prędkość odniesienia ⁽²⁾
P(a) Urządzenia dodatkowe niezbędne do pracy silnika (do odjęcia od zmierzonej mocy silnika) patrz ppkt 6.1							
P(b) Urządzenia dodatkowe, które nie są niezbędne do pracy silnika (do dodania do zmierzonej mocy silnika) patrz ppkt 6.2							

⁽¹⁾ Badania ESC.⁽²⁾ Tylko badanie ETC.

8. **Osiągi silnika**8.1. *Prędkości silnika* ⁽¹⁾Niska prędkość (n_{10}): rpmWysoka prędkość (n_{H0}): rpm

dla cykli ESC i ELR

Bieg jałowy: rpm

Prędkość A: rpm

Prędkość B: rpm

Prędkość C: rpm

dla cyklu ETC

Prędkość odniesienia: rpm

8.2. *Moc silnika* (mierzona zgodnie z przepisami dyrektywy 80/1269/EWG ⁽²⁾, ostatnio zmienionej dyrektywą 97/21/WE ⁽³⁾), w kW

	Prędkość silnika				
	Bieg jałowy	Prędkość A ⁽¹⁾	Prędkość B ⁽¹⁾	Prędkość C ⁽¹⁾	Prędkość odniesienia ⁽²⁾
P(m) Moc mierzona na stole do badań					
P(a) Moc pochłaniana przez urządzenia dodatkowe montowane dla potrzeb badania (ppkt 6.1) — jeżeli montowane					
— jeżeli niemontowane	0	0	0	0	0
P(b) Moc pochłaniana przez urządzenia dodatkowe demontowane dla potrzeb badania (ppkt 6.2) — jeżeli montowane					
— jeżeli niemontowane	0	0	0	0	0
P(n) Czysta moc silnika = P(m) – P(a) + P(b)					

⁽¹⁾ Badanie ESC.⁽²⁾ Tylko badanie ETC.⁽¹⁾ Podać tolerancję; musi się mieścić w $\pm 3\%$ wartości deklarowanych przez producenta.⁽²⁾ Dz.U. L 375 z 31.12.1980, str. 46.⁽³⁾ Dz.U. L 125, 16.5.1997, str. 31.

8.3. Ustawienie dynamometru (kW)

Ustawienie dynamometru dla potrzeb badania ESC i ELR oraz cyklu odniesienia badania ETC opiera się na mocy netto silnika $P(n)$ ppkt 8.2. Zaleca się zainstalowanie silnika na stole do badań w stanie netto. W tym przypadku wartości $P(m)$ i $P(n)$ są identyczne. Jeżeli uruchomienie silnika w stanie netto jest niemożliwe lub niewłaściwe, regulację dynamometru należy dostosować do stanu netto z wykorzystaniem powyższego wzoru.

8.3.1. Badania ESC i ELR

Regulację dynamometru należy obliczyć zgodnie ze wzorem w załączniku III dodatek 1 ppkt 1.2.

Obciążenie procentowe	Prędkość silnika			
	Bieg jałowy	Prędkość A	Prędkość B	Prędkość C
10	—			
25	—			
50	—			
75	—			
100	—			

8.3.2. Badanie ETC

Jeśli silnik nie jest badany w warunkach netto, wzór korekcji do przeliczania zmierzonej mocy lub zmierzonej pracy w cyklu jak określono zgodnie z załącznikiem III dodatek 2 pkt 2 na moc netto lub pracę netto w cyklu podaje producent i zatwierdza służba techniczna.

Dodatek 2

PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI RODZINY SILNIKÓW

1. Parametry wspólne

- 1.1. Cykl spalania:
- 1.2. Chłodziwo:
- 1.3. Liczba cylindrów ⁽¹⁾:
- 1.4. Przesunięcie jednego cylindra:
- 1.5. Metoda zasysania powietrza:
- 1.6. Typ/projekt komory spalania:
- 1.7. Zawór i szczeliny - konfiguracja, wielkość, liczba:
- 1.8. Układ paliwowy:
- 1.9. Układ zapłonu (silniki gazowe):
- 1.10. Właściwości różne:
- układ chłodzenia ⁽¹⁾:
 - zawracanie spalin ⁽¹⁾:
 - wtrysk woda/emulsja ⁽¹⁾:
 - wtrysk powietrza ⁽¹⁾:
- 1.11. Oczyszczanie spalin ⁽¹⁾:
- Sprawdzenie tożsamości (lub najniższej wartości dla silnika macierzystego) współczynnika: sprawność układu/podawanie paliwa na suw, zgodnie ze schematem numer:

2. Wyszczególnienie rodziny silników

- 2.1. Nazwa rodziny silników Diesla:
- 2.1.1. Specyfikacja silników w rodzinie:

					Silnik macierzysty
Typ silnika					
Liczba cylindrów					
Prędkość znamionowa (rpm)					
Podawanie paliwa na suw (mm ³)					
Moc znamionowa netto (kW)					
Maksymalna prędkość momentu obrotowego (rpm)					
Podawanie paliwa na suw (mm ³)					
Maksymalny moment obrotowy (Nm)					
Niska prędkość biegu jałowego (rpm)					
Przesunięcie cylindra (w % wartości dla silnika macierzystego)					100

⁽¹⁾ Jeśli nie dotyczy, wpisać nie dot.

2.2. Nazwa rodziny silników gazowego:

2.2.1. Specyfikacja silników w rodzinie:

					Silnik macierzysty
Typ silnika					
Liczba cylindrów					
Prędkość znamionowa (rpm)					
Podawanie paliwa na suw (mg)					
Moc znamionowa netto (kW)					
Maksymalna prędkość momentu obrotowego (rpm)					
Podawanie paliwa na suw (mm ³)					
Maksymalny moment obrotowy (Nm)					
Prędkość niska biegu jałowego (rpm)					
Przemieszczenie cylindra (w % wartości dla silnika macierzystego)					100
Regulacja zapłonu					
Przepływ EGR					
Pompa powietrza tak/nie					
Przepływ rzeczywisty na pompie powietrza					

Dodatek 3

PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI TYPU SILNIKA W RODZINIE ⁽¹⁾

1. **Opis silnika**
 - 1.1. Producent:
 - 1.2. Kod silnika producenta:
 - 1.3. Cykl: czterosuw/dwusuw ⁽¹⁾
 - 1.4. Liczba i układ cylindrów:
 - 1.4.1. Średnica otworu: mm
 - 1.4.2. Skok tłoka: mm
 - 1.4.3. Kolejność zapłonu:
 - 1.5. Sprawność silnika: cm³
 - 1.6. Współczynnik sprężania objętościowego ⁽³⁾:
 - 1.7. Schemat(-y) komory spalania i denka tłoka:
 - 1.8. Minimalny obszar przekroju poprzecznego otworów wlotowych i wylotowych: cm²
 - 1.9. Prędkość na biegu jałowym: min⁻¹
 - 1.10. Maksymalna moc: kW przy min⁻¹
 - 1.11. Maksymalna dopuszczalna prędkość silnika: min⁻¹
 - 1.12. Maksymalny moment obrotowy netto:Nm przy min⁻¹
 - 1.13. Układ spalania: zapłon samoczynny/zapłon wymuszony ⁽²⁾
 - 1.14. Paliwo: Diesel/LPG/NG-H/NG-L/NG-HL ⁽²⁾
 - 1.15. Układ chłodzenia
 - 1.15.1. Ciecz
 - 1.15.1.1. Rodzaj cieczy:
 - 1.15.1.2. Pompa(-y) cyrkulacyjna(-e): tak/nie ⁽²⁾
 - 1.15.1.3. Właściwości lub marka(-i) lub typ(-y) (gdy jest to właściwe):
 - 1.15.1.4. Przełożenie(-a) napędu (gdy jest to właściwe):
 - 1.15.2. Powietrze
 - 1.15.2.1. Dmuchawa: tak/nie ⁽²⁾
 - 1.15.2.2. Właściwości lub marka(-i) lub typ(-y) (gdy jest to właściwe):
 - 1.15.2.3. Przełożenie(-a) napędu (gdy jest to właściwe):
 - 1.16. Temperatura dozwolona przez producenta
 - 1.16.1. Ciecz chłodząca: temperatura maksymalna na wylocie: K
 - 1.16.2. Powietrze chłodzące: punkt odniesienia:

⁽¹⁾ Podać dla każdego silnika rodziny.⁽²⁾ Niepotrzebne skreślić.⁽³⁾ Podać tolerancję.

- Temperatura maksymalna w punkcie odniesienia: K
- 1.16.3. Temperatura maksymalna powietrza na wylocie wlotowej chłodnicy międzystopniowej (gdy jest to właściwe) K
- 1.16.4. Maksymalna temperatura wylotowa w punkcie rury wydechowej przylegającym do kołnierza(-y) wylotowego(-ych) przewodu(-ów) wylotowego(-ych) lub turbosprężarce(-ach) doładowującej(-ych): K
- 1.16.5. Temperatura paliwa: min. K, max K
dla silników Diesla na wlocie pompy wtryskowej, dla silników gazowych napędzanych NG przy końcowym położeniu regulatora ciśnienia
- 1.16.6. Ciśnienie paliwa: min. kPa, max kPa
przy końcowym położeniu regulatora ciśnienia, wyłącznie silniki gazowe napędzane NG
- 1.16.7. Temperatura smaru: min K, max K
- 1.17. *Urządzenie doładowania ciśnienia: tak/nie ⁽¹⁾*
- 1.17.1. Marka:
- 1.17.2. Typ:
- 1.17.3. Opis układu (np. maksymalne ciśnienie wsadu, przepustnica, gdy ma to zastosowanie):
.....
- 1.17.4. Chłodnica międzystopniowa: tak/nie ⁽¹⁾
- 1.18. *Układ ssania*
Maksymalnie dopuszczalny spadek ciśnienia wlotowego przy prędkości znamionowej silnika i przy 100 % obciążenia i w warunkach eksploatacyjnych podanych w dyrektywie 80/1269/EWG ⁽²⁾, ostatnio zmienionej dyrektywą 97/21/WE ⁽³⁾:
..... kPa
- 1.19. *Układ wydechowy*
Maksymalnie dopuszczalne wylotowe ciśnienie wsteczne przy prędkości znamionowej silnika i przy 100 % obciążenia i w warunkach roboczych podanych w dyrektywie 80/1269/EWG ⁽²⁾, ostatnio zmienionej dyrektywą 97/21/WE ⁽³⁾:
..... kPa
Pojemność układu wydechowego: cm³
2. **Środki przyjęte przeciwko zanieczyszczeniu powietrza**
- 2.1. Urządzenia do recyklingu gazów spalinowych (opis i rysunki):
- 2.2. Dodatkowe urządzenia przeciwdziałające zanieczyszczeniom (jeżeli istnieją i nie są uwzględnione w innej pozycji):
.....
- 2.2.1. Katalizator: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.1.1. Liczba katalizatorów i elementów:
- 2.2.1.2. Wymiary, kształt i objętość katalizatora(-ów):
- 2.2.1.3. Typ działania katalizatora:
- 2.2.1.4. Całkowita zawartość metali szlachetnych:
- 2.2.1.5. Stężenie względne:
- 2.2.1.6. Podłoże (struktura i tworzywo):
- 2.2.1.7. Gęstość komórek:

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.⁽²⁾ Dz.U. L 375 z 31.12.1980, str. 46.⁽³⁾ Dz.U. L 125, 16.5.1997, str. 31.

- 2.2.1.8. Typ obudowy katalizatora(-ów):
- 2.2.1.9. Umieszczenie katalizatora(-ów) (miejsce i odległość odniesienia w linii układu wydechowego):
- 2.2.2. Czujnik tlenu: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.2.1. Typ:
- 2.2.3. Wtrysk powietrza: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.3.1. Typ (powietrze pulsacyjne, pompa powietrza, itp.):
- 2.2.4. EGR: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.4.1. Właściwości (współczynnik natężenia przepływu, itp.):
- 2.2.5. Eliminatory pyłów: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.5.1. Wymiary, kształt i sprawność eliminatora pyłów:
- 2.2.5.2. Typ i projekt eliminatora pyłów:
- 2.2.5.3. Umieszczenie (odległość odniesienia w linii układu wydechowego):
- 2.2.5.4. Metoda lub układ regeneracji, opis i/lub rysunek:
- 2.2.6. Inne układy: tak/nie ⁽¹⁾
- 2.2.6.1. Opis i działanie:
3. **Doprowadzenie paliwa**
- 3.1. *Silniki Diesla*
- 3.1.1. Pompa zasilająca
- Ciśnienie ⁽²⁾: kPa lub wykres właściwości ⁽¹⁾:
- 3.1.2. Układ wtrysku
- 3.1.2.1. Pompa
- 3.1.2.1.1. Marka(-i):
- 3.1.2.1.2. Typ(-y):
- 3.1.2.1.3. Podawanie: mm³ ⁽²⁾ na suw przy prędkości obrotowej silnika rpm przy pełnym wtrysku, lub wykres właściwości ⁽¹⁾ ⁽²⁾:
- Wskazać zastosowaną metodę: Na silniku/pompie na stole do badań ⁽¹⁾
- Jeśli zapewniono regulator ciśnienia ładowania, podać właściwości podawania paliwa i ciśnienie ładowania.
- 3.1.2.1.4. Wyprzedzenie zapłonu
- 3.1.2.1.4.1. Krzywa wyprzedzenia wtrysku ⁽²⁾:
- 3.1.2.1.4.2. Statyczny moment wtrysku ⁽²⁾:
- 3.1.2.2. Przewody wtryskowe
- 3.1.2.2.1. Długość: mm
- 3.1.2.2.2. Średnica wewnętrzna: mm
- 3.1.2.3. Wtryskiwacz(-e)
- 3.1.2.3.1. Marka(-i):
- 3.1.2.3.2. Typ(-y):
- 3.1.2.3.3. „Ciśnienie otwierające”: kPa ⁽²⁾ lub wykres charakterystyki ⁽¹⁾, ⁽²⁾:

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.⁽²⁾ Podać tolerancję.

- 3.1.2.4. Regulator
- 3.1.2.4.1. Marka(-i):
- 3.1.2.4.2. Typ(-y):
- 3.1.2.4.3. Prędkość, przy której zaczyna się wyłączenie przy pełnym obciążeniu: rpm
- 3.1.2.4.4. Maksymalna prędkość bez obciążenia: rpm
- 3.1.2.4.5. Prędkość na biegu jałowym: rpm
- 3.1.3. Układ rozruchu zimnego silnika
- 3.1.3.1. Marka(-i):
- 3.1.3.2. Typ(-y):
- 3.1.3.3. Opis:
- 3.1.3.4. Dodatkowe wspomaganie rozruchu:
- 3.1.3.4.1. Marka:
- 3.1.3.4.2. Typ:
- 3.2. *Silniki napędzane gazem ⁽¹⁾*
- 3.2.1. Paliwo: Gaz ziemny/LPG ⁽²⁾
- 3.2.2. Regulator(-y) ciśnienia lub regulator(-y) ciśnienia/odparowywania ⁽²⁾
- 3.2.2.1. Marka(-i):
- 3.2.2.2. Typ(-y):
- 3.2.2.3. Liczba etapów obniżenia ciśnienia:
- 3.2.2.4. Ciśnienie na położeniu końcowym: min kPa, maks kPa
- 3.2.2.5. Liczba głównych punktów nastawu:
- 3.2.2.6. Liczba jałowych punktów nastawu:
- 3.2.2.7. Numer świadectwa zgodnie z 1999/96/WE:
- 3.2.3. Układ paliwowy: jednostka mieszająca/wtrysk gazu/wtrysk cieczy/wtrysk bezpośredni ⁽²⁾
- 3.2.3.1. Regulacja stężenia mieszanki:
- 3.2.3.2. Opis układu lub schemat i rysunki:
- 3.2.3.3. Numer świadectwa zgodnie z 1999/96/WE:
- 3.2.4. Jednostka mieszająca
- 3.2.4.1. Numer:
- 3.2.4.2. Marka(-i):
- 3.2.4.3. Typ(-y):
- 3.2.4.4. Umieszczenie:
- 3.2.4.5. Możliwości regulacji:
- 3.2.4.6. Numer świadectwa zgodnie z 1999/96/WE:
- 3.2.5. Wlot przewodu wtryskowego
- 3.2.5.1. Wtrysk: jednopunktowy/wielopunktowy ⁽²⁾
- 3.2.5.2. Wtrysk: ciągły/zsynchronizowany/sekwencyjny ⁽²⁾
- 3.2.5.3. Urządzenie wtryskowe

⁽¹⁾ W przypadku układów kładzionych w inny sposób, podać informacje równoważne (dla ppkt 3.2).

⁽²⁾ Niepotrzebne skreślić.

3.2.5.3.1. Marka(-i):

3.2.5.3.2. Typ(-y):

3.2.5.3.3. Możliwość regulacji:

3.2.5.3.4. Numer świadectwa zgodnie z 1999/96/WE:

3.2.5.4. Pompa zasilająca (gdy ma to zastosowanie):

3.2.5.4.1. Marka(-i):

3.2.5.4.2. Typ(-y):

3.2.5.4.3. Numer świadectwa zgodnie z 1999/96/WE:

3.2.5.5. Wtryskiwacz(-e)

3.2.5.5.1. Marka(-i):

3.2.5.5.2. Typ(-y):

3.2.5.5.3. Numer świadectwa zgodnie z 1999/96/WE:

3.2.6. Wtrysk bezpośredni

3.2.6.1. Pompa wtryskowa/regulator ciśnienia ⁽¹⁾

3.2.6.1.1. Marka(-i):

3.2.6.1.2. Typ(-y):

3.2.6.1.3. Moment zapłonu:

3.2.6.1.4. Numer świadectwa zgodnie z 1999/96/WE:

3.2.6.2. Wtryskiwacz(-e)

3.2.6.2.1. Marka(-i):

3.2.6.2.2. Typ(-y):

3.2.6.2.3. Ciśnienie otwierające lub schemat właściwości ⁽²⁾:

3.2.6.2.4. Numer świadectwa zgodnie z 1999/96/WE:

3.2.7. Elektroniczna jednostka sterująca (ECU)

3.2.7.1. Marka(-i):

3.2.7.2. Typ(-y):

3.2.7.3. Zakres regulacji:

3.2.8. Urządzenie specyficzne dla paliwa NG

3.2.8.1. Wariant 1

(tylko w przypadku homologacji silników dla kilku konkretnych składów paliwa)

3.2.8.1.1. Skład paliwa:

metan (CH ₄):	baza:	% mol	min	% mol	maks	% mol
etan (C ₂ H ₆):	baza:	% mol	min	% mol	maks	% mol
propan (C ₃ H ₈):	baza:	% mol	min	% mol	maks	% mol
butan (C ₄ H ₁₀):	baza:	% mol	min	% mol	maks	% mol
C5/C5 +:	baza:	% mol	min	% mol	maks	% mol
tlen (O ₂):	baza:	% mol	min	% mol	maks	% mol
gaz obojętny (N ₂ , He, itp.):	baza:	% mol	min	% mol	maks	% mol

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.⁽²⁾ Podać tolerancję.

- 3.2.8.1.2. Wtryskiwacz(-e)
- 3.2.8.1.2.1. Marka(-i):
- 3.2.8.1.2.2. Typ(-y):
- 3.2.8.1.3. Inne (gdy jest to właściwe)
- 3.2.8.2. Wariant 2
- (tylko w przypadku homologacji dla kilku konkretnych składów paliwa)
4. **Rozrząd zaworowy**
- 4.1. Maksymalne uniesienie zaworów i kąty otwarcia i zamknięcia w odniesieniu do martwych punktów lub dane równoważne:
- 4.2. Zakresy odniesienia lub zakresy ustawień ⁽¹⁾:
5. **Układ zapłonu (tylko silniki z zapłonem iskrowym)**
- 5.1. Rodzaj układu zapłonowego: cewka i świece wspólne/cewka i świece oddzielne/świeca na cewce/inne (określić) ⁽¹⁾
- 5.2. Jednostka sterowania zapłonem
- 5.2.1. Marka(-i):
- 5.2.2. Typ(-y):
- 5.3. Krzywa wyprzedzenia zapłonu/wykres wyprzedzenia ⁽¹⁾, ⁽²⁾:
- 5.4. Ustawienie zapłonu ⁽²⁾: stopień przed TDC przy prędkości rpm i
WYKRES kPa
- 5.5. Świece zapłonowe
- 5.5.1. Marka(-i):
- 5.5.2. Marka(-i):
- 5.5.3. Regulacja szczeliny: mm
- 5.6. Cewka(-i) zapłonowa(-e)
- 5.6.1. Marka(-i):
- 5.6.2. Typ(-y):

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

⁽²⁾ Podać tolerancję.

Dodatek 4

WŁAŚCIWOŚCI CZĘŚCI POJAZDU ZWIĄZANYCH Z SILNIKIEM

1. Spadek ciśnienia układu wlotowego przy prędkości znamionowej silnika i przy 100 % obciążenia: kPa
2. Ciśnienie wsteczne układu wydechowego przy prędkości znamionowej silnika i przy 100 % obciążenia: kPa
3. Objętość układu wydechowego: cm³
4. Moc pochłaniana przez urządzenia dodatkowe potrzebne do pracy silnika i w warunkach eksploatacyjnych podanych w dyrektywie 80/1269/EWG ⁽¹⁾, ostatnio zmienionej dyrektywą 97/21/WE ⁽²⁾ załącznik I ppkt 5.1.1.

Urządzenia	Moc pochłaniana (kW) przy różnych prędkościach obrotowych silnika						
	Bieg jałowy	Prędkość niska	Prędkość wysoka	Prędkość A ⁽¹⁾	Prędkość B ⁽¹⁾	Prędkość C ⁽¹⁾	Prędkość odniesiona ⁽²⁾
P(a) Urządzenia dodatkowe potrzebne do pracy silnika (do odjęcia od zmierzonej mocy silnika) patrz załącznik I ppkt 6.1.							

⁽¹⁾ Badanie ESC.

⁽²⁾ Tylko badanie ETC.

ZAŁĄCZNIK III

PROCEDURA BADANIA

1. WPROWADZENIE

- 1.1. Niniejszy załącznik opisuje metody wyznaczania poziomów emisji komponentów gazowych, pyłów i zadyminienia spalin przez badane silniki. Opisano trzy cykle badań stosowane zgodnie z przepisami załącznika I ppkt 6.2:

- ESC składający się z 13 trybów cyklu warunków stałych,
- ELR składający się ze stopni obciążenia chwilowego przy różnych prędkościach stanowiących integralne części jednej procedury badania i przeprowadzanych jednocześnie,
- ETC składający się z sekwencji sekundowych trybów chwilowych.

- 1.2. Badanie przeprowadza się na silniku zamocowanym na stole do badań i połączonym z dynamometrem.

1.3. Zasada pomiaru

Poziomy emisji mierzone w spalinach silnika uwzględniają komponenty gazowe (tlenek węgla, węglowodory ogółem dla silników Diesla tylko w badaniu ESC; węglowodory niemietanowe dla silników Diesla i silników gazowych tylko w badaniu ETC; metan dla silników gazowych tylko w badaniu ETC i tlenki azotu), pyły (tylko silniki Diesla) i zadyminienie spalin (silniki Diesla tylko w badaniu ELR). Ponadto dwutlenku węgla często używa się jako gazu znakującego do wyznaczania współczynnika rozcieńczenia w układach częściowego i pełnego rozcieńczenia przepływu. Dobra praktyka inżynierska zaleca przeprowadzenie ogólnego pomiaru dwutlenku węgla jako doskonałego narzędzia do wykrywania błędów pomiaru podczas wykonywania badania.

1.3.1. Badanie ESC

Podczas zalecanej sekwencji warunków eksploatacyjnych rozgrzanego silnika należy w sposób ciągły badać poziomy emisji podane powyżej poprzez pobranie próbki nieoczyszczonych spalin. Cykl badania składa się z kilku trybów prędkości i mocy obejmujących typowy zakres roboczy silników Diesla. W każdym trybie ustala się, a następnie waży zmierzone wartości każdej z gazowych substancji zanieczyszczających, poziom przepływu spalin i wydajność mocy. Próbkę pyłów rozcieńcza się kondycjonowanym powietrzem atmosferycznym. W toku pełnej procedury badania pobiera się jedną próbkę, zebraną na odpowiednich filtrach. Jak opisano w dodatku 1 do niniejszego załącznika, oblicza się masę każdej z substancji zanieczyszczających w gramach na kilowat. Ponadto mierzy się poziom NO_x w trzech punktach badania w obszarze kontrolnym wybranym przez służbę techniczną ⁽¹⁾, a zmierzone wartości porównuje z wartościami obliczonymi dla trybów cyklu badania obejmujących wybrane punkty badania. Kontrola poziomu NO_x zapewnia skuteczność kontroli emisji silnika w typowym zakresie roboczym silnika.

1.3.2. Badanie ELR

W wyznaczonym badaniu obciążeniowym za pomocą dymomierza ustalony zostaje poziom zadyminienia spalin emitowanych przez rozgrzany silnik. Badanie polega na obciążeniu silnika przy prędkości stałej 10 %-100 % obciążenia przy trzech, różnych prędkościach silnika. Ponadto uruchomiony zostaje czwarty stopień obciążenia wybrany przez służbę techniczną ⁽¹⁾, a wartość jest porównywana z wartościami z poprzednich obciążeń. Jak opisano w dodatku 1 do niniejszego załącznika, szczytowa wartość zadyminienia spalin zostaje ustalona przy użyciu algorytmu uśredniającego.

⁽¹⁾ Punkty badania wybiera się zgodnie z zatwierdzonymi metodami statystycznymi randomizacji.

1.3.3. *Badanie ETC*

W wyznaczonym cyklu chwilowych warunków eksploatacyjnych rozgrzanego silnika, opartym ściśle na schematach jazdy dostosowanych do warunków drogowych silników o dużej przeciętalności instalowanych w samochodach ciężarowych i autobusach, substancje zanieczyszczające wymienione powyżej są mierzone po rozcieńczeniu ogólnych spalin kondycjonowanym powietrzem atmosferycznym. Przy wykorzystaniu momentu obrotowego silnika i impulsów zwrotnych prędkości dynamometru silnika zostaje odpowiednio zsynchronizowana moc z czasem cyklu uzyskanym podczas pracy silnika w cyklu. Stężenie NO_x i HC ustala się w trakcie cyklu przez zsynchronizowanie impulsu analizatora. Stężenia CO , CO_2 i NMHC może zostać ustalone przez zsynchronizowanie impulsu analizatora lub za pomocą wychwytywania próbek. Dla pyłów próbkę proporcjonalną zbiera się na odpowiednich filtrach. Współczynnik przepływu rozcieńczonych spalin ustala się w cyklu przez obliczenie ogólnych wartości emisji zanieczyszczeń. Ogólne wartości emisji są odnoszone do pracy silnika, aby otrzymać wartość w gramach na kilowatogodzinę dla każdej substancji zanieczyszczającej, jak opisano w dodatku 2 do niniejszego załącznika.

2. WARUNKI BADAŃ

2.1. **Warunki badań silnika**

2.1.1. Temperaturę bezwzględną (T_a) powietrza w silniku na wlocie do silnika wyraża się w stopniach Kelvina, a suche ciśnienie atmosferyczne (p_s), wyrażone w kPa, mierzy się wyznaczając parametr F, zgodnie z następującymi przepisami:

a) dla silników Diesla:

Silniki naturalnie zasysające i mechanicznie doładowywane:

$$F = \left(\frac{99}{p_s} \right) * \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,7}$$

Silniki doładowywane z lub bez chłodzenia powietrza wlotowego:

$$F = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0,7} * \left(\frac{T_a}{298} \right)^{1,5}$$

b) dla silników gazowych:

$$F = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{1,2} * \left(\frac{T_a}{298} \right)^{0,6}$$

2.1.2. *Ważność badania*

Aby badanie można było uznać za ważne, parametr F powinien wynieść:

$$0,96 \leq F \leq 1,06$$

2.2. **Silniki z chłodzeniem wsadu powietrza**

Notuje się temperaturę wsadu powietrza, która przy maksymalnej prędkości deklarowanej i pełnym obciążeniu wynosi w granicach ± 5 K temperatury maksymalnej wsadu powietrza określonej w załączniku II dodatek 1 ppkt 1.16.3. Temperatura chłodziwa powinna wynosić przynajmniej 293 K (20 °C).

Jeżeli stosuje się układ zakładu prób i badań lub dmuchawę zewnętrzną, temperatura wsadu powietrza wynosi ± 5 K maksymalnej temperatury wsadu powietrza określonej w załączniku II dodatek 1 ppkt 1.16.3 przy prędkości deklarowanej mocy maksymalnej i pełnym obciążeniu. W całym cyklu badania używa się chłodziwa wsadu powietrza, aby spełnić powyższe warunki.

2.3. Układ wlotu powietrza do silnika

Układ wlotu powietrza do silnika używa się do obrazowania zakresu wartości powietrza wlotowego ± 100 Pa górnej wartości granicznej dla silnika eksploatowanego przy prędkości przy maksymalnej mocy deklarowanej i pełnym obciążeniu.

2.4. Układ wydechowy silnika

Wykorzystuje się układ wydechowy z ciśnieniem wstecznym spalin w granicach $\pm 1\,000$ Pa górnej wartości granicznej silnika eksploatowanego przy prędkości deklarowanej mocy maksymalnej i pełnym obciążeniu oraz o objętości $\pm 40\%$ wartości podanej przez producenta. Można użyć układu zakładu prób i badań, pod warunkiem że reprezentuje on rzeczywiste warunki eksploatacji silnika. Układ wydechowy spełnia warunki dotyczące pobierania próbek spalin jak określono w załączniku III dodatek 4 ppkt 3.4 oraz w załączniku V ppkt 2.2.1, EP oraz ppkt 2.3.1, EP.

Jeżeli silnik wyposażony jest w urządzenie oczyszczania spalin, rura wydechowa musi mieć taką samą średnicę, jak średnica stosowana w czterech pompach prowadzących do wlotu wstępnej części rozszerzonej, w której znajduje się urządzenie oczyszczające. Odległość od kołnierza przewodu wydechowego lub wylotu turbodoładowania do urządzenia oczyszczającego powinna być taka sama, jak w konfiguracji pojazdu lub mieścić się w specyfikacji odległości podanej przez producenta. Ciśnienie wsteczne spalin lub ciśnienie graniczne spełnia te same kryteria, co kryteria podane powyżej i można je wyregulować za pomocą zaworu. Zbiornik oczyszczania można zdjąć podczas badań pozorowanych i odwzorowywania silnika oraz zastąpić równoważnym zbiornikiem ze wspomaganie katalizatora nieaktywnego.

2.5. Układ chłodzenia

Należy stosować układ chłodzenia silnika o sprawności wystarczającej do utrzymania silnika w granicach normalnej temperatury roboczej przewidzianej przez producenta.

2.6. Olej smarowy

Jak określono w załączniku II dodatek 1 ppkt 7.1 wraz z badaniem odnotowywane i przedstawiane są specyfikacje oleju smarowego użytego do badania.

2.7. Paliwo

Paliwo jest paliwem wzorcowym określonym w załączniku IV.

Temperaturę paliwa i punkt pomiarowy określa producent w granicach podanych w załączniku II dodatek 1 ppkt 1.16.5. Temperatura paliwa nie może być niższa niż 306 K (33 °C). Jeśli nie została ona określona, powinna wynosić $311\text{ K} \pm 5\text{ K}$ ($38\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$) na wlocie podawania paliwa.

Dla silników napędzanych NG i LPG temperatura paliwa i punkt pomiarowy mieszczą się w granicach przedstawionych w załączniku II dodatek 1 ppkt 1.16.5 lub w załączniku II dodatek 3 ppkt 1.16.5 w przypadkach gdy silnik nie jest silnikiem macierzystym.

2.8. Badanie układów oczyszczania spalin

Jeżeli silnik jest wyposażony w układ oczyszczania spalin, poziomy emisji mierzone w cyklu(-ach) badań są reprezentatywne dla poziomów emisji w terenie. Jeżeli nie można tego uzyskać w jednym cyklu badania (np. dla filtrów pyłów o okresowej regeneracji), należy przeprowadzić kilka cykli badania, a wyniki badania uśrednić lub zważyć. Dokładną procedurę ustala producent silnika i służba techniczna na podstawie dobrej praktyki inżynierskiej.

Dodatek 1

CYKLE BADAŃ ESC I ELR

1. USTAWIENIA SILNIKA I DYNAMOMETRU

1.1. Wyznaczanie prędkości obrotowych silnika A, B, i C

Prędkości obrotowe silnika A, B i C deklaruje producent zgodnie z następującymi przepisami:

Prędkość wysoką n_{hi} wyznacza się przez obliczenie 70 % deklarowanej maksymalnej mocy netto $P(n)$ jak określono w załączniku II dodatek 1 ppkt 8.2. Najwyższą prędkość obrotową silnika, przy której występuje ta wartość mocy na krzywej mocy określa się jako n_{hi} .

Prędkość niską n_{lo} wyznacza się przez obliczenie 50 % deklarowanej maksymalnej mocy netto $P(n)$ jak określono w załączniku II dodatek 1 ppkt 8.2. Najniższą prędkość obrotową silnika, przy której występuje ta wartość mocy na krzywej mocy określa się jako n_{lo} .

Prędkości obrotowe silnika A, B i C oblicza się następująco:

$$\text{Prędkość A} = n_{lo} + 25 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

$$\text{Prędkość B} = n_{lo} + 50 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

$$\text{Prędkość C} = n_{lo} + 75 \% (n_{hi} - n_{lo})$$

Prędkości obrotowe silnika A, B i C można weryfikować za pomocą następujących metod:

- Podczas zatwierdzania pracy silnika należy zmierzyć dodatkowe punkty badania zgodnie z dyrektywą 80/1269/EWG w celu dokładnego wyznaczenia wartości n_{hi} i n_{lo} . Moc maksymalną, n_{hi} i n_{lo} wyznacza się z krzywej mocy, a prędkości silnika A, B i C oblicza się zgodnie z przepisami wymienionymi powyżej.
- Silnik należy odwzorować wzdłuż krzywej pełnego obciążenia, od maksymalnej prędkości przy pełnym obciążeniu do prędkości na biegu jałowym, wykorzystując przynajmniej 5 punktów pomiarowych na odcinkach 1 000 rpm i punkty pomiarowe w zakresie ± 50 rpm prędkości przy deklarowanej mocy maksymalnej. Moc maksymalną n_{hi} i n_{lo} wyznacza się z tej krzywej odwzorowania, a prędkości silnika A, B i C oblicza się zgodnie z powyższymi przepisami.

Jeżeli zmierzone prędkości silnika A, B i C mieszczą się w ± 3 % prędkości silnika deklarowanej przez producenta, deklarowane prędkości silnika wykorzystuje się do badania poziomów emisji. Jeżeli dla którejkolwiek z prędkości silnika tolerancja zostanie przekroczona, do badania poziomów emisji wykorzystuje się zmierzone prędkości silnika.

1.2. Ustalanie nastawów dynamometru

Krzywą momentu obrotowego przy pełnym obciążeniu ustala się eksperymentalnie dla obliczenia wartości momentu obrotowego dla określonych trybów badania w warunkach netto, jak określono w załączniku II dodatek 1 ppkt 8.2. W razie potrzeby należy uwzględnić moc absorbowaną przez urządzenia napędzane silnikiem. Nastawienie dynamometru dla każdego trybu badania oblicza się przy użyciu wzoru:

$$s = P(n) * \frac{L}{100} \text{ dla badania w warunkach netto}$$

$$s = P(n) * \frac{L}{100} + (P(a) - P(b)) \text{ dla badania w warunkach innych, niż warunki czyste}$$

gdzie:

s = nastawienie dynamometru, kW

$P(n)$ = moc netto silnika zgodnie z załącznikiem II dodatek 1 ppkt 8.2, kW

L = obciążenie procentowe zgodne jak określono w ppkt 2.7.1, %

$P(a)$ = moc absorbowana przez urządzenia dodatkowe montowane jak określono w załączniku II dodatek 1 ppkt 6.1

$P(b)$ = moc absorbowana przez urządzenia dodatkowe zdejmowane jak określono w załączniku II dodatek 1 ppkt 6.2

2. PRZEBIEG BADANIA ESC

Na żądanie producentów można przeprowadzić badanie pozorowane w celu kondycjonowania silnika i układu wydechowego przed rozpoczęciem cyklu pomiarowego.

2.1. Przygotowanie filtrów do zbierania próbek

Każdy filtr (parę) umieszcza się w komorze wagowej w zamkniętym, ale nieuszczelnionym naczyniu Petriego na przynajmniej godzinę przed badaniem w celu ustabilizowania. Pod koniec okresu stabilizowania każdy filtr (parę) waży się a tarę odnotowuje. Następnie filtr (parę) umieszcza się w zamkniętym naczyniu Petriego lub uszczelnionej obsadce filtra do chwili rozpoczęcia badania. Jeżeli filtr (para) nie zostaną użyte w ciągu ośmiu godzin od chwili wyjęcia z komory wagowej, przed użyciem należy go ponownie poddać obróbce i zważyć.

2.2. Instalowanie urządzeń pomiarowych

Oprządkowanie i sondy do pobierania próbek instaluje się w miarę potrzeb. Jeżeli do rozcieńczania spalin używa się układu pełnego rozcieńczania przepływu, do układu należy podłączyć przewód wylotowy.

2.3. Uruchamianie układu rozcieńczania i silnika

Układ rozcieńczania i silnik jest uruchamiany i rozgrzewany do momentu ustabilizowania się wszystkich wartości temperatury i ciśnienia przy mocy maksymalnej zgodnie z zaleceniami producenta oraz dobrej praktyki inżynierskiej.

2.4. Uruchamianie układu pobierania próbek pyłów

Układ pobierania próbek pyłów uruchamia się i wykorzystuje na obejściu. Poziom pyłów w powietrzu rozcieńczającym może zostać ustalony przez przepuszczenie powietrza rozcieńczającego przez filtry pyłów. Jeżeli wykorzystuje się przefiltrowane powietrze rozcieńczające przed lub po badaniu przeprowadza się jeden pomiar. Jeżeli powietrze rozcieńczające nie zostało przefiltrowane, można przeprowadzić i zanotować wartości pomiarów przeprowadzonych na początku i na końcu cyklu.

2.5. Regulacja współczynnika rozcieńczania

Powietrze rozcieńczające reguluje się w taki sposób, by temperatura rozcieńczonych spalin zmierzona bezpośrednio na wejściu filtra głównego nie przekraczała 325 K (52 °C) w dowolnym trybie. Współczynnik rozcieńczenia (q) nie może być niższy niż 4.

Dla układów wykorzystujących do ustalania współczynnika rozcieńczania pomiar stężenia CO₂ lub NO_x, stężenie CO₂ lub NO_x w powietrzu rozcieńczającym musi zostać zmierzone na początku i na końcu każdego badania. Wartości pomiarów stężenia w powietrzu rozcieńczającym CO₂ i NO_x wykonane przed i po badaniu muszą się mieścić odpowiednio w wartości 100 ppm lub 5 ppm zakresu ustalonego dla każdej z tych substancji.

2.6. Sprawdzanie analizatorów

Analizatory emisji ustawia się na zero i reguluje kluczem.

2.7. Cykl badania

2.7.1. Podczas pracy dynamometru na badanym silniku należy przeprowadzić trzynastotrybowy cykl:

Numer trybu	Prędkość silnika	Obciążenie procentowe	Współczynnik wagowy	Długość trybu
1	jałowa	-	0,15	4 minuty
2	A	100	0,08	2 minuty
3	B	50	0,10	2 minuty
4	B	75	0,10	2 minuty
5	A	50	0,05	2 minuty
6	A	75	0,05	2 minuty
7	A	25	0,05	2 minuty
8	B	100	0,09	2 minuty
9	B	25	0,10	2 minuty
10	C	100	0,08	2 minuty
11	C	25	0,05	2 minuty
12	C	75	0,05	2 minuty
13	C	50	0,05	2 minuty

2.7.2. Sekwencja badania

Uruchamia się sekwencję badania. Badanie wykonuje się w kolejności trybów podanej w ppkt 2.7.1.

W każdym trybie silnik musi pracować przez wyznaczony czas, w którym osiąga pełną prędkość obrotową silnika oraz zmiany obciążenia w ciągu pierwszych 20 sekund. Określoną prędkość utrzymuje się w zakresie ± 50 rpm, natomiast określony moment obrotowy utrzymuje się w zakresie ± 2 % maksymalnego momentu obrotowego przy prędkości badania.

Na żądanie producentów, w celu zbierania na filtrach próbek o większym rozmiarze, sekwencję badania można powtarzać kilkakrotnie. Producent dostarcza szczegółowy opis oceny wyników i procedur obliczeniowych. Poziom zanieczyszczeń gazowych ustala się jedynie w pierwszym cyklu.

2.7.3. Reakcja analizatora

Wynik z analizatorów rejestruje się na wydruku lub mierzy za pomocą równoważnego układu uzyskiwania danych przepuszczając spaliny przez analizator przez cały czas trwania cyklu badania.

2.7.4. Pobieranie próbek pyłów

Do zakończenia procedury badania wykorzystuje się jedną parę filtrów (filtr główny i filtry dodatkowe, patrz załącznik III dodatek 4). Modalne współczynniki wagowe podane w procedurze cyklu badania brane są pod uwagę podczas pobierania próbki proporcjonalnej do masy przepływu spalin w każdym z poszczególnych trybów. Można to uzyskać przez odpowiednie dostosowanie natężenia przepływu próbki, czasu pobierania próbek lub współczynnika rozcieńczenia w taki sposób, by spełnione zostało kryterium efektywności współczynników wagowych określone w ppkt 5.6.

W każdym trybie czas pobierania próbek musi wynieść przynajmniej 4 sekundy na 0,01 współczynnika wagowego. Pobieranie próbek należy przeprowadzać w każdym trybie jak najpóźniej. Pobieranie próbek pyłów należy zakończyć nie wcześniej niż 5 sekund przed zakończeniem każdego trybu.

2.7.5. Stan silnika

W każdym trybie, a w każdym razie w ostatniej minucie każdego trybu, odnotowuje się prędkość i obciążenie silnika, temperaturę i spadek ciśnienia powietrza wlotowego, temperaturę i ciśnienie wsteczne spalin, przepływ paliwa i przepływ powietrza lub spalin, temperaturę powietrza zasilającego, temperaturę paliwa i wilgotność przy zachowaniu podczas pobierania próbek pyłów wymagań dotyczących prędkości i obciążenia (patrz ppkt 2.7.2).

Odnotowuje się wszelkie dodatkowe dane niezbędne do przeprowadzenia obliczeń (patrz pkt 4 i 5).

2.7.6. Sprawdzenie poziomu NO_x w obszarze kontrolnym

Kontrolę poziomu NO_x w obszarze kontrolnym przeprowadza się niezwłocznie po zakończeniu trybu 13.

Przed rozpoczęciem pomiaru silnik na trzy minuty wprowadza się w tryb 13. W różnych miejscach obszaru pomiarowego, wybranych przez służbę techniczną ⁽¹⁾, dokonuje się trzech pomiarów. Każdy pomiar trwa 2 minuty.

Procedura pomiarowa jest identyczna jak procedura pomiaru NO_x w cyklu 13-trybowym i należy ją wykonywać zgodnie z ppkt 2.7.3, 2.7.5, i 4.1 niniejszego załącznika oraz załącznikiem III dodatek 4 pkt 3.

Obliczenia przeprowadza się zgodnie z pkt 4.

2.7.7. Ponowne sprawdzanie analizatorów

Po badaniu poziomów emisji do ponownego sprawdzenia wyników używa się gazu zerowego lub gazu zakresowego. Badanie uznaje się za istotne, jeżeli różnica między wynikami przed badaniem i po badaniu jest mniejsza niż 2 % wartości gazu.

3. PRZEBIEG BADANIA ELR

3.1. Instalacja urządzeń pomiarowych

Dymomierz i sondy do pobierania próbek, jeżeli mają zastosowanie, są instalowane za tłumikiem spalin lub urządzeniem oczyszczania spalin, jeżeli urządzenia te zostały zainstalowane, zgodnie z procedurami instalacji podanymi przez producenta przyrządu. Ponadto przestrzega się wymagań pkt 10 normy ISO IDS 11614, gdy jest to właściwe.

Przed przeprowadzeniem kontroli punktu zero i pełnego zakresu dymomierz jest rozgrzany i ustabilizowany zgodnie z zaleceniami producenta. Jeżeli dymomierz wyposażono w układ powietrza oczyszczającego, zapobiegający osiadaniu sadzy na optycznych elementach miernika, układ ten również należy uruchomić i ustawić zgodnie z zaleceniami producenta.

3.2. Sprawdzenie dymomierza

Kontrolę punktu zerowego i pełnej skali przeprowadza się w trybie odczytu dymomierza, ponieważ skala zadymienia spalin daje dwa punkty kalibracji, tzn. 0 % zadymienia spalin i 100 % zadymienia spalin. Oblicza się właściwie współczynnik pochłaniania w oparciu o zmierzony poziom zadymienia spalin i wartość L_A podane przez producenta dymomierza, w momencie przywrócenia przyrządu do trybu odczytu k przeznaczanego do badania.

Nie blokując wiązki światła dymomierza, odczyt należy ustawić na $0,0 \% \pm 1,0 \%$ zadymienia spalin. Zapobiegając dojściu wiązki światła do odbiornika, odczyt jest ustawiany na $100,0 \% \pm 1,0 \%$ zadymienia spalin.

3.3. Cykl badania

3.3.1. Kondycjonowanie silnika

Rozgrzanie silnika i układu przeprowadza się przy mocy maksymalnej w celu ustabilizowania parametrów silnika zgodnie z zaleceniem producenta. W fazie kondycjonowania wstępnego pomiar jest zabezpieczony przed niepożądanym wpływem osadów nagromadzonych w układzie wydechowym z poprzedniego badania.

Po ustabilizowaniu silnika cykl rozpoczyna się w czasie 20 ± 2 s po fazie kondycjonowania wstępnego. Przed cyklem pomiarowym, na żądanie producentów, przeprowadzić można badanie pozorowane w celu przeprowadzenia dodatkowego kondycjonowania silnika.

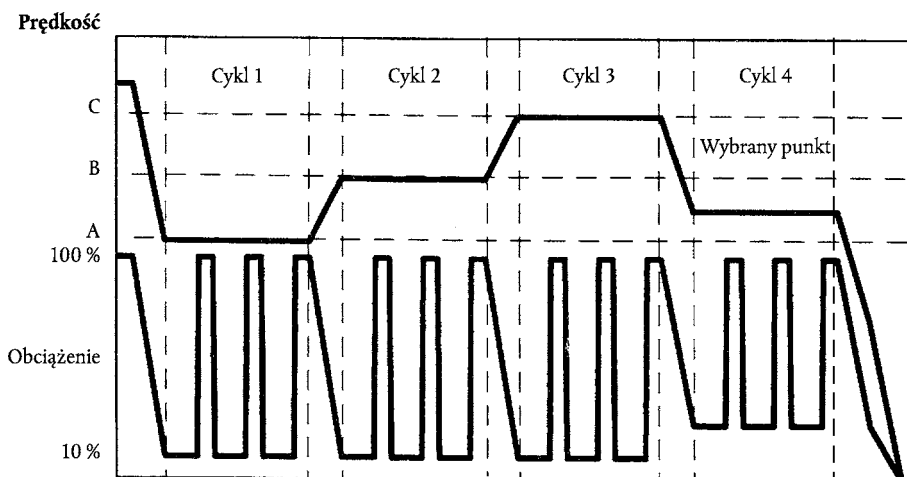
⁽¹⁾ Punkty badania wybiera się zgodnie z zatwierdzonymi metodami statystycznymi randomizacji.

3.3.2. Sekwencja badania

Badanie składa się z sekwencji trzech obciążeń przy każdej z trzech prędkości silnika A (cykl 1), B (cykl 2) i C (cykl 3) ustalonych zgodnie z załącznikiem III ppkt 1.1, po której następuje cykl 4 przy prędkości w obszarze kontrolnym i obciążeniu pomiędzy 10 % i 100 %, wybranym przez służbę techniczną ⁽¹⁾. Podczas pracy dynamometru na badanym silniku należy wykonać sekwencję przedstawioną na rysunku 3.

Rysunek 3

Sekwencja badania ELR



- a) Silnik pracuje na prędkości A i 10 % obciążenia przez 20 ± 2 s. Podana prędkość jest utrzymywana w zakresie wartości ± 20 rpm, a określony moment obrotowy w zakresie wartości ± 2 % maksymalnego momentu obrotowego przy prędkości badania.
- b) Na zakończenie poprzedniego etapu zostaje szybko przesunięta dźwignia kontroli prędkości i przytrzymana w pozycji szerokiego otwarcia przez 10 ± 1 s. Stosuje się obciążenie dynamometru niezbędne do utrzymania prędkości silnika w zakresie ± 150 rpm przez pierwsze 3 s, a następnie ± 20 rpm w pozostałym czasie etapu.
- c) Sekwencję opisaną w lit. a) i b) powtarza się dwukrotnie.
- d) Po zakończeniu trzeciego stopnia obciążenia silnik jest ustawiony na prędkość obrotową silnika B i 10 procent obciążenia przez 20 ± 2 s.
- e) Sekwencję opisaną w lit. a)-c) prowadzi się z silnikiem pracującym na prędkości B.
- f) Po zakończeniu trzeciego stopnia obciążenia silnik dostosowuje się na prędkość silnika C i 10 % w czasie 20 ± 2 s.
- g) Sekwencję opisaną w lit. a)-c) przeprowadza się na silniku pracującym na prędkości silnika C.
- h) Po zakończeniu trzeciego stopnia obciążenia silnik dostosowuje się do wybranej prędkości silnika i dowolnego obciążenia powyżej 10 % w czasie 20 ± 2 s.
- i) Sekwencję opisaną w lit. a)-c) prowadzi się na silniku pracującym przy wybranej prędkości silnika.

3.4. Walidacja cyklu

Względne odchylenia standardowe średnich wartości zadymienia spalin przy każdej prędkości (SV_A , SV_B , SV_C obliczone zgodnie z ppkt 6.3.3 niniejszego załącznika z trzech kolejnych stopni obciążenia przy każdej prędkości badania) powinny być niższe niż 15 % wartości średniej lub 10 % wartości granicznej podanej w załączniku I tabela I w zależności od tego, która z tych wartości jest wyższa. Jeżeli różnica jest wyższa, sekwencję należy powtórzyć do momentu, gdy 3 kolejne stopnie obciążenia spełnią kryteria atestacji.

⁽¹⁾ Punkty badania wybiera się zgodnie z zatwierdzonymi metodami statystycznymi randomizacji.

3.5. Ponowne sprawdzenie dymomierza

Wartość zerowego punktu odchylenia dymomierza zmierzona po badaniu nie powinna przekroczyć $\pm 5,0 \%$ wartości granicznej przedstawionej w załączniku I tabela I.

4. OBLICZANIE POZIOMU EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH

4.1. Ocena danych

Dla potrzeb oceny poziomu emisji zanieczyszczeń gazowych należy uśrednić wartości odczytu dla ostatnich 30 sekund każdego z trybów a średnie stężenie (stężenie) HC, CO i NO_x w każdym trybie jest ustalane ze średnich odczytów i odpowiadających im danych kalibracji. Można użyć innego typu rejestracji danych, jeżeli zapewnia ona równoważne uzyskiwanie danych.

Dla kontroli poziomu emisji NO_x w obszarze kontrolnym wymagania podane powyżej stosuje się wyłącznie NO_x.

Przepływ spalin G_{EXHW} lub przepływ rozcieńczonych spalin G_{TOTW} , jeżeli używa się ich fakultatywnie, ustala się zgodnie z załącznikiem III dodatek 4 ppkt 2.3.

4.2. Korekcja sucha/mokra

Zmierzone stężenia przelicza się na stan mokry zgodnie z podanymi poniżej wzorami, jeżeli wcześniej nie zmierzono ich w stanie mokrym.

stężenie(mokre) = K_w * stężenie (suche)

Dla nieoczyszczonych spalin:

$$K_{w,r} = \left(1 - F_{FH} * \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} \right) - K_{W2}$$

oraz

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left(1 + \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRW}} \right)}$$

Dla rozcieńczonych spalin:

$$K_{w,e,1} = \left(1 - \frac{HTCRAT * CO_2 \% (wet)}{200} \right) - K_{W1}$$

lub

$$K_{w,e,2} = \left(\frac{(1 - K_{W1})}{1 + \frac{HTCRAT * CO_2 \% (dry)}{200}} \right)$$

Dla powietrza rozcieńczającego

Dla powietrza wlotowego (jeżeli odbiega od powietrza rozcieńczającego)

$$K_{W,d} = 1 - K_{W1}$$

$$K_{W,a} = 1 - K_{W2}$$

$$K_{W1} = \frac{1,608 * H_d}{1000 + (1,608 * H_d)}$$

$$K_{W2} = \frac{1,608 * H_a}{1000 + (1,608 * H_a)}$$

$$H_d = \frac{6,220 * R_d * p_d}{p_B - p_d * R_d * 10^{-2}}$$

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * p_a}{p_B - p_a * R_a * 10^{-2}}$$

gdzie:

H_a, H_d = g wody na kg suchego powietrza

R_d, R_a = wilgotność względna powietrza rozcieńczającego/wlotowego, %

p_d, p_a = nasycenie prężności pary powietrza rozcieńczającego/wlotowego, kPa

P_B = ogólne ciśnienie barometryczne, kPa

4.3. Stężenie NO_x względem wilgotności i temperatury

Ponieważ poziom emisji NO_x zależy od warunków powietrza otaczającego, stężenie NO_x jest korygowane względem temperatury i wilgotności powietrza otaczającego za pomocą współczynników podanych w poniższym wzorze:

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 + A * (H_a - 10,71) + B * (T_a - 298)}$$

gdzie:

$$A = 0,309 \text{ G}_{\text{paliwa}}/\text{G}_{\text{powietrza rozcieńczającego}} - 0,0266$$

$$B = -0,209 \text{ G}_{\text{paliwa}}/\text{G}_{\text{powietrza rozcieńczającego}} + 0,00954$$

T_a = temperatura powietrza, K

H_a = wilgotność powietrza wlotowego, g wody na kg suchego powietrza

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * p_a}{p_B - p_a * R_a * 10^{-2}}$$

gdzie

R_a = wilgotność względna powietrza wlotowego, %

p_a = nasycenie prężności pary powietrza wlotowego, kPa

p_B = ogólne ciśnienie barometryczne, kPa

4.4. Obliczanie współczynnika masowego natężenia przepływu

Współczynnik masowego natężenia przepływu spalin (g/h) dla każdego trybu oblicza się następująco, przyjmując gęstość spalin 1,293 kg/m³ w temperaturze 273 K (0 °C) i ciśnieniu 101,3 kPa:

$$1) \text{ NO}_{\text{xmass}} = 0,001587 * \text{NO}_{\text{xconc}} * K_{H,D} * G_{\text{EXHW}}$$

$$2) \text{ CO}_{\text{xmass}} = 0,000966 * \text{CO}_{\text{conc}} * G_{\text{EXHW}}$$

$$3) \text{ HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{HC}_{\text{conc}} * G_{\text{EXHW}}$$

gdzie stężenie NO_{x conc}, CO_{conc}, HC_{conc} ⁽¹⁾ to średnie stężenia (ppm) w nieoczyszczonych spalinach jak określono w ppkt 4.1.

Jeżeli fakultatywnie ustala się poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych w układzie pełnego rozcieńczenia przepływu, stosuje się następujący wzór:

$$1) \text{ NO}_{\text{xmass}} = 0,001587 * \text{NO}_{\text{xconc}} * K_{H,D} * G_{\text{TOTW}}$$

$$2) \text{ CO}_{\text{xmass}} = 0,000966 * \text{CO}_{\text{conc}} * G_{\text{TOTW}}$$

$$3) \text{ HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{HC}_{\text{conc}} * G_{\text{TOTW}}$$

gdzie stężenia NO_{x conc}, CO_{conc}, HC_{conc} ⁽¹⁾ to średnie stężenia skorygowane (ppm) z każdego trybu w rozcieńczonych spalinach, jak określono w załączniku III dodatek 2 ppkt 4.3.1.1.

4.5. Obliczanie emisji konkretnych

Dla poszczególnych części poziomy emisji (g/kWh) oblicza się następująco:

$$\begin{aligned} \text{NO}_x &= \frac{\sum \text{NO}_{\text{xmass}} * \text{WF}_i}{\sum P(n)_i * \text{WF}_i} \\ \text{CO} &= \frac{\sum \text{CO}_{\text{mass}} * \text{WF}_i}{\sum P(n)_i * \text{WF}_i} \\ \text{HC} &= \frac{\sum \text{HC}_{\text{mass}} * \text{WF}_i}{\sum P(n)_i * \text{WF}_i} \end{aligned}$$

Współczynniki wagowe (WF) używane w powyższym obliczeniu są zgodne z ppkt 2.7.1.

⁽¹⁾ W oparciu o równoważnik C1.

4.6. Obliczanie wartości kontrolnych obszaru

Dla trzech punktów kontrolnych wybranych zgodnie z ppkt 2.7.6, poziomy emisji NO_x mierzy się i oblicza zgodnie z ppkt 4.6.1 i ustala za pomocą interpolowania wartości z trybów cyklu badania najbliższych punktowi kontroli zgodnie z ppkt 4.6.2. Następnie zmierzone wartości porównuje się z wartościami interpolowanymi zgodnie z ppkt 4.6.3.

4.6.1. Obliczanie gęstości emisji

Dla każdego z punktów kontrolnych (Z) poziom emisji NO_x oblicza się następująco:

$$\text{NO}_{\text{xmass,Z}} = 0,001587 \cdot \text{NO}_{\text{xconc,Z}} \cdot K_{\text{H,D}} \cdot G_{\text{EXHW}}$$

$$\text{NO}_{\text{x,Z}} = \text{NO}_{\text{xmass,Z}} / P(n)_Z$$

4.6.2. Ustalanie wartości emisji cyklu badania

Poziomy emisji NO_x dla każdego z punktów kontrolnych przemieszcza się z czterech najbliższych trybów cyklu badania obejmującego wybrane punkty kontrolne Z jak przedstawiono na rysunku 4. Do trybów tych (R, S, T, U), stosuje się następujące definicje:

$$\text{Prędkość(R)} = \text{Prędkość(T)} = n_{\text{RT}}$$

$$\text{Prędkość(S)} = \text{Prędkość(U)} = n_{\text{SU}}$$

$$\text{Procent obciążenia (R)} = \text{Procent obciążenia (S)}$$

$$\text{Procent obciążenia (T)} = \text{Procent obciążenia (U)}$$

Poziomy emisji NO_x z wybranego punktu kontrolnego Z oblicza się następująco:

$$E_Z = E_{\text{RS}} + (E_{\text{TU}} - E_{\text{RS}}) \cdot (M_Z - M_{\text{RS}}) / (M_{\text{TU}} - M_{\text{RS}})$$

oraz:

$$E_{\text{TU}} = E_{\text{T}} + (E_{\text{U}} - E_{\text{T}}) \cdot (n_Z - n_{\text{RT}}) / (n_{\text{SU}} - n_{\text{RT}})$$

$$E_{\text{RS}} = E_{\text{R}} + (E_{\text{S}} - E_{\text{R}}) \cdot (n_Z - n_{\text{RT}}) / (n_{\text{SU}} - n_{\text{RT}})$$

$$M_{\text{TU}} = M_{\text{T}} + (M_{\text{U}} - M_{\text{T}}) \cdot (n_Z - n_{\text{RT}}) / (n_{\text{SU}} - n_{\text{RT}})$$

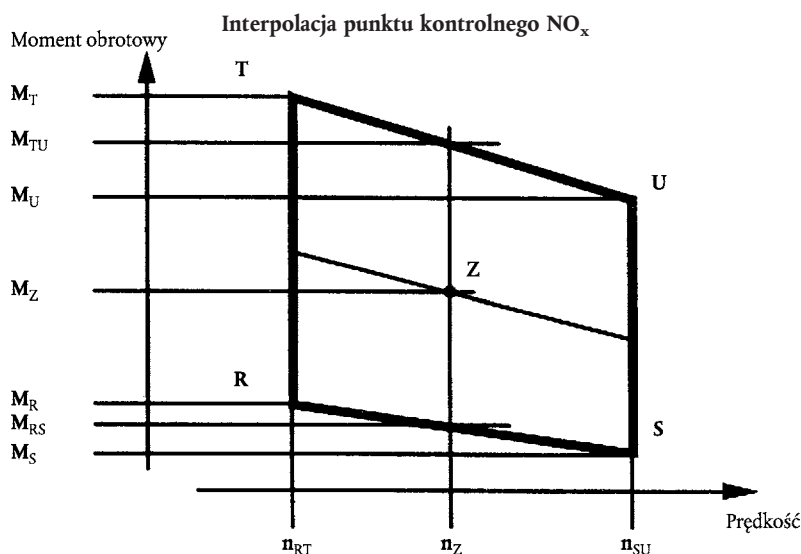
$$M_{\text{RS}} = M_{\text{R}} + (M_{\text{S}} - M_{\text{R}}) \cdot (n_Z - n_{\text{RT}}) / (n_{\text{SU}} - n_{\text{RT}})$$

gdzie:

$E_{\text{R}}, E_{\text{S}}, E_{\text{T}}, E_{\text{U}}$ = określona emisja NO_x trybów obejmujących punkty kontrolne obliczona zgodnie z ppkt 4.6.1.

$M_{\text{R}}, M_{\text{S}}, M_{\text{T}}, M_{\text{U}}$ = moment obrotowy silnika w trybach obejmujących punkty kontrolne

Rysunek 4



4.6.3. Porównanie wartości emisji NO_x

Zmierzone określone wartości emisji NO_x w punkcie kontrolnym ($\text{NO}_{x,z}$) porównuje się z wartością przymieszczoną (E_z) następująco:

$$\text{NO}_{x,\text{diff}} = 100 * (\text{NO}_{x,z} - E_z) / E_z$$

5. OBLICZANIE EMISJI PYŁÓW

5.1. Ocena danych

Do oceny poziomu emisji pyłów odnotowuje się masy całkowite próbek ($M_{\text{SAM},i}$) uzyskane z filtrów w każdym z trybów.

Filtry są ponownie wprowadzane do komory wagowej i kondycjonowane przez co najmniej godzinę, ale nie dłużej niż 80 godzin, a następnie ważone. Odnotowuje się wagę brutto filtrów oraz odejmuje tarę (patrz pkt 1 niniejszego dodatku). Masa pyłów M_f jest sumą mas pyłów zebranych na filtrze głównym i filtrach dodatkowych.

Jeżeli stosuje się korekcję w tle należy odnotować masę powietrza rozcieńczającego (M_{DIL}) przepuszczonego przez filtry oraz masę pyłów (M_d), jeżeli dokonano więcej niż jednego pomiaru, dla każdego wykonanego pomiaru i uśrednionych wartości należy obliczyć iloraz M_d/M_{DIL} .

5.2. Układ częściowego rozcieńczania przepływu

Ostateczne zgłoszone wyniki badań poziomu emisji pyłów wyznacza się w następujących etapach. Ponieważ można użyć różnego typu kontroli współczynnika rozcieńczania, stosuje się różne metody obliczania G_{EDFW} . Wszystkie obliczenia opierają się na uśrednionych wartościach z poszczególnych trybów okresu pobierania próbek.

5.2.1. Układy izokinetyczne

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} * q_i$$

$$q_i = \frac{G_{\text{DILW},1} + (G_{\text{EXHW},i} * r)}{(G_{\text{EXHW},i} * r)}$$

gdzie „r” odpowiada współczynnikowi obszarów przekroju poprzecznego sondy izokinetycznej i rury wydechowej:

$$R = \frac{A_p}{A_T}$$

5.2.2. Układy z pomiarem stężenia CO_2 lub NO_x

$$G_{\text{EDFW},i} = G_{\text{EXHW},i} * q_i$$

$$q_i = \frac{\text{conc}_{E,i} - \text{conc}_{A,i}}{\text{conc}_{D,i} - \text{conc}_{A,i}}$$

gdzie:

conc_E = mokre stężenie gazu znakującego w nieoczyszczonych spalinach

conc_D = mokre stężenie gazu znakującego w rozcieńczonych spalinach

conc_A = mokre stężenie gazu znakującego w powietrzu rozcieńczającym

Stężenia mierzone w stanie suchym należy przekształcić na stężenia mierzone w stanie mokrym zgodnie z ppkt 4.2 niniejszego załącznika.

5.2.3. Układy z pomiarem CO_2 i metodą ważenia węgla ⁽¹⁾

$$G_{\text{EDFW},i} = \frac{206,5 * G_{\text{FUEL},i}}{\text{CO}_{2D,i} - \text{CO}_{2A,i}}$$

gdzie:

CO_{2D} = stężenie CO_2 w rozcieńczonych spalinach

CO_{2A} = stężenie CO_2 w powietrzu rozcieńczającym

(stężenia w % obj. w stanie mokrym)

⁽¹⁾ Wartość obowiązuje jedynie dla paliwa wzorcowego podanego w dodatku 1.

Równanie to opiera się na założeniu ważenia węgla (atomy węgla dostarczone do silnika emitowane jako CO₂) i wyznacza się je w następujących etapach:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

i

$$q_i = \frac{206,5 * G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} * (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

5.2.4. Układy z pomiarem przepływu

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} * q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{(G_{TOTW,i} - G_{DILW,i})}$$

5.3. Układy pełnego rozcieńczania przepływu

Ostateczne przekazane wyniki badania poziomu emisji pyłów ustala się w następujących etapach. Wszystkie obliczenia opierają się na uśrednionych wartościach z trybów w okresie pobierania próbek.

$$G_{EDFW,i} = G_{TOTW,i}$$

5.4. Obliczanie współczynnika masowego natężenia przepływu pyłów

Współczynnik masowego natężenia przepływu pyłów oblicza się następująco:

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1\,000}$$

gdzie

$$\overline{G_{EDFW}} = \sum_{i=1}^{i=n} G_{EDFW,i} * WF_i$$

$$M_{SAM} = \sum_{i=1}^{i=n} M_{SAM,i}$$

i = 1, ..., n

ustalone w cyklu badania przez zsumowanie uśrednionych wartości poszczególnych trybów w okresie pobierania próbek.

Współczynnik masowego natężenia przepływu pyłów można skorygować w tle następująco:

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} * \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) * WF_i \right) \right) \right] * \frac{\overline{G_{EDFW}}}{1\,000}$$

Jeśli wykonano więcej niż jeden pomiar,

(M_d/M_{DIL}) zastępuje się

$$\overline{(M_d/M_{DIL})}$$

DF_i = 13,4/(concCO₂ + (concCO + concHC) * 10⁻⁴) dla poszczególnych trybów

lub,

DF_i = 13,4/concCO₂ dla poszczególnych trybów.

5.5. Obliczanie gęstości emisji

Poziom emisji pyłów oblicza się następująco:

$$\overline{PT} = \frac{PT_{mass}}{\sum P(n)_i * WF_i}$$

5.6. Efektywny współczynnik wagowy

Efektywny współczynnik wagowy $WF_{E,i}$ dla każdego trybu oblicza się następująco:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{SAM,i} * \overline{G_{EDFW}}}{M_{SAM} * G_{EDFW,i}}$$

Wartość współczynnika musi się mieścić w zakresie $\pm 0,003$ ($\pm 0,005$ dla trybu jałowego) współczynników wagowych podanych w ppkt 2.7.1.

6. OBLICZANIE WARTOŚCI ZADYMIENIA

6.1. Algorytm Bessela

Algorytm Bessela wykorzystuje się do obliczenia wartości uśrednionych z 1 s odczytów chwilowego zadyimienia spalin, przeliczonych zgodnie z ppkt 6.3.1. Algorytm ten emuluje niski przebieg drugiej sekwencji filtra, a jego użycie do wyznaczenia współczynników wymaga obliczeń iteracyjnych. Współczynniki są funkcją czasu reakcji układu dymomierza i wskaźnika pobierania próbek. Dlatego ppkt 6.1.1 powtarza się zawsze wtedy, gdy zmienia się czas reakcji układu lub wskaźnik pobierania próbek ulega zmianie.

6.1.1. Obliczanie czasu reakcji filtra i stałych Bessela

Wymagany czas reakcji Bessela (t_F) jest funkcją czasów fizycznej i elektrycznej reakcji układu dymomierza określonych w załączniku III dodatek 4 ppkt 5.2.4 i oblicza się je według następującego równania:

$$t_F = \sqrt{1 - (t_p^2 + t_e^2)}$$

gdzie:

t_p = czas reakcji fizycznej, s

t_e = czas reakcji elektrycznej, s

Obliczenia szacunkowej częstotliwości odłączania filtra (f_c) opierają się na danych wejściowych stopnia 0-1 w $\leq 0,01$ s (patrz załącznik VII). Czas reakcji definiuje się jako czas jaki upłynął od osiągnięcia 10 % wartości Bessela (t_{10}) do osiągnięcia 90 % wartości tej funkcji (t_{90}). Otrzymuje się go przez powtarzanie f_c do momentu gdy $t_{90} - t_{10} = t_F$. Pierwsze powtórzenie f_c ustala się na podstawie następującego wzoru:

$$f_c = \pi / (10 * t_F)$$

Stałe Bessela E i K oblicza się w oparciu o poniższe równania:

$$E = \frac{1}{1 + \Omega * \sqrt{3 * D}} + D * \Omega^2$$

$$K = 2 * E * (D * \Omega^2 - 1) - 1$$

gdzie:

$D = 0,618034$

$\Delta t = 1 /$ wskaźnik pobierania próbek

$\Omega = 1 / [\tan(\pi * \Delta t * f_c)]$

6.1.2. Obliczanie algorytmu Bessela

Wykorzystując wartości E i K, 1 s uśrednionej reakcji Bessela na dane wejściowe etapu S_i oblicza się następująco:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

gdzie:

$S_{i-2} = S_{i-1} = 0$

$S_i = 1$

$Y_{i-2} = Y_{i-1} = 0$

Czasy t_{10} i t_{90} należy przekształcić. Różnica czasu między t_{90} i t_{10} określa czas reakcji t_F dla tej wartości f_c . Jeżeli ten czas reakcji nie jest wystarczająco zbliżony do wymaganego czasu reakcji, iteracja trwa do momentu gdy rzeczywisty czas reakcji wyniesie 1 % wymaganej reakcji:

$$|(t_{90} - t_{10}) - t_F| \leq 0,01 * t_F$$

6.2. Ocena danych

Próbki zmierzonych wartości zadymienia spalin należy pobierać przy wskaźniku minimalnym 20 Hz.

6.3. Wyznaczanie zadymienia spalin

6.3.1. Przekształcanie danych

Ponieważ podstawową jednostką pomiarową wszystkich dymomierzy jest transmitancja, wartość zadymienia spalin jest przekształcana z transmitancji (τ) na współczynnik pochłaniania światła (k) następująco:

$$k = -\frac{1}{L_A} * \ln\left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

$$N = 100 - \tau$$

gdzie:

k = współczynnik pochłaniania światła, m^{-1}

L_A = efektywna długość ścieżki optycznej według informacji producenta przyrządu, m

N = zadymienie spalin, %

τ = transmitancja, %

Przekształcenie stosuje się przed przekształcaniem jakichkolwiek innych danych.

6.3.2. Obliczanie uśrednionej wartości Bessela dla zadymienia spalin

Właściwa częstotliwość wyłączania filtra f_c to wartość prowadząca do wymaganego czasu reakcji filtra t_f . Po ustaleniu tej częstotliwości poprzez iterację z ppkt 6.1.1 oblicza się właściwe stałe E i K algorytmu Bessela. Następnie algorytm Bessela stosuje się do śledzenia chwilowego zadymienia spalin (wartość k), zgodnie z ppkt 6.1.2:

$$Y_i = Y_{i-1} + E * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + K * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

Algorytm Bessela jest z natury rekursywny. W związku z tym przystąpienie do obliczania algorytmu wymaga niektórych wartości wejściowych S_{i-1} i S_{i-2} oraz początkowych wartości wyjściowych Y_{i-1} i Y_{i-2} . Można przyjąć, iż ich wartość to 0.

Dla każdego ze stopni obciążenia trzech prędkości A, B i C maksymalną wartość 1 s Y_{max} wybiera się spośród poszczególnych wartości Y_i każdego poziomu zadymienia spalin.

6.3.3. Wynik ostateczny

Średnie wartości zadymienia spalin (SV) z każdego cyklu (prędkość badania) oblicza się następująco:

Dla prędkości badania A:

$$SV_A = (Y_{max1,A} + Y_{max2,A} + Y_{max3,A})/3$$

Dla prędkości badania B:

$$SV_B = (Y_{max1,B} + Y_{max2,B} + Y_{max3,B})/3$$

Dla prędkości badania C:

$$SV_C = (Y_{max1,C} + Y_{max2,C} + Y_{max3,C})/3$$

gdzie:

Y_{max1} , Y_{max2} , Y_{max3} = najwyższe 1 s uśredniona wartość zadymienia spalin Bessela trzech stopni obciążenia i

W oparciu o równoważnik C1.

$$SV = (0,43 * SV_A) + (0,56 * SV_B) + (0,01 * SV_C)$$

Dodatek 2

CYKL BADANIA ETC

1. PROCEDURA ODWZOROWANIA SILNIKA

1.1. Określanie zakresu prędkości odwzorowania

Aby przeprowadzić ETC w komorze do badań silnik należy odwzorować przed cyklem badania ustalając krzywą prędkości i momentu obrotowego. Minimalne i maksymalne prędkości odwzorowania wyznacza się następująco:

Minimalna prędkość odwzorowywania = prędkość na biegu jałowym

Maksymalna prędkość odwzorowywania = $n_{hi} * 1,02$ lub prędkość, przy której moment obrotowy pełnego obciążenia spada do zera w zależności od tego, która prędkość jest niższa

1.2. Sporządzanie wykresu mocy silnika

Silnik jest rozgrzewany przy maksymalnej mocy w celu ustabilizowania parametrów silnika zgodnie z zaleceniami producenta oraz dobrą praktyką inżynierię. Po ustabilizowaniu silnika należy sporządzić wykres silnika:

- a) silnik jest odciążany i pracuje na prędkości biegu jałowego;
- b) silnik pracuje na pełnym obciążeniu pompy wtryskowej przy minimalnej prędkości odwzorowywania;
- c) prędkość obrotowa silnika zwiększa się o średni współczynnik $8 \pm 1 \text{ min}^{-1}/\text{s}$ z minimalnej do maksymalnej prędkości odwzorowywania. Odnotowuje się prędkość obrotową silnika i punkty momentów obrotowych dla współczynnika próbki z co najmniej jednego punktu na sekundę.

1.3. Tworzenie krzywej odwzorowania

Wszystkie punkty danych zanotowane zgodnie z ppkt 1.2 łączy się przez liniowe połączenie punktów. Powstała krzywa momentu obrotowego jest krzywą odwzorowującą i używa się jej do przekształcania znormalizowanych wartości momentu obrotowego cyklu silnika na rzeczywiste wartości momentu obrotowego dla cyklu badania, jak opisano w pkt 2.

1.4. Odwzorowywanie alternatywne

Jeżeli producent uważa, że powyższe techniki odwzorowywania nie są bezpieczne lub nie są reprezentatywne dla żadnego z podanych silników, można użyć innych technik odwzorowywania. Te techniki alternatywne muszą być zgodne z celem określonych procedur odwzorowywania wyznaczających maksymalnie dopuszczalny moment obrotowy na wszystkich prędkościach silnika uzyskanych w cyklach badania. Odchylenia od technik odwzorowywania podanych w tym punkcie wprowadzone ze względów bezpieczeństwa lub reprezentatywności zatwierdza służba techniczna podając uzasadnienie ich zastosowania. W żadnym przypadku jednakże przy silnikach z regulatorem lub z turbodoładowaniem nie stosuje się spadków prędkości silnika.

1.5. Badania powtarzalne

Nie ma potrzeby odwzorowywania silnika przed każdym cyklem badania. Silnik należy odwzorować przed cyklem badania, jeżeli:

- zgodnie z oceną techniczną, ostatnie odwzorowanie wykonano dawno,
lub,
- w silniku wprowadzono zmiany fizyczne lub ponownie go skalibrowano, co mogło wpłynąć na sprawność silnika.

2. TWORZENIE CYKLU ODNIESIENIA BADANIA

Przejściowy cykl badania opisano w dodatku 3 do niniejszego załącznika. Znormalizowane wartości prędkości i momentu obrotowego należy zmienić na wartości rzeczywiste uzyskane z cyklu odniesienia, w sposób podany poniżej.

2.1. Prędkość rzeczywista

Prędkość należy zdenormalizować używając następującego równania:

$$\text{Prędkość rzeczywista} = \frac{\% \text{ prędkości} (\text{prędkość wzorcowa} - \text{prędkość jałowa})}{100} + \text{prędkość jałowa}$$

Prędkość wzorcowa (n_{ref}) odpowiada 100 % wartości prędkości określonej w schemacie dynamometru silnika w dodatku 3. Definiuje się ją następująco (patrz w załączniku I rysunek 1):

$$n_{\text{ref}} = n_{\text{lo}} + 95\% * (n_{\text{hi}} - n_{\text{lo}})$$

gdzie n_{hi} i n_{lo} są albo podane zgodnie z załącznikiem I pkt 2 albo ustalone zgodnie z załącznikiem III dodatek 1 ppkt 1.1.

2.2. Rzeczywisty moment obrotowy

Moment obrotowy normalizuje się do maksymalnego momentu obrotowego na odpowiedniej prędkości. Wartości momentu obrotowego cyklu odniesienia należy zdenormalizować wykorzystując krzywą odwzorowania wyznaczoną zgodnie z ppkt 1.3, następująco:

$$\text{Rzeczywisty moment obrotowy} = \frac{\% \text{ moment obrotowy} * \text{max. moment obrotowy}}{100}$$

dla prędkości rzeczywistej określonej w ppkt 2.1.

Ujemne wartości momentu obrotowego punktów kontroli („m”) przyjmują, do celów utworzenia cyklu odniesienia, zdenormalizowane wartości ustalone zgodnie z jednym z następujących sposobów:

- ujemne 40 % dostępnej dodatniej wartości momentu obrotowego przy odpowiednim punkcie odpowiadającym prędkości,
- odwzorowanie ujemnej wartości momentu obrotowego wymaganej do uruchomienia silnika od minimalnej do maksymalnej prędkości odwzorowania,
- ustalenie ujemnej wartości momentu obrotowego niezbędnego do uruchomienia silnika na biegu jałowym i prędkościach odniesienia i liniowego połączenia między tymi dwoma punktami.

2.3. Przykład procedury denormalizacji

Przykładowo można zdenormalizować następujący punkt badania:

% prędkości = 43

% momentu obrotowego = 82

Przy następujących wartościach:

Prędkość odniesienia = 2 200 min⁻¹

Prędkość na biegu jałowym = 600 min

daje,

$$\text{prędkość rzeczywista} = \frac{43 * (2\,200 - 600)}{100} + 600 = 1\,288 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{rzeczywisty moment obrotowy} = \frac{82 * 700}{100} = 574 \text{ Nm}$$

gdzie maksymalny moment obrotowy uzyskany z krzywej odwzorowania przy 1 288 min⁻¹ wynosi 700 Nm.

3. PRZEBIEG BADANIA POZIOMU EMISJI

Na żądanie producentów przed cyklem pomiarowym można przeprowadzić badanie pozorowane kondycjonowania silnika i układu wydechowego.

Silniki napędzane NG i LPG uruchamia się w badaniu ETC. Silnik zostają uruchomione na przynajmniej dwa cykle badania ETC i do momentu gdy poziom emisji CO zmierzony w jednym cyklu ETC nie przekroczy poziomu emisji CO zmierzonego w poprzednim cyklu ETC o więcej niż 10 %.

3.1. Przygotowanie filtrów pobierania próbek (tylko silniki Diesla)

Przynajmniej na godzinę przed badaniem każdy filtr (parę) umieszcza się w zamkniętym, ale nieuszczelnionym naczyniu Petriego w komorze wagowej w celu ustabilizowania. Na koniec stabilizacji waży się każdy filtr (parę) i odnotowuje tarę. Następnie filtr (parę) należy umieścić w zamkniętym naczyniu Petriego lub uszczelnionej obsadce filtra do momentu rozpoczęcia badania. Jeżeli filtr (para) nie zostaną użyte w ciągu ośmiu godzin od wyjęcia z komory wagowej, filtr ponownie poddaje się kondycjonowaniu i waży przed użyciem.

3.2. Instalacja urządzeń pomiarowych

Oprządkowanie i sondy do pobierania próbek instaluje się stosownie do potrzeb. Do układu pełnego rozcieńczania przepływu podłącza się przewód wylotowy.

3.3. Uruchamianie układu rozcieńczania i silnika

Układ rozcieńczania i silnik uruchamia się i wprowadza w stan rozruchu do momentu ustabilizowania się wszystkich wartości temperatury i ciśnienia na mocy maksymalnej zgodnie z zaleceniami producenta i zwyczajami praktyki technicznej.

3.4. Uruchamianie układu pobierania próbek pyłów (tylko silniki Diesla)

Układ pobierania próbek pyłów uruchamia się i wykorzystuje na obiegu. Poziom tła pyłów w powietrzu rozcieńczającym można wyznaczyć przepuszczając powietrze rozcieńczające przez filtry pyłów. Jeżeli używa się przefiltrowanego powietrza rozcieńczającego, przed lub po badaniu można wykonać jeden pomiar. Jeżeli powietrze rozcieńczające nie jest przefiltrowane, pomiary można wykonać na początku i na końcu cyklu, a ich wartości należy uśrednić.

3.5. Ustawianie układu pełnego rozcieńczania przepływu

Przepływ całkowicie rozcieńczonych spalin ustawia się tak, by wyeliminować skraplanie wody w układzie i uzyskać maksymalną temperaturę łoża filtra 325 K (52° C) lub niższą (patrz załącznik V ppkt 2.3.1, DT).

3.6. Sprawdzanie analizatorów

Analizatory poziomu emisji ustawia się na zero i reguluje kluczem. Jeżeli użyto filtrów workowych do pobierania próbek, zdejmuje się je.

3.7. Procedura uruchamiania silnika

Silnik ustabilizowany uruchamia się zgodnie z procedurą rozruchową zalecaną przez producenta wykorzystując albo rozrusznik silnika, albo dynamometr. Fakultatywnie badanie można rozpocząć bezpośrednio z fazy kondycjonowania wstępnego bez wyłączania silnika z chwilą gdy silnik osiągnie prędkość biegu jałowego.

3.8. Cykl badania**3.8.1. Sekwencja badania**

Sekwencję badania uruchamia się w momencie gdy silnik osiągnie prędkość biegu jałowego. Badanie przeprowadza się zgodnie z cyklem odniesienia określonym w pkt 2 niniejszego załącznika. Punkty kontrolne prędkości i momentu obrotowego ustala się na 5 Hz (zalecane 10 Hz) lub więcej. Zwrotną prędkość i moment obrotowy silnika należy notować przynajmniej co dwie sekundy w każdym cyklu badania, a impulsy można filtrować elektronicznie.

3.8.2. Reakcja analizatora

Z chwilą uruchomienia silnika lub sekwencji badania, jeżeli cykl uruchamiany jest bezpośrednio z fazy kondycjonowania wstępnego, jednocześnie uruchamia się urządzenia pomiarowe:

- gromadzące lub analizujące początkowe powietrze rozcieńczające;
- gromadzące lub analizujące początkowe rozcieńczone gazy wydechowe;
- mierzące początkową ilość rozcieńczonych spalin (CVS) i wymagane temperatury i ciśnienia;
- zapisujące dane zwrotne prędkości i momentu obrotowego dynamometru.

Poziomy HC i NO_x mierzy się w sposób ciągły w tunelu przepływu rozcieńczonych spalin z częstotliwością 2 Hz. Stężenia średnie wyznacza się poprzez połączenie impulsów analizatora w cyklu badania. Czas reakcji układu nie powinien przekraczać 20 s i, gdy jest to niezbędne, należy go związać z tętnieniami przepływu CVS. CO, CO₂, NMHC i CH₄ wyznacza się przez połączenie lub analizowanie stężeń w dużej próbce z cyklu. Stężenia zanieczyszczeń gazowych w powietrzu rozcieńczającym wyznacza się przez połączenie lub zebranie ich w filtrze workowym do pobierania próbek. Wszystkie pozostałe wartości notuje się minimalnie z jednego pomiaru na sekundę (1 Hz).

3.8.3. *Pobieranie próbek pyłów (tylko silniki Diesla)*

Z chwilą uruchomienia silnika lub sekwencji badania, jeżeli cykl jest uruchamiany bezpośrednio z fazy kondycjonowania wstępnego, układ pobierania próbek pyłów przełącza się z obejścia na zbieranie pyłów.

Jeżeli nie stosuje się wyrównywania przepływu, pompę(-y) do pobierania próbek są ustawiane w taki sposób, by natężenie przepływu przechodzącego przez sondę do pobierania próbek pyłów lub przewód przesyłowy utrzymywało się na poziomie wartości $\pm 5\%$. Jeżeli wykorzystuje się wyrównywanie przepływu (np. proporcjonalnego sterowania przepływem pobierania próbek), musi zostać wykazane, że natężenie natężenia przepływu głównego względem przepływu pobierania próbek pyłów nie przekracza o więcej niż $\pm 5\%$ ustalonej wartości (z wyjątkiem pierwszych 10 s pobierania próbek).

Uwaga: W przypadku podwójnego rozcieńczania, przepływ próbki jest różnicą netto między natężeniem przepływu przechodzącego przez filtry do pobierania próbek, a natężeniem przepływu wtórnego powietrza rozcieńczającego.

Należy zanotować średnią temperaturę i ciśnienie na mierniku(-ach) gazu lub wlocie przyrządu mierzącego przepływ. Jeżeli utrzymanie ustalonego natężenia przepływu w całym cyklu (w zakresie wartości $\pm 5\%$) nie jest możliwe z powodu dużego nazbierania pyłów na filtrze, badania należy zaniechać. Badanie należy przeprowadzić ponownie przy użyciu niższego natężenia przepływu lub filtra o większej średnicy.

3.8.4. *Zatrzymywanie silnika*

Jeżeli silnik zatrzymuje się podczas cyklu badania, silnik należy poddać kondycjonowaniu wstępnemu, ponownie uruchomić oraz powtórzyć badanie. Jeżeli w trakcie cyklu badania którekolwiek z urządzeń wykorzystywanych w badaniu wykaże awarię, badanie zostaje zaniechane.

3.8.5. *Czynności wykonywane po badaniu*

Z chwilą zakończenia badania przerywa się pomiar objętości rozcieńczonych spalin, przepływu gazu do worków filtra pobierania próbek i pompy pobierania próbek pyłów. W przypadku układu z analizatorem ciągłym pobieranie próbek jest kontynuowane do momentu zakończenia czasu reakcji układu.

Filtry workowe do pobierania próbek stężenia próbek na nich zgromadzonych, jeżeli je wykorzystano, są analizowane możliwie najszybciej, a w każdym razie nie później niż 20 minut od zakończenia cyklu badania.

Do ponownego sprawdzenia analizatorów, po przeprowadzeniu badania poziomu emisji, wykorzystuje się gaz zerowy i gaz zakresowy. Badanie uznaje się za akceptowalne, jeżeli różnica między wynikami sprzed badania i po badaniu wynosi mniej niż 2 % wartości zakresu gazu.

Wyłącznie w przypadku silników Diesla, przed ważeniem, filtry do pobierania próbek pyłów wracają do komory wagowej nie później niż godzinę po zakończeniu badania i są poddawane kondycjonowaniu w zamkniętym, ale nieuszczelnionym naczyniu Petriego przez przynajmniej godzinę, ale na nie dłużej niż 80 godzin.

3.9. **Sprawdzenie przebiegu badania**

3.9.1. *Przesunięcie danych*

Aby zminimalizować efekt odchylenia opóźnienia czasu reakcji między wartościami cyklu zwrotnego i odniesienia, całą sekwencję impulsu zwrotnego prędkości i momentu obrotowego silnika można przyspieszyć lub opóźnić w czasie względem sekwencji prędkości odniesienia i momentu obrotowego. Jeżeli impulsy zwrotne ulegają przesunięciu, zarówno prędkość, jak i moment obrotowy są przesunięte o tę samą wartość i w tym samym kierunku.

3.9.2. Obliczanie cyklu pracy

Rzeczywisty cykl pracy W_{act} (kWh) oblicza się przy użyciu każdej z par zanotowanych wartości zwrotnej prędkości i momentu obrotowego. Jeżeli wybrano tę opcję, dokonuje się tego po wystąpieniu przesunięcia danych zwrotnych. Rzeczywisty cykl pracy W_{act} wykorzystuje się do porównania pracy cyklu odniesienia W_{ref} oraz do obliczenia poziomów emisji w stanie zatrzymania (patrz ppkt 4.4 i 5.2). Tę samą metodologię wykorzystuje się do łączenia mocy odniesienia i rzeczywistej. Jeżeli wyznacza się wartości między sąsiadującymi wartościami odniesienia lub wartościami zmierzonymi, używa się interpolacji liniowej.

Podczas integrowania cyklu odniesienia pracy i rzeczywistego cyklu pracy, wszystkie ujemne wartości momentu obrotowego należy ustawić na wartość równą zero i uwzględnić w procedurze. Jeżeli integrację przeprowadza się przy częstotliwości niższej niż 5 Hz oraz jeżeli w określonym odcinku czasu wartość momentu obrotowego zmienia się z wartości dodatniej na ujemną, lub z ujemnej na dodatnią, wartość ujemną przelicza się i ustawia na wartość zerową. Wartość dodatnią należy włączyć w wartość integrowaną.

W_{act} między -15% i $+5\%$ W_{ref}

3.9.3. Walidacja danych statystycznych z cyklu badania

Regresje liniowe wartości zwrotnych na wartości odniesienia przeprowadza się dla wartości prędkości, momentu obrotowego i mocy. Jeżeli wybrano tę możliwość, należy to wykonać po wystąpieniu przesunięcia danych zwrotnych. Używa się metody najmniejszych kwadratów o równaniu wyjściowym w postaci:

$$y = mx + b$$

gdzie:

y = wartość zwrotna (rzeczywista) prędkości (min^{-1}), momentu obrotowego (Nm) lub mocy (kW)

m = spadek linii regresji

x = wartość odniesienia prędkości (min^{-1}), momentu obrotowego (Nm) lub mocy (kW)

b = punkt przecięcia linii regresji z osią y

Błąd standardowy szacunku (SE) y na x i współczynnik wyznaczania (r^2) oblicza się dla każdej linii regresji oddzielnie.

Zaleca się, aby analizę tę wykonać przy częstotliwości 1 Hz. Wszystkie ujemne wartości momentu obrotowego i związanych wartości zwrotnych wyklucza się z obliczania atestowanych statystyk momentu obrotowego i mocy cyklu. Aby można było uznać badanie za akceptowalne, muszą być spełnione wymagania podane w tabeli 6.

Tabela 6

Tolerancje linii regresji

	Prędkość	Moment obrotowy	Moc
Błąd standardowy szacunku (SE) Y na X	max. 100 min^{-1}	max. 13 % wykresu mocy maksymalnego momentu obrotowego silnika	max. 8 % wykresu mocy maksymalnej mocy silnika
Spadek linii regresji, m	0,95-1,03	0,83-1,03	0,89-1,03
Współczynnik wyznaczania, r^2	min. 0,9700	min. 0,8800	min. 0,9100
Punkt przecięcia Y linii regresji, b	$\pm 50 \text{ min}^{-1}$	$\pm 20 \text{ Nm}$ lub $\pm 2\%$ max. moment obrotowy w zależności od tego, która wartość jest wyższa	$\pm 4 \text{ kW}$ lub $\pm 2\%$ max. mocy w zależności od tego, która wartość jest wyższa

Wykluczenie punktów z analizy regresji jest dopuszczalne, jeżeli przewiduje to tabela 7.

Tabela 7
Dopuszczalne wykluczenia punktów z analizy regresji

Warunki	Wykluczane punkty
Zwrotne pełne obciążenie i moment obrotowy < moment obrotowy odniesienia	Moment obrotowy i/lub moc
Brak obciążenia, brak punktu jałowego i zwrotny moment obrotowy > moment obrotowy odniesienia	Moment obrotowy i/lub moc
Brak obciążenia/przepustnica zamknięta, punkt jałowy i prędkość biegu jałowego > wzorcowa prędkość biegu jałowego	Prędkość i/lub moc

4. OBLICZANIE POZIOMÓW EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH

4.1. Wyznaczanie przepływu rozcieńczonych spalin

Wielkość całkowitego przepływu spalin w cyklu (kg/badanie) oblicza się z pomiaru wartości w cyklu i odpowiadających im danych kalibracji z urządzenia mierzącego przepływ (V_0 dla PDP lub K_v dla CFV, jak ustalono w załączniku III dodatek 5 pkt 2). Jeżeli temperatura spalin utrzymywana jest na stałym poziomie w całym cyklu za pomocą wymiennika ciepła, stosuje się następujący wzór (± 6 K dla PDP-CVS, ± 11 K dla CFV-CVS, patrz załącznik V ppkt 2.3).

Dla układu PDP-CVS:

$$M_{TOTW} = 1,293 * V_0 * N_p * (p_B - p_1) * 273 / (101,3 * T)$$

gdzie:

M_{TOTW} = masa rozcieńczonych spalin w stanie mokrym w cyklu, kg

V_0 = objętość gazu pompowanego na obrót w warunkach badania, m^3/obr

N_p = ogólna wartość obrotów pompy w badaniu

p_B = ciśnienie atmosferyczne w komorze do badań, kPa

p_1 = spadek ciśnienia poniżej ciśnienia atmosferycznego na wlocie pompy, kPa

T = średnia temperatura rozcieńczonych spalin na wlocie pompy w cyklu, K

Dla układu CFV-CVS:

$$M_{TOTW} = 1,293 * t * K_v * p_A / T^{0,5}$$

gdzie:

M_{TOTW} = masa rozcieńczonych spalin w stanie mokrym w cyklu, kg

T = czas trwania cyklu, s

K_v = współczynnik kalibracji przepływu krytycznego dla warunków standardowych

p_A = ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki mierniczej, kPa

T = temperatura bezwzględna na wlocie zwężki mierniczej, K

Jeżeli używa się układu z wyrównywaniem przepływu (np. bez wymiennika ciepła), w cyklu oblicza się i łączy chwilowe wartości natężenia emisji. W tym przypadku chwilowe natężenie emisji mierzy się i łączy w cyklu. W tym przypadku chwilową masę rozcieńczonych spalin oblicza się następująco.

Dla układu PDP-CVS:

$$M_{TOTW,i} = 1,293 * V_0 * N_{p,i} * (p_B - p_1) * 273 / (101,3 * T)$$

gdzie:

$M_{TOTW,i}$ = chwilowa masa rozcieńczonych spalin w stanie mokrym, kg

$N_{p,i}$ = ogólna liczba obrotów na przedział

Dla układu CFV-CVS:

$$M_{\text{TOTW},i} = 1,293 * \Delta t_i * K_v * p_A / T^{0,5}$$

gdzie:

$M_{\text{TOTW},i}$ = chwilowa masa rozcieńczonych spalin w stanie mokrym, kg

Δt_i = przedział czasu, s

Jeżeli masa ogólnej próbki pyłów (M_{SAM}) i zanieczyszczeń gazowych przekracza 0,5 % pełnego przepływu CVS (M_{TOTW}), koryguje się przepływ CVS dla M_{SAM} lub przepływ próbki pyłów zwraca się do CVS przed skierowaniem go do urządzenia mierzącego przepływ (PDP lub CFV).

4.2. Korekcja NO_x względem wilgotności

Ponieważ poziom emisji NO_x zależy od warunków powietrza otaczającego, stężenie NO_x jest korygowane względem wilgotności powietrza otaczającego zgodnie ze współczynnikami przedstawionymi w poniższym wzorze.

a) dla silników Diesla:

$$K_{\text{H,D}} = \frac{1}{1 - 0,0182 * (H_a - 10,71)}$$

b) dla silników gazowych:

$$K_{\text{H,G}} = \frac{1}{1 - 0,0329 * (H_a - 10,71)}$$

gdzie:

H_a = wilgotność skroplonego powietrza wlotowego na kg powietrza suchego

w którym:

$$H_a = \frac{6,220 * R_a * p_a}{p_B - p_a * R_a * 10^{-2}}$$

R_a = wilgotność względna powietrza wlotowego, %

p_a = nasycenie prężności pary powietrza wlotowego, kPa

p_B = ogólne ciśnienie barometryczne, kPa

4.3. Obliczanie przepływu

4.3.1. Układy ze stałym przepływem

W przypadku układów z wymiennikiem ciepła masę zanieczyszczeń (g/badanie) wyznacza się na podstawie poniższych równań:

$$1) \text{NO}_{\text{xmass}} = 0,001587 * \text{NO}_{\text{xconc}} * K_{\text{H,D}} * M_{\text{TOTW}} \text{ (silniki Diesla)}$$

$$2) \text{NO}_{\text{xmass}} = 0,001587 * \text{NO}_{\text{xconc}} * K_{\text{H,G}} * M_{\text{TOTW}} \text{ (silniki gazowe)}$$

$$3) \text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * \text{CO}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}}$$

$$4) \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000479 * \text{HC}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}} \text{ (silniki Diesla)}$$

$$5) \text{HC}_{\text{mass}} = 0,000502 * \text{HC}_{\text{conc}} * M_{\text{TOTW}} \text{ (silniki napędzane LPG)}$$

$$7) \text{CH}_{4\text{mass}} = 0,000552 * \text{CH}_{4\text{conc}} * M_{\text{TOTW}} \text{ (silniki napędzane NG)}$$

gdzie:

$\text{NO}_{\text{x conc}}$, CO_{conc} , $\text{HC}_{\text{conc}}^{(1)}$, $\text{NMHC}_{\text{conc}}$

= średnie stężenia skorygowane w tle w cyklu z łączenia (obowiązkowe dla NO_x i HC) lub pomiaru, ppm

M_{TOTW}

= masa całkowita rozcieńczonych spalin w cyklu zgodnie z ppkt 4.1, kg

$K_{\text{H,D}}$

= współczynnik korekcji wilgotności dla silników wysokoprężnych zgodnie z ppkt 4.2

$K_{\text{H,G}}$

= współczynnik korekcji wilgotności dla silników gazowych zgodnie z ppkt 4.2

⁽¹⁾ Na podstawie równoważności C1.

Stężenia zmierzone w stanie suchym należy przekształcić na stężenia w stanie mokrym zgodnie z załącznikiem III dodatek 1 ppkt 4.2.

Wyznaczanie stężenia $\text{NMHC}_{\text{conc}}$ zależy od zastosowanej metody (patrz załącznik III dodatek 4 ppkt 3.3.4). W obu przypadkach stężenie CH_4 wyznacza się i odejmuje od stężenia HC następująco:

a) metoda GC

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = \text{HC}_{\text{conc}} - \text{CH}_{4\text{conc}}$$

b) metoda NMC

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = \frac{\text{HC(w/o Cutter)} * (1 - \text{CE}_M) - \text{HC(wCutter)}}{\text{CE}_E - \text{CE}_M}$$

gdzie:

HC(wCutter) = stężenie HC z gazem próbnym przepływającym przez NMC

HC(w/oCutter) = stężenie HC z gazem próbnym omijającym NMC

CE_M = stężenie metanu wyznaczone zgodnie z załącznikiem III dodatek 5 ppkt 1.8.4.1

CE_E = stężenie etanu zgodnie z załącznikiem III dodatek 5 ppkt 1.8.4.2

4.3.1.1. Wyznaczanie stężeń skorygowanych w tle

By otrzymać stężenia netto zanieczyszczeń, średnie stężenie zanieczyszczeń gazowych w powietrzu rozcieńczającym odejmuje się od stężenia zmierzonego. Średnie wartości stężeń w tle można ustalić metodą pobierania próbek lub przez ciągły pomiar z integracją. Wykorzystuje się następujący wzór.

$$\text{conc} = \text{conc}_e - \text{conc}_d * (1 - (1/\text{DF}))$$

gdzie:

conc = stężenie odpowiednich zanieczyszczeń w rozcieńczonych spalinach skorygowane o ilość właściwej zanieczyszczeń w powietrzu rozcieńczającym, ppm

conc_e = stężenie odpowiednich zanieczyszczeń zmierzone w rozcieńczonych spalinach, ppm

conc_d = stężenie odpowiednich zanieczyszczeń zmierzone w powietrzu rozcieńczającym, ppm

DF = współczynnik rozcieńczania

Współczynnik rozcieńczania oblicza się następująco:

a) dla silników Diesla i silników napędzanych LPG

$$\text{DF} = \frac{F_S}{\text{CO}_{2,\text{conce}} + (\text{HC}_{\text{conce}} + \text{CO}_{\text{conce}}) * 10^{-4}}$$

b) dla silników napędzanych NG

$$\text{DF} = \frac{F_S}{\text{CO}_{2,\text{conce}} + (\text{NMHC}_{\text{conce}} + \text{CO}_{\text{conce}}) * 10^{-4}}$$

gdzie:

$\text{CO}_{2,\text{conce}}$ = stężenie CO_2 w rozcieńczonych spalinach, % obj.

HC_{conce} = stężenie HC w rozcieńczonych spalinach, ppm C1

$\text{NMHC}_{\text{conce}}$ = stężenie NMHC w rozcieńczonych spalinach, ppm C1

CO_{conce} = stężenie CO w rozcieńczonych spalinach, ppm

F_S = mnożnik stechiometryczny

Stężenia zmierzone w stanie suchym przekształca się na stężenia w stanie mokrym zgodnie z załącznikiem III dodatek 1 ppkt 4.2.

Mnożnik stechiometryczny oblicza się następująco:

$$F_S = 100 * \frac{\chi}{\chi + \frac{y}{2} + 3,76 * \left(\chi + \frac{y}{4} \right)}$$

gdzie:

x, y = skład paliwa C_xH_y

Alternatywnie, jeżeli skład paliwa nie jest znany, można użyć następujących mnożników stechiometrycznych:

F_S (Diesel) = 13,4

F_S (LPG) = 11,6

F_S (NG) = 9,5

4.3.2. Układy z wyrównywaniem przepływu

W przypadku układów bez wymiennika ciepła masę zanieczyszczeń (g/badanie) wyznacza się przez obliczenie chwilowej masy emisji i zintegrowanie wartości chwilowych w cyklu. Bezpośrednio do wartości stężenia chwilowego stosuje się również korekcję w tle. Stosuje się następujące wzory:

$$(1) \text{ NO}_{\text{xmass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{NO}_{\text{xconce},i} * 0,001587 * K_{\text{H,D}}) - (M_{\text{TOTW}} * \text{NO}_{\text{xconcd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,001587 * K_{\text{H,D}}) (\text{silniki Diesla})$$

$$(2) \text{ NO}_{\text{xmass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{NO}_{\text{xconce},i} * 0,001587 * K_{\text{H,G}}) - (M_{\text{TOTW}} * \text{NO}_{\text{xconcd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,001587 * K_{\text{H,G}}) (\text{silniki gazowe})$$

$$(3) \text{ CO}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{CO}_{\text{conce},i} * 0,000966) - (M_{\text{TOTW}} * \text{CO}_{\text{concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000966)$$

$$(4) \text{ HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{HC}_{\text{conce},i} * 0,000479) - (M_{\text{TOTW}} * \text{HC}_{\text{concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000479) (\text{silniki Diesla})$$

$$(5) \text{ HC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{HC}_{\text{conce},i} * 0,000502) - (M_{\text{TOTW}} * \text{HC}_{\text{concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000502) (\text{silniki napędzane LPG})$$

$$(6) \text{ NMHC}_{\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{NMHC}_{\text{conce},i} * 0,000516) - (M_{\text{TOTW}} * \text{NMHC}_{\text{concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000516) (\text{silniki napędzane NG})$$

$$(7) \text{ CH}_{4\text{mass}} = \sum_{i=1}^n (M_{\text{TOTW},i} * \text{CH}_{4\text{conce},i} * 0,000552) - (M_{\text{TOTW}} * \text{CH}_{4\text{concd}} * (1 - 1/\text{DF}) * 0,000552) (\text{silniki napędzane NG})$$

gdzie:

conc_e = stężenie odpowiednich zanieczyszczeń w rozcieńczonych spalinach, ppm

conc_d = stężenie odpowiednich zanieczyszczeń zmierzone w powietrzu rozcieńczającym, ppm

$M_{\text{TOTW},i}$ = chwilowa masa rozcieńczonych spalin (patrz ppkt 4.1), kg

M_{TOTW} = łączna masa rozcieńczonych spalin w cyklu (patrz ppkt 4.1), kg

$K_{\text{H,D}}$ = współczynnik korekcji wilgotności dla silników Diesla jak ustalono w ppkt 4.2

$K_{\text{H,G}}$ = współczynnik korekcji wilgotności dla silników gazowych jak ustalono ppkt 4.2

DF = współczynnik rozcieńczania zgodnie z ppkt 4.3.1.1

4.4. **Obliczanie gęstości emisji**

Emisję (g/kWh) oblicza się dla poszczególnych składników następująco:

$$\overline{\text{NO}}_x = \text{NO}_{\text{xmass}} / W_{\text{act}} \text{ (silniki Diesla i gazowe)}$$

$$\overline{\text{CO}} = \text{CO}_{\text{mass}} / W_{\text{act}} \text{ (silniki Diesla i gazowe)}$$

$$\overline{\text{HC}} = \text{HC}_{\text{mass}} / W_{\text{act}} \text{ (silniki Diesla i napędzane LPG)}$$

$$\overline{\text{NMHC}} = \text{NMHC}_{\text{mass}} / W_{\text{act}} \text{ (silniki napędzane NG)}$$

$$\overline{\text{CH}}_4 = \text{CH}_{4\text{mass}} / W_{\text{act}} \text{ (silniki napędzane NG)}$$

gdzie:

W_{act} = rzeczywisty cykl pracy zgodnie z ppkt 3.9.2, kWh

5. **OBLICZANIE EMISJI PYŁÓW (TYLKO SILNIKI DIESLA)**5.1. **Obliczanie masy przepływu**

Masę pyłów (g/badanie) oblicza się następująco:

$$PT_{\text{mass}} = \frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} * \frac{M_{\text{TOTW}}}{1\ 000}$$

gdzie:

M_f = masa pyłów z próbki w cyklu, mg

M_{TOTW} = łączna masa rozcieńczonych spalin w cyklu zgodnie z ppkt 4.1, kg

M_{SAM} = masa rozcieńczonych spalin pobranych z tunelu rozcieńczania dla zbierania pyłów, kg

oraz:

$M_f = M_{f,p} + M_{f,b}$, jeżeli ważone oddzielnie, mg

$M_{f,p}$ = masa pyłów zebranych na filtrze głównym, mg

$M_{f,b}$ = masa pyłów zebranych na filtrze dodatkowym, mg

Jeżeli używa się układu rozcieńczania podwójnego, masę wtórnego powietrza rozcieńczającego odejmuje się od łącznej masy próbek podwójnie rozcieńczonych spalin pobranych z filtrów pyłów.

$$M_{\text{SAM}} = M_{\text{TOT}} - M_{\text{SEC}}$$

gdzie:

M_{TOT} = masa podwójnie rozcieńczonych spalin na filtrze pyłów, kg

M_{SEC} = masa wtórnego powietrza rozcieńczającego, kg

Jeżeli poziom pyłów w powietrzu rozcieńczającym ustala się zgodnie z ppkt 3.4, masę pyłów można skorygować w tle. W takim przypadku masę pyłów (g/badanie) oblicza się następująco:

$$PT_{\text{mass}} = \left[\frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} - \left(\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} * \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] * \frac{M_{\text{TOTW}}}{1000}$$

gdzie:

M_f , M_{SAM} , M_{TOTW} = patrz powyżej

M_{DIL} = masa pierwotnie rozcieńczonego powietrza w próbce pobranej przez dodatkowe urządzenie do pobierania próbek, kg

M_d = masa pyłów zebranych w tle w powietrzu rozcieńczającym, mg

DF = współczynnik rozcieńczania jak ustalono w ppkt 4.3.1.1

5.2. OBLICZANIE GĘSTOŚCI EMISJI

Emisję pyłów (g/kWh) oblicza się w następujący sposób:

$$\overline{PT} = PT_{\text{mass}}/W_{\text{act}}$$

gdzie:

W_{act} = rzeczywisty cykl pracy jak ustalono w ppkt 3.9.2, kWh.

Dodatek 3

WYKAZ ODCZYTÓW DYNAMOMETRU W BADANIU ETC

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1	0	0	63	28,5	20,9	125	65,3	„m”
2	0	0	64	32	73,9	126	64	„m”
3	0	0	65	4	82,3	127	59,7	„m”
4	0	0	66	34,5	80,4	128	52,8	„m”
5	0	0	67	64,1	86	129	45,9	„m”
6	0	0	68	58	0	130	38,7	„m”
7	0	0	69	50,3	83,4	131	32,4	„m”
8	0	0	70	66,4	99,1	132	27	„m”
9	0	0	71	81,4	99,6	133	21,7	„m”
10	0	0	72	88,7	73,4	134	19,1	0,4
11	0	0	73	52,5	0	135	34,7	14
12	0	0	74	46,4	58,5	136	16,4	48,6
13	0	0	75	48,6	90,9	137	0	11,2
14	0	0	76	55,2	99,4	138	1,2	2,1
15	0	0	77	62,3	99	139	30,1	19,3
16	0,1	1,5	78	68,4	91,5	140	30	73,9
17	23,1	21,5	79	74,5	73,7	141	54,4	74,4
18	12,6	28,5	80	38	0	142	77,2	55,6
19	21,8	71	81	41,8	89,6	143	58,1	0
20	19,7	76,8	82	47,1	99,2	144	45	82,1
21	54,6	80,9	83	52,5	99,8	145	68,7	98,1
22	71,3	4,9	84	56,9	80,8	146	85,7	67,2
23	55,9	18,1	85	58,3	11,8	147	60,2	0
24	72	85,4	86	56,2	„m”	148	59,4	98
25	86,7	61,8	87	52	„m”	149	72,7	99,6
26	51,7	0	88	43,3	„m”	150	79,9	45
27	53,4	48,9	89	36,1	„m”	151	44,3	0
28	34,2	87,6	90	27,6	„m”	152	41,5	84,4
29	45,5	92,7	91	21,1	„m”	153	56,2	98,2
30	54,6	99,5	92	8	0	154	65,7	99,1
31	64,5	96,8	93	0	0	155	74,4	84,7
32	71,7	85,4	94	0	0	156	54,4	0
33	79,4	54,8	95	0	0	157	47,9	89,7
34	89,7	99,4	96	0	0	158	54,5	99,5
35	57,4	0	97	0	0	159	62,7	96,8
36	59,7	30,6	98	0	0	160	62,3	0
37	90,1	„m”	99	0	0	161	46,2	54,2
38	82,9	„m”	100	0	0	162	44,3	83,2
39	51,3	„m”	101	0	0	163	48,2	13,3
40	28,5	„m”	102	0	0	164	51	„m”
41	29,3	„m”	103	0	0	165	50	„m”
42	26,7	„m”	104	0	0	166	49,2	„m”
43	20,4	„m”	105	0	0	167	49,3	„m”
44	14,1	0	106	0	0	168	49,9	„m”
45	6,5	0	107	0	0	169	51,6	„m”
46	0	0	108	11,6	14,8	170	49,7	„m”
47	0	0	109	0	0	171	48,5	„m”
48	0	0	110	27,2	74,8	172	50,3	72,5
49	0	0	111	17	76,9	173	51,1	84,5
50	0	0	112	36	78	174	54,6	64,8
51	0	0	113	59,7	86	175	56,6	76,5
52	0	0	114	80,8	17,9	176	58	„m”
53	0	0	115	49,7	0	177	53,6	„m”
54	0	0	116	65,6	86	178	40,8	„m”
55	0	0	117	78,6	72,2	179	32,9	„m”
56	0	0	118	64,9	„m”	180	26,3	„m”
57	0	0	119	44,3	„m”	181	20,9	„m”
58	0	0	120	51,4	83,4	182	10	0
59	0	0	121	58,1	97	183	0	0
60	0	0	122	69,3	99,3	184	0	0
61	0	0	123	72	20,8	185	0	0
62	25,5	11,1	124	72,1	„m”	186	0	0

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy
s	%	%	s	%	%	s	%	%
187	0	0	255	54,5	„m”	323	43	24,8
188	0	0	256	51,7	17	324	38,7	0
189	0	0	257	56,2	78,7	325	48,1	31,9
190	0	0	258	59,5	94,7	326	40,3	61
191	0	0	259	65,5	99,1	327	42,4	52,1
192	0	0	260	71,2	99,5	328	46,4	47,7
193	0	0	261	76,6	99,9	329	46,9	30,7
194	0	0	262	79	0	330	46,1	23,1
195	0	0	263	52,9	97,5	331	45,7	23,2
196	0	0	264	53,1	99,7	332	45,5	31,9
197	0	0	265	59	99,1	333	46,4	73,6
198	0	0	266	62,2	99	334	51,3	60,7
199	0	0	267	65	99,1	335	51,3	51,1
200	0	0	268	69	83,1	336	53,2	46,8
201	0	0	269	69,9	28,4	337	53,9	50
202	0	0	270	70,6	12,5	338	53,4	52,1
203	0	0	271	68,9	8,4	339	53,8	45,7
204	0	0	272	69,8	9,1	340	50,6	22,1
205	0	0	273	69,6	7	341	47,8	26
206	0	0	274	65,7	„m”	342	41,6	17,8
207	0	0	275	67,1	„m”	343	38,7	29,8
208	0	0	276	66,7	„m”	344	35,9	71,6
209	0	0	277	65,6	„m”	345	34,6	47,3
210	0	0	278	64,5	„m”	346	34,8	80,3
211	0	0	279	62,9	„m”	347	35,9	87,2
212	0	0	280	59,3	„m”	348	38,8	90,8
213	0	0	281	54,1	„m”	349	41,5	94,7
214	0	0	282	51,3	„m”	350	47,1	99,2
215	0	0	283	47,9	„m”	351	53,1	99,7
216	0	0	284	43,6	„m”	352	46,4	0
217	0	0	285	39,4	„m”	353	42,5	0,7
218	0	0	286	34,7	„m”	354	43,6	58,6
219	0	0	287	29,8	„m”	355	47,1	87,5
220	0	0	288	20,9	73,4	356	54,1	99,5
221	0	0	289	36,9	„m”	357	62,9	99
222	0	0	290	35,5	„m”	358	72,6	99,6
223	0	0	291	20,9	„m”	359	82,4	99,5
224	0	0	292	49,7	11,9	360	88	99,4
225	21,2	62,7	293	42,5	„m”	361	46,4	0
226	30,8	75,1	294	32	„m”	362	53,4	95,2
227	5,9	82,7	295	23,6	„m”	363	58,4	99,2
228	34,6	80,3	296	19,1	0	364	61,5	99
229	59,9	87	297	15,7	73,5	365	64,8	99
230	84,3	86,2	298	25,1	76,8	366	68,1	99,2
231	68,7	„m”	299	34,5	81,4	367	73,4	99,7
232	43,6	„m”	300	44,1	87,4	368	73,3	29,8
233	41,5	85,4	301	52,8	98,6	369	73,5	14,6
234	49,9	94,3	302	63,6	99	370	68,3	0
235	60,8	99	303	73,6	99,7	371	45,4	49,9
236	70,2	99,4	304	62,2	„m”	372	47,2	75,7
237	81,1	92,4	305	29,2	„m”	373	44,5	9
238	49,2	0	306	46,4	22	374	47,8	10,3
239	56	86,2	307	47,3	13,8	375	46,8	15,9
240	56,2	99,3	308	47,2	12,5	376	46,9	12,7
241	61,7	99	309	47,9	11,5	377	46,8	8,9
242	69,2	99,3	310	47,8	35,5	378	46,1	6,2
243	74,1	99,8	311	49,2	83,3	379	46,1	„m”
244	72,4	8,4	312	52,7	96,4	380	45,5	„m”
245	71,3	0	313	57,4	99,2	381	44,7	„m”
246	71,2	9,1	314	61,8	99	382	43,8	„m”
247	67,1	„m”	315	66,4	60,9	383	41	„m”
248	65,5	„m”	316	65,8	„m”	384	41,1	6,4
249	64,4	„m”	317	59	„m”	385	38	6,3
250	62,9	25,6	318	50,7	„m”	386	35,9	0,3
251	62,2	35,6	319	41,8	„m”	387	33,5	0
252	62,9	24,4	320	34,7	„m”	388	53,1	48,9
253	58,8	„m”	321	28,7	„m”	389	48,3	„m”
254	56,9	„m”	322	25,2	„m”	390	49,9	„m”

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy
s	%	%	s	%	%	s	%	%
391	48	„m”	459	51	100	527	60,7	„m”
392	45,3	„m”	460	53,2	99,7	528	54,5	„m”
393	41,6	3,1	461	53,1	99,7	529	51,3	„m”
394	44,3	79	462	55,9	53,1	530	45,5	„m”
395	44,3	89,5	463	53,9	13,9	531	40,8	„m”
396	43,4	98,8	464	52,5	„m”	532	38,9	„m”
397	44,3	98,9	465	51,7	„m”	533	36,6	„m”
398	43	98,8	466	51,5	52,2	534	36,1	72,7
399	42,2	98,8	467	52,8	80	535	44,8	78,9
400	42,7	98,8	468	54,9	95	536	51,6	91,1
401	45	99	469	57,3	99,2	537	59,1	99,1
402	43,6	98,9	470	60,7	99,1	538	66	99,1
403	42,2	98,8	471	62,4	„m”	539	75,1	99,9
404	44,8	99	472	60,1	„m”	540	81	8
405	43,4	98,8	473	53,2	„m”	541	39,1	0
406	45	99	474	44	„m”	542	53,8	89,7
407	42,2	54,3	475	35,2	„m”	543	59,7	99,1
408	61,2	31,9	476	30,5	„m”	544	64,8	99
409	56,3	72,3	477	26,5	„m”	545	70,6	96,1
410	59,7	99,1	478	22,5	„m”	546	72,6	19,6
411	62,3	99	479	20,4	„m”	547	72	6,3
412	67,9	99,2	480	19,1	„m”	548	68,9	0,1
413	69,5	99,3	481	19,1	„m”	549	67,7	„m”
414	73,1	99,7	482	13,4	„m”	550	66,8	„m”
415	77,7	99,8	483	6,7	„m”	551	64,3	16,9
416	79,7	99,7	484	3,2	„m”	552	64,9	7
417	82,5	99,5	485	14,3	63,8	553	63,6	12,5
418	85,3	99,4	486	34,1	0	554	63	7,7
419	86,6	99,4	487	23,9	75,7	555	64,4	38,2
420	89,4	99,4	488	31,7	79,2	556	63	11,8
421	62,2	0	489	32,1	19,4	557	63,6	0
422	52,7	96,4	490	35,9	5,8	558	63,3	5
423	50,2	99,8	491	36,6	0,8	559	60,1	9,1
424	49,3	99,6	492	38,7	„m”	560	61	8,4
425	52,2	99,8	493	38,4	„m”	561	59,7	0,9
426	51,3	100	494	39,4	„m”	562	58,7	„m”
427	51,3	100	495	39,7	„m”	563	56	„m”
428	51,1	100	496	40,5	„m”	564	53,9	„m”
429	51,1	100	497	40,8	„m”	565	52,1	„m”
430	51,8	99,9	498	39,7	„m”	566	49,9	„m”
431	51,3	100	499	39,2	„m”	567	46,4	„m”
432	51,1	100	500	38,7	„m”	568	43,6	„m”
433	51,3	100	501	32,7	„m”	569	40,8	„m”
434	52,3	99,8	502	30,1	„m”	570	37,5	„m”
435	52,9	99,7	503	21,9	„m”	571	27,8	„m”
436	53,8	99,6	504	12,8	0	572	17,1	0,6
437	51,7	99,9	505	0	0	573	12,2	0,9
438	53,5	99,6	506	0	0	574	11,5	1,1
439	52	99,8	507	0	0	575	8,7	0,5
440	51,7	99,9	508	0	0	576	8	0,9
441	53,2	99,7	509	0	0	577	5,3	0,2
442	54,2	99,5	510	0	0	578	4	0
443	55,2	99,4	511	0	0	579	3,9	0
444	53,8	99,6	512	0	0	580	0	0
445	53,1	99,7	513	0	0	581	0	0
446	55	99,4	514	30,5	25,6	582	0	0
447	57	99,2	515	19,7	56,9	583	0	0
448	61,5	99	516	16,3	45,1	584	0	0
449	59,4	5,7	517	27,2	4,6	585	0	0
450	59	0	518	21,7	1,3	586	0	0
451	57,3	59,8	519	29,7	28,6	587	8,7	22,8
452	64,1	99	520	36,6	73,7	588	16,2	49,4
453	70,9	90,5	521	61,3	59,5	589	23,6	56
454	58	0	522	40,8	0	590	21,1	56,1
455	41,5	59,8	523	36,6	27,8	591	23,6	56
456	44,1	92,6	524	39,4	80,4	592	46,2	68,8
457	46,8	99,2	525	51,3	88,9	593	68,4	61,2
458	47,2	99,3	526	58,5	11,1	594	58,7	„m”

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy
s	%	%	s	%	%	s	%	%
595	31,6	„m”	663	54,9	59,8	731	56,8	„m”
596	19,9	8,8	664	54	39,3	732	57,1	„m”
597	32,9	70,2	665	53,8	„m”	733	52	„m”
598	43	79	666	52	„m”	734	44,4	„m”
599	57,4	98,9	667	50,4	„m”	735	40,2	„m”
600	72,1	73,8	668	50,6	0	736	39,2	16,5
601	53	0	669	49,3	41,7	737	38,9	73,2
602	48,1	86	670	50	73,2	738	39,9	89,8
603	56,2	99	671	50,4	99,7	739	42,3	98,6
604	65,4	98,9	672	51,9	99,5	740	43,7	98,8
605	72,9	99,7	673	53,6	99,3	741	45,5	99,1
606	67,5	„m”	674	54,6	99,1	742	45,6	99,2
607	39	„m”	675	56	99	743	48,1	99,7
608	41,9	38,1	676	55,8	99	744	49	100
609	44,1	80,4	677	58,4	98,9	745	49,8	99,9
610	46,8	99,4	678	59,9	98,8	746	49,8	99,9
611	48,7	99,9	679	60,9	98,8	747	51,9	99,5
612	50,5	99,7	680	63	98,8	748	52,3	99,4
613	52,5	90,3	681	64,3	98,9	749	53,3	99,3
614	51	1,8	682	64,8	64	750	52,9	99,3
615	50	„m”	683	65,9	46,5	751	54,3	99,2
616	49,1	„m”	684	66,2	28,7	752	55,5	99,1
617	47	„m”	685	65,2	1,8	753	56,7	99
618	43,1	„m”	686	65	6,8	754	61,7	98,8
619	39,2	„m”	687	63,6	53,6	755	64,3	47,4
620	40,6	0,5	688	62,4	82,5	756	64,7	1,8
621	41,8	53,4	689	61,8	98,8	757	66,2	„m”
622	44,4	65,1	690	59,8	98,8	758	49,1	„m”
623	48,1	67,8	691	59,2	98,8	759	52,1	46
624	53,8	99,2	692	59,7	98,8	760	52,6	61
625	58,6	98,9	693	61,2	98,8	761	52,9	0
626	63,6	98,8	694	62,2	49,4	762	52,3	20,4
627	68,5	99,2	695	62,8	37,2	763	54,2	56,7
628	72,2	89,4	696	63,5	46,3	764	55,4	59,8
629	77,1	0	697	64,7	72,3	765	56,1	49,2
630	57,8	79,1	698	64,7	72,3	766	56,8	33,7
631	60,3	98,8	699	65,4	77,4	767	57,2	96
632	61,9	98,8	700	66,1	69,3	768	58,6	98,9
633	63,8	98,8	701	64,3	„m”	769	59,5	98,8
634	64,7	98,9	702	64,3	„m”	770	61,2	98,8
635	65,4	46,5	703	63	„m”	771	62,1	98,8
636	65,7	44,5	704	62,2	„m”	772	62,7	98,8
637	65,6	3,5	705	61,6	„m”	773	62,8	98,8
638	49,1	0	706	62,4	„m”	774	64	98,9
639	50,4	73,1	707	62,2	„m”	775	63,2	46,3
640	50,5	„m”	708	61	„m”	776	62,4	„m”
641	51	„m”	709	58,7	„m”	777	60,3	„m”
642	49,4	„m”	710	55,5	„m”	778	58,7	„m”
643	49,2	„m”	711	51,7	„m”	779	57,2	„m”
644	48,6	„m”	712	49,2	„m”	780	56,1	„m”
645	47,5	„m”	713	48,8	40,4	781	56	9,3
646	46,5	„m”	714	47,9	„m”	782	55,2	26,3
647	46	11,3	715	46,2	„m”	783	54,8	42,8
648	45,6	42,8	716	45,6	9,8	784	55,7	47,1
649	47,1	83	717	45,6	34,5	785	56,6	52,4
650	46,2	99,3	718	45,5	37,1	786	58	50,3
651	47,9	99,7	719	43,8	„m”	787	58,6	20,6
652	49,5	99,9	720	41,9	„m”	788	58,7	„m”
653	50,6	99,7	721	41,3	„m”	789	59,3	„m”
654	51	99,6	722	41,4	„m”	790	58,6	„m”
655	53	99,3	723	41,2	„m”	791	60,5	9,7
656	54,9	99,1	724	41,8	„m”	792	59,2	9,6
657	55,7	99	725	41,8	„m”	793	59,9	9,6
658	56	99	726	43,2	17,4	794	59,6	9,6
659	56,1	9,3	727	45	29	795	59,9	6,2
660	55,6	„m”	728	44,2	„m”	796	59,9	9,6
661	55,4	„m”	729	43,9	„m”	797	60,5	13,1
662	54,9	51,3	730	38	10,7	798	60,3	20,7

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy
s	%	%	s	%	%	s	%	%
799	59,9	31	867	52,3	99,4	935	52,8	60,1
800	60,5	42	868	53	99,3	936	53,7	69,7
801	61,5	52,5	869	54,2	99,2	937	54	70,7
802	60,9	51,4	870	55,5	99,1	938	55,1	71,7
803	61,2	57,7	871	56,7	99	939	55,2	46
804	62,8	98,8	872	57,3	98,9	940	54,7	12,6
805	63,4	96,1	873	58	98,9	941	52,5	0
806	64,6	45,4	874	60,5	31,1	942	51,8	24,7
807	64,1	5	875	60,2	„m”	943	51,4	43,9
808	63	3,2	876	60,3	„m”	944	50,9	71,1
809	62,7	14,9	877	60,5	6,3	945	51,2	76,8
810	63,5	35,8	878	61,4	19,3	946	50,3	87,5
811	64,1	73,3	879	60,3	1,2	947	50,2	99,8
812	64,3	37,4	880	60,5	2,9	948	50,9	100
813	64,1	21	881	61,2	34,1	949	49,9	99,7
814	63,7	21	882	61,6	13,2	950	50,9	100
815	62,9	18	883	61,5	16,4	951	49,8	99,7
816	62,4	32,7	884	61,2	16,4	952	50,4	99,8
817	61,7	46,2	885	61,3	„m”	953	50,4	99,8
818	59,8	45,1	886	63,1	„m”	954	49,7	99,7
819	57,4	43,9	887	63,2	4,8	955	51	100
820	54,8	42,8	888	62,3	22,3	956	50,3	99,8
821	54,3	65,2	889	62	38,5	957	50,2	99,8
822	52,9	62,1	890	61,6	29,6	958	49,9	99,7
823	52,4	30,6	891	61,6	26,6	959	50,9	100
824	50,4	„m”	892	61,8	28,1	960	50	99,7
825	48,6	„m”	893	62	29,6	961	50,2	99,8
826	47,9	„m”	894	62	16,3	962	50,2	99,8
827	46,8	„m”	895	61,1	„m”	963	49,9	99,7
828	46,9	9,4	896	61,2	„m”	964	50,4	99,8
829	49,5	41,7	897	60,7	19,2	965	50,2	99,8
830	50,5	37,8	898	60,7	32,5	966	50,3	99,8
831	52,3	20,4	899	60,9	17,8	967	49,9	99,7
832	54,1	30,7	900	60,1	19,2	968	51,1	100
833	56,3	41,8	901	59,3	38,2	969	50,6	99,9
834	58,7	26,5	902	59,9	45	970	49,9	99,7
835	57,3	„m”	903	59,4	32,4	971	49,6	99,6
836	59	„m”	904	59,2	23,5	972	49,4	99,6
837	59,8	„m”	905	59,5	40,8	973	49	99,5
838	60,3	„m”	906	58,3	„m”	974	49,8	99,7
839	61,2	„m”	907	58,2	„m”	975	50,9	100
840	61,8	„m”	908	57,6	„m”	976	50,4	99,8
841	62,5	„m”	909	57,1	„m”	977	49,8	99,7
842	62,4	„m”	910	57	0,6	978	49,1	99,5
843	61,5	„m”	911	57	26,3	979	50,4	99,8
844	63,7	„m”	912	56,5	29,2	980	49,8	99,7
845	61,9	„m”	913	56,3	20,5	981	49,3	99,5
846	61,6	29,7	914	56,1	„m”	982	49,1	99,5
847	60,3	„m”	915	55,2	„m”	983	49,9	99,7
848	59,2	„m”	916	54,7	17,5	984	49,1	99,5
849	57,3	„m”	917	55,2	29,2	985	50,4	99,8
850	52,3	„m”	918	55,2	29,2	986	50,9	100
851	49,3	„m”	919	55,9	16	987	51,4	99,9
852	47,3	„m”	920	55,9	26,3	988	51,5	99,9
853	46,3	38,8	921	56,1	36,5	989	52,2	99,7
854	46,8	35,1	922	55,8	19	990	52,8	74,1
855	46,6	„m”	923	55,9	9,2	991	53,3	46
856	44,3	„m”	924	55,8	21,9	992	53,6	36,4
857	43,1	„m”	925	56,4	42,8	993	53,4	33,5
858	42,4	2,1	926	56,4	38	994	53,9	58,9
859	41,8	2,4	927	56,4	11	995	55,2	73,8
860	43,8	68,8	928	56,4	35,1	996	55,8	52,4
861	44,6	89,2	929	54	7,3	997	55,7	9,2
862	46	99,2	930	53,4	5,4	998	55,8	2,2
863	46,9	99,4	931	52,3	27,6	999	56,4	33,6
864	47,9	99,7	932	52,1	32	1000	55,4	„m”
865	50,2	99,8	933	52,3	33,4	1001	55,2	„m”
866	51,2	99,6	934	52,2	34,9	1002	55,8	26,3

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1003	55,8	23,3	1071	42,5	„m”	1139	45,5	24,8
1004	56,4	50,2	1072	41	„m”	1140	44,8	73,8
1005	57,6	68,3	1073	39,9	„m”	1141	46,6	99
1006	58,8	90,2	1074	39,9	38,2	1142	46,3	98,9
1007	59,9	98,9	1075	40,1	48,1	1143	48,5	99,4
1008	62,3	98,8	1076	39,9	48	1144	49,9	99,7
1009	63,1	74,4	1077	39,4	59,3	1145	49,1	99,5
1010	63,7	49,4	1078	43,8	19,8	1146	49,1	99,5
1011	63,3	9,8	1079	52,9	0	1147	51	100
1012	48	0	1080	52,8	88,9	1148	51,5	99,9
1013	47,9	73,5	1081	53,4	99,5	1149	50,9	100
1014	49,9	99,7	1082	54,7	99,3	1150	51,6	99,9
1015	49,9	48,8	1083	56,3	99,1	1151	52,1	99,7
1016	49,6	2,3	1084	57,5	99	1152	50,9	100
1017	49,9	„m”	1085	59	98,9	1153	52,2	99,7
1018	49,3	„m”	1086	59,8	98,9	1154	51,5	98,3
1019	49,7	47,5	1087	60,1	98,9	1155	51,5	47,2
1020	49,1	„m”	1088	61,8	48,3	1156	50,8	78,4
1021	49,4	„m”	1089	61,8	55,6	1157	50,3	83
1022	48,3	„m”	1090	61,7	59,8	1158	50,3	31,7
1023	49,4	„m”	1091	62	55,6	1159	49,3	31,3
1024	48,5	„m”	1092	62,3	29,6	1160	48,8	21,5
1025	48,7	„m”	1093	62	19,3	1161	47,8	59,4
1026	48,7	„m”	1094	61,3	7,9	1162	48,1	77,1
1027	49,1	„m”	1095	61,1	19,2	1163	48,4	87,6
1028	49	„m”	1096	61,2	43	1164	49,6	87,5
1029	49,8	„m”	1097	61,1	59,7	1165	51	81,4
1030	48,7	„m”	1098	61,1	98,8	1166	51,6	66,7
1031	48,5	„m”	1099	61,3	98,8	1167	53,3	63,2
1032	49,3	31,3	1100	61,3	26,6	1168	55,2	62
1033	49,7	45,3	1101	60,4	„m”	1169	55,7	43,9
1034	48,3	44,5	1102	58,8	„m”	1170	56,4	30,7
1035	49,8	61	1103	57,7	„m”	1171	56,8	23,4
1036	49,4	64,3	1104	56	„m”	1172	57	„m”
1037	49,8	64,4	1105	54,7	„m”	1173	57,6	„m”
1038	50,5	65,6	1106	53,3	„m”	1174	56,9	„m”
1039	50,3	64,5	1107	52,6	23,2	1175	56,4	4
1040	51,2	82,9	1108	53,4	84,2	1176	57	23,4
1041	50,5	86	1109	53,9	99,4	1177	56,4	41,7
1042	50,6	89	1110	54,9	99,3	1178	57	49,2
1043	50,4	81,4	1111	55,8	99,2	1179	57,7	56,6
1044	49,9	49,9	1112	57,1	99	1180	58,6	56,6
1045	49,1	20,1	1113	56,5	99,1	1181	58,9	64
1046	47,9	24	1114	58,9	98,9	1182	59,4	68,2
1047	48,1	36,2	1115	58,7	98,9	1183	58,8	71,4
1048	47,5	34,5	1116	59,8	98,9	1184	60,1	71,3
1049	46,9	30,3	1117	61	98,8	1185	60,6	79,1
1050	47,7	53,5	1118	60,7	19,2	1186	60,7	83,3
1051	46,9	61,6	1119	59,4	„m”	1187	60,7	77,1
1052	46,5	73,6	1120	57,9	„m”	1188	60	73,5
1053	48	84,6	1121	57,6	„m”	1189	60,2	55,5
1054	47,2	87,7	1122	56,3	„m”	1190	59,7	54,4
1055	48,7	80	1123	55	„m”	1191	59,8	73,3
1056	48,7	50,4	1124	53,7	„m”	1192	59,8	77,9
1057	47,8	38,6	1125	52,1	„m”	1193	59,8	73,9
1058	48,8	63,1	1126	51,1	„m”	1194	60	76,5
1059	47,4	5	1127	49,7	25,8	1195	59,5	82,3
1060	47,3	47,4	1128	49,1	46,1	1196	59,9	82,8
1061	47,3	49,8	1129	48,7	46,9	1197	59,8	65,8
1062	46,9	23,9	1130	48,2	46,7	1198	59	48,6
1063	46,7	44,6	1131	48	70	1199	58,9	62,2
1064	46,8	65,2	1132	48	70	1200	59,1	70,4
1065	46,9	60,4	1133	47,2	67,6	1201	58,9	62,1
1066	46,7	61,5	1134	47,3	67,6	1202	58,4	67,4
1067	45,5	„m”	1135	46,6	74,7	1203	58,7	58,9
1068	45,5	„m”	1136	47,4	13	1204	58,3	57,7
1069	44,2	„m”	1137	46,3	„m”	1205	57,5	57,8
1070	43	„m”	1138	45,4	„m”	1206	57,2	57,6

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1207	57,1	42,6	1275	60,6	8,2	1343	61,3	19,2
1208	57	70,1	1276	60,6	5,5	1344	61	9,3
1209	56,4	59,6	1277	61	14,3	1345	60,8	44,2
1210	56,7	39	1278	61	12	1346	60,9	55,3
1211	55,9	68,1	1279	61,3	34,2	1347	61,2	56
1212	56,3	79,1	1280	61,2	17,1	1348	60,9	60,1
1213	56,7	89,7	1281	61,5	15,7	1349	60,7	59,1
1214	56	89,4	1282	61	9,5	1350	60,9	56,8
1215	56	93,1	1283	61,1	9,2	1351	60,7	58,1
1216	56,4	93,1	1284	60,5	4,3	1352	59,6	78,4
1217	56,7	94,4	1285	60,2	7,8	1353	59,6	84,6
1218	56,9	94,8	1286	60,2	5,9	1354	59,4	66,6
1219	57	94,1	1287	60,2	5,3	1355	59,3	75,5
1220	57,7	94,3	1288	59,9	4,6	1356	58,9	49,6
1221	57,5	93,7	1289	59,4	21,5	1357	59,1	75,8
1222	58,4	93,2	1290	59,6	15,8	1358	59	77,6
1223	58,7	93,2	1291	59,3	10,1	1359	59	67,8
1224	58,2	93,7	1292	58,9	9,4	1360	59	56,7
1225	58,5	93,1	1293	58,8	9	1361	58,8	54,2
1226	58,8	86,2	1294	58,9	35,4	1362	58,9	59,6
1227	59	72,9	1295	58,9	30,7	1363	58,9	60,8
1228	58,2	59,9	1296	58,9	25,9	1364	59,3	56,1
1229	57,6	8,5	1297	58,7	22,9	1365	58,9	48,5
1230	57,1	47,6	1298	58,7	24,4	1366	59,3	42,9
1231	57,2	74,4	1299	59,3	61	1367	59,4	41,4
1232	57	79,1	1300	60,1	56	1368	59,6	38,9
1233	56,7	67,2	1301	60,5	50,6	1369	59,4	32,9
1234	56,8	69,1	1302	59,5	16,2	1370	59,3	30,6
1235	56,9	71,3	1303	59,7	50	1371	59,4	30
1236	57	77,3	1304	59,7	31,4	1372	59,4	25,3
1237	57,4	78,2	1305	60,1	43,1	1373	58,8	18,6
1238	57,3	70,6	1306	60,8	38,4	1374	59,1	18
1239	57,7	64	1307	60,9	40,2	1375	58,5	10,6
1240	57,5	55,6	1308	61,3	49,7	1376	58,8	10,5
1241	58,6	49,6	1309	61,8	45,9	1377	58,5	8,2
1242	58,2	41,1	1310	62	45,9	1378	58,7	13,7
1243	58,8	40,6	1311	62,2	45,8	1379	59,1	7,8
1244	58,3	21,1	1312	62,6	46,8	1380	59,1	6
1245	58,7	24,9	1313	62,7	44,3	1381	59,1	6
1246	59,1	24,8	1314	62,9	44,4	1382	59,4	13,1
1247	58,6	„m”	1315	63,1	43,7	1383	59,7	22,3
1248	58,8	„m”	1316	63,5	46,1	1384	60,7	10,5
1249	58,8	„m”	1317	63,6	40,7	1385	59,8	9,8
1250	58,7	„m”	1318	64,3	49,5	1386	60,2	8,8
1251	59,1	„m”	1319	63,7	27	1387	59,9	8,7
1252	59,1	„m”	1320	63,8	15	1388	61	9,1
1253	59,4	„m”	1321	63,6	18,7	1389	60,6	28,2
1254	60,6	2,6	1322	63,4	8,4	1390	60,6	22
1255	59,6	„m”	1323	63,2	8,7	1391	59,6	23,2
1256	60,1	„m”	1324	63,3	21,6	1392	59,6	19
1257	60,6	„m”	1325	62,9	19,7	1393	60,6	38,4
1258	59,6	4,1	1326	63	22,1	1394	59,8	41,6
1259	60,7	7,1	1327	63,1	20,3	1395	60	47,3
1260	60,5	„m”	1328	61,8	19,1	1396	60,5	55,4
1261	59,7	„m”	1329	61,6	17,1	1397	60,9	58,7
1262	59,6	„m”	1330	61	0	1398	61,3	37,9
1263	59,8	„m”	1331	61,2	22	1399	61,2	38,3
1264	59,6	4,9	1332	60,8	40,3	1400	61,4	58,7
1265	60,1	5,9	1333	61,1	34,3	1401	61,3	51,3
1266	59,9	6,1	1334	60,7	16,1	1402	61,4	71,1
1267	59,7	„m”	1335	60,6	16,6	1403	61,1	51
1268	59,6	„m”	1336	60,5	18,5	1404	61,5	56,6
1269	59,7	22	1337	60,6	29,8	1405	61	60,6
1270	59,8	10,3	1338	60,9	19,5	1406	61,1	75,4
1271	59,9	10	1339	60,9	22,3	1407	61,4	69,4
1272	60,6	6,2	1340	61,4	35,8	1408	61,6	69,9
1273	60,5	7,3	1341	61,3	42,9	1409	61,7	59,6
1274	60,2	14,8	1342	61,5	31	1410	61,8	54,8

Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1411	61,6	53,6	1479	60,7	26,7	1547	58,8	6,4
1412	61,3	53,5	1480	60,1	4,7	1548	58,7	5
1413	61,3	52,9	1481	59,9	0	1549	57,5	„m”
1414	61,2	54,1	1482	60,4	36,2	1550	57,4	„m”
1415	61,3	53,2	1483	60,7	32,5	1551	57,1	1,1
1416	61,2	52,2	1484	59,9	3,1	1552	57,1	0
1417	61,2	52,3	1485	59,7	„m”	1553	57	4,5
1418	61	48	1486	59,5	„m”	1554	57,1	3,7
1419	60,9	41,5	1487	59,2	„m”	1555	57,3	3,3
1420	61	32,2	1488	58,8	0,6	1556	57,3	16,8
1421	60,7	22	1489	58,7	„m”	1557	58,2	29,3
1422	60,7	23,3	1490	58,7	„m”	1558	58,7	12,5
1423	60,8	38,8	1491	57,9	„m”	1559	58,3	12,2
1424	61	40,7	1492	58,2	„m”	1560	58,6	12,7
1425	61	30,6	1493	57,6	„m”	1561	59	13,6
1426	61,3	62,6	1494	58,3	9,5	1562	59,8	21,9
1427	61,7	55,9	1495	57,2	6	1563	59,3	20,9
1428	62,3	43,4	1496	57,4	27,3	1564	59,7	19,2
1429	62,3	37,4	1497	58,3	59,9	1565	60,1	15,9
1430	62,3	35,7	1498	58,3	7,3	1566	60,7	16,7
1431	62,8	34,4	1499	58,8	21,7	1567	60,7	18,1
1432	62,8	31,5	1500	58,8	38,9	1568	60,7	40,6
1433	62,9	31,7	1501	59,4	26,2	1569	60,7	59,7
1434	62,9	29,9	1502	59,1	25,5	1570	61,1	66,8
1435	62,8	29,4	1503	59,1	26	1571	61,1	58,8
1436	62,7	28,7	1504	59	39,1	1572	60,8	64,7
1437	61,5	14,7	1505	59,5	52,3	1573	60,1	63,6
1438	61,9	17,2	1506	59,4	31	1574	60,7	83,2
1439	61,5	6,1	1507	59,4	27	1575	60,4	82,2
1440	61	9,9	1508	59,4	29,8	1576	60	80,5
1441	60,9	4,8	1509	59,4	23,1	1577	59,9	78,7
1442	60,6	11,1	1510	58,9	16	1578	60,8	67,9
1443	60,3	6,9	1511	59	31,5	1579	60,4	57,7
1444	60,8	7	1512	58,8	25,9	1580	60,2	60,6
1445	60,2	9,2	1513	58,9	40,2	1581	59,6	72,7
1446	60,5	21,7	1514	58,8	28,4	1582	59,9	73,6
1447	60,2	22,4	1515	58,9	38,9	1583	59,8	74,1
1448	60,7	31,6	1516	59,1	35,3	1584	59,6	84,6
1449	60,9	28,9	1517	58,8	30,3	1585	59,4	76,1
1450	59,6	21,7	1518	59	19	1586	60,1	76,9
1451	60,2	18	1519	58,7	3	1587	59,5	84,6
1452	59,5	16,7	1520	57,9	0	1588	59,8	77,5
1453	59,8	15,7	1521	58	2,4	1589	60,6	67,9
1454	59,6	15,7	1522	57,1	„m”	1590	59,3	47,3
1455	59,3	15,7	1523	56,7	„m”	1591	59,3	43,1
1456	59	7,5	1524	56,7	5,3	1592	59,4	38,3
1457	58,8	7,1	1525	56,6	2,1	1593	58,7	38,2
1458	58,7	16,5	1526	56,8	„m”	1594	58,8	39,2
1459	59,2	50,7	1527	56,3	„m”	1595	59,1	67,9
1460	59,7	60,2	1528	56,3	„m”	1596	59,7	60,5
1461	60,4	44	1529	56	„m”	1597	59,5	32,9
1462	60,2	35,3	1530	56,7	„m”	1598	59,6	20
1463	60,4	17,1	1531	56,6	3,8	1599	59,6	34,4
1464	59,9	13,5	1532	56,9	„m”	1600	59,4	23,9
1465	59,9	12,8	1533	56,9	„m”	1601	59,6	15,7
1466	59,6	14,8	1534	57,4	„m”	1602	59,9	41
1467	59,4	15,9	1535	57,4	„m”	1603	60,5	26,3
1468	59,4	22	1536	58,3	13,9	1604	59,6	14
1469	60,4	38,4	1537	58,5	„m”	1605	59,7	21,2
1470	59,5	38,8	1538	59,1	„m”	1606	60,9	19,6
1471	59,3	31,9	1539	59,4	„m”	1607	60,1	34,3
1472	60,9	40,8	1540	59,6	„m”	1608	59,9	27
1473	60,7	39	1541	59,5	„m”	1609	60,8	25,6
1474	60,9	30,1	1542	59,6	0,5	1610	60,6	26,3
1475	61	29,3	1543	59,3	9,2	1611	60,9	26,1
1476	60,6	28,4	1544	59,4	11,2	1612	61,1	38
1477	60,9	36,3	1545	59,1	26,8	1613	61,2	31,6
1478	60,8	30,5	1546	59	11,7	1614	61,4	30,6

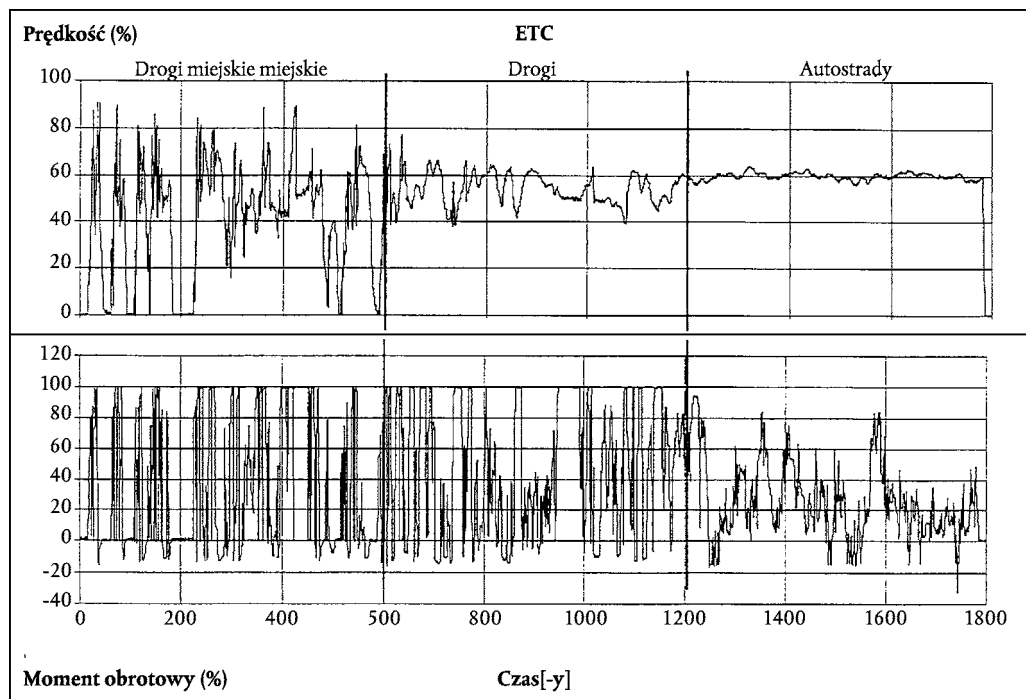
Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy	Czas	Norm. prędkość	Norm. moment obrotowy
s	%	%	s	%	%	s	%	%
1615	61,7	29,6	1677	60,6	6,7	1740	60,8	4,8
1616	61,5	28,8	1678	60,6	12,8	1741	59,9	„m”
1617	61,7	27,8	1679	60,7	11,9	1742	59,8	„m”
1618	62,2	20,3	1680	60,6	12,4	1743	59,1	„m”
1619	61,4	19,6	1681	60,1	12,4	1744	58,8	„m”
1620	61,8	19,7	1682	60,5	12	1745	58,8	„m”
1621	61,8	18,7	1683	60,4	11,8	1746	58,2	„m”
1622	61,6	17,7	1684	59,9	12,4	1747	58,5	14,3
1623	61,7	8,7	1685	59,6	12,4	1748	57,5	4,4
1624	61,7	1,4	1686	59,6	9,1	1749	57,9	0
1625	61,7	5,9	1687	59,9	0	1750	57,8	20,9
1626	61,2	8,1	1688	59,9	20,4	1751	58,3	9,2
1627	61,9	45,8	1689	59,8	4,4	1752	57,8	8,2
1628	61,4	31,5	1690	59,4	3,1	1753	57,5	15,3
1629	61,7	22,3	1691	59,5	26,3	1754	58,4	38
1630	62,4	21,7	1692	59,6	20,1	1755	58,1	15,4
1631	62,8	21,9	1693	59,4	35	1756	58,8	11,8
1632	62,2	22,2	1694	60,9	22,1	1757	58,3	8,1
1633	62,5	31	1695	60,5	12,2	1758	58,3	5,5
1634	62,3	31,3	1696	60,1	11	1759	59	4,1
1635	62,6	31,7	1697	60,1	8,2	1760	58,2	4,9
1636	62,3	22,8	1698	60,5	6,7	1761	57,9	10,1
1637	62,7	12,6	1699	60	5,1	1762	58,5	7,5
1638	62,2	15,2	1700	60	5,1	1763	57,4	7
1639	61,9	32,6	1701	60	9	1764	58,2	6,7
1640	62,5	23,1	1702	60,1	5,7	1765	58,2	6,6
1641	61,7	19,4	1703	59,9	8,5	1766	57,3	17,3
1642	61,7	10,8	1704	59,4	6	1767	58	11,4
1643	61,6	10,2	1705	59,5	5,5	1768	57,5	47,4
1644	61,4	„m”	1706	59,5	14,2	1769	57,4	28,8
1645	60,8	„m”	1707	59,5	6,2	1770	58,8	24,3
1646	60,7	„m”	1708	59,4	10,3	1771	57,7	25,5
1647	61	12,4	1709	59,6	13,8	1772	58,4	35,5
1648	60,4	5,3	1710	59,5	13,9	1773	58,4	29,3
1649	61	13,1	1711	60,1	18,9	1774	59	33,8
1650	60,7	29,6	1712	59,4	13,1	1775	59	18,7
1651	60,5	28,9	1713	59,8	5,4	1776	58,8	9,8
1652	60,8	27,1	1714	59,9	2,9	1777	58,8	23,9
1653	61,2	27,3	1715	60,1	7,1	1778	59,1	48,2
1654	60,9	20,6	1716	59,6	12	1779	59,4	37,2
1655	61,1	13,9	1717	59,6	4,9	1780	59,6	29,1
1656	60,7	13,4	1718	59,4	22,7	1781	50	25
1657	61,3	26,1	1719	59,6	22	1782	40	20
1658	60,9	23,7	1720	60,1	17,4	1783	30	15
1659	61,4	32,1	1721	60,2	16,6	1784	20	10
1660	61,7	33,5	1722	59,4	28,6	1785	10	5
1661	61,8	34,1	1723	60,3	22,4	1786	0	0
1662	61,7	17	1724	59,9	20	1787	0	0
1663	61,7	2,5	1725	60,2	18,6	1788	0	0
1664	61,5	5,9	1726	60,3	11,9	1789	0	0
1665	61,3	14,9	1727	60,4	11,6	1790	0	0
1666	61,5	17,2	1728	60,6	10,6	1791	0	0
1667	61,1	„m”	1729	60,8	16	1792	0	0
1668	61,4	„m”	1730	60,9	17	1793	0	0
1669	61,4	8,8	1731	60,9	16,1	1794	0	0
1670	61,3	8,8	1732	60,7	11,4	1795	0	0
1671	61	18	1733	60,9	11,3	1796	0	0
1672	61,5	13	1734	61,1	11,2	1797	0	0
1673	61	3,7	1735	61,1	25,6	1798	0	0
1674	60,9	3,1	1736	61	14,6	1799	0	0
1675	60,9	4,7	1737	61	10,4	1800	0	0
1676	60,6	4,1	1738	60,6	„m”			
			1739	60,9	„m”			

„m” = uruchamianie.

Graficzną reprezentację schematu dynamometru ETC przedstawiono na rysunku 5.

Rysunek 5

Wykres odczytów dynamometru w badaniu ETC



Dodatek 4

PROCEDURY POMIARU I POBIERANIA PRÓBEK

1. WPROWADZENIE

Zanieczyszczenia gazowe, pyłowe i zadymienie spalin emitowane przez silnik przedłożony do badania mierzy się metodami opisanymi w załączniku V. Odpowiednie punkty załącznika V opisują zalecane układy analityczne mierzenia emisji zanieczyszczeń gazowych (pkt 1), zalecane układy rozcieńczania pyłów i układy pobierania próbek (pkt 2) oraz zalecane dymomierze do pomiaru zadymienia spalin (pkt 3).

W przypadku badania ESC poziomy zanieczyszczeń gazowych ustala się z nieoczyszczonych spalin. Fakultatywnie można je ustalić z rozcieńczonych spalin, jeżeli do wyznaczenia pyłów używa się układu pełnego rozcieńczania spalin. Pyły ustala się albo w układzie częściowego rozcieńczania przepływu, albo pełnego rozcieńczania przepływu.

W przypadku badania ETC dla ustalenia emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych wykorzystuje się wyłącznie układ pełnego rozcieńczania przepływu i uznaje się go za układ odniesienia. Jednakże służba techniczna może zatwierdzić układy częściowego rozcieńczania przepływu, jeżeli udowodniona jest ich równoważność zgodnie z ppkt 6.2 załącznika I oraz, jeżeli służba techniczna otrzyma szczegółowy opis oceny danych i procedur obliczeniowych.

2. DYNAMOMETR I URZĄDZENIA KOMORY DO BADAŃ

Do badania poziomu emisji z silników za pomocą dynamometru używa się następujących urządzeń.

2.1. **Dynamometr silnika**

Wykorzystuje się dynamometr silnika o odpowiednich właściwościach umożliwiających wykonanie cykli badań opisanych w dodatkach 1 i 2 do niniejszego załącznika. Układ mierzenia prędkości musi się charakteryzować dokładnością odczytu rzędu $\pm 2\%$. Układ pomiaru momentu obrotowego charakteryzuje się dokładnością odczytu rzędu $\pm 3\%$ w zakresie $> 20\%$ pełnej skali oraz dokładnością odczytu rzędu $\pm 0,6\%$ pełnej skali w zakresie $\leq 20\%$ pełnej skali.

2.2. **Inne przyrządy**

W zależności od potrzeb wykorzystuje się przyrządy pomiarowe do mierzenia zużycia paliwa, zużycia powietrza, temperatury chłodziwa i smaru, ciśnienia spalin oraz spadku ciśnienia na przewodzie wlotowym, temperatury spalin, temperatury powietrza wlotowego, ciśnienia atmosferycznego, wilgotności i temperatury paliwa. Przyrządy te spełniają wymagania przedstawione w tabeli 8:

Tabela 8

Dokładność przyrządów pomiarowych

Przyrząd pomiarowy	Dokładność
Zużycie paliwa	$\pm 2\%$ maksymalnej wartości silnika
Zużycie powietrza	$\pm 2\%$ maksymalnej wartości silnika
Temperatury $\leq 600\text{ K}$ ($327\text{ }^{\circ}\text{C}$)	$\pm 2\text{ K}$ bezwzględnego
Temperatury $> 600\text{ K}$ ($327\text{ }^{\circ}\text{C}$)	$\pm 1\%$ odczytu
Ciśnienie atmosferyczne	$\pm 0,1\text{ kPa}$ bezwzględnego
Ciśnienie spalin	$\pm 0,2\text{ kPa}$ bezwzględnego
Spadek ciśnienia wlotowego	$\pm 0,05\text{ kPa}$ bezwzględnego
Inne ciśnienia	$\pm 0,1\text{ kPa}$ bezwzględnego
Wilgotność względna	$\pm 3\%$ bezwzględnego
Wilgotność bezwzględna	$\pm 5\%$ odczytu

2.3. Przepływ spalin

Do obliczenia poziomu emisji zanieczyszczeń w nieoczyszczonych spalinach niezbędne jest poznanie poziomu przepływu spalin (patrz ppkt 4.4 dodatku 1). Dla ustalenia przepływu spalin można wykorzystać jedną z metod podanych poniżej:

- a) Bezpośredni pomiar przepływu spalin przez dyszę przepływową lub równoważny układ analityczny;
- b) Pomiar przepływu powietrza i przepływu paliwa za pomocą właściwych układów analitycznych i obliczania przepływu spalin w oparciu o poniższe równanie:

$$G_{\text{EXHW}} = G_{\text{AIRW}} + G_{\text{FUEL}} \text{ (dla masy mokrych spalin)}$$

Dokładność wyznaczania przepływu spalin wynosi $\pm 2,5$ % odczytu lub więcej.

2.4. Przepływ rozcieńczonych spalin

Do obliczenia poziomów emisji w rozcieńczonych spalinach przy wykorzystaniu układu rozcieńczania pełnego przepływu (obowiązkowo dla ETC), niezbędne jest poznanie przepływu rozcieńczonych spalin (patrz dodatek 2 ppkt 4.3). Wskaźnik łącznej masy przepływu rozcieńczonych spalin (G_{TOTW}) lub łączną masę ogólną rozcieńczonych spalin w cyklu (M_{TOTW}) mierzy się za pomocą PDP lub CFV (załącznik V ppkt 2.3.1). Dokładność wynosi ± 2 % odczytu lub więcej i ustala się ją zgodnie z przepisami załącznika III dodatek 5 ppkt 2.4.

3. USTALANIE POZIOMU EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH

3.1. Ogólne specyfikacje analizatora

Analizatory charakteryzują się zakresem pomiaru odpowiadającym dokładności wymaganej do mierzenia stężeń zanieczyszczeń gazowych w spalinach (ppkt 3.1.1). Zaleca się, aby analizatory działały tak, aby zmierzone stężenia mieściły się w zakresie między 15 % i 100 % pełnej skali.

Dopuszcza się użycie układów odczytu, jeżeli układy odczytu (komputery, rejestratory danych) charakteryzują się wystarczającą dokładnością i rozdzielczością poniżej 15 % pełnej skali. W takim przypadku należy przeprowadzić dodatkową kalibrację punktów leżących w odległości przynajmniej 4 niezerowych przedziałów nominalnych w celu zapewnienia dokładności krzywych kalibracji zgodnie z załącznikiem III dodatek 5 ppkt 1.5.5.2.

Aby ograniczyć dodatkowe błędy, kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) urządzeń musi odpowiadać wyznaczonemu poziomowi.

3.1.1. Błąd pomiarowy

Ogólny błąd pomiarowy, włączając czułość poprzeczną innych gazów (patrz załącznik III dodatek 5 ppkt 1.9) nie przekracza ± 5 % odczytu lub $\pm 3,5$ % pełnej skali w zależności od tego, która z tych wartości jest niższa. W przypadku stężeń poniżej 100 ppm, błąd pomiarowy nie przekracza ± 4 ppm.

3.1.2. Powtarzalność

Powtarzalność, ustalona na poziomie 2,5 raza odchylenia standardowego 10 powtarzalnych reakcji na podaną kalibrację lub zakres gazu, nie może być wyższa niż ± 1 % pełnej skali odpowiadającej każdemu zakresowi powyżej 155 ppm (lub ppmC), albo ± 2 % każdego zakresu poniżej 155 ppm (lub ppmC).

3.1.3. Hałas

Szczytowa reakcja analizatora na punkt zerowy i kalibrację gazu zakresowego w odcinku 10 sekundo- wym nie przekracza 2 % pełnej skali wszystkich wykorzystywanych zakresów.

3.1.4. Odchylenie zerowe

Odchylenie zerowe w ciągu godziny jest niższe niż 2 % pełnej skali najniższego z wykorzystywanych zakresów. Reakcję zerową określa się jako średnią reakcję, włączając hałas, na gaz zerowy w przedziale czasowym 30 sekund.

3.1.5. Odchylenie zakresu

Odchylenie zakresu w ciągu godziny musi wynosić mniej niż 2 % pełnej skali na najniższym wykorzystanym zakresie. Zakres określa się jako różnicę między reakcją zakresu oraz reakcją zerową. Reakcję zakresu określa się jako średnią reakcję, uwzględniając hałas, na gaz zakresowy w przedziale czasowym 30 sekund.

3.2. Suszenie gazu

Zastosowanie fakultatywnego urządzenia do suszenia gazu ma minimalny wpływ na stężenie mierzonych gazów. Osuszacze chemiczne nie są dopuszczalną metodą usuwania wody z próbki.

3.3. Analizatory

Ppkt 3.3.1-3.3.4 opisują zalecane zasady pomiaru. Szczegółowy opis układu pomiarowego przedstawiono w załączniku V. Mierzone gazy analizuje się w oparciu o wymienione przyrządy. W przypadku analizatorów nieliniowych dopuszcza się używanie obwodów liniujących.

3.3.1. Analiza tlenku węgla (CO)

Analizator tlenku węgla jest analizatorem działającym w oparciu o metodę bezrozproszeniową strumienia podczerwieni (NDIR).

3.3.2. Analiza dwutlenku węgla (CO₂)

Analizator dwutlenku węgla jest analizatorem działającym w oparciu o metodę bezrozproszeniową strumienia podczerwieni (NDIR).

3.3.3. Analiza węglowodorów (HC)

Dla silników Diesla i silników napędzanych LPG analizator węglowodorów jest wykrywaczem działającym w oparciu o metodę wykrywania jonizacji ograniczonego płomienia (HFID), w którym wykrywacz, zawory, przewody, itd. ogrzewane są po to, by utrzymać temperaturę gazu na poziomie $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190 \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$). W przypadku silników napędzanych NG analizator węglowodoru może być analizatorem działającym w oparciu o wykrywanie jonizacji płomienia nieograniczonego (FID), w zależności od zastosowanej metody (patrz załącznik V ppkt 1.3).

3.3.4. Analiza węglowodorów niemietanowych (NMHC) (wyłącznie silniki gazowe napędzane NG)

Węglowodory niemietanowe wyznacza się za pomocą jednej z poniższych metod:

3.3.4.1. Metoda chromatografii gazowej (GC)

Węglowodory niemietanowe wyznacza się przez odjęcie metanu analizowanego za pomocą chromatografu gazowego (GC) kondycjonowanego w temperaturze 423 K ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$) od węglowodorów zmierzonych zgodnie z ppkt 3.3.3.

3.3.4.2. Metoda odcinania węglowodorów niemietanowych (NMC)

Wyznaczanie próbki częściowej niezawierającej metanu przeprowadza się przy ogrzanym NMC, działającym w ciągu z FID, zgodnie z ppkt 3.3.3 przez odjęcie metanu od zmierzonych węglowodorów.

3.3.5. Analiza tlenków azotu (NO_x)

Analizator tlenków azotu jest wykrywaczem luminescencyjnym (CLD) lub podgrzewanym wykrywaczem luminescencyjnym (HCLD) z katalizatorem NO₂/NO, jeżeli pomiaru dokonuje się w stanie suchym. Jeżeli pomiaru dokonuje się w stanie mokrym, wykorzystuje się detektor HCLD z katalizatorem utrzymywanym w temperaturze 328 K ($55\text{ }^{\circ}\text{C}$), pod warunkiem że uzyska się zadowalający poziom hartowania w wodzie (patrz załącznik III dodatek 5 ppkt 1.9.2.2).

3.4. Pobieranie próbek emisji zanieczyszczeń gazowych**3.4.1. Nieoczyszczone spaliny (wyłącznie ESC)**

Sondy do pobierania próbek emisji zanieczyszczeń gazowych instaluje się w odległości 0,5 m lub w odległości stanowiącej trzykrotność średnicy rury wylotowej spalin w zależności od tego, która z tych wartości jest wyższa, zgodnie z kierunkiem wylotu układu spalin i wystarczająco blisko silnika, aby zapewnić temperaturę spalin na sondzie rzędu przynajmniej 343 K ($70\text{ }^{\circ}\text{C}$).

W przypadku silnika wyposażonego w kilka cylindrów z rozgałęzionym przewodem wydechowym wlot próbnika należy umieścić wystarczająco daleko od strony odpowietrzonej, tak aby zapewnić reprezentatywność próbki uśrednionych poziomów emisji spalin ze wszystkich cylindrów. W silnikach wyposażonych w kilka cylindrów o zróżnicowanych przewodach wydechowych, takich jak silniki o konfiguracji klinowej, dopuszcza się pobieranie próbki z każdej z grup oddzielnie i obliczanie średniego poziomu emisji spalin. Można wykorzystywać także inne metody łączone z metodami omówionymi powyżej. Do obliczania poziomów emisji spalin wykorzystuje się ogólny przepływ spalin.

Jeżeli silnik wyposażony jest w układ oczyszczania spalin, próbkę spalin pobiera się przed układ oczyszczania spalin.

3.4.2. Rozcieńczone spaliny (obowiązkowe dla ETC, fakultatywne dla ESC)

Rura wydechowa zainstalowana między silnikiem a układem rozcieńczania pełnego przepływu spełnia wymagania załącznika V ppkt 2.3.1, EP.

Sonda(-y) do pobierania próbek emisji zanieczyszczeń gazowych instaluje się w tunelu rozcieńczania w punkcie gdzie powietrze rozcieńczające i spaliny są dobrze wymieszane oraz w pobliżu sondy do pobierania próbek pyłów.

W przypadku ETC pobieranie próbek można przeprowadzić na dwa sposoby:

- próbki zanieczyszczeń gromadzi się w filtrach workowych do pobierania próbek i mierzy po zakończeniu badania;
- próbki zanieczyszczeń pobiera się w sposób ciągły i łączy w cykl; metoda ta jest metodą obowiązkową dla HC i NO_x.

4. USTALENIE POZIOMU EMISJI PYŁÓW

Wyznaczanie pyłów wymaga układu rozcieńczania. Rozcieńczanie można przeprowadzić za pomocą układu rozcieńczania przepływu częściowego (wyłącznie ESC) lub układu rozcieńczania przepływu pełnego (obowiązkowe dla ETC). Objętość przepływu układu rozcieńczania musi być odpowiednio duża, aby całkowicie wykluczyć zbieranie się wody w układach rozcieńczania i pobierania próbek oraz zapewnić utrzymanie temperatury rozcieńczonych spalin na obsadkach filtra rzędu lub poniżej 325 K (52 °C). Dopuszcza się osuszanie powietrza rozcieńczającego przed wprowadzeniem go do układu rozcieńczania, a jest to szczególnie przydatne jeżeli wilgotność powietrza rozcieńczającego jest wysoka. Temperatura powietrza rozcieńczającego powinna wynosić 298 K ± 5 K (25 °C ± 5 °C). Jeżeli temperatura otoczenia jest niższa niż 293 K (20 °C), zaleca się wstępne ogrzanie powietrza rozcieńczającego powyżej górnego limitu temperatury rzędu 303 K (30 °C). Jednakże temperatura powietrza rozcieńczającego przed wprowadzeniem go do tunelu rozcieńczania nie może przekraczać 325 K (52 °C).

Układ częściowego rozcieńczania spalin musi być zaprojektowany w taki sposób, by dzielił strumień spalin na dwie części, z których mniejsza część jest rozcieńczana powietrzem i wykorzystywana do mierzenia emisji pyłów. W tym przypadku najważniejsze jest jak najbardziej dokładne wyznaczenie współczynnika rozcieńczenia. Można zastosować różne metody rozdziału strumienia spalin, w których rodzaj rozdziału w znacznym stopniu określa wykorzystywane urządzenia pomiarowe oraz procedury (załącznik V ppkt 2.2). Sondę do pobierania próbek pyłów instaluje się w pobliżu sondy do pobierania próbek poziomów emisji zanieczyszczeń gazowych, a instalacja jest zgodna z przepisami ppkt 3.4.1.

Do wyznaczenia masy pyłów wymagany jest układ pobierania próbek pyłów, filtry próbek pyłów, waga mikrogramowa oraz komora wagowa ze sterowaniem temperaturą i wilgotnością.

Do pobierania próbek pyłów w całym cyklu badania stosuje się metodę pojedynczego filtra, wykorzystującą jedną parę filtrów (patrz ppkt 4.1.3). W przypadku ESC szczególną uwagę należy zwrócić na czasy pobierania próbek oraz przepływy w fazie pobierania próbek.

4.1. Filtry do pobierania próbek pyłów

4.1.1. Specyfikacja filtra

Wymagane są filtry wykonane z włókna szklanego powlekanego fluoropochodnymi węglowodorów lub filtry z membraną w stanie fluoropochodnych węglowodorów. Wszystkie typy filtrów powinny się charakteryzować 0,3 µm DOP (dioktyloftalan) sprawnością zbierania przynajmniej 95 % objętości gazu między 35 a 80 cm/s.

4.1.2. *Rozmiar filtra*

Filtry pyłów muszą mieć minimalną średnicę 47 mm (37 mm średnicy plamki). Akceptowalne są filtry o większej średnicy (ppkt 4.1.5).

4.1.3. *Filtry główne i dodatkowe*

Próbkę rozcieńczonych spalin pobiera się podczas sekwencji badania z pary filtrów umieszczonych w szeregu (jednego filtra głównego i jednego filtra dodatkowego). Filtr dodatkowy umieszcza się nie dalej niż 100 mm od filtra głównego i nie powinien się on stykać z filtrem głównym. Filtry można ważyć oddzielnie lub jako parę filtrów umieszczonych sąsiadująco względem siebie, od strony plamki.

4.1.4. *Prędkość na licu filtra*

Należy osiągnąć prędkość gazów na licu filtra 35-80 cm/s. Wzrost spadku ciśnienia między początkiem i końcem badania nie powinien wynosić więcej niż 25 kPa.

4.1.5. *Obciążenie filtra*

Zalecane minimalne obciążenie filtra w obszarze plamki powinno wynieść 0,5 mg/1 075 mm². W tabeli 9 podano wartości dotyczące najpopularniejszych rozmiarów filtra.

Tabela 9

Zalecane obciążenia filtra

Średnica filtra (mm)	Zalecana plamka (mm)	Zalecane obciążenie minimalne (mg)
47	37	0,5
70	60	1,3
90	80	2,3
110	100	3,6

4.2. **Specyfikacje komory wagowej i wagi analitycznej**4.2.1. *Warunki komory wagowej*

Temperatura komory (lub pomieszczenia), w którym kondycjonuje się i waży filtry do pobierania próbek pyłów utrzymuje się w zakresie 295K ± 3 K (22 °C ± 3 °C) podczas kondycjonowania i ważenia wszystkich filtrów. Wilgotność należy utrzymywać w punkcie rosenia 282,5 K ± 3 K (9,5 °C ± 3 °C), a wilgotność względna powinna wynosić 45 % ± 8 %.

4.2.2. *Ważenie filtra odniesienia*

Otoczenie komory (lub pomieszczenia) jest wolne od zanieczyszczeń powietrza otaczającego (takich jak kurz), które osadzałyby się na filtrach pyłów podczas ich stabilizowania. Dopuszcza się odchylenia od specyfikacji warunków pomieszczenia wagowego podane w ppkt 4.2.1, jeżeli trwają one nie dłużej niż 30 minut. Przed wprowadzeniem filtrów do komory wagowej komora wagowa powinna spełniać wymagane specyfikacje. W ciągu 4 godzin przed ważeniem filtra (pary filtrów), a najchętniej podczas ważenia filtra (pary) do pobierania próbek, należy zważyć przynajmniej dwa nieużywane filtry odniesienia lub pary filtrów odniesienia. Są to filtry o tej samej wielkości i wykonane z tego samego tworzywa, co filtry do pobierania próbek.

Jeżeli średnia waga filtrów odniesienia (par filtrów odniesienia) zmienia się podczas kolejnego ważenia filtra o więcej niż ± 5 % (± 7,5 % na parę filtrów) o zalecanym obciążeniu minimalnym (ppkt 4.1.5.), wtedy wszystkie filtry do pobierania próbek należy odrzucić i powtórzyć badanie poziomów emisji.

Jeżeli nie są spełnione kryteria stabilności komory wagowej podane w ppkt 4.2.1, ale ważony filtr odniesienia (para) spełnia powyższe kryteria, producent silnika ma możliwość akceptacji wagi filtra do pobierania próbek lub zaniechania badań, wyregulowania układu sterowania komory wagowej i powtórzenia badań.

4.2.3. Waga analityczna

Waga analityczna wykorzystywana do ustalenia wagi wszystkich filtrów charakteryzuje się dokładnością (odchylenie standardowe) rzędu 20 µg oraz rozdzielczością 10 µg (1 cyfra = 10 µg). Dla filtrów o średnicy mniejszej niż 70 mm, poziom dokładności i rozdzielczości powinien wynosić odpowiednio 2 µg i 1 µg.

4.3. Dodatkowe specyfikacje pomiaru emisji pyłów

Wszystkie części układu rozcieńczania i układu pobierania próbek od przewodu wylotowego do obsadki filtra, stykające się z nieoczyszczonymi i rozcieńczonymi spalinami muszą być tak zaprojektowane, aby jak najbardziej ograniczyć osadzanie się lub przemianę pyłów. Wszystkie części muszą być wykonane z materiałów przewodzących elektryczność, niewchodzących w reakcję ze składnikami spalin i należy je uziemić w celu wyeliminowania wpływu pola elektrycznego.

5. USTALENIE POZIOMU ZADYMIENIA

Niniejszy punkt zawiera specyfikacje obowiązkowych i fakultatywnych urządzeń badawczych wykorzystywanych dla potrzeb badania ELR. Zadymienie mierzy się dymomierzem z trybem odczytu współczynnika i pochłaniania światła. Trybu odczytu używa się do kalibrowania i sprawdzania dymomierza. Wartości zadymienia w cyklu badania mierzy się w trybie odczytu współczynnika pochłaniania światła.

5.1. Wymagania ogólne

Badanie ELR wymaga użycia układu pomiaru zadymienia i przetwarzania danych obejmującego trzy zespoły funkcyjne. Zespoły te muszą być zintegrowane w jednej części lub dostarczone jako wzajemnie połączone części układu. Trzy jednostki funkcyjne to:

- Dymomierz spełniający wymagania załącznika V pkt 3.
- Jednostka przetwarzania danych zdolna do wykonania funkcji opisanych w załączniku III dodatek 1 pkt 6.
- Drukarka lub jednostka przechowywania danych elektronicznych, nagrywająca i wskazująca wymagane wartości zadymienia podane w załączniku III dodatek 1 ppkt 6.3.

5.2. Wymagania szczególne

5.2.1. Liniowość

Liniowość mieści się w granicach wartości $\pm 2\%$ zadymienia.

5.2.2. Przesunięcie zerowe

Przesunięcie zerowe na jedną godzinę nie przekracza $\pm 1\%$ zadymienia.

5.2.3. Wyświetlanie i zakres dymomierza

Zakres wyświetlania wynosi od 0-100 % nieprzezroczystości, a zakres odczytu 0,1 %. Zakres wyświetlania współczynnika pochłaniania światła wynosi 0-30 m^{-1} współczynnika pochłaniania światła, a dokładność odczytu powinna wynosić 0,01 m^{-1} współczynnika pochłaniania światła.

5.2.4. Czas reakcji przyrządu

Czas reakcji fizycznej dymomierza nie przekracza 0,2 s. Czas reakcji fizycznej to różnica między czasem, w którym wynik z odbiornika reakcji natychmiastowej osiąga 10 i 90 % pełnego odchylenia, jeżeli nieprzezroczystość zmierzonego gazu zmienia się w czasie krótszym niż 0,1 s.

Czas reakcji elektrycznej nie przekracza 0,05 s. Czas reakcji elektrycznej to różnica między czasem, w którym wynik z dymomierza osiąga 10 i 90 % pełnej skali w czasie krótszym niż 0,01 s, gdy źródło światła jest zakłócone lub całkowicie wyłączone.

5.2.5. *Neutralne filtry gęstości*

Każdy neutralny filtr gęstości użyty łącznie z kalibracją dymomierza, pomiarami liniowości lub ustawianiem zakresu charakteryzuje się wartością ustaloną w granicach 1,0 % zadymienia. Wartość nominalna filtra musi być sprawdzana pod kątem jej dokładności przynajmniej raz w roku, używając odniesienia właściwego dla normy krajowej lub międzynarodowej.

Neutralne filtry gęstości są urządzeniami precyzyjnymi i można je bardzo łatwo uszkodzić podczas użytkowania. Ich używanie należy ograniczyć do minimum, a jeżeli ich użycie jest konieczne, należy je przeprowadzać staranie, aby uniknąć zarysowania lub zanieczyszczenia filtra.

Dodatek 5

PROCEDURA KALIBRACJI

1. KALIBRACJA PRZYRZĄDÓW ANALITYCZNYCH

1.1. **Wprowadzenie**

Każdy analizator należy kalibrować tak często, jak jest to konieczne w celu spełnienia wymagań niniejszej dyrektywy dotyczących dokładności. W niniejszym punkcie opisano metodę kalibracji, która jest wykonywana w odniesieniu do analizatorów określonych w załączniku III dodatek 4 pkt 3 i załącznik V pkt 1.

1.2. **Gazy kalibracyjne**

Należy przestrzegać maksymalnego okresu przechowywania gazów kalibracyjnych.

Należy odnotować datę upływu okresu ważności gazów kalibracyjnych podaną przez producenta.

1.2.1. *Gazy czyste*

Wymagana czystość gazów jest określona limitami zanieczyszczenia podanymi poniżej. Do pracy należy udostępnić następujące gazy:

Oczyszczony azot

(Zanieczyszczenie ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

Oczyszczony tlen

(Czystość $> 99,5$ % obj. O₂)

Mieszanina wodoru i helu

(40 ± 2 % wodór, hel równoważny)

(Zanieczyszczenie ≤ 1 ppm C1, ≤ 400 ppm CO₂)

Oczyszczone powietrze syntetyczne

(Zanieczyszczenie ≤ 1 ppm C1, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)

(Zawartość tlenu między 18-21 % obj.)

Oczyszczony propan lub CO do sprawdzenia CVS

1.2.2. *Gazy kalibracyjne i zakresowe*

Są dostępne gazy o następującym składzie chemicznym:

C₃H₈ i oczyszczone powietrze syntetyczne (patrz ppkt 1.2.1);

CO i oczyszczony azot;

NO_x i oczyszczony azot (ilość NO₂ znajdująca się w gazie kalibracyjnym nie może przekraczać 5 % zawartości NO);

CO₂ i oczyszczony azot

CH₄ i oczyszczone powietrze syntetyczne

C₂H₆ i oczyszczone powietrze syntetyczne

Uwaga: Dopuszcza się inne mieszanki gazów, pod warunkiem że gazy te nie wchodzi z sobą w reakcję.

Prawdziwe stężenie gazu kalibracyjnego i gazu zakresowego musi się mieścić w ± 2 % wartości nominalnej. Wszystkie stężenia gazu kalibracyjnego przedstawia się w wartości objętościowej (procent objętościowy lub objętość ppm).

Gazy użyte do kalibracji i sprawdzenia zakresu można również uzyskać przez rozdzielanie gazów, rozcieńczanie oczyszczonym N₂ lub oczyszczonym powietrzem syntetycznym. Dokładność urządzenia mieszającego musi być taka, że stężenie rozcieńczonych gazów kalibracyjnych można ustalić w zakresie ± 2 %.

1.3. **Procedura eksploatacji analizatorów i układu pobierania próbek**

Procedura eksploatacji analizatorów następuje po rozpoczęciu i wykonaniu instrukcji roboczych zalecanych przez producenta przyrządu. Uwzględnić się wymagania minimalne przedstawione w ppkt 1.4-1.9.

1.4. Badanie szczelności

Przeprowadza się badanie szczelności układu. Sondę odłącza się od układu wydechowego, a na końcach sondy umieszcza się zaślepki. Włącza się pompę analizatora. Po okresie wstępnej stabilizacji wszystkie czytniki przepływu powinny wskazywać zero. Jeżeli tak nie jest, sprawdza się i usuwa awarię ciągów pobierania próbek.

Maksymalna, dopuszczalna wartość szczelności po stronie próżniowej kontrolowanego odcinka układu wynosi 0,5 % natężenia przepływu wykorzystywanego podczas pracy. Do ustalenia współczynników przepływów wykorzystywanych podczas pracy można wykorzystać analizatory przepływów i przepływy obejściowe.

Inną metodą jest wprowadzenie zmiany stopnia stężenia na początku ciągu pobierania próbek od zera do pełnego zakresu gazu. Jeżeli po upływie właściwego czasu odczyt wskazuje stężenie niższe w porównaniu do stężenia wprowadzonego, wskazuje to na problemy z kalibracją lub szczelnością.

1.5. Procedura kalibracji**1.5.1. Zespół przyrządów**

Zespół przyrządowy jest kalibrowany, a krzywe kalibracji sprawdzane względem gazów standardowych. Używa się tych samych współczynników przepływu gazów, które zastosowano podczas pobierania próbek spalin.

1.5.2. Czas rozruchu

Czas rozgrzewania musi być zgodny z zaleceniami producenta. Jeżeli nie został określony, zalecany minimalny czas rozgrzewania analizatorów wynosi dwie godziny.

1.5.3. Analizatory NDIR i HFID

Analizator NDIR dostraja się stosownie do potrzeb, natomiast analizator płomienia spalania HFID zostaje zoptymalizowany (ppkt 1.8.1).

1.5.4. Kalibracja

Należy skalibrować każdy zwykle wykorzystywany zakres roboczy.

Wykorzystując oczyszczone powietrze syntetyczne (lub azot) analizatory CO, CO₂, NO_x i HC ustawia się na zero.

Do analizatorów wprowadza się właściwe gazy kalibracyjne, odnotowuje się wartości i wyznacza krzywą kalibracji, zgodnie z ppkt 1.5.5.

Należy ponownie sprawdzić regulację zerową i, jeżeli jest to konieczne, powtórzyć procedurę kalibracji.

1.5.5. Wyznaczanie krzywej kalibracji**1.5.5.1. Ogólne wytyczne**

Krzywą kalibracji analizatora wyznacza się w oparciu o przynajmniej pięć punktów kalibracji (wyluczając zero) rozłożonych możliwie jednolicie. Najwyższe stężenie nominalne musi być równe lub wyższe niż 90 % pełnej skali.

Krzywą kalibracji oblicza się według metody najmniejszych kwadratów. Jeżeli uzyskany wynik algebraiczny jest wyższy od 3, liczba punktów kalibracji (w tym zero) musi być co najmniej równa tej wartości algebraicznej plus 2.

Krzywa kalibracji nie może odbiegać od wartości nominalnej każdego punktu kalibracji o więcej niż $\pm 2\%$ i o więcej niż $\pm 1\%$ pełnej skali w punkcie zerowym.

W oparciu o krzywą kalibracji i punkty kalibracji możliwe jest zweryfikowanie, czy kalibrację przeprowadzono prawidłowo. Należy oznaczyć różne parametry charakterystyczne analizatora, w szczególności:

- zakres pomiaru;
- czułość;
- datę przeprowadzenia kalibracji.

1.5.5.2. Kalibracja poniżej 15 % pełnej skali

Krzywą kalibracji analizatora ustala się w oparciu o przynajmniej 4 dodatkowe punkty kalibracji (z wyłączeniem zera) ustawione w odległości nominalnej równo poniżej 15 % pełnej skali.

Krzywą kalibracji oblicza się metodą najmniejszych kwadratów.

Krzywa kalibracji nie może odbiegać od wartości nominalnej każdego punktu kalibracji o więcej niż $\pm 4\%$ i o więcej niż $\pm 1\%$ pełnej skali w punkcie zerowym.

1.5.5.3. Metody alternatywne

Jeżeli można wykazać, że technologia alternatywna (np. komputer, przełącznik zakresu sterowany elektronicznie, itp.) daje równoważną dokładność, można zastosować technologię alternatywną.

1.6. Weryfikacja kalibracji

Każdy zwykle wykorzystywany zakres roboczy jest sprawdzany przed każdą analizą zgodnie z procedurą podaną poniżej.

Kalibracja jest sprawdzana za pomocą gazu zerowego i gazu zakresowego, których wartość nominalna wynosi powyżej 80 % pełnej skali zakresu pomiarowego.

Jeżeli dla dwóch rozważanych punktów stwierdzona wartość nie różni się od deklarowanej wartości odniesienia o więcej niż $\pm 4\%$ pełnej skali, można zmodyfikować parametry nastawów. Jeżeli tak nie jest, należy wyznaczyć nową krzywą kalibracji, zgodnie z ppkt 1.5.5.

1.7. Badanie wydajności katalizatora NO_x

Sprawność katalizatora używanego do przekształcenia NO₂ na NO bada się jak przedstawiono w pkt 1.7.1-1.7.8 (rysunek 6).

1.7.1. Rozpoczęcie badania

Wykorzystując procedurę uruchamiania badania przedstawioną na rysunku 6 (patrz również załącznik III dodatek 4 ppkt 3.3.5) oraz procedurę przedstawioną poniżej, sprawność katalizatora można zbadać za pomocą ozonatora.

1.7.2. Kalibracja

CLD i HCLD kalibruje się w najbardziej powszechnie stosowanym zakresie roboczym, zgodnie ze specyfikacjami producenta, używając gazu zerowego i gazu zakresowego (zawartość NO musi wynosić około 80 % zakresu roboczego, a stężenie NO₂ mieszanki gazu musi wynosić mniej niż 5 % stężenia NO). Analizator NO_x musi znajdować się w trybie NO, w którym gaz zakresowy nie przechodzi przez katalizator. Należy zanotować wskazane stężenia.

1.7.3. Obliczanie

Sprawność katalizatora NO_x oblicza się następująco:

$$\text{Wydajność (\%)} = \left(1 + \frac{a - b}{c - d} \right) * 100$$

gdzie:

a oznacza stężenie NO_x zgodne z ppkt 1.7.6

b oznacza stężenie NO_x zgodne z ppkt 1.7.7

c oznacza stężenie NO zgodne z ppkt 1.7.4

d oznacza stężenie NO zgodne z ppkt 1.7.5

1.7.4. Dodawanie tlenu

Za pomocą rozgałęźnika T do przepływu gazu w sposób ciągły dodawany jest tlen lub powietrze obojętne do momentu gdy oznaczone stężenie osiągnie wartość o 20 % niższą niż oznaczone stężenie kalibracji przedstawione w ppkt 1.7.2 (analizator znajduje się w trybie NO). Odnotowuje się wskazane stężenie c. W czasie trwania całego procesu ozonator jest wyłączony.

1.7.5. Uruchamianie ozonatora

Włączony ozonator wytwarza ilość ozonu wystarczającą do obniżenia stężenia NO do około 20 % (minimalnie 10 %) stężenia kalibracji podanego w ppkt 1.7.2. Odnotowuje się wskazane stężenie d (analizator znajduje się w trybie NO).

1.7.6. Tryb NO_x

Następnie analizator NO przełącza się na tryb NO_x, tak aby mieszanka gazu (zawierająca NO, NO₂, O₂ i N₂) przechodziła przez katalizator. Odnotowuje się wskazane stężenie a (analizator znajduje się w trybie NO_x).

1.7.7. Wylączenie ozonatora

Ozonator należy wyłączyć. Mieszanka gazów opisana w ppkt 1.7.6 przechodzi przez katalizator do wykrywacza. Odnotowuje się wskazane stężenie b (analizator znajduje się w trybie NO_x).

1.7.8. Tryb NO

Przy przełączeniu na tryb NO z wyłączonym ozonatorem, przepływ tlenu lub powietrza syntetycznego jest odcięty. Odczyt NO_x z analizatora nie odbiega od wartości zmierzonej zgodnie z ppkt 1.7.2. o więcej niż $\pm 5\%$ (analizator znajduje się w trybie NO).

1.7.9. Przedział czasowy badania

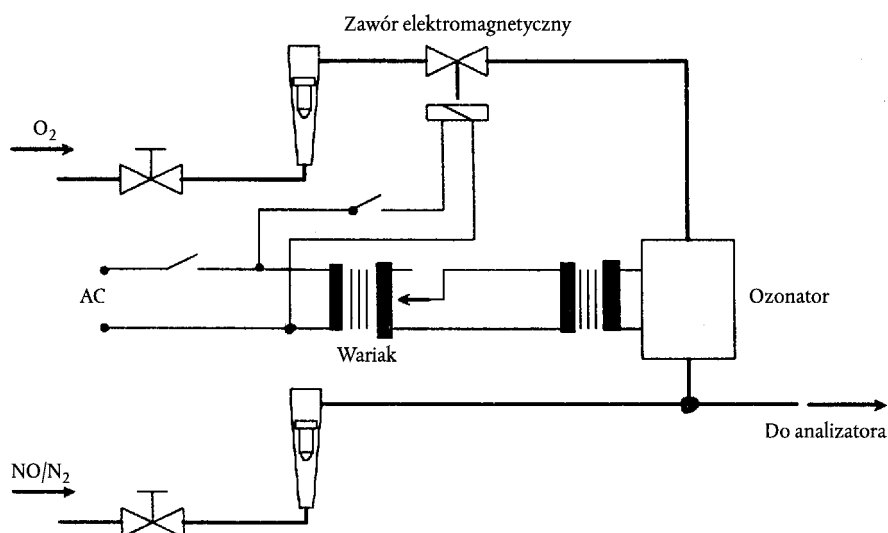
Sprawność katalizatora należy zbadać przed każdą kolejną kalibracją analizatora NO_x.

1.7.10. Wymagania dotyczące sprawności

Sprawność katalizatora musi być nie mniejsza niż 90 %, zaleca się jednak sprawność wyższą niż 95 %.

Uwaga: Jeżeli przy analizatorze ustawionym na najbardziej powszechnie używany zakres, ozonator nie jest w stanie zapewnić redukcji z 80 % do 20 % zgodnie z ppkt 1.7.5, należy użyć najwyższego zakresu dającego możliwość redukcji.

Rysunek 6

Schemat urządzenia sprawnościowego katalizatora NO_x**1.8. Ustawianie FID****1.8.1. Optymalizacja reakcji wykrywacza**

FID należy ustawić zgodnie z zaleceniami producenta przyrządu. Do zoptymalizowania reakcji na najbardziej powszechnie używanym zakresie roboczym wykorzystuje się propan znajdujący się w gazie zakresowym.

Przy wartościach przepływu paliwa i powietrza ustawionych zgodnie z zaleceniami producenta do analizatora wprowadza się gaz zakresowy 350 ± 75 ppm C. Reakcję na dany przepływ paliwa ustala się z różnicy między reakcją gazu zakresowego, a reakcją gazu zerowego. Przepływ paliwa ustawia się przyrostowo powyżej lub poniżej specyfikacji producenta. Odnotowuje się reakcję zakresu i punktu zerowego na tych wartościach przepływu paliwa. Wykreśla się różnicę między reakcją zakresu i punktu zerowego, a przepływ paliwa dostosowuje do krzywej.

1.8.2. Współczynniki reakcji węglowodorów

Analizator kalibruje się używając propanu znajdującego się w powietrzu i oczyszczonym powietrzu syntetycznym, zgodnie z ppkt 1.5.

Współczynniki reakcji ustala się podczas wprowadzenia analizatora do pracy i po głównych przedziałach roboczych. Współczynnik reakcji (R_f) dla niektórych odmian węglowodoru jest wskaźnikiem odczytu FID C1 stężenia gazu w cylindrze wyrażonym w ppm C1.

Stężenie gazu wykorzystywanego podczas badania musi znajdować się na poziomie dającym reakcję około 80 % pełnej skali. Stężenie musi być znane z dokładnością do ± 2 % w odniesieniu do normy grawimetrycznej wyrażonej objętościowo. Ponadto cylinder gazu musi być wstępnie kondycjonowana przez 24 h w temperaturze $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25^\circ \text{C} \pm 5^\circ \text{C}$).

Gazy używane podczas badania oraz zalecane zakresy współczynnika reakcji względnej są następujące:

Metan i oczyszczone powietrze syntetyczne $1,00 \leq R_f \leq 1,15$

Propylen i oczyszczone powietrze syntetyczne $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Toluen i oczyszczone powietrze syntetyczne $0,90 \leq R_f \leq 1,10$

Wartości te odpowiadają współczynnikowi reakcji (R_f) 1,00 dla propanu i oczyszczonego powietrza syntetycznego.

1.8.3. Kontrola interferencji tlenu

Kontrolę interferencji tlenu ustala się z chwilą wprowadzenia do pracy analizatora i po głównych przedziałach roboczych.

Współczynnik reakcji określa się zgodnie z ppkt 1.8.2. zakres gazu używanego podczas badania i zalecana wartość współczynnika reakcji względnej są następujące:

Propan i azot $0,95 \leq R_f \leq 1,05$

Wartość ta odpowiada współczynnikowi reakcji (R_f) 1,00 dla propanu i oczyszczonego powietrza syntetycznego.

Stężenie tlenu w powietrzu na palniku FID musi się mieścić w zakresie wartości ± 1 mol% stężenia tlenu w powietrzu palnika wykorzystanego podczas ostatniej kontroli wsadu tlenu. Jeżeli różnica jest większa, należy ponownie sprawdzić wsad tlenu i, jeżeli jest to konieczne, ponownie ustawić analizator.

1.8.4. Sprawność urządzeń odcinających węglowodory niemietanowe (NMC, wyłącznie dla silników gazowych napędzanych NG)

NMC wykorzystuje się do usunięcia węglowodorów niemietanowych z próbki gazu poprzez utlenienie wszystkich węglowodorów z wyjątkiem metanu. W idealnych warunkach konwersja metanu wynosi 0 %, natomiast w przypadku innych węglowodorów reprezentowanych przez etan wynosi 100 %. Aby pomiar NMHC był dokładny, wyznacza się dwa poziomy sprawności wykorzystywane do obliczania współczynnika masy przepływu emisji NMHC (patrz załącznik III dodatek 2 ppkt 4.3).

1.8.4.1. Sprawność dla metanu

Gaz używany do kalibracji metanu przepuszcza się przez FID za pomocą obejścia, lub bez obejścia NMC, należy zanotować oba stężenia. Sprawność wyznacza się następująco:

$$CE_M = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/o}}$$

gdzie:

conc_w = stężenie HC przy CH_4 przepływającym przez NMC

$\text{conc}_{w/o}$ = stężenie HC przy CH_4 omijającym NMC

1.8.4.2. Sprawność dla etanu

Gaz używany do kalibracji etanu przepuszcza się przez FID za pomocą obejścia, lub bez obejścia NMC, należy zanotować oba stężenia. Sprawność wyznacza się następująco:

$$CE_E = 1 - \frac{\text{conc}_w}{\text{conc}_{w/o}}$$

gdzie:

conc_w = stężenie HC przy C_2H_6 przepływającym przez NMC

$\text{conc}_{w/o}$ = stężenie HC przy C_2H_6 omijającym NMC

1.9. **Zakłócenia na analizatorach CO, CO₂, i NO_x**

Gazy znajdujące się w spalinach, inne niż gazy analizowane, mogą zakłócać odczyt na kilka sposobów. Zakłócenie dodatnie występuje w przyrządach NDIR, gdy gaz zakłócający daje ten sam efekt co gaz mierzony, ale w mniejszym stopniu. Zakłócenie ujemne występuje w przyrządach NDIR, gdy gaz zakłócający poszerza pasmo pochłaniania gazu zmierzonego oraz w przyrządach CLD, gdy gaz zakłócający osłabia promieniowanie. Przed pierwszym użyciem analizatora i po głównych przedziałach roboczych przeprowadza się kontrolę zakłócenia zgodnie z pkt 1.9.1 i 1.9.2.

1.9.1. *Kontrola zakłócenia analizatora CO*

Woda i CO₂ mogą zakłócać pracę analizatora CO. Dlatego gaz zakresowy CO₂ o stężeniu 80-100 % pełnej skali maksymalnego zakresu roboczego użyty podczas badania należy skropić wodą w temperaturze pokojowej i odnotować reakcję analizatora. Reakcja analizatora nie może przekraczać 1 % pełnej skali dla zakresów równych lub wyższych od 300 ppm lub przekraczać 3 ppm dla zakresów poniżej 300 ppm.

1.9.2. *Kontrola oziębiania analizatora NO_x*

Dwa gazy istotne dla analizatorów CLD (i HCLD) to gazy oparowe CO₂ i wody. Reakcje oziębiania dla tych gazów są proporcjonalne do ich stężeń i w związku z tym wymagają zastosowania technik badań umożliwiających wyznaczenie poziomu oziębiania przy najwyższych, oczekiwanych stężeniach zaobserwowanych podczas badań.

1.9.2.1. *Kontrola oziębiania CO₂*

Gaz zakresowy CO₂ o stężeniu 80-100 % pełnej skali maksymalnego zakresu roboczego przepuszcza się przez analizator, a wartość CO₂ odnotowuje się jako A. Następnie rozcieńcza się go za pomocą około 50 % gazu zakresowego NO i przepuszcza przez analizator NDIR i (H)CLD, a wartości CO₂ i NO odnotowuje odpowiednio jako B i C. Następnie odcina się dopływ CO₂ i przepuszcza przez analizator (H)CLD wyłącznie gaz zakresowy NO, a wartość NO odnotowuje jako D.

Oziębienie, nieprzekraczające 3 % pełnej skali, oblicza się następująco:

$$\% \text{ oziębienie} = \left[1 - \left(\frac{(C * A)}{(D * A) - (D * B)} \right) \right] * 100$$

gdzie:

A oznacza nierozcieńczone stężenie CO₂ zmierzone analizatorem NDIR w %

B oznacza rozcieńczone stężenie CO₂ zmierzone analizatorem NDIR w %

C oznacza rozcieńczone stężenie NO zmierzone analizatorem (H)CLD w ppm

D oznacza nierozcieńczone stężenie NO zmierzone analizatorem (H)CLD w ppm

Można wykorzystać alternatywne metody rozcieńczania i obliczania wartości gazów zakresowych CO₂ i NO, jak na przykład dynamiczne mieszanie/zestawianie mieszanek.

1.9.2.2. *Kontrola oziębiania wody*

Kontrola ta dotyczy wyłącznie pomiarów stężenia gazu w stanie mokrym. Obliczenie oziębiania wody musi uwzględniać rozcieńczenie gazu zakresowego NO parą wodną oraz skalowanie stężenia pary wodnej mieszanek do wartości oczekiwanej podczas badań.

Gaz zakresowy NO o stężeniu 80-100 % pełnej skali normalnego zakresu roboczego przepuszcza się przez analizator (H)CLD, a wartość NO odnotowuje jako D. Następnie gaz zakresowy NO skrapla się wodą o temperaturze pokojowej i przepuszcza przez analizator (H)CLD, a wartość NO odnotowuje jako C. Wyznacza się bezwzględne ciśnienie robocze analizatora oraz temperaturę wody, a ich wartości odnotowuje odpowiednio jako E i F. Wyznacza się nasycenie ciśnienia prężności pary mieszanki odpowiadające temperaturze wody skraplającej F i odnotowuje jako G. Stężenie pary wodnej (H, w %) w mieszanke oblicza się następująco:

$$H = 100 * (G/E)$$

Oczekiwaną wartość stężenia rozcieńczonego gazu zakresowego NO (w parze wodnej) (D_e) oblicza się następująco:

$$D_e = D * (1 - H/100)$$

W przypadku spalin z silników Diesla maksymalne stężenie pary wodnej w spalinach (H_m , w %), oczekiwane podczas badania, należy wyznaczyć przyjmując założenie, że współczynnik atomu paliwa H/C ze stężenia nierozcieńczonego gazu zakresowego CO₂ wynosi 1,8: 1, (A, zmierzone zgodnie z ppkt 1.9.2.1) i oblicza się następująco:

$$H_m = 0,9 * A$$

Oziębienie wody nieprzekraczające 3 % oblicza się następująco:

$$\% \text{ Oziębienie} = 100 * ((D_e - C)/D_e) * (H_m/H)$$

gdzie:

D_e = oznacza oczekiwane stężenie NO w ppm

C = oznacza rozcieńczone stężenie NO w ppm

H_m = oznacza maksymalne stężenie pary wodnej w %

H = oznacza rzeczywiste stężenie pary wodnej w %

Uwaga: Dla tej procedury kontroli ważne jest, aby gaz zakresowy NO zawierał minimalne stężenie NO₂, ponieważ stopień pochłaniania NO₂ w wodzie nie został uwzględniony w obliczaniu oziębienia.

1.10. **Przedziały kalibracji**

Analizatory należy kalibrować zgodnie z ppkt 1.5 przynajmniej co 3 miesiące, lub za każdym razem gdy przeprowadza się naprawę lub wymianę układu, która mogłaby wpłynąć na kalibrację.

2. KALIBRACJA UKŁADU CVS

2.1. **Informacje ogólne**

Układ CVS jest kalibrowany przy użyciu dokładnego miernika przepływu spełniającego normy krajowe i międzynarodowe oraz urządzenia oporowego. Przepływ przebiegający przez układ mierzy się przy różnych punktach oporu, mierzy się również parametry kontrolne układu i odnosi je do przepływu.

Można wykorzystać różnego typu mierniki przepływu, np. skalibrowaną zwężkę przepływu, skalibrowany przepływomierz laminarny, skalibrowany przepływomierz turbinowy.

2.2. **Kalibracja pompy wyporowej (PDP)**

Wszystkie parametry pompy są mierzone równocześnie z parametrami przepływomierza podłączonego do pompy szeregowo. Obliczony współczynnik natężenia przepływu (w m³/min na wlocie pompy, ciśnienie bezwzględne i temperatury) wykreśla się w odniesieniu do funkcji korelacji stanowiącej wartość szczególnego połączenia parametrów pompy. Następnie wyznacza się równanie liniowe przepływu pompy oraz funkcję korelacji. Jeżeli układ CVS wyposażono w napęd o zróżnicowanej prędkości, kalibrację przeprowadza się oddzielnie dla każdego wykorzystywanego zakresu. Podczas kalibracji utrzymuje się stałą temperaturę.

2.2.1. *Analiza danych*

Współczynnik natężenia przepływu powietrza (Q_s) w każdym punkcie oporu (najmniej 6 nastawów) oblicza się w m^3/min z danych przepływomierza wykorzystując metodę zalecaną przez producenta. Współczynnik natężenia przepływu powietrza następnie przelicza się na przepływ pompy (V_0) w $\text{m}^3/\text{obr.}$ przy temperaturze i ciśnieniu bezwzględny na wlocie pompy o wartościach następujących:

$$V_0 = \frac{Q_s}{n} * \frac{T}{273} * \frac{101,3}{P_A}$$

gdzie:

Q_s = współczynnik natężenia przepływu powietrza w warunkach standardowych wynosi (101,3 kPa, 273 K), m^3/s

T = temperatura na wlocie pompy, K

P_A = ciśnienie bezwzględne na wlocie pompy ($P_B - P_1$), kPa

n = prędkość pompy, obr./s

Aby uwzględnić powiązania między odchyleniami ciśnienia na pompie oraz współczynnikiem ślizgu pompy, oblicza się funkcję korelacji (X_0) między prędkością pompy, różnicą ciśnień między wlotem i wylotem pompy oraz ciśnieniem bezwzględny wylotu pompy, następująco:

$$X_0 = \frac{1}{n} * \sqrt{\frac{\Delta P_p}{P_A}}$$

gdzie:

ΔP_p = różnica ciśnień między wlotem i wylotem pompy, kPa

P_A = bezwzględne ciśnienie wylotowe na wylocie pompy, kPa

Aby wyznaczyć poniższe równanie kalibracji, stosuje się liniową metodę najmniejszych kwadratów:

$$V_0 = D_0 - m * (X_0)$$

D_0 i m oznaczają stałe punktu przecięcia i spadku, opisujące linie regresji.

W przypadku układu CVS o zróżnicowanej prędkości, krzywe kalibracji wyznaczone dla różnych zakresów przepływu pompy są w przybliżeniu równoległe, a wartości punktu przecięcia (D_0) wzrastają proporcjonalnie do spadku zakresu przepływu pompy.

Wartości wyliczone z równania muszą się mieścić w zakresie $\pm 0,5\%$ zmierzonej wartości V_0 . Wartości m będą inne dla różnych pomp. Dopływ pyłów z czasem spowoduje zwiększenie ślizgu pompy, zgodnie z dolnymi wartościami m . Dlatego kalibrację przeprowadza się podczas uruchamiania pompy, po głównej konserwacji oraz jeżeli ogólne sprawdzenie pompy (ppkt 2.4.) wykazuje zmianę współczynnika poślizgu.

2.3. **Kalibracja zwężki przepływu krytycznego (CFV)**

Kalibracja CFV opiera się na równaniu przepływu dla zwężki przepływu krytycznego. Jak przedstawiono poniżej, przepływ gazu jest funkcją ciśnienia wlotowego i temperatury:

$$Q_s = \frac{K_v * P_A}{\sqrt{T}}$$

gdzie:

K_v = współczynnik kalibracji

P_A = ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki, kPa

T = temperatura na wlocie zwężki, K

2.3.1. *Analiza danych*

Współczynnik natężenia przepływu powietrza (Q_s) w każdym z punktów oporu (najmniej 8 punktów regulacji) oblicza się w m^3/min w oparciu o dane z przepływomierza, wykorzystując metodę określoną przez producenta. Współczynnik kalibracji oblicza się w oparciu o dane kalibracji dla każdego z poniższych punktów regulacji:

$$K_v = \frac{Q_s \cdot \sqrt{T}}{P_A}$$

gdzie:

Q_s = współczynnik natężenia przepływu powietrza w warunkach standardowych (101,3 kPa, 273 K), m³/s

T = temperatura na wlocie zwężki, K

P_A = ciśnienie bezwzględne na wlocie zwężki, kPa

Aby ustalić zakres przepływu krytycznego, K_v wykreśla się jako funkcję ciśnienia wlotowego zwężki. Dla przepływu krytycznego (niedrożności), K_v ma wartość względnie stałą. W miarę spadku ciśnienia (zwyżkowanie próżni), zwężka udrażnia się i spada wartość K_v , co oznacza, że układ CFV jest eksploatowany poza dopuszczalnym zakresem.

W przypadku co najmniej ośmiu punktów w obszarze przepływu krytycznego, oblicza się uśrednioną wartość K_v i odchylenie standardowe. Odchylenie standardowe nie może przekraczać $\pm 0,3$ % uśrednionej wartości K_v .

2.4. Weryfikacja całego układu

Ogólną dokładność układu pobierania próbek CVS i układu analitycznego ustala się wprowadzając znaną masę zanieczyszczeń gazowych w układzie pracującym w normalnym trybie. Analizuje się substancję zanieczyszczającą i oblicza masę zgodnie z załącznikiem III dodatek 2 ppkt 4.3, z wyjątkiem przypadku wykorzystywania propanu o współczynniku 0,000472 zamiast HC 0,000479. Można wykorzystać jedną z dwóch poniższych technik.

2.4.1. Pomiar za pomocą kryzy przepływu krytycznego

Do układu CVS wprowadza się znaną ilość czystego gazu (tlenku węgla lub propanu) przez skalibrowaną kryzę przepływu krytycznego. Jeżeli ciśnienie wlotowe jest wystarczająco wysokie, współczynnik natężenia przepływu, który reguluje się za pomocą kryzy przepływu krytycznego, nie jest uzależniony od kryzy ciśnienia wylotowego (= przepływu krytycznego). Układ CVS uruchamia się tak jak w przypadku badania normalnego poziomu emisji spalin na około 5-10 minut. Próbkę gazu analizuje się za pomocą zwykłych urządzeń (filtr workowy do pobierania próbek lub metoda łączenia) i oblicza masę gazu. Masa obliczona w ten sposób musi mieścić się w zakresie wartości ± 3 % znanej masy wstrzykniętego gazu.

2.4.2. Pomiar za pomocą techniki grawimetrycznej

Masę małego cylindra wypełnionego tlenkiem węgla lub propanem ustala się z dokładnością do $\pm 0,01$ grama. Układ CVS uruchamia się na około 5-10 minut tak jak podczas badania normalnego poziomu emisji spalin, jednocześnie wpuszczając do układu tlenek węgla lub propan. Ilość uwolnionego czystego gazu ustala się w oparciu o różnicę masy. Próbkę gazu należy zbadać za pomocą zwyczajnych urządzeń (filtr workowy do pobierania próbek lub metoda łączenia) i obliczyć masę gazu. W ten sposób ustalona masa musi się mieścić w granicach wartości ± 3 % znanej masy wstrzykniętego gazu.

3. KALIBRACJA UKŁADU POMIARU PYŁÓW

3.1. Wprowadzenie

Każdą część kalibruje się tak często jak jest to konieczne by spełnić wymagania dotyczące dokładności podane w niniejszej dyrektywie. W niniejszym punkcie opisano metodę kalibracji stosowaną w odniesieniu do części wskazanych w załączniku III dodatek 4 pkt 4 i załączniku V pkt 2.

3.2. Pomiar przepływu

Kalibracja przepływomierzy gazu lub aparatury mierzącej przepływ spełnia normy międzynarodowe lub krajowe. Maksymalnie dopuszczalny błąd zmierzonej wartości mieści się w zakresie ± 2 % odczytu.

Jeżeli przepływ gazu ustalany jest w oparciu o różnicę pomiaru przepływu, maksymalny błąd różnicy charakteryzuje się dokładnością G_{EDF} rzędu ± 4 % (patrz również załącznik V ppkt 2.2.1, EGA). Można go obliczyć wyciągając średnią kwadratową błędów na każdym przyrządzie.

3.3. **Sprawdzanie warunków przepływu częściowego**

W miarę potrzeb zakres prędkości spalin i wartości ciśnienia sprawdza się i reguluje zgodnie z wymaganiami podanymi w załączniku V ppkt 2.2.1, EP.

3.4. **Przedziały kalibracji**

Aparaturę pomiaru przepływu kalibruje się przynajmniej co trzy miesiące, lub z chwilą przeprowadzania naprawy lub wymiany układu, która mogłaby wpłynąć na kalibrację.

4. KALIBRACJA URZĄDZEŃ MIERZĄCYCH ZADYMIENIE

4.1. **Wprowadzenie**

Dymomierz kalibruje się tak często jak jest to konieczne aby spełnić wymagania dotyczące dokładności podane w niniejszej dyrektywie. W niniejszym podpunkcie opisano metodę kalibracji stosowaną do części w załączniku III dodatek 4 pkt 5 i załączniku V pkt 3.

4.2. **Procedura kalibracji**

4.2.1. *Czas rozruchu*

Dymomierz rozgrzewa się i stabilizuje zgodnie z zaleceniami producenta. Jeżeli dymomierz wyposażono w układ oczyszczania powietrza zapobiegający zanieczyszczeniu optycznych czujników przyrządu, układ ten jest uruchamiany i regulowany zgodnie z zaleceniami producenta.

4.2.2. *Wyznaczanie liniowości reakcji*

Liniowość dymomierza sprawdza się w trybie odczytu dymomierza zgodnie z zaleceniami producenta. Do dymomierza wprowadza się trzy filtry o gęstości obojętnej i znanej transmitacji, spełniające wymagania podane w załączniku III dodatek 4 ppkt 5.2.5, a wartość odnotowuje. Filtry o gęstości obojętnej muszą się charakteryzować nieprzezroczystością nominalną rzędu 10 %, 20 % i 40 %.

Liniowość nie może odbiegać od wartości nominalnej filtra o gęstości obojętnej o więcej niż ± 2 %. Przed badaniem należy skorygować nieliniowość przekraczającą powyższą wartość.

4.3. **Przedziały kalibracji**

Dymomierz kalibruje się zgodnie z ppkt 4.2.2 przynajmniej co trzy miesiące lub z chwilą przeprowadzania naprawy lub wymiany układu, która mogłaby wpłynąć na kalibrację.

ZAŁĄCZNIK IV

**WŁAŚCIWOŚCI TECHNICZNE PALIWA WZORCOWEGO PRZEZNACZONEGO DO BADAŃ
HOMOLOGACYJNYCH ORAZ SPRAWDZANIA ZGODNOŚCI PRODUKCJI**

1. OLEJ NAPĘDOWY ⁽¹⁾

Parametr	Jednostka	Wartości graniczne ⁽²⁾		Metoda badania	Publikacja
		Minimalna	Maksymalna		
Liczba cetanowa ⁽³⁾		52	54	EN-ISO 5165	1998 ⁽⁴⁾
Gęstość przy 15 °C	kg/m ³	833	837	EN-ISO 3675	1995
Destylacja:					
— 50 % punktu	°C	245	—	EN-ISO 3405	1998
— 95 % punktu	°C	345	350	EN-ISO 3405	1998
— końcowy punkt wrzenia	°C	—	370	EN-ISO 3405	1998
Punkt zapłonu	°C	55	—	EN 27719	1993
CFPP	°C	—	– 5	EN 116	1981
Lepkość przy 40 °C	mm ² /s	2,5	3,5	EN-ISO 3104	1996
Policykliczne węglowodory aro- matyczne	%m/m	3,0	6,0	IP 391*	1995
Zawartość siarki ⁽⁵⁾	mg/kg	—	300	pr. EN-ISO/DIS 14596	1998 ⁽⁴⁾
Korozja miedzi		—	1	EN-ISO 2160	1995
Pozostałość koksowa Conradsona (10 % DR)	%m/m	—	0,2	EN-ISO 10370	
Zawartość pyłu	%m/m	—	0,01	EN-ISO 6245	1995
Zawartość wody	%m/m	—	0,05	EN-ISO 12937	1995
Liczba zobojętnienia (kwas mocny)	mg KOH/g	—	0,02	ASTM D 974-95	1998 ⁽⁴⁾
Stabilność utleniania ⁽⁶⁾	mg/ml	—	0,025	EN-ISO 12205	1996
* Opracowywana jest nowa i lep- sza metoda pomiaru węglowo- dorów policyklicznych	% m/m	—	—	EN 12916	[1997] ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Jeśli konieczne jest obliczenie sprawności cieplnej silnika lub pojazdu, wartość ciepła spalania oblicza się ze wzoru:

$$\text{Energia rozporządzalna (ciepło spalania)(netto) w MJ/kg} = (46,423 - 8,792d^2 + 3,170d)(1 - (x + y + s)) + 9,420s - 2,499x$$

gdzie:

d = gęstość przy 15 °C

x = stosunek do masy wody (% dzielony przez 100)

y = stosunek do masy pyłu (% dzielony przez 100)

s = stosunek do masy siarki (% dzielony przez 100).

⁽²⁾ Wartości podane w specyfikacji są „wartościami rzeczywistymi”. Podczas wyznaczania wartości granicznych zastosowano warunki normy ISO 4259, *Produkty naftowe – Wyznaczanie i stosowanie danych precyzyjnych w odniesieniu do metod badania*, natomiast podczas ustalania wartości minimalnej uwzględniono różnicę minimalną 2R powyżej zera; podczas ustalania wartości minimalnej i maksymalnej uwzględniono różnicę minimalną 4R (R = powtarzalność). Bez względu na ten pomiar, niezbędny ze względów statystycznych, producent paliwa powinien dążyć do wartości zerowej, jeżeli oznaczona wartość maksymalna wynosi 2R oraz w odniesieniu do cytowanych maksymalnych i minimalnych wartości granicznych. Jeżeli konieczne jest wyjaśnienie czy paliwo spełnia wymagania specyfikacji, stosuje się warunki normy ISO 4259.

⁽³⁾ Zakres liczby cetanowej nie jest zgodny z wymaganiami dotyczącymi minimalnego zakresu 4R. Jednakże w przypadku sporu między dostawcą paliwa a użytkownikiem, do rozstrzygnięcia sporu stosuje się warunki normy ISO 4259 pod warunkiem przeprowadzenia pomiaru powtarzalności odpowiednią ilość razy, do uzyskania niezbędnej dokładności, zamiast przeprowadzania wyznaczania poszczególnych wartości.

⁽⁴⁾ Miesiąc publikacji zostanie podany w odpowiednim terminie.

⁽⁵⁾ Należy podać rzeczywistą zawartość siarki w paliwie wykorzystanym do badania. Ponadto zawartość siarki w paliwie wzorcowym wykorzystywanym do homologacji pojazdu lub silnika względem wartości granicznych podanych w załączniku I do niniejszej dyrektywy ppkt 6.2.1 tabela wiersz B musi wynosić maksymalnie 50 ppm. Możliwe szybko i nie później niż do 31 grudnia 1999 r. Komisja wprowadza zmiany do niniejszego załącznika odzwierciedlające uśrednioną zawartość siarki w paliwie podanym w załączniku IV do dyrektywy 98/70/WE.

⁽⁶⁾ Nawet jeżeli kontrolowana jest stabilność utleniania, okres przydatności do użycia jest ograniczony. Należy zasięgnąć opinii producenta dotyczącej okresu składowania i przydatności do użycia.

2. GAZ ZIEMNY (NG)

Na rynku europejskim dostępne są paliwa w dwóch zakresach:

- zakres H, w którym paliwami wzorcowymi są paliwa G20 i G23,
- zakres L, w którym paliwami wzorcowymi są paliwa G23 i G25.

Właściwości paliw wzorcowych G20, G23 i G25 podano poniżej:

Paliwo wzorcowe G20

Właściwości	Jednostki	Baza	Limits		Metoda badania
			Min.	Max.	
<i>Skład:</i> Metan Bilans [Gazy obojętne + C ₂ /C ₂ +] N ₂	% mol	100 —	99 —	100 1	ISO 6974
Zawartość siarki	mg/m ³ ⁽¹⁾	—	—	50	ISO 6326-5

⁽¹⁾ Wartość tę należy wyznaczyć w warunkach normalnych (293,2 K (20 °C) i 101,3 kPa).

Paliwo wzorcowe G23

Właściwości	Jednostki	Baza	Limits		Metoda badania
			Min.	Max.	
<i>Skład:</i> Metan Bilans Gazy obojętne + C ₂ /C ₂ +] N ₂	% mol	92,5 — 7,5	91,5 — 6,5	93,5 1 8,5	ISO 6974
Zawartość siarki	mg/m ³ ⁽¹⁾	—	—	50	ISO 6326-5

⁽¹⁾ Wartość tę należy wyznaczyć w warunkach normalnych (293,2 K (20 °C) i 101,3 kPa).

Paliwo wzorcowe G23

Właściwości	Jednostki	Baza	Limits		Metoda badania
			Min.	Max.	
<i>Skład:</i> Metan Bilans [Gazy obojętne + C ₂ /C ₂ +] N ₂	% mol	86 — 14	84 — 12	88 1 16	ISO 6974
Zawartość siarki	mg/m ³ ⁽¹⁾	—	—	50	ISO 6326-5

⁽¹⁾ Wartość tę należy wyznaczyć w warunkach normalnych (293,2 K (20 °C) i 101,3 kPa).

3. GAZ PŁYNNY (LPG)

Parametr	Jednostka	Limity paliwa A		Limity paliwa B		Metoda badania
		Minimalne	Maksymalne	Minimalne	Maksymalne	
Motor Liczba oktanowa		93,5		93,5		EN 589 załącznik B
<i>Skład</i>						
Zawartość C ₃	% obj.	48	52	83	87	
Zawartość C ₄	% obj.	48	52	13	17	ISO 7941
Olefiny	% obj.	0	12	9	15	
Pozostałości po odparowaniu	mg/kg		50		50	NFM 41-015
Ogólna zawartość siarki	ppm wagowo ⁽¹⁾		50		50	EN 24260
Siarkowodór	—		Brak		Brak	ISO 8819
Korozja miedzi	Wartość znamionowa		Klasa 1		Klasa 1	ISO 6251 ⁽²⁾
Woda przy 0 °C			Uwolniona		Uwolniona	Kontrola wzrokowa

⁽¹⁾ Wartość tę należy wyznaczyć w warunkach normalnych 293,2 K (20 °C) i 101,3 kPa.

⁽²⁾ Metoda ta może niedokładnie wyznaczać obecność tworzyw korozyjnych, jeżeli próbka zawiera inhibitory korozyjne lub inne związki chemiczne zmniejszające korozyjność próbki miedzi. W związku z tym zabronione jest dodawanie takich związków do celów sprawdzenia odchylenia metody badania.

ZAŁĄCZNIK V

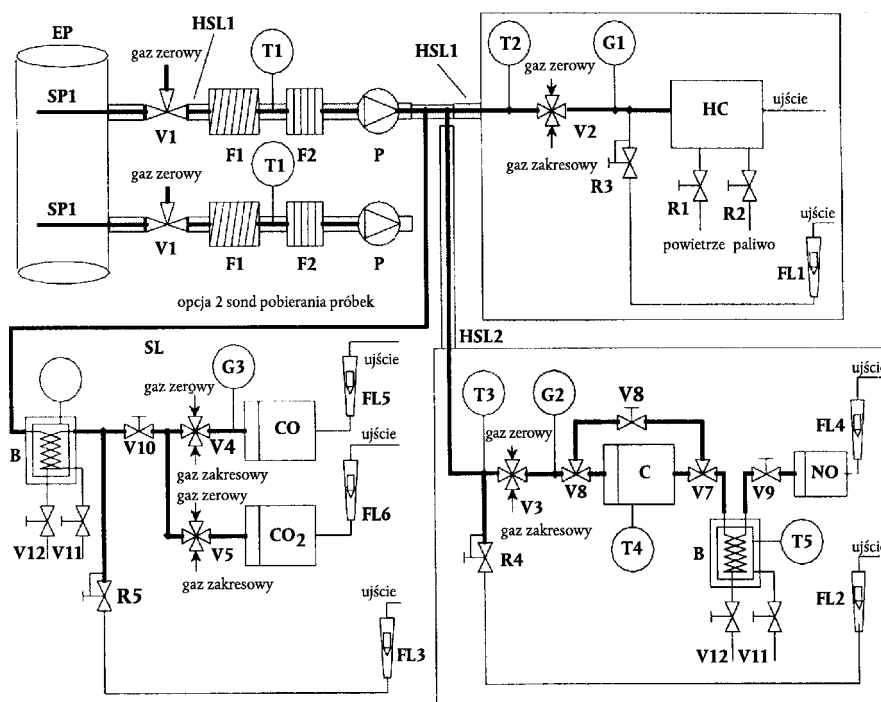
UKŁADY ANALITYCZNE I POBIERANIA PRÓBEK

1. USTALENIE POZIOMÓW EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH

1.1. Wprowadzenie

Podpunkt 1.2 i rysunki 7 i 8 zawierają szczegółowe opisy zalecanych układów pobierania i analizowania próbek. Ponieważ poszczególne konfiguracje mogą dawać równoważne wyniki, nie jest wymagana dokładna zgodność z rysunkami 7 i 8. Do uzyskiwania informacji dodatkowych i wyznaczania funkcji części układów nie można używać dodatkowych części, takich jak przyrządy, zawory, zawory elektromagnetyczne, pompy i przełączniki. Inne części, które nie są potrzebne do utrzymania dokładności niektórych układów można wyłączyć, jeżeli ich wyłączenie jest uzasadnione względami technicznymi.

Rysunek 7

Schemat przepływu układu analizy nieoczyszczonych spalin dla CO, CO₂, NO_x, HC (tylko ESC)

1.2. Opis układu analitycznego

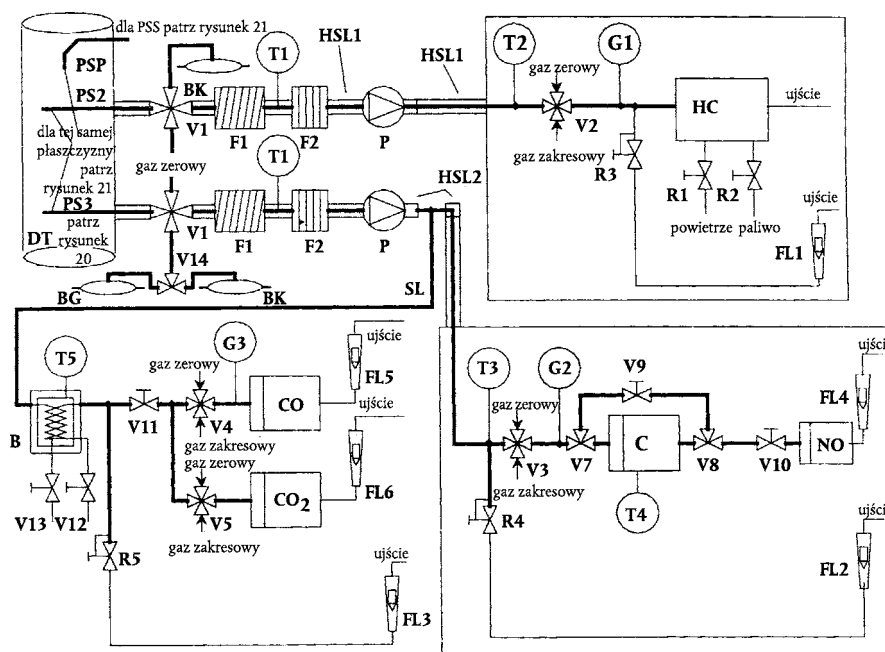
Układ analityczny do ustalania poziomów emisji zanieczyszczeń gazowych w nieoczyszczonych (rysunek 7, wyłącznie ESC) lub rozcieńczonych (rysunek 8, ETC i ESC) spalinach opisano w oparciu o wykorzystanie:

- analizatora HFID do pomiaru węglowodorów;
- analizatora NDIR do pomiaru tlenku węgla i dwutlenku węgla;
- analizatora HCLD lub równorzędnego do pomiaru tlenków azotu;

Próbkę z wszystkich części można pobrać za pomocą jednej sondy do pobierania próbek lub za pomocą dwóch sond do pomiaru próbek znajdujących się w pobliżu i wewnętrznie rozgałęzionych względem poszczególnych analizatorów. Należy sprawdzić czy w którymś z punktów układu analitycznego nie następuje skraplanie składników spalin (w tym wody i kwasu siarkowego).

Rysunek 8

Schemat przepływu układu analizy rozcieńczonych spalin dla CO, CO₂, NO_x, HC (ETC, fakultatywnie dla ESC)



1.2.1. Części rysunków 7 i 8

Przewód wylotowy EP

Sonda do pobierania próbek spalin (wyłącznie rysunek 7)

Zaleca się stosowanie sondy ze stali nierdzewnej o bezpośrednio uszczelnianym zakończeniu z wieloma otworami. Wewnętrzna średnica nie przekracza średnicy wewnętrznej ciągu próbkowania. Grubość ścianki sondy nie jest większa niż 1 mm. Istnieją przynajmniej trzy otwory umieszczone w trzech różnych płaszczyznach poprzecznych o rozmiarze umożliwiającym przepływ o mniej więcej identycznej wielkości. Sonda musi przekraczać średnicę przewodu wylotowego poprzecznie o przynajmniej 80 %. Można wykorzystać jedną lub dwie sondy do pobierania próbek.

Sonda SP2 do pobierania próbek rozcieńczonych spalin HC (wyłącznie rysunek 8)

Sonda:

- jest umieszczana w pierwszych 254-762 mm ogrzanego ciągu do pobierania próbek HSL1;
- ma średnicę wewnętrzną rzędu przynajmniej 5 mm;
- jest instalowana w tunelu rozcieńczania DT (patrz ppkt 2.3 rysunek 20) w punkcie, w którym powietrze rozcieńczające i spaliny są dobrze wymieszane (np. około 10-krotnej wartości średnicy tunelu w kierunku punktu, w którym spaliny wchodzą do tunelu rozcieńczania);
- jest umieszczana w odpowiedniej odległości (poprzecznie) od innych sond i ścianki tunelu, tak aby nie podlegała wpływom strumieni lub wirów;
- jest ogrzewana tak, aby zwiększyć temperaturę strumienia gazów do $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$) na wyjściu sondy.

Sonda SP3 do pobierania próbek rozcieńczonych spalin CO, CO₂, NO_x (wyłącznie rysunek 8)

Sonda:

- jest umieszczana na płaszczyźnie, na której umieszczono sondę SP 2;
- jest umieszczana w odpowiedniej odległości (poprzecznie) od innych sond i ścianki tunelu, tak aby nie podlegała wpływom strumieni i wirów;
- jest ogrzewana i izolowana na całej długości do temperatury minimalnej 328 K (55 °C) w celu zapobieżenia skraplaniu wody.

Ogrzewany ciąg HSL1 pobierania próbek

Ciąg do pobierania próbek przesyła próbkę gazów z jednej sondy do punktu(-ów) rozdzielczego(-cych) i analizatora HC.

Ciąg pobierania próbek:

- ma minimalną średnicę wewnętrzną 5 mm i maksymalną średnicę wewnętrzną 13,5 mm;
- jest wykonany ze stali nierdzewnej lub PTFE.
- utrzymuje temperaturę ścianki $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$) zmierzoną w każdym odcinku o kontrolowanej temperaturze, jeżeli temperatura spalin na sondzie do pobierania próbek jest równa lub niższa niż 463 K (190 °C);
- utrzymuje temperaturę ścianki wyższą niż 453 K (180 °C), jeżeli temperatura spalin na sondzie do pobierania próbek jest wyższa niż 463 K (190 °C);
- utrzymuje temperaturę gazów $463\text{ K} \pm 10\text{ K}$ ($190\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$) bezpośrednio przed ogrzewanym filtrem F2 i HFID;

Ogrzewany ciąg HSL2 do pobierania próbek NO_x

Ciąg pobierania próbek:

- utrzymuje temperaturę ścianki 328 K - 473 K (55 °C - 200 °C), na katalizatorze C, jeżeli używa się kąpieli chłodzącej B i na analizatorze, jeżeli nie używa się kąpieli chłodzącej B.
- jest wykonany ze stali nierdzewnej lub PTFE.

Ciąg SL do pobierania próbek CO i CO₂

Ciąg musi być wykonany z PTFE lub ze stali nierdzewnej. Może być ogrzewany, lub nie.

Dodatkowy filtr workowy BK (fakultatywny, wyłącznie rysunek 8)

Do pobierania próbek stężeń w tle.

Filtr workowy BG (fakultatywny, wyłącznie rysunek 8 CO i CO₂)

Do pobierania próbek stężeń próbki.

Ogrzewany filtr wstępny F1 (fakultatywny)

Temperatura powinna mieć tę samą wartość, co temperatura HSL1.

Ogrzewany filtr F2

Filtr pobiera cząstki stałe z próbki gazów przed skierowaniem ich do analizatora. Temperatura ma tę samą wartość co temperatura HSL1. Filtr wymienia się w miarę potrzeb.

Ogrzewana pompa P do pobierania próbek

Pompę ogrzewa się do temperatury HSL1.

HC

Ogrzewany wykrywacz jonizacji płomienia (HFID) do wyznaczania zawartości węglowodorów. Temperaturę utrzymuje się na poziomie 453 K - 473 K (180 °C - 200 °C).

CO, CO₂

Analizator NDIR do wyznaczania poziomu tlenu i dwutlenku węgla (fakultatywny do wyznaczania współczynnika rozcieńczania do pomiaru PT).

NO

Analizator CLD lub HCLD do wyznaczania poziomu tlenków azotu. Jeżeli używa się analizatora HCLD, utrzymuje się go w temperaturze 328 K - 473 K (55 °C - 200 °C).

Katalizator C

Katalizator wykorzystuje się do katalitycznego obniżenia NO₂ na NO przed analizą w CLD lub HCLD.

Kąpiel chłodząca B (fakultatywna)

Do schłodzenia i skroplenia wody z próbki spalin. Temperaturę kąpeli utrzymuje się na poziomie 273-277 K (0 °C-4 °C) używając lodu lub zamrażając. Kąpiel jest fakultatywna, jeżeli w analizatorze nie następuje zakłócenie wywołane parą wodną zgodnie z załącznikiem III dodatek 5 ppkt 1.9.1 i 1.9.2. Jeżeli wodę usunięto przez skraplanie, temperaturę próbki spalin lub punkt roszczenia kontroluje się za pomocą studzienki kontrolnej, albo odwróconego strumienia. Temperatura próbki spalin lub punktu roszczenia nie może przekraczać 280 K (7 °C). Nie zezwala się na używanie osuszaczy chemicznych do usuwania wody z próbki.

Czujnik temperatury T1, T2, T3

Do kontrolowania temperatury strumienia gazów.

Czujnik temperatury T4

Do kontrolowania temperatury katalizatora NO₂-NO.

Czujnik temperatury T5

Do kontrolowania temperatury kąpeli chłodzącej.

Manometr G1, G2, G3

Do mierzenia ciśnienia w ciągu do pobierania próbek.

Regulator ciśnienia R1, R2

Do kontrolowania ciśnienia powietrza i paliwa dla HFID.

Regulator ciśnienia R3, R4, R5

Do kontrolowania ciśnienia ciągów do pobierania próbek i przepływu kierowanego do analizatorów.

Przepływomierz FL1, FL2, FL3

Do kontrolowania wskaźnika próbki przepływu objęściowego.

Przepływomierz FL4 - FL6 (fakultatywny)

Do kontrolowania natężenia przepływu przechodzącego przez analizatory.

Zawór rozdzielczy V1-V5

Zawór do wybierania próbki, przepływu gazu zakresowego lub gazu zerowego do analizatorów.

Zawór elektromagnetyczny V6, V7

Do obejścia katalizatora NO₂ -NO.

Zawór iglicowy V8

Do równoważenia przepływu przechodzącego przez katalizator C NO₂ -NO i objęściowego.

Zawór iglicowy V9, V10

Do regulowania przepływów kierowanych do analizatorów.

Zawór kolankowy V11, V12 (fakultatywny)

Do spuszczenia kondensatu z kąpeli B.

1.3. Analiza NMHC (wyłącznie silniki napędzane NG)**1.3.1. Metoda chromatografii gazowej (GC, rysunek 9)**

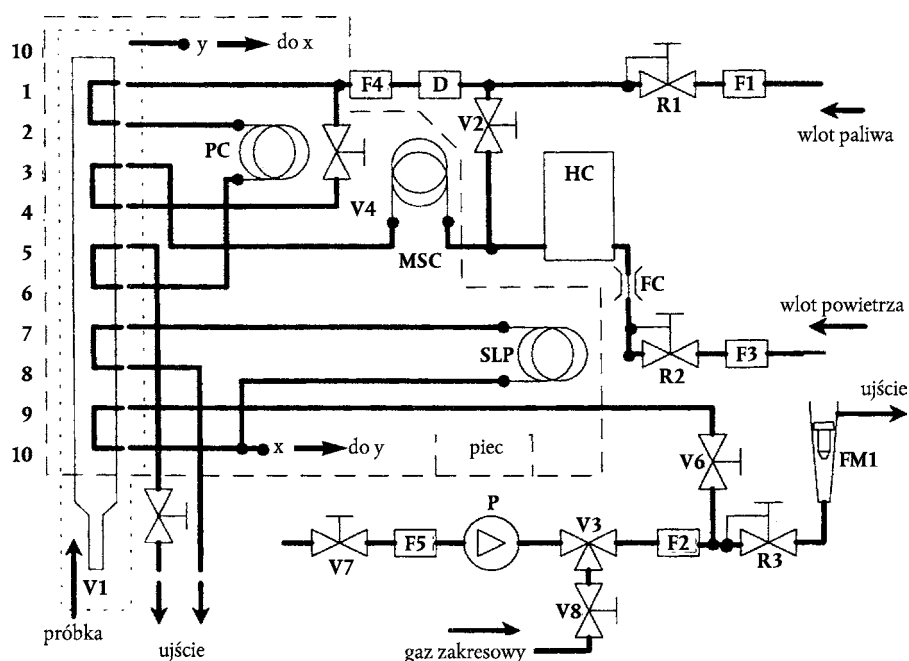
Przy wykorzystaniu metody GC do kolumny analitycznej wstrzykiwana jest niewielka, odmierzona objętość próbki, przechwytywana przez obojętny gaz wymywający. Kolumna analityczna oddziela poszczególne składniki według punktów ich wrzenia, tak aby były one wymywane z kolumn w różnych momentach. Następnie przechodzą one przez wykrywacz podający impuls elektryczny zależny od ich stężenia. Ponieważ nie jest to technika analizy ciągłej, można ją wykorzystywać wyłącznie w połączeniu z metodą pobierania próbek przez filtry workowe, opisaną w załączniku III dodatek 4 ppkt 3.4.2.

W przypadku NMHC wykorzystuje się automatyczną metodę GC z FID. Próbkę spalin pobierana jest przez filtr workowy, z którego część próbki pobierana jest i wstrzykiwana do GC. Próbkę dzielona jest na dwie części (CH_4 /Powietrze/ CO i NMHC/ CO_2 / H_2O) w kolumnie Porapak. Kolumna przesiewająca cząstki molekularne oddziela CH_4 od powietrza i CO przed przeprowadzeniem jej do FID, gdzie mierzone jest stężenie. Pełny cykl od wstrzyknięcia jednej próbki do wstrzyknięcia drugiej próbki może trwać 30 s. Aby wyznaczyć poziom NMHC, stężenie CH_4 odejmuje się od ogólnego stężenia HC (patrz załącznik III dodatek 2 pkt 4.3.1).

Rysunek 9 przedstawia typową metodę GC włączaną do rutynowego wyznaczania poziomu CH_4 . Można stosować również inne metody GC, w oparciu o uzasadnione względy praktyki technicznej.

Rysunek 9

Schemat przepływu analizy metanu (metoda GC)



Części rysunku 9

Kolumna Porapak PC

Kolumna Porapak N, 180/300 μm (sito 50/80), 610 mm długości \times 2,16 mm średnicy wewnętrznej, używa się i kondycjonuje się przed pierwszym użyciem przez przynajmniej 12 godzin w temperaturze 423 K (150 °C) z gazem wymywającym.

Kolumna przesiewania cząstek molekularnych MSC

Typ 13X, 250/350 μm (sito 45/60), 1220 mm długości \times 2,16 mm średnicy wewnętrznej, używa się i kondycjonuje przed pierwszym użyciem przez przynajmniej 12 godzin w temperaturze 423 K (150 °C) z gazem wymywającym.

Piec OV

Do utrzymywania kolumn i zaworów w stabilnej temperaturze pracy analizatora oraz do kondycjonowania kolumn w temperaturze 423 K (150 °C).

Obwód pobierania próbek SLP

Przewód ze stali nierdzewnej i o długości wystarczającej do uzyskania objętości około 1 cm^3 .

Pompa P

Do podawania próbki do chromatografu gazowego.

Osuszacz D

Do usuwania wody i innych zanieczyszczeń znajdujących się w gazie wymywającym wykorzystuje się osuszacz wyposażony w sito molekularne.

HC

Wykrywacz jonizacji płomienia (FID) do mierzenia stężenia metanu.

Zawór wstrzykiwania próbki V1

Do wstrzykiwania próbki pobranej z filtra workowego przez SL z rysunku 8. Ma niską objętością oporową, szczelnością gazu oraz możliwością ogrzewania do temperatury 423 K (150 °C).

Zawór rozdzielczy V3

Do wybierania gazu zakresowego, próbki lub przepływu zerowego.

Zawór iglicowy V2, V4, V5, V6, V7, V8

Do ustawiania przepływów kierowanych do układu.

Regulator ciśnienia R1, R2, R3

Do kontrolowania przepływów paliwa (= gazu wymywającego), odpowiednio próbki i powietrza.

Kapilara przepływowa FC

Do kontroli natężenia przepływu powietrza do FID.

Manometr G1, G2, G3

Do kontroli przepływów paliwa (= gazu wymywającego), odpowiednio próbki i powietrza.

Filtr F1, F2, F3, F4, F5

Stopowe filtry metalowe do zapobiegania przedostawaniu się zanieczyszczeń mechanicznych do pompy lub przyrządu.

FL1

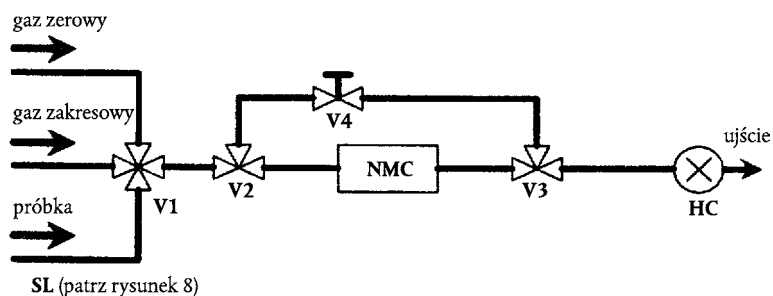
Do mierzenia natężenia przepływu obejściowego próbki.

1.3.2. Metoda odcinania węglowodorów niemietanowych (NMC, rysunek 10)

Powoduje utlenienie wszystkich węglowodorów z wyjątkiem CH_4 do CO_2 i H_2O tak, że podczas przeprowadzania próbki przez NMC FID wykrywa jedynie CH_4 . Jeżeli do pobierania próbek używa się filtrów workowych na SL instaluje się układ rozdzielania przepływu (patrz ppkt 1.2 rysunek 8), dzięki któremu przepływ można alternatywnie przepuścić przez lub wokół układu pomiarowego, zgodnie z górną częścią rysunku 10. W przypadku pomiaru NMHC w pomiarze na FID należy uwzględnić i zanotować obie wartości (HC i CH_4). Jeżeli używa się metody łączenia, na ciągło instaluje się układ NMC z dodatkowym analizatorem FID, równoległe do analizatora FID umieszczonego na HSL1 (patrz ppkt 1.2, rysunek 8) zgodnie z dolną częścią rysunku 10. W przypadku pomiaru NMHC uwzględnia się i odnotowuje wartości obu analizatorów FID (HC i CH_4).

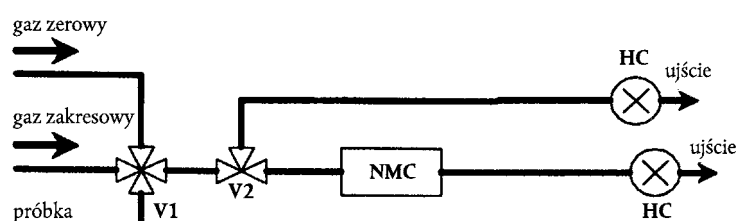
Przed rozpoczęciem badania układ pomiarowy nierejestrujący zawartości metanu powinien się charakteryzować temperaturą wpływu katalitycznego na CH_4 i C_2H_6 równą lub wyższą niż 600 K (327 °C) przy wartościach H_2O reprezentatywnych dla warunków strumienia. Punkt rosenia oraz poziom O_2 w pobranej próbce strumienia musi być znany. Musi być odnotowana reakcja względna FID na CH_4 (patrz załącznik III dodatek 5 ppkt 1.8.2).

Rysunek 10

Schemat przepływu analizy metanu metodą odcinania węglowodorów niemietanowych (NMC)

SL (patrz rysunek 8)

Metoda pobierania próbek za pomocą filtrów workowych



HSL1 (patrz rysunek 8)

Metoda integracji

Części rysunku 10

Metoda odcinająca węglowodory niemietanowe NMC

Do utleniania wszystkich węglowodorów z wyjątkiem metanu.

HCOgrzewany wykrywacz jonizacji płomienia (HFID) do mierzenia stężeń HC i CH₄. Temperaturę utrzymuje się na poziomie 453-473 K (180 °C-200 °C).**Zawór rozdzielczy V1**

Do wybierania próbki, gazu zerowego i gazu zakresowego. Zawór V1 jest taki sam, jak zawór V2 z rysunku 8.

Zawór elektromagnetyczny V2, V3

Do obejścia NMC.

Zawór iglicowy V4

Do równoważenia przepływu przepuszczanego przez NMC i obejścia.

Regulator ciśnienia R1

Do kontroli ciśnienia w ciągu pobierania próbek i przepływu kierowanego do HFID. Regulator R1 jest taki sam, jak regulator R3 z rysunku 8.

Przepływomierz FL1

Do mierzenia natężenia przepływu obejściowego próbki. Przepływomierz FL1 jest taki sam, jak przepływomierz z rysunku 8.

2. ROZCIEŃCZANIE SPALIN I USTALENIE POZIOMU EMISJI PYŁÓW

2.1. Wprowadzenie

Podpunkty 2.2, 2.3 i 2.4 oraz rysunki 11-22 zawierają szczegółowe opisy zalecanych układów rozcieńczania i pobierania próbek. Ponieważ różne konfiguracje mogą dać równoważne wyniki, nie jest wymagana dokładna zgodność z tymi rysunkami. W celu uzyskania dodatkowych informacji oraz wyznaczenia funkcji części układów można użyć części dodatkowych, takich jak przyrządy, zawory, zawory elektromagnetyczne, pompy i przełączniki. Możliwe jest wyłączenie innych części, które nie są potrzebne do utrzymania dokładności niektórych układów, jeżeli ich wyłączenie uzasadnione jest względami technicznymi.

2.2. Układ częściowego rozcieńczania spalin

Układ rozcieńczania opisano na rysunkach 11-19 w oparciu o układ rozcieńczania części strumienia spalin. Rozdzielanie strumienia spalin i proces następczego ich rozcieńczenia można przeprowadzić za pomocą różnego typu układów przepływu spalin kierowanego na sondę do pobierania próbek. Uzyskuje się to przepływ rozcieńczonych spalin kierowany jest do układu pobierania próbek pyłów (ppkt 2.4 rysunek 21). Pierwsza metoda to metoda pełnego pobierania próbek, druga metoda to metoda częściowego pobierania próbek.

Obliczanie współczynnika rozcieńczania zależy od typu zastosowanego układu. Zaleca się następujące rodzaje układu:

Układy izokinetyczne (rysunki 11, 12)

W przypadku tych układów przepływ kierowany do przewodu przesyłowego jest dopasowywany do zbiorczego przepływu wylotowego pod względem prędkości spalin lub ciśnienia, w związku z tym wymaga niezakłóconego i jednolitego przepływu spalin kierowanego na sondę do pobierania próbek. Uzyskuje się to zazwyczaj dzięki zastosowaniu rezonatora i przewodu kierującego przepływ do punktu pobierania próbek. Współczynnik rozdzielania oblicza się z wartości, których zmierzenie nie stanowi problemu, na przykład średnicy przewodu. Należy zauważyć, że izokinezy wykorzystuje się wyłącznie do dopasowywania warunków przepływu, a nie do dopasowywania poziomu rozdzielania wielkości przepływu. Ostatni proces nie jest konieczny, ponieważ pyły są na tyle małe, że podążają za strumieniami cieczy.

Układy sterowania przepływem z pomiarem stężenia (rysunki 13-17)

W przypadku tych układów próbka jest pobierana ze zbiorczego strumienia spalin przez dopasowanie przepływu powietrza rozcieńczającego oraz ogólnego, rozcieńczonego przepływu spalin. Współczynnik rozcieńczania ustala się ze stężenia gazów znakujących, takich jak CO₂ lub NO_x naturalnie występujących na wydechu silnika. Mierzy się stężenie w rozcieńczonych spalinach i w powietrzu rozcieńczającym, przy czym stężenie w nieoczyszczonych spalinach można zmierzyć albo bezpośrednio, albo wyznaczyć z przepływu paliwa oraz równania ważenia masy węgla, jeżeli znany jest skład paliwa. Układy można kontrolować w oparciu o obliczony współczynnik rozcieńczania (rysunki 13, 14) lub za pomocą przepływu kierowanego do przewodu przesyłowego (rysunki 12, 13, 14).

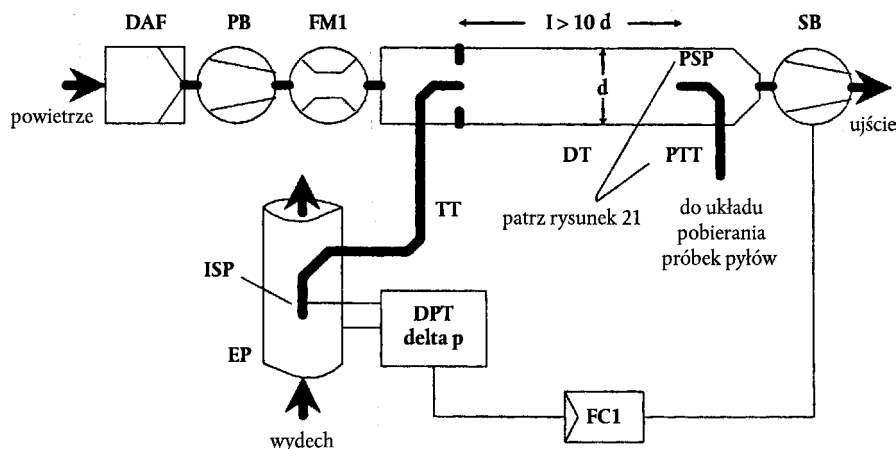
Układy przepływu kontrolowanego z pomiarem przepływu (rysunki 18, 19)

W przypadku tych układów próbka jest pobierana ze zbiorczego strumienia spalin przez ustawienie rozcieńczenia przepływu powietrza i ogólnego, rozcieńczonego przepływu spalin. Współczynnik rozcieńczania jest wyznaczany z różnicy pomiędzy dwoma wartościami przepływu. Wymaga się dokładnej kalibracji przepływomierzy współzależnych, ponieważ różnica dwóch wartości przepływu przy wyższych współczynnikach rozcieńczania (15 i wyższych) może prowadzić do znacznych błędów. Kontrolę przepływu prowadzi się metodą bezpośrednią utrzymując stałą wartość przepływu rozcieńczonych spalin i różnicując, jeżeli jest to potrzebne, wartość przepływu powietrza rozcieńczającego.

W przypadku stosowania układów rozcieńczania przepływu częściowego należy zwrócić uwagę na konieczność unikania potencjalnych problemów związanych z utratą pyłów w przewodzie przesyłowym zapewniając, że z wydechu silnika pobrano próbkę reprezentatywną oraz wyznaczono współczynnik rozdzielania. Te obszary krytyczne mają zasadnicze znaczenie dla opisywanych układów.

Rysunek 11

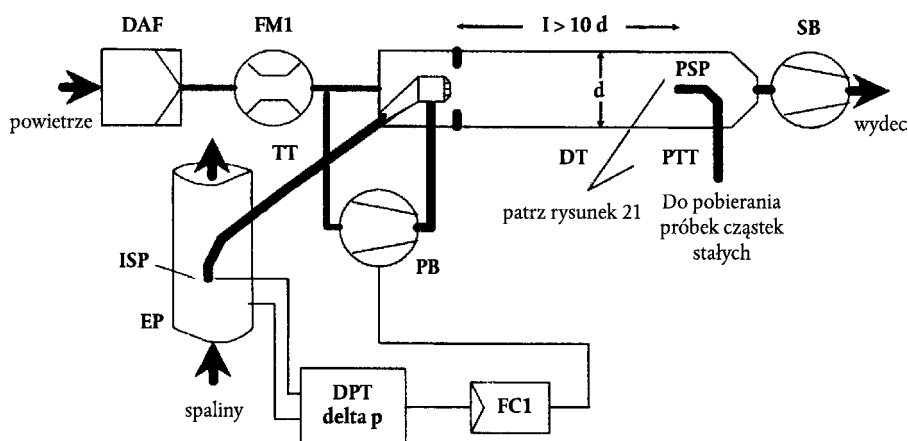
Układ częściowego rozcieńczania spalin z sondą izokinetyczną i pobieraniem próbek frakcji (kontrola SB)



Nieoczyszczone spaliny przesyła się z rury wydechowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez przewód przesyłowy TT za pomocą izokinetycznej sondy pobierania próbek ISP. Różnica ciśnień między spalinami na rurze wydechowej a wlotem sondy mierzy się za pomocą przetwornika ciśnienia DPT. Impuls ten przekazywany jest do sterownika przepływu FC1, kontrolującego pracę dmuchawy zasysającej SB w celu utrzymania zerowej różnicy ciśnień na końcówce sondy. W tych warunkach prędkości spalin w EP i ISP są identyczne, a przepływ przechodzący przez ISP i TT jest dzielony na stałe części (podział stały) przepływu spalin. Współczynnik rozdzielania ustala się z obszarów przekroju poprzecznego EP i ISP. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego mierzone jest za pomocą urządzenia do pomiaru przepływu FM1. Współczynnik rozcieńczania oblicza się z natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego i współczynnika rozdzielania.

Rysunek 12

Układ częściowego rozcieńczania spalin z sondą izokinetyczną i pobieraniem próbek frakcji (kontrola PB)

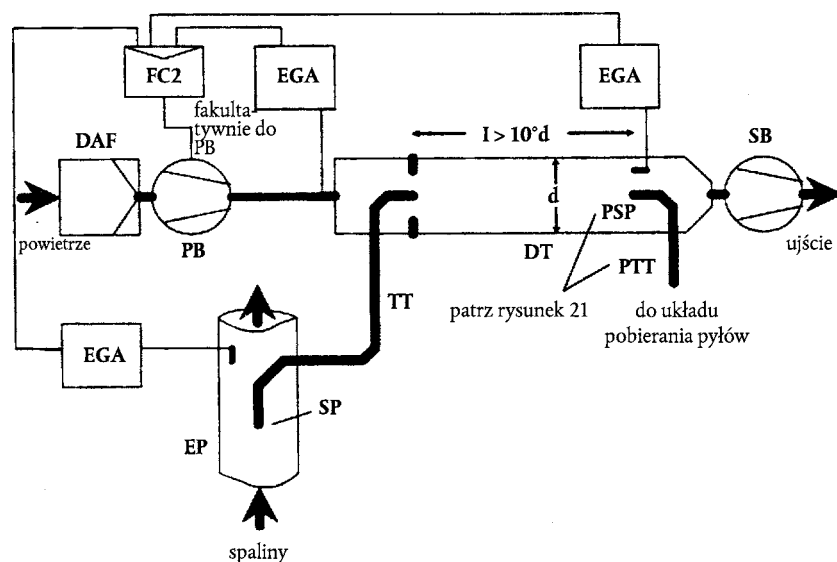


Nieoczyszczone spaliny są przekazywane z rury wydechowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez przewód przesyłowy TT za pomocą izokinetycznej sondy do pobierania próbek ISP. Różnica ciśnień spalin między rurą wydechową a wlotem sondy jest mierzona za pomocą przetwornika ciśnienia DPT. Impuls ten jest przekazywany do sterownika przepływu FC1, kontrolującego pracę dmuchawy ciśnieniowej PB w celu utrzymania zerowej różnicy ciśnień na końcówce sondy. Uzyskuje się to za pomocą pobrania niewielkiej części powietrza rozcieńczającego o zmierzonym wcześniej wskaźniku przepływu za pomocą urządzenia mierzącego przepływ FM1 i skierowanie go do TT za pomocą kryzy pneumatycznej. W tych warunkach prędkości spalin w EP i ISP są identyczne, a przepływ przechodzący przez ISP i TT jest dzielony o stałą wartość (podział stały) przepływu spalin. Współczynnik rozdzielania wyznaczany jest z obszarów przekroju

poprzedniego EP i ISP. Powietrze rozcieńczające jest zasysane przez DT za pomocą dmuchawy zasysającej SB, a natężenie przepływu mierzy się za pomocą FM1 na wlocie DT. Współczynnik rozcieńczania oblicza się z natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego i współczynnika rozdzielania.

Rysunek 13

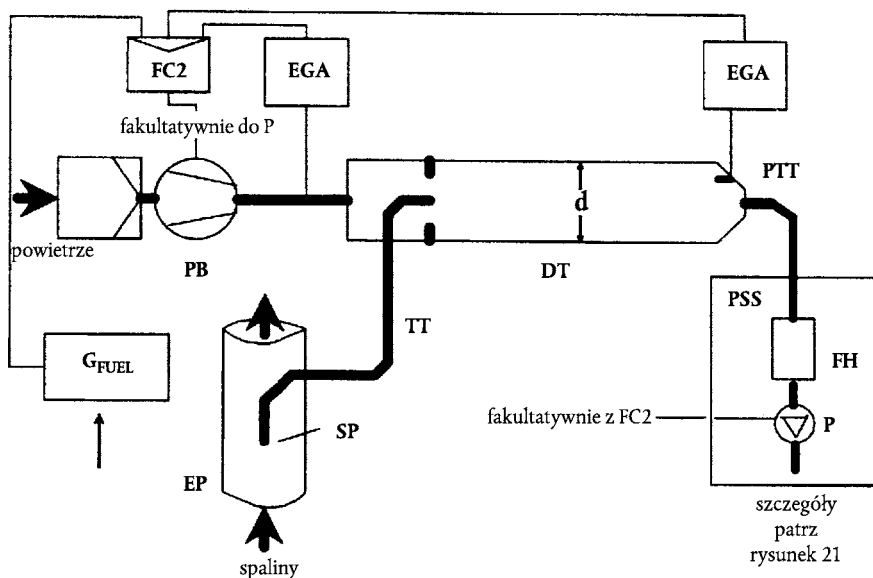
Układ częściowego rozcieńczania spalin z pomiarem stężenia CO_2 lub NO_x i pobieraniem próbek frakcji



Nieoczyszczone spaliny są przekazywane z rury wydechowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłowy TT. Stężenia gazów znakujących (CO_2 lub NO_x) mierzone są w nieoczyszczonych i rozcieńczonych spalinach, a także w powietrzu rozcieńczającym za pomocą analizatora(ów) spalin EGA. Impulsy te są przekazywane do sterownika przepływu FC2 sterującego pracą dmuchawy ciśnieniowej PB lub dmuchawy zasysającej SB w celu utrzymania pożądanego rozdziału spalin i współczynnika rozcieńczania w DT. Współczynnik rozcieńczania oblicza się ze stężenia gazu znakującego w nieoczyszczonych spalinach, rozcieńczonych spalinach i powietrzu rozcieńczającym.

Rysunek 14

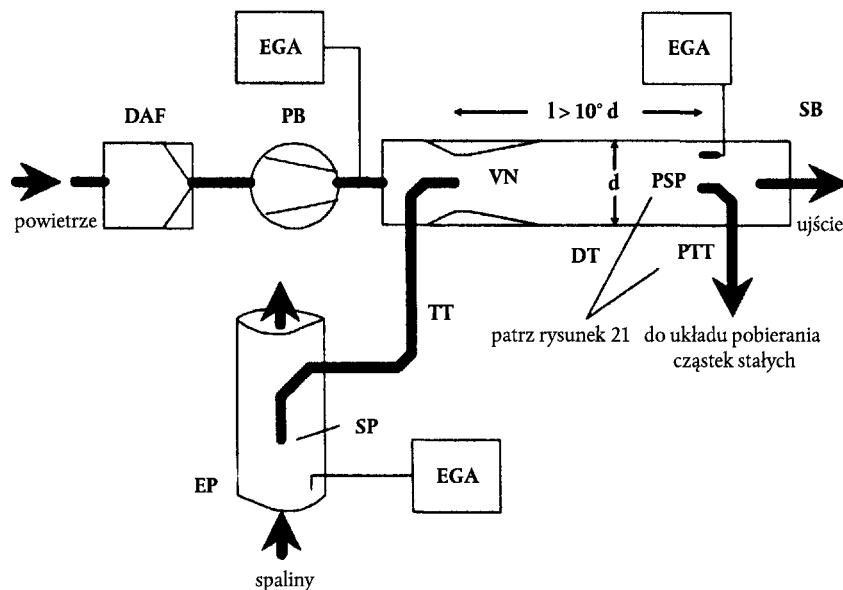
Układ częściowego rozcieńczania spalin z pomiarem stężenia CO_2 , bilansem węgla i pełnym pobieraniem próbek



Nieoczyszczone spaliny są przesyłane z rury wydechowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłowy TT. Stężenia CO_2 mierzy się w rozcieńczonych spalinach i w powietrzu rozcieńczającym za pomocą analizatora(ów) spalin EGA. Impulsy przepływu CO_2 i paliwa G_{FUEL} są przekazywane albo do sterownika przepływu FC2, albo do sterownika przepływu FC3 układu pobierania pyłów (patrz rysunek 21). Sterownik FC2 kontroluje pracę dmuchawy ciśnieniowej PB, FC3 pracę pompy pobierania próbek P (patrz rysunek 21), regulując przepływy kierowane do i z układu w sposób pozwalający na utrzymanie pożądanego rozdziału spalin i współczynnika rozcieńczania w DT. Współczynnik rozcieńczania oblicza się ze stężeń CO_2 i G_{FUEL} wykorzystując metody ważenia masy węgla.

Rysunek 15

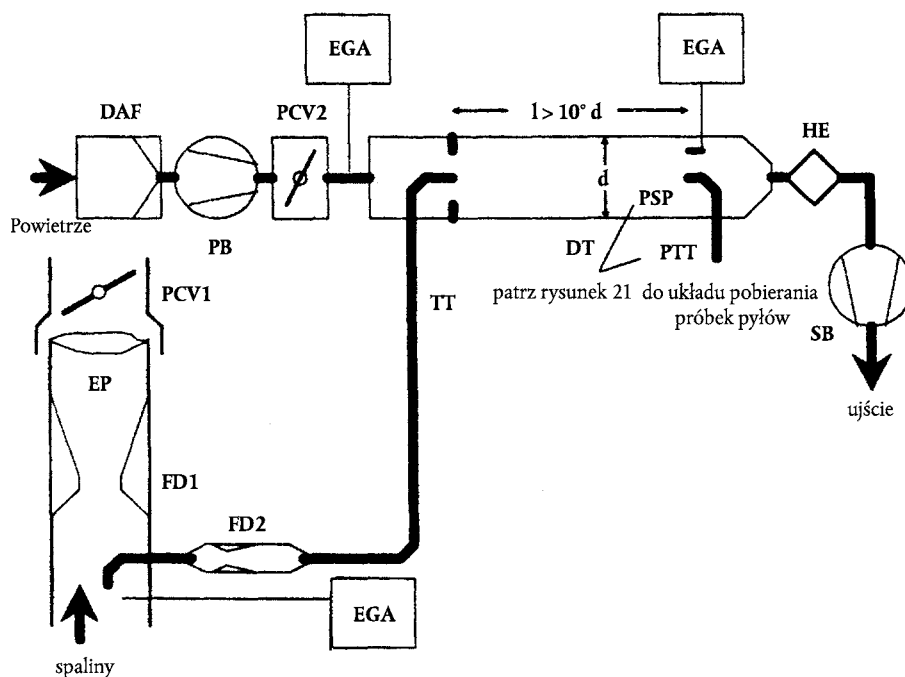
Układ częściowego rozcieńczania spalin ze zwężką pojedynczą, pomiarem stężenia i pobieraniem próbek frakcji



Nieoczyszczone spaliny są przesyłane z rury wydechowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłowy TT w związku z ciśnieniem ujemnym wywołanym przez zwężkę VN w DT. Współczynnik natężenia przepływu spalin przez TT zależy od chwilowej wymiany w strefie zwężki, i dlatego podlega wpływom temperatury bezwzględnej spalin na wylocie TT. W związku z tym rozdział spalin dla danego natężenia przepływu w tunelu nie jest stały, a współczynnik rozcieńczania przy niskim obciążeniu jest nieco niższy niż przy wysokim obciążeniu. Stężenia gazów znakujących (CO_2 lub NO_x) mierzy się w nieoczyszczonych spalinach, rozcieńczonych spalinach i powietrzu rozcieńczającym za pomocą analizatora spalin EGA, a współczynnik rozcieńczania oblicza się z wartości zmierzonych w ten sposób.

Rysunek 16

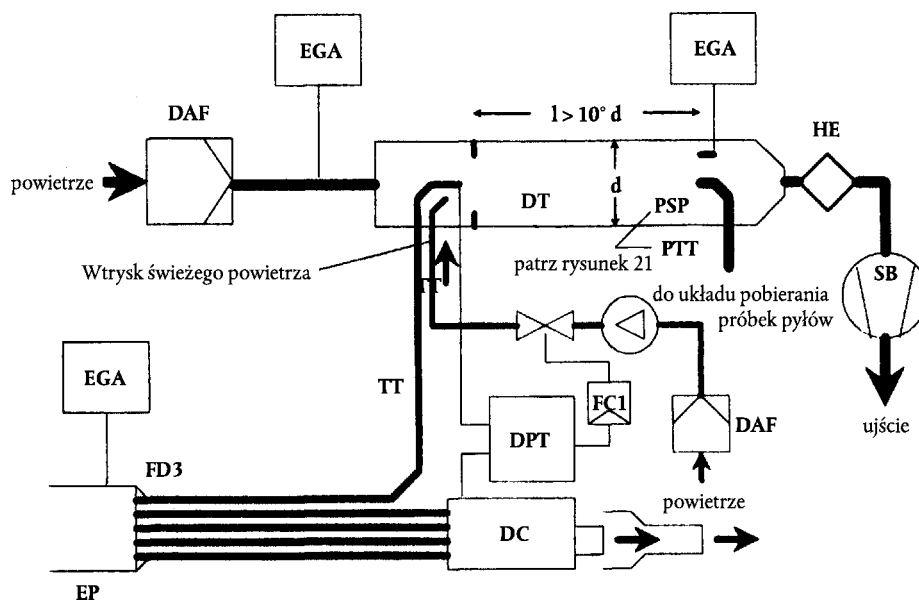
Układ częściowego rozcieńczania spalin ze zwężką bliźniaczą lub kryzą bliźniaczą, pomiarem stężenia i pobieraniem próbek frakcji



Nieoczyszczone spaliny są przesyłane z rury wydechowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłowy TT i przez rozdzielacz przepływu wyposażony w zestaw kryz lub zwężek. Pierwsza (FD1) znajduje się w EP, druga (FD2) w TT. Dodatkowo do utrzymania stałego rozdziału spalin sterowanego ciśnieniem wstecznym w EP i ciśnieniem w DT, niezbędne są dwa zawory sterujące ciśnieniem (PCV1 i PCV2). PCV1 znajduje się przy wylocie strumienia SP w EP, PCV2 między dmuchawą ciśnienia PB i DT. Stężenia gazów znakujących (CO_2 lub NO_x) mierzone są w nieoczyszczonych spalinach, rozcieńczonych spalinach i powietrzu rozcieńczającym za pomocą analizatora(ów) spalin EGA. Są one konieczne do kontrolowania rozdziału spalin i mogą zostać wykorzystane do regulowania PCV1 i PCV2 do precyzyjnego sterowania rozdziału. Współczynnik rozcieńczania oblicza się ze stężeń spalin.

Rysunek 17

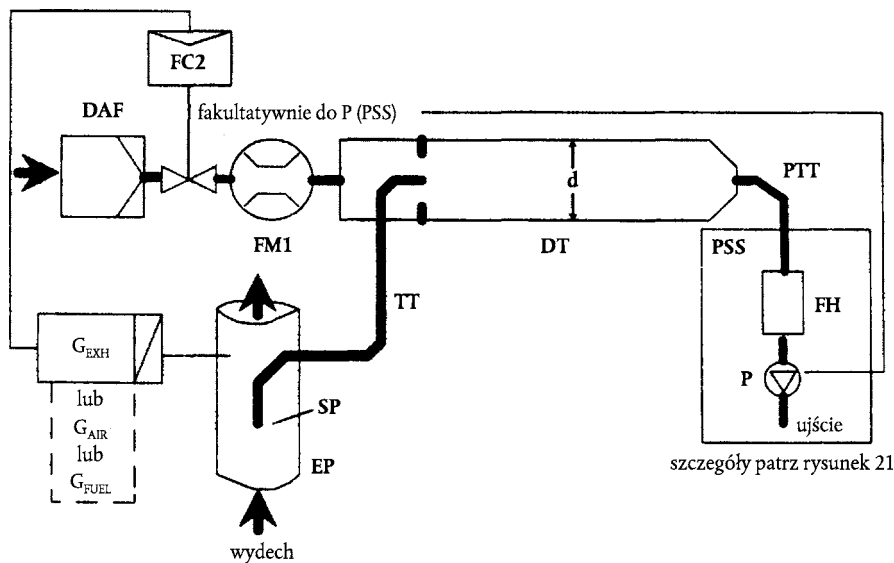
Układ częściowego rozcieńczania spalin z przewodem wielokrotnego rozdziału, pomiarem stężenia i pobieraniem próbek frakcji



Nieoczyszczone spaliny są przesyłane z rury wydechowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez przewód przesyłowy TT i rozdzielacz przepływu FD3 wyposażonego w przewody o tej samej średnicy (tej samej średnicy, długości i kącie zagięcia) zainstalowanych w EP. Spaliny prowadzone są przez jeden z tych przewodów do DT, a pozostała część spalin przepuszczana jest tymi przewodami przez komorę zrzutową DC. Następnie ustala się rozdział spalin z ogólnej liczby przewodów. Stała kontrola rozdziału wymaga zerowej różnicy ciśnień między DC, a wylotem TT, mierzonej za pomocą przetwornika różnicy ciśnień DPT. Zerową różnicę ciśnień uzyskuje się poprzez wstrzyknięcie do DT świeżego powietrza na wylocie TT. Stężenia gazów znakujących (CO_2 lub NO_x) mierzone są w nieoczyszczonych spalinach, rozcieńczonych spalinach i powietrzu rozcieńczającym za pomocą analizatora(ów) gazu EGA. Są one niezbędne do kontrolowania rozdziału spalin i można je wykorzystać do kontroli natężenia przepływu wstrzykiwanego powietrza w celu precyzyjnego kontrolowania rozdziału. Współczynnik rozcieńczania oblicza się ze stężeń gazów znakujących.

Rysunek 18

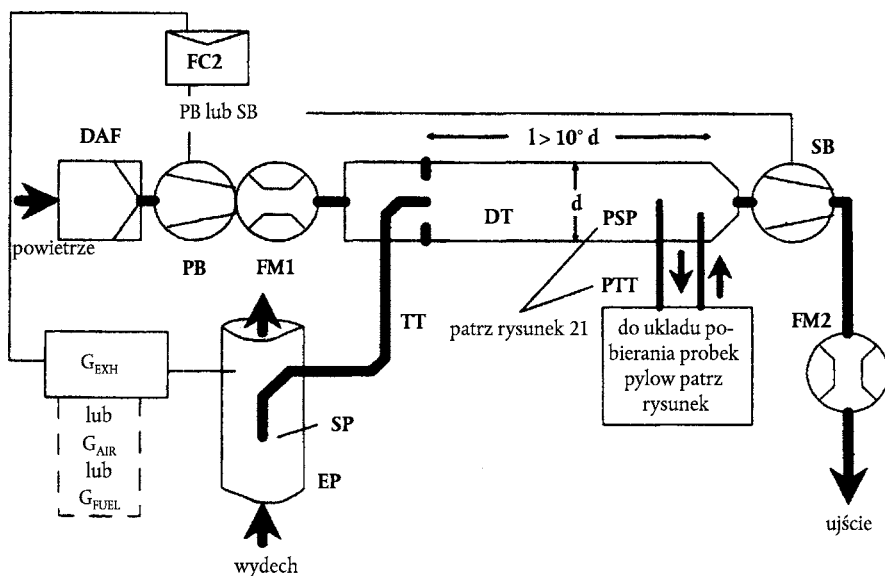
Układ częściowego rozcieńczania spalin z kontrolą przepływu i pełnym pobieraniem próbek



Nieoczyszczone spaliny są przesyłane z rury wydechowej EP do tunelu rozcieńczania DT przez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłowy TT. Ogólny przepływ przechodzący przez tunel jest regulowany za pomocą sterownika przepływu FC3 oraz pompy pobierania próbek P układu pobierania próbek pyłów (patrz rysunek 18). Przepływ powietrza rozcieńczającego jest sterowany sterownikiem przepływu FC2, wykorzystujący G_{EXHW} , G_{AIRW} , lub G_{FUEL} jako komend impulsowych, dla pożądanego rozdziału przepływu powietrza. Przepływ próbki skierowany do DT jest różnicą ogólnego przepływu oraz przepływu powietrza rozcieńczającego. Natężenie przepływu powietrza rozcieńczającego mierzy się za pomocą urządzenia do pomiaru przepływu FM1, ogólne natężenie przepływu za pomocą urządzenia mierzącego przepływ FM3 układu pobierania próbek pyłów (patrz rysunek 21). Współczynnik rozcieńczania oblicza się z tych dwóch wskaźników przepływu.

Rysunek 19

Układ częściowego rozcieńczania spalin z kontrolą przepływu i pobieraniem próbek frakcji



Nieoczyszczone spaliny są przesyłane z rury wydechowej EP do tunelu rozcieńczającego DT przez sondę do pobierania próbek SP i przewód przesyłowy TT. Rozdział spalin i przepływ kierowany do DT jest sterowany sterownikiem przepływu FC2 regulującym odpowiednio przepływy (lub prędkości) dmuchawy ciśnieniowej PB i pompy zasysającej SB. Jest to możliwe, ponieważ próbka pobrana z układu pobierania próbek pyłów jest zawracana do DT. G_{EXHW} , G_{AIRW} , lub G_{FUEL} można używać jako komend impulsów dla FC2. Współczynnik natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego mierzony jest za pomocą urządzenia mierzącego przepływ FM1, ogólny przepływ za pomocą urządzenia mierzącego przepływ FM2. Współczynnik rozcieńczenia oblicza się z tych dwóch wskaźników przepływu.

2.2.1. Części rysunków 11-19

Rura wydechowa EP

Rurę wydechową można zaizolować. Aby obniżyć bezwładność cieplną, zaleca się użycie rury wydechowej o współczynniku średnicy grubości 0,015 lub mniejszej. Wykorzystanie połączeń giętkich ograniczone jest współczynnikiem długości do średnicy 12 lub niższej. Zagięcia są minimalizowane w celu ograniczenia osadzania bezwładnościowego. Jeżeli układ obejmuje tłumik stołu do badań, tłumik można również zaizolować.

W przypadku układu izokinetycznego z rury wydechowej należy zdjąć kolanka, zagięcia i przewody o różnej średnicy przekraczającej sześciokrotnie średnicę do i trzykrotnie średnicę od końcówki sondy. Prędkość gazu w strefie pobierania próbek musi być wyższa niż 10 m/s, z wyjątkiem trybu jałowego. Ciśnienie oscylacyjne spalin nie może przekraczać średnio ± 500 Pa. Wszelkie czynności podejmowane w celu obniżenia ciśnienia oscylacyjnego, z wyjątkiem układu wydechowego typu podwoziowego (w tym tłumik i urządzenia oczyszczania) nie mogą spowodować zmiany sprawności silnika, ani osadzania się pyłów.

W przypadku układów bez sondy izokinetycznej zaleca się użycie prostej rury o średnicy przekraczającej sześciokrotnie średnicę od i trzykrotnie średnicę do końcówki sondy.

Sonda do pobierania próbek SP (rysunki 10, 14, 15, 16, 18, 19)

Minimalna średnica wewnętrzna wynosi 4 mm. Minimalny stosunek średnicy między rurą wydechową i sondą wynosi 4. Sonda jest przewodem otwartym skierowanym przodem do osi rury wydechowej lub sondą z wieloma otworami, opisaną w pozycji SP1 w ppkt 1.2.1 rysunek 5.

Izokinetyczna sonda do pobierania próbek ISP (rysunki 11, 12)

Izokinetyczna sonda do pobierania próbek musi być zainstalowana przodem w kierunku osi rury wydechowej, gdzie w odcinku EP oraz zaprojektowaną w sposób umożliwiający przesłanie proporcjonalnej próbki nieoczyszczonych spalin. Minimalna średnica wewnętrzna wynosi 12 mm.

Układ sterowania jest niezbędny w przypadku izokinetycznego rozdziału spalin do utrzymywania zerowej różnicy ciśnień między EP i ISP. W tych warunkach prędkości spalin w EP i ISP są takie same, a masa przepływu przechodzącego przez ISP jest stałą wartością częściowego przepływu spalin. ISP musi być podłączone do przetwornika różnicy ciśnień DPT. Kontrolę zapewniania zerowej różnicy ciśnień między EP i ISP przeprowadza się za pomocą sterownika przepływu FC1.

Rozdzielacz przepływu FD1, FD2 (rysunek 16)

Na rurze wydechowej EP oraz przewodzie przesyłowym TT zainstalowano zestaw zwężek i kryz przekazyujących proporcjonalną próbkę nieoczyszczonych spalin. Układ sterowania wyposażony w dwa zawory sterujące ciśnieniem PCV1 i PCV2 jest niezbędny do proporcjonalnego rozdziału przeprowadzanego za pomocą kontroli ciśnień w EP i DT.

Rozdzielacz przepływu FD3 (rysunek 17)

Na rurze wydechowej EP zainstalowano zestaw przewodów (jednostkę wyposażoną w wiele przewodów) zapewniający próbkę proporcjonalną nieoczyszczonych spalin. Jeden z przewodów przesyła spaliny do tunelu rozcieńczającego DT, drugi przewód kieruje spaliny do komory zrzutowej DC. Przewody muszą mieć identyczną średnicę (tę samą średnicę, długość, kąt zagięcia), tak aby rozdział spalin zależał od ogólnej liczby przewodów. Układ sterowania jest niezbędny do proporcjonalnego rozdzielania w oparciu o utrzymywanie zerowej różnicy ciśnień między wylotem jednostki przewodowej w kierunku DC, a wylotem TT. W tych

warunkach prędkości spalin w EP i FD3 są proporcjonalne, a przepływ TT jest stałą wartością częściowego przepływu spalin. Oba punkty muszą zostać podłączone do przetwornika różnicy ciśnień DPT. Kontrolę zapewniającą zerową różnicę ciśnień przeprowadza się za pomocą sterownika przepływu FC1.

Analizator spalin EGA (rysunki 13, 14, 15, 16, 17)

Można wykorzystać analizatory CO₂ lub NO_x (oparte wyłącznie na metodzie ważenia masy CO₂). Analizatory kalibruje się tak samo jak analizatory do pomiaru poziomów emisji zanieczyszczeń gazowych. Do ustalenia różnic stężenia można użyć jednego lub większej liczby analizatorów. Dokładność układów pomiarowych powinna być taka, aby dokładność G_{EDFW} mieściła się w zakresie wartości $\pm 4\%$.

Przewód przesyłowy TT (rysunki 11-19)

Przewód przesyłowy:

- Jest możliwie najkrótszy, ale nie dłuższy niż 5 m.
- Ma średnicę równą lub wyższą od średnicy sondy, ale nie większą niż 25 mm.
- Jest wyprowadzony z osi tunelu rozcieńczania i kieruje się ku dołowi.

Jeżeli długość przewodu wynosi 1 metr lub mniej, izoluje się go tworzywem o maksymalnej wartości przewodzenia cieplnego 0,05 W/m*K o grubości izolacji odpowiadającej średnicy sondy. Jeżeli przewód jest dłuższy niż 1 metr, należy go zaizolować i ogrzać do osiągnięcia minimalnej temperatury ścianki 523 K (250 °C).

Przetwornik różnicy ciśnień DPT (rysunki 11, 12, 17)

Przetwornik różnicy ciśnień charakteryzuje się zakresem ± 500 Pa lub niższym.

Sterownik przepływu FC1 (rysunki 11, 12, 17)

W przypadku układów izokinetycznych (rysunki 11,12) sterownik przepływu jest niezbędny do utrzymania zerowej różnicy ciśnień między EP i ISP. Regulację można przeprowadzić za pomocą:

- a) kontroli prędkości lub przepływu dmuchawy zasysającej SB i utrzymywanie stałej wartości prędkości lub przepływu dmuchawy ciśnieniowej PB w każdym trybie (rysunek 11) lub
- b) ustawienie dmuchawy zasysającej SB na stałą masę przepływu rozcieńczonych spalin i kontrolowanie przepływu dmuchawy ciśnieniowej PB, a w związku z tym przepływu próbki spalin na końcu przewodu przesyłowego TT (rysunek 12).

W przypadku układu sterowania ciśnieniem błąd utrzymujący się w pętli sterowania nie może przekraczać ± 3 Pa. Odchylenia ciśnienia w tunelu rozcieńczającym nie mogą przekraczać średnio ± 250 Pa.

W przypadku układu wieloprzewodowego (rysunek 17) sterownik przepływu jest konieczny do proporcjonalnego rozdziału spalin utrzymującego zerową różnicę ciśnień między wylotem jednostki wieloprzewodowej a wylotem TT. Regulację przeprowadza się za pomocą sterowania wskaźnikiem przepływu wtryskiwanego powietrza do DT na wylocie przewodu TT.

Zawór regulacji ciśnienia CV1, PCV2 (rysunek 16)

W przypadku układu ze zwężką/kryzą bliźniaczą do proporcjonalnego rozdziału przepływu za pomocą sterowania ciśnieniem wstecznym EP i ciśnieniem w DT konieczne są dwa zawory sterowania ciśnieniem. Zawory umieszcza się u dołu SP w EP i między PB i DT.

Komora zrzutowa DC (rysunek 17)

Komorę zrzutową instaluje się na wylocie jednostki wieloprzewodowej w celu zminimalizowania odchylen ciśnienia na wylocie pompy EP.

Zwężka VN (rysunek 15)

Zwężkę instaluje się w tunelu rozcieńczania DT w celu wywołania ciśnienia ujemnego w obszarze wylotu przewodu przesyłowego TT. Natężenie przepływu spalin przechodzących przez TT ustalone jest z chwilowej wymiany w strefie zwężki i jest z zasady proporcjonalne do natężenia przepływu dmuchawy ciśnieniowej PB prowadząc do stałego współczynnika rozcieńczenia. Ponieważ chwilowa wymiana uzależniona jest

od temperatury wylotu TT i różnicy ciśnień między EP i DT, rzeczywisty współczynnik rozcieńczania przy niskim obciążeniu jest nieco niższy niż przy wyższym obciążeniu.

Sterownik przepływu FC2 (rysunki 13, 14, 18, 19, fakultatywny)

Do sterowania przepływem dmuchawy ciśnieniowej PB lub dmuchawy zasysającej SB można wykorzystać sterownik przepływu. Można go podłączyć do impulsów spalin, powietrza wlotowego i paliwa lub impulsów różnic CO_2 lub NO_x . W przypadku stosowania wprowadzania powietrza pod ciśnieniem (rysunek 18) FC2 bezpośrednio steruje przepływem powietrza.

Urządzenie do mierzenia przepływu FM1 (rysunki 11, 12, 18, 19)

Miernik gazu lub inna aparatura przepływowa do pomiaru przepływu powietrza rozcieńczającego. FM1 ma charakter fakultatywny, jeżeli dmuchawę ciśnieniową PB skalibrowano do pomiaru przepływu.

Urządzenie do pomiaru przepływu FM2 (rysunek 19)

Miernik gazu lub inna aparatura do mierzenia przepływu rozcieńczonych spalin. FM2 ma charakter fakultatywny, jeżeli dmuchawę zasysającą SB skalibrowano do mierzenia przepływu.

Dmuchawa ciśnieniowa PB (rysunki 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19)

Do kontrolowania natężenia przepływu powietrza rozcieńczającego PB można podłączyć do sterowników przepływu FC1 lub FC2. PB nie jest wymagana, jeżeli używa się zaworu motylkowego. PB można wykorzystać do mierzenia przepływu powietrza rozcieńczającego, jeżeli została skalibrowana.

Dmuchawa zasysająca SB (rysunki 11, 12, 13, 16, 17, 19)

Wyłącznie do układów częściowego pobierania próbek. SB można wykorzystać do mierzenia przepływu rozcieńczonych spalin, jeżeli została skalibrowana.

Filtr powietrza rozcieńczającego DAF (rysunki 11-19)

Zaleca się filtrowanie powietrza rozcieńczającego oraz filtrowanie powietrza rozcieńczającego przez warstwę węglową w celu usunięcia stężenia węglowodorów pozostających w tle. Na żądanie producenta silnika można pobrać próbkę powietrza rozcieńczającego zgodnie z dobrą praktyką inżynierią, w celu wyznaczenia poziomów pyłów w tle, które to poziomy można następnie odjąć od wartości zmierzonych w rozcieńczonych spalinach.

Tunel rozcieńczania DT (rysunki 11-19)

Tunel rozcieńczania:

- musi charakteryzować się długością wystarczającą do zagwarantowania pełnego wymieszania spalin i powietrza rozcieńczającego w warunkach powietrza wirowego;
- musi być wykonany ze stali nierdzewnej:
 - stosunkiem grubości/średnicy rzędu 0,025 lub niższym w przypadku tuneli rozcieńczania o średnicy wewnętrznej większej niż 75 mm;
 - grubości nominalnej nie niższej niż 1,5 mm w przypadku tuneli rozcieńczania o średnicy wewnętrznej równej lub niższej niż 75 mm;
- średnicy przynajmniej 75 mm dla układów częściowego pobierania próbek;
- zaleca się, aby w przypadku układów pełnego pobierania próbek średnica wynosiła przynajmniej 25 mm;
- może być ogrzewany do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) przez bezpośrednie ogrzewanie lub przez wstępne ogrzewanie powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza nie przekracza 325 K (52 °C) przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania;
- można go zaizolować.

Spaliny z silnika należy dokładnie wymieszać z powietrzem rozcieńczającym. W przypadku układów częściowego pobierania próbek, jakość mieszania sprawdza się po wprowadzeniu do eksploatacji tunelu przy pracującym silniku za pomocą profilu CO_2 (przynajmniej cztery punkty leżące w równych odległościach). Jeżeli jest to konieczne, można użyć kryzy mieszającej.

Uwaga: Jeżeli temperatura otaczająca wokół tunelu rozcieńczającego (DT) jest niższa niż 293 K (20 °C), należy przyjąć środki ochronne prowadzące do zapobieżenia osadzaniu się pyłów na zimnych ściankach tunelu. W związku z tym zaleca się stosowanie ogrzewania lub izolowania tunelu w granicach przedstawionych powyżej.

Przy wysokich obciążeniach silnika tunel można schłodzić środkami nieagresywnymi, takimi jak wentylator wirowy, do momentu osiągnięcia temperatury chłodziwa nie niższej niż 293 K (20 °C).

Wymiennik ciepła HE (rysunki 16, 17)

Wymiennik ciepła powinien charakteryzować się sprawnością wystarczającą do utrzymania temperatury na wlocie dmuchawy zasysającej. SB będzie się mieścić w zakresie wartości ± 11 K średniej temperatury roboczej przestrzeganej podczas badania.

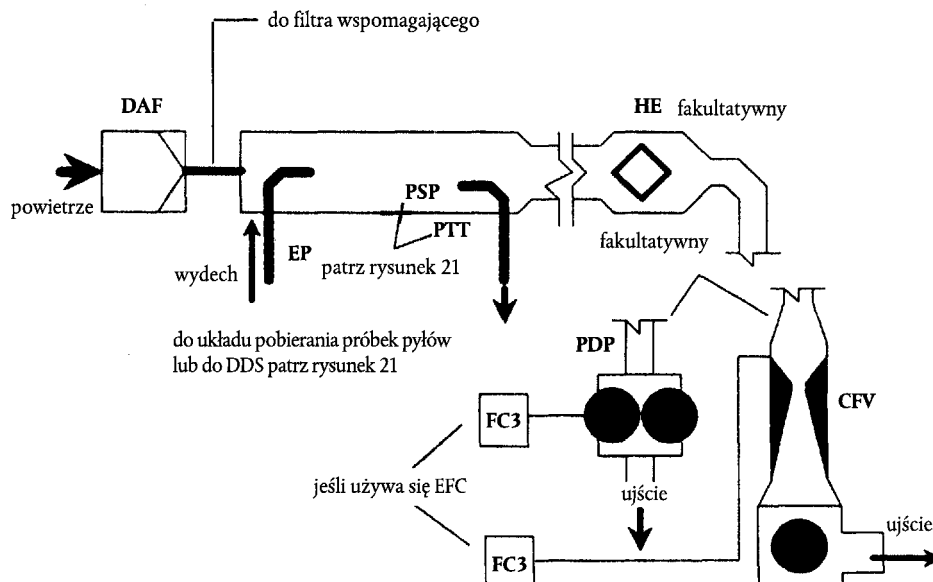
2.3 Układ pełnego rozcieńczania spalin

Układ rozcieńczania opisano na rysunku 20 w oparciu o rozcieńczanie ogólnego przepływu spalin przy wykorzystaniu CVS (pobieranie objętości stałej). Należy zmierzyć ogólną objętość mieszanki spalin i powietrza rozcieńczającego. Można użyć układu PDP lub CFV.

W przypadku następnego zbierania próbki pyłów próbka rozcieńczonych spalin kierowana jest do układu pobierania próbek pyłów (ppkt 2.4 rysunki 21 i 22). Jeżeli wykonuje się to bezpośrednio, mówi się o rozcieńczaniu pojedynczym. Jeżeli próbka jest rozcieńczana ponownie, w dodatkowym tunelu rozcieńczania, mówi się o rozcieńczaniu podwójnym. Jest to przydatne jeżeli wymagania dotyczące temperatury lica filtra nie mogą być spełnione przy rozcieńczeniu pojedynczym. Mimo iż jest to po części układ rozcieńczania, układ rozcieńczania podwójnego opisuje się jako odmianę układu pobierania próbek pyłów w ppkt 2.4 rysunek 22, ponieważ zawiera on większość części typowego układu pobierania próbek pyłów.

Rysunek 20

Układ pełnego rozcieńczania spalin



Ogólna ilość nieoczyszczonych spalin jest mieszana w tunelu rozcieńczania DT powietrzem rozcieńczającym. Współczynnik natężenia przepływu spalin mierzony jest albo na pompie PDP lub za pomocą zwężki przepływu krytycznego CFV. Do pobierania proporcjonalnej próbki pyłów oraz do wyznaczania poziomu przepływu można użyć wymiennika ciepła HE lub elektronicznego wyrównywania przepływu EFC. Ponieważ wyznaczanie masy pyłów opiera się na ogólnym przepływie rozcieńczonych spalin, nie wymaga się obliczania współczynnika rozcieńczania.

2.3.1. Części rysunku 20

Rura wydechowa EP

Długość rury wydechowej od wylotu kolektora wydechowego silnika, wylotu turbosprężarki doładowującej lub urządzenia oczyszczania do tunelu rozcieńczania nie przekracza 10 m. Jeżeli wylot kolektora wydechowego spalin silnika, wylot turbosprężarki doładowującej lub urządzenia oczyszczania przekracza 4 m długości, wtedy wszystkie przewody rurowe przekraczającej 4 m długości są izolowane, z wyjątkiem dymomierza zainstalowanego na ciągu, jeżeli jest wykorzystywany. Grubość promieniowa izolacji musi wynosić przynajmniej 25 mm. Przewodnictwo cieplne tworzywa izolacyjnego musi się charakteryzować wartością nie wyższą niż 0,1 W/mK mierzona w temperaturze 673 K. Aby obniżyć bezwładność cieplną rury wydechowej, stosunek grubości rury wydechowej do średnicy musi wynosić 0,015 lub mniej. Wykorzystanie połączeń giętkich ogranicza się do stosunku długości do średnicy 12 lub mniej.

Pompa wyporowa PDP

PDP mierzy ogólny przepływ rozcieńczonych spalin z ilości obrotów pompy i wyporu pompy. Ciśnienia wstecznego układu wydechowego nie można sztucznie obniżać za pomocą układu PDP powietrza rozcieńczającego lub powietrza wlotowego. Statyczne ciśnienie wsteczne mierzone za pomocą układu PDP mierzonego przy uruchomionym układzie PDP pozostaje w zakresie $\pm 1,5$ kPa ciśnienia statycznego mierzonego bez podłączenia PDP do identycznej prędkości i obciążenia silnika. Temperatura mieszanki gazów bezpośrednio przy wlocie PDP musi mieścić się w zakresie wartości ± 6 K średniej temperatury roboczej mierzonej podczas badania, jeżeli nie używa się wyrównywania przepływu. Uzupełniania przepływu można używać wyłącznie jeżeli temperatura na wlocie PDP nie przekracza 323 K (50 °C).

Zwężka przepływu krytycznego CFV

CFV mierzy przepływ całkowity spalin utrzymując przepływ w warunkach niedrożności (przepływ krytyczny). Statyczne ciśnienie wsteczne mierzone przy działającym układzie CFV pozostaje w zakresie wartości $\pm 1,5$ kPa ciśnienia statycznego mierzonego bez podłączenia CFV do identycznej prędkości i obciążenia. Temperatura mieszanki gazów bezpośrednio przy wlocie CFV musi się mieścić w zakresie wartości ± 11 K średniej temperatury roboczej mierzonej podczas badania, jeżeli nie wykorzystuje się wyrównywania przepływu.

Wymiennik ciepła HE (fakultatywny, jeżeli wykorzystuje się EFC)

Wymiennik ciepła musi się charakteryzować dostateczną sprawnością do utrzymania temperatury w granicach podanych powyżej.

Elektroniczne wyrównywanie przepływu EFC (fakultatywny, jeżeli wykorzystuje się HE)

Jeżeli temperatura na wlocie układu PDP lub CFV nie jest utrzymywana w granicach podanych powyżej, wymagany jest układ wyrównywania przepływu do ciągłego pomiaru natężenia przepływu i kontroli pobierania próbek proporcjonalnych w układzie pyłów. W tym celu do korekcji natężenia przepływu próbki przechodzącego przez filtry pyłów układu pobierania próbek pyłów (patrz ppkt 2.4 rysunki 21, 22) używa się, w miarę potrzeb, impulsów ciągłego pomiaru natężenia przepływu.

Tunel rozcieńczania DT

Tunel rozcieńczania:

- ma wystarczająco małą średnicę, aby wywoływać przepływ wirowy (liczba Reynoldsa wyższa niż 4 000) i długość wystarczającą do wywoływania pełnego mieszania spalin i powietrza rozcieńczającego; można wykorzystać krzyż mieszającą;
- ma średnicę przynajmniej 460 mm przy układzie rozcieńczania pojedynczego;
- ma średnicę przynajmniej 210 mm przy układzie rozcieńczania podwójnego;
- można zaizolować.

Wydech silnika kieruje się do punktu, w którym spaliny wprowadzane są do tunelu rozcieńczania i dokładnie wymieszane.

Przy użyciu pojedynczego rozcieńczania próbka z tunelu rozcieńczania przesyłana jest do układu pobierania pyłów (ppkt 2.4 rysunek 21). Wielkość przepływu PDP lub CFV musi być wystarczająca do utrzymania temperatury spalin na poziomie niższym lub równym 325 K (52 °C) bezpośrednio na wlocie filtra głównego do pobierania próbek pyłów.

Przy użyciu rozcieńczania podwójnego próbka z tunelu rozcieńczania przesyłana jest do tunelu wtórnego rozcieńczania, gdzie jest dalej rozcieńczana, a następnie przechodzi przez filtry do pobierania próbek (ppkt 2.4 rysunek 22). Wielkość przepływu PDP lub CFV musi być wystarczająca do utrzymania strumienia rozcieńczonych spalin w DT w temperaturze w strefie pobierania próbek niższej lub równej 464 K (191 °C). Układ wtórnego rozcieńczania musi gwarantować poziom rozcieńczania wtórnego wystarczający do utrzymania temperatury podwójnie rozcieńczonego strumienia bezpośrednio na wejściu głównego filtra pyłów niższej lub równej 325 K (52 °C).

Filtr powietrza rozcieńczającego DAF

Zaleca się przefiltrowanie i przepuszczenie powietrza rozcieńczającego przez warstwę węgla w celu usunięcia poziomów węglowodorów w tle. Na żądanie producentów silników próbkę powietrza rozcieńczającego pobiera się zgodnie z dobrą praktyką inżynierską, w celu wyznaczenia poziomów pyłów w tle, które można odjąć od wartości zmierzonych w rozcieńczonych spalinach.

Sonda do pobierania próbek pyłów PSP

Sonda jest głównym odcinkiem PTT oraz:

- instaluje się ją w kierunku punktu, w którym powietrze rozcieńczające oraz spaliny są właściwie wymieszane, np. w odległości stanowiącej dziesięciokrotną wartość średnicy tunelu od punktu, w którym spaliny są wprowadzane do tunelu rozcieńczania względem osi tunelu rozcieńczającego (DT);
- ma minimalną średnicą wewnętrzną 12 mm;
- można ogrzać do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) za pomocą bezpośredniego ogrzewania lub za pomocą wstępnego ogrzewania powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza rozcieńczającego, przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania, nie przekracza 325 K (52 °C);
- można zaizolować.

2.4. Układ pobierania próbek pyłów

Do zbierania pyłów na filtrze do zbierania pyłów niezbędny jest układ pobierania próbek pyłów. W przypadku *pełnego pobierania próbek częściowego rozcieńczania przepływu*, przepuszczającego pełny przepływ rozcieńczonych spalin przez filtry, układ rozcieńczania (ppkt 2.2 rysunki 14, 18) i pobierania próbek tworzą na ogół jedną jednostkę integralną. W przypadku *częściowego pobierania próbek częściowego rozcieńczania przepływu*, przepuszczającego przez filtry jedynie część spalin, układ rozcieńczania (ppkt 2.2 rysunki 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19; ppkt 2.3 rysunek 20) i pobierania próbek tworzą na ogół odrębne jednostki.

W niniejszej dyrektywie układ podwójnego rozcieńczania (rysunek 22) układu pełnego rozcieńczania przepływu uznaje się za specyficzną odmianę typowego układu pobierania próbek pyłów jak przedstawiono na rysunku 21. Układ rozcieńczania podwójnego obejmuje wszystkie istotne części układu pobierania próbek pyłów, takie jak obsadki filtra i pompę pobierania próbek, a także pewne niektóre właściwości, takie jak wsad powietrza rozcieńczającego i dodatkowy tunel rozcieńczania.

W celu uniknięcia wpływu obwodów sterowania, zaleca się, aby pompa pobierania próbek pracowała podczas trwania pełnej procedury badania. W przypadku metody filtra pojedynczego układ obejściowy wykorzystuje się do przepuszczenia próbki przez filtry do pobierania próbek w pożądanym przedziale czasu. Zakłócenie procedury przełączania na obwodach sterowania musi być zminimalizowane.

2.4.1. Części rysunków 21 i 22

Przewód przesyłowy pyłów PTT (rysunki 21, 22)

Przewód przesyłowy pyłów nie może być dłuższy niż 1 020 mm i jego długość należy jak najbardziej skrócić. Gdy ma to zastosowanie, (np. w przypadku układów częściowego pobierania próbek rozcieńczania przepływu częściowego), uwzględnia się długość sond do pobierania próbek (odpowiednio SP, ISP, PSP, patrz ppkt 2.2 i 2.3).

Wymiary te dotyczą:

- układu częściowego pobierania próbek częściowego rozcieńczania przepływu i układu pojedynczego pełnego rozcieńczania przepływu od końcówki sondy (odpowiednio SP, ISP, PSP) do obsadki filtra;
- układu pełnego pobierania próbek częściowego rozcieńczania przepływu od końca tunelu rozcieńczania do obsadki filtra;
- układu podwójnego rozcieńczania pełnego przepływu od końcówki sondy (PSP) do tunelu wtórnego rozcieńczania.

Przewód przesyłowy:

- można ogrzać do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) przez ogrzewanie bezpośrednie lub ogrzewanie wstępne powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza, przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania, nie przekracza 325 K (52 °C);
- można zaizolować.

Tunel rozcieńczania wtórnego SDT (rysunek 22)

Tunel rozcieńczania wtórnego musi się charakteryzować minimalną średnicą wewnętrzną 75 mm i powinien mieć długość wystarczającą do zapewnienia czasu osiadania przynajmniej 0,25 sekund dla próbki rozcieńczonej podwójnie. Obsadka filtra głównego FH znajduje się w odległości 300 mm od wylotu SDT.

Tunel rozcieńczania wtórnego:

- można ogrzać do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) przez ogrzanie bezpośrednie lub przez ogrzanie wstępne powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza, przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania, nie przekracza 325 K (52 °C);
- można zaizolować.

Obsadka(-i) filtra FH (rysunki 21, 22)

W przypadku filtrów głównych i dodatkowych można wykorzystać jedną osłonę filtra lub oddzielne osłony filtrów. Spełnione zostają wymagania załącznika III dodatek 4 ppkt 4.1.3.

Obsadkę(-i) filtra:

- można ogrzać do temperatury ścianki nie wyższej niż 325 K (52 °C) przez ogrzanie bezpośrednie lub wstępne ogrzanie powietrza rozcieńczającego, pod warunkiem że temperatura powietrza, przed wprowadzeniem spalin do tunelu rozcieńczania, nie przekracza 325 K (52 °C);
- można zaizolować.

Pompa pobierania próbek P (rysunki 21, 22)

Pompę pobierania próbek pyłów umieszcza się w odpowiedniej odległości od tunelu, tak aby utrzymywać stałą temperaturę gazów wlotowych (± 3 K), jeżeli nie wykorzystuje się wyrównywania przepływu za pomocą FC3.

Pompa powietrza rozcieńczającego DP (rysunek 22)

Pompę powietrza rozcieńczającego umieszcza się tak, aby temperatura dostarczanego powietrza rozcieńczania wtórnego wynosiła $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$), jeżeli powietrze rozcieńczające nie zostało wstępnie ogrzane.

Sterownik przepływu FC3 (rysunki 21, 22)

Sterownika przepływu używa się do wyrównywania natężenia przepływu pyłów przy odchyleniach współczynnika temperatury i ciśnienia wstecznego w ścieżce próbki, jeżeli nie są dostępne inne środki. Sterownik przepływu jest konieczny, jeżeli wykorzystuje się elektroniczne wyrównywanie przepływu EFC (patrz rysunek 20).

Urządzenie mierzące przepływ FM3 (rysunki 21, 22)

Miernik gazu lub przyrządy mierzące przepływ próbki pyłów umieszcza się w odpowiedniej odległości od pompy pobierania próbek P, tak aby temperatura gazów wlotowych pozostawała na stałym poziomie (± 3 K), jeżeli nie wykorzystuje się wyrównywania przepływu za pomocą FC3.

Urządzenie mierzące przepływ FM4 (rysunek 22)

Miernik gazu lub przyrządy pomiarowe mierzące przepływ powietrza rozcieńczającego umieszcza się tak, aby temperatura gazów wlotowych utrzymywała się na poziomie $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ ($25^\circ \text{C} \pm 5^\circ \text{C}$).

Zawór kulowy BV (fakultatywny)

Zawór kulowy charakteryzuje się średnicą wewnętrzną nie mniejszą niż średnica wewnętrzna przewodu przesyłowego pyłów PTT, oraz czasem przełączania niższym niż 0,5 sekund.

Uwaga: Jeżeli temperatura otoczenia w pobliżu PSP, PTT, SDT i FH jest niższa niż 293 K (20°C), powinno się podjąć środki ostrożności w celu uniknięcia osadzania pyłów na zimnej ścianie tych części. Dlatego zaleca się ogrzanie lub izolowanie tych części w granicach podanych we właściwych opisach. Zaleca się, aby temperatura łoża filtra podczas pobierania próbek nie była niższa niż 293 K (20°C).

Przy wysokich obciążeniach silnika części wymienione powyżej można schłodzić za pomocą nieagresywnych środków, takich jak wentylator wirowy, o ile temperatura chłodziwa nie jest niższa niż 293 K (20°C).

3. USTALANIE POZIOMÓW ZADYMIENIA**3.1. Wprowadzenie**

Podpunkty 3.2 i 3.3 oraz rysunki 23 i 24 zawierają szczegółowe opisy zalecanych układów dymomierza. Ponieważ różne konfiguracje mogą dać wyniki równoważne, nie jest wymagana dokładna zgodność z rysunkami 23 i 24. Do uzyskania informacji dodatkowych i skoordynowania funkcji układów można użyć części dodatkowych, takich jak zawory, zawory elektromagnetyczne, pompy i przełączniki. Pozostałe części, które nie są potrzebne do utrzymywania dokładności niektórych układów można wykluczyć, jeżeli ich wykluczenie opiera się na dobrej praktyce inżynierskiej.

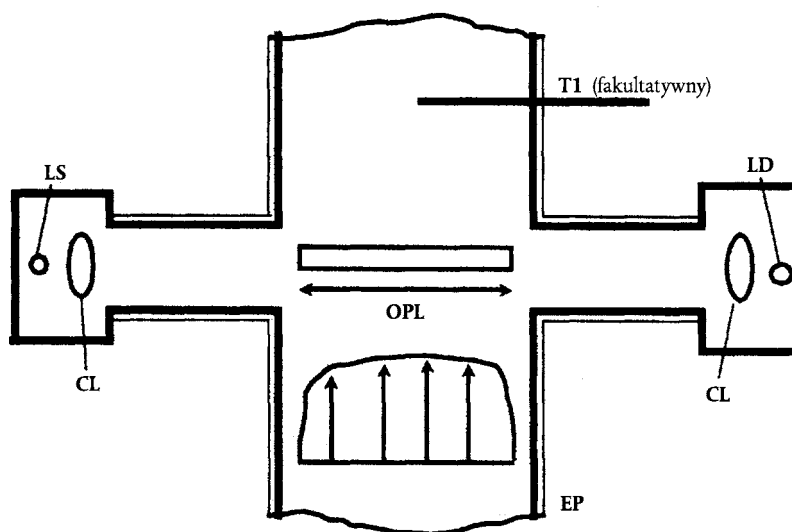
Zasada pomiaru polega na tym, że przez mierzone pasmo dymu o określonej długości przechodzi światło, a poziom światła docierającego do odbiornika wykorzystuje się do oceny właściwości wygaszania światła czynnika. Pomiar dymu zależy od konstrukcji przyrządu i można go przeprowadzić w rurze wydechowej (dymomierz przepływu pełnego zainstalowany na ciągu), na końcu rury wydechowej (dymomierz pełnego przepływu zainstalowany na końcu ciągu) lub przez pobranie próbki z rury wydechowej (dymomierz przepływu częściowego). W przypadku ustalania współczynnika pochłaniania światła z impulsu optycznego, producent przyrządu podaje długość ścieżki optycznej przyrządu.

3.2. Dymomierz pełnego przepływu

Można użyć dwóch typów dymomierzy przepływu pełnego (rysunek 23). W przypadku dymomierza zainstalowanego na ciągu nieprzezroczystość pełnego przepływu słupa spalin mierzy się w rurze wydechowej. W przypadku tego typu dymomierza sprawność długości ścieżki optycznej przyrządu zależy od jego konstrukcji.

W przypadku dymomierza zainstalowanego na końcu ciągu nieprzezroczystość pełnego przepływu słupa spalin mierzona jest z chwilą wyjścia z rury wydechowej. W przypadku tego typu dymomierza skuteczna długość ścieżki optycznej przyrządu zależy od jego rodzaju i jest funkcją odległości między końcem rury wydechowej a dymomierzem.

Rysunek 23

Dymomierz pełnego przepływu

3.2.1. Części rysunku 23

Rura wydechowa EP

W przypadku dymomierza montowanego na ciągu różnica średnicy rury wydechowej przed i za strefą pomiaru nie przekracza trzech wartości średnicy rury wydechowej. Jeżeli średnica strefy pomiarowej jest wyższa niż średnica rury wydechowej, zaleca się zamontowanie przed strefą pomiaru przewodu o średnicy rozszerzającej się w kierunku rury wydechowej.

W przypadku dymomierza montowanego na końcu ciągu zacisk 0,6 m rury wydechowej jest zaciskiem o przekroju okrągłym i nie należy na nim montować kolanek, ani zagiętych przewodów. Zakończenie rury wydechowej przycina się prostokątnie. Dymomierz montuje się centrycznie w stosunku do pasma spalin w odległości 25 ± 5 mm od zakończenia rury wydechowej.

Długość ścieżki optycznej OPL

Długość ścieżki optycznej wygaszania światła między źródłem światła dymomierza a odbiornikiem, skorygowana w sposób niezbędny ze względu na odchylenia wskaźników gęstości i efektu odkształcenia. Długość ścieżki optycznej podaje producent przyrządu, uwzględniając wszelkie środki zapobiegające osadzaniu się sadzy (np. powietrze oczyszczające). Jeżeli długość ścieżki optycznej nie jest znana, ustala się ją zgodnie z normą ISO IDS 11614 ppkt 11.6.5. Aby wyznaczyć właściwą ścieżkę optyczną, wymagana jest minimalna prędkość spalin 20 m/s.

Źródło światła LS

Źródłem światła jest żarówka o temperaturze barwowej w zakresie 2 800-3 250 K lub dioda emitująca światło zielone (LED) o szczytowej wartości widma między 550 i 570 nm. Źródło światła zabezpiecza się przed osadzaniem się sadzy w sposób niewpływający na długość ścieżki optycznej poza specyfikacjami producentów.

Wykrywacz światła LD

Wykrywaczem jest fotokomórka lub fotodioda (jeżeli jest to konieczne z filtrem). W przypadku żarówkowego źródła światła odbiornik wykazuje szczytową wartość reakcji widma zbliżoną do krzywej fotonowej oka ludzkiego (reakcja maksymalna) w zakresie od 550-570 nm, do mniej niż 4 % reakcji maksymalnej poniżej 430 nm i powyżej 680 nm. Wykrywacz światła zabezpiecza się przed osadzaniem się sadzy w sposób niewpływający na długość ścieżki optycznej poza specyfikacjami producenta.

Soczewki promieni równoległych CL

Wychodzące światło przekształca się na pasmo promieni równoległych o średnicy maksymalnej 30 mm. Promienie wiązki światła są równoległe, a tolerancja odchylenia równoległości wynosi 3° osi optycznej.

Czujnik temperatury T1 (fakultatywny)

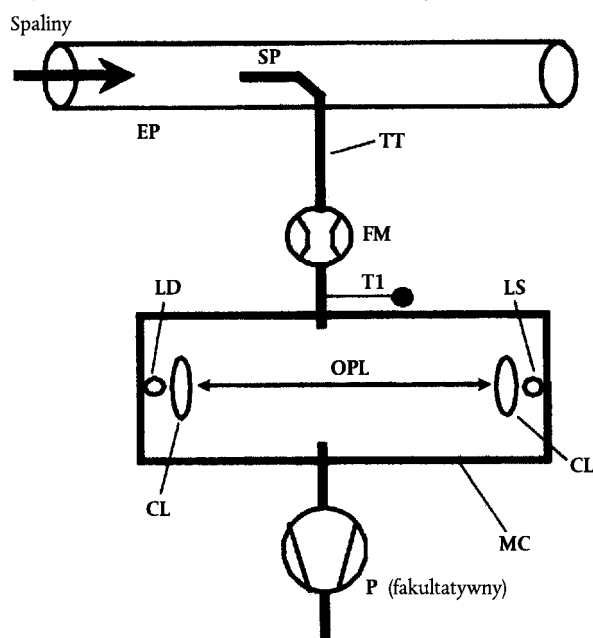
Podczas badania można kontrolować temperaturę spalin.

3.3. Dymomierz przepływu częściowego

W przypadku dymomierza przepływu częściowego (rysunek 24) reprezentatywną próbkę spalin pobiera się z rury wydechowej i przepuszcza przezciąg przesyłowy do komory pomiarowej. W przypadku tego typu dymomierza sprawność długości ścieżki optycznej jest funkcją rodzaju przyrządu. Czasy reakcji określone w tym punkcie dotyczą minimalnego natężenia przepływu dymomierza, zgodnie ze specyfikacjami producenta przyrządu.

Rysunek 24

Dymomierz przepływu częściowego



3.3.1. Części rysunku 24

Rura wydechowa EP

Rura wydechowa jest rurą prostą o średnicy sześciokrotnie przekraczającej średnicę przewodu od i trzykrotnie przekraczającej średnicę przewodu w kierunku końcówki sondy.

Sonda do pobierania próbek SP

Sonda do pobierania próbek jest rurą otwartą biegnącą od lub w pobliżu osi rury wydechowej. Prześwit ścianki przewodu wylotowego wynosi przynajmniej 5 mm. Średnica sondy zapewnia pobieranie próbki reprezentatywnej i właściwy przepływ przez dymomierz.

Przewód przesyłowy TT

Przewód przesyłowy:

- Jest możliwie krótki i zapewnia temperaturę gazów wydechowych na wejściu do komory pomiarowej rzędu $373 \pm 30 \text{ K}$ ($100^\circ\text{C} \pm 30^\circ\text{C}$).
- Charakteryzuje się temperaturą ścianki odpowiednio powyżej punktu rosenia spalin zapobiegając skraplaniu.
- Na całej długości jest równy średnicy sondy pobierania próbek.

- Musi się charakteryzować czasem reakcji niższym niż 0,05 s, przy minimalnym przepływie przyrządu, zgodnie z załącznikiem III dodatek 4 ppkt 5.2.4.
- Nie może wywierać znaczącego wpływu na szczytową wartość dymu.

Urządzenie mierzące przepływ FM

Przyrządy mierzące przepływ są przeznaczone do wykrywania prawidłowego przepływu w komorze pomiarowej. Minimalne i maksymalne współczynniki przepływu określa producent przyrządu i spełniają one wymagania dotyczące czasu reakcji TT i specyfikacje dotyczące długości ścieżki optycznej. Urządzenie mierzące przepływ może być w pobliżu pompy pobierania próbek P, jeżeli jest ona wykorzystywana.

Komora pomiarowa MC

Komora pomiarowa ma nieodbłaskową powierzchnię wewnętrzną, lub charakteryzuje się równoważnym otoczeniem optycznym. Udar światła na wykrywacz względem odbić wewnętrznych efektu rozproszenia ogranicza się do minimum.

Ciśnienie gazów w komorze pomiarowej nie odbiega od ciśnienia atmosferycznego o więcej niż 0,75 kPa. Jeżeli nie jest to możliwe ze względów konstrukcyjnych, odczyt dymomierza przekształca się na ciśnienie atmosferyczne.

Temperaturę ścianki komory pomiarowej ustawia się na ± 5 K między 343 K (70 °C) a 373 K (100 °C), w każdym razie jednak odpowiednio powyżej punktu rosenia w celu zapobieżenia skraplaniu. Komora pomiarowa jest wyposażona we właściwe urządzenia mierzące temperaturę.

Długość ścieżki optycznej OPL

Długość ścieżki optycznej zakłócenia dymu między źródłem światła dymomierza a odbiornikiem koryguje się, o ile jest to niezbędne, zgodnie z odchyleniami gradientów gęstości zakłóconego pasma dymu i efektu rozproszenia. Długość ścieżki optycznej podaje producent przyrządu, uwzględniając wszelkie środki zapobiegające osadzaniu się sadzy (np. powietrze oczyszczające). Jeżeli długość ścieżki optycznej nie jest dostępna, ustala się ją zgodnie z normą ISO IDS 11614 ppkt 11.6.5.

Źródło światła LS

Źródłem światła jest żarówka o temperaturze barwowej w zakresie 2 800-3 250 K lub dioda emitująca zielone światło (LED) o szczytowej wartości widma między 550 i 570 nm. Źródło światła zabezpiecza się przed osadzaniem się sadzy w sposób niewpływający na długość ścieżki optycznej poza specyfikacjami producenta.

Wykrywacz światła LD

Wykrywaczem jest fotokomórka lub fotodioda (jeżeli jest to konieczne z filtrem). W przypadku żarówkowego źródła światła odbiornik wykazuje szczytową wartość reakcji widma zbliżoną do krzywej fotopowej oka ludzkiego (reakcja maksymalna) w zakresie 550-570 nm, do mniej niż 4 % reakcji maksymalnej poniżej 430 nm i powyżej 680 nm. Wykrywacz światła zabezpiecza się przed osadzaniem się sadzy w sposób niewpływający na długość ścieżki optycznej poza specyfikacjami producenta.

Soczewki promieni równoległych CL

Wychodzące światło przekształca się na pasmo promieni równoległych o średnicy maksymalnej 30 mm. Promienie wiązki światła są równoległe, a tolerancja odchylenia równoległości wynosi 3° osi optycznej.

Czujnik temperatury T1

Do kontrolowania temperatury spalin na wejściu do komory pomiarowej.

Pompa do pobierania próbek P (fakultatywna)

Do przesyłania próbki gazów przez komorę pomiarową można wykorzystać pompę pobierania próbek biegnącą w kierunku komory pomiarowej.

ZAŁĄCZNIK VI

ŚWIADECTWO HOMOLOGACJI WE

Komunikat dotyczący:

- homologacji ⁽¹⁾,
- rozszerzenia homologacji ⁽¹⁾

pojazdu/odrębnej jednostki technicznej (typ) silnika/rodziny silników/części ⁽¹⁾ w odniesieniu do dyrektywy 88/77/EWG, ostatnio zmienionej dyrektywą 1999/96/WE.

Nr homologacji WE: Rozszerzenie nr

sekcja I

0. **Ogólne**

- 0.1. Marka pojazdu/odrębnej jednostki technicznej/części ⁽¹⁾:
- 0.2. Oznaczenie producenta dla pojazdu/odrębnej jednostki technicznej/części ⁽¹⁾:
- 0.3. Kod typu producenta oznaczony na pojeździe/odrębnej jednostce technicznej/części ⁽¹⁾:
- 0.4. Kategoria pojazdu:
- 0.5. Kategoria silnika: wysokoprężny/napędzany NG/napędzany LPG ⁽¹⁾:
- 0.6. Nazwa i adres producenta:
- 0.7. Nazwa i adres upoważnionego przedstawiciela producenta (jeżeli istnieje):

Sekcja II

- 1. Krótki opis (gdy jest to właściwe): Patrz załącznik I
- 2. Służba techniczna odpowiedzialna za przeprowadzanie badań:
- 3. Data sprawozdania z badania:
- 4. Numer sprawozdania z badania:
- 5. Podstawa(-y) rozszerzenia homologacji (gdy jest to właściwe):
- 6. Uwagi (jeśli są): Patrz załącznik I
- 7. Miejsce:
- 8. Data:
- 9. Podpis:
- 10. Dołączono wykaz dokumentów składających się na akta homologacji złożone służbie technicznej udzielającej homologacji, które można otrzymać na życzenie.

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

Dodatek

do świadectwa homologacji WE nr ... dotyczącego homologacji pojazdu/odrębnej jednostki technicznej/części ⁽¹⁾

1. **Krótki opis**
 - 1.1. Szczegóły wymagające uzupełnienia w związku z homologacją typu pojazdu z zainstalowanym silnikiem:
 - 1.1.1. Marka silnika (nazwa przedsiębiorstwa):
 - 1.1.2. Typ i opis handlowy (podać wszelkie warianty):
 - 1.1.3. Kod producenta oznaczony na silniku:
 - 1.1.4. Kategoria pojazdu (w razie potrzeby):
 - 1.1.5. Kategoria silnika: Diesla/napędzany NG/napędzany LPG ⁽¹⁾:
 - 1.1.6. Nazwa i adres producenta:
 - 1.1.7. Nazwa i adres upoważnionego przedstawiciela producenta (jeżeli istnieje):
 - 1.2. Jeżeli silnikowi określonymu w ppkt 1.1 udzielono homologacji typu jako odrębnej jednostce technicznej:
 - 1.2.1. Numer homologacji silnika/rodziny silników ⁽¹⁾:
 - 1.3. Szczegóły wymagające uzupełnienia w odniesieniu do homologacji silnika/rodziny silników ⁽¹⁾ jako odrębnej jednostki technicznej (szczegóły przestrzegane podczas instalacji silnika w pojeździe):
 - 1.3.1. Maksymalny lub minimalny spadek ciśnienia wlotowego: kPa
 - 1.3.2. Maksymalnie dopuszczalne ciśnienie wsteczne: kPa
 - 1.3.3. Objętość układu wydechowego: cm³
 - 1.3.4. Moc absorbowana przez urządzenia dodatkowe niezbędne do pracy silnika:
 - 1.3.4.1. Bieg jałowy: kW; Prędkość niska: kW; Prędkość wysoka: kW
 Prędkość A: kW; Prędkość B: kW; Prędkość C: kW;
 Prędkość odniesienia:kW
 - 1.3.5. Ograniczenia użytkowania (w razie potrzeby):
 - 1.4. Poziomy emisji zanieczyszczeń z silnika/silnika macierzystego ⁽¹⁾:
 - 1.4.1. Badanie ESC (w razie potrzeby):

CO: g/kWh

THC: g/kWh

NO_x: g/kWh

PT: g/kWh
 - 1.4.2. Badanie ELR (w razie potrzeby):

Wartość zadymienia:m⁻¹
 - 1.4.3. Badanie ETC (w razie potrzeby):

CO: g/kWh

THC: g/kWh ⁽¹⁾

NMHC: g/kWh ⁽¹⁾

CH₄: g/kWh ⁽¹⁾

NO_x: g/kWh ⁽¹⁾

PT: g/kWh ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Niepotrzebne skreślić.

ZAŁĄCZNIK VII

PRZYKŁAD PROCEDURY OBLICZENIOWEJ

1. BADANIE ESC

1.1. Emisje zanieczyszczeń gazowych

Dane pomiarowe do obliczania wyników z poszczególnych trybów podano poniżej. W tym przykładzie poziomy CO i NO_x mierzy się w stanie suchym, HC w stanie mokrym. Stężenie HC podano w równoważniku propanu (C3) i musi ono zostać pomnożone przez 3, aby otrzymać równoważnik C1. Procedura obliczeniowa dla innych trybów jest identyczna.

P (kW)	T _a (K)	H _a (g/kg)	G _{EXH} (kg)	G _{AIRW} (kg)	G _{FUEL} (kg)	HC (ppm)	CO (ppm)	NO _x (ppm)
82,9	294,8	7,81	563,38	545,29	18,09	6,3	41,2	495

Obliczanie współczynnika korekcji KW_r ze stanu suchego na mokry (załącznik III dodatek 1 ppkt 4.2):

$$F_{FH} = \frac{1,969}{\left(1 + \frac{18,09}{545,29}\right)} = 1,9058 \text{ i } K_{W2} = \frac{1,608 * 7,81}{1000 + (1,608 * 7,81)} = 0,0124$$

$$K_{W,r} = \left(1 - 1,9058 * \frac{18,09}{541,06}\right) - 0,0124 = 0,9239$$

Obliczanie stężeń w stanie mokrym:

$$CO = 41,2 * 0,9239 = 38,1 \text{ ppm}$$

$$NO_x = 495 * 0,9239 = 457 \text{ ppm}$$

Obliczanie współczynnika korekcji wilgotności K_{H,D} dla NO_x (załącznik III dodatek 1 ppkt 4.3):

$$A = 0,309 * 18,09 / 541,06 - 0,0266 = -0,0163$$

$$B = -0,209 * 18,09 / 541,06 + 0,00954 = 0,0026$$

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0163 * (7,81 - 10,71) + 0,0026 * (294,8 - 298)} = 0,9625$$

Obliczanie współczynników masy przepływu emisji (załącznik III dodatek 1 ppkt 4.4):

$$NO_x = 0,001587 * 457 * 0,9625 * 563,38 = 393,27 \text{ g/h}$$

$$CO = 0,000966 * 38,1 * 563,38 = 20,735 \text{ g/h}$$

$$HC = 0,000479 * 6,3 * 3 * 563,38 = 5,100 \text{ g/h}$$

Obliczanie natężeń emisji (załącznik III dodatek 1 ppkt 4.5):

Poniższy przykład obliczenia dotyczy CO; procedura obliczeniowa dla pozostałych trybów jest identyczna.

Współczynniki masy przepływu emisji poszczególnych trybów mnoży się przez właściwe współczynniki wagowe, zgodnie z załącznikiem III dodatek 1 ppkt 2.7.1 i sumuje do wyniku średniego natężenia przepływu emisji w cyklu:

$$\begin{aligned} \text{CO} = & (6,7 * 0,15) + (24,6 * 0,08) + (20,5 * 0,10) + (20,7 * 0,10) + (20,6 * 0,05) + (15,0 * 0,05) \\ & + (19,7 * 0,05) + (74,5 * 0,09) + (31,5 * 0,10) + (81,9 * 0,08) + (34,8 * 0,05) + (30,8 * 0,05) \\ & + (27,3 * 0,05) \end{aligned}$$

$$= 30,91 \text{ g/h}$$

Moc silnika poszczególnych trybów mnoży się przez właściwe współczynniki wagowe, zgodnie z załącznikiem III dodatek 1 ppkt 2.7.1 i sumuje do wyniku średniej mocy uzyskanej w cyklu:

$$\begin{aligned} P(n) = & (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) + (70,1 * 0,05) \\ & + (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) \\ & + (87,4 * 0,05) + (57,9 * 0,05) \end{aligned}$$

$$= 60,006 \text{ kW}$$

$$\text{CO} = \frac{30,91}{60,006} = 0,0515 \text{ g/kWh}$$

Obliczanie gęstości emisji NO_x punktu losowego (załącznik III dodatek 1 ppkt 4.6.1):

Przyjmuje się, że w punkcie losowym wyznaczono następujące wartości:

$$n_Z = 1 \text{ 600 min}^{-1}$$

$$M_Z = 495 \text{ Nm}$$

$$\text{NO}_{x \text{ mass}, Z} = 487,9 \text{ g/h (obliczone zgodnie z poprzednim wzorem)}$$

$$P(n)_Z = 83 \text{ kW}$$

$$\text{NO}_{x, Z} = 487,9/83 = 5,878 \text{ g/kWh}$$

Wyznaczanie wartości emisji z cyklu badania (załącznik III dodatek 1 ppkt 4.6.2):

Przyjmuje się, że wartości z czterech wspólnych trybów w badaniu ESC są następujące:

n_{RT}	n_{su}	E_R	E_S	E_T	E_U	M_R	M_S	M_T	M_U
1 368	1 785	5,943	5,565	5,889	4,973	515	460	681	610

$$E_{TU} = 5,889 + (4,973 - 5,889) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 5,377 \text{ g/kWh}$$

$$E_{RS} = 5,943 + (5,565 - 5,943) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 5,732 \text{ g/kWh}$$

$$M_{TU} = 681 + (601 - 681) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 641,3 \text{ Nm}$$

$$M_{RS} = 515 + (460 - 515) * (1600 - 1368) / (1785 - 1368) = 484,3 \text{ Nm}$$

$$E_Z = 5,732 + (5,377 - 5,732) * (495 - 484,3) / (641,3 - 484,3) = 5,708 \text{ g/kWh}$$

Porównywanie wartości emisji NO_x (załącznik III dodatek 1 ppkt 4.6.3):

$$\text{NO}_{x \text{ diff}} = 100 * (5,878 - 5,708) / 5,708 = 2,98 \%$$

1.2. Poziomy emisji pyłów

Pomiar pyłów opiera się na zasadzie pobierania próbek pyłów w pełnym cyklu, ale wyznaczanie próbki i współczynników przepływu (M_{SAM} i G_{EDF}) odbywa się w poszczególnych trybach. Obliczanie G_{EDF} zależy od użytego układu. W poniższych przykładach wykorzystano układ z pomiarem CO_2 i metody ważenia węgla oraz układ z pomiarem przepływu. Wykorzystując układ rozcieńczania przepływu pełnego, G_{EDF} mierzone jest bezpośrednio przez urządzenia CVS.

Obliczanie G_{EDF} załącznik III dodatek 1 ppkt 5.2.3 i 5.2.4):

Przyjmuje się poniższe dane pomiarowe z trybu 4. Procedura obliczeniowa dla pozostałych trybów jest identyczna.

G_{EXH} (kg/h)	G_{FUEL} (kg/h)	G_{DILW} (kg/h)	G_{TOTW} (kg/h)	CO_{2D} (%)	CO_{2A} (%)
334,02	10,76	5,4435	6,0	0,657	0,040

a) metoda ważenia węgla

$$G_{EDFW} = \frac{206,5 * 10,76}{0,657 - 0,040} = 3601,2 \text{ kg/h}$$

b) metoda pomiaru przepływu

$$q = \frac{6,0}{(6,0 - 5,4435)} = 10,78$$

$$G_{EDFW} = 334,02 * 10,78 = 3600,7 \text{ kg/h}$$

Obliczanie współczynnika natężenia przepływu (załącznik III dodatek 1 ppkt 5.4):

Współczynniki przepływu G_{EDFW} z poszczególnych trybów mnoży się przez właściwe współczynniki wagowe, zgodnie z załącznikiem III dodatek 1 ppkt 2.7.1 i sumuje do wyniku średniej wartości G_{EDF} uzyskanej w cyklu. Ogólny współczynnik próbki M_{SAM} sumuje się ze współczynników próbki uzyskanych z poszczególnych trybów.

$$\begin{aligned} \overline{G_{EDFW}} &= (3567 * 0,15) + (3592 * 0,08) + (3611 * 0,10) + (3600 * 0,10) + (3618 * 0,05) \\ &+ (3600 * 0,05) + (3640 * 0,05) + (3614 * 0,09) + (3620 * 0,10) + (3601 * 0,08) \\ &+ (3639 * 0,05) + (3582 * 0,05) + (3635 * 0,05) \end{aligned}$$

$$= 3604,6 \text{ kg/h}$$

$$M_{SAM} = 0,226 + 0,122 + 0,151 + 0,152 + 0,076 + 0,076 + 0,076 + 0,136 + 0,151 + 0,121 + 0,076 + 0,076 + 0,075$$

$$= 1,515 \text{ kg}$$

Przyjmuje się, że masa pyłów na filtrach wynosi 2,5 mg, wtedy

$$PT_{\text{mass}} = \frac{2,5}{1,515} * \frac{3604,6}{1000} = 5,948 \text{ g/h}$$

Korekcja w tle (fakultatywna)

Przyjmuje się jeden pomiar w tle dający następujące wartości. Obliczanie współczynnika rozcieńczania DF jest takie samo, jak w ppkt 3.1 niniejszego załącznika i nie pokazano go poniżej.

$$M_d = 0,1 \text{ mg}; M_{DIL} = 1,5 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Suma DF} &= [(1-1/119,15) * 0,15] + [(1-1/8,89) * 0,08] + [(1-1/14,75) * 0,10] + [(1-1/10,10) * 0,10] \\ &+ [(1-1/18,02) * 0,05] + [(1-1/12,33) * 0,05] + [(1-1/32,18) * 0,05] \\ &+ [(1-1/6,94) * 0,09] + [(1-1/25,19) * 0,10] + [(1-1/6,12) * 0,08] + [(1-1/20,87) * 0,05] \\ &+ [(1-1/8,77) * 0,05] + [(1-1/12,59) * 0,05] \end{aligned}$$

$$= 0,923$$

$$PT_{\text{mass}} = \frac{2,5}{1,515} - \left(\frac{0,1}{1,5} * 0,923 \right) * \frac{3604,6}{1000} = 5,726 \text{ g/h}$$

Obliczanie gęstości emisji (załącznik III dodatek 1 ppkt 5.5):

$$\begin{aligned} P(n) &= (0,1 * 0,15) + (96,8 * 0,08) + (55,2 * 0,10) + (82,9 * 0,10) + (46,8 * 0,05) + (70,1 * 0,05) \\ &+ (23,0 * 0,05) + (114,3 * 0,09) + (27,0 * 0,10) + (122,0 * 0,08) + (28,6 * 0,05) \\ &+ (87,4 * 0,05) + (57,9 * 0,05) \end{aligned}$$

$$= 60,006 \text{ kW}$$

$$\overline{PT} = \frac{5,948}{60,006} = 0,099 \text{ g/kWh}$$

$$\text{jeżeli skorygowano w tle } \overline{PT} = \frac{5,726}{60,006} = 0,095 \text{ g/kWh,}$$

Obliczanie współczynnika wagi (załącznik III dodatek 1 ppkt 5.6):

Przyjmuje się wartości obliczone dla trybu 4 powyżej, a następnie

$$WF_{E,i} = \frac{0,152 * 3604,6}{1,515 * 3600,7} = 0,1004$$

Wartość ta mieści się w pożądanym zakresie wartości $0,10 \pm 0,003$.

2. BADANIE ELR

Ponieważ w europejskiej legislacji dotyczącej emisji zanieczyszczeń z silników wyznaczanie poziomów filtracji Bessela jest nową procedurą uśredniania, poniżej podano wyjaśnienie działania filtra Bessela, przykład obliczania algorytmu Bessela i przykład obliczania ostatecznej wartości zadymienia. Stałe algorytmu Bessela zależą jedynie od konstrukcji dymomierza i współczynnika pobierania próbek wskazanego przez układ uzyskiwania danych. Zaleca się, aby producent dymomierza podał stałe filtra Bessela dla różnych współczynników pobierania próbek i aby odbiorca stosował te stałe do obliczenia algorytmu Bessela oraz do obliczania wartości zadymienia.

2.1. Uwagi ogólne dotyczące filtra Bessela

W związku z zakłóceniami wysokiej częstotliwości nieoczyszczony impuls pokazuje zazwyczaj ślad wysoko-rozproszony. Aby zlikwidować te zakłócenia, do badania ELR konieczne jest zastosowanie filtra Bessela. Filtr Bessela jest rekursywnym filtrem wtórnym o niskim przenikaniu, gwarantującym najszybszy wzrost mocy impulsu bez przeskoku impulsu.

Przyjmując rzeczywisty poziom nieoczyszczonych spalin w przewodzie wydechowym, każdy dymomierz pokazuje opóźniony i różnie mierzony ślad nieprzezroczystości. Opóźnienie i odchylenie zmierzonego śladu zależy od geometrii komory pomiarowej dymomierza, w tym ciągów pobierania próbek spalin i od czasu niezbędnego do przetworzenia impulsu w przyrządach elektronicznych dymomierza. Wartości charakteryzujące te dwa zjawiska określa się mianem czasu reakcji fizycznej i elektrycznej i są to wartości inne dla filtra różnego typu dymomierzy.

Celem stosowania filtra Bessela jest zapewnienie jednolitych, ogólnych właściwości filtrowania całego układu dymomierza, obejmującego:

- czas reakcji fizycznej dymomierza (t_p)
- czas reakcji elektrycznej dymomierza (t_e)
- czas reakcji filtra zastosowanego filtra Bessela (t_F)

Wynikowy ogólny czas reakcji układu t_{Aver} przedstawiono poniżej:

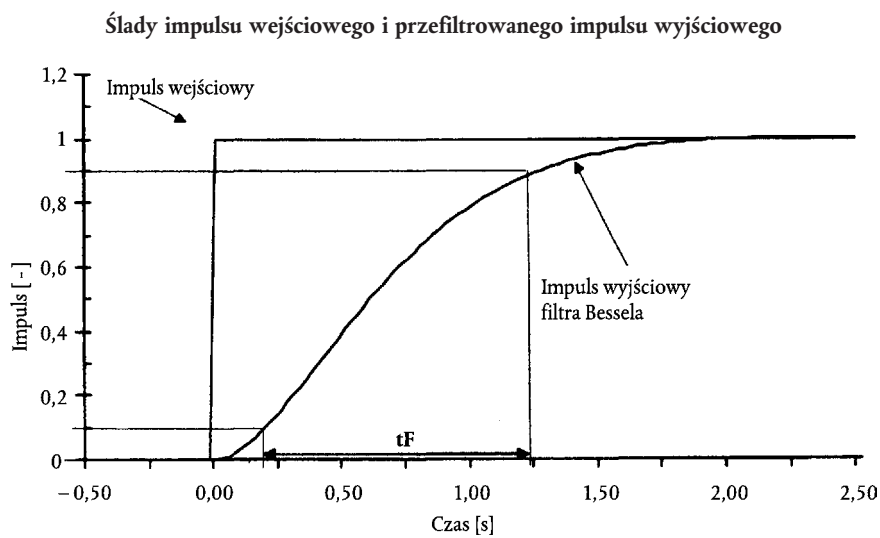
$$t_{Aver} = \sqrt{t_F^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

musi być równy dla wszystkich rodzajów dymomierzy aby wskazywać tę samą wartość dymu. Dlatego filtr Bessela należy skonstruować w taki sposób, aby czas reakcji filtra (t_F) oraz czas reakcji fizycznej (t_p) i elektrycznej (t_e) danego dymomierza mieścił się w pożądanym czasie reakcji ogólnej (t_{Aver}). Ponieważ t_p i t_e są wartościami istotnymi dla danego dymomierza, a t_{Aver} określa się w niniejszej dyrektywie na 1,0 s, t_F można obliczyć następująco:

$$t_F = \sqrt{t_{Aver}^2 + t_p^2 + t_e^2}$$

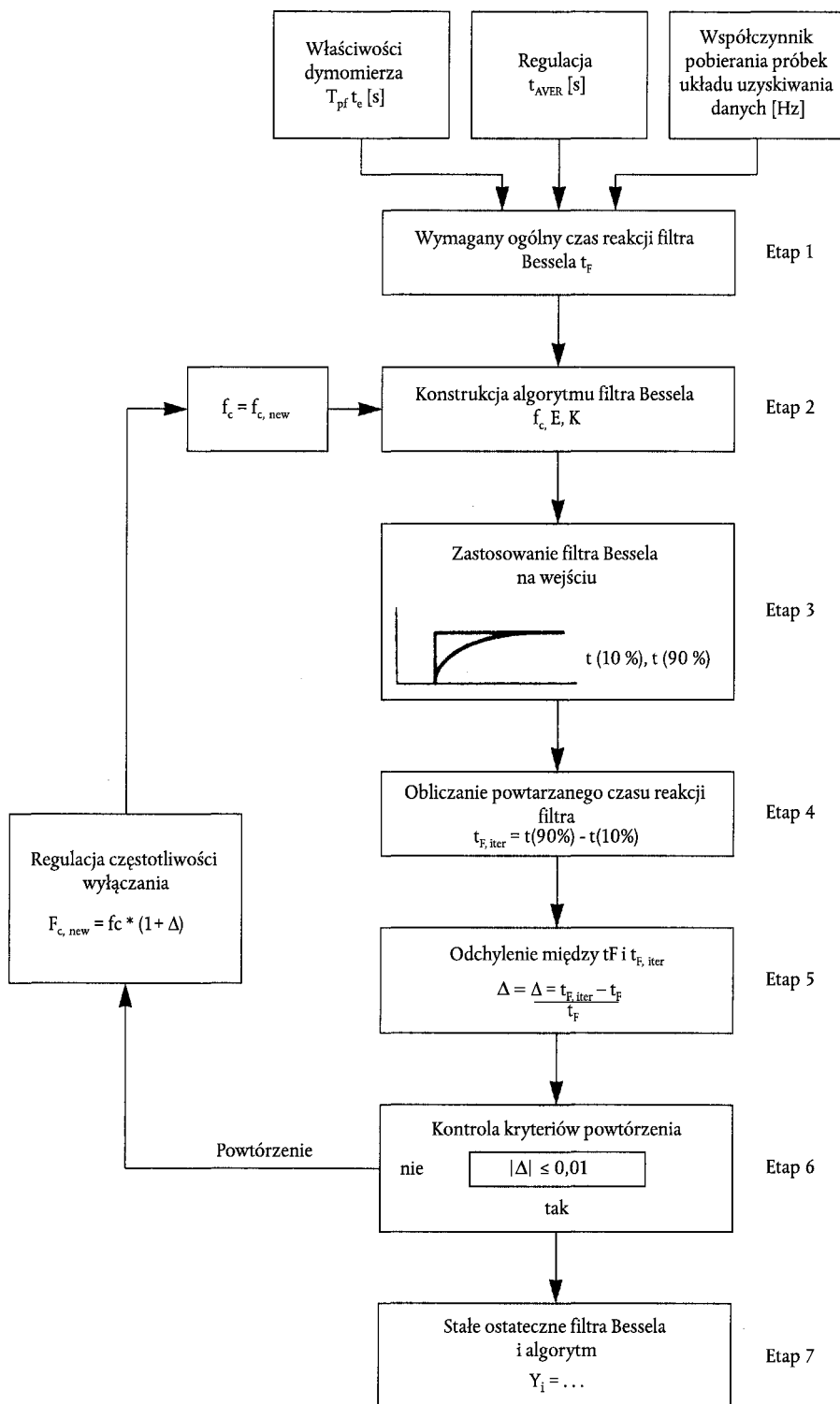
Z definicji czas reakcji filtra t_F jest wzrostem czasu przefiltrowanego impulsu wyjściowego między 10 % i 90 % na impulsie wejściowym. Dlatego częstotliwość wyłączania filtra Bessela należy powtórzyć w taki sposób, aby czas reakcji filtra Bessela odpowiadał wymaganemu wzrostowi czasu.

Rysunek a



Na rysunku a pokazano ślady impulsu wejściowego i przefiltrowanego impulsu wyjściowego Bessela, a także czas reakcji filtra Bessela (t_F).

Obliczanie algorytmu filtra Bessela to proces wieloetapowy, wymagających różnych cykli powtórzenia. Poniżej pokazano schemat procedury powtórzenia.



2.2. Obliczanie algorytmu Bessela

W tym przykładzie algorytm Bessela oblicza się w kilku etapach, zgodnie z powyższą procedurą iteracji, w oparciu o załącznik III dodatek 1 ppkt 6.1.

W przypadku dymomierza i układu uzyskiwania danych przyjmuje się następujące właściwości:

- czas reakcji fizycznej t_p 0,15 s
- czas reakcji elektrycznej t_e 0,05 s
- ogólny czas reakcji t_{Aver} 1,00 s (zgodnie z definicją niniejszej dyrektywy)
- współczynnik pobierania próbek 150 Hz

Etap 1 Wymagany czas reakcji filtra Bessela t_F

$$t_F = \sqrt{1^2 - (0,15^2 + 0,05^2)} = 0,987421 \text{ s}$$

Etap 2 Szacowana częstotliwość wyłączania i obliczanie stałych Bessela E, K dla pierwszego przybliżenia:

$$f_c = 3,1415 / (10 * 0,987421) = 0,318152 \text{ Hz}$$

$$\Delta t = 1/150 = 0,006667 \text{ s}$$

$$\Omega = 1 / [\tan(3,1415 * 0,006667 * 0,318152)] = 150,076644$$

$$E = \frac{1}{1 + 150,076644 * \sqrt{3 * 0,618034 + 0,618034 * 150,076644^2}} = 7,07948 \text{ E } -5$$

$$K = 2 * 7,07948 \text{ E } -5 * (0,618034 * 150,076644^2 - 1) - 1 = 0,970783$$

To daje algorytm Bessela:

$$Y_i = Y_{i-1} + 7,07948 \text{ E } -5 * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,970783 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

gdzie S_i stanowi wartości impulsu wejściowego etapu („0” lub „1”), a Y_i stanowi przefiltrowane wartości impulsu wyjściowego.

Etap 3 Stosowanie filtra Bessela na początku etapu:

Czas reakcji filtra Bessela t_F określa się jako wzrost czasu przefiltrowanego impulsu wyjściowego między 10 % i 90 % impulsu wejściowego etapu. W celu wyznaczenia czasów 10 % (t_{10}) i 90 % (t_{90}) sygnału wyjściowego, filtr Bessela musi być stosowany na początku etapu używając powyższych wartości f_c , E i K.

Liczby indeksu, czas i wartości impulsu wejściowego etapu oraz wynikowe wartości przefiltrowanego impulsu wyjściowego dla pierwszego i drugiego przybliżenia podano w tabeli B. Punkty przylegające do t_{10} i t_{90} zaznaczono pogrubionymi cyframi.

W tabeli B, pierwsze powtórzenie, 10 % wartości zachodzi między liczbą indeksu 30 i 31, a 90 % wartości zachodzi między liczbą indeksu 191 i 192. Dla obliczania $t_{F,iter}$ właściwe wartości t_{10} i t_{90} wyznacza się przez liniowe połączenie między przylegającymi punktami pomiarowymi, następująco:

$$t_{10} = t_{lower} + \Delta t * (0,1 - out_{lower}) / (out_{upper} - out_{lower})$$

$$t_{90} = t_{lower} + \Delta t * (0,9 - out_{lower}) / (out_{upper} - out_{lower})$$

gdzie odpowiedni out_{upper} i out_{lower} to punkty przylegające przefiltrowanego impulsu Bessela, a t_{lower} to czas przylegającego punktu czasu, zgodnie z tabelą B.

$$t_{10} = 0,200000 + 0,006667 * (0,1 - 0,099208) / (0,104794 - 0,099208) = 0,200945 \text{ s}$$

$$t_{90} = 0,273333 + 0,006667 * (0,9 - 0,899147) / (0,901168 - 0,899147) = 1,276147 \text{ s}$$

Etap 4 Czas reakcji filtra pierwszego cyklu iteracji:

$$t_{F,iter} = 1,276147 - 0,200945 = 1,075202 \text{ s}$$

Etap 5 Odchylenie między wymaganym i uzyskanym czasem reakcji filtra pierwszego cyklu iteracji:

$$\Delta = (1,075202 - 0,987421) / 0,987421 = 0,081641$$

Etap 6 Kontrola kryteriów iteracji:

$|\Delta| \leq 0,01$ jest wymagany. Ponieważ $0,081641 > 0,01$, kryteria iteracji nie są spełnione i należy rozpocząć dalszy cykl iteracji. Dla tego cyklu iteracji, nową częstotliwość wyłączania oblicza się z f_c i Δ następująco:

$$f_{c,new} = 0,318152 * (1 + 0,081641) = 0,344126 \text{ Hz}$$

Tę nową częstotliwość wyłączania wykorzystuje się w drugim cyklu iteracji, ponownie uruchamiając etap 2. Przybliżanie kontynuuje się do momentu spełnienia kryteriów iteracji. Wartości wynikowe z pierwszego i drugiego przybliżenia podsumowano w tabeli A.

Tabela A

Wartości z pierwszej i drugiej iteracji

Parametr		1. Iteracja	2. Iteracja
f_c	(Hz)	0,318152	0,344126
E	(-)	7,07948 E-5	8,272777 E-5
K	(-)	0,970783	0,968410
t_{10}	(s)	0,200945	0,185523
t_{90}	(s)	1,276147	1,179562
$t_{F,iter}$	(s)	1,075202	0,994039
Δ	(-)	0,081641	0,006657
$f_{c,new}$	(HZ)	0,344126	0,346417

Etap 7 Ostateczny algorytm Bessela:

Jeżeli spełniono kryteria iteracji, końcowe stałe algorytmu filtra Bessela oblicza się zgodnie z etapem 2. W tym przykładzie kryteria iteracji spełniono po drugim przybliżeniu ($\Delta = 0,006657 \leq 0,01$). Ostateczny algorytm wykorzystuje się następnie do wyznaczania uśrednionych wartości zadymienia (patrz następny pkt 2.3).

$$Y_i = Y_{i-1} + 8,272777E-5 * (S_i + 2 * S_{i-1} + S_{i-2} - 4 * Y_{i-2}) + 0,968410 * (Y_{i-1} - Y_{i-2})$$

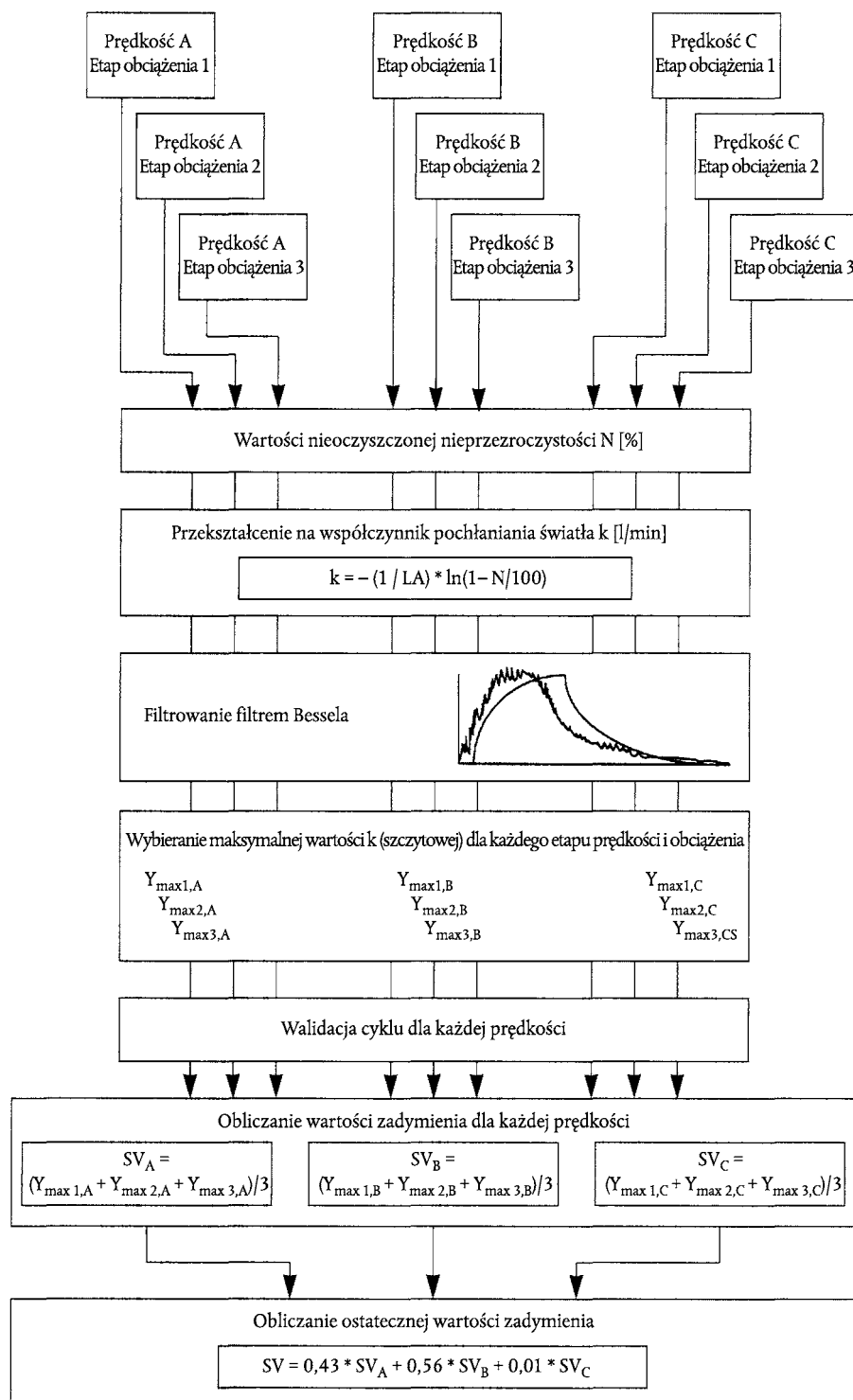
Tabela B

Wartości impulsu wejściowego etapu i przefiltrowanego impulsu wyjściowego Bessela dla pierwszego i drugiego cyklu iteracji

Indeks i [-]	Czas [s]	Impuls wejściowy etapu Si [-]	Przefiltrowany impuls wyjściowy Yi [-]	
			1. Iteracja	2. Iteracja
- 2	- 0,013333	0	0,000000	0,000000
- 1	- 0,006667	0	0,000000	0,000000
0	0,000000	1	0,000071	0,000083
1	0,006667	1	0,000352	0,000411
2	0,013333	1	0,000908	0,001060
3	0,020000	1	0,001731	0,002019
4	0,026667	1	0,002813	0,003278
5	0,033333	1	0,004145	0,004828
~	~	~	~	~
24	0,160000	1	0,067877	0,077876
25	0,166667	1	0,072816	0,083476
26	0,173333	1	0,077874	0,089205
27	0,180000	1	0,083047	0,095056
28	0,186667	1	0,088331	0,101024
29	0,193333	1	0,093719	0,107102
30	0,200000	1	0,099208	0,113286
31	0,206667	1	0,104794	0,119570
32	0,213333	1	0,110471	0,125949
33	0,220000	1	0,116236	0,132418
34	0,226667	1	0,122085	0,138972
35	0,233333	1	0,128013	0,145605
36	0,240000	1	0,134016	0,152314
37	0,246667	1	0,140091	0,159094
~	~	~	~	~
175	1,166667	1	0,862416	0,895701
176	1,173333	1	0,864968	0,897941
177	1,180000	1	0,867484	0,900145
178	1,186667	1	0,869964	0,902312
179	1,193333	1	0,872410	0,904445
180	1,200000	1	0,874821	0,906542
181	1,206667	1	0,877197	0,908605
182	1,213333	1	0,879540	0,910633
183	1,220000	1	0,881849	0,912628
184	1,226667	1	0,884125	0,914589
185	1,233333	1	0,886367	0,916517
186	1,240000	1	0,888577	0,918412
187	1,246667	1	0,890755	0,920276
188	1,253333	1	0,892900	0,922107
189	1,260000	1	0,895014	0,923907
190	1,266667	1	0,897096	0,925676
191	1,273333	1	0,899147	0,927414
192	1,280000	1	0,901168	0,929121
193	1,286667	1	0,903158	0,930799
194	1,293333	1	0,905117	0,932448
195	1,300000	1	0,907047	0,934067
~	~	~	~	~

2.3. Obliczanie wartości zadymienia

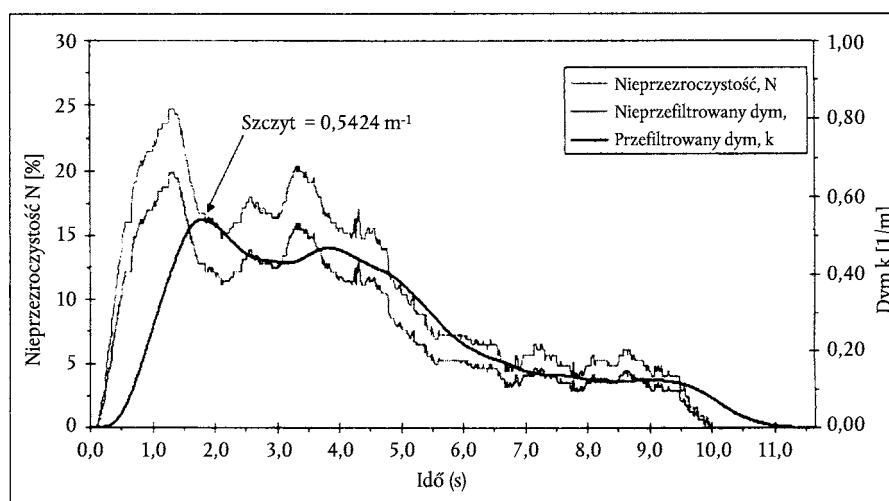
Na poniższym schemacie przedstawiono ogólną procedurę wyznaczania końcowej wartości zadymienia.



Na rysunku b przedstawiono ślady zmierzonego nieoczyszczonego impulsu nieprzezroczystości i nieprzefiltrowane i przefiltrowane współczynniki pochłaniania światła (wartość k) pierwszego etapu obciążenia badania ELR, a ponadto oznaczono maksymalną wartość $Y_{\max 1, A}$ (szczyt) przefiltrowanego śladu k . Odpowiednio tabela C zawiera wartości liczbowe indeksu i , czasu (współczynnik pobierania próbek 150 Hz), nieoczyszczonej nieprzezroczystości, nieprzefiltrowaną wartość k i przefiltrowaną wartość k . Filtrowanie przeprowadzono przy wykorzystaniu stałych algorytmu Bessela skonstruowanego w ppkt 2.2 niniejszego załącznika. W związku z dużą ilością danych w tabeli podano tylko część wartości śladu zadymienia znajdujące się na początku i na końcu zakresu wartości szczytowej.

Rysunek b

Ślady zmierzonej nieprzezroczystości N , nieprzefiltrowanego zadymienia k i przefiltrowanego zadymienia k



Wartość szczytową ($i = 272$) oblicza się przyjmując dane podane w tabeli C. Pozostałe pojedyncze wartości dymu oblicza się w ten sam sposób. Aby przystąpić do obliczania algorytmu, S_{-1} , S_{-2} , Y_{-1} i Y_{-2} ustawiono na zero.

$L_A(m)$	0,430
Indeks i	272
N (%)	16,783
$S_{271} (m^{-1})$	0,427392
$S_{270} (m^{-1})$	0,427532
$Y_{271} (m^{-1})$	0,542383
$Y_{270} (m^{-1})$	0,542337

Obliczanie wartości k (załącznik III dodatek 1 ppkt 6.3.1):

$$k = -\frac{1}{0,430} * \ln\left(1 - \frac{16,783}{100}\right) = 0,427252m^{-1}$$

W poniższym równaniu wartość ta odpowiada S_{272} .

Obliczanie uśrednionej wartości zadymienia Bessela (załącznik III dodatek 1 ppkt 6.3.2):

W poniższym równaniu wykorzystuje się stałe Bessela z poprzedniego pkt 2.2. Rzeczywista, nieprzefiltrowana wartość k , jak obliczono powyżej, odpowiada S_{272} (S_i). S_{271} (S_{i-1}) i S_{270} (S_{i-2}) to dwie poprzedzające, nieprzefiltrowane wartości k , Y_{271} (Y_{i-1}) i Y_{270} (Y_{i-2}) to dwie poprzedzające przefiltrowane wartości k .

$$Y_{272} = 0,542383 + 8,272777E-5 * (0,427252 + 2 * 0,427392 + 0,427532 - 4 * 0,542337) + 0,968410 * (0,542383 - 0,542337) = 0,542389m^{-1}$$

Wartość ta odpowiada w poniższym równaniu $Y_{max1,A}$.

Obliczanie ostatecznej wartości zadymienia (załącznik III dodatek I ppkt 6.3.3):

Z każdego śladu zadymienia do dalszego obliczenia pobiera się maksymalną, przefiltrowaną wartość k. Przyjmuje się następujące wartości:

Prędkość	$Y_{max} (m^{-1})$		
	Cykl 1	Cykl 2	Cykl 3
A	0,5424	0,5435	0,5587
B	0,5596	0,5400	0,5389
C	0,4912	0,5207	0,5177

$$SV_A = (0,5424 + 0,5435 + 0,5587)/3 = 0,5482m^{-1}$$

$$SV_B = (0,5596 + 0,5400 + 0,5389)/3 = 0,5462m^{-1}$$

$$SV_C = (0,4912 + 0,5207 + 0,5177)/3 = 0,5099m^{-1}$$

$$SV = (0,43 * 0,5482) + (0,56 * 0,5462) + (0,01 * 0,5099) = 0,5467m^{-1}$$

Walidacja cyklu (załącznik III dodatek 1 ppkt 3.4)

Przed obliczaniem SV musi zostać stwierdzona ważność cyklu przez obliczenie względnego odchylenia standardowego zadymienia z trzech cykli dla każdej prędkości.

Prędkość	Średnia SV (m^{-1})	Bezwzględne odchylenie standardowe (m^{-1})	Względne odchylenie standardowe (%)
A	0,5482	0,0091	1,7
B	0,5462	0,0116	2,1
C	0,5099	0,0162	3,2

W tym przykładzie dla każdej prędkości spełniono kryterium atestacji 15 %.

Tabela C

Wartości nieprzezroczystości N, nieprzefiltrowanej i przefiltrowanej wartości k na początku etapu obciążenia

Indeks i [-]	Czas [s]	Nieprzezroczystość N [%]	Nieprzefiltrowana wartość k [m ⁻¹]	Przefiltrowana wartość k [m ⁻¹]
- 2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
- 1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1	0,006667	0,020000	0,000465	0,000000
2	0,013333	0,020000	0,000465	0,000000
3	0,020000	0,020000	0,000465	0,000000
4	0,026667	0,020000	0,000465	0,000001
5	0,033333	0,020000	0,000465	0,000002
6	0,040000	0,020000	0,000465	0,000002
7	0,046667	0,020000	0,000465	0,000003
8	0,053333	0,020000	0,000465	0,000004
9	0,060000	0,020000	0,000465	0,000005
10	0,066667	0,020000	0,000465	0,000006
11	0,073333	0,020000	0,000465	0,000008
12	0,080000	0,020000	0,000465	0,000009
13	0,086667	0,020000	0,000465	0,000011
14	0,093333	0,020000	0,000465	0,000012
15	0,100000	0,192000	0,004469	0,000014
16	0,106667	0,212000	0,004935	0,000018
17	0,113333	0,212000	0,004935	0,000022
18	0,120000	0,212000	0,004935	0,000028
19	0,126667	0,343000	0,007990	0,000036
20	0,133333	0,566000	0,013200	0,000047
21	0,140000	0,889000	0,020767	0,000061
22	0,146667	0,929000	0,021706	0,000082
23	0,153333	0,929000	0,021706	0,000109
24	0,160000	1,263000	0,029559	0,000143
25	0,166667	1,455000	0,034086	0,000185
26	0,173333	1,697000	0,039804	0,000237
27	0,180000	2,030000	0,047695	0,000301
28	0,186667	2,081000	0,048906	0,000378
29	0,193333	2,081000	0,048906	0,000469
30	0,200000	2,424000	0,057067	0,000573
31	0,206667	2,475000	0,058282	0,000693
32	0,213333	2,475000	0,058282	0,000827
33	0,220000	2,808000	0,066237	0,000977
34	0,226667	3,010000	0,071075	0,001144
35	0,233333	3,253000	0,076909	0,001328
36	0,240000	3,606000	0,085410	0,001533
37	0,246667	3,960000	0,093966	0,001758
38	0,253333	4,455000	0,105983	0,002007
39	0,260000	4,818000	0,114836	0,002283
40	0,266667	5,020000	0,119776	0,002587
~	~	~	~	~

Wartości nieprzezroczystości N, nieprzefiltrowanej i przefiltrowanej wartości k przy $Y_{\max 1, A}$ (= wartość maksymalna, oznaczona pogrubioną trzcionką)

Indeks i [-]	Czas [s]	Nieprzezroczystość N [%]	Nieprzefiltrowana wartość k [m ⁻¹]	Przefiltrowana wartość k [m ⁻¹]
~	~	~	~	~
259	1,726667	17,182000	0,438429	0,538856
260	1,733333	16,949000	0,431896	0,539423
261	1,740000	16,788000	0,427392	0,539936
262	1,746667	16,798000	0,427671	0,540396
263	1,753333	16,788000	0,427392	0,540805
264	1,760000	16,798000	0,427671	0,541163
265	1,766667	16,798000	0,427671	0,541473
266	1,773333	16,788000	0,427392	0,541735
267	1,780000	16,788000	0,427392	0,541951
268	1,786667	16,798000	0,427671	0,542123
269	1,793333	16,798000	0,427671	0,542251
270	1,800000	16,793000	0,427532	0,542337
271	1,806667	16,788000	0,427392	0,542383
272	1,813333	16,783000	0,427252	0,542389
273	1,820000	16,780000	0,427168	0,542357
274	1,826667	16,798000	0,427671	0,542288
275	1,833333	16,778000	0,427112	0,542183
276	1,840000	16,808000	0,427951	0,542043
277	1,846667	16,768000	0,426833	0,541870
278	1,853333	16,010000	0,405750	0,541662
279	1,860000	16,010000	0,405750	0,541418
280	1,866667	16,000000	0,405473	0,541136
281	1,873333	16,010000	0,405750	0,540819
282	1,880000	16,000000	0,405473	0,540466
283	1,886667	16,010000	0,405750	0,540080
284	1,893333	16,394000	0,416406	0,539663
285	1,900000	16,394000	0,416406	0,539216
286	1,906667	16,404000	0,416685	0,538744
287	1,913333	16,394000	0,416406	0,538245
288	1,920000	16,394000	0,416406	0,537722
289	1,926667	16,384000	0,416128	0,537175
290	1,933333	16,010000	0,405750	0,536604
291	1,940000	16,010000	0,405750	0,536009
292	1,946667	16,000000	0,405473	0,535389
293	1,953333	16,010000	0,405750	0,534745
294	1,960000	16,212000	0,411349	0,534079
295	1,966667	16,394000	0,416406	0,533394
296	1,973333	16,394000	0,416406	0,532691
297	1,980000	16,192000	0,410794	0,531971
298	1,986667	16,000000	0,405473	0,531233
299	1,993333	16,000000	0,405473	0,530477
300	2,000000	16,000000	0,405473	0,529704
~	~	~	~	~

3. BADANIE ETC

3.1. Poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych (Silnik Diesla)

Dla układu PDP-CVS przyjmuje się następujące wyniki badania

V_0 (m ³ /obr.)	0,1776
N_p (obr.)	23 073
p_B (kPa)	98,0
p_1 (kPa)	2,3
T (K)	322,5
H_a (g/kg)	12,8
$NO_{X\ conc}$ (ppm)	53,7
$NO_{X\ concd}$ (ppm)	0,4
CO_{conc} (ppm)	38,9
CO_{concd} (ppm)	1,0
HC_{conc} (ppm)	9,00
HC_{concd} (ppm)	3,02
$CO_{2,conc}$ (96)	0,723
W_{act} (kWh)	62,72

Obliczanie przepływu rozcieńczonych spalin (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.1):

$$M_{TOTW} = 1,293 * 0,1776 * 23073 * (98,0 - 2,3) * 273 / (101,3 * 322,5) \\ = 4237,2 \text{ kg}$$

Obliczanie współczynnika korekcji NO_x (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.2):

$$K_{H,D} = \frac{1}{1 - 0,0182 * (12,8 - 10,71)} = 1,039$$

Obliczanie stężeń skorygowanych w tle (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.3.1.1):

Przyjmuje się skład paliwa $C_1H_{1,8}$

$$F_s = 100 * \frac{1}{1 + (1,8/2) + [3,76 * (1 + (1,8/4))]} = 13,6$$

$$DF = \frac{13,6}{0,723 + (9,00 + 38,9) * 10^{-4}} = 18,69$$

$$NO_{xconc} = 53,7 - 0,4 * (1 - (1/18,69)) = 53,3 \text{ ppm}$$

$$CO_{conc} = 38,9 - 1,0 * (1 - (1/18,69)) = 37,9 \text{ ppm}$$

$$HC_{conc} = 9,00 - 3,02 * (1 - (1/18,69)) = 6,14 \text{ ppm}$$

Obliczanie masy przepływu emisji (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.3.1):

$$NO_{xmass} = 0,001587 * 53,3 * 1,039 * 4237,2 = 372,391 \text{ g}$$

$$CO_{mass} = 0,000966 * 37,9 * 4237,2 = 155,129 \text{ g}$$

$$HC_{mass} = 0,000479 * 6,14 * 4237,2 = 12,462 \text{ g}$$

Obliczanie natężenia emisji (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.4):

$$\overline{NO_x} = 372,391 / 62,72 = 5,94 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{CO} = 155,129 / 62,72 = 2,47 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{HC} = 12,462 / 62,72 = 0,199 \text{ g/kWh}$$

3.2. Poziomy emisji pyłów (silnik wysokoprężny)

Dla układu PDP-CVS podwójnego rozcieńczania przyjmuje się następujące wyniki badania:

M_{TOTW} (kg)	4 237,2
$M_{f,p}$ (mg)	3,030
$M_{f,b}$ (mg)	0,044
M_{TOT} (kg)	2,159
M_{SEC} (kg)	0,909
M_d (mg)	0,341
M_{DIL} (kg)	1,245
DF	18,69
W_{act} (kWh)	62,72

Obliczanie masy emisji (załącznik III dodatek 2 ppkt 5.1):

$$M_f = 3,030 + 0,044 = 3,074 \text{ mg}$$

$$M_{SAM} = 2,159 - 0,909 = 1,250 \text{ kg}$$

$$PT_{mass} = \frac{3,074}{1,250} * \frac{4\,237,2}{1000} = 10,42 \text{ g}$$

Obliczanie masy emisji skorygowanej w tle (załącznik III dodatek 2 ppkt 5.1):

$$PT_{mass} = \left[\frac{3,074}{1,250} \left(\frac{0,341}{1,245} * \left(1 - \frac{1}{18,69} \right) \right) \right] * \frac{4\,237,2}{1000} = 9,32 \text{ g}$$

Obliczanie gęstości emisji (załącznik III dodatek 2 ppkt 5.2):

$$\overline{PT} = 10,42/62,72 = 0,166 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{PT} = 9,32/62,72 = 0,149 \text{ g/kWh jeżeli skorygowano w tle}$$

3.3. Poziomy emisji zanieczyszczeń gazowych (Silnik CNG)

Dla układu PDP-CVS z podwójnym rozcieńczaniem przyjmuje się następujące wyniki badania:

M_{TOTW} (kg)	4 237,2
H_a (g/kg)	12,8
$NO_{x\,conce}$ (ppm)	17,2
$NO_{x\,concd}$ (ppm)	0,4
CO_{conce} (ppm)	44,3
CO_{concd} (ppm)	1,0
HC_{conce} (ppm)	27,0
HC_{concd} (ppm)	3,02
$CH_4\,conce$ (ppm)	18,0
$CH_4\,concd$ (ppm)	1,7
$CO_{2,conce}$ (%)	0,723
W_{act} (kWh)	62,72

Obliczanie współczynnika korekcji dla NO_x (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.2):

$$K_{H,G} = \frac{1}{1 - 0,0329 * (12,8 - 10,71)} = 1,074$$

Obliczanie stężenia NMHC (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.3.1):

a) metoda GC

$$\text{NMHC}_{\text{conce}} = 27,0 - 18,0 = 9,0 \text{ ppm}$$

b) metoda NMC

Przyjmuje się sprawność metanu 0,04 i sprawność etanu 0,98 (patrz załącznik III dodatek 5 ppkt 1.8.4)

$$\text{NMHC}_{\text{conce}} = \frac{27,0 * (1 - 0,04) - 18,0}{0,98 - 0,04} = 8,4 \text{ ppm}$$

Obliczanie stężeń skorygowanych w tle (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.3.1.1):

Przyjmuje się paliwo wzorcowe G20 (100 % metanu) o składzie C_1H_4 :

$$F_s = 100 * \frac{1}{1 + (4/2) + [3,76 * (1 + (4/4))]} = 9,5$$

$$\text{DF} = \frac{9,5}{0,723 + (27,0 + 44,3) * 10^{-4}} = 13,01$$

W przypadku NMHC stężenie zmierzone w tle są różnicą między HC_{concd} i $\text{CH}_{4\text{concd}}$

$$\text{NO}_{\text{xconc}} = 17,2 - 0,4 * (1 - (1/13,01)) = 16,8 \text{ ppm}$$

$$\text{CO}_{\text{conc}} = 44,3 - 1,0 * (1 - (1/13,01)) = 43,4 \text{ ppm}$$

$$\text{NMHC}_{\text{conc}} = 8,4 - 1,32 * (1 - (1/13,01)) = 7,2 \text{ ppm}$$

$$\text{CH}_{4\text{conc}} = 18,0 - 1,7 * (1 - (1/13,01)) = 16,4 \text{ ppm}$$

Obliczanie masy przepływu emisji (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.3.1):

$$\text{NO}_{\text{xmass}} = 0,001587 * 16,8 * 1,074 * 4237,2 = 121,330 \text{ g}$$

$$\text{CO}_{\text{mass}} = 0,000966 * 43,4 * 4237,2 = 177,642 \text{ g}$$

$$\text{NMHC}_{\text{mass}} = 0,000502 * 7,2 * 4237,2 = 15,315 \text{ g}$$

$$\text{CH}_{4\text{mass}} = 0,000554 * 16,4 * 4237,2 = 38,498 \text{ g}$$

Obliczanie natężenia emisji (załącznik III dodatek 2 ppkt 4.4):

$$\overline{\text{NO}_x} = 121,330 / 62,72 = 1,93 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{CO}} = 177,642 / 62,72 = 2,83 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{NMHC}} = 15,315 / 62,72 = 0,244 \text{ g/kWh}$$

$$\overline{\text{CH}_4} = 38,498 / 62,72 = 0,614 \text{ g/kWh}$$

4. WSPÓŁCZYNNIK PRZESUNIĘCIA λ (S_λ)

4.1. Obliczanie współczynnika przesunięcia λ (S_λ) ⁽¹⁾

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{\text{O}_2 *}{100}}$$

gdzie:

S_λ = współczynnik przesunięcia λ ;

obojętne % = % objętości gazów obojętnych w paliwie (np. N_2 , CO_2 , H_2O , itp.);

$\text{O}_2 *$ = % objętości tlenu w paliwie;

⁽¹⁾ Stosunek powietrza analitycznego/paliwa dla paliw samochodowych - SAE J1829, czerwiec 1987. John B. Heywood, Zasady podstawowe działania silników wewnętrznego spalania, McGraw-Hill, 1988, rozdział 3.4 „Analiza spalania” (str. 68-72).

n i m dotyczą uśrednionej wartości C_nH_m wyrażające zawartość węglowodorów w paliwie, np.:

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100} \right] + 3 \times \left[\frac{C_3\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_4\%}{100} \right] + 5 \times \left[\frac{C_5\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}}$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[\frac{C_3H_8\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}}$$

gdzie:

CH_4 = % objętości metanu w paliwie;

C_2 = % objętości wszystkich węglowodorów C_2 (np.: C_2H_6 , C_2H_4 , itd.) w paliwie;

C_3 = % objętości wszystkich węglowodorów C_3 (np.: C_3H_8 , C_3H_6 , itd.) w paliwie;

C_4 = % objętości wszystkich węglowodorów C_4 (np.: C_4H_{10} , C_4H_8 , itd.) w paliwie;

C_5 = % objętości wszystkich węglowodorów C_5 (np.: C_5H_{12} , C_5H_{10} , itd.) w paliwie;

rozcieńczacz = % objętości rozcieńczonych spalin w paliwie (np.: O_2^* , N_2 , CO_2 , H_e , itd.).

4.2. Przykłady obliczania współczynnika przesunięcia λS_λ :

Przykład 1: G_{25} : $CH_4 = 86\%$, $N_2 = 14\%$ (objętościowo)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,86}{1 - \frac{14}{100}} = \frac{0,86}{0,86} = 1$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{C_2H_4\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,86}{0,86} = 4$$

Przykład 2: G_{xy} : $CH_4 = 87\%$, $C_2H_6 = 13\%$ (objętościowo)

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{C_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,87 + 2 \times 0,13}{1 - \frac{0}{100}} = \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{CH_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{C_2H_6\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{4 \times 0,87 + 6 \times 0,13}{1} = 4,26$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100}\right) \left(n + \frac{m}{4}\right) - \frac{O_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{0}{100}\right) \times \left(1,13 + \frac{4,26}{4}\right)} = 0,911$$

Przykład 3: USA: $\text{CH}_4 = 8,9 \%$, $\text{C}_2\text{H}_6 = 4,5 \%$, $\text{C}_3\text{H}_8 = 2,3 \%$, $\text{C}_6\text{H}_{14} = 0,2 \%$, $\text{O}_2 = 0,6 \%$,
 $\text{N}_2 = 4 \%$

$$n = \frac{1 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 2 \times \left[\frac{\text{C}_2\%}{100} \right] + \dots}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}} = \frac{1 \times 0,89 + 2 \times 0,045 + 3 \times 0,023 + 4 \times 0,002}{1 - \frac{(0,64 + 4)}{100}} = 1,11$$

$$m = \frac{4 \times \left[\frac{\text{CH}_4\%}{100} \right] + 4 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_4\%}{100} \right] + 6 \times \left[\frac{\text{C}_2\text{H}_6\%}{100} \right] + \dots + 8 \times \left[\frac{\text{C}_3\text{H}_8\%}{100} \right]}{1 - \frac{\text{diluent \%}}{100}}$$

$$= \frac{4 \times 0,89 + 4 \times 0,045 + 8 \times 0,023 + 14 \times 0,002}{1 - \frac{0,6 + 4}{100}} = 4,24$$

$$S_\lambda = \frac{2}{\left(1 - \frac{\text{inert \%}}{100} \right) \left(n + \frac{m}{4} \right) - \frac{\text{O}_2^*}{100}} = \frac{2}{\left(1 - \frac{4}{100} \right) \times \left(1,11 + \frac{4,24}{4} \right) - \frac{0,6}{100}} = 0,96$$