

Príloha č. 3
k nariadeniu vlády č. 584/2004 Z. z.

POSTUP PRI TESTE PRE VZNETOVÉ MOTORY

1. ÚVOD

- 1.1. Táto príloha ustanovuje spôsob určenia emisií plyných a tuhých znečisťujúcich látok zo skúšaných motorov.
1.2. Skúška sa musí vykonať s motorom namontovaným na skúšobnej stolici a pripojeným k dynamometru.

2. SKÚŠOBNÉ PODMIENKY

- 2.1. Všeobecné požiadavky
Všetky objemy a objemové prietoky sa vzťahujú na 273 K (0 °C) a 101,3 kPa.
2.2. Skúšobné podmienky motora
2.2.1. Meria sa absolútna teplota T_a nasávacieho vzduchu motora vyjadrená v kelvinoch a suchý atmosférický tlak p_s vyjadrený v kPa a podľa nasledujúcich ustanovení sa určuje parameter f_a .
Motory s prirodzeným saním a mechanicky preplňované motory:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right) \left(\frac{T}{298} \right)^{0,7}$$

Motor preplňovaný turbokompresorom s alebo bez chladenia nasávaného vzduchu:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s} \right)^{0,7} \times \left(\frac{T}{298} \right)^{1,5}$$

- 2.2.2. Na uznanie platnosti skúšky musí parameter f_a spĺňať $0,96 \leq f_a \leq 1,06$.
2.2.3. Pri motoroch s chladením plniaceho vzduchu treba zaznamenať teplotu chladiaceho média a teplotu plniaceho vzduchu.
2.3. Systém prívodu vzduchu motora
Skúšobný motor je vybavený systémom prívodu vzduchu predstavujúci obmedzenie prívodu vzduchu v hornom limite určenom výrobcom pre čističku čistého vzduchu pri prevádzkových podmienkach motora tak, ako sú určené výrobcom, čo vedie k maximálnemu prietoku vzduchu.
Môže sa použiť systém skúšobne za predpokladu, že kopíruje skutočné prevádzkové podmienky motora.
2.4. Výfukový systém motora
Skúšobný motor je vybavený výfukovým systémom predstavujúcim protitlak výfukových plynov v hornom limite určenom výrobcom pre prevádzkové podmienky motora, ktoré vedú k maximálnemu udávanému výkonu.
2.5. Chladiaci systém
Chladiaci systém motora s dostatočným objemom na udržiavanie motora v normálnych prevádzkových teplotách určených výrobcom.
2.6. Mazací olej
Technické podmienky mazacieho oleja použitého na skúšku sa zaznamenajú a predložia s výsledkami skúšky.
2.7. Skúšobné palivo
Palivo je referenčným palivom ustanoveným v prílohe č. 5.
Cetánové číslo a obsah síry referenčného paliva použitého na skúšku sa zaznamená v prílohe č. 7 časti 1 bodoch 1.1.1 a 1.1.2.
Teplota paliva na vstupe vstrekovacieho čerpadla musí byť 306-316 K (33-43 °C).
2.8. Nastavenia dynamometra
Nastavenie obmedzenia vstupu a protitlaku výfukového potrubia sa prispôsobí horným limitom výrobcu v súlade s bodmi 2.3 a 2.4.

Hodnoty maximálneho krútiaceho momentu pri určených skúšobných otáčkach sa určia experimentálne s cieľom vypočítať hodnoty krútiaceho momentu pre určené skúšobné režimy. Pri motoroch, ktoré nie sú určené na prevádzku nad určitý rozsah počtu otáčok na krivke krútiacich momentov pri plnom zaťažení, určí maximálny krútiaci moment pri skúšobných otáčkach výrobcu.

Nastavenie motora pre každý skúšobný režim sa vypočíta podľa vzorca:

$$S = \left((P_M + P_{AE}) \times \frac{L}{100} \right) - P_{AE}$$

ak pomer

$$\frac{P_{AE}}{P_M} \geq 0,03$$

Hhodnotu P_{AE} môže overiť typovo schvaľujúci orgán.

3. SKÚŠOBNÝ CHOD

3.1. Príprava vzorkovacích filtrov

Aspoň jednu hodinu pred skúškou sa každý filter (pár) umiestni do uzavretej, ale neutesnenej Petriho misky a umiestni sa do vážiacej komory na stabilizáciu. Na konci stabilizačnej doby sa každý filter (pár) odváži a zaznamená sa hmotnosť obalu. Filter (pár) sa následne uloží do uzavretej Petriho misky alebo držiaka filtra, kým nie je potrebný na skúšanie. Ak sa filter (pár) nepoužije do ôsmich hodín po svojom odobratí z vážiacej komory, musí sa pred použitím opäť odvážiť.

3.2. Inštalácia meracieho zariadenia

Prístrojové vybavenie a vzorkovacie sondy sa inštalujú podľa potreby. Pri použití plnoprietokového zried'ovacieho systému na riedenie výfukových plynov sa k systému pripojí koncová rúrka.

3.3. Spúšťanie zried'ovacieho systému a motora

Zried'ovací systém a motor sa spúšťajú a zahrievajú dovtedy, kým sa všetky teploty a tlaky neustália na plnom zaťažení a menovitých otáčkach (bod 3.6.2).

3.4. Nastavenie zried'ovacieho pomeru

Systém odberu vzoriek tuhých častíc sa spúšťa a beží na obtoku pre jednofiltrovú metódu (voliteľné pri viacfiltrovej metóde). Východisková úroveň tuhých častíc zried'ovacieho vzduchu sa môže určiť prechodom zried'ovacieho vzduchu cez filtre tuhých častíc. Ak sa použije filtrovaný zried'ovací vzduch, jedno meranie sa môže urobiť kedykoľvek pred, počas a po skúške. Ak zried'ovací vzduch nie je filtrovaný, vyžadujú sa spriemerované hodnoty merania minimálne v troch bodoch, po spustení, pred zastavením a v bode blízko stredu cyklu.

Zried'ovací vzduch musí byť nastavený tak, aby v každom režime dosiahol maximálnu teplotu čelnej plochy filtra 325 K (52 ° C) alebo menej. Celkový zried'ovací pomer nesmie byť menší ako 4.

Pri jednofiltrovej metóde sa musí hmotnostný prietok vzorky cez filter udržiavať pri konštantnom podiele hmotnostného prietoku zriedených výfukových plynov pri plnoprietokových systémoch pri všetkých režimoch. Tento hmotnostný pomer musí byť v tolerancii $\pm 5 \%$ okrem prvých 10 sekúnd každého režimu pri systémoch bez schopnosti obtoku. Pri zried'ovacích systémoch s čiastočným obtokom pri jednofiltrovej metóde musí byť hmotnostný prietok cez filter konštantný v tolerancii $\pm 5 \%$ počas každého režimu okrem prvých 10 sekúnd každého režimu pri systémoch bez schopnosti obtoku.

Pri systémoch s regulovanou koncentráciou CO₂ alebo NO_x sa musí obsah zried'ovacieho vzduchu merať na začiatku a na konci každej skúšky. Meranie východiskových koncentrácií CO₂ alebo NO_x zried'ovacieho vzduchu pred a po skúške musí byť v rámci 100 ppm, resp. 5 ppm navzájom.

Pri použití systému analýzy zriedených výfukových plynov sa príslušné koncentrácie pozadia určujú odberom vzoriek zried'ovacieho vzduchu do vzorkovacieho vreca v úplnom rozsahu skúšobného postupu.

Priebežná (nevrecová) východisková koncentrácia sa môže odobrať minimálne v troch bodoch, na začiatku, na konci a v bode blízko stredu cyklu a spriemerovať. Na žiadosť výrobcu možno merania pozadia vynechať.

3.5. Kontrola analyzátorov

Emisné analyzátory musia byť nastavené na nulu a musí byť určený rozsah.

3.6. Skúšobný cyklus

3.6.1. Špecifikácia podľa bodu 1.A prílohy č. 1:

3.6.1.1. Špecifikácia A pre motory podľa písmena A bodu 1 prílohy č. 1 pri prevádzke dynamometra na testovacom motore sa musí dodržať nasledujúci 8-fázový cyklus, ktorý je totožný s cyklom C1 normy¹⁾:

Číslo režimu	Otáčky motora	Zaťaženie (%)	Váhový faktor
1	Menovité	100	0,15
2	Menovité	75	0,15
3	Menovité	50	0,15
4	Menovité	10	0,1
5	Stredné	100	0,1
6	Stredné	75	0,1
7	Stredné	50	0,1
8	Voľnobežné	–	0,15

3.6.1.2. Špecifikácia B pre motory podľa písmena A bodu 2 prílohy č. 1 pri prevádzke dynamometra na testovacom motore sa musí dodržať nasledujúci 5-fázový cyklus totožný s cyklom D2 uvedený v norme¹⁾:

Číslo fázy	Otáčky motora	Zaťaženie (%)	Váhový faktor
1	Menovité	100	0,05
2	Menovité	75	0,25
3	Menovité	50	0,3
4	Menovité	25	0,3
5	Menovité	10	0,1

Hodnoty zaťaženia sú percentuálnymi hodnotami krútiaceho momentu zodpovedajúceho základnému menovitému výkonu, ktorý je definovaný ako disponibilný maximálny výkon počas postupu s meniacim sa výkonom, ktorý môže byť spustený na neobmedzený počet hodín za rok medzi určenými intervalmi údržby a v určených podmienkach okolia údržba sa vykonáva podľa predpisu výrobcu.²⁾

3.6.2. *Príprava motora*

Zahrievanie motora a systému musí byť pri maximálnych otáčkach a krútiacom momente také, aby sa stabilizovali parametre motora podľa odporúčaní výrobcu.

Doba prípravy by mala zabrániť vplyvu usadenín z predchádzajúcej skúšky vo výfukovom systéme. Medzi skúšobnými bodmi existuje aj požadovaná doba ustálenia, ktorá bola zavedená v záujme minimalizácie medzibodových vplyvov.

3.6.3. *Postup testu*

Test sa vykoná vo vzostupnom poradí testovacích fáz pre testovací cyklus.

Počas každej fázy daného testovacieho cyklu po počiatočnej prechodnej dobe sa určené otáčky musia udržiavať v tolerancii ± 1 % menovitých otáčok alebo $\pm 3 \text{ min}^{-1}$ podľa toho, ktoré z nich sú vyššie, okrem nízkeho voľnobehu, ktorý musí byť v toleranciách udávaných výrobcom. Určený krútiaci moment sa musí udržiavať tak, aby bol priemer v celom rozsahu doby, počas ktorej sa robia merania, v tolerancii ± 2 % maximálneho krútiaceho momentu pri skúšobných otáčkach.

Pre každé miesto merania je potrebný minimálny čas 10 minút. Ak sa pre skúšanie motora vyžadujú z dôvodov získania dostatočnej hmotnosti častíc na meracom filtri dlhšie časy vzorkovania, môže sa doba skúšobného režimu predĺžiť.

Dĺžka režimu sa musí zaznamenať.

Hodnoty koncentrácie plyných emisií musia byť merané a zaznamenané počas troch posledných minút režimu.

Odber vzoriek častíc a meranie plyných emisií by nemali byť začaté pred dosiahnutím ustálenia motora podľa definície výrobcu a ich ukončenie by malo byť zhodné.

Teplota paliva sa meria na vstupe do vstrekovacieho čerpadla a zaznamenáva sa miesto merania.

¹⁾ STN EN ISO 8178-4.

²⁾ Obrázok 2 normy STN ISO 8528-1.

3.6.4. Odozva analyzátora

Výstup analyzátora sa zaznamenáva na páskový zapisovač alebo sa meria ekvivalentným systémom zberu údajov, pričom výfukové plyny pretekajú cez analyzátor aspoň počas posledných troch minút každého režimu. Ak sa u merania CO a CO₂ uplatní odber vzoriek do vreca (pozri časť 1 bod 1.4.4), vzorka sa musí umiestniť do vreca počas posledných troch minút každého režimu a vo vreci umiestnená vzorka analyzovať a zaznamenať.

3.6.5. Odber vzoriek častíc

Odber vzoriek častíc sa môže realizovať buď jednofiltrovou alebo viacfiltrovou metódou (časť 1 bod 1.5.). S výsledkami sa musí udávať použitá metóda, pretože výsledky týchto metód sa môžu mierne líšiť.

Pri jednofiltrovej metóde sa počas odberu vzoriek musia úpravou prietoku vzorky a/alebo času odberu vzoriek zohľadniť modálne váhové faktory určené v postupe skúšobného cyklu.

Odber vzoriek sa musí v rámci každého režimu vykonať čo najneskôr. Čas odberu vzoriek na režim musí byť aspoň 20 sekúnd pri jednofiltrovej metóde a aspoň 60 sekúnd pri viacfiltrovej metóde. Pri systémoch bez možnosti obtoku musí byť čas vzorkovania na režim aspoň 60 sekúnd pri jednofiltrovej i viacfiltrovej metóde.

3.6.6. Podmienky motora

Pri každom režime sa po ustálení motora musia merať otáčky a zaťaženie motora, teplota nasávaného vzduchu, prietok paliva a prietok vzduchu alebo výfukových plynov.

Ak meranie prietoku výfukových plynov alebo meranie spaľovacieho vzduchu a spotreby paliva nie je možné, môže sa vypočítať pomocou metódy rovnováhy uhlíka a kyslíka (pozri časť 1 bod 1.2.3).

Musia sa zaznamenať všetky ďalšie údaje potrebné na výpočet (pozri časť 3 bod 1.1 a 1.2).

3.7. Opätovná kontrola analyzátorov

Po emisnej skúške sa na opätovnú kontrolu použije nulový plyn a rovnaký rozsahový (segmentovací) plyn. Skúška sa bude považovať za prijateľnú, ak je rozdiel výsledkov dvoch meraní menší ako 2 %.

Časť 1

1. POSTUP MERANIA A ODBERU VZORIEK

Plynné a tuhé zložky emitované motorom predloženým na skúšanie sa merajú metódami uvedenými v prílohe č. 6. Metódy v prílohe č. 6 bode 1.1 opisujú odporúčané analytické systémy pre plynné emisie a odporúčané systémy riedenia a odberu vzoriek tuhých častíc.

1.1. Špecifikácia dynamometra

Na vykonanie skúšobného cyklu uvedeného v bode 3.6.1 tejto prílohy sa musí použiť motorový dynamometer s primeranými charakteristikami. Prístrojové vybavenie na meranie krútiaceho momentu a otáčok musí umožniť meranie výkonu hriadeľa v rámci daných limitov. Môžu byť potrebné ďalšie výpočty.

Presnosť meracieho zariadenia musí byť taká, aby sa neprekročili maximálne tolerancie čísiel uvedených v bode 1.3.

1.2. Prietok výfukových plynov

Prietok výfukových plynov sa musí určiť jednou z metód uvedených v bodoch 1.2.1 až 1.2.4.

1.2.1. Metóda priameho merania

Priame meranie prietoku výfukových plynov prietokovou tryskou alebo ekvivalentným meracím systémom.³⁾ S cieľom predchádzať chybám merania ovplyvňujúcim chyby emisných hodnôt sa musia prijať preventívne opatrenia.

1.2.2. Metóda merania vzduchu a paliva

Musia sa použiť vzduchové prietokomery a palivové prietokomery s presnosťou určenou v bode 1.3.

Výpočet prietoku výfukových plynov je nasledujúci:

$$G_{EXHW} = G_{AIRW} + G_{FUEL} \text{ (pre mokrú hmotnosť výfukových plynov)}$$

alebo

$$V_{EXHD} = V_{AIRD} - 0,766 \times G_{FUEL} \text{ (pre suchý objem výfukových plynov)}$$

alebo

³ STN EN ISO 5167

$$V_{\text{EXHW}} = V_{\text{AIRW}} + 0,746 \times G_{\text{FUEL}} \text{ (pre mokrý objem výfukových plynov)}$$

1.2.3. Metóda uhlíkovej rovnováhy

Výpočet hmotnosti výfukových plynov zo spotreby paliva a koncentrácie výfukových plynov pomocou metódy uhlíkovej rovnováhy je uvedená v časti 3 tejto prílohy.

1.2.4. Celkový prietok zriedených výfukových plynov

Pri použití plnoprietokového zriedovacieho systému sa celkový prietok zriedených výfukových plynov (G_{TOTW} , V_{TOTW}) meria pomocou PDP alebo CFV – príloha č. 6 bod 1.2.1.2. Presnosť musí byť v tolerancii uvedenej v bode 2.2 v časti 2 tejto prílohy.

1.3. Presnosť

Kalibrácia všetkých meracích prístrojov musí byť odvoditeľná z medzinárodných noriem a vyhovovať týmto požiadavkám:

Číslo	Položka	Dovolená odchýlka ($\pm$ hodnoty vychádzajúce z maximálnych hodnôt motora)	Dovolená odchýlka ($\pm$ hodnoty podľa STN ISO 3046)	Kalibračné intervaly (mesiace)
1	Otáčky motora	2 %	2 %	3
2	Krútiaci moment	2 %	2 %	3
3	Výkon	2 % ⁽¹⁾	3 %	neaplikovateľné
4	Spotreba paliva	2 % ⁽¹⁾	3 %	6
5	Merná spotreba paliva	neaplikovateľné	3 %	neaplikovateľné
6	Spotreba vzduchu	2 % ⁽¹⁾	5 %	6
7	Prietok výfukových plynov	4 % ⁽¹⁾	neaplikovateľné	6
8	Teplota chladiaceho médiu	2 K	2 K	3
9	Teplota maziva	2 K	2 K	3
10	Tlak výfukových plynov	5 % z maxima	5 %	3
11	Podtlaky vstupného potrubia	5 % z maxima	5 %	3
12	Teplota výfukových plynov	15 K	15 K	3
13	Vstupná teplota vzduchu (spaľovací vzduch)	2 K	2 K	3
14	Atmosférický tlak	0,5 % z odčítanej hodnoty	0,5 %	3
15	Vlhkosť nasávacieho vzduchu (relatívna)	3 %	neaplikovateľné	1
16	Teplota paliva	2 K	5 K	3
17	Teploty zriedovacieho tunela	1,5 K	neaplikovateľné	3
18	Vlhkosť zriedovacieho vzduchu	3 %	neaplikovateľné	1
19	Prietok zriedených výfukových plynov	2 % z odčítanej hodnoty	neaplikovateľné	24 (čiasťový prietok) (plný prietok) ⁽²⁾

⁽¹⁾ Výpočet emisie výfukových plynov podľa tohto nariadenia je v niektorých prípadoch založený na rôznych metódach merania alebo výpočtu. Z dôvodu obmedzených celkových tolerancií pre výpočet emisie výfukových plynov musia byť dovolené hodnoty pri niektorých položkách použité v príslušných rovniciach, menšie ako dovolené tolerancie uvedené v STN ISO 3046-3.

⁽²⁾ Plnoprietokové systémy – objemové čerpadlo CVS alebo Venturiho trubica s kritickým prietokom sa po počiatočnej inštalácii má kalibrovať, základná údržba alebo, podľa potreby v prípade označenia CVS systémom, overovanie uvedené v prílohe č. 6.

1.4. Určenie plynných zložiek

1.4.1. Všeobecné technické podmienky analyzátora

Analyzátory musia mať merací rozsah vhodný pre presnosť požadovanú na meranie koncentrácií zložiek výfukových plynov (bod 1.4.1.1.). Analyzátory by mali byť prevádzkované tak, aby nameraná koncentrácia bola v intervale 15 % až 100 % plného rozsahu.

Ak je hodnota plného rozsahu 155 ppm (alebo ppm C) alebo menej alebo ak sú použité počítaacie systémy (počítače, zariadenia na registráciu údajov), ktoré poskytujú dostatočnú presnosť a rozlíšenie menej ako 15 % z plného rozsahu, sú prijateľné aj koncentrácie menšie ako 15 % z plného rozsahu. V tomto prípade majú byť urobené dodatočné kalibrácie s cieľom zaistiť presnosť kalibračných kriviek – bod 1.5.5.2 časť 2 tejto prílohy.

Elektromagnetická kompatibilita (EMK) zariadenia musí byť na takej úrovni, aby sa minimalizovali dodatočné chyby.

1.4.1.1. Chyba merania

Celková chyba merania vrátane krížovej citlivosti na iné plyny – bod 1.9. časť 2 tejto prílohy - nesmie presiahnuť $\pm 5\%$ z odčítanej hodnoty alebo $3,5\%$ z plného rozsahu, podľa toho, čo je z nich menšie. Pri koncentráciách nižších ako 100 ppm nesmie chyba merania prekročiť ± 4 ppm.

1.4.1.2. Opakovateľnosť

Opakovateľnosť definovaná ako 2,5-násobok štandardnej odchýlky 10 opakovaných odoziev na daný kalibračný alebo rozsahový plyn nesmie byť väčšia ako $\pm 1\%$ z koncentrácie plného rozsahu pre každý interval použitý nad 155 ppm (alebo ppm C) alebo $\pm 2\%$ z každého intervalu použitého pod 155 ppm (alebo ppm C).

1.4.1.3. Poruchy

Medzišpičková odozva analyzátora na nulové a kalibračné alebo rozsahové plyny v každej 10-sekundovej dobe nesmie prekročiť 2% z plného rozsahu na všetkých použitých intervaloch.

1.4.1.4. Kolísanie nuly

Kolísanie nuly počas jednohodinovej doby musí byť menšie ako 2% z plného rozsahu na najnižšom použitom intervale. Nulová odozva je definovaná ako stredná odozva vrátane porúch na rozsahový plyn počas 30-sekundového časového intervalu.

1.4.1.5. Kolísanie meracieho rozsahu

Kolísanie meracieho rozsahu počas jednohodinovej doby musí byť menšie ako 2% z plného rozsahu na najnižšom použitom intervale. Merací rozsah je definovaný ako rozdiel medzi rozsahovou odozvou a nulovou odozvou. Rozsahová odozva je definovaná ako stredná odozva vrátane porúch na rozsahový plyn počas 30-sekundového časového intervalu.

1.4.2. Sušenie plynu

Voliteľné sušiacie zariadenie plynu musí mať minimálny vplyv na koncentráciu meraných plynov. Chemické sušičky nie sú prijateľnou metódou odstraňovania vody zo vzorky.

1.4.3. Analyzátory

Body 1.4.3.1 až 1.4.3.5 tejto časti uvádzajú princípy merania, ktoré sa majú použiť. Podrobný opis meracích systémov je uvedený v prílohe č. 6.

Merané plyny sa musia analyzovať nasledujúcimi prístrojmi. Pri nelineárnych analyzátoroch je dovolené použitie linearizačných obvodov.

1.4.3.1. Analýza oxidu uhoľnatého (CO)

Analýzátor oxidu uhoľnatého musí byť nedisperzného infračerveného (NDIR) absorpčného typu.

1.4.3.2. Analýza oxidu uhličitého (CO₂)

Analýzátor oxidu uhličitého musí byť nedisperzného infračerveného (NDIR) absorpčného typu.

1.4.3.3. Analýza uhlíkovodíkov (HC)

Analýzátorom uhlíkovodíkov musí byť vyhrievaný plameňovo-ionizačný detektor (HFID) s detektorom, potrubím, atď., vyhrievaným tak, aby sa udržiavala teplota plynu 463 K (190°C) ± 10 K.

1.4.3.4. Analýza oxidov dusíka (NO_x)

Analýzátorom oxidov dusíka musí byť chemiluminiscenčný detektor (CLD) alebo vyhrievaný chemiluminiscenčný detektor (HCLD) s NO₂/NO prevodníkom, ak sa meria na suchej báze. Ak sa meria na mokrej báze, musí sa použiť HCLD s prevodníkom udržiavaným nad 333 K (60 °C) za predpokladu, že je splnená kontrola zhášania vo vode (časť 2 bod 1.9.2.2. tejto prílohy).

1.4.4. *Odber vzoriek pri plynných emisiách*

Vzorkovacie sondy plynných emisií sa musia inštalovať vo vzdialenosti aspoň 0,5 m alebo 3-násobku priemeru výfukového potrubia – podľa toho, čo je z nich väčšie – proti prúdu od vyústenia systému výfukových plynov čo najďalej a dostatočne blízko k motoru, aby bola zaistená teplota výfukových plynov aspoň 343 K (70 °C) na sonde.

V prípade viacvalcového motora s vetveným zberacím potrubím výfukových plynov musí byť vstup sondy umiestnený dostatočne ďaleko v smere toku tak, aby vzorka reprezentovala priemerné emisie výfukových plynov zo všetkých valcov. Vo viacvalcových motoroch s rôznymi skupinami zberných potrubí, ako je usporiadanie motora v tvare „V“, je dovolené získať vzorku z každej skupiny jednotlivo a vypočítať priemernú emisiu výfukových plynov. Môžu sa použiť iné metódy, pri ktorých sa preukázalo, že sú vo vzájomnom vzťahu s uvedenými metódami. Na výpočet emisie výfukových plynov sa musí použiť celkový hmotnostný prietok výfukových plynov motora.

Ak je zloženie výfukových plynov ovplyvnené akýmkoľvek systémom na dodatočnú úpravu výfukových plynov, vzorka výfukových plynov musí byť osadená za týmto zariadením pri skúškach v rámci etapy II. Keď sa na určenie častíc použije plnoprietokový zriedňovací systém, môžu sa plynné emisie určiť v zriedených výfukových plynoch. Vzorkovacie sondy musia byť blízko vzorkovacej sondy častíc v zriedňovacom tuneli (bod 1.2.1.2 DT a bod 1.2.2 PSP prílohy č. 6). CO a CO₂ možno určiť dobrovoľne odberom vzoriek do vreca a následným meraním koncentrácie vo vzorkovacom vreci.

1.5. *Určenie častíc*

Určenie častíc vyžaduje zriedňovací systém. Zriadenie sa môže vykonať zriedňovacím systémom s čiastočným prietokom alebo systémom s plným prietokom. Prietoková kapacita zriedňovacieho systému musí byť dostatočne veľká na to, aby úplne eliminovala vodnú kondenzáciu v zriedňovacom systéme a systéme na odber vzoriek a udržiavala teplotu zriedených výfukových plynov na alebo pod 325 K (52 °C) bezprostredne proti toku od filtrových držiakov. Ak je vlhkosť vzduchu vysoká, je dovolené odvlhčovanie zriedňovacieho vzduchu pred vstupom do zriedňovacieho systému. Ak je teplota prostredia nižšia ako 293 K (20 °C), odporúča sa predohrev zriedňovacieho vzduchu nad teplotný limit 303 K (30 °C). Teplota zriedňovacieho vzduchu však pred zavedením výfukových plynov do zriedňovacieho tunela nesmie prekročiť 325 K (52 °C).

Pri systéme s čiastočným prietokom sa sonda na odber vzoriek častíc musí inštalovať blízko a proti prúdu od plynnej sondy podľa bodu 1.4.4 a v súlade s prílohou č. 6 bodom 1.2.1.1. (obrázky 4 až 12 EP a SP).

Zriedňovací systém s čiastočným prietokom musí byť navrhnutý tak, aby rozdelil prúd výfukových plynov na dve časti, z ktorých menšia je riedená vzduchom a následne použitá na meranie častíc. Preto je nevyhnutné, aby bol zriedňovací pomer určený veľmi presne. Možno použiť rôzne metódy rozdelenia, od ktorých závisí použitie technických prostriedkov a postupov na odber vzoriek (príloha č. 6 bod 1.2.1.1.).

Na určenie hmotnosti častíc sa vyžaduje systém na odber vzoriek častíc, filtre na odber vzoriek častíc, mikrofotografická bilancia a váhová komora s regulovanou teplotou a vlhkosťou.

Pri odbere vzoriek častíc možno použiť dve metódy:

- *jednofiltrová metóda* využíva jeden pár filtrov (bod 1.5.1.3. tejto časti) pre všetky režimy skúšobného cyklu; počas vzorkovacej etapy skúšky sa musí značná pozornosť venovať časom vzorkovania a prietokom; pre testovací cyklus sa vyžaduje jeden pár filtrov,
- *viacfiltrová metóda* vyžaduje pre každý jednotlivý režim skúšobného cyklu jeden pár filtrov (bod 1.5.1.3 tejto časti); táto metóda umožňuje miernejšie postupy odberu vzoriek, ale používa sa viac filtrov.

1.5.1. *Filtre na vzorkovanie častíc*

1.5.1.1. *Určenie filtrov*

Pre kalibračné skúšanie sa vyžadujú sklovláknité filtre potiahnuté fluórouhlíkom alebo membránové filtre na báze fluórouhlíka. Pri zvláštnych zariadeniach sa môžu použiť rôzne filtračné materiály. Všetky typy filtrov musia mať zberáciu účinnosť 0,3 µm DOP (dioktylfthalát) aspoň 95 % pri čelnej rýchlosti plynu 35 až 80 cm/s. Pri vykonávaní korelačných skúšok medzi laboratóriami alebo medzi výrobcom a schvaľovacím orgánom sa musia použiť filtre rovnakej kvality.

1.5.1.2. *Veľkosť filtrov*

Filtre častíc musia mať minimálny priemer 47 mm (priemer sfarbenia 37 mm). Prijateľné sú filtre s väčším priemerom (bod 1.5.1.5.).

1.5.1.3. *Hlavný a záložný filter*

Počas skúšobného postupu zo zriedených výfukových plynov sa odber vzoriek vykonáva párom filtrov umiestnených v sérii (jeden základný a jeden záložný filter). Záložný filter je umiestnený najviac 100 mm po prúde za hlavným

filtrum a nesmie sa ho dotýkať. Filtry sa môžu vážiť samostatne alebo ako pár s filtrami umiestnenými stranou sfarbenia k strane sfarbenia.

1.5.1.4. Čelná rýchlosť filtra

Čelná rýchlosť plynu cez filter musí byť 35 až 80 cm.s⁻¹. Nárast tlakovej straty medzi začiatkom a koncom skúšky nesmie byť väčší ako 25 kPa.

1.5.1.5. Zaťaženie filtrov

Pri jednofiltrovej metóde je odporúčané minimálne zaťaženie filtra 0,5 mg/1 075 mm² plochy sfarbenia. Pre najbežnejšiu veľkosť filtra sú hodnoty nasledujúce:

Priemer filtra (mm)	Odporúčaný priemer sfarbenia (mm)	Odporúčané minimálne zaťaženie (mg)
47	37	0,5
70	60	1,3
90	80	2,3
110	100	3,6

Pri viacfiltrovej metóde je odporúčané minimálne zaťaženie filtra pre súčet všetkých filtrov súčinom príslušnej hodnoty vyššie a druhej odmocniny celkového počtu režimov.

1.5.2 Technické podmienky, týkajúce sa váhovej komory a analytickej bilancie

1.5.2.1. Technické podmienky váhovej komory

Teplota komory alebo miestnosti, v ktorej sa pripravujú a vážia filtre častíc, sa musí udržiavať v rámci 295 K (22 °C) ± 3 K počas úpravy a váženia všetkých filtrov. Vlhkosť sa musí udržiavať na rosnom bode 282,5 (9,5 °C) ± 3 K a relatívna vlhkosť 45 ± 8 %.

1.5.2.2. Váženie referenčných filtrov

Prostredie komory alebo miestnosti musí byť bez akýchkoľvek okolitých nečistôt, ktoré by sa usadzovali na filtroch častíc počas ich stabilizácie. Porušenia technických podmienok týkajúcich sa miestnosti na váženie podľa bodu 1.5.2.1. sú dovolené, ak trvanie porušenia nepresahuje 30 minút. Miestnosť na váženie by mala spĺňať požadované technické podmienky pred vstupom pracovníkov do nej. Do štyroch hodín, najlepšie v rovnakom čase ako váženie vzorkovacieho filtra (dvojice), sa musia odvážiť aspoň dva nepoužívané referenčné filtre alebo dvojice referenčných filtrov.

Ak sa priemerná hmotnosť referenčných filtrov (dvojíc referenčných filtrov) mení medzi vážením vzorkovacích filtrov o viac ako ± 5 % (± 7,5 % u dvojice filtrov) z odporúčaného minimálneho zaťaženia filtrov (bod 1.5.1.5.), musia sa všetky vzorkovacie filtre vyradiť a skúška emisií opakovať.

Ak nie je splnené kritérium stability miestnosti na váženie uvedené v bode 1.5.2.1., ale váženie referenčných filtrov (dvojíc) spĺňa toto kritérium, môže výrobca motora akceptovať hmotnosti vzorkovacích filtrov alebo vyhlásiť skúšky za neplatné, upraviť kontrolný systém miestnosti na váženie a opätovne vykonať skúšky.

1.5.2.3. Analytická bilancia

Analytická bilancia použitá na určenie hmotností všetkých filtrov musí mať presnosť (smerodajnú odchýlku) 20 µg a rozlíšenie 10 µg (1 číslica = 10 µg). Pri filtroch s priemerom menším ako 70 mm musí byť presnosť 2 µg a rozlíšenie 1 µg.

1.5.2.4. Odstránenie účinkov statickej elektriny

V záujme odstránenia účinkov statickej elektriny musia byť filtre pred vážením neutralizované, napríklad polóniovým neutralizátorom alebo zariadením s podobným účinkom.

1.5.3. Dodatočné technické podmienky na meranie častíc

Všetky diely zriedovacieho systému a systému na odber vzoriek z výfukového potrubia až po držiak filtra, ktoré sú v kontakte so surovými a zriedenými výfukovými plynmi, sa musia navrhnuť tak, aby minimalizovali usadzovanie alebo zmenu častíc. Všetky diely musia byť vyrobené z elektricky vodivých materiálov, ktoré nereagujú so zložkami výfukových plynov, a musia byť elektricky uzemnené z dôvodu prevencie elektrostatických účinkov.

Časť 2

1. KALIBRÁCIA ANALYTICKÝCH PRÍSTROJOV

1.1. Úvod

Analyzátor sa kalibruje tak často, ako je to potrebné na splnenie podmienok presnosti ustanovených týmto nariadením. Kalibračná metóda, ktorá sa musí použiť, je opísaná v tomto odseku pre analyzátory uvedené v časti 1 bode 1.4.3.

1.2. Kalibračné plyny

Je potrebné rešpektovať skladovateľnosť všetkých kalibračných plynov a zaznamenať dobu použiteľnosti kalibračných plynov určenú výrobcom.

1.2.1. Čisté plyny

Požadovaná čistota kalibračných plynov je definovaná kontaminačnými limitmi uvedenými ďalej. Pre prevádzku musia byť k dispozícii tieto plyny:

- čistený dusík
(kontaminácia ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
- čistený kyslík
(čistota $> 99,5$ obj. % O₂)
- zmes vodík-hélium
(40 ± 2 % vodík, bilančné hélium)
(kontaminácia ≤ 1 ppm C, ≤ 400 ppm CO₂)
- čistený syntetický vzduch
(kontaminácia ≤ 1 ppm C, ≤ 1 ppm CO, ≤ 400 ppm CO₂, $\leq 0,1$ ppm NO)
(obsah kyslíka 18-21 obj. %).

1.2.2. Kalibračné a rozsahové (segmentovacie) plyny

K dispozícii musí byť zmes plynov, ktoré majú chemické zloženie

- C₃H₈ a čistený syntetický vzduch (bod 1.2.1)
- CO a čistený dusík
- NO a čistený dusík (množstvo NO₂ obsiahnutého v kalibračnom plyne nesmie prekročiť 5 % obsahu NO)
- O₂ a čistený dusík
- CO₂ a čistený dusík
- CH₄ a čistený syntetický vzduch
- C₂H₆ a čistený syntetický vzduch

Iné kombinácie plynov sú dovoľené za predpokladu, že tieto plyny vzájomne nereagujú.

Skutočná koncentrácia kalibračného a rozsahového plynu musí byť v tolerancii ± 2 % z nominálnej hodnoty. Všetky koncentrácie kalibračného plynu sa udávajú na objemovej báze (objemové percento alebo objemové ppm).

Plyny použité na kalibráciu a merací rozsah sa môžu získať aj pomocou deliča plynov, zriedenia čisteným N₂ alebo čisteným syntetickým vzduchom. Presnosť zariadenia na výrobu zmesi musí byť taká, aby sa mohla koncentrácia zriedených kalibračných plynov určiť v tolerancii ± 2 %.

1.3. Prevádzkový postup analyzátorov a systému na odber vzoriek

Prevádzkový postup analyzátorov sa riadi spúšťacími a prevádzkovými pokynmi výrobcu prístroja. Musia byť začlenené minimálne požiadavky uvedené v bodoch 1.4. až 1.9.

1.4. Skúška netesnosti

Vykoná sa skúška netesnosti systému. Sonda musí byť odpojená od výfukového systému a koniec zazátkovaný a musí byť zapnuté čerpadlo analyzátoru. Po počiatočnej dobe ustálenia by mali všetky prietokomery ukazovať nulu. Inak je nutné skontrolovať potrubia na odber vzoriek a korigovať chybu. Maximálna dovoľená netesnosť na vákuovej strane je 0,5 % používaného prietoku pre kontrolovanú časť systému. Na odhad používaných prietokov sa môžu použiť prietoky analyzátoru a obtoku.

Ďalšou metódou je zavedenie krokovej zmeny koncentrácie na začiatku potrubia na odber vzoriek prepnutím z nulového na rozsahový plyn.

Ak po primeranej dobe ukazuje odčítaný údaj nižšiu koncentráciu v porovnaní so zavedenou koncentráciou, poukazuje to na problémy kalibrácie alebo netesnosti.

1.5. Kalibračný postup

1.5.1. Zostava prístroja

Zostava prístroja sa musí kalibrovat' a kalibračné krivky overiť pri štandardných plynch. Je možné použiť rovnaké prietokové pomery plynov ako pri odbere vzoriek výfukových plynov.

1.5.2. Čas zahrievania

Čas zahrievania by mal byť v súlade s odporúčaniami výrobcu. Ak nie je určený, odporúčajú sa na zahrievanie analyzátorov minimálne dve hodiny.

1.5.3. Analyzátor NDIR a HFID

Analyzátor NDIR sa vyladí a plameň spaľovania analyzátora HFID sa optimalizuje (bod 1.8.1.) podľa potreby.

1.5.4. Kalibrácia

Každý normálne používaný prevádzkový rozsah sa musí kalibrovat'.

Použitím čisteného syntetického vzduchu (alebo dusíka) sa musia analyzátory CO, CO₂, NO_x, HC a O₂ nastaviť na nulu.

Príslušné kalibračné plyny sa zavedú do analyzátorov, hodnoty sa zaznamenajú a kalibračná krivka sa zostrojí podľa časti 1.5.5.

Nulové nastavenie sa musí znovu skontrolovať a kalibračný postup sa v prípade potreby zopakuje.

1.5.5. Zostrojenie kalibračnej krivky

1.5.5.1. Všeobecné pokyny

Kalibračná krivka analyzátora je vytvorená aspoň piatimi kalibračnými bodmi (bez nuly), ktoré sú čo najrovnomernejšie rozložené. Najvyššia nominálna koncentrácia musí byť rovná alebo vyššia ako 90 % plného rozsahu.

Kalibračná krivka sa vypočíta metódou najmenších štvorcov. Ak je výsledný polynómny stupeň väčší ako 3, počet kalibračných bodov (vrátane nuly) musí byť rovný tomuto polynómnemu stupňu plus 2.

Kalibračná krivka sa nesmie líšiť o viac ako ± 2 % od nominálnej hodnoty každého kalibračného bodu a viac ako ± 1 % plného rozsahu v nule.

Z kalibračnej krivky a kalibračných bodov je možné overiť, či bola kalibrácia vykonaná správne. Musia byť uvedené rôzne charakteristické parametre analyzátora, najmä

- merací rozsah,
- citlivosť,
- dátum vykonania kalibrácie.

1.5.5.2. Kalibrácia pod 15 % plného rozsahu

Kalibračná krivka analyzátora je zostrojená aspoň z 10 kalibračných bodov (bez nuly) rozložených tak, aby 50 % kalibračných bodov bolo pod 10 % plného rozsahu.

Kalibračná krivka sa vypočíta metódou najmenších štvorcov a nesmie sa líšiť o viac ako ± 4 % od nominálnej hodnoty každého kalibračného bodu a viac ako ± 1 % plného rozsahu v nule.

1.5.5.3. Alternatívne metódy

Ak je možné preukázať, že alternatívna technológia (napr. počítač, elektronicky riadený rozsahový prepínač a pod.) môže poskytnúť ekvivalentnú presnosť, môžu sa použiť tieto alternatívy.

1.6. Overenie kalibrácie

Každý normálne používaný prevádzkový rozsah sa musí pred každou analýzou overiť v súlade s nasledujúcim postupom.

Kalibrácia sa overuje pomocou nulového plynu a rozsahového plynu, ktorých nominálna hodnota je viac ako 80 % plnej stupnice meracieho rozsahu.

Ak sa pri dvoch posudzovaných bodoch zistená hodnota nelíši o viac ako ± 4 % plného rozsahu od udávanej referenčnej hodnoty, je možné nastavovacie parametre upraviť. V opačnom prípade sa musí v súlade s bodom 1.5.4. zostrojiť nová kalibračná krivka.

1.7. Skúška účinnosti prevodníka NO_x

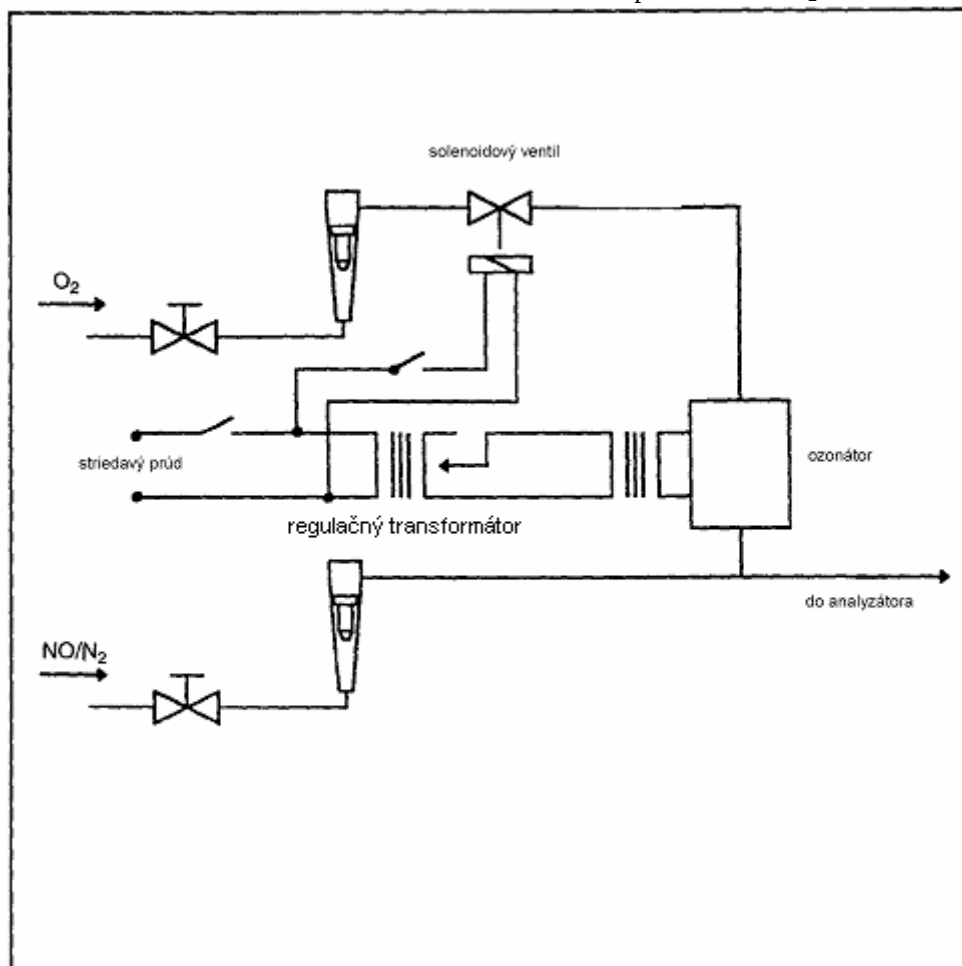
Účinnosť prevodníka použitého na zmenu NO₂ na NO je odskúšaná podľa ustanovení bodov 1.7.1. až 1.7.8. (obrázok 1).

1.7.1. *Príprava skúšky*

Účinnosť prevodníkov sa môže skúšať použitím skúšky znázornenej na obrázku 1 a ďalej uvedeného postupu pomocou ozonátora.

Obrázok 1

Schéma zariadenia na skúšanie účinnosti prevodníka NO₂

1.7.2. *Kalibrácia*

CLD a HCLF sa kalibrujú v najpoužívanejšom prevádzkovom rozsahu podľa technických podmienok výrobcu pomocou nulového a rozsahového plynu, ktorého obsah NO sa musí rovnať 80 % prevádzkového rozsahu a koncentrácia NO₂ plynnej zmesi menej ako 5 % koncentrácie NO. Analyzátor NO_x musí byť v režime NO, aby rozsahový plyn neprechádzal cez prevodník. Použitá koncentrácia sa musí zaznamenať.

1.7.3. *Výpočet*

Účinnosť prevodníka NO_x sa vypočíta takto:

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

- (a) koncentrácia NO_x podľa bodu 1.7.6.;
- (b) koncentrácia NO_x podľa bodu 1.7.7.;
- (c) koncentrácia NO podľa bodu 1.7.4.;
- (d) koncentrácia NO podľa bodu 1.7.5.

1.7.4. *Pridanie kyslíka*

Cez tvarovku T sa priebežne pridáva do prúdu plynu kyslík alebo nulový vzduch, kým udávaná koncentrácia nie je o 20 % menšia ako udávaná kalibračná koncentrácia uvedená v bode 1.7.2. (Analyzátor je v režime NO.)

Udávaná koncentrácia (c) sa musí zaznamenať. Ozonátor je počas procesu deaktivovaný.

1.7.5. *Aktivácia ozonátora*

Ozonátor je aktivovaný, aby vyrábala dostatok ozónu na zníženie koncentrácie NO na 20 % (minimálne 10 %) kalibračnej koncentrácie uvedenej v bode 1.7.2. Udávaná koncentrácia (b) sa musí zaznamenať. (Analyzátor je v režime NO.)

1.7.6. *Režim NO_x*

Analyzátor NO sa prepne do režimu NO_x tak, aby zmes plynov (pozostávajúca z NO, NO₂, O₂ a N₂) prechádzala cez prevodník. Udávaná koncentrácia (a) sa musí zaznamenať. (Analyzátor je v režime NO_x.)

1.7.7. *Deaktivácia ozonátora*

Ozonátor je deaktivovaný. Zmes plynov opísaná v bode 1.7.6. prechádza cez prevodník do detektora. Udávaná koncentrácia (b) sa musí zaznamenať. (Analyzátor je v režime NO_x.)

1.7.8. *Režim NO*

Pri prepnutí na režim NO s deaktivovaným ozonátorom je odstavený aj prúd kyslíka alebo syntetického vzduchu. Odčítaný údaj NO_x analyzátora sa nesmie odchyľovať o viac ako ± 5 % od hodnoty nameranej podľa bodu 1.7.2. (Analyzátor je v režime NO.)

1.7.9. *Skúšobný interval*

Účinnosť prevodníka sa musí odskúšať pred každou kalibráciou analyzátora NO_x.

1.7.10. *Požiadavka účinnosti*

Účinnosť prevodníka nesmie byť menšia ako 90 %, ale odporúča sa účinnosť 95 %.

Ak u analyzátora v najbežnejšom rozsahu nemôže ozonátor poskytnúť zníženie z 80 % na 20 % podľa bodu 1.7.5., musí sa použiť najvyšší rozsah, ktorý poskytne toto zníženie.

1.8. *Nastavenie FID*1.8.1. *Optimalizácia odozvy detektora*

HFID musí byť nastavený tak, ako to určuje výrobca prístroja. Na optimalizáciu odozvy na najbežnejšom prevádzkovom rozsahu by sa mal použiť propán vo vzdušnom rozsahovom plyne.

Pri prietokoch paliva a vzduchu nastavených na odporúčania výrobcu sa musí do analyzátora zaviesť rozsahový plyn 350 $\pm$ 75 ppm C. Odozva v danom prietoku paliva sa určuje z rozdielu medzi odozvou rozsahového plynu a odozvou nulového plynu. Prietok paliva sa prírastkovo nastaví nad a pod špecifikáciu výrobcu. Rozsahová a nulová odozva pri týchto prietokoch paliva sa musí zaznamenať. Rozdiel medzi rozsahovou a nulovou odozvou sa musí graficky znázorniť a prietok paliva upraviť podľa bohatej strany krivky.

1.8.2. *Faktory odozvy uhl'ovodíkov*

Analyzátor sa kalibruje pomocou propánu vo vzduchu a v čistenom syntetickom vzduchu podľa bodu 1.5.

Faktory odozvy sa určujú pri uvedení analyzátora do prevádzky a po veľkých prevádzkových intervaloch. Faktor odozvy (R_f) pre príslušný druh uhl'ovodíka je pomer odčítaného údaj C1 na FID ku koncentrácii plynu vo valci vyjadrený ppm C1.

Koncentrácia skúšobného plynu musí byť na takej úrovni, aby poskytovala odozvu približne 80 % z plného rozsahu. Koncentrácia musí byť známa s presnosťou ± 2 % vo vzťahu ku gravimetrickej (vážkovej) norme vyjadrenej v objeme. Plynový valec musí byť predbežne upravovaný 24 hodín pri teplote 298 K (25 °C) $\pm$ 5 K.

Používané skúšobné plyny a odporúčané rozsahy faktora odozvy sú tieto:

– metán a čistený syntetický vzduch: $1,00 \leq R_f \leq 1,15$

– propylén a čistený syntetický vzduch: $0,90 \leq R_f \leq 1,1$

– toluén a čistený syntetický vzduch: $0,90 \leq R_f \leq 1,10$.

Tieto hodnoty sa vzťahujú na faktor odozvy (R_f) 1,00 pre propán a čistený syntetický vzduch.

1.8.3. *Kontrola interferencie kyslíka*

Kontrola interferencie kyslíka sa vykoná pri uvedení analyzátora do prevádzky a po veľkých prevádzkových intervaloch.

Faktor odozvy sa definuje a určí podľa bodu 1.8.2. Použitý skúšobný plyn a odporúčaný rozsah faktora odozvy sú tieto:

– propán a dusík: $0,95 \leq R_f \leq 1,05$.

Táto hodnota sa vzťahuje na faktor odozvy (R_f) 1,00 pre propán a čistený syntetický vzduch.

Koncentrácia kyslíka vo vzduchu horáka FID musí byť v tolerancii ± 1 mólové % koncentrácie kyslíka vo vzduchu horáka pri poslednej kontrole interferencie kyslíka. Ak je rozdiel väčší, musí sa skontrolovať interferencia kyslíkom a analyzátor sa nastaví podľa potreby.

1.9. Interferenčné účinky u analyzátorov NDIR a CLD

Iné ako analyzované plyny prítomné vo výfukových plynch môžu ovplyvňovať odčítanie na prístroji niekoľkými spôsobmi. Pozitívna interferencia vzniká v prístrojoch NDIR, kde interferenčný plyn má rovnaký účinok ako meraný plyn, ale v menšej miere. Negatívna interferencia vzniká v prístrojoch NDIR interferenciou plynu rozširujúceho absorpčné pásmo meraného plynu a v prístrojoch CLD interferenciou plynu pohlcujúceho žiarenie. Interferenčné kontroly v bodoch 1.9.1. a 1.9.2. sa musia vykonať pred počiatočným použitím analyzátoru a po veľkých prevádzkových intervaloch.

1.9.1. Interferenčná kontrola analyzátoru CO

Voda a CO₂ môžu ovplyvňovať výkon analyzátoru CO. Cez vodu sa preto musí prebublať pri izbovej teplote rozsahový plyn CO s koncentráciou 80 až 100 % plného rozsahu maximálneho prevádzkového rozsahu použitého počas skúšania a odozva analyzátoru sa musí zaznamenať. Odozva analyzátoru nesmie byť viac ako 1 % z plného rozsahu pri rozsahoch rovných alebo väčších ako 300 ppm alebo viac ako 3 ppm pri rozsahoch menších ako 300 ppm.

1.9.2. Kontroly zhášania analyzátoru NO_x

Dva plyny, ktoré sa používajú pri analyzátoroch CLD (a HCLD), sú CO₂ a vodná para. Zhášacie odozvy týchto plynov sú úmerné ich koncentrácii, a preto sú potrebné skúšobné metódy na určenie zhášania pri najvyšších očakávaných koncentráciách, ktoré sú zaregistrované počas skúšania.

1.9.2.1. Kontrola zhášania CO₂

Rozsahový plyn CO₂ s koncentráciou 80 % až 100 % z plného rozsahu maximálneho prevádzkového rozsahu musí prejsť cez analyzátor NDIR a hodnota CO₂ sa musí zaznamenať ako A. Potom sa zriedi na približne 50 % rozsahovým plynom NO a musí prejsť cez NDIR a (H)CLD, pričom hodnoty CO₂ a NO sú zaznamenané ako B, resp. C. Prívod CO₂ sa musí uzavrieť, cez (H)CLD prechádza iba rozsahový plyn NO a hodnota NO je zaznamenaná ako D.

Zhášanie nesmie byť väčšie ako 3 % z plného rozsahu a vypočíta sa takto:

$$\% \text{ CO}_2 \text{ zhášanie} = \left[1 - \left(\frac{(C \times A)}{(D \times A) - (D \times B)} \right) \right] \times 100$$

A je nezriedená koncentrácia CO₂ meraná NDIR %

B je zriedená koncentrácia CO₂ meraná NDIR %

C je zriedená koncentrácia NO meraná CLD ppm

D je nezriedená koncentrácia NO meraná CLD ppm.

1.9.2.2. Kontrola krížovej citlivosti vodnej pary

Táto kontrola sa vzťahuje iba na merania mokrej koncentrácie plynu. Výpočet krížovej citlivosti vodnej pary má zohľadňovať riedenie ciachovacieho plynu NO vodnou parou a nastavenie koncentrácie vodnej pary zmesi na koncentráciu očakávanú počas testovania. Ciachovací plyn NO s koncentráciou 80 až 100 % plného rozsahu stupnice normálneho prevádzkového rozsahu má prejsť cez (H)CLD a hodnota NO sa zaznamená ako D. Plyn NO má prebublať cez vodu pri teplote miestnosti, prejsť cez (H)CLD a zaznamenať sa hodnota NO ako C. Určí sa teplota vody a zaznamená sa ako F. Tlak nasýtených pár zmesi sa určí a zaznamená ako G, pričom zodpovedá teplote vody tzv. prebublávača (F). Koncentrácia vodnej pary zmesi (v %) sa zaznamená ako H a vypočíta sa takto:

$$H = 100 \times \left(\frac{G}{P_B} \right)$$

Očakávaná koncentrácia riedeného ciachovacieho plynu NO (vo vodnej pare) sa zaznamená ako De a vypočíta sa takto:

$$De = D \times \left(1 - \frac{H}{100}\right)$$

Pri výfukových plynoch z dieselového motora sa maximálna koncentrácia vodnej pary výfukových plynov (v %) očakávaná počas skúšania za predpokladu atómového pomeru H/C paliva 1,8 ku 1 z nezriedenej koncentrácie ciachovacieho plynu CO₂ (A, ako je meraná v bode 1.9.2.1.) zaznamená ako Hm a vypočíta sa takto:

$$Hm = 0,9 \times A$$

Križová citlivosť vodnej pary nesmie byť väčšia než 3 % plného rozsahu stupnice a vypočíta sa takto:

$$\% \text{ križová citlivosť } H_2O = 100 \times \left(\frac{De - C}{De}\right) \times \left(\frac{Hm}{H}\right)$$

De je očakávaná zriedená koncentrácia NO (ppm)

C je zriedená koncentrácia NO (ppm)

Hm je maximálna koncentrácia vodnej pary (%)

H je skutočná koncentrácia vodnej pary (%).

Dôležité je, aby ciachovací plyn NO obsahoval minimálnu koncentráciu NO₂ pre túto kontrolu, pretože absorpcia NO₂ vo vode sa vo výpočte križovej citlivosti nebrala do úvahy.

- 1.10. Kalibračné intervaly
Analyzátory sa kalibrujú podľa bodu 1.5. aspoň každé tri mesiace alebo pri vykonaní každej opravy alebo zmeny systému, ktorá by mohla ovplyvniť kalibráciu.
2. KALIBRÁCIA MERACIEHO SYSTÉMU ČASTÍC
 - 2.1. Úvod
Každá zložka sa kalibruje tak často, ako je to potrebné v záujme splnenia požiadaviek presnosti tohto nariadenia. Kalibračná metóda, ktorá sa používa pre zložky, je uvedená v prílohe č. 4 časti 1 bode 1.5. a v prílohe č. 6.
 - 2.2. Meranie prietoku
Kalibrácia plynových prietokomerov alebo prístrojov na meranie prietoku musí byť odvoditeľná od národných, medzinárodných noriem alebo od národných a medzinárodných noriem.
Maximálna chyba meranej hodnoty musí byť v tolerancii ± 2 % odčítaného údajja.
Ak je prietok plynu určený diferenciálnym meraním, maximálna chyba rozdielu musí byť taká, aby bola presnosť G v tolerancii ± 4 % (príloha č. 6, bod 1.2.1.1. EGA). Môže sa vypočítať zistením efektívnej hodnoty chýb každého prístroja.
 - 2.3. Kontrola zried'ovacieho pomeru
Pri použití vzorkovacích systémov častíc bez EGA (príloha č. 6, bod 1.2.1.1.) sa musí vypočítať zried'ovací pomer pri každej inštalácii nového motora pri bežiacom motore a s použitím meraní koncentrácie CO₂ alebo NO_x v neupravených alebo zriedených výfukových plynoch.
Nameraný zried'ovací pomer musí byť v tolerancii ± 10 % vypočítaného zried'ovacieho pomeru z merania koncentrácie CO₂ alebo NO_x.
 - 2.4. Kontrola podmienok čiastočného prietoku
Rozsah rýchlosti výfukových plynov a kolísania tlaku sa kontroluje a nastavuje podľa prílohy č. 6 bodu 1.2.1.1.
 - 2.5. Kalibračné intervaly
Prístroje na meranie prietoku sa kalibrujú aspoň každé tri mesiace alebo pri vykonaní každej zmeny systému, ktorá by mohla ovplyvniť kalibráciu.

Časť 3

1. VYHODNOTENIE ÚDAJOV A VÝPOČTY

1.1. Vyhodnotenie údajov o plynných emisiách

Vyhodnotenie plynných emisií sa vykoná tak, že sa z tabuľky odčítajú hodnoty za posledných 60 sekúnd každého režimu a urobí sa priemer. Ak sa použije metóda uhlíkovej rovnováhy, počas každého režimu sa musia stanoviť z priemerných tabuľkových odčítaných údajov a zodpovedajúcich kalibračných údajov priemerné koncentrácie (conc) HC, CO, NO_x a CO₂. Iný druh zaznamenávania sa môže použiť, ak zaisťuje ekvivalentný zber údajov.

Priemerné východiskové koncentrácie (conc_d) sa môžu stanoviť z odčítaných údajov zried'ovacieho vzduchu vo vreci alebo z priebežného (nevrecového) odčítavania pozadia a zodpovedajúcich kalibračných údajov.

1.2. Emisie častíc

Na vyhodnotenie častíc sa pre každý režim zaznamenávajú celkové hmotnosti (M_{SAM,i}) alebo objemy (V_{SAM,i}) vzoriek cez filtre.

Filtre sa musia vrátiť do miestnosti na váženie a upravovať minimálne 1 hodinu, ale nie viac ako 80 hodín, a následne vážiť. Zaznamená sa celková hmotnosť filtrov a odčíta váha obalu (bod 3.1. tejto prílohy). Hmotnosť častíc (M_f pri jednofiltrovej metóde; M_{f,i} pri viacfiltrovej metóde) je súčet hmotností častíc zachytených na primárnom a záložnom filtri.

Ak sa má uplatniť korekcia pozadia, musí sa zaznamenať hmotnosť (M_{DIL}) alebo objem (V_{DIL}) zried'ovacieho vzduchu prejdeho cez filtre a hmotnosť častíc (M_d). Ak sa urobilo viac ako jedno meranie, musí sa pre každé jednotlivé meranie vypočítať podiel M_d/M_{DIL} alebo M_d/V_{DIL} a musí sa urobiť priemer hodnôt.

1.3. Výpočet plynných emisií

Záverečné výsledky skúšok sa odvodzujú nasledujúcim postupom:

1.3.1. Určenie prietoku výfukových plynov

Pomer prietoku výfukových plynov (G_{EXHW}, V_{EXHW} alebo V_{EXHD}) sa určuje pre každý režim podľa bodov 1.2.1. až 1.2.3. v časti 1.

Pri použití plnoprietokového zried'ovacieho systému sa celkový prietok výfukových plynov (G_{TOTW}, V_{TOTW}) určuje pre každý režim podľa bodu 1.2.4. v časti 1.

1.3.2. Suchá/mokrú korekcia

Pri použití G_{EXHW}, V_{EXHW}, G_{TOTW} alebo V_{TOTW} sa nameraná koncentrácia prepočíta na mokrá bázu podľa týchto vzorcov, ak už nie je nameraná na mokrej báze,

$$\text{conc (mokrý)} = k_w \times \text{conc (suchý)}$$

Pre neupravený výfukový plyn

$$k_{w,r,1} = \left(1 - F_{FH} \times \frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}} \right) - k_{w2}$$

alebo

$$k_{w,r,2} = \left(\frac{1}{1 + 1,88 \times 0,005 \times (\%CO [\text{suchý}] + \%CO_2 [\text{suchý}])} \right) - k_{w2}$$

Pre zriedený výfukový plyn

$$k_{w,e,1} = \left(1 - \frac{1,88 \times CO_2 \% (\text{mokrý})}{200} \right) - k_{w1}$$

alebo

$$k_{w,e,2} = \left(\frac{1 - k_{w1}}{1 + \frac{1,88 \times \text{CO}_2 \% [\text{ suché }]}{200}} \right)$$

F_{FH} sa môže vypočítať

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

Pre zried'ovací vzduch

$$k_{w,a} = 1 - k_{w1}$$

$$k_{w1} = \frac{1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}{1000 + 1,608 \times [H_d \times (1 - 1/DF) + H_a \times (1/DF)]}$$

$$H_d = \frac{6,22 \times R_d \times p_d}{p_B - p_d \times R_d \times 10^{-2}}$$

Pre nasávaný vzduch (ak sa líši od zried'ovacieho vzduchu)

$$k_{w,a} = 1 - k_{w2}$$

$$k_{w2} = \frac{1,608 \times H_a}{1000 + (1,608 \times H_a)}$$

$$H_a = \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

H_a je absolútna vlhkosť nasávaného vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu

H_d je absolútna vlhkosť zried'ovacieho vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu

R_d je relatívna vlhkosť zried'ovacieho vzduchu v %

R_a je relatívna vlhkosť nasávaného vzduchu v %

p_d je tlak pár zried'ovacieho vzduchu v kPa

p_a je tlak pár nasávaného vzduchu v kPa

p_b je celkový barometrický tlak v kPa .

1.3.3. Korekcia vlhkosti pre NO_x

Emisia NO_x závisí od podmienok okolitého vzduchu (prostredia), preto sa koncentrácia NO_x koriguje na teplotu a vlhkosť okolitého vzduchu faktormi K_H

$$K_H = \frac{1}{1 + A \times (H_a - 10,71) + B \times (T_a - 298)}$$

A je $0,309 G_{FUEL}/G_{AIRD} - 0,0266$

B je $-0,209 G_{FUEL}/G_{AIRD} + 0,00954$

T je teplota vzduchu v K

$\frac{G_{FUEL}}{G_{AIRD}}$ = pomer paliva a vzduchu (na báze suchého vzduchu)

H_a je vlhkosť nasávaného vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu

$$H_a = \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a je relatívna vlhkosť nasávaného vzduchu v %

p_a je tlak pár nasávaného vzduchu v kPa

p_b je celkový barometrický tlak v kPa.

1.3.4. Výpočet hmotnostných prietokov emisie

Hmotnostné prietoky emisie sa pre každý model vypočítajú

a) pre neupravený výfukový plyn

$$\text{alebo:} \quad G_{\text{mass}} = u \times \text{conc} \times G_{\text{EXHW}}$$

$$\text{alebo:} \quad G_{\text{mass}} = v \times \text{conc} \times V_{\text{EXHD}}$$

$$G_{\text{mass}} = w \times \text{conc} \times V_{\text{EXHW}}$$

V prípade NO_x sa koncentrácia NO_x ($\text{NO}_x \text{ conc}$ alebo $\text{NO}_x \text{ conc}_c$) vynásobí K_{HNOX} (korekčný faktor vlhkosti NO_x uvedený v predchádzajúcej časti 1.3.3.) takto:

$$K_{\text{HNOX}} \times \text{conc} \text{ alebo } K_{\text{HNOX}} \times \text{conc}_c$$

b) pre zriedený výfukový plyn

$$\text{alebo} \quad G_{\text{mass}} = u \times \text{conc}_c \times G_{\text{TOTW}}$$

$$G_{\text{mass}} = w \times \text{conc}_c \times V_{\text{TOTW}}$$

conc_c je korigovaná východisková koncentrácia

$$\text{conc}_c = \text{conc} - \text{conc}_d \times [1 - (1/\text{DF})]$$

$$\text{DF} = 13,4 / \text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4} \text{ alebo}$$

$$\text{DF} = 13,4 / \text{concCO}_2$$

Koeficienty u – mokré, v – suché, w – mokré sa používajú podľa tabuľky

Plyn	u	v	w	conc
NO_x	0,001587	0,002053	0,002053	ppm
CO	0,000966	0,00125	0,00125	ppm
HC	0,000479	–	0,000619	ppm
CO_2	15,19	19,64	19,64	ppm

Hustota HC vychádza z priemerného pomeru uhlíka k vodíku 1 : 1,85.

1.3.5. Výpočet merných emisií

Merná emisia (g/kWh) sa vypočíta pri všetkých jednotlivých zložkách takto:

$$\text{Jednotlivý plyn} = \frac{\sum_{i=1}^n G_{\text{mass}i} \times \text{WF}_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times \text{WF}_i}$$

$$P_i = P_{m,i} + P_{\text{AE},i}$$

Váhové faktory a počet režimov (n) použitých vo výpočte sú v bode 3.6.1.

1.4. Výpočet emisie častíc

1.4.1. Korekčný faktor vlhkosti častíc

Emisia častíc vznetrového motora závisí od podmienok okolitého vzduchu, preto sa hmotnostný prietok častíc koriguje na vlhkosť okolitého vzduchu faktorom K_p

$$K_p = 1/[1 + 0,0133 \times (H_a - 10,71)]$$

H_a je vlhkosť nasávaného vzduchu v g vody na kg suchého vzduchu

$$H_a = \frac{6,22 \times R_a \times p_a}{p_B - p_a \times R_a \times 10^{-2}}$$

R_a je relatívna vlhkosť nasávaného vzduchu v %

p_a je tlak pár nasávaného vzduchu v kPa

p_B je celkový barometrický tlak v kPa.

1.4.2. Zried'ovací systém s čiastočným prietokom

Záverečné skúšobné výsledky emisie častíc sa odvodzujú takto: Keďže sa môžu použiť rôzne druhy regulácie zried'ovacej rýchlosti pri ekvivalentnom hmotnostnom prietoku zriedeného výfukového plynu G_{EDF} alebo ekvivalentnom objemovom prietoku zriedeného výfukového plynu V_{EDF} , uplatňujú sa rôzne metódy výpočtu. Všetky výpočty vychádzajú z priemerných hodnôt jednotlivých režimov (i) počas doby odberu vzoriek.

1.4.2.1. Izokinetické systémy

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

alebo

$$V_{EDFW,i} = V_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{DHWa} + (G_{EXHW,i} \times r)}{(G_{EXHW,i} \times r)}$$

alebo

$$q_i = \frac{V_{DHWa} + (V_{EXHW,i} \times r)}{(V_{EXHW,i} \times r)}$$

r zodpovedá pomeru prierezových plôch izokinetickej sondy A_p a výfukového potrubia A_T

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

1.4.2.2. Systémy s meraním koncentrácie CO_2 alebo NO_x

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

alebo

$$V_{EDFW,i} = V_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{C_{ConcE, i} - C_{ConcA, i}}{C_{ConcD, i} - C_{ConcA, i}}$$

$Conc_E$ = mokrá koncentrácia stopového plynu v neupravenom výfukovom plyne

$Conc_D$ = mokrá koncentrácia stopového plynu v zriedenom výfukovom plyne

$Conc_A$ = mokrá koncentrácia stopového plynu v zried'ovacom vzduchu.

Koncentrácie merané na suchej báze sa musia prepočítat' na mokrú bázu podľa časti 1.3.2. tohto dodatku.

1.4.2.3. Systémy s meraním koncentrácie CO₂ a metóda rovnováhy uhlíka

$$G_{EDFW,i} = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{CO_{2D,i} - CO_{2A,i}}$$

CO_{2D} = koncentrácia CO₂ zriedeného výfukového plynu CO

CO_{2A} = koncentrácia CO₂ zriedovacieho vzduchu

(koncentrácie v objemových % na mokrej báze).

Táto rovnica vychádza z predpokladu rovnováhy uhlíka (atómy uhlíka dodávané do motora sú emitované ako CO₂) a je odvodená takto:

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i \quad \text{a} \quad q_i = \frac{206,6 \times G_{FUEL,i}}{G_{EXHW,i} \times (CO_{2D,i} - CO_{2A,i})}$$

1.4.2.4. Systémy s meraním prietoku

$$G_{EDFW,i} = G_{EXHW,i} \times q_i$$

$$q_i = \frac{G_{TOTW,i}}{G_{TOTW,i} - G_{DLW,i}}$$

1.4.3. Plnoprietokový zriedovací systém

Záverečné oznámené skúšobné výsledky emisie častíc sa odvodzujú takto:

Všetky výpočty vychádzajú z priemerných hodnôt jednotlivých režimov (i) počas doby odberu vzoriek:

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

alebo

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

1.4.4. Výpočet hmotnostného prietoku častíc

Hmotnostný prietok častíc sa vypočíta takto:

a) pri jednofiltrovej metóde

$$PT_{mass} = \frac{M_f}{M_{SAM}} \times \frac{(G_{EDFW})_{aver}}{1000}$$

alebo

$$PT_{mass} = \left[\frac{M_f}{M_{SAM}} - \left(\frac{M_d}{M_{DIL}} \times \left(\sum_{i=1}^{i=n} \left(1 - \frac{1}{DF_i} \right) \times WF_i \right) \right) \right] \times \frac{G_{EDFW}}{1000}$$

(G_{EDFW})_{aver}, (V_{EDFW})_{aver}, (M_{SAM})_{aver}, (V_{SAM})_{aver} sa v skúšobnom cykle určujú sčítaním priemerných hodnôt jednotlivých režimov počas doby odberu vzoriek:

$$(G_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n G_{EDFW,i} \times WF_i$$

$$(V_{EDFW})_{aver} = \sum_{i=1}^n V_{EDFW,i} \times WF_i$$

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

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

$$i = 1, \dots, n$$

b) pri viacfiltrovej metóde

$$PT_{\text{mass}, i} = \frac{M_{f, i}}{M_{\text{SAM}, i}} \times \frac{\left(G_{\text{EDFW}, i} \right)}{1000}$$

alebo

$$PT_{\text{mass}, i} = \frac{M_{f, i}}{V_{\text{SAM}, i}} \times \frac{\left(V_{\text{EDFW}, i} \right)}{1000}$$

$$i = 1, \dots, n$$

Hmotnostný prietok častíc sa môže korigovať z hľadiska pozadia takto:

a) pri jednofiltrovej metóde

$$PT_{\text{mass}} = \left[\frac{M_f}{M_{\text{SAM}}} - \left(\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] \times \left[\frac{\left(G_{\text{EDFW}} \right)_{\text{aver}}}{1000} \right]$$

alebo

$$PT_{\text{mass}} = \left[\frac{M_f}{V_{\text{SAM}}} - \left(\frac{M_d}{V_{\text{DIL}}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] \times \left[\frac{\left(V_{\text{EDFW}} \right)_{\text{aver}}}{1000} \right]$$

Ak sa robí viac ako jedno meranie, (M_d / M_{DIL}) alebo (M_d / V_{DIL}) sa musia nahradiť $(M_d / M_{\text{DIL}})_{\text{aver}}$ alebo $(M_d / V_{\text{DIL}})_{\text{aver}}$.

$$\text{DF} = \frac{13,4}{\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4}}$$

alebo

$$\text{DF} = 13,4 / \text{concCO}_2$$

b) pri viacfiltrovej metóde

$$PT_{\text{mass}, i} = \left[\frac{M_{f, i}}{M_{\text{SAM}, i}} - \left(\frac{M_d}{M_{\text{DIL}}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] \times \left[\frac{\left(G_{\text{EDFW}, i} \right)_{\text{aver}}}{1000} \right]$$

alebo

$$PT_{\text{mass},i} = \left[\frac{M_{f,i}}{V_{\text{SAM},i}} - \left(\frac{M_d}{V_{\text{DIL}}} \times \left(1 - \frac{1}{\text{DF}} \right) \right) \right] \times \left[\frac{\left(V_{\text{EDFW},i} \right)_{\text{aver}}}{1000} \right]$$

Ak sa robí viac ako jedno meranie, (M_d/M_{DIL}) alebo (M_d/V_{DIL}) sa musia nahradiť $(M_d/M_{\text{DIL}})_{\text{aver}}$ alebo $(M_d/V_{\text{DIL}})_{\text{aver}}$.

$$\text{DF} = \frac{13,4}{\text{concCO}_2 + (\text{concCO} + \text{concHC}) \times 10^{-4}}$$

alebo

$$\text{DF} = 13,4/\text{concCO}_2$$

1.4.5. Výpočet merných emisií

Merná emisia častíc PT (g/kWh) sa vypočíta takto:

a) pri jednofiltrovej metóde

$$PT = \frac{PT_{\text{mass}}}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

b) pri viacfiltrovej metóde

$$PT = \frac{PT_{\text{mass},i} \times WF_i}{\sum_{i=1}^n P_i \times WF_i}$$

$$P_i = P_{m,i} + P_{\text{AE},i}$$

Hmotnostný prietok častíc PT_{mass} sa musí vynásobiť korekčným faktorom vlhkosti častíc K_p , ktorého výpočet je uvedený v bode 1.4.1.

1.4.6. Efektívny váhový faktor

Pri jednofiltrovej metóde sa efektívny váhový faktor $WF_{E,i}$ pre každý režim vypočíta takto:

$$WF_{E,i} = \frac{M_{\text{SAM},i} \times \left(G_{\text{EDFW}} \right)_{\text{aver}}}{M_{\text{SAM}} \times \left(G_{\text{EDFW},i} \right)}$$

alebo

$$WF_{E,i} = \frac{V_{\text{SAM},i} \times \left(V_{\text{EDFW}} \right)_{\text{aver}}}{V_{\text{SAM}} \times \left(V_{\text{EDFW},i} \right)}$$

Kde: $i = 1, \dots, n$.

Hodnota efektívnych váhových faktorov musí byť v tolerancii $\pm 0,005$ (absolútna hodnota) váhových faktorov uvedených v bode 3.6.1.