E/ECE/TRANS/180/Add.11
5. marec 2010

GLOBÁLNY REGISTER

vytvorený 18. novembra 2004 podľa článku 6

DOHODY TÝKAJÚCEJ SA TVORBY GLOBÁLNYCH TECHNICKÝCH PREDPISOV PRE KOLESOVÉ VOZIDLÁ, VYBAVENIE A ČASTI, KTORÉ SA MÔŽU MONTOVAŤ A/ALEBO POUŽÍVAŤ NA KOLESOVÝCH VOZIDLÁCH
(ECE/TRANS/132 a kor. 1)
V Ženeve 25. júna 1998

Dodatok

Globálny technický predpis č. 11

EMISIE Z MOTOROV POĽNOHOSPODÁRSKYCH A LESNÝCH TRAKTOROV A MIMOCESTNÝCH MOBILNÝCH STROJOV

(Zaradený do globálneho registra 12. novembra 2009)

ORGANIZÁCIA SPOJENÝCH NÁRODOV

OBSAH

I. VYHLÁSENIE O TECHNICKOM ZDÔVODNENÍ A OPODSTATNENÍ
A. TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ USKUTOČNITEĽNOSŤ
B. PREDPOKLADANÉ PRÍNOSY
C. POTENCIONÁLNA NÁKLADOVÁ EFEKTÍVNOSŤ
II. TEXT PREDPISU
1. ÚČEL
2. ROZSAH PLATNOSTI
3. DEFINÍCIE, SYMBOLY A SKRATKY
4. VŠEOBECNÉ POŽIADAVKY
5. POŽIADAVKY NA ÚČINNOSŤ
6. SKÚŠOBNÉ PODMIENKY
7. SKÚŠOBNÉ POSTUPY
8. POSTUPY MERANIA
9. MERACIE VYBAVENIE

PRÍLOHY

Príloha A.1 SKÚŠOBNÉ CYKLY
Príloha A.2 ŠTATISTIKA
Príloha A.3 MEDZINÁRODNÝ VZOREC GRAVITÁCIE Z ROKU 1980
Príloha A.4 KONTROLA PRIETOKU UHLÍKA
Príloha A.5 POŽIADAVKY NA MONTÁŽ VYBAVENIA A PRÍDAVNÝCH ZARIADENÍ
Príloha A.6 DIESELOVÉ REFERENČNÉ PALIVÁ
Príloha A.7 MOLÁRNY VÝPOČET EMISIÍ
Príloha A.7 - Doplnok 1 KALIBRÁCIA PRIETOKU ZRIEDENÝCH VÝFUKOVÝCH PLYNOV (CVS)
Príloha A.7 - Doplnok 2 KOREKCIA KOLÍSANIA (POSUNU)
Príloha A.8 VÝPOČET EMISIÍ ZALOŽENÝ NA HMOTNOSTI
Príloha A.8 Doplnok 1 KALIBRÁCIA PRIETOKU ZRIEDENÝCH VÝFUKOVÝCH PLYNOV (CVS)
Príloha A.8 Doplnok 2 KOREKCIA KOLÍSANIA (POSUNU)

I. VYHLÁSENIE O TECHNICKOM ZDÔVODNENÍ A OPODSTATNENÍ

A. TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ USKUTOČNITEĽNOSŤ

1. Cieľom tohto návrhu je ustanoviť globálny technický predpis (gtp) pre emisie zo vznetových (C.I.) motorov mimocestných mobilných strojov (NRMM) v rámci Globálnej dohody z roku 1998. Základom je harmonizovaný skúšobný protokol pre mimocestné mobilne stroje, vrátane skúšobných cyklov, vypracovaný neoficiálnou skupinou GRPE pre NRMM a používajúci aj skúšobný mimocestný nestály (prechodný) skúšobný cyklus (NRTC) pre mimocestné mobilné stroje vypracovaný v rokoch 2000 a 2002 medzinárodnou osobitnou skupinou.

2. Niektoré štáty už zaviedlo predpisy o výfukových emisiách mimocestných mobilných strojov, no skúšobné postupy sa odlišujú. Na zabezpečenie maximálnych prínosov pre životné prostredie ako aj na účinné využívanie energie je žiadúce aby čo najviac štátov používalo rovnaký skúšobný protokol na reguláciu emisií. Spoločnosť bude mať prospech z tejto harmonizácie požiadaviek tým, že sa vo všeobecnosti globálne zníži úroveň emisií. Výrobcovia mimocestných mobilných strojov už pôsobia na svetovom trhu a je pre nich ekonomicky výhodnejšie vyvíjať modely motora, ktoré budú spĺňať medzinárodne konzistentné emisné predpisy. Harmonizácia dosiahnutá pomocou tohto gtp umožní výrobcom účinnejšie vyvíjať nové modely. Nakoniec aj zákazník by ma prospech tým, že bude mať možnosť vybrať si motory s nižšími emisiami, ktoré sú konštruované podľa globálne uznanej medzinárodnej normy a za nižšiu cenu.

3. Nový výskum celosvetovej vzorky používaných skutočných NRMM bol premietnutý do vývojových prác na nestálom cykle, ktorý bol iniciovaný Agentúrou na ochranu životného prostredia Spojených štátov amerických (US-EPA) a vypracovaný Spoločným výskumným centrom (JRC) Európskej komisie a medzinárodnou osobitnou skupinou. Zo získaných údajov boli vypracované požiadavky na nestály (prechodný) cyklus so studeným ako aj a teplým štartom. Základ pre ustálený skúšobný cyklus s teplým štartom už ponúkol výbor expertov Medzinárodnej organizácie pre normalizáciu (ISO). Skúšobné cykly boli uverejnené v sérii noriem ISO 8178. Postup odráža technológiu merania výfukových emisií s potenciálom presnejšieho merania emisií znečisťujúcich látok z budúcich motorov s nízkymi emisiami. Skúšobný cyklus NRTC prijala Európska únia (EÚ), Kanada a USA vo svojich právnych predpisoch a je základňou pre legislatívu týkajúcu sa špeciálnych vozidiel, na ktorej sa pracuje v Japonsku. Tento gtp je zameranú na dosiahnutie vysokej úrovne harmonizácie doplňujúcich skúšobných podmienok s existujúcimi alebo vyvíjanými právnymi predpismi.

4. Skúšobný postup odráža čo možno najvernejšie celosvetovú prevádzku motorov NRMM a zabezpečuje zlepšenie trhu v reálnom skúšobnom postupe merania vlastností emisií existujúcich a budúcich motorov NRMM. Súhrnom, skúšobný postup bol vypracovaný tak, aby:

(a) reprezentoval celosvetovú prevádzku motorov NRMM;

(b) zabezpečil najvyššiu možnú úroveň účinnosti regulácie emisií z motorov mimocestných mobilných strojov;

(c) zodpovedal úrovni technológie skúšania, odberu vzoriek a merania;

(d) bol použiteľný v praxi pre existujúce a predpokladané budúce technológie zníženia výfukových emisií; a

(e) bol schopný zabezpečiť spoľahlivé zatriedenie úrovní výfukových emisií z rôznych typov motorov.

5. V tejto etape sa gtp predkladá bez limitných hodnôt a použiteľného výkonnostného rozsahu motorov NRMM. Týmto spôsobom sa môže skúšobnému postupu dať právny charakter, na základe ktorého sa od zmluvných strán môže vyžadovať začatie procesu implementácie do národného práva. Gtp obsahuje jednu možnosť, ktorej prijatie sa ponecháva na uváženie zmluvným stranám. Táto možnosť sa vzťahuje na povolený rozsah teplôt riediaceho vzduchu.

6. Pri zavádzaní skúšobného postupu obsiahnutého v tomto gtp ako časť národnej legislatívy alebo predpisu sa zmluvné strany vyzývajú, aby použili limitné hodnoty, ktoré reprezentujú minimálne rovnakú úroveň prísnosti ako ich existujúce predpisy, v závislosti od vývoja harmonizovaných limitných hodnôt v rámci výkonného výboru (AC.3) dohody z roku 1998, spravovaného Svetovým fórom pre harmonizáciou predpisov o vozidlách (WP.29). Výkonnostné úrovne (výsledky emisných skúšok), ktoré sa majú dosiahnuť v tomto gtp, sa preto prediskutujú na základe najnovšej dohodnutej legislatívy zmluvných strán, ako to vyžaduje dohoda z roku 1998.

7. Na uľahčenie regulačných aktivít niektorých štátov a to najmä tých, ktoré ešte nemajú zavedenú legislatívu v tejto oblasti, alebo ktorých legislatíva ešte nie je tak prísna ako sa vyžaduje vyššie, je k dispozícii aj návod. Formát je založený na formáte použitom v EÚ pre smernice nového a globálneho prístupu. Je treba poznamenať, že len text tohto gtp je právne záväzný. Návod nemá právny charakter a nezavádza žiadne doplňujúce požiadavky no zameriava sa na uľahčenie uplatňovania gtp a na pomoc pri jeho uplatňovaní. Návod je uvedený po boku gtp na webovej stránke EHK OSN a bol už schválený AC.3.

B. PREDPOKLADANÉ PRÍNOSY

8. Na svetovom trhu sú vyvíjané a vyrábané mimocestné mobilné stroje (NRMM) a príbuzné motory. Pre výrobcov je ekonomicky neefektívne musieť pripravovať značne rozdielne modely, aby splnili rôzne emisné predpisy a metódy merania emisií, ktoré v zásade majú dosiahnuť rovnaký cieľ. Aby mohli výrobcovia vyvíjať nové modely efektívnejšie a v kratšom čase je žiadúce, aby sa vypracoval gtp. Úspory nevyplynú len pre výrobcov alebo v oveľa väčšej miere pre spotrebiteľov.

9. Vypracovanie skúšobného postupu, ktoré sa však zaoberá len ekonomickou otázkou nepokrýva úplne mandát daný v čase, keď prvýkrát začala práca na tomto gtp. Skúšobný postup zlepší aj stav skúšania motorov NRMM a bude lepšie odrážať stav, ako sa motory NRMM používajú v súčasnosti. Ako už bolo uvedené, zmluvné strany prijali legislatívu, ktorá zahŕňa skúšobné cykly predpokladané v tomto gtp. V prípade zmluvných strán dohody z roku 1998, ktoré ešte neuplatňujú rovnakú úroveň legislatívy, sú skúšobné metódy definované v tomto gtp omnoho reprezentatívnejšie pre prevádzkové správanie sa motorov NRMM v porovnaní s meracími metódami definovanými v existujúcej legislatíve.

10. V dôsledku toho sa očakáva, že široké uplatňovanie tohto gtp v oblasti emisnej legislatívy v rámci zmluvných strán dohody z roku 1998, vyústi do užšej kontroly súčasných emisií z dôvodu zvýšenej korelácie skúšobných metód s prevádzkovým správaním sa NRMM.

C. POTENCIONÁLNA NÁKLADOVÁ EFEKTÍVNOSŤ

11. Špecifické hodnoty nákladovej efektívnosti pre tento gtp neboli vypočítané. Rozhodnutie AC.3 pokročiť s emisným gtp bez limitných hodnôt je kľúčovým dôvodom, prečo táto analýza nebola dokončená. Tieto informácie však budú k dispozícii v čase, keď sa v neskoršej fáze vývoja tohto gtp, vypracujú harmonizované limitné hodnoty. Osobitná

pozornosť sa bude venovať prebiehajúcemu procesu vývoja takých výkonnostných požiadaviek, ktoré by do gtp č. 2 zahrnuli Celosvetový skúšobný motocyklový cyklus emisií (WMTC). Skúsenosti získa aj priemysel motorov NRMM pokiaľ ide o náklady a úsporu nákladov spojenú s používaním tohto skúšobného postupu. Náklady a údaje o emisiách sa potom analyzujú ako časť ďalšieho kroku vo vývoji tohto gtp na určenie hodnôt nákladovej efektívnosti skúšobného postupu v tomto gtp. Zatiaľ čo nie sú k dispozícii žiadne hodnoty o vypočítaných nákladoch na tonu odborníci sa domnievajú, že existujú zrejmé prínosy v súvislosti s týmto gtp.

II. TEXT PREDPISU

1. ÚČEL

Tento predpis sa zameriava na celosvetovú harmonizovanú metódu stanovenia úrovne emisií znečisťujúcich látok zo vznetových (C.I.) motorov používaných vo vozidlách kategórie T a mimocestných strojov spôsobom, ktorý je reprezentatívny pre celosvetovú prevádzku. Výsledky môžu byť základňou pre reguláciu emisií znečisťujúcich látok v rámci regionálnych postupov homologizácie a certifikácie.

2. UPLATŇOVANIE/ROZSAH PLATNOSTI

Tento predpis sa vzťahuje na stanovenie emisií znečisťujúcich látok zo vznetových (C.I.) motorov s maximálnym výkonom minimálne 19 kW maximálne 560 kW, ktoré sa používajú:

(a) vo vozidlách kategórie T[1/];

(b) v mimocestných mobilných strojoch.

3. DEFINÍCIE, SYMBOLY A SKRATKY

3.1. Definície

3.1.1. "Faktory nastavenia" sú doplnkové (vzostupný faktor nastavenia a zostupný faktor nastavenia) alebo násobné faktory, ktoré sa majú zohľadniť počas periodickej (zriedkavej) regenerácie;

3.1.2. "Príslušný emisný limit" je emisný limit, ktorý platí pre motor;

3.1.3. "Kondenzácia vody" je zrážanie zložiek obsahujúcich vodu z plynnej fázy na kvapalnú fázu.. Kondenzácia vody je funkciou vlhkosti, tlaku, teploty a koncentrácie ostatných zložiek ako je kyselina sírová. Tieto parametre sa menia vplyvom vlhkosti vzduchu nasávaného motorom, vlhkosti riediaceho vzduchu, pomerom vzduchu a paliva motora a zložením paliva - vrátane množstva vodíka a síry v palive;

3.1.4. "Atmosférický tlak" je absolútny, atmosférický statický tlak vlhkého vzduchu. Treba dbať na to, že ak sa atmosférický tlak meria v potrubí, dochádza k zanedbateľným stratám tlaku medzi atmosférou a miestom merania a musia sa zohľadniť zmeny v statickom tlaku v potrubí vyplývajúce z prietoku;

3.1.5. "Kalibrácia" je proces nastavenia odozvy meracieho systému tak, aby jeho výstup zodpovedal rozsahu referenčných signálov. Protiklad "overenia";

3.1.6. "Kalibračný plyn" je zmes čisteného plynu na kalibráciu analyzátorov plynu. Kalibračné plyny musia spĺňať špecifikácie uvedené v bode 9.5.1. Treba dbať na to, že kalibračné plyny a plyny na nastavenie meracieho rozsahu sú kvalitatívne rovnaké, no líšia sa z hľadiska ich primárnej funkcie. Rôzne kontroly na overenie účinnosti analyzátorov plynu a komponentov manipulácie so vzorkou sa môžu vzťahovať buď na kalibračné plyny alebo na plyny na nastavenie meracieho rozsahu;

3.1.7. "Osvedčovanie" proces získania osvedčenia o zhode;

[1/] Ako je opísané v prílohe 7 ku Konsolidovanej rezolúcii o konštrukcii vozidiel (R.E.3) (TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend. 2).

3.1.8. "Motor s konštantnými otáčkami" je motor, ktorého osvedčenie je limitované na prevádzku pri konštantných otáčkach. Motory, ktorých funkcia regulácie konštantných otáčok je odstránená alebo vyradená z činnosti, sa už nepovažujú za motory s konštantnými otáčkami;

3.1.9. "Prevádzka pri konštantných otáčkach" je činnosť motora s regulátorom, ktorý automaticky reguluje požiadavku prevádzkovateľa na zachovanie otáčok motora dokonca aj pri zmene zaťaženia. Ovládače nie vždy udržiavajú presne konštantné otáčky. Väčšinou môžu otáčky klesnúť (0,1 až 10) % pod otáčky pri nulovom zaťažení, takže sa minimálne otáčky vyskytujú blízko bodu maximálneho výkonu motora;

3.1.10. "Nepretržitá regenerácia" je proces regenerácie systému dodatočnej úpravy výfukových plynov, ktorý sa vyskytuje buď permanentne, alebo najmenej raz za každý nestály (prechodný) jazdný cyklus alebo odstupňovaný modálny cyklus; v protiklade s periodickou (zriedkavou) regeneráciou;

3.1.11. "Účinnosť premeny odlučovača nemetánových uhľovodíkov (NMC) *E*" je účinnosť premeny NMC využívaná na odstránenie nemetánových uhľovodíkov zo vzorky plynu oxidáciou všetkých uhľovodíkov okrem metánu. V ideálnom prípade je miera premeny metánu 0 % (E_{CH4} = 0) a ostatných uhľovodíkov reprezentovaných etánom 100 % (E_{C2H6} = 100 %). Na presné meranie NMHC sa určia hodnoty dvoch účinností a použijú sa pri výpočte hmotnostného prietoku emisií NMHC pre metán a etán. Protiklad "prienikovej frakcie".

3.1.12. "Čas oneskorenia" je časový úsek medzi zmenou zložky, ktorá sa má merať v referenčnom bode, a odozvou systému vo veľkosti 10 % konečného údaja (*t*10), so vzorkovacou sondou definovanou ako referenčný bod. Pre plynné zložky je to v podstate čas presunu meranej zložky od vzorkovacej sondy po detektor (pozri obrázok 3.1);

3.1.13. "Systém deNOx" je systém dodatočnej úpravy výfukových plynov určený na zníženie emisií oxidov dusíka (NOx) (napr. pasívne a aktívne katalyzátory nízko percentných NOx, adsorbéry NOx a selektívne systémy katalytickej redukcie (SRC);

3.1.14. "Rosný bod" je rozmer vlhkosti uvádzaný ako rovnovážna teplota, pri ktorej voda kondenzuje pri danom tlaku z vlhkého vzduchu s danou absolútnou vlhkosťou. Rosný bod je určený ako teplota v °C or K, a platí pre tlak, pri ktorom sa meria;

3.1.15. "Nespojitý režim" sa vzťahuje k typu nespojitého režimu skúšky so stálym jazdným cyklom, ako je opísané v bode 7.4.1.1. a v prílohe A.1;

3.1.16. "Posun (kolísanie)" je rozdiel medzi nulovým alebo kalibračným signálom a príslušnou hodnotou oznámenou meracím prístrojom bezprostredne potom čo bol použitý v emisnej skúške pokiaľ bol prístroj vynulovaný a jeho merací rozsah bol nastavený tesne pred skúškou;

3.1.17. "Elektronická riadiaca jednotka" je elektronické zariadenie motora, ktoré využíva údaje zo snímačov motora na riadenie parametrov motora;

3.1.18. "Systém regulácie emisií" je zariadenie. systém alebo prvok konštrukcie, ktorý reguluje alebo znižuje emisie regulovaných znečisťujúcich látok z motora;

3.1.19. "Rad motorov" je zoskupenie motorov rôznych výrobcov, ktoré majú vďaka svojej konštrukcii definovanej v bode 5.2. tohto predpisu podobné emisné charakteristiky výfukových plynov; všetci členovia radu musia spĺňať príslušné limitné hodnoty emisií;

3.1.20. "Regulované otáčky motora" sú prevádzkové otáčky motora, regulované namontovaným regulátorom;

3.1.21. "Systém motora" je motor, systém regulácie emisií a komunikačné rozhranie (hardvér a správy) medzi elektronickou riadiacou jednotkou systému motora (ECU) a akoukoľvek inou hnacou sústavou alebo vozidlovou riadiacou jednotkou;

3.1.22. "Typ motora" je kategória motora, ktoré sa nelíšia v základných charakteristikách motora;

3.1.23. "Systém dodatočnej úpravy výfukových plynov" je katalyzátor, filter tuhých znečisťujúcich látok, systém deNOx, kombinovaný filter deNOx a tuhých znečisťujúcich látok alebo akékoľvek iné zariadenie na znižovanie emisií, ktoré je inštalované za motorom. Táto definícia zahŕňa recirkuláciu výfukových plynov (EGR) a turbodúchadlá, ktoré sa považujú za neoddeliteľnú časť motora;

3.1.24. "Recirkulácia výfukových plynov" je technológia, ktorá znižuje emisie vedením výfukových plynov vychádzajúcich zo spaľovacej(ích) komory(komôr) späť do motora, aby sa zmiešali s prichádzajúcim vzduchom pred spaľovaním alebo počas neho. Využitie časovania ventilov na zvýšenie množstva zvyškového výfukového plynu v spaľovacej(ích) komore(ách), ktorý sa zmiešava s prichádzajúcim vzduchom pred spaľovaním alebo počas neho sa na účely tohto predpisu nepovažuje za recirkuláciu výfukových plynov;

3.1.25. "Metóda riedenia plného prietoku" je proces zmiešavania plného prietoku výfukového plynu s riediacim vzduchom predtým, než sa na analýzu oddelí časť prúdu zriedeného výfukového plynu.

3.1.26. "Plynné znečisťujúce látky" sú oxid uhoľnatý, uhľovodíky a/alebo nemetánové uhľovodíky (s predpokladaným pomerom $CH_{1,85}$ pre dieselové motory), metán a oxidy dusíka (vyjadrené ako ekvivalent oxidu dusičitého (NO_2).

3.1.27. "Správny technický úsudok" je úsudok robený v súlade so všeobecne uznávanými vedeckými a technickými princípmi a dostupnými relevantnými informáciami;

3.1.28. "HEPA filter" je vysokoúčinný filter tuhých častíc nachádzajúcich sa vo vzduchu, ktorý nastavený tak, aby dosiahol minimálnu počiatočnú účinnosť odstraňovania tuhých častíc 99.97 % použitím normy ASTM F 1471–93 alebo ekvivalentnej normy;

3.1.29. "Uhľovodík (HC)" je THC prípadne NMHC. Uhľovodík vo všeobecnosti znamená skupinu uhľovodíkov, na ktorej sú založené emisné normy pre každý typ paliva a motora;

3.1.30. "Horné otáčky (n_{hi})" sú najvyššie otáčky motora, pri ktorých motor dosahuje 70 % svojho maximálneho výkonu;

3.1.31. "Voľnobežné otáčky" sú najnižšie otáčky motora s minimálnym zaťažením (väčším alebo rovným nulovému zaťaženiu), keď funkcia regulátora motora

reguluje otáčky motora. V prípade motorov bez funkcie regulátora otáčok motora, voľnobežné otáčky znamenajú výrobcom deklarovanú hodnotu pre najnižšie otáčky motora s minimálnym zaťažením.

Treba poznamenať, že "teplé" voľnobežné otáčky sú voľnobežné otáčky zahriateho motora;

3.1.32. "Medziľahlé skúšobné otáčky" sú otáčky motora, ktoré spĺňajú jednu z nasledujúcich požiadaviek:

(a) pre motory konštruované na prevádzku v rozsahu otáčok na krivke krútiaceho momentu pri plnom zaťažení sú medziľahlými otáčkami deklarované otáčky pri maximálnom krútiacom momente ak tento nastáva medzi 60 % a 75 % menovitých otáčok;

(b) ak sú deklarované otáčky pri maximálnom krútiacom momente menšie než 60 % menovitých otáčok, potom medziľahlými otáčkami je 60 % menovitých otáčok;

(c) ak sú deklarované otáčky pri maximálnom krútiacom momente väčšie než 75 % menovitých otáčok, potom medziľahlými otáčkami je 75 % menovitých otáčok.

3.1.33. "Linearita" znamená stupeň, v akom sa namerané hodnoty zhodujú s referenčnými hodnotami. Linearita sa kvantifikuje pomocou lineárnej regresie dvojíc nameraných hodnôt a referenčných hodnôt v rozsahu hodnôt očakávaných alebo pozorovaných počas skúšania;

3.1.34. "Dolné otáčky (n_{lo})" sú najnižšie otáčky motora, pri ktorých motor dosahuje 50 % svojho maximálneho výkonu;

3.1.35. "Maximálny výkon (Pmax)" je maximálny výkon v kW udaný výrobcom;

3.1.36. "Otáčky pri maximálnom krútiacom momente" sú otáčky motora udané výrobcom, pri ktorých motor dosiahne maximálny krútiaci moment;

3.1.37. "Priemerné množstvo" založené na stredných hodnotách prietoku znamená strednú úroveň množstva rozdelenú proporcionálne k zodpovedajúcemu prietoku;

3.1.38. "Nemetánové uhľovodíky (NMHC)" znamená súčet všetkých zlúčenín uhľovodíkov okrem metánu;

3.1.39. "Emisie z kľukovej skrine" znamená akýkoľvek prúd emisií kľukovej skrine motora, ktorý je emitovaný priamo do okolia;

3.1.40. "Požiadavka obsluhy" je vstup obsluhy motora na reguláciu výstupu motora. Obsluhou môže byť osoba (napr. manuálna regulácia) alebo regulátor (napr. automatická regulácia) mechanicky alebo elektronicky signalizujúci vstup, ktorý požaduje výstup motora. Vstup môže byť z pedálu akcelerátora alebo signálu, páky na ovládanie škrtiacej klapky alebo signálu, palivovej páky alebo signálu, rýchlostnej páky alebo signálu alebo regulátora alebo signálu;

3.1.41. "Oxidy dusíka" sú zlúčeniny obsahujúce len dusík a kyslík merané postupmi uvedenými v tomto predpise. Oxidy dusíka sú vyjadrené kvantitatívne ako by NO bol vo forme NO_2 tak, že pre všetky oxidy dusíka vyjadrené ako ekvivalent NO_2 sa použije efektívna molekulová hmotnosť;

3.1.42. "Základný motor" je motor vybratý z radu motorov tak, aby jeho emisné charakteristiky reprezentovali tento rad motorov; pozri bod 5.2.4.;

3.1.43. "Čiastkový tlak" je tlak *p*, prislúchajúci jednotlivému plynu v zmesi plynov. V prípade ideálneho plynu čiastkový tlak vydelený celkovým tlakom sa rovná molekulovej koncentrácii zložky, *x*;

3.1.44. "Zariadenie na dodatočnú úpravu tuhých častíc" je systém dodatočnej úpravy výfukových plynov určený na zníženie emisií znečisťujúcich tuhých častíc (PM) mechanickou, aerodynamickou, difúznou alebo inerčnou separáciou;

3.1.45. "Metóda riedenia časti prietoku" je proces oddeľovania časti prietoku od plného prietoku a potom jeho zmiešavania s vhodným množstvom riediaceho vzduchu pred vzorkovacím filtrom tuhých častíc;

3.1.46. "Tuhé častice (PM)" znamená každý materiál zachytený na špecifikovanom filtrovacom médiu po zriedení výfukových plynov čistým filtrovaným vzduchom pri teplote a v bode uvedenom v bode 9.3.3.4.; ide v prvom rade o uhlík, kondenzované uhľovodíky a sulfáty s pridruženou vodou;

3.1.47. "Penetračný podiel *PF*" znamená odchýlku od ideálneho fungovaniu odlučovača nemetánových uhľovodíkov (pozri účinnosť konverzie odlučovača nemetánových uhľovodíkov (NMC) *E*). Ideálny odlučovač nemetánových uhľovodíkov by mal mať penetračný faktor metánu PF_{CH4} rovný 1,000 (to je účinnosť konverzie metánu E_{CH4} rovná 0) a penetračný podiel pre všetky ostatné uhľovodíky by bol rovný 0,000 čo reprezentuje PF_{C2H6} (to je účinnosť konverzie etánu E_{C2H6} rovná1). Vzťah je nasledovný: $PF_{CH4} = 1 - E_{CH4}$ a $PF_{C2H6} = 1 - E_E$;

3.1.48. "Percento zaťaženia" je časť maximálne dostupného krútiaceho momentu pri otáčkach motora;

3.1.49. "Periodická (zriedkavá) regenerácia" je proces regenerácie systému dodatočnej úpravy výfukových plynov, ktorý prebieha periodicky spravidla v čase kratšom než 100 hodín bežnej prevádzky motora. Počas cyklov, pri ktorých dochádza k regenerácii môžu byť emisné normy prekročené;

3.1.50. "Sonda" je prvá časť prenosového potrubia, ktorá prenáša vzorku do ďalšieho komponentu systému odberu vzoriek;

3.1.51. "PTFE" je polytetrafluóretylén bežne známy ako teflón ™;

3.1.52. "Odstupňovaný modálny skúšobný cyklus v ustálenom stave" je skúšobný cyklus so sériou skúšobných režimov ustáleného stavu motora s definovanými kritériami otáčok a krútiacim momentom pre každý režim a definovanými stupňovitými prechodmi otáčok a krútiaceho momentu medzi týmito režimami;

3.1.53. "Menovité otáčky" sú maximálne otáčky pri plnom zaťažení, ktoré dovoľuje regulátor tak, ako to špecifikuje výrobca, alebo ak taký regulátor nie je, sú to otáčky, pri ktorých sa dosiahne motor maximálny výkon tak, ako to špecifikuje výrobca;

3.1.54. "Regenerácia" je udalosť, počas ktorej sa mení úroveň emisií, pričom sa obnovuje činnosť dodatočnej úpravy. Môžu nastať dva typy regenerácie: nepretržitá regenerácia (pozri bod 6.6.1.) a zriedkavá (periodická) regenerácia (pozri bod 6.6.2.);

3.1.55. "Čas odozvy" je časový rozdiel medzi zmenou meranej zložky v referenčnom bode a odozvou systému predstavujúcou 90 % konečnej odčítanej hodnoty (t_{90}), s odberovou sondou definovanou ako referenčný bod, pričom zmena meranej zložky je aspoň 60 % plného rozsahu stupnice (FS) a dochádza k nej v čase kratšom než 0,1 sekundy. Čas odozvy systému sa skladá z doby oneskorenia a času nábehu systému;

3.1.56. "Čas nábehu" je časový rozdiel medzi 10 % a 90 % odozvou konečnej odčítanej hodnoty ($t_{90} – t_{10}$);

3.1.57. "Spoločný atmosférický tlakomer" je atmosférický tlakomer, ktorého výstupom je atmosférický tlak pre celé skúšobné zariadenie, ktoré má viac než jednu dynamometrovú skúšobnú komoru;

3.1.58. "Spoločné meranie vlhkosti" je meranie vlhkosti, ktoré sa použije ako vlhkosť pre celé skúšobné zariadenie, ktoré má viac než jednu dynamometrovú skúšobnú komoru;

3.1.59. "Nastavenie meracieho rozsahu" je nastavenie prístroja tak, aby bola zabezpečená správna odozva na kalibračný etalón, ktorý reprezentuje 75 % až 100 % maximálnej hodnoty v rozsahu prístroja alebo očakávaného rozsahu používania;

3.1.60. "Plyn na nastavenie meracieho rozsahu " je čistená zmes plynov použitá pre analyzátory plynov na nastavenie meracieho rozsahu. Plyny na nastavenie meracieho rozsahu musia spĺňať ustanovenia bodu 9.5.1. Treba dbať na to, že kalibračné plyny a plyny na nastavenie meracieho rozsahu sú kvalitatívne rovnaké, no líšia sa z hľadiska ich primárnej funkcie. Rôzne kontroly na overenie účinnosti analyzátorov plynu a komponentov manipulácie so vzorkou sa môžu vzťahovať buď na kalibračné plyny alebo na plyny na nastavenie meracieho rozsahu;

3.1.61. "Špecifické emisie" sú hmotnostné emisie vyjadrené v g/kWh;

3.1.62. "Nezávislý" znamená niečo, čo nie je závislé od niečoho, môže existovať "oddelene";

3.1.63. "Ustálený" znamená vzťahujúci sa k emisnej skúške, pri ktorej sú otáčky motora a zaťaženie udržiavané na určitom nastavení menovitých konštantných hodnôt. Skúškami v ustálenom stave sú buď skúšky s nespojitým režimom alebo skúšky so stupňovitými prechodmi (odstupňované modálne skúšky);

3.1.64. "Stechiometrický" znamená vzťahujúci sa k príslušnému pomeru vzduchu a paliva tak, že ak je by bolo palivo úplne oxidované, nebol by prítomný žiadny zostatok paliva alebo kyslíka;

3.1.65. "Skladovacie médium" je filter častíc, odberový vak alebo akékoľvek iné skladovacie zariadenie používané na odber dávok vzoriek;

3.1.66. "Skúšobný (alebo pracovný) cyklus" je séria skúšobných krokov s definovanými otáčkami a krútiacim momentom, ktorú má dodržať motor v ustálenom stave alebo v nestálych prevádzkových podmienkach. Pracovné cykly sú uvedené v prílohe A.1. Jednotlivý pracovný cyklus môže pozostávať z jedného alebo niekoľkých skúšobných intervalov;

3.1.67. "Skúšobný interval" je časový úsek, počas ktorého sa určia emisie špecifické pre brzdenie. V prípade keď počas pracovného cyklu dochádza k

viacnásobným skúšobným intervalom, predpis môže špecifikovať dodatočné výpočty, ktoré posúdia a skombinujú výsledky, aby bolo pri zložených hodnotách možné porovnanie s príslušnými emisnými limitmi;

3.1.68. "Tolerancia" je interval, v ktorom leží 95 % súboru zaznamenaných hodnôt určitej veličiny, so zvyšnými 5 % zaznamenaných hodnôt odchyľujúcich sa od tolerančného intervalu len z dôvodu variability merania. Špecifikované zaznamenané frekvencie a časové intervaly sa použijú na určenie toho, či veličina je v rámci príslušnej tolerancie. Pre parametre, ktoré nepodliehajú variabilite merania tolerancia znamená absolútne prípustný rozsah;

3.1.69. "Celkové uhľovodíky (THC)" znamená kombinovanú hmotnosť organických zložiek nameranú stanoveným postupom merania celkových uhľovodíkov, vyjadrenú ako uhľovodík s pomerom vodíka k uhlíku 1,85:1;

3.1.70. "Doba transformácie" je časový rozdiel medzi zmenou meranej zložky v referenčnom bode a odozvou systému predstavujúcou 50 % konečnej odčítanej hodnoty (t_{50}), s odberovou sondou definovanou ako referenčný bod. Doba transformácie sa používa na synchronizáciu signálov rôznych meracích prístrojov. Pozri obrázok 3.1;

3.1.71. "Nestály (prechodný) skúšobný cyklus" je skúšobný cyklus skladajúci sa zo série normalizovaných otáčok a hodnôt krútiaceho momentu, ktoré sa relatívne rýchlo menia v čase (NRTC);

3.1.72. "Homologizácia" je homologizácia typu motora z hľadiska emisií meraných v súlade s postupmi uvedenými v tomto predpise;

3.1.73. "Aktualizácia záznamu" znamená frekvenciu, pri ktorej analyzátor zabezpečuje nové, aktuálne hodnoty;

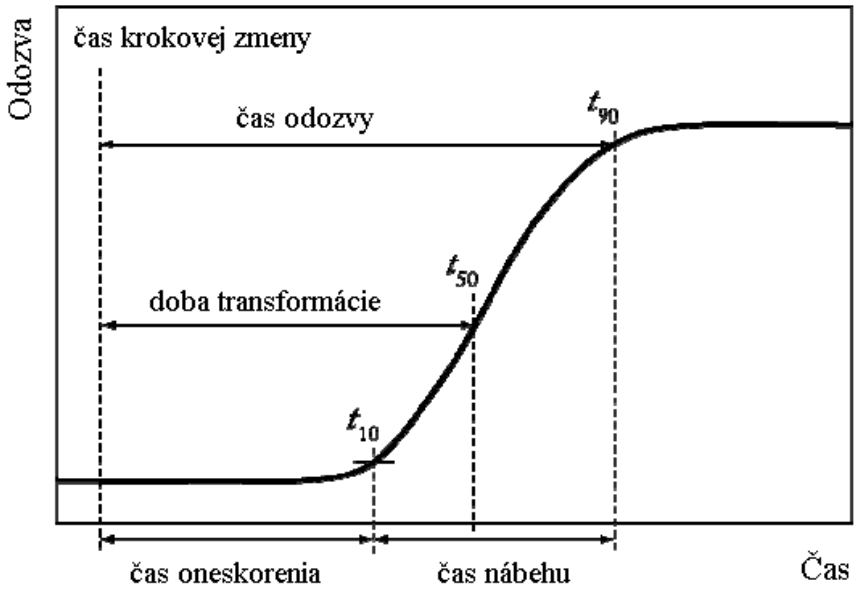
3.1.74. "Praktická životnosť" je príslušný úsek vzdialenosti a/alebo času, počas ktorého sa musí zabezpečiť dodržiavanie príslušných emisných limitov pre plynné a tuhé znečisťujúce látky;

3.1.75. "Motor s meniteľnými otáčkami" je motor, ktorý nie je motorom s konštantnými otáčkami;

3.1.76. "Overenie" znamená hodnotenie, či sa výstupy meracieho systému zhodujú alebo nezhodujú s rozsahom použitých referenčných signálov v rámci jedného alebo viacerých vopred stanovených prahov prijateľnosti. V protiklade s "kalibráciou";

3.1.77. "Na nulu" znamená nastaviť prístroj tak, aby mal nulovú odozvu na nulovací kalibračný etalón ako je čistený dusík alebo čistený vzduch na meranie koncentrácií emisných zložiek;

3.1.78. "Nulovací plyn" je plyn, ktorý poskytuje nulovú odozvu v analyzátore. Môže to byť čistený dusík, čistený vzduch alebo kombinácia čisteného vzduchu a čisteného dusíka.



Obrázok 3.1: Definície odozvy systému: čas oneskorenia (3.1.12.), čas odozvy (3.1.55.), čas nábehu (3.1.56.) a doba transformácie (3.1.70.)

3.2. Všeobecné symboly[2/]

Symbol	Jednotka	Význam
a_0	—	Úsek regresnej priamky na osi *y*
a_1	—	Sklon regresnej čiary
α_{sp}	rad/s^2	Derivácia otáčok motora v bode nastavenia
A/F_{st}	—	Stechiometrický pomer vzduchu a paliva
D	—	Riediaci faktor
d	m	Priemer
E	%	Účinnosť konverzie
e	g/kWh	Emisie špecifické pre brzdenie
e_{gas}	g/kWh	Špecifické emisie plynných zložiek
e_{PM}	g/kWh	Špecifické emisie tuhých častíc
e_w	g/kWh	Vážené špecifické emisie
F		Štatistika F skúšky
F	—	Frekvencia regeneračnej udalosti vzhľadom na časť skúšky, počas ktorej nastáva regenerácia
f_a	—	Faktor ovzdušia v laboratóriu
θ_D	kg.mm^2	Rotačná zotrvačnosť dynamometra D na vírivý prúd
k_r	—	Násobný regeneračný faktor
k_{Dr}	—	Zostupný faktor nastavenia
k_{Ur}	—	Vzostupný faktor nastavenia
λ	—	Zmena pomeru prebytku vzduchu
L	—	% krútiaceho momentu
M_a	g/mol	Molekulová hmotnosť nasávaného vzduchu
M_e	g/mol	Molekulová hmotnosť výfukového plynu

[2/] Špecifické symboly možno nájsť v prílohách.

Symbol	Jednotka	Význam
M_{gas}	g/mol	Molekulová hmotnosť plynných zložiek
m	kg	Hmotnosť
m_{gas}	g	Hmotnosť plynných emisií počas skúšobného cyklu
m_{PM}	g	Hmotnosť emisií tuhých častí počas skúšobného cyklu
n	min^{-1}	Otáčky motora
n_{hi}	min^{-1}	Horné otáčky motora
n_{lo}	min^{-1}	Dolné otáčky motora
n_r	—	Počet meraní počas regenerácie
n	min^{-1}	Počet otáčok motora
P	kW	Výkon
P_{max}	kW	Maximálny nameraný alebo deklarovaný výkon pri skúšobných otáčkach v skúšobných podmienkach (stanovených výrobcom)
P_{AUX}	kW	Deklarovaný celkový výkon absorbovaný zariadeniami namontovanými na skúšku
p	kPa	Tlak
p_a	kPa	Suchý atmosférický tlak
PF	%	Penetračný podiel
q_{maw}	kg/s	Hmotnostný prietok nasávaného vzduchu v mokrom stave
q_{mdw}	kg/s	Hmotnostný prietok riediaceho vzduchu v mokrom stave
q_{mdew}	kg/s	Hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave
q_{mew}	kg/s	Hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave
q_{mp}	kg/s	Hmotnostný prietok paliva
q_V	m^3/s	Objemový prietok
RF	—	Faktor odozvy
r_d	—	Riediaci pomer
r^2	—	Koeficient determinácie
ρ	kg/m^3	Hustota
σ	—	Štandardná odchýlka
S	kW	Nastavenie dynamometra
SEE	—	Štandardná chyba odhadu y na x
T	°C	Absolútna teplota
T_a	K	Absolútna teplota
T	N m	Krútiaci moment motora
T_{sp}	N m	Požadovaný krútiaci s bodom nastavenia "sp"
u	—	Pomer medzi hustotou plynnej zložky a hustotou výfukového plynu
Δt	s	Časový interval
V	m^3	Objem
y		Genericky premenná
$\bar{y}$		Aritmetický priemer

3.3. Indexy

abs	Absolútne množstvo
act	Skutočné množstvo
air	Množstvo vzduchu
amb	Množstvo okolitého vzduchu
atm	Množstvo atmosférického vzduchu
cor	Korigované množstvo
CFV	Venturiho trubica s kritickým prietokom
denorm	Denormalizované otáčky motora
dry	Množstvo suchého vzduchu
exp	Plánované množstvo
filter	Filter na odber tuhých častíc
i	Okamžité meranie (napr. 1 Hz)
i	Časť série
idle	Stav pri voľnobehu
in	Množstvo v
leak	Presakujúce množstvo
max	Maximálna (špičková) hodnota
meas	Namerané množstvo
min	Minimálna hodnota
mix	Molekulová hmotnosť vzduchu
out	Vydané množstvo
PDP	Objemové čerpadlo
ref	Referenčné množstvo
SSV	Podzvuková Venturiho trubica
total	Celkové množstvo
uncor	Nekorigované množstvo
vac	Množstvo vákua
weight	Kalibračné závažie
wet	Množstvo vlhkého vzduchu

3.4. Symboly a skratky pre chemické zložky (používané aj ako indexy)

Ar	Argón
C1	Uhľovodík vyjadrený ako ekvivalent uhlíka 1
CH_4	Metán
C_3H_8	Propán
C_2H_6	Etán
CO	Oxid uhoľnatý
CO_2	Oxid uhličitý
DOP	Dioktylftalát
H	Atómový vodík
H_2	Molekulový vodík
HC	Uhľovodíky
H_2O	Voda

He	Hélium
N_2	Molekulový dusík
NMHC	Nemetánový uhľovodík
NO_x	Oxidy dusíka
NO	Oxid dusnatý
NO_2	Oxid dusičitý
PM	Tuhé častice
S	Síra
THC	Celkové uhľovodíky

3.5. Skratky

ASTM	Americká spoločnosť pre skúšanie a materiály
BMD	Vakový mini riedič (Bag mini-diluter)
BSFC	Spotreba paliva špecifická pre brzdenie
CFV	Venturiho trubica s kritickým prietokom
CI	Kompresné zapaľovanie
CLD	Chemiluminescenčný detektor
CVS	Systém odberu vzorky pri konštantnom objeme
deNOx	Systém dodatočnej úpravy výfukových plynov určený na zníženie emisií oxidov dusíka
DF	Faktor zhoršenia
ECM	Elektronický riadiaci modul
EFC	Elektronická regulácia prietoku
EGR	Recirkulácia výfukových plynov
FID	Plameňový ionizačný detektor
GC	Plynový chromatograf
HCLD	Ohrievaný chemiluminiscenčný detektor
HFID	Ohrievaný plameňový ionizačný detektor
IBP	Počiatočný bod varu
ISO	Medzinárodná organizácia pre normalizáciu
LPG	Skvapalnený ropný plyn
NDIR	Nedisperzný infračervený (analyzátor)
NDUV	Nedisperzný ultrafialový (analyzátor)
NIST	Národný inštitút USA pre normy a technológiu
NMC	Odlučovač nemetánových uhľovodíkov
PDP	Objemové čerpadlo
% FS	% plnej stupnice
PFD	Riedenie časti prietoku
PFS	Systém čiastočného prietoku
PTFE	Polytetrafluóretylén (všeobecne známy ako teflón ™)
RMC	Odstupňovaný modálny skúšobný cyklus
RMS	Kvadratická stredná hodnota
RTD	Detektor odolný proti teplote

SAE	Spoločnosť automobilových inžinierov
SSV	Podzvuková venturiho trubica
UCL	Horný limit spoľahlivosti
UFM	Ultrazvukový prietokomer

4. VŠEOBECNÉ POŽIADAVKY

Systém motora musí byť projektovaný, konštruovaný a zostavený tak, aby motor mohol spĺňať ustanovenia tohto gtp. Technické opatrenia vykonané výrobcom musia byť také, aby bolo zabezpečené, že uvedené emisie sú podľa tohto gtp účinne limitované počas reálnej doby životnosti motora podľa požiadaviek zmluvnej strany a za normálnych podmienok používania. Na tento účel musia motory spĺňať výkonnostné požiadavky bodu 5., pri skúšaní podľa skúšobných podmienok bodu 6. a skúšobného postupu podľa bodu 7.

5. POŽIADAVKY NA VÝKON

5.1. Všeobecné požiadavky

5.1.1. Zavedenie skúšobného postupu

Pri zavádzaní skúšobného postupu obsiahnutého v tomto gtp ako súčasti svojej národnej legislatívy, zmluvné strany dohody z roku 1998 sa vyzývajú, aby uplatňovali limitné hodnoty aspoň takej úrovne prísnosti, aká existuje v existujúcich predpisoch v závislosti od harmonizovaných limitných hodnôt vypracovaných Výkonným výborom (AC.3) dohody z roku 1998, ktoré sa začlenia do tohto gtp v neskoršom termíne.

5.1.2. Emisie plynných a tuhých znečisťujúcich látok

Znečisťujúce látky tvoria:

(a) oxidy dusíka, NO_x;

(b) uhľovodíky, ktoré môžu byť vyjadrené nasledujúcim spôsobom:

(i) celkové uhľovodíky, HC alebo THC;

(ii) nemetánové uhľovodíky, NMHC;

(c) tuhé častice, PM;

(d) oxid uhoľnatý, CO.

Namerané hodnoty plynných a tuhých znečisťujúcich látok emitovaných z motora sa vzťahujú k emisiám špecifickým pre brzdenie v gramoch na kilowatthodinu (g/kWh). Môžu sa použiť iné systémy jednotiek po vhodnom prepočítaní..

Emisie sa stanovia v pracovných cykloch (ustálený alebo nestály (prechodný)) podľa opisu v bode 7. Systémy merania musia spĺňať požiadavky na kalibráciu a výkonnosť podľa bodu 8. a meracím vybavením podľa bodu 9. Homologizačný alebo certifikačný orgán môže schváliť iné systémy analyzátorov ak zistí, že poskytujú rovnocenné výsledky v súlade s bodom 5.1.3.

5.1.3. Rovnocennosť

Určenie rovnocennosti systému je založené na korelačnej štúdii siedmich párov (alebo viac) vzoriek medzi uvažovaným systémom a jedným zo systémov uvedených v tomto gtp.

"Výsledky" sa vzťahujú na vážené hodnoty emisií špecifického cyklu. Korelačné skúšanie sa vykoná v tom istom laboratóriu, skúšobnej komore a s tým istým motorom a uprednostňuje sa súbežný chod. Rovnocennosť priemerov dvojíc vzoriek sa stanoví *F*-skúškou a *t*-štatistickým výsledkom skúšky ako je opísané v prílohe A.2. dosiahnutým v podmienkach laboratórnej skúšobnej komory a podmienkach motora opísaných vyššie. Výsledky, ktoré sa značne odlišujú od zvyšku údajov sa stanovia v súlade s ISO 5725 a vylúčia sa z databázy. Systémy použité na koreláciu podliehajú schváleniu homologizačného alebo certifikačného orgánu.

5.2. Rad motorov

5.2.1. Všeobecné ustanovenia

Rad motorov je charakterizovaný konštrukčnými parametrami. Tieto sú spoločné pre všetky motory v rámci radu. Výrobca motora môže rozhodnúť o tom, ktoré motory patria do radu motorov, pokiaľ sú dodržané kritériá zaradenia uvedené v bode 5.2.3. Rad motorov schvaľuje homologizačný alebo certifikačný orgán. Výrobca poskytne homologizačnému alebo certifikačnému orgánu vhodné informácie týkajúce sa úrovní emisií príslušníkov radu motorov. Na účely certifikácie alebo homologizácie môžu zmluvné strany uplatniť ďalšie požiadavky na definíciu radu motorov, založené na výkone motora, druhu paliva a emisných limitov.

5.2.2. Osobitné prípady

5.2.2.1. Interakcia medzi parametrami

V niektorých prípadoch môže byť medzi parametrami interakcia, ktorá môže spôsobiť zmenu emisií. To sa musí zohľadniť aby bolo zabezpečené, že do toho istého radu motorov sa zaradia len motory s podobnými charakteristikami výfukových emisií. Tieto prípady určí výrobca a oznámi to homologizačnému alebo certifikačnému orgánu. Potom sa to zohľadní ako kritérium pri tvorbe nového radu motorov.

5.2.2.2. V prípade zariadení alebo charakteristík, ktoré nie sú uvedené v bode 5.2.3. a ktoré majú silný vplyv na úroveň emisií, túto požiadavku stanoví výrobca na základe osvedčenej technickej praxe a oznámi to homologizačnému alebo certifikačnému orgánu. Potom sa to zohľadní ako kritérium pri tvorbe nového radu motorov.

5.2.2.3. Doplňujúce kritériá

Okrem parametrov uvedených v bode 5.2.3 môže výrobca zaviesť doplňujúce kritériá umožňujúce definovanie radu v obmedzenejšom rozsahu. Tieto parametre nie sú nevyhnutne parametrami, ktoré majú vplyv na úroveň emisií.

5.2.3. Parametre definujúce rad motorov

5.2.3.1. Spaľovací cyklus

(a) dvojdobý cyklus
(b) štvordobý cyklus
(c) rotačný motor

(d) iný.

5.2.3.2. Usporiadanie valcov

5.2.3.2.1. Usporiadanie valcov v bloku

(a) V;
(b) v rade;
(c) hviezdicové;
(d) iné ((F, W, atď.).

5.2.3.2.2. Vzájomná poloha valcov

Motory s tým istým blokom môžu patriť do toho istého radu pokiaľ ich rozmery od stredu vŕtania po stred sú rovnaké.

5.2.3.3. Hlavné chladiace médium

(a) vzduch;
(b) voda;
(c) olej.

5.2.3.4. Zdvih jednotlivého valca

Od 85 % do 100 % pre motory s jednotkovým zdvihom valca ≥ 0,75 dm^3 najväčšieho zdvihu v rámci radu motorov.

Od 70 % do 100 % pre motory s jednotkovým zdvihom valca < 0,75 dm^3 najväčšieho zdvihu v rámci radu motorov.

5.2.3.5. Spôsob nasávania vzduchu

(a) prirodzené nasávanie;
(b) preplňovanie;
(c) preplňovanie s chladičom preplňovaného vzduchu.

5.2.3.6. Typ/konštrukcia spaľovacej komory

(a) otvorená komora;
(b) delená komora;
(c) iné typy.

5.2.3.7. Ventily a kanáliky

(a) usporiadanie;
(b) počet ventilov na valec.

5.2.3.8. Typ prívodu paliva

(a) čerpadlo, (vysokotlakové) potrubie a vstrekovač);
(b) radové alebo rozdeľovacie čerpadlo;
(c) vstrekovacia jednotka;
(d) vstrekovací systém so spoločným tlakovým potrubím ("common rail").

5.2.3.9. Rôzne zariadenia

(a) recirkulácia výfukového plynu (EGR);
(b) vstrekovanie vody;
(c) vstrekovanie vzduchu;
(d) iné.

5.2.3.10. Stratégia elektronického riadenia

Prítomnosť alebo neprítomnosť elektronickej riadiacej jednotky (ECU) v motore sa považuje za základný parameter radu.

V prípade elektronicky riadených motorov musí výrobca poskytnúť technické podklady, ktoré objasnia zoskupenie takých motorov do toho istého radu t. j. dôvody prečo sa od týchto motorov očakáva, že splnia rovnaké emisné požiadavky.

Elektronická regulácia otáčok nemusí znamenať, že ide o iný rad než mechanická regulácia. Potreba oddeliť elektronicky riadené motory od mechanicky riadených motorov by sa mala uplatňovať na charakteristiky vstrekovania paliva, ako je časovanie, tlak, rýchlosť, atď.

5.2.3.11. Systémy dodatočnej úpravy výfukového plynu

Funkcia a kombinácia nasledujúcich zariadení sa považuje za kritérium príslušnosti k radu motorov:

(a) oxidačný katalyzátor;
(b) systém deNO_x so selektívnou redukciou NO_x (pridanie redukčného činidla);
(c) iné systémy deNO_x;
(d) filter tuhých častíc s pasívnou regeneráciou;
(e) filter tuhých častíc s aktívnou regeneráciou;
(f) iné filtre tuhých častíc;
(g) iné zariadenia.

Ak bol motor certifikovaný bez systému dodatočnej úpravy, či už ako základný motor alebo ako člen radu, potom tento motor, ak je vybavený oxidačným katalyzátorom, môže byť zaradený do toho istého radu motorov, ak si nevyžaduje rozdielne charakteristiky paliva.

Ak si vyžaduje špecifické charakteristiky paliva (napr. filtre tuhých častíc vyžadujúce osobitné prísady na zabezpečenie regeneračného procesu), rozhodnutie o jeho zaradení do rovnakého radu je založené na technických podkladoch poskytnutých výrobcom. Z týchto podkladov musí vyplývať, že očakávaná úroveň emisií motora vybaveného systémom dodatočnej úpravy spĺňa rovnaké limitné hodnoty ako úroveň emisií motora nevybaveného týmto systémom.

Ak bol motor certifikovaný so systémom dodatočnej úpravy, či už ako základný motor alebo ako člen radu, ktorého základný motor je vybavený tým istým systémom dodatočnej úpravy, potom tento motor namontovaný bez systému dodatočnej úpravy sa nesmie zaradiť do toho istého radu motorov.

5.2.4. Výber základného motora

Potom čo homologizačný alebo certifikačný orgán schválil rad motorov sa základný motor radu vyberie pomocou primárneho kritéria najväčšej dodávky paliva na zdvih pri otáčkach, pri ktorých sa dosiahne maximálny krútiaci moment. V prípade, že dva alebo viac motorov má rovnaké toto primárne kritérium, základný motor sa vyberie pomocou sekundárneho kritéria najväčšej dodávky paliva na zdvih pri menovitých otáčkach.

Homologizačný alebo certifikačný orgán môže dospieť k názoru, že najhorší prípad z hľadiska množstva emisií v rade motorov je možné najlepšie určiť

skúšaním ďalšieho motora. V takom prípade zainteresované strany poskytnú vhodné informácie aby bolo možné určiť, ktoré motory v rade motorov majú pravdepodobne najvyššiu úroveň emisií.

Ak sa motory v rámci radu vyznačujú inými charakteristikami, ktoré môžu ovplyvniť výfukové emisie, tieto charakteristiky sa musia identifikovať a zohľadniť pri výbere základného motora.

Ak motory v rámci radu spĺňajú rovnaké emisné hodnoty počas rôznych období životnosti, toto sa zohľadní pri výbere základného motora.

5.3. Vedenie záznamov

O požiadavkách na vedenie záznamov rozhodnú zmluvné strany. Postupy uvedené v tomto gtp obsahujú rôzne požiadavky na zaznamenávanie údajov alebo iných informácií.

6. SKÚŠOBNÉ PODMIENKY

6.1. Podmienky laboratórnych skúšok

Meria sa absolútna teplota (T_a) vzduchu nasávaného do motora vyjadrená v Kelvinoch a suchý atmosférický tlak ovzdušia (p_s) vyjadrený v kPa a v súlade s nasledujúcimi ustanoveniami sa určí parameter f_a. Vo viacvalcových motoroch, ktoré majú oddelené skupiny sacích potrubí, napríklad v konfigurácii motora "V", sa použije priemerná teplota rôznych skupín. Parameter f_a sa uvedie spolu s výsledkami skúšky. Pre lepšiu opakovateľnosť a reprodukovateľnosť výsledkov skúšky sa odporúča, aby parameter f_a bol v tomto rozmedzí: $0{,}93 \leq f_a \leq 1{,}07$. Zmluvné strany môžu stanoviť parameter f_a ako povinný

Motory s prirodzeným nasávaním a mechanicky preplňované motory:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right) \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{0,7} \qquad (6\text{-}1)$$

Motory preplňované turbodúchadlom s chladením alebo bez chladenia nasávaného vzduchu:

$$f_a = \left(\frac{99}{p_s}\right)^{0,7} \times \left(\frac{T_a}{298}\right)^{1,5} \qquad (6\text{-}2)$$

Teplota nasávaného vzduchu sa udržiava v rozmedzí (25 ± 5) °C; hodnoty sa merajú pred ktorýmkoľvek komponentom motora.

Je povolené použiť:

(a) spoločný atmosférický tlakomer pokiaľ zariadenie na reguláciu nasávaného vzduchu udržiava teplotu okolia, v ktorom sa motor skúša v rozmedzí ±1 kPa spoločného atmosférického tlaku;

(b) spoločné meranie vlhkosti nasávaného vzduchu pokiaľ zariadenie na reguláciu nasávaného vzduchu udržiava rosný bod v mieste, v ktorom sa motor meria v rozmedzí ±0.5 °C hodnoty spoločného merania vlhkosti.

6.2. Motory s chladením plniaceho vzduchu

(a) Použije sa systém chladenia vzduchu s celkovou kapacitou nasávaného vzduchu predstavujúcou zariadenie motora pri používaní. Zostrojí sa

akýkoľvek laboratórny systém chladenia vzduchu na minimalizáciu akumulácie kondenzátu. Každý akumulovaný kondenzát sa vypustí a všetky odtokové otvory sa pre emisnou skúškou úplne uzatvoria. Odtokové otvory musia byť počas emisnej skúšky uzavreté. Chladiace podmienky sú tieto:

(i) počas skúšky sa na vstupe chladiča plniaceho vzduchu udržiava teplota minimálne 20 °C;

(ii) v podmienkach motora špecifikovaných výrobcom sa prietok chladiaceho prostriedku nastaví tak, aby sa dosiahla teplota ± 5 °C hodnoty určenej výrobcom na výstupe chladiča plniaceho vzduchu. Teplota vzduchu na výstupe sa meria v mieste stanovenom výrobcom. Počas skúšania a použije bod nastavenia prietoku chladiaceho prostriedku. Ak výrobca motora nestanoví podmienky motora alebo teplotu na výstupe zodpovedajúceho chladiča plniaceho vzduchu, prietok chladiaceho prostriedku sa nastaví pri maximálnom výkone motora aby sa dosiahla zodpovedajúca teplota na výstupe chladiča plniaceho vzduchu, ktorá reprezentuje prevádzku;

(iii) ak výrobca motora určí limity poklesu tlaku v celom systéme chladenia plniaceho vzduchu musí sa zabezpečiť, aby pokles tlaku v celom systéme chladenia plniaceho vzduchu v podmienkach motora špecifikovaných výrobcom, bol v rámci ním špecifikovaných limitov. Pokles tlaku sa meria na miestach stanovených výrobcom;

(b) cieľom je dosiahnuť emisné výsledky, ktoré sú reprezentatívne pre prevádzku. Ak osvedčená technická prax ukáže, že výsledkom špecifikácií v tomto bode by bolo nereprezentatívne skúšanie (napr. nadmerné chladenie nasávaného vzduchu), na dosiahnutie reprezentatívnejších výsledkov sa môžu použiť prepracovanejšie body nastavenia a regulácie poklesu tlaku plniaceho vzduchu, teploty chladiaceho prostriedku a prietoku.

6.3. Výkon motora

6.3.1. Základ pre meranie emisií

Základom merania špecifických emisií je nekorigovaný výkon.

6.3.2. Prídavné zariadenia, ktorá sa majú namontovať

Počas skúšky sa na skúšobné zariadenie podľa požiadaviek prílohy A.5 namontujú prídavné zariadenia potrebné na prevádzku motora.

6.3.3. Prídavné zariadenia, ktorá sa majú odstrániť

Niektoré zariadenia, ktorých činnosť je spojená s činnosťou stroja a ktoré sa môžu namontovať na motor, sa musia pri skúške odstrániť. Keď sa prídavné zariadenia nemôžu odstrániť výkon, ktorý absorbujú v stave bez zaťaženia sa môže určiť a pridať k nameranému výkonu motora (pozri poznámku h v tabuľke prílohy A.5). Ak je táto hodnota väčšia než 3 % než je hodnota maximálneho výkonu pri skúšobných otáčkach, môže ju overiť skúšobný orgán. Výkon absorbovaný prídavnými zariadeniami sa použije na nastavenie hodnôt a na výpočet práce vykonanej motorom počas skúšobného cyklu.

6.4. Sací systém motora

6.4.1. Úvod

Použije sa taký sací systém inštalovaný na motore alebo taký, ktorý reprezentuje typické prevádzkové usporiadanie. Zahŕňa chladenie plniaceho vzduchu a systém recirkulácie výfukových plynov.

6.4.2. Vstupný odpor vzduchu

Použije sa taký sací systém motora alebo skúšobný laboratórny systém, ktorého vstupný odpor vzduchu sa líši v rozmedzí ± 300 Pa od maximálnej hodnoty špecifikovanej výrobcom pre čistý vzduchový filter pri menovitých otáčkach a plnom zaťažení. Statický diferenciálny tlak odporu sa meria na mieste a v bodoch nastavenia otáčok a krútiaceho momentu špecifikovaných výrobcom. Ak výrobca neurčí miesto, tento tlak sa meria pred prípojkou akéhokoľvek turbodúchadla alebo systému recirkulácie výfukových plynov k systému sania vzduchu. Ak výrobca neurčí body otáčok a krútiaceho momentu, tento tlak sa meria pri maximálnom výkone motora.

6.5. Výfukový systém motora

Použije sa výfukový systém inštalovaný na motore alebo systém, ktorý reprezentuje typické prevádzkové usporiadanie. V prípade zariadení na dodatočnú úpravu výfukových plynov ich obmedzenie určí výrobca podľa stavu dodatočnej úpravy (napr. starnutie a úroveň regenerácie/zaťaženia). Výfukový systém musí zodpovedať požiadavkám na odber vzoriek výfukového plynu stanovených v bode 9.3. Použije sa výfukový systém alebo skúšobný laboratórny systém, ktorého statický protitlak je od 80 % do 100 % maximálnej hodnoty odporu pri otáčkach motora a krútiacom momente stanovených výrobcom. Ak je maximálny odpor 5 kPa alebo menej, bod nastavenia nesmie byť menší o viac než 1,0 kPa od maxima. Ak výrobca neurčí body otáčok a krútiaceho momentu, tento tlak sa meria pri maximálnom výkone motora.

6.6. Motor so systémom dodatočnej úpravy výfukových plynov

Ak je motor vybavený systémom na dodatočnú úpravu výfukových plynov, výfuková trubica musí mať rovnaký priemer, aký je vo vzdialenosti najmenej 4 priemerov rúry pred vstupom do expanzného úseku, ktorý obsahuje zariadenie na dodatočnú úpravu. Vzdialenosť od príruby výfukového potrubia alebo od výstupu turbodúchadla k zariadeniu na dodatočnú úpravu výfukových plynov musí byť rovnaká ako pri konfigurácii vozidla alebo musí byť v rámci vzdialeností stanovených výrobcom. Protitlak alebo odpor výfukových plynov musí spĺňať rovnaké kritériá aké sú uvedené vyššie, s možnosťou nastaviť ich ventilom. Počas simulačných skúšok a v priebehu mapovania motora je možné odstrániť nádrž na dodatočnú úpravu a nahradiť ju rovnocennou nádržou s neaktívnym nosičom katalyzátora.

Emisie namerané v skúšobnom cykle musia reprezentovať emisie v prevádzke. V prípade motora vybaveného systémom dodatočnej úpravy výfukových plynov, ktorý si vyžaduje reagujúce činidlo, musí toto činidlo použité vo všetkých skúškach určiť výrobca.

Pre motory vybavené systémami dodatočnej úpravy výfukových plynov, ktoré sa periodicky regenerujú zriedkavo (periodicky) ako je opísané v bode 6.6.2.,

sa emisné výsledky nastavia na hodnoty zohľadňujúce regeneračné udalosti. V takom prípade priemerné emisie závisia od frekvencie regeneračných udalostí v tých úsekoch skúšok, v ktorých regenerácia nastáva. Systémy dodatočnej úpravy výfukových plynov s nepretržitou regeneráciou podľa bodu 6.6.1. si nevyžadujú osobitný skúšobný postup.

6.6.1. Nepretržitá regenerácia

V prípade systému dodatočnej úpravy výfukových plynov založenom na procese nepretržitej regenerácie sa emisie merajú v systéme dodatočnej úpravy výfukových plynov, ktorý bol stabilizovaný tak, aby bolo zabezpečené opakovateľné správanie emisií. Proces regenerácie sa musí uskutočniť aspoň raz počas skúšky NRTC a výrobca uvedie normálne podmienky, v ktorých regenerácia nastáva (zanesenie sadzami, teplota, protitlak výfukových plynov, atď.). Aby sa preukázala nepretržitosť regeneračného procesu, vykonajú sa aspoň tri skúšky NRTC s teplým štartom. Počas skúšok sa zaznamená teplota a tlak výfukových plynov (teplota pred a za systémom dodatočnej úpravy výfukových plynov, protitlak výfukových plynov, atď.). Systém dodatočnej úpravy výfukových plynov sa považuje vyhovujúci, ak podmienky stanovené výrobcom trvajú počas skúšok a rozptyl výsledkov nie je väčší než ± 15 %. Ak má systém dodatočnej úpravy výfukových plynov bezpečnostný režim, ktorý sa prepne do režimu zriedkavej (periodickej) regenerácie, kontroluje sa podľa bodu 6.6.2. V takom špecifickom prípade môžu byť prekročené príslušné emisné limity, ktoré by nemali byť vážené.

6.6.2. Zriedkavá (periodická) regenerácia

Toto ustanovenie sa vzťahuje na motory vybavené regulátormi emisií, ktoré sú periodicky regenerované. V prípade motorov, ktoré pracujú v nespojitom modálnom cykle sa tento postup nemôže uplatniť.

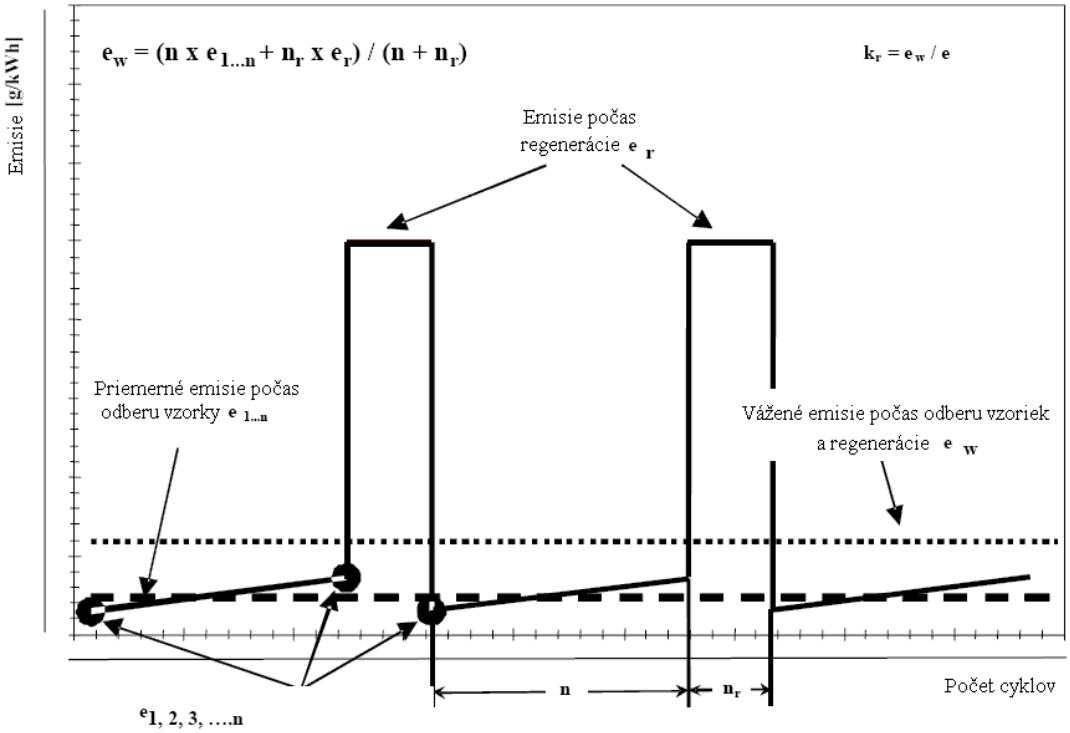
Emisie sa merajú v aspoň troch skúškach NRTC s teplým štartom alebo skúškach s odstupňovaným modálnym cyklom (RMC), raz počas regeneračnej udalosti v stabilizovanom systéme dodatočnej úpravy výfukových plynov a dvakrát mimo nej. Regeneračný proces musí nastať aspoň raz počas skúšky NRTC alebo RMC. Ak regenerácia trvá dlhšie než jedna skúška NRTC alebo RMC, následne musia prebehnúť skúšky NRTC alebo RMC až kým sa regenerácia nedokončí. Motor môže byť vybavený spínačom schopným zabrániť alebo povoliť regeneračný proces za predpokladu, že táto operácia nemá žiadny vplyv na pôvodnú kalibráciu motora.

Výrobca musí uviesť normálne parametrické podmienky, v ktorých sa uskutočňuje regeneračný proces (zanesenie sadzami, teplota, protitlak výfukových plynov, atď.). Výrobca musí poskytnúť aj údaje o frekvencii regeneračných udalostí z hľadiska úsekov skúšok, počas ktorých nastane regenerácia (*F*). Presný postup stanovenia frekvencie dohodne homologizačný alebo certifikačný orgán na základe osvedčenej technickej praxe.

Na regeneračnú skúšku poskytne výrobca systém dodatočnej úpravy výfukových plynov, ktorý bol zaťažený. Počas kondicionovania motora nesmie dôjsť k regenerácii. Výrobca má možnosť spustiť následne skúšku NRTC s teplým štartom alebo skúšku RMC až kým nie je systém dodatočnej úpravy výfukových plynov zaťažený. Meranie emisií nie je potrebné pri všetkých skúškach.

Priemerné emisie medzi regeneračnými fázami sa stanovia z aritmetického priemeru z niekoľkých približne rovnomerných výsledkov skúšok NRTC s teplým štartom alebo skúšok RMC. Čo najskôr pred regeneračnou skúškou a hneď po nej sa musí vykonať minimálne jedna skúška NRTC alebo RMC.

Počas regeneračnej skúšky sa zaznamenajú všetky údaje potrebné na zistenie regenerácie (emisie CO alebo NO_x, teplota pred a za systémom dodatočnej úpravy výfukových plynov, protitlak výfukových plynov, atď.). Počas procesu regenerácie môžu byť prekročené príslušné emisné limity. Skúšobný postup je schematicky zobrazený na obrázku 6.1.



Obrázok 6.1 - Schéma (zriedkavej) periodickej regenerácie s počtom meraní *n* a počtom meraní počas regenerácie n_r

Priemerné špecifické emisie sa vzťahujú na teplý štart $\bar{e}_w$ [g/kWh] a vážia sa takto (pozri obrázok 6.1):

$$\bar{e}_w = \bar{e}_r \cdot (1 - F) \cdot \bar{e} \qquad (6\text{-}3)$$

kde:

F = frekvencia regeneračnej udalosti v z hľadiska úsekov skúšok, počas ktorých nastane regenerácia [-]

$\bar{e}$ = priemerné špecifické emisie zo skúšky, počas ktorej nenastane regenerácia [g/kWh]

$\bar{e}_r$ = priemerné špecifické emisie zo skúšky, počas ktorej nastane regenerácia [g/kWh]

Podľa výberu výrobcu a na základe osvedčenej technickej analýzy sa faktor nastavenia regenerácie k_r, vyjadrujúci priemerné emisie môže vypočítať buď násobením alebo pridaním takto:

$$k_r = \frac{\bar{e}_w}{\bar{e}}$$ (násobkový faktor nastavenia) (6-4)

alebo

$$k_{Ur} = \bar{e}_w - \bar{e}$$ (vzostupný faktor nastavenia) (6-5)

$$k_{Dr} = \bar{e}_w - \bar{e}_r$$ (vzostupný faktor nastavenia) (6-6)

Vzostupný faktor nastavenia sa doplní k nameraným emisiám vo všetkých skúškach, v ktorých nedôjde k regenerácii. Zostupný faktor nastavenia sa doplní k nameraným emisiám vo všetkých skúškach, v ktorých dôjde k regenerácii. Výskyt regenerácie sa určí spôsobom, ktorý je ľahko pozorovateľný počas skúšania. Kde sa nezistí žiadna regenerácia, použije sa vzostupný faktor nastavenia.

S odkazom na prílohy A.7.-8. o výpočte emisií špecifických pre brzdenie sa faktor nastavenia regenerácie:

(a) môže použiť na výsledky váženej skúšky NRTC a nespojitý režim cyklu;

(b) môže použiť na odstupňované modálne skúšobné cykly a studený NRTC, ak regenerácia nastane počas cyklu;

(c) môže rozšíriť na ostatných členov toho istého radu motorov;

(d) môže rozšíriť na iné rady motorov používajúce rovnaké systém dodatočnej úpravy s predchádzajúcim schválením homologizačného alebo certifikačného orgánu, založeným na technickom dôkaze dodanom výrobcom, že emisie sú podobné.

Musia sa uvážiť tieto možnosti:

(a) výrobca si vyberie, že vynechá faktory nastavenia pre jeden alebo viacero radov motorov (alebo usporiadaní motorov), pretože účinok regenerácie je malý alebo pretože nie je praktické zistiť, čas kedy dôjde k regenerácii. V takých prípadoch sa nepoužije žiadny faktor nastavenia a výrobca je zodpovedný za dodržanie emisných limitov pri všetkých skúškach bez ohľadu na to, či nastane regenerácia;.

(b) na žiadosť výrobcu môže homologizačný alebo certifikačný orgán počítať regeneračné udalosti inak, než je uvedené v písmene (a). Táto možnosť sa však vzťahuje len na udalosti, ktoré nastanú mimoriadne zriedkavo a ktoré sa nemôžu prakticky vyriešiť použitím faktorov nastavenia opísaných v písmene (a).

6.7. Chladiaci systém

Použije sa chladiaci systém motora s dostatočnou kapacitou schopný udržať motor, s jeho nasávaným vzduchom, olejom, chladiacim prostriedkom a teplotami bloku a hlavy, na jeho normálnych prevádzkových teplotách predpísaných výrobcom. Môžu sa použiť prídavné chladiče a ventilátory laboratória.

6.8. Mazací olej

Mazací olej určí výrobca a musí byť reprezentantom mazacieho oleja dostupného na trhu; špecifikácie mazacieho oleja použitého v skúške sa zaznamenajú s predložia spolu s výsledkami skúšky.

6.9. Špecifikácie referenčného paliva

Používanie jedného štandardizovaného referenčného paliva sa vždy považovalo za ideálnu podmienku pre zabezpečenie reprodukovateľnosti normatívneho skúšania emisií a zmluvným stranám sa odporúča používať také palivo pri skúšaní zhodnosti. Avšak kým neboli do tohto gtp zavedené požiadavky na vlastnosti (t. j. emisné limity), zmluvné strany Dohody z roku 1998 mohli určiť svoje vlastné referenčné palivo v ich národnej legislatíve na charakteristiku skutočnej situácie na trhu palív pre vozidlá v prevádzke.

Na skúšanie sa odporúča používať pre vznetové motory referenčné palivá Európskej únie, Spojených štátov amerických a Japonska uvedené v prílohe A.6. Pretože charakteristiky paliva ovplyvňujú emisie výfukových plynov z motora, s výsledkami skúšky sa určia, zaznamenajú a uvedú charakteristiky paliva použitého na skúšku.

Teplota paliva musí zodpovedať odporúčaniam výrobcu. Teplota paliva sa meria na vstupe do vstrekovacieho čerpadla alebo podľa údajov výrobcu a zaznamená sa miesto merania.

6.10. Emisie kľukovej skrine

Priamo do ovzdušia sa nesmú vypustiť žiadne emisie kľukovej skrine s týmito výnimkami: motory vybavené turbodúchadlami, čerpadlami, ventilátormi alebo preplňovačmi na nasávanie vzduchu môžu vypúšťať emisie kľukovej skrine do ovzdušia, ak sa také emisie pridajú k výfukovým emisiám (buď fyzicky alebo matematicky) počas všetkých emisných skúšok. Výrobcovia využívajúc túto výnimku namontujú motory tak, aby sa všetky emisie kľukovej skrine mohli viesť do systému odberu vzoriek. Na účely tohto bodu sa emisie kľukovej skrine, vedúce do výfukového plynu pred systémom dodatočnej úpravy výfukového plynu počas celej prevádzky, nepovažujú za emisie vypúšťané priamo do ovzdušia.

Voľné emisie kľukovej skrine sa vedú do výfukového systému na meranie emisií takto:

(a) materiál potrubia musí mať hladké steny, musí byť elektricky vodivý a nesmie reagovať s emisiami kľukovej skrine, Dĺžka potrubia musí byť čo možno najmenšia;

(b) počet ohybov laboratórneho potrubia kľukovej skrine musí byť čo možno najmenší a polomer každého nevyhnutného ohybu musí byť čo možno najväčší;

(c) laboratórne výfukové potrubie kľukovej skrine musí spĺňať špecifikácie výrobcu týkajúce sa protitlaku kľukovej skrine;

(d) výfukové potrubie kľukovej skrine sa pripojí k potrubiu neriedeného výfukového plynu za systémom dodatočnej úpravy a za ktorýmkoľvek namontovaným obmedzením výfuku a v dostatočnej vzdialenosti pred odberovými sondami, aby bolo zabezpečené úplné zmiešanie s

výfukovými plynmi motora predtým, než sa odoberú vzorky. Výfukové potrubie kľukovej skrine musí zasahovať do voľného prúdu výfukových plynov aby sa zabránilo účinkom hraničnej vrstvy a aby sa podporilo zmiešavanie. Výstup výfukového potrubia kľukovej skrine môže byť orientovaný v ktoromkoľvek smere voči prúdu neriedeného výfukového plynu.

7. SKÚŠOBNÉ POSTUPY

7.1. Úvod

V tejto kapitole je opísaný spôsob určenia emisií špecifických plynných znečisťujúcich látok a tuhých častíc motorov špecifických pre brzdenie, ktoré sa majú skúšať. Skúšaný motor musí byť základným motorom radu motorov ako je špecifikované v bode 5.2.

Laboratórna emisná skúška pozostáva z merania emisií a iných parametrov skúšobných cyklov špecifikovaných v tomto gtp. Ide o tieto aspekty:

(a) laboratórna zostava na meranie emisií špecifických pre brzdenie (bod 7.2.);

(b) postupy overovania pred skúškou a po nej (bod 7.3.);

(c) skúšobné cykly (bod 7.4.);

(d) všeobecná postupnosť skúšky (bod 7.5.);

(e) mapovanie motora (bod 7.6.);

(f) regenerácia skúšobného cyklu (bod 7.7.);

(g) priebeh špecifického skúšobného cyklu (bod 7.8.).

7.2. Princípy merania emisií

Na meranie emisií špecifických pre brzdenie musí byť motor v prevádzke počas skúšobných cyklov definovaných v bode 7.4. Meranie emisií špecifických pre brzdenie si vyžaduje určenie hmotnosti znečisťujúcich látok vo výfukovom plyne (t. j. HC, NMHC, CO, NO_x a tuhých častíc) a zodpovedajúcej práce motora.

7.2.1. Hmotnosť zložiek

Celková hmotnosť každej zložky sa určí počas príslušného skúšobného cyklu pomocou týchto metód:

7.2.1.1. Nepretržitý odber vzoriek

Pri nepretržitom odbere vzoriek sa koncentrácia zložiek meria nepretržite z neriedeného alebo zriedeného výfukového plynu. Táto koncentrácia sa vynásobí hodnotou nepretržitého prietoku (neriedeného alebo zriedeného) výfukového plynu v mieste odberu vzoriek emisií aby sa určil prietok zložky. Emisie zložiek sa nepretržite sčítavajú počas celého skúšobného intervalu. Tento súčet je celkovou hmotnosťou emitovanej zložky.

7.2.1.2. Odber vzoriek v dávkach

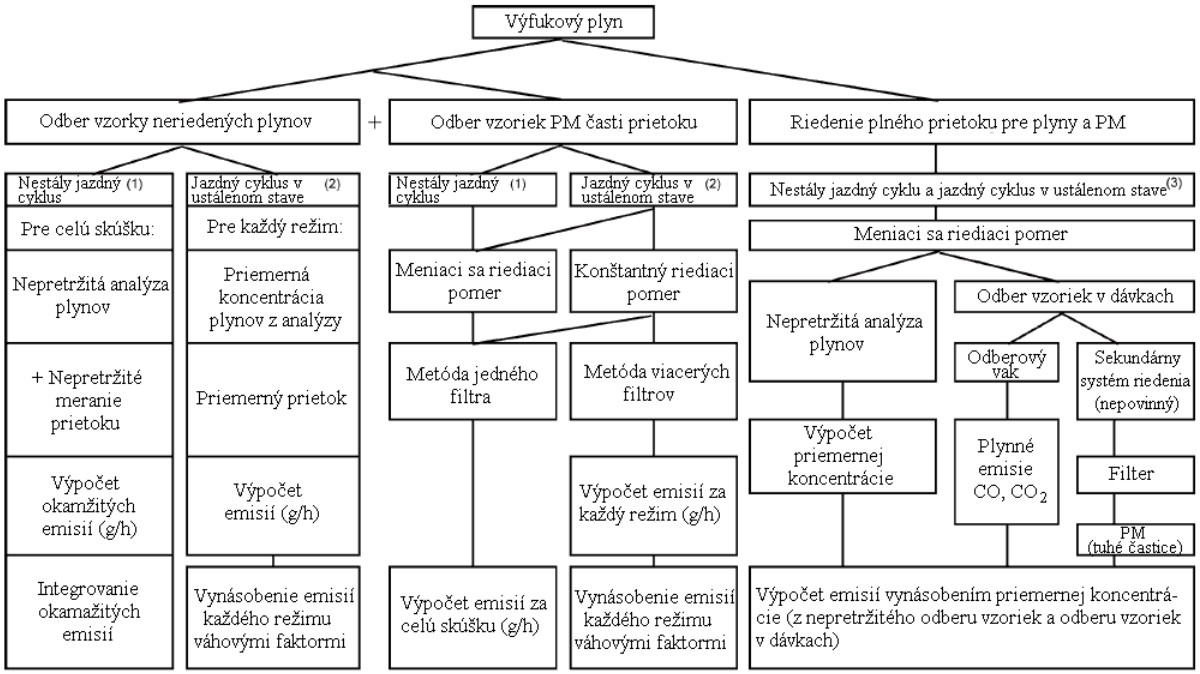
Pri odbere vzoriek v dávkach sa vzorka neriedeného alebo zriedeného výfukového plynu nepretržite odoberá a ukladá na ďalšie meranie. Odobratá vzorka musí byť úmerná prietoku neriedeného alebo zriedeného výfukového

plynu. Príkladmi odberu vzoriek v dávkach sú zachytené zložky zriedených plynných emisií v odberovom vaku a zachytené tuhé častice (PM) na filtri. V zásade je metóda výpočtu emisií takáto: koncentrácie vzoriek odobratých odoberaných v dávkach sa vynásobia celkovou hmotnosťou prietoku (neriedeného alebo zriedeného), z ktorého boli odobraté počas skúšobného cyklu. Tento súčin je celkovou hmotnosťou alebo hmotnostným prietokom emitovanej zložky. Na výpočet koncentrácie PM sa PM zachytené na filtri z úmerne odobratého výfukového plynu, vydelia množstvom filtrovaného výfukového plynu.

7.2.1.3. Kombinovaný odber vzoriek

Je povolená akákoľvek kombinácia nepretržitého odberu vzoriek a odberu vzoriek v dávkach (napr. PM s odberom vzoriek v dávkach a plynné emisie s nepretržitým odberom vzoriek).

Na nasledujúcom obrázku 7.1 sú zobrazené dva aspekty skúšobného postupu na meranie emisií: zariadenia s odberovými vedeniami v neriedenom a zriedenom výfukovom plyne a činnosti potrebné na výpočet emisií znečisťujúcich látok v skúšobnom cykle v ustálenom stave a v nestálom skúšobnom cykle (obrázok 7.1).



(1) Nestály jazdný cyklus a odstupňovaný modálny skúšobný cyklus (2) Ustálený jazdný cyklus s nespojitým režimom (3) Nestály jazdný cyklus, odstupňovaný modálny skúšobný cyklus a ustálený jazdný cyklus s nespojitým režimom

Obrázok 7.1 - Činnosti potrebné na výpočet emisií motora v skúšobnom cykle v ustálenom stave a v nestálom skúšobnom cykle (pozri prílohy A.7. a A.8.)

Poznámka k obrázku 7.1: "Pojem odber vzoriek PM časti prietoku" zahŕňa riedenie časti prietoku, aby sa vybral len neriedený výfukový plyn s konštantným alebo meniacim sa riediacim pomerom.

7.2.2. Určenie práce

Práca sa určuje počas skúšobného cyklu synchrónnym násobením otáčok a krútiaceho momentu brzdy na výpočet okamžitých hodnôt pre výkon motorovej brzdy. Výkon motorovej brzdy sa integruje počas skúšobného cyklu na určenie celkovej práce.

7.3. Overenie a kalibrácia

7.3.1. Postupy pred skúškou

7.3.1.1. Predkondicionovanie

Na dosiahnutie ustálených podmienok sa systém odberu vzoriek a motor musia predkondicionovať pred začiatkom skúšky ako je uvedené v bodoch 7.3. a 7.4. Predkondicionovanie na účely schladenia motora z hľadiska nestálej skúšky so studeným štartom je osobitne uvedené v bode 7.4.2.

7.3.1.2. Overenie znečistenia HC

Ak je akýkoľvek predpoklad väčšieho znečistenia systému merania výfukového plynu s HC, takéto znečistenie sa môže kontrolovať nulovacím plynom a problém sa potom može odstrániť. Ak sa množstvo znečistenia meracieho systému a systému pozadia HC musí kontrolovať, kontrola sa vykoná do 8 hodín od začiatku každého skúšobného cyklu. Hodnoty sa zaznamenajú na účely ďalšej korekcie. Pre touto kontrolou sa musí vykonať skúška tesnosti a musí sa kalibrovať analyzátor FID.

7.3.1.3. Príprava meracieho zariadenia na odber vzoriek

Pred začiatkom odberu vzoriek sa vykonajú tieto kroky:

(a) kontroly presakovania sa vykonajú do 8 hodín pred odberom vzoriek emisií podľa bodu 8.1.8.7.;

(b) v prípade odberu vzoriek v dávkach sa pripojí čisté skladovacie médium ako napr. vyprázdnené odberové vaky alebo odvážené samotné filtre;

(c) všetky meracie prístroje sa spustia podľa pokynov výrobcu prístrojov a osvedčenej technickej praxe;

(d) spustia sa systémy riedenia, vzorkovacie čerpadlá, chladiace ventilátory a systémy zberu dát;

(e) prietoky vzorky sa nastavia na požadovanú úroveň, v prípade potreby s použitím obtokov;

(f) výmenníky tepla v systému odberu vzoriek sa predhrejú alebo predchladia na ich prevádzkové tepelné rozpätia pre skúšku;

(g) sú povolené zahrievacie alebo chladiace komponenty ako sú vedenia na odber vzoriek, filtre, chladiče a čerpadlá, aby sa stabilizovali ich prevádzkové teploty;

(h) systém riedenia výfukových plynov sa zapne pred sériou skúšok aspoň na 10 minút;

(i) kalibrácia analyzátorov plynu a vynulovanie analyzátorov pri nepretržitom odbere sa vykoná podľa postupu uvedeného v bode 7.3.1.4;

(k) akékoľvek zabudované elektronické zariadenie sa vynuluje alebo znovu vynuluje (resetuje) pred začiatkom každého skúšobného intervalu.

7.3.1.4. Kalibrácia analyzátorov plynu

Vyberú sa vhodné rozsahy analyzátorov plynu. Sú povolené analyzátory emisií s automatickým alebo ručným prepínaním rozsahov. Počas skúšky so stupňovitými prechodmi režimov alebo skúšky NRTC a počas doby odberu vzoriek plynných emisií na konci každého režimu v prípade skúšky v nespojitom režime sa nesmie prepínať rozsah analyzátorov emisií. Počas skúšobného cyklu v tom istom čase nesmú byť zapnuté analógové prevádzkové zosilňovače analyzátorov.

Všetky analyzátory pri nepretržitom odbere sa vynulujú a nastavia sa meracie rozsahy pomocou medzinárodne zistiteľných plynov, ktoré spĺňajú špecifikácia bodu 9.5.1. Nastavia sa meracie rozsahy analyzátory FID na základe ekvivalentu uhlíka 1 (C_1).

7.3.1.5. Predkondicionovanie filtra PM a váženie vlastnej hmotnosti

Postupy predkondicionovania filtra PM a váženia vlastnej hmotnosti sa vykonajú podľa bodu 8.2.3.

7.3.2. Postupy pred skúškou

Po dokončení odberu vzoriek sa vykonajú tieto kroky.

7.3.2.1. Overenie proporcionálneho odberu vzorky

Za každý proporcionálny odber vzorky v dávkach ako napr. odber vzorky do vaku alebo vzorky tuhých častíc, sa overí či sa udržal proporcionálny odber vzoriek podľa bodu 8.2.1. V prípade jednofiltrovej metódy sa ustálený skúšobný cyklus v nespojitom režime sa vypočíta efektívny váhový faktor PM. Akákoľvek vzorka, ktorá nespĺňa požiadavku bodu 8.2.1. sa neberie do úvahy.

7.3.2.2. Kondicionovanie a váženie tuhých častíc po skúške

Použité filtre tuhých častíc sa umiestnia do krytej a hermeticky uzavretej nádoby, alebo držiaky filtra sa zakryjú aby sa chránili vzorkovacie filtre pred okolitým znečistením. Takto chránený filtre sa vrátia do kondicionovacej komory alebo miestnosti. Potom sa filtre PM kondicionujú a vážia podľa bodu 8.2.4 (postupy kondicionovania flitra PM a celkového váženia po skúške).

7.3.2.3. Analýza odberu plynov v dávkach

Čo najskôr sa vykoná toto:

(a) všetky analyzátory odberu plynov v dávkach sa vynulujú a nastavia sa meracie rozsahy do 30 minút po dokončení skúšobnom cykle alebo počas doby úpravy teploty, ak je to praktické na kontrolu, či sú analyzátory plynu stále ešte stabilné;

(b) akékoľvek obvyklé vzorky plynu odobraté v dávkach sa analyzujú do 30 minút po dokončení skúšobného cyklu s teplým štartom alebo počas doby úpravy teploty;

(c) vzorky pozadia dávkach sa analyzujú do 60 minút po dokončení skúšobného cyklu s teplým štartom.

7.3.2.4. Overenie kolísania (posunu)

Po kvantifikácii výfukových plynov sa kolísanie (posun) overí takto:

(a) v prípade analyzátorov pri nepretržitom odbere a odbere v dávkach sa zaznamená stredná hodnota analyzátora po stabilizácii nulovacieho plynu. Stabilizácia môže zahŕňať čas na vyčistenie analyzátora od akejkoľvek vzorky plynu plus každý ďalší čas na zohľadnenie odozvy analyzátora;

(b) stredná hodnota analyzátora sa zaznamená po stabilizácii plynu na nastavenie meracieho rozsahu. Stabilizácia môže zahŕňať čas na vyčistenie analyzátora od akejkoľvek vzorky plynu plus každý ďalší čas na zohľadnenie odozvy analyzátora;

(c) tieto údaje sa použijú na overenie a korekciu kolísania (posunu), ako je opísané v bode 8.2.2.

7.4. Skúšobné cykly

Použijú sa tieto pracovné cykly:

(a) v prípade motorov s meniteľnými otáčkami, 8 režimový skúšobný cyklus alebo zodpovedajúci odstupňovaný modálny cyklus a nestály (prechodný) cyklus NRTC podľa prílohy A.1.;

(b) v prípade motorov s konštantnými otáčkami, 5 režimový skúšobný cyklus alebo zodpovedajúci odstupňovaný modálny cyklus podľa prílohy A.1.

7.4.1. Ustálený skúšobný cyklus

Ustálené skúšobné cykly sú uvedené v prílohe A.1. ako zoznam nespojitých režimov (riadiace body), pričom každý riadiaci bod má jednu hodnotu otáčok a jednu hodnotu krútiaceho momentu. Ustálený skúšobný cyklus sa meria so zahriatym a zabehaným motorom podľa špecifikácií výrobcu. Ustálený skúšobný cyklus môže prebiehať ako cyklus s nespojitým režimom alebo ako odstupňovaný modálny cyklus ako je vysvetlené v nasledujúcich bodoch.

7.4.1.1. Ustálené skúšobné cykly v nespojitom režime

Ustálený nespojitý 8 režimový skúšobný cyklus pozostáva z 8 režimov otáčok a zaťaženia (s príslušnými váhovými faktormi pre každý režim), ktoré pokrývajú typický prevádzkový rozsah motorov s meniteľnými otáčkami.. Cyklus je zobrazený v prílohe A.1.

Ustálený nespojitý 5 režimový skúšobný cyklus s konštantnými otáčkami pozostáva z 5 režimov zaťaženia (s príslušným váhovým faktorom pre každý režim), všetky pri menovitých otáčkach, ktoré pokrývajú typický prevádzkový rozsah motorov s konštantnými otáčkami. Cyklus je zobrazený v prílohe A.1.

7.4.1.2. Odstupňované modálne ustálené skúšobné cykly

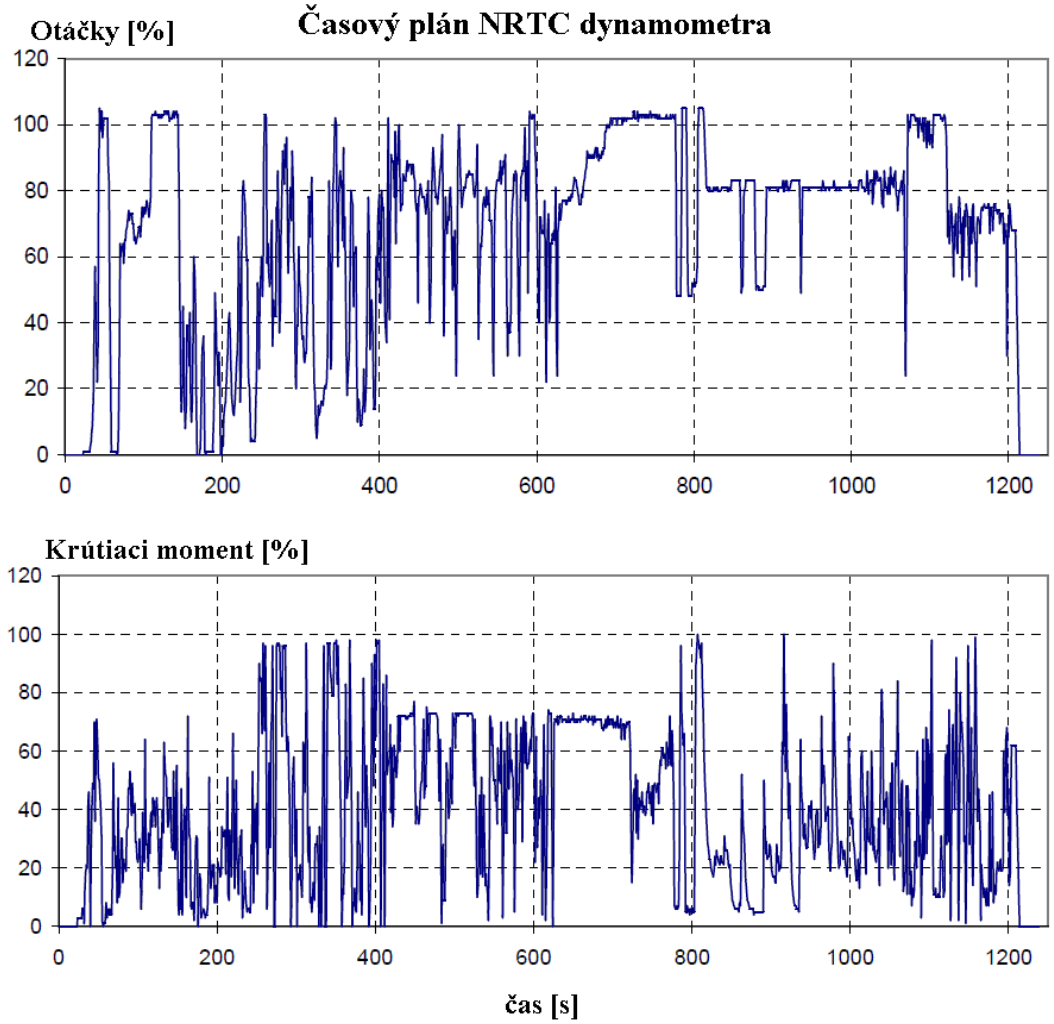
Odstupňované modálne skúšobné cykly (RMC) sú teplými prevádzkovými cyklami, kde sa emisie začínajú merať po naštartovaní, zahriatí a zabehnutí motora ako je špecifikované v bode 7.8.2.1. Motor sa nepretržite kontroluje kontrolnou jednotkou skúšobného zariadenia počas skúšobného cyklu RMC. Plynné emisie a emisie tuhých častíc sa merajú a odoberajú nepretržite počas skúšobného cyklu RMC rovnakým spôsobom ako v prípade nestáleho (prechodného) cyklu.

V prípade 5 režimového skúšobného cyklu pozostáva RMC z rovnakých režimov a v rovnakom poradí ako zodpovedajúci nespojitý skúšobný cyklus v ustálenom stave. V prípade 8 režimového skúšobného cyklu má RMC o jeden režim viac (delený voľnobežný režim) a poradie režimov nie je také isté ako v prípade ustáleného skúšobného cyklu v nespojitom režime, aby sa zabránilo extrémnym zmenám teploty pri dodatočnej úprave. Dĺžka režimov sa zvolí tak, aby boli ekvivalentné váhovým faktorom zodpovedajúceho ustáleného skúšobného cyklu v nespojitom režime. Zmena otáčok a zaťaženia motora pri zmene z jedného režimu na druhý režim musí byť lineárne riadená v čase 20 ± 1 s. Zmena času režimu je súčasťou nového režimu (vrátane prvého režimu).

7.4.2. Nestály (prechodný) skúšobný cyklus (NRTC)

Mimocestný nestály (prechodný) skúšobný cyklus (NRTC) je špecifikovaný v prílohe A.1. ako sekundový sled hodnôt normalizovaných otáčok a krútiaceho momentu. Aby sa vykonala skúška v skúšobnej komore, normalizované hodnoty sa prevedú na ich ekvivalentné referenčné hodnoty pre jednotlivý motor, ktorý sa má skúšať, vychádzajúc zo špecifických hodnôt otáčok a krútiaceho momentu, zistených z mapovacej krivky motora. Prevod sa označí ako denormalizácia a výsledným skúšobným cyklom je referenčný skúšobný cyklus NRTC motora, ktorý sa má skúšať (pozri bod 7.7.).

Grafické zobrazenie časového plánu normalizovaného dynamometra NRTC:



Nestály (prechodný) skúšobný cyklus musí prebehnúť dvakrát (pozri bod 7.8.3.):

(a) ako studený štart potom, čo bol systém motora a systém dodatočnej úpravy výfukových plynov ochladený na teplotu miestnosti po prirodzenom ochladení motora, alebo ako studený štart po nútenom ochladení a motor, teplota chladiaceho prostriedku a oleja, systémov dodatočnej úpravy a riadiacich zariadení motora sa stabilizovali na teplote 20 až 30 °C. Meranie emisií pri studenom štarte začne s naštartovaním studeného motora;

(b) čas zahrievania - hneď po dokončení fázy so studeným štartom sa motor kondicionuje na teplý štart 20 minút ± 1 minúta času zahrievania;

(c) teplý štart začne hneď po čase zahrievania s roztáčaním motora. Analyzátory plynu sa zapnú na aspoň 10 s pred koncom času zahrievania aby sa vyhlo špičkovým hodnotám vypínacieho signálu. Meranie emisií sa začne súčasne so začiatkom fázy s teplým štartom vrátane roztáčania motora.

Emisie špecifické pre brzdenie vyjadrené v (g/kWh) sa stanovia pomocou postupov uvedených v tomto oddiele pre oba cykly t. j. s teplým aj studeným štartom. Zložené vážené emisie sa vypočítajú vážením výsledkov studeného

štartu s 10 % a výsledkov teplého studeného štartu 90 % korekciou tak, ako je podrobne opísané v prílohách A.7-A.8.

7.5. Celkový priebeh skúšky

Na meranie emisií motora sa vykonajú tieto kroky:

(a) musia sa určiť otáčky a zaťaženie motora pre motor, ktorá sa má skúšať meraním maximálneho krútiaceho momentu (pre motory s konštantnými otáčkami) alebo krivky maximálneho krútiaceho momentu (pre motory s meniteľnými otáčkami), ako funkcie otáčok motora;

(b) normalizované skúšobné cykly sa musia denormalizovať krútiacim momentom (pre motory s konštantnými otáčkami) alebo otáčkami a krútiacimi momentmi (pre motory s meniteľnými otáčkami) zistenými v písmene (a) bodu 7.5.;

(c) v predstihu sa motor, vybavenie a meracie prístroje sa pripravia na nasledujúcu emisnú skúšku alebo sériu skúšok (studený a teplý cyklus);

(d) na overenie správnej funkcie vybavenia a analyzátorov sa vykonajú postupy pred skúškou. Všetky analyzátory musia byť kalibrované. Všetky údaje pred skúškou sa zaznamenajú;

(e) motor sa naštartuje (NRTC) alebo sa nechá bežať (cykly v ustálenom stave) na začiatku skúšobného cyklu a v rovnakom čase sa začne odber vzoriek;

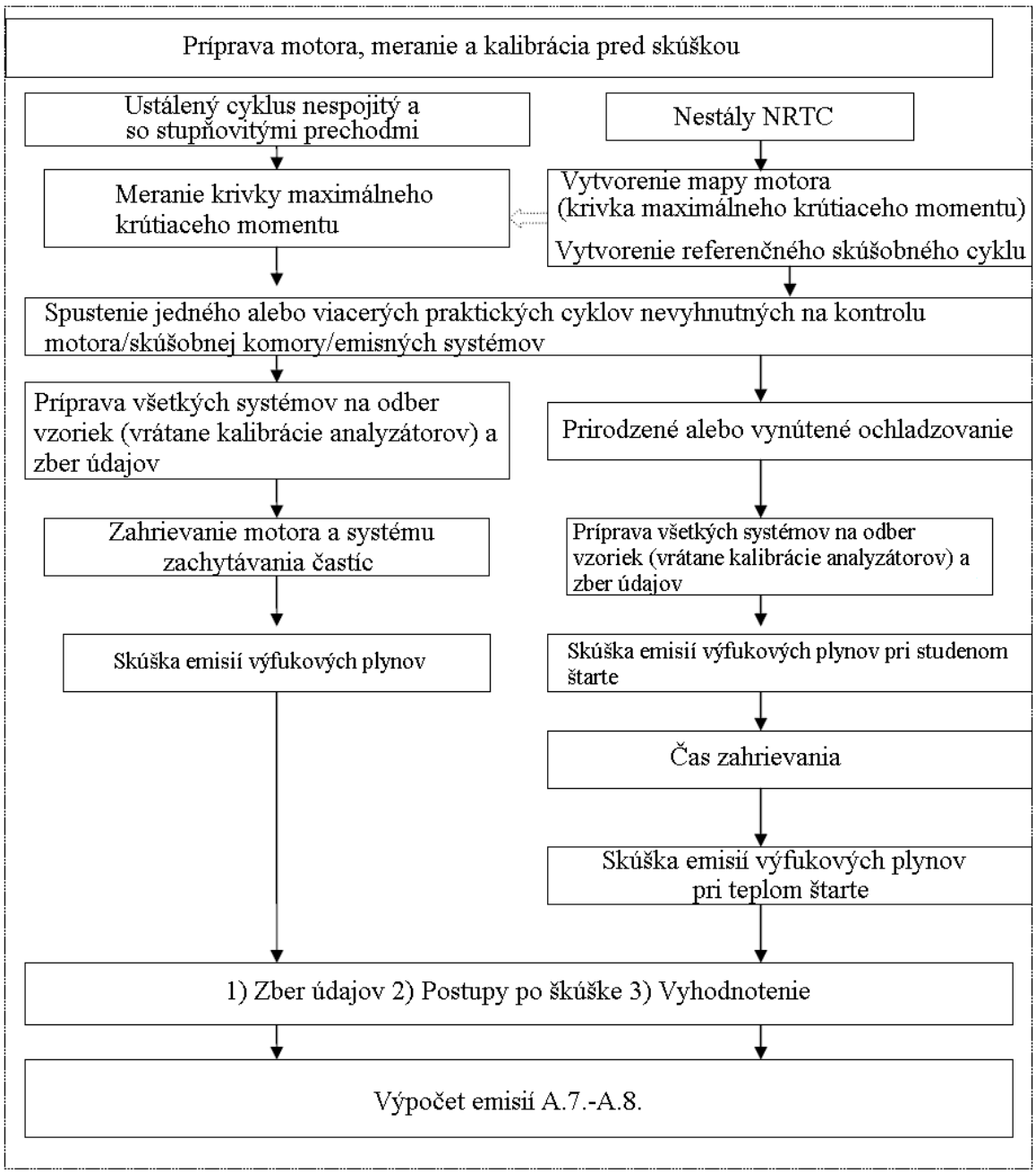
(f) v priebehu času odberu sa merajú a zaznamenávajú emisie a iné požadované parametre (pre NRTC a odstupňované modálne skúšobné cykly v ustálenom stave počas celého skúšobného cyklu);

(g) vykonajú sa postupy po skúške aby sa overili správne funkcie niektorého vybavenia a analyzátorov;

(h) filter(re) PM sa predkondicionuje(ú), váži(ia) (vlastná hmotnosť), zaťaží(ia), opätovne kondicionuje(ú), znovu váži(ia) (hmotnosť so zaťažením)) a potom sa hodnotia vzorky podľa postupov pred skúškou (7.3.1.4.) a po skúške (7.3.2.2.);

(i) vyhodnotia sa výsledky emisnej skúšky.

Nasledujúci diagram poskytuje prehľad o postupoch potrebných na vykonanie skúšobných cyklov NRMM s meraním emisií výfukového plynu motora.



Obrázok 7.3 - Priebeh skúšky

7.5.1. Štart a reštart motora

7.5.1.1. Štart motora

Motor sa štartuje:

(a) podľa odporúčania v príručke majiteľa pomocou štartéra motora alebo vzduchového systému štartovania a buď s primerane nabitou batériou, vhodným zdrojom energie alebo vhodným zdrojom stlačeného vzduchu; alebo

(b) použitím dynamometra na roztočenie motora až kým sa nenaštartuje. Väčšinou poháňa motor v rozmedzí ± 25 % jeho typických prevádzkových otáčok alebo štartuje motor lineárnym zvyšovaním otáčok dynamometra z

nuly na 100 min^{-1} pod voľnobežnými otáčkami až kým sa motor nenaštartuje.

Roztáčanie sa zastaví do 1 s po naštartovaní motora. Ak motor nenaštartuje po 15 s roztáčania, roztáčanie sa zastaví a zistí sa dôvod zlyhania štartovania, pokiaľ v príručke majiteľa alebo oprávarensko-servisnej príručke nie je uvedený dlhší než bežný čas roztáčania.

7.5.1.2. Zhasnutie motora

(a) Ak motor kdekoľvek v priebehu skúšky so studeným štartom NRTC zhasne, skúška je neplatná;

(b) Ak motor kdekoľvek v priebehu skúšky s teplým štartom NRTC zhasne, skúška je neplatná. Motor sa zahreje podľa požiadaviek bodu 7.8.3. a skúška s teplým štartom sa opakuje. V tomto prípade sa nemusí opakovať skúška so studeným štartom;

(c) Ak motor kdekoľvek v priebehu ustáleného skúšobného cyklu (nespojitého alebo odstupňovaného) zhasne, skúška je neplatná a opakuje sa začínajúc s postupom zahrievania motora. V prípade merania PM pomocou viacfiltrovej metódy (jeden vzorkovací filter pre každý prevádzkový režim), skúška pokračuje stabilizovaním motora pri predchádzajúcom režime pri teplote kondicionovania a potom sa začne meranie v režime, v ktorom motor zhasol.

7.6. Mapovanie motora

Pred začiatkom mapovania motora sa motor zahreje a pri konci zahrievania sa prevádzkuje aspoň 10 minút pri maximálnom výkone alebo podľa odporúčania výrobcu a osvedčenej technickej praxe, aby sa stabilizovala teplota chladiaceho prostriedku a mazacieho oleja. Keď sa motor ustáli, vykoná sa mapovanie motora.

Okrem motorov s konštantnými otáčkami sa mapovanie motora vykoná s naplno otvoreným prívodom paliva alebo regulátorom používajúcim nespojité otáčky vo vzostupnom poradí. Minimálne a maximálne mapovacie otáčky sa stanovia takto:

Minimálne mapovacie otáčky = voľnobežné otáčky so zahriatym motorom

Maximálne mapovacie otáčky = n_{hi} x 1,02 alebo otáčky, pri ktorých maximálny krútiaci moment klesne na nulu podľa toho, ktorá hodnota je menšia.

Kde n_{hi} sú horné otáčky, definované ako najvyššie otáčky motora, pri ktorých sa dosiahne 70 % menovitého výkonu.

Ak sú najvyššie otáčky nebezpečné alebo nie sú reprezentatívne (napr. v prípade neregulovaných motorov), na mapovanie sa podľa osvedčenej technickej praxe použijú maximálne bezpečné alebo maximálne reprezentatívne otáčky.

7.6.1. Mapovanie motora pre 8 režimový cyklus v ustálenom stave

V prípade mapovania motora pri 8 režimovom cykle v ustálenom stave (len v prípade motorov, u ktorých neprebehol cyklus NRTC), sa na výber dostatočného počtu (20 až 30) rovnomerne rozmiestnených nastavovacích bodov použije osvedčená technická prax. V každom bode nastavenia sa

stabilizujú otáčky a krútiaci moment sa môže stabilizovať aspoň na 15 s. Stredné otáčky a krútiaci moment sa zaznamenajú v každom bode nastavenia. Na stanovenie 8 režimových skúšobných otáčok a krútiaceho momentu sa v prípade potreby použije lineárna interpolácia. Ak sa odvodené skúšobné otáčky a zaťaženia neodchyľujú o viac než ± 2,5 % od otáčok a krútiaceho momentu uvedených výrobcom, použijú sa hodnoty skúšobných otáčok a zaťaženia stanovené výrobcom. Ak sa na motoroch vykoná aj NRTC, potom sa na stanovenie skúšobných otáčok a krútiaceho momentu v ustálenom stave použije mapovacia krivka motora NRTC.

7.6.2. Mapovanie motora pre cyklus NRTC

Mapovanie motora sa vykoná podľa nasledujúceho postupu:

(a) Motor sa prestane zaťažovať a beží pri voľnobežných otáčkach;

(i) v prípade motorov s regulátorom nízkych otáčok sa požiadavka obsluhy nastaví na minimum, dynamometer alebo iné zaťažovacie zariadenie sa použije na dosiahnutie nulového krútiaceho momentu na primárnom vývodovom hriadeli motora a motor môže regulovať otáčky. Odmerajú sa tieto voľnobežné otáčky so zahriatym motorom;

(ii) v prípade motorov s regulátorom nízkych otáčok sa dynamometer nastav na dosiahnutie nulového krútiaceho momentu na primárnom vývodovom hriadeli motore a požiadavka obsluhy sa nastaví tak, aby boli regulované otáčky podľa výrobcom stanovených najnižších otáčok motora podľa možnosti s minimálnym zaťažením (tiež známy výrobcom deklarované voľnobežné otáčky so zahriatym motorom);

(iii) v prípade motorov s meniteľnými otáčkami sa môže použiť výrobcom deklarovaný krútiaci moment pri voľnobehu (s regulátorom nízkych otáčok alebo bez neho), ak pre túto prevádzku je reprezentatívny nenulový krútiaci moment pri voľnobehu;

(b) požiadavka obsluhy sa nastaví na maximum a otáčky motora sa regulujú tak, aby sa dosiahli hodnoty v rozmedzí od voľnobežných otáčok so zahriatym motorom po 95 % voľnobežných otáčok so zahriatym motorom. V prípade motorov s referenčnými pracovnými cyklami, ktorých najnižšie otáčky sú vyššie než voľnobežné otáčky so zahriatym motorom s mapovanie môže začať pri hodnotách od najnižších referenčných otáčok po 95 % najnižších referenčných otáčok;

(c) otáčky motora sa zvýšia priemerne o 8 ± 1 min^{-1}/s alebo sa motor mapuje pomocou súvislého zvyšovania otáčok konštantnou mierou tak, aby boli potrebné 4 až 6 minúty na zvýšenie z minimálnych na maximálne mapovacie otáčky. Rozpätie mapovacích otáčok začína pri hodnotách od voľnobežných otáčok so zahriatym motorom po 95 % voľnobežných otáčok so zahriatym motorom a končí pri najvyšších otáčkach nad maximálnym výkonom, pri ktorých sa dosiahne menej než 70 % maximálneho výkonu. Ak sú takéto najvyššie otáčky nebezpečné alebo nie sú reprezentatívne (napr. v prípade neregulovaných motorov), na mapovanie sa podľa osvedčenej technickej praxe použijú maximálne bezpečné alebo maximálne reprezentatívne otáčky. Body otáčok motor a

krútiaceho momentu sa zaznamenajú pri frekvencii odberu vzoriek aspoň 1 Hz;

(d) ak sa výrobca domnieva, že vyššie uvedené mapovacie techniky sú nebezpečné alebo nie sú reprezentatívne v prípade akéhokoľvek daného motora, môžu sa použiť alternatívne mapovacie techniky. Tieto alternatívne techniky musia spĺňať zámer stanovených mapovacích postupov - stanoviť maximálne dostupný krútiaci moment pri všetkých otáčkach motora dosiahnutých počas skúšobných cyklov. Odchýlky od mapovacích techník uvedené v tomto bode z dôvodov bezpečnosti alebo reprezentatívnosti musí schváliť homologizačný alebo certifikačný orgán spolu so zdôvodnením ich použitia. V žiadnom prípade však nesmie krivka krútiaceho momentu prebiehať pri zostupných otáčkach motora v prípade regulovaných alebo turbopreplňovaných motorov;

(e) ak sa motor nemusí mapovať pred každým skúšobným cyklom. Motor sa znovu mapuje ak:

(i) od posledného mapovania uplynul neprimeraný čas stanovený na základe osvedčenej technickej praxe; alebo

(ii) na motore sa vykonali fyzické zmeny alebo bol znovu kalibrovaný, čo ovplyvnilo výkon motora; alebo

(iii) atmosférický tlak blízko vstupu vzduchu do motora nie je v rozmedzí ±5 kPa hodnoty zaznamenanej v čase posledného mapovania motora.

7.6.3. Mapovanie motora v prípade motorov s konštantnými otáčkami

(a) motor môže byť prevádzkovaný s výrobným regulátorom konštantných otáčok alebo regulátor konštantných otáčok môže byť simulovaný riadenými otáčkami motora so systémom riadenia požiadavky obsluhy. Použije sa buď izochrónny regulátor alebo regulátor s klesajúcimi otáčkami;

(b) s regulátorom alebo regulátor simulujúcimi riadenými otáčkami s použitím požiadavky obsluhy môže byť motor prevádzkovaný s regulovanými otáčkami bez zaťaženia (pri horných otáčkach, nie nízkych voľnobežných otáčkach) aspoň počas 15 s;

(c) na zvýšenie krútiaceho momentu pri konštantnej rýchlosti sa použije dynamometer. Mapa sa vytvorí tak, že v dobe 2 až 4 minúty sa zvýšia regulované otáčky bez zaťaženia na maximálny krútiaci moment. Počas mapovania motora sa s frekvenciou aspoň 1Hz zaznamenávajú otáčky a krútiaci moment.;

(d) v prípade motorového generátorového agregátu použitého na výrobu elektrickej energie s frekvenciou 50 Hz a 60 Hz (1500 a 1800 min^{-1}) sa motor musí skúšať samostatne pri oboch otáčkach.

V prípade motorov s konštantnými otáčkami sa pokiaľ ide o uplatnenie iných metód záznamu maximálneho krútiaceho momentu a výkonu pri stanovených prevádzkových otáčkach, použije osvedčená technická prax.

7.7. Vytvorenie skúšobného cyklu

7.7.1. Vytvorenie ustálených skúšobných cyklov

7.7.1.1. Menovité otáčky

V prípade motorov, ktoré sa skúšajú v ustálenom stave a nestálom stave sa denormalizačné otáčky vypočítajú podľa postupu pre nestály (prechodný) stav (body 7.6.2. a 7.7.2.1. a obrázok 7.3).

Ak sú vypočítané denormalizačné otáčky (n_{denorm}) v rámci ± 2.5 % denormalizačných otáčok stanovených výrobcom, stanovené denormalizačné otáčky (n_{denorm}) sa môžu použiť na emisnú skúšku. Ak sa tolerancia prekročí, vypočítané denormalizačné otáčky (n_{denorm}) sa použijú na emisnú skúšku. V prípade ustáleného cyklu sa v tabuľke uvedú vypočítané denormalizačné otáčky (n_{denorm}) ako menovité otáčky.

V prípade motorov, ktoré sa neskúšajú v nestálom stave, sa menovité otáčky v tabuľkách v prílohe A.1. pre 8-režimový nespojitý cyklus a odvodený odstupňovaný modálny cyklus vypočítajú podľa postupu (body 7.6.1. a 7.7.2.1. a obrázok 7.3). Menovité otáčky sú uvedené v bode 3.1.53.

7.7.1.2. Vytvorenie 8-režimového ustáleného skúšobného cyklu (nespojitý režim a odstupňovaný modálny skúšobný cyklus)

Okamžité otáčky sa určia z výpočtov podľa definície (pozri bod 3.1.32.).

Nastavenie motora pre každý skúšobný režim sa vypočíta pomocou tohto vzorca:

$$S = \left(\left(P_{max} + P_{AUX} \right) \cdot \frac{L}{100} \right) - P_{AUX} \qquad (7\text{-}1)$$

Kde:

S = nastavenie dynamometra v kW

P_{max} = maximálny pozorovaný alebo stanovený výkon pri skúšobných otáčkach v skúšobných podmienkach (stanovený výrobcom) v kW

P_{AUX} = stanovený celkový výkon absorbovaný prídavnými zariadeniami na skúšku (pozri bod 6.3.) pri skúšobných otáčkach v kW

L = percento krútiaceho momentu

Počas skúšobného cyklu sa motor prevádzkuje pri otáčkach motora a krútiacom momente, ktoré sú uvedené v prílohe A.1.

Maximálne mapovacie hodnoty krútiaceho momentu pri špecifikovaných skúšobných otáčkach sa odvodia z mapovacej krivky (pozri bod 7.6.1. alebo 7.6.2). "Nameranými hodnotami" sú buď hodnoty priamo namerané počas mapovacieho procesu alebo sú stanovené z mapovania motora. "Deklarované" hodnoty stanoví výrobca. Keď sú k dispozícii namerané a deklarované hodnoty, namiesto krútiacich momentov sa môžu použiť deklarované hodnoty, ak sa neodchyľujú v rozmedzí ±2,5 %. Inak sa použijú namerané hodnoty krútiaceho momentu odvodené z mapovania motora.

7.7.1.3. Vytvorenie 5 režimového ustáleného skúšobného cyklu (nespojitý a odstupňovaný modálny cyklus)

Počas skúšobného cyklu je motor v činnosti pri otáčkach motor a krútiacich momentoch, ktoré sú uvedené v Prílohe A.1.

Maximálna mapovacia hodnota krútiaceho momentu pri stanovených menovitých otáčkach (pozri bod 7.7.1.1.) sa použije na vytvorenie 5 režimového skúšobného cyklu. Môže sa deklarovať minimálna hodnota krútiaceho momentu so zahriatym motorom, ktoré reprezentuje prevádzku. Napríklad ak je motor typicky pripojený k stroju, ktorý nepracuje pod určitý minimálny krútiaci moment, tento krútiaci moment môže byť deklarovaný a použitý na vytvorenie cyklu. Keď sú na vytvorenie cyklu k dispozícii namerané aj deklarované hodnoty pre maximálny skúšobný krútiaci moment, namiesto nameranej hodnoty sa môže použiť deklarovaná hodnota ak je v rozmedzí 95 až 100 % nameranej hodnoty.

Hodnoty krútiaceho momentu sú percentuálnymi hodnotami zodpovedajúcimi primárnemu menovitému výkonu[3/]. Primárny výkon je definovaný ako maximálny výkon dostupný počas série meniteľných výkonov, ktorý sa môže dosiahnuť počas neobmedzeného počtu hodín za rok, medzi stanovenými intervalmi údržby a za stanovených okolitých podmienok. Údržba sa vykoná podľa pokynov výrobcu.

7.7.2. Vytvorenie nestáleho skúšobného cyklu (denormalizácia NRTC)

V prílohe A.1. sú definované príslušné skúšobné cykly v normalizovanom formáte. Normalizovaný skúšobný cyklus pozostáva zo sére percentuálnych spárovaných hodnôt otáčok a krútiaceho momentu.

Normalizované hodnoty otáčok a krútiaceho momentu sa transformujú nasledujúcim spôsobom:

(a) normalizované otáčky sa transformujú na sériu referenčných otáčok, n_{ref}, podľa bodu 7.7.2.2;

(b) normalizované otáčky sa vyjadria ako percento mapovaného krútiaceho momentu pri zodpovedajúcich referenčných otáčkach. Tieto normalizované hodnoty sa transformujú na sériu krútiacich momentov, T_{ref}, podľa bodu 7.7.2.3;

(c) hodnoty referenčných otáčok a krútiacich momentov vyjadrené v koherentných jednotkách sa vynásobia aby sa vypočítali hodnoty referenčného výkonu.

7.7.2.1. Denormalizované otáčky (n_{denorm})

Denormalizované otáčky (n_{denorm}) sa zvolia tak, aby boli rovné 100 % hodnôt normalizovaných otáčok špecifikovaných v časovom priebehu činnosti motorového dynamometra v prílohe A.1. Referenčný cyklus motora vyplývajúci z denormalizácie referenčných otáčok závisí od výberu vhodných denormalizovaných otáčok (n_{denorm}). Na výpočet denormalizovaných otáčok (n_{denorm}), získaných z nameranej mapovacej krivky, sa môžu použiť jeden z nasledujúcich vzorcov:

(a) $$n_{denorm} = n_{lo} + 0{,}95 \cdot (n_{hi} - n_{lo}) \qquad (7\text{-}2)$$

Kde:

n_{denorm} = denormalizované otáčky
n_{hi} = horné otáčky (pozri bod 3.1.30.)

[3/] V záujme ďalšieho pochopenia definície primárneho výkonu pozri obrázok 2 normy ISO 8528-1:1993(E).

n_{lo} = dolné otáčky (pozri bod 3.1.34.)

(b) n_{denorm} zodpovedajúce najdlhšiemu vektoru definovanému ako:

$$n_{denorm} = n_i \text{ pri maxime } \left(n_{normi}^2 + P_{normi}^2\right) \quad (7\text{-}3)$$

Kde:

i = meniteľný index, ktorý reprezentuje jednu zaznamenanú hodnotu mapy motora

n_{denorm} = denormalizované otáčky
n_{normi} = otáčky motora normalizované vydelením n_{Pmax};
P_{normi} = výkon motora normalizovaný vydelením P_{max}.

Je treba dbať na to, že ak sa zistia maximálne hodnoty, denormalizované otáčky (n_{denorm}) by sa mali považovať za najnižšie otáčky všetkých bodov s rovnakým maximálnym súčtom druhých mocnín. Môžu sa použiť najvyššie deklarované otáčky ak dĺžka vektora pri deklarovaných otáčkach sa s toleranciou 2 % rovná dĺžke vektora pri nameranej hodnote.

Zmluvné strany môžu určiť, ktorý vzorec sa použije v prípade, že sa výsledky výpočtov podľa (a) a (b) líšia o viac než 3 %.

Ak klesajúca časť krivky plného zaťaženia má veľmi strmú hranu, môže to spôsobiť problémy pri správnom dosiahnutí 105 % otáčok skúšobného cyklu NRTC. V takom prípade je povolené, s predchádzajúcim súhlasom homologizačných alebo certifikačných orgánov, znížiť mierne denormalizované otáčky (n_{denorm}) (maximálne o 3 %), aby bol možný správny priebeh NRTC.

Ak sú denormalizované otáčky (n_{denorm}) v rozpätí ± 3 % denormalizovaných otáčok deklarovaných výrobcom, na emisnú skúšku sa môžu použiť deklarované denormalizované otáčky (n_{denorm}). Ak sú tolerancie prekročené, na emisnú skúšku sa použijú namerané denormalizované otáčky (n_{denorm}).

7.7.2.2. Denormalizácia otáčok motora

Otáčky motora sa denormalizujú pomocou tejto rovnice:

$$n_{ref} = \frac{\%\,ot. \cdot \left(n_{denorm} - n_{idle}\right)}{100} + n_{idle} \quad (7\text{-}4)$$

Kde:

$n$ref = referenčné otáčky
n_{denorm} = denormalizované otáčky
n_{idle} = voľnobežné otáčky
% ot. = tabuľkové normalizované otáčky NRTC

7.7.2.3. Denormalizácia krútiaceho momentu motora

Hodnoty krútiaceho momentu v časovom priebehu činnosti dynamometra v prílohe A.1.4. sa normalizujú na maximálny krútiaci moment pri príslušných otáčkach. Hodnoty krútiaceho momentu referenčného cyklu sa denormalizujú s použitím mapovacej krivky stanovenej podľa bodu 7.6.2. takto:

$$T_{ref} = \frac{\%\,\text{krútiacehomomentu} \cdot \text{max.krútiacimoment}}{100}$$

Pre príslušné referenčné otáčky ako je stanovené v bode 7.6.3.

7.7.2.4. Príklad postupu denormalizácie

Ako príklad sa denormalizuje nasledujúci bod:

% otáčok = 43 %
% krútiaceho moment = 82 %

Sú dané tieto hodnoty:

n_{denorm} = 2200 min^{-1}
n_{idle} = 600 min^{-1}

Výsledné hodnoty sú:

$$n_{ref} = \frac{43 \cdot (2200 - 600)}{100} + 600 = 1288 \text{min}^{-1}$$

S maximálnym krútiacim momentom 700 Nm zisteným z mapovacej krivky pri otáčkach 1288 min^{-1}

$$T_{ref} = \frac{82 \cdot 700}{100} = 574 \text{Nm}$$

7.8. Špecifický postup priebehu skúšobného cyklu

7.8.1. Postupnosť emisnej skúšky pre nespojité skúšobné cykly v ustálenom stave

7.8.1.1. Zahrievanie motora pre ustálené skúšobné cykly v nespojitom režime

Pri predkondicionovaní sa motor zahreje podľa odporúčaní výrobcu a osvedčenej technickej praxe. Pred odberom vzoriek emisií je motor v činnosti dovtedy, kým nie je teplota motora (chladiacej vody a mazacieho oleja) stabilizovaná (normálne 10 minút) v režime 1 (100 % krútiacom momente a menovitých otáčkach pre 8 režimový skúšobný cyklus a pri menovitých konštantných otáčkach motora a 100 % krútiacom momente pre 5 režimový skúšobný cyklus). Hneď potom sa z tohto bodu kondicionovania motora začne meranie skúšobného cyklu.

Vykoná sa postup pred skúškou podľa bodu 7.3.1. vrátane kalibrácie analyzátora.

7.8.1.2. Vykonanie skúšobných cyklov v nespojitom režime

(a) skúška sa vykoná vo vzostupnom poradí režimov ako je stanovené pre skúšobný cyklus (pozri prílohu A.1.);

(b) každý režim trvá aspoň 10 minút. V každom režime sa motor stabilizuje na aspoň 5 minút a vzorky emisií sa odoberajú v prípade plynných emisií počas 1-3 minút na konci každého režimu. Na zvýšenie presnosti odberu vzoriek PM je povolený predĺžený čas odberu;

Doba trvania režimu sa zaznamená a oznámi.

(c) Odber vzoriek tuhých častíc sa môže vykonať buď metódou jedného filtra alebo metódou viacerých filtrov. Pretože sa výsledky metód môžu mierne líšiť, spolu s výsledkami sa oznámi aj metóda. Pri jednofiltrovej metóde sa v postupe cyklu určia váhové faktory režimov a zohľadní sa skutočný prietok výfukových plynov počas odberu vzoriek tak, že sa nastaví prietok vzorky a/alebo zodpovedajúci čas odberu vzoriek.

Odber vzoriek sa v rámci každého režimu vykoná čo možno najneskôr. Pri jednofiltrovej metóde sa musí ukončenie odberu vzoriek tuhých častí zhodovať s toleranciou ± 5 s s koncom merania plynných emisií. Čas odberu vzoriek v každom režime musí trvať aspoň 20 s v prípade metódy jedného filtra a aspoň 60 s v prípade metódy viacerých filtrov. V prípade systémov bez možnosti obtoku musí byť čas odberu vzoriek za každý režim aspoň 60 s pre obe metódy;

(d) otáčky motora a zaťaženie, teplota nasávaného vzduchu, prietok paliva a vzduchu alebo výfukových plynov sa meria za každý režim v rovnakom časovom intervale, ktorý sa použil na meranie koncentrácie plynov.

Zaznamenajú sa akékoľvek doplňujúce údaje potrebné na výpočet.

(e) Ak motor zhasne alebo sa preruší odber vzoriek emisií kedykoľvek po začiatku odberu vzoriek emisií v nespojitom režime a metóde jedného filtra, skúška je neplatná a opakuje začínajúc s postupom zahrievania. V prípade merania PM pomocou metódy viacerých filtrov (jeden vzorkovací filter za každý prevádzkový režim), skúška pokračuje stabilizáciou motora v predchádzajúcom režime na kondicionovanie teploty motora a potom začne meranie v režime, v ktorom motor zhasol;

(f) Vykonajú sa postupy po skúške podľa bodu 7.3.2.

7.8.1.3. Kritériá overovania

Počas každého režimu daného ustáleného cyklu po začiatku nestálej periódy sa namerané otáčky nesmú odchyľovať od referenčných otáčok o viac než ±1 % menovitých otáčok alebo o ±3 min^{-1} podľa toho, ktorá hodnota je väčšia okrem voľnobežných otáčok, ktoré musia byť v rámci tolerancií stanovených výrobcom. Nameraný krútiaci moment sa nesmie odchyľovať od referenčného krútiaceho momentu o viac než ±2 % maximálneho krútiaceho momentu pri skúšobných otáčkach.

7.8.2. Odstupňované modálne skúšobné cykly

7.8.2.1. Zahrievanie motora

Pred začiatkom odstupňovaných modálnych skúšobných cyklov v ustálenom stave (RMC), sa motor zahreje a je v činnosti dovtedy, kým nie je teplota motora (chladiacej voda a mazacieho oleja) stabilizovaná na 50 % otáčok a 50 % krútiaceho momentu pre skúšobný cyklus (RMC) (odvodené z 8 režimového skúšobného cyklu) a pri menovitých otáčkach motora a 50 % krútiacom momente pre skúšobný cyklus RMC (odvodené z 5 režimového skúšobného cyklu). Hneď po tomto postupe kondicionovania motora sa otáčky motora a krútiaci moment zmenia lineárnym stupňovitým prechodom 20 ± 1 s na prvý režim skúšky. Medzi 5 až 10 s po konci prechodu sa začne meranie skúšobného cyklu.

7.8.2.2. Vykonávanie odstupňovaného modálneho skúšobného cyklu

Odstupňované modálne skúšobné cykly odvodené z 8 režimového a 5 režimového skúšobného cyklu sú uvedené v prílohe A.1.

Motor sa prevádzkuje počas stanovenej doby v každom režime.. Prechod z jedného režimu na druhý prebieha lineárne počas 20 s ±1 s v rámci tolerancií predpísaných v bode 7.8.2.4. (pozri prílohu A.1.).

V prípade odstupňovaných modálnych skúšobných cyklov sa hodnoty referenčných otáčok a krútiaceho momentu dosiahnu pri minimálnej frekvencii 1 Hz a toto poradie bodov sa použije na priebeh cyklu. Počas prechodu medzi režimami denormalizované hodnoty referenčných otáčok a krútiaceho momentu lineárne stupňovite prechádzajú medzi režimami, aby sa vytvorili referenčné body. Normalizované referenčné hodnoty krútiaceho momentu nesmú lineárne stupňovite prechádzať medzi režimami a potom sa denormalizovať. Ak prechod otáčok a krútiaceho momentu ide cez referenčný bod nad krivkou krútiaceho momentu motora, musí pokračovať aby sa dosiahli referenčné krútiace momenty a bola povolená maximálna požiadavka obsluhy.

V celom skúšobnom cykle RMC (počas každého režimu a vrátane stupňovitých prechodov medzi režimami) sa merajú koncentrácie každej plynnej znečisťujúcej látky a odberajú sa vzorky PM. Plynné znečisťujúce látky sa môžu merať neriedené alebo zriedené a nepretržite sa zaznamenávajú; ak sú zriedené môžu sa odoberať do odberového vaku. Vzorky tuhých častíc sa riedia kondicionovaným a čistým vzduchom. Počas úplného skúšobného cyklu sa odoberie jedna vzorka a zachytáva sa na jednom filtri vzoriek PM.

Na výpočet emisií špecifických pre brzdenie sa skutočná práca cyklu vypočíta integrovaním skutočného výkonu motora počas úplného cyklu.

7.8.2.3. Postupnosť emisnej skúšky

(a) vykonanie RMC, odber vzoriek výfukových plynov, zaznamenanie údajov a integrovanie nameraných hodnôt začne súčasne;

(b) otáčky a krútiaci moment sa regulujú podľa prvého režimu v skúšobnom cykle;

(c) ak motor zhasne kedykoľvek počas vykonávania, skúška neplatí. Motor sa znovu kondicionuje a skúška sa opakuje;

(d) na konci RMC musí byť odber vzoriek nepretržitý okrem odberu vzoriek PM, pričom sa prevádzkujú všetky systémy aby mohol uplynúť čas odozvy systému. Potom sa všetky odbery vzoriek a zaznamenávania zastavia., vrátane zaznamenávania vzoriek pozadia. Nakoniec sa zastaví každé integračné zariadenie a koniec skúšobného cyklu sa zaznamená do zapisovaných údajov;

(e) Vykonajú sa postupy po skúške podľa bodu 7.4.

7.8.2.4. Kritériá overovania

Skúšky RMC sa overia pomocou regresnej analýzy podľa opisu v bodoch 7.8.3.3. a 7.8.3.5. Povolené tolerancie RMC sú vedené v nasledujúcej tabuľke 7.1. Treba si uvedomiť, že tolerancie RMC sa líšia od tolerancií NRTC v tabuľke 7.2.

	Otáčky	Krútiaci moment	Výkon
Štandardná odchýlka odhadu (SEE) y na x	max. 1 % menovitých otáčok	max. 2 % maximálneho krútiaceho momentu motora	max. 2 % maximálneho výkonu motora
Sklon regresnej priamky, a_1	0,99 až 1,01	0,98 – 1,02	0,98 – 1,02
Koeficient determinácie, r^2	min. 0,990	min. 0,950	min. 0,950
Úsek regresnej priamky na osi y, a_0	± 1 % menovitých otáčok	± 20 Nm alebo 2 % maximálneho krútiaceho momentu, podľa toho, ktorá hodnota je väčšia	± 4 kW alebo 2 % maximálneho výkonu, podľa toho, ktorá hodnota je väčšia

Tabuľka 7.1: Tolerancie regresnej priamky RMC

V prípade vykonávania skúšky RMC na nestálom skúšobnom zariadení, kde nie sú k dispozícii otáčky a krútiaci moment meniace sa po sekunde, použijú sa nasledujúce kritériá overovania.

Pre každý režim sú požiadavky na otáčky a krútiaci moment uvedené v bode 7.8.1.3. Pre 20 s lineárne prechody otáčok a krútiacich momentov medzi režimami RMC skúšky RMC v ustálenom stave (bod 7.4.1.2.) sa na stupňovitý prechod použijú nasledujúce tolerancie pre otáčky a zaťaženie, otáčky sa udržiavajú lineárne v rámci ±2 % menovitých otáčok. Krútiaci moment sa udržiava v rámci ±5 % maximálneho krútiaceho momentu pri menovitých otáčkach.

7.8.3. Nestály (prechodný) skúšobný cyklus (NRTC)

Príkazy týkajúce sa referenčných otáčok a krútiacich momentov uskutočňovať postupne aby sa vykonal nestály (prechodný) skúšobný cyklus. Príkazy týkajúce sa otáčok a krútiaceho momentu sú vydávané s frekvenciou aspoň 5 Hz. Pretože je referenčný skúšobný cyklus špecifikovaný pri frekvencii 1 Hz, medziľahlé príkazy týkajúce sa referenčných otáčok sa lineárne interpolujú z referenčných hodnôt krútiaceho momentu generovaných pri tvorbe cyklu.

Malé hodnoty normalizovaných otáčok približujúcich sa voľnobežným otáčkam so zahriatym motorom môžu spôsobiť aktiváciu regulátorov nízkych voľnobežných otáčok a prekročenie referenčného krútiaceho momentu hoci je požiadavka obsluhy minimálna. V takých prípadoch sa odporúča riadiť dynamometer tak, aby prioritou bolo dodržanie referenčného krútiaceho momentu namiesto referenčných otáčok a nechať motor, aby reguloval otáčky.

V podmienkach studeného štartu môžu motory použiť zariadenie na zvýšenie voľnobežných otáčok na rýchle zahriatie motora a zariadenia na dodatočnú úpravu výfukových plynov. Za týchto podmienok budú nízke normalizované otáčky generovať referenčné otáčky nižšie než sú zvýšené voľnobežné otáčky. V takom prípade sa odporúča riadiť dynamometer tak, aby prioritou bolo dodržanie referenčného krútiaceho a nechať motor, aby reguloval otáčky keď je požiadavka obsluhy minimálna.

Počas emisnej skúšky sa zaznamenajú hodnoty referenčných otáčok, krútiacich momentov, spätnoväzbových otáčok a krútiaceho momentu s minimálnou 1 Hz, no prednostne s frekvenciou 5 Hz alebo dokonca 10 Hz. Táto väčšia frekvencia zaznamenávania je dôležitá, pretože to pomáha pri minimalizovaní skresľujúceho účinku časového oneskorenia medzi referenčnými a nameranými hodnotami spätnoväzbových otáčok a krútiaceho momentu.

Referenčné a spätnoväzbové hodnoty otáčok a krútiaceho momentu sa môžu zaznamenávať pri nízkych frekvenciách (blížiacich sa k 1 Hz), ak sú zaznamenané priemerné hodnoty v časovom intervale medzi zaznamenávanými hodnotami. Priemerné hodnoty sa vypočítajú zo spätnoväzbových hodnôt aktualizovaných pri frekvencii aspoň 5 Hz. Tieto zaznamenané hodnoty sa použijú na výpočet štatistiky overovania cyklu a celkovej práce.

7.8.3.1. Predkondicionovanie motora

Aby boli splnené stále podmienky pre nasledujúcu emisnú skúšku, systém odberu vzoriek a motor sa predkondicionujú buď jazdou pri úplnom cykle NRTC alebo prevádzkou motora a meracieho systému za podobných podmienok ako v samotnom cykle. Ak sa pred skúškou vykonala aj skúška NRTC so zahriatym motorom, nie je potrebné žiadne ďalšie kondicionovanie.

Môže sa použiť postup prirodzeného alebo vynúteného ochladzovania. V prípade vynúteného ochladzovania sa uplatňuje osvedčená technická prax pri nastavení systémov prúdenia chladiaceho vzduchu cez motor, prúdenia chladiaceho oleja cez systém mazania motora, aby sa pomocou chladiaceho systému motora odviedlo teplo z chladiaceho média a teplo zo systému dodatočnej úpravy výfukových plynov. V prípade vynúteného ochladzovania systému dodatočnej úpravy výfukových plynov sa chladiaci vzduch nevháňa dovtedy, kým systém dodatočnej úpravy výfukových plynov nebol ochladený na teplotu nižšiu než je jeho teplota katalytickej aktivácie. Nie je povolený akýkoľvek postup ochladzovania, ktorý vyústi do nereprezentatívnych emisií.

Musia sa vykonať postupy pred skúškou podľa bodu 7.3.1., vrátane kalibrácie analyzátora.

7.8.3.2. Vykonanie nestáleho skúšobného cyklu NRTC

Skúšanie sa začne takto:

Postupnosť skúšky začne hneď po naštartovaní motora z ochladeného stavu v prípade skúšky NRTC so studeným štartom alebo zo zahriateho stavu v prípade skúšky NRTC s teplým štartom. Musia sa dodržať pokyny (príloha A.1.).

Zápis údajov, odber vzoriek výfukových plynov a integrovanie nameraných hodnôt začne súčasne s naštartovaním motora. Skúšobný cyklus začína so štartom motora a prebieha podľa časového plánu uvedeného v prílohe A.1.

Pri konci cyklu pokračuje odber vzoriek, pričom sú v činnosti všetky systémy aby mohol uplynúť čas odozvy systému. Potom sa zastaví odber vzoriek a zaznamenávania, vrátane zaznamenávanie vzoriek pozadia. Nakoniec sa zastaví každé integračné zariadenie a koniec skúšobného cyklu sa zaznamená do zapisovaných údajov.

Musia sa vykonať postupy po skúške podľa bodu 7.3.2.

7.8.3.3. Kritéria overovania pre nestály (prechodný) skúšobný cyklus

Na kontrolu platnosti skúšky sa kritéria overovania pre nestály (prechodný) skúšobný cyklus v tomto bode použijú na referenčné a spätnoväzbové údaje otáčok, krútiaceho momentu, a celkovej práce.

7.8.3.4. Výpočet práce cyklu

Pred výpočtom práce cyklu sa vynechajú všetky hodnoty otáčok a krútiaceho momentu počas štartovania motora. Body so zápornými hodnotami krútiaceho momentu sa počítajú ako nulová práca. Skutočná práca cyklu W_{act} (kWh) sa vypočíta na základe spätnoväzbových hodnôt otáčok a krútiaceho momentu motora. Referenčná práca cyklu W_{ref} (kWh) sa základe referenčných hodnôt otáčok a krútiaceho momentu motora. Skutočná práca cyklu W_{act} sa použije na porovnanie s referenčnou prácou cyklu W_{ref} a na výpočet emisií špecifických pre brzdenie (pozri bod 7.2.).

W_{act} musí byť od 85 % do 105 % W_{ref}.

7.8.3.5. Overovacie štatistické údaje (pozri prílohu A.2.)

Pre otáčky, krútiaci moment a výkon motora sa vypočíta lineárna regresia medzi referenčnými a spätnoväzbovými hodnotami.

Na minimalizáciu skresľujúceho účinku časového oneskorenia medzi referenčnými a spätnoväzbovými hodnotami cyklu sa môže poradie spätnoväzbových signálov týkajúcich sa celkových otáčok motora a krútiaceho momentu časovo predbiehať alebo oneskorovať voči poradiu referenčných otáčok a krútiaceho momentu. Ak sú spätnoväzbové signály posunuté, otáčky aj krútiaci moment sa posunú o rovnakú hodnotu v tom istom smere.

Použije sa metóda najmenších štvorcov, pričom rovnica najlepšieho prispôsobenia má tento tvar:

$$y = a_1 x + a_0 \qquad (7\text{-}6)$$

kde:

y = spätnoväzobná hodnota otáčok (min^{-1}), krútiaceho momentu (Nm) alebo výkonu (kW)

a_1 = sklon regresnej priamky

x = referenčná hodnota otáčok (min^{-1}), krútiaceho momentu (Nm) alebo výkonu (kW)

a_0 = úsek regresnej priamky na osi y

Pre každú regresnú priamku sa vypočíta štandardná chyba odhadovanej hodnoty (SEE) y na x a koeficient determinácie (r^2) (príloha A.2.).

Túto analýzu sa odporúča vykonať pri frekvencii 1 Hz. Aby sa skúška považovala za platnú, musia byť splnené kritériá uvedené v tabuľke 7.2. tohto bodu.

	Otáčky	Krútiaci moment	Výkon
Štandardná chyba odhadu (SE) y na x	≤ 5 % max. skúšobných otáčok	≤ 10,0 % maximálneho mapovaného krútiaceho momentu	≤ 10,0 % maximálneho mapovaněh ovýkonu
Sklon regresnej priamky, a_1	0,95 až 1,03	0,83 – 1,03	0,89 – 1,03
Koeficient determinácie, r^2	min. 0,970	min. 0,850	min. 0,910
Úsek regresnej priamky na osi y, a_0	≤ 10 % voľnobežných otáčok	± 20 Nm alebo ± 2 % maximálneho krútiaceho momentu, podľa toho, ktorá hodnota je väčšia	± 4 kW alebo ± 2 % maximálneho výkonu, podľa toho, ktorá hodnota je väčšia

Tabuľka 7.2: Tolerancie regresnej priamky

Vyradenie bodov je povolené výlučne na účely regresie pred výpočtom regresie, ak sú uvedené v tabuľke 7.3 tohto bodu. Tieto body sa však nesmú vyradiť pri výpočte práce cyklu a emisií. Bod voľnobehu je definovaný ako bod, ktorý má normalizovaný referenčný krútiaci moment 0 % a normalizované referenčné otáčky 0 %. Vyradenie bodu sa môže použiť pre celý alebo ktorúkoľvek časť cyklu; body, ktoré sa vyradia sa musia uviesť.

Udalosť	Podmienka (n = otáčky motora, T = krútiaci moment)	Body, ktoré sa vyradia
Minimálna požiadavka obsluhy (bod voľnobehu)	n_{ref} = 0 % a T_{ref} = 0 % a $T_{act} > (T_{ref} - 0{,}02\ T_{max.\ mapped\ torque})$ a $T_{act} < (T_{ref} + 0{,}02\ T_{max.\ mapped\ torque})$	Otáčky a výkon
Minimálna požiadavka obsluhy	$n_{act} \leq 1{,}02\ n_{ref}$ a $T_{act} > T_{ref}$ alebo $n_{act} > n_{ref}$ a $T_{act} \leq T_{ref}$ alebo $n_{act} > 1{,}02\ n_{ref}$ a $T_{ref} < T_{act} \leq (T_{ref} + 0{,}02\ T_{max.\ mapped\ torque})$	Výkon a buď krútiaci moment alebo otáčky
Maximálna požiadavka obsluhy	$n_{act} < n_{ref}$ a $T_{act} \geq T_{ref}$ alebo $n_{act} > 0{,}98\ n_{ref}$ a $T_{act} < T_{ref}$ alebo $n_{act} < 0{,}98\ n_{ref}$ a $T_{ref} > T_{act} \geq (T_{ref} + 0{,}02\ T_{max.\ mapped\ torque})$	Výkon a buď krútiaci moment alebo otáčky

Tabuľka 7.3: Povolené vyradenie bodov z regresnej analýzy

8. POSTUPY MERANIA

8.1. Kalibrácia a kontroly výkonu

8.1.1. Úvod

V tomto bode sú opísané požadované kalibrácie a overenia meracích systémov. O špecifikáciách, ktoré platia pre jednotlivé nástroje pozri bod 9.4.

Kalibrácie alebo overenia sa vo všeobecnosti vykonávajú počas celého meracieho reťazca.

Ak pre časť systému meranie nie je určená kalibrácia alebo overovanie, táto časť systému sa kalibruje a jej výkon sa overuje pri frekvencii zodpovedajúcej akémukoľvek odporúčaniu výrobcu meracieho systému a osvedčenej technickej praxe.

Na dodržanie tolerancií špecifikovaných pre kalibráciu a overovanie sa použijú medzinárodne uznávané zistiteľné normy.

8.1.2. Prehľad kalibrácie a overovania

V tabuľke 8.1. je uvedený prehľad kalibrácií a overovaní opísaných v bode 8. a údaje o tom, kedy sa musia vykonávať.

Typ kalibrácie alebo overovania	Minimálna frekvencia[(a)]
8.1.3: presnosť, opakovateľnosť a hluk	Presnosť: nevyžaduje sa, no odporúča sa pri prvej inštalácii. Opakovateľnosť: nevyžaduje sa, no odporúča sa pri prvej inštalácii. Hluk: nevyžaduje sa, no odporúča sa pri prvej inštalácii.
8.1.4: linearita	Otáčky: pri prvej inštalácii, do 370 dní pred skúškou a po väčšej údržbe. Krútiaci moment: pri prvej inštalácii, do 370 dní pred skúškou a po väčšej údržbe. Čistý plyn a zriedené prietoky výfukových plynov: pri prvej inštalácii, do 370 dní pred skúškou a po väčšej údržbe, pokiaľ sa prietok neoveruje pomocou propánu alebo metódou uhlíkovej alebo kyslíkovej rovnováhy. Prietok neriedených výfukových plynov: pri prvej inštalácii, do 185 dní pred skúškou a po väčšej údržbe, pokiaľ sa prietok neoveruje pomocou propánu alebo metódou uhlíkovej alebo kyslíkovej rovnováhy. Analyzátory plynu: pri prvej inštalácii, do 35 dní pred skúškou a po väčšej údržbe. Váhy PM: pri prvej inštalácii, do 370 dní pred skúškou a po väčšej údržbe. Samostatne tlak a teplota: pri prvej inštalácii, do 370 dní pred skúškou a po väčšej údržbe.
8.1.5: Nepretržitá odozva systému analyzátorov plynu a overovanie aktualizácie záznamu – pre analyzátory plynu, ktoré sa nekompenzujú nepretržite v prípade iných druhov plynov	Pri prvej inštalácii alebo po zmene systému, ktorá by ovplyvnila odozvu.
8.1.6: Nepretržitá odozva systému analyzátorov plynu a overovanie aktualizácie záznamu – pre analyzátory plynu, ktoré sa kompenzujú nepretržite v prípade iných druhov plynov	Pri prvej inštalácii alebo po zmene systému, ktorá by ovplyvnila odozvu.
8.1.7.1: Krútiaci moment	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.
8.1.7.2: Tlak, teplota, rosný bod	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.
8.1.8.1: Prietok paliva	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.
8.1.8.2: Prietok sania	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.
8.1.8.3: Prietok výfukových plynov	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.

Typ kalibrácie alebo overovania	Minimálna frekvencia[a]
8.1.8.4: Prietok zriedených výfukových plynov (CVS a PFD)	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe
8.1.8.5: CVS/PFD a overenie dávky vzorky [b]	Pri prvej inštalácii, do 35 dní pred skúškou a po väčšej údržbe. (Kontrola propánom)
8.1.8.8: Vzduchotesnosť	Pred každou laboratórnou skúškou podľa bodu 7.1.
8.1.9.1: Krížová citlivosť NDIR na CO_2 H_2O	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.
8.1.9.2: Krížová citlivosť NDIR na CO, CO_2 a H_2O	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.
8.1.10.1: Kalibrácia FID optimalizácia THC FID a overenie THC FID	Kalibrovať, optimalizovať a určiť odozvu CH_4: pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe. Overiť odozvu na CH_4: pri prvej inštalácii, do 185 dní pred skúškou a po väčšej údržbe.
8.1.10.2: Krížová citlivosť FID na neriedený výfukový plyn a O_2	Pre všetky analyzátory FID: pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe. Pre analyzátory THC FID: pri prvej inštalácii, po väčšej údržbe a po optimalizácii FID podľa bodu 8.1.10.1.
8.1.10.3: Prienik odlučovača nemetánových uhľovodíkov	Pri prvej inštalácii, do 185 dní pred skúškou a po väčšej údržbe.
8.1.11.1: Krížová citlivosť CLD na CO_2 a H_2O	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.
8.1.11.3: Krížová citlivosť NDUV na HC a H_2O	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.
8.1.11.4: Studený kúpeľ, prienik NO_2 (chladič)	Pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe.
8.1.11.5: Konverzia konvertora NO_2-na-NO	Pri prvej inštalácii, do 35 dní pred skúškou a po väčšej údržbe.
8.1.12.1: Váhy na PM a váženie	Nezávislé overenie: pri prvej inštalácii, do 370 dní pred skúškou a po väčšej údržbe. Overenie nulovacieho plynu, plynu na stanovenie meracieho rozsahu a referenčnej vzorky: do 12 hodín od váženia a po väčšej údržbe.

[a] Kalibrácie a overenie sa vykonajú častejšie podľa pokynov výrobcu systému merania a osvedčenej technickej praxe.

[b] Overenie CVS sa nevyžaduje v prípade systémov, ktoré s toleranciou ± 2 % spĺňajú požiadavky pokiaľ ide o chemický zostatok uhlíka alebo kyslíka v nasávanom vzduchu, palive alebo zriedených výfukových plynoch.

Tabuľka 8.1 – Súhrn kalibrácií a overení

8.1.3. Overenia z hľadiska presnosti, opakovateľnosti a hluku

Výkonnostné hodnoty jednotlivých prístrojov uvedených v tabuľke 9.3 sú základňou pre presnosť, opakovateľnosť a hluk prístroja.

Nevyžaduje sa overenie presnosti, opakovateľnosti alebo hluku prístroja. Môže však byť užitočné uvažovať s týmito overovaniami za účelom stanovenia vlastností nového prístroja po doručení alebo na zistenie poruchy existujúceho prístroja.

8.1.4. Kontrola linearity

8.1.4.1. Rozsah a frekvencia

Overenie linearity sa vykoná na každom meracom systéme uvedenom v tabuľke 8.2 aspoň tak často ako je to uvedené v tabuľke a v súlade s

odporúčaniami výrobcu meracieho systému a osvedčenej technickej praxe. Zámerom overenia linearity je zistiť, či merací systém reaguje primerane v celom príslušnom meracom rozsahu. Overenia linearity pozostáva zo zavedenia série aspoň 10 referenčných hodnôt do meracieho systému, pokiaľ nie je stanovené inak. Merací systém kvantifikuje každú referenčnú hodnotu. Namerané hodnoty sa skupinovo porovnajú s referenčnými hodnotami použitím lineárnej regresie najmenších štvorcov a kritérií linearity špecifikovaných v tabuľke 8.2 tohto bodu.

8.1.4.2. Výkonnostné požiadavky

Ak merací systém nespĺňa príslušné kritériá linearity uvedené v tabuľke 8.2, nedostatok sa napraví prekalibrovaním, údržbou alebo výmenou komponentov podľa potreby. Overenie linearity sa zopakuje po náprave nedostatkov aby bolo zabezpečené, že merací systém bude spĺňať kritériá linearity.

8.1.4.3. Postup

Použije sa nasledujúci protokol overenia linearity:

(a) merací systém je v prevádzke pri svojich stanovených teplotách, tlakoch a prietokoch;

(b) prístroj sa vynuluje ako pred emisnou skúškou zavedením nulového signálu. Pre analyzátory plynu sa použije nulovací plyn, ktorý spĺňa špecifikácie uvedené v bode 9.5.1. a zavedie sa priamo do otvoru analyzátora;

(c) nastaví sa merací rozsah prístroje ako pred emisnou skúškou zavedením signálu na nastavenie meracieho rozsahu. Pre analyzátory plynu sa použije plyn na nastavenie meracieho rozsahu, ktorý spĺňa špecifikácie uvedené v bode 9.5.1. a zavedie sa priamo do otvoru analyzátora;

(d) po nastavení meracieho rozsahu prístroja sa nula skontroluje rovnakým signálom aký sa použil v písm. (b) tohto bodu. Vychádzajúc z nuly sa osvedčená technická prax použije na zistenie, či došlo k opakovaného vynulovaniu alebo nastaveniu prístroja pred vykonaním ďalšieho kroku;

(e) na výber referenčných hodnôt $y_{\mathrm{ref}i}$ pre všetky namerané množstvá sa využijú odporúčania výrobcu a osvedčená technická prax, ktoré pokrývajú celý rozsah hodnôt očakávaných počas emisnej skúšky, čím sa zabráni extrapolácii mimo týchto hodnôt. Referenčný nulový signál sa vyberie ako jedna z referenčných hodnôt overovania linearity. Na samostatné overenie linearity tlaku a teploty sa vyberú aspoň tri referenčné hodnoty. Na všetky ostatné overenia linearity sa vyberie aspoň desať referenčných hodnôt.;

(f) na voľbu poradia, v akom sa budú zavádzať série referenčných hodnôt sa použijú odporúčania výrobcu prístroja a osvedčená technická prax;

(g) referenčné množstvá sa vytvoria a zavedú podľa bodu 8.1.4.4. Pre analyzátory plynu sa použijú známe koncentrácie, ktoré musia byť v rámci špecifikácií bodu 9.5.1. a zavedú sa priamo do otvoru analyzátora;

(h) je povolený určitý čas na stabilizáciu prístroja počas merania referenčnej hodnoty;

(i) pri minimálnej frekvencii záznamu stanovenej v tabuľke 9.2 sa meria referenčná hodnota počas 30 s a zaznamená sa aritmetický priemer zaznamenaných hodnôt $\overline{y}_i$;

(j) kroky opísané v písm. (f) až (h) tohto bodu sa opakujú až kým sa nenamerajú referenčné množstvá;

(k) aritmetické priemery $\overline{y}_i$ a referenčné hodnoty, y_{refi} sa použijú na výpočet parametrov lineárnej regresie metódou najmenších štvorcov a štatistických hodnôt, aby sa porovnali minimálne výkonnostné kritériá uvedené v tabuľke 8.2. Použijú sa výpočty opísané v prílohe A.2.2.

8.1.4.4. Referenčné signály

V tomto bode sú opísané odporučené metódy vytvorenia referenčných hodnôt pre protokol overenie linearity uvedený v bode 8.1.4.3. tohto oddielu. Použijú sa referenčné hodnoty, ktoré simulujú skutočné hodnoty alebo sa zavedú skutočné hodnoty a merajú sa referenčným meracím systémom. V tomto druhom prípade je referenčnou hodnotou hodnota oznámená referenčným meracím systémom. Referenčné hodnoty a referenčný merací systém musia zodpovedať medzinárodným normám.

V prípade systémov merania teploty so snímačmi ako sú termočlánky, RTD, a termistory, sa overenie linearity môže vykonať odstránením snímača zo systému a jeho nahradením simulátorom. V prípade potreby sa použije simulátor, ktorý je samostatne kalibrovaný a vybavený kompenzačnou skrinkou. Odchýlka simulátora zodpovedajúceho medzinárodným normám s pohyblivou stupnicou na teplotu, musí byť menšia než 0,5 % maximálnej prevádzkovej teploty T_{max}. Ak sa využije táto možnosť, je potrebné použiť snímače, v prípade ktorých dodávateľ uvádza, že sú presnejšie než 0,5 % T_{max} v porovnaní s ich štandardnou kalibrovacou krivkou.

8.1.4.5. Meracie systémy, ktoré si vyžadujú overenie linearity

V tabuľke 8.2 sú uvedené meracie systémy, ktoré si vyžadujú overenia linearity. Pre túto tabuľku platia nasledujúce ustanovenia.

(a) overenie linearity sa vykoná častejšie, ak to výrobca prístroja odporučí alebo ak to je založené na osvedčenej technickej praxi;

(b) "min" sa vzťahuje na minimálnu referenčnú hodnotu použitú počas overenie linearity;

Treba poznamenať, že touto hodnotou môže byť nula alebo záporná hodnota v závislosti od signálu;

(c) "max" sa vo všeobecnosti vzťahuje na maximálnu referenčnú hodnotu použitú počas overenie linearity. Napríklad v prípade rozdeľovačov plynu je x_{max} nerozdelená, neriedená koncentrácia plynu na nastavenie meracieho rozsahu. Toto sú osobitné prípady, keď sa "max" vzťahuje na rôznu hodnotu:

(i) v prípade overenia linearity hmotnosti PM sa m_{max} vzťahuje na typickú hmotnosť filtra PM;

(ii) v prípade overenia linearity krútiaceho momentu sa T_{max} vzťahuje na výrobcom stanovenú špičkovú hodnotu najvyššieho krútiaceho momentu motora, ktorý sa má skúšať;

(d) špecifikované rozsahy sú zahrnuté. Napríklad špecifikovaný rozsah 0,98-1,02 pre sklon a_1 znamená $0{,}98 \leq a_1 \leq 1{,}02$;

(e) tieto overenia linearity sa nevyžadujú pre systémy, ktoré absolvujú overenie prietoku zriedených výfukových plynov ako je opísané v bode 8.1.8.5. pre kontrolu propánom alebo pre systémy, ktoré spĺňajú požiadavku s toleranciou ±2 % založené na chemickej rovnováhe uhlíka alebo kyslíka v nasávanom vzduchu, palive alebo výfukových plynoch;

(f) a_1 kritériá pre tieto množstvá sú splnené len vtedy, keď sa vyžaduje absolútna hodnota, na rozdiel od signálu, ktorý je len lineárne proporcionálny voči skutočnej hodnote;

(g) samostatné teploty zahŕňajú teploty motora a okolitých podmienok použité na nastavenie alebo overenie podmienok motora; teploty použité na nastavenie alebo overenie kritických podmienok v skúšobnom systéme a teploty použité pri výpočtoch emisií:

(i) Vyžadujú sa kontroly linearity teploty. Nasávanie vzduchu, systém(y) dodatočnej úpravy (pre motora skúšané so zariadeniami na dodatočnú úpravu v cykloch s kritériami studeného štartu); riediaci vzduch pri odbere vzoriek PM (CVS, dvojité riedenie a systémy s riedením časti prietoku; vzorka PM; a vzorka chladiča (pre systémy odberu vzoriek plynov, ktoré používajú chladiče na sušenie vzoriek);

(ii) tieto kontroly linearity teploty sa vyžadujú len vtedy, keď to stanoví výrobca motora: prívod paliva; výstup vzduchu chladiča plniaceho vzduchu skúšobnej komory (pre motory skúšané s výmenníkom tepla skúšobnej komory simulujúcim chladič plniaceho vzduchu motora/stroja; prívod chladiaceho prostriedku chladiča plniaceho vzduchu skúšobnej komory (pre motory skúšané s výmenníkom tepla skúšobnej komory simulujúcim chladič plniaceho vzduchu motora/stroja); a olej v olejovej vani; chladiaci prostriedok pred termostatom (pre kvapalinou chladené motory);

(h) samostatné tlaky zahŕňajú tlaky motora a okolitých podmienok použité na nastavenie alebo overenie podmienok motora; tlaky použité na nastavenie alebo overenie kritických podmienok v skúšobnom systéme a tlaky použité pri výpočtoch emisií:

(i) Vyžadujú sa kontroly linearity tlaku. Obmedzenie prívodu vzduchu, protitlak výfukových plynov, barometer, vstupný manometer CVS (ak sa na meranie požije CVS); vzorka chladiča (pre systémy odberu vzoriek plynov, ktoré používajú chladiče na sušenie vzoriek);

(ii) kontroly linearity tlaku sa vyžadujú len vtedy, keď to stanoví výrobca motora: chladič plniaceho vzduchu skúšobnej komory a pokles tlaku v spojovacom potrubí (pre turbo preplňované motory skúšané s výmenníkom tepla skúšobnej komory simulujúcim chladič plniaceho vzduchu motora/stroja); prívod a vývod paliva.

Merací systém	Množstvo	Minimálna frekvencia overovania	Kritériá linearity			
			$\lvert x_{min} \cdot (a_1 - 1) + a_0 \rvert$	a	SEE	r^2
Otáčky motora	n	do 370 dní pred skúškou	≤ 0,05 % n_{max}	0,98-1,02	≤ 2 % n_{max}	≥ 0,990
Krútiaci moment motora	T	do 370 dní pred skúškou	≤ 1 % T_{max}	0,98-1,02	≤ 2 % T_{max}	≥ 0,990
Prietok paliva	q_m	do 370 dní pred skúškou	≤ 1 % $q_{m,\ max}$	0,98-1,02	≤ 2 % $q_{m,max}$	≥ 0,990
Prietok nasávaného vzduchu	q_V	do 370 dní pred skúškou	≤ 1 % $q_{v,\ max}$	0,98-1,02	≤ 2 % $q_{v,max}$	≥ 0,990
Prietok riediaceho vzduchu	q_V	do 370 dní pred skúškou	≤ 1 % $q_{v,\ max}$	0,98-1,02	≤ 2 % $q_{v,max}$	≥ 0,990
Prietok zriedených výfukových plynov	q_V	do 370 dní pred skúškou	≤ 1 % $q_{v,\ max}$	0,98-1,02	≤ 2 % $q_{v,max}$	≥ 0,990
Prietok neriedených výfukových plynov	q_V	do 185 dní pred skúškou	≤ 1 % $q_{v,\ max}$	0,98-1,02	≤ 2 % $q_{v,max}$	≥ 0,990
Prietok vzorkovača dávok	q_V	do 370 dní pred skúškou	≤ 1 % $q_{v,\ max}$	0,98-1,02	≤ 2 % $q_{v,max}$	≥ 0,990
Rozdelovače plynov	x/x_{span}	do 370 dní pred skúškou	≤ 0,5 % x_{max}	0,98-1,02	≤ 2 % x_{max}	≥ 0,990
Analyzátory plynov	x	do 35 dní pred skúškou	≤ 0,5 % x_{max}	0,99-1,01	≤ 1 % x_{max}	≥ 0,998
Hmotnosť PM	m	do 370 dní pred skúškou	≤ 1 % m_{max}	0,99-1,01	≤ 1 % m_{max}	≥ 0,998
Samostatné tlaky	p	do 370 dní pred skúškou	≤ 1 % p_{max}	0,99-1,01	≤ 1 % p_{max}	≥ 0,998
Prevod analógových samostatných tepelných signálov na digitálne	T	do 370 dní pred skúškou	≤ 1 % T_{max}	0,99-1,01	≤ 1 % T_{max}	≥ 0,998

Tabuľka 8.2. – Meracie systémy, ktoré si vyžadujú overenie linearity

8.1.5. Systém analyzátora plynov s nepretržitou odozvou a overovanie aktualizácie zaznamenávania

Tento oddiel opisuje všeobecný postup overovania systému analyzátora plynov s nepretržitou odozvou a aktualizácie zaznamenávania. O overovacích postupoch kompenzačného typu analyzátorov pozri bod 8.1.6.

8.1.5.1. Rozsah a frekvencia

Toto overenie sa vykoná po inštalovaní alebo výmene analyzátora plynov, ktorý sa použil na nepretržitý odber vzoriek. Toto overenie sa vykoná aj vtedy, keď sa systém rekonfiguruje spôsobom, ktorý by zmenil odozvu systému. Toto overenie je potrebné na pre analyzátory plynov s nepretržitou odozvou používané na skúšky s nestálym (prechodným) jazdným cyklom alebo odstupňovaným modálnym skúšobným cyklom, no nie je potrebný pre dávkové systémy analyzátorov plynov alebo pre systémy analyzátorov plynov s nepretržitou odozvou používané len na skúšanie v nespojitom režime.

8.1.5.2. Princípy merania

Touto skúškou sa overí, či frekvencie aktualizácie a zaznamenávania zodpovedajú celkovej odozve systému na rýchlu zmenu hodnoty koncentrácie pri odberovej sonde. Systémy analyzátorov plynov sa optimalizujú tak, aby sa ich celková odozva na rýchlu zmenu koncentrácie aktualizovala a zaznamenávala s vhodnou frekvenciou aby sa zabránilo strate informácií. Touto skúškou sa aj overí, čí systémy analyzátorov plynov dodržiavajú minimálny čas odozvy.

Nastavenia systému na hodnotenie času odozvy musia byť presné rovnako ako počas merania pri skúške (t. j. tlak, prietoky, nastavenia filtra na analyzátoroch a všetky ostatné vplyvy na čas odozvy). Určenie času odozvy sa vykoná s prepnutím plynu priamo na vstupe skúšobnej sondy. Zariadenie na prepnutie plynu musí byť schopné vykonať prepnutie za menej než 0,1 s. Plyny použité na skúšku musia vyvolať zmenu koncentrácie minimálne 60 % plného rozsahu stupnice (FS).

Zaznamená sa stopa koncentrácie každej jednotlivej plynnej zložky.

8.1.5.3. Požiadavky na systém

(a) Čas odozvy systému musí byť ≤ 10 s časom nábehu ≤ 2,5 s alebo s časom nábehu alebo dobehu ≤ 5 s pre všetky merané zložky (CO, NO_x, CO_2 a HC) a všetky použité rozsahy. Keď sa použije NMC na meranie NMHC, čas odozvy systému môže presiahnuť 10 s.

Všetky údaje (koncentrácia, prietok paliva a vzduchu) sa pred vykonaním emisných výpočtov uvedených v prílohách A.7-A.8 musia zmeniť podľa svojich časov odozvy.

(b) Na preukázanie prijateľnej aktualizácie a zaznamenávania pokiaľ ide o celkovú odozvu systému, musí systém splniť jedno z nasledujúcich kritérií:

(i) súčin priemerného času nábehu a frekvencie, pri ktorej systém zaznamenáva a aktualizuje koncentráciu musí byť aspoň 5. V každom prípade nesmie byť priemerný čas nábehu väčší než 10 s;

(ii) frekvencia, pri ktorej systém zaznamenáva koncentráciu musí byť aspoň 2 Hz (pozri aj tabuľku 9.2).

8.1.5.4. Postup

Na overenie odozvy každého systému analyzátora plynu sa použije tento postup:

(a) Pri nastavení sa musia dodržať pokyny výrobcu systému analyzátor týkajúce sa spustenia a prevádzky. Merací systém sa nastaví podľa potreby tak, aby sa optimalizoval výkon. Toto overenie prebehne s analyzátorom prevádzkovaným rovnakým spôsobom aký s používa pri emisných skúškach. Ak analyzátor zdieľa svoj systém odberu vzoriek s inými analyzátormi a ak prietok plynu do iných analyzátorov bude mať vplyv na čas odozvy systému, potom musia byť tieto iné analyzátory spustené a prevádzkované zatiaľ čo prebieha táto overovacia skúška. Táto overovacia skúška môže prebiehať s viacerými analyzátormi zdieľajúcimi ten istý systém odberu vzoriek v rovnakom čase. Ak sa počas emisnej skúšky

použijú analógové alebo digitálne filtre v reálnom čase, také filtre musia byť počas tohto overovania prevádzkované rovnakým spôsobom;

(b) V prípade vybavenia použitého na potvrdenie času odozvy systému sa odporúča, aby sa použilo vedenie na prenos plynu minimálnej dĺžky medzi všetkými prípojkami, zdroj nulovacieho plynu sa pripojí k jednému vstupu rýchločinného trojcestného ventilu (2 vstupy, 1 výstup) aby sa reguloval prietok nulovacieho plynu a plynu na nastavenie meracieho rozsahu do vstupu sondy vzorkovacieho systému alebo do prípojky v tvare T v blízkosti výstupu zo sondy. Normálne je prietok vyšší než prietok cez odberovú sondu a nadbytok sa odvedie od vstupu sondy. Ak je prietok plynu menší než prietok cez odberovú sondu, koncentrácie plynu sa nastavia tak aby bolo zabezpečené riedenie z okolitého vzduchu prúdiaceho do sondy. Môžu sa použiť dvojzložkové alebo viaczložkové plyny na nastavenie meracieho rozpätia. Na zmiešavanie plynov na nastavenie meracieho rozpätia sa môže použiť zmiešavacie zariadenie. Zmiešavacie zariadenie sa odporúča vtedy, keď sú plyny na nastavenie meracieho rozpätia zriedené v N2 zmiešané s plynmi na nastavenie meracieho rozpätia zriedenými vo vzduchu. S použitím rozdeľovača plynov NO–CO–CO_2–C_3H_8–CH_4 (zvyšok N_2) sa plyn na nastavenie meracieho rozpätia rovnomerne zmieša s plynom na nastavenie meracieho rozpätia NO_2, s pridaním čisteného syntetického vzduchu.

Namiesto zmiešaného plynu na nastavenie meracieho rozpätia NO–CO–CO_2–C_3H_8–CH_4 (zvyšok N_2) sa môžu použiť aj štandardné dvojzložkové plyny na nastavenie meracieho rozpätia; v takom prípade sa musia vykonať s každým analyzátorom samostatné skúšky na odozvu. Rozdeľovač plynov sa pripojí k inému výstupu trojcestného ventilu. Výstup ventilu sa pripojí k prepadu sondy systému analyzátora plynov alebo k prepadu namontovanému medzi sondou a prenosovým potrubím ku všetkým overovaným analyzátorom. Použije sa nastavenie, ktoré zabráni kolísaniu tlaku kvôli zastaveniu prietoku cez zariadenie na zmiešavanie plynov. Vynechajú sa akékoľvek zložky plynu, ktoré nie sú relevantné pre analyzátory pokiaľ ide o toto overenie. Alternatívne je povolené použiť plynové fľaše s jednotlivými plynmi a samostatné meranie časov odozvy;

(c) Zber údajov sa vykoná takto:

(i) ventil sa zapne aby začal prúdiť nulovací plyn;

(ii) povolí sa stabilizácia aby sa započítalo omeškanie prepravy a najpomalšia plná odozva analyzátora;

(iii) zaznamenávanie údajov začne pri frekvencii použitej pri emisných skúškach. Každá zaznamenaná hodnota je jedinečnou aktualizovanou koncentráciou nameranou analyzátorom; na zmenu nameraných hodnôt sa nesmie použiť interpolácia alebo filtrovanie;

(iv) ventil sa prepne tak, aby zmiešané plyny na nastavenie meracieho rozpätia mohli prúdiť do analyzátorov. Tento čas sa zaznamená ako t_0;

(v) zohľadní omeškanie prepravy a najpomalšia plná odozva analyzátora;

(vi) zapne sa prúdenie aby mohol nulovací plyn prúdiť do analyzátora.. Tento čas sa zaznamená ako t_{100};

(vii) zohľadní sa omeškanie prepravy a najpomalšia plná odozva analyzátora;

(viii) kroky v písmenách (c)(iv) až (vii) tohto bodu sa opakujú aby sa zaznamenalo sedem úplných cyklov pričom sa končí s nulovacím plynom prúdiacim do analyzátorov;

(ix) zaznamenávanie zastaví.

8.1.5.5. Hodnotenie výkonu

Údaje z bodu 8.1.5.4.(c) tohto oddielu sa použijú na výpočet stredného času nábehu $T_{10–90}$ za každý z analyzátorov.

(a) Ak sa to zvolí na preukázanie súladu s bodom 8.1.5.3.(b)(i) tohto oddielu, musí sa použiť nasledujúci postup: čas nábehu (v s) sa vynásobí príslušnými záznamovými frekvenciami v Hertzoch (1/s). Hodnota každého výsledku musí byť aspoň 5. Ak je hodnota menšia než 5, záznamová frekvencia sa zvýši alebo sa nastaví prietok alebo usporiadanie systému odberu vzoriek sa zmení tak, aby sa podľa potreby zvýšil čas nábehu. Na zvýšenie času nábehu sa môžu prekonfigurovať aj digitálne filtre.;

(b) Ak sa to zvolí na preukázanie súladu s bodom 8.1.5.3.(b)(ii) tohto oddielu,, je dostatočné preukázanie súladu s požiadavkami bodu 8.1.5.3.(b) (ii).

8.1.6. Overenie času odozvy v prípade kompenzačného typu analyzátorov

8.1.6.1. Rozsah a frekvencia

Toto overenie sa vykoná za účelom stanovenia nepretržitej odozvy plynových analyzátorov, kde je jedna odozva analyzátora je kompenzovaná ďalšou, aby sa kvantifikovali plynné emisie. Pri tejto kontrole sa vodná para považuje za plynnú zložku. Toto overenie sa vyžaduje v prípade analyzátorov plynu s nepretržitou odozvou používaných pri skúškach s nestálym (prechodným) jazdným cyklom alebo odstupňovaným modálnym cyklom. Toto overenie nie je potrebné v prípade dávkových systémov analyzátorov, ktoré sa používajú len na skúšky v nespojitom režime. Toto overenie sa nevzťahuje na korekciu vzhľadom k vode odstránenej zo vzorky v dodatočnom spracovaní a nevzťahuje sa na určenie NMHC z THC a CH_4 uvedených v prílohách A.7. a A.8. týkajúcich sa výpočtov emisií Toto overenie sa vykoná po prvej inštalácii (t. j. uvedenie do prevádzky skúšobnej komory). Po väčšej údržbe sa môže na overenie jednotnej odozvy použiť bod 8.1.5. za predpokladu, že každý vymenený komponent bol vo vlhkom prostredí podrobený overeniu jednotnej odozvy v tom istom bode.

8.1.6.2. Princípy merania

Týmto postupom sa overuje časová synchronizácia a jednotná odozva nepretržitých meraní zložených plynov. Na tento postup je potrebné zabezpečiť, aby boli zapnuté všetky kompenzačné algoritmy a korekcie vlhkosti.

8.1.6.3. Požiadavky na systém

Všeobecné požiadavky na čas odozvy a čas nábehu uvedené v bode 8.1.5.3 (a) platia aj na kompenzačné typy analyzátorov. Dodatočne, ak sa záznamová frekvencia líši od aktualizačnej frekvencie súvisle kombinovaného/ kompenzačného signálu, na overenie podľa bodu 8.1.5.3(b)(i) sa použije nižšia frekvencia.

8.1.6.4. Postup

Použijú sa všetky postupy uvedené v bode 8.1.5.4.(a) – (c). Dodatočne sa musí odmerať aj čas odozvy a nábehu vodnej pary, ak sa použije kompenzačný algoritmus založený na nameranej vodnej pare.. V takom prípade sa musí aspoň jeden použitý kalibračný plyn (no nie NO_2) zvlhčovať takto:

Ak systém nepoužíva sušič vzorky na odstránenie vody zo vzorky plynu, plyn na nastavenie meracieho rozsahu sa zvlhčí prúdením zmesi plynu cez zapečatenú nádobu, ktorá zvlhčuje plyn na najvyšší rosný bod vzorky, ktorý sa odhadne počas odberu emisií, jeho prebublávaním cez destilovanú vodu. Ak systém používa sušič vzorky počas skúšky, ktorý absolvoval overovaciu kontrolu sušiča vzorky, zvlhčená zmes plynu sa môže zaviesť za sušičom vzorky jej prebublávaním cez destilovanú vodu v zapečatenej nádobe pri teplote (25 ±10 °C), alebo pri teplote vyššej než je rosný bod. V každom prípade sa zvlhčený plyn musí za nádobou udržiavať pri teplote aspoň o 5 ºC vyššej než je jeho rosný bod v systéme.

Treba poznamenať, že je možné vynechať ktorúkoľvek z týchto plynných zložiek ak nie je relevantná pre analyzátory na účely takého overenia. Ak ktorákoľvek plynná zložka neumožňuje kompenzáciu vody, kontrola odozvy sa v prípade týchto analyzátorov môže vykonať bez zvlhčovania.

8.1.7. Meranie parametrov motora a okolitých podmienok

Výrobca motora musí použiť vnútorné postupy kontroly kvality zodpovedajúce uznaným národným alebo medzinárodným normám. Inak platia nasledujúce postupy.

8.1.7.1. Kalibrácia krútiaceho momentu

8.1.7.1.1. Rozsah a frekvencia

Všetky systémy merania krútiaceho momentu vrátane meracích dynamometrov s meničmi krútiaceho momentu a systémov sa kalibrujú pri prvej inštalácii a po väčšej údržbe medzi iným s uplatnením referenčnej sily alebo dĺžky ramena páky spojeného so závažím. Na opakovanie kalibrácie sa využije osvedčená technická prax. Na linearizáciu výstupu snímačov krútiaceho momentu sa musia dodržiavať pokyny výrobcu meniča krútiaceho momentu. Sú povolené aj iné metódy kalibrácie.

8.1.7.1.2. Kalibrácia závažia

Táto technika využíva známu silu tak, že sa zavesí závažie vo vhodnej vzdialenosti pozdĺž ramena páky. Je treba sa uistiť, že rameno páky závažia je kolmé na smer gravitácie (t. j. horizontálne) a kolmé na os otáčania dynamometra.

Na každý merací rozsah krútiaceho momentu sa použije aspoň šesť kombinácií kalibračných závaží rozmiestnených rovnomerne v celom rozsahu.

Dynamometer musí oscilovať alebo sa otáčať počas kalibrácie, aby sa znížili trecie statické hysterézy. Každá sila závažia sa určí vynásobením jej hmotnosti vyjadrenej v medzinárodne uznaných jednotkách miestnym gravitačným zrýchlením.

8.1.7.1.3. Kalibrácia extenzometra alebo overovacích prstencov

Táto technika využíva silu buď tak, sa závažia zavesia na rameno páky (tieto závažia a ich dĺžka ramena páky sa nepoužívajú ako súčasť referenčného krútiaceho momentu), alebo sa dynamometer prevádzkuje pri rôznych krútiacich momentoch. Na každý použiteľný merací rozsah krútiaceho momentu sa použije aspoň šesť kombinácií síl rozmiestnených rovnomerne v celom rozsahu. Dynamometer musí oscilovať alebo sa otáčať počas kalibrácie, aby sa znížili trecie statické hysterézy. V takom prípade sa referenčný krútiaci moment určí vynásobením výstupnej sily z referenčného meradla (ako je extenzometer alebo overovací prstenec) jej účinnou dĺžkou ramena páky, ktorá sa meria z bodu, kde sa robí meranie sily vo vzťahu k osi otáčania dynamometra. Je treba sa uistiť, že táto dĺžka sa meria kolmo na smer merania referenčného meradla a kolmo na os otáčania dynamometra.

8.1.7.2. Kalibrácia tlaku, teploty rosného bodu

Prístroje sa kalibrujú na merací tlak, teplotu a rosný bod pri prvej inštalácii. Na opakovanie kalibrácie sa využije osvedčená technická prax a musia sa dodržať pokyny výrobcu prístroja.

V prípade systémov merania teploty so snímačmi ako sú termočlánky, RTD, a termistory, sa overenie linearity kalibrácia systému vykoná podľa bodu 8.1.4.4.

8.1.8. Merania týkajúce sa prietoku

8.1.8.1. Kalibrácia prietoku paliva

Prietokomery paliva sa kalibrujú pri prvej inštalácii. Na opakovanie kalibrácie sa využije osvedčená technická prax a musia sa dodržať pokyny výrobcu prístroja.

8.1.8.2. Kalibrácia prietoku nasávaného vzduchu

Prietokomery nasávaného vzduchu sa kalibrujú pri prvej inštalácii. Na opakovanie kalibrácie sa využije osvedčená technická prax a musia sa dodržať pokyny výrobcu prístroja.

8.1.8.3. Kalibrácia prietoku výfukových plynov

Prietokomery výfukových plynov sa kalibrujú pri prvej inštalácii. Na opakovanie kalibrácie sa využije osvedčená technická prax a musia sa dodržať pokyny výrobcu prístroja.

8.1.8.4. Kalibrácia prietoku zriedených výfukových plynov (CVS)

8.1.8.4.1. Prehľad

(a) V tomto oddiele je opísané ako sa kalibrujú prietokomery v systéme odberu vzorky výfukových plynov pri konštantnom objeme (CVS);

(b) Táto kalibrácia sa vykoná s prietokomerom inštalovaným v jeho stálej polohe. Táto kalibrácia sa vykoná potom čo bola zmenená ktorákoľvek časť konfigurácie prúdenia pred alebo za prietokomerom a táto zmena môže ovplyvniť kalibráciu prietoku. Táto kalibrácia sa vykoná pri prvej inštalácii CVS a vždy, keď korigujúci zásah nevyústi do nesplnenia požiadaviek na overenie prietoku výfukových plynov (t. j. kontrola propánom) podľa bodu 8.1.8.5;

(c) Prietokomer CVS sa kalibruje pomocou referenčného prietokomeru ako je napr. podzvukový venturiho prietokomer, prietoková tryska s veľkým polomerom, hladká približovacia clona, prvok laminárneho prúdenia, sada Venturiho trubíc s kritickým prietokom alebo ultrazvukový prietokomer. Musí sa použiť referenčný prietokomer, ktorý zaznamená množstvá, ktoré zodpovedajú medzinárodným normám s neistotou ±1 %. Tento referenčný prietokomer reaguje na prietok, ktorý sa použije ako referenčná hodnota na kalibráciu prietokomeru CVS;

(d) Nesmie sa použiť filter pred prietokomerom alebo iné obmedzenie, ktoré by mohlo ovplyvniť prietok pred referenčným prietokomerom, pokiaľ nebol prietokomer kalibrovaný s takýmto obmedzením.

(e) Poradie kalibrácie opísané v tomto bode 8.1.8.4. sa vzťahuje k molárnemu prístupu. O príslušnom poradí použitom v prístupe založenom na hmotnosti pozri prílohu 8, doplnok 1.

8.1.8.4.2. Kalibrácia PDP

Musí sa kalibrovať objemové čerpadlo (PDP), aby sa určila rovnica prietoku vo vzťahu k otáčkam PDP, ktorá zohľadní presakovanie prietoku cez tesniace plochy v PDP ako funkciu vstupného tlaku PDP. Za každé otáčky, pri ktorých sa PDP prevádzkuje, sa určí osobitný koeficient rovnice. Prietokomer PDP sa kalibruje takto:

(a) Systém sa zapojí podľa obrázku 8.1;

(b) Presakovanie medzi kalibračným prietokomerom a PDP musia byť menšie než 0,3 % celkového prietoku pri najnižšom kalibrovanom prietokovom bode ; napr. pri najvyššom obmedzení a najnižšom rýchlostnom bode PDP;

(c) Zatiaľ čo je PDP v prevádzke, udržiava sa konštantná teplota na vstupe PDP v rozmedzí ±2 % strednej absolútnej vstupnej teploty, T_{in};

(d) Otáčky PDP sa nastavia na prvý rýchlostný bod, pri ktorom sa plánuje kalibrácia;

(e) Meniteľný obmedzovač sa nastaví na svoju najväčšiu otvorenú polohu;

(f) PDP sa prevádzkuje aspoň 3 minúty aby sa systém stabilizoval.. Potom sa pri nepretržitej prevádzke PDP aspoň 30 s zaznamenávajú za každú veličinu tieto stredné hodnoty údajov:

(i) stredná hodnota prietoku referenčného prietokomeru, $\bar{n}_{ref}$;

(ii) stredná teplota na vstupe PDP, T_{in};

(iii) stredný statický absolútny tlak na vstupe PDP, p_{in};

(iv) stredný statický absolútny tlak na výstupe PDP, p_{out};

(v) stredné otáčky PDP, n_{PDP};

(g) Ventil obmedzovača sa postupne uzavrie aby sa znížil absolútny tlak na vstupe PDP, p_{in};

(h) Kroky v písmenách (f) a (g) bodu 8.1.8.4.2. tohto oddielu sa opakujú aby sa zaznamenali údaje pri minimálne šiestich polohách obmedzovača, aby bol zachytený plný rozsah možných používaných tlakov na vstupe PDP;

(i) PDP sa kalibruje pomocou zaznamenaných údajov a rovníc v prílohách A.7-A.8;

(j) Kroky v písmenách (f) až (i) tohto bodu sa opakujú za každé otáčky pri ktorých sa prevádzkuje PDP;

(k) Rovnice v prílohe A.7 (molárny prístup) alebo A.8 (hmotnostný prístup) sa použijú na určenie rovnice prietoku PDP na skúšanie emisií;

(l) Kalibrácia sa overí overením CVS (t. j. kontrola propánom) podľa bodu 8.1.8.5;

(m) PDP sa nesmie používať pri tlaku nižšom než je najnižší vstupný tlak skúšaný počas kalibrácie.

8.1.8.4.3. Kalibrácia CFV

Venturiho trubica s kritickým prietokom (CFV) sa kalibruje, aby sa overil jej výtokový koeficient, C_d, pri najnižšom očakávanom statickom rozdiele tlakov medzi vstupom a výstupom CFV. Prietokomer CFV sa kalibruje takto:

(a) Systém sa zapojí podľa obrázku 8.1;

(b) Ventilátor sa spustí za CFV;

(c) Zatiaľ čo je CFV v prevádzke, udržiava sa konštantná teplota na vstupe CFV v rozmedzí ±2 % strednej absolútnej vstupnej teploty, T_{in};

(d) Presakovanie medzi kalibračným prietokomerom a CFV musia byť menšie než 0,3 % celkového prietoku pri najvyššom obmedzení;

(e) Meniteľný obmedzovač sa nastaví na svoju najväčšiu otvorenú polohu. Namiesto meniteľného obmedzovača sa tlak za CFV môže meniť zmenou otáčok ventilátora alebo zavedením riadeného unikania. Treba poznamenať, že niektoré ventilátory majú obmedzenia v nezaťaženom stave;

(f) CFV sa prevádzkuje aspoň 3 minúty aby sa systém stabilizoval.. Potom sa pri nepretržitej prevádzke CFV aspoň 30 s zaznamenávajú za každú veličinu tieto stredné hodnoty údajov:

(i) stredná hodnota prietoku referenčného prietokomeru, $\bar{n}_{ref}$;

(ii) nepovinne, stredný rosný bod kalibračného vzduchu, T_{dew}. O prípustných predpokladoch počas emisných meraní pozri prílohy A.7-A.8;

(iii) stredná teplota na vstupe Venturiho trubice, T_{in};

(iv) stredný statický absolútny tlak na vstupe Venturiho trubice, p_{in};

(v) stredný statický rozdiel tlakov medzi vstupom a výstupom CFV, Δp_{CFV};

(g) Ventil obmedzovača sa postupne uzavrie aby sa znížil absolútny tlak na vstupe CFV, p_{in};

(h) Kroky v písmenách (f) a (g) tohto bodu sa opakujú aby sa zaznamenali údaje pri minimálne desiatich polohách obmedzovača tak, aby sa vyskúšal plný praktický rozsah očakávaných Δp_{CFV}. Na kalibrovanie pri najnižších možných obmedzeniach sa nevyžaduje odstránenie kalibrovacích komponentov alebo komponentov CFV;

(i) C_d a najnižší povolený pomer tlakov *r* sa určí podľa opisu v prílohách A.7-A.8;

(j) C_d sa použije na určenie prietoku CFV počas emisnej skúšky. CFV sa nesmie používať pri hodnote nižšej než je najnižšia povolená hodnota *r*, ako je uvedené v prílohách A.7-A.8;

(k) Kalibrácia sa overí overením CVS (t. j. kontrola propánom) podľa bodu 8.1.8.5;

(l) Ak sa CVS sa usporiada tak, aby bol v paralelnej a súčasnej prevádzke viac než jeden CVS, CVS s kalibruje jedným z týchto spôsobov:

(i) každá kombinácia CFV sa kalibruje podľa tohto bodu a príloh A.7-A.8. Pokiaľ ide o pokyny týkajúce sa výpočtu prietokov pri tejto možnosti, pozri prílohy A.7-A.8;

(ii) každá CFV sa kalibruje podľa tohto bodu a príloh A.7-A.8. Pokiaľ ide o pokyny týkajúce sa výpočtu prietokov pri tejto možnosti, pozri prílohy A.7-A.8

8.1.8.4.4. Kalibrácia SSV

Podzvuková Venturiho trubica (SSV) sa kalibruje na účely stanovenia jej kalibračného koeficientu, C_d, pri očakávanom rozsahu vstupných tlakov. Prietokomer SSV sa kalibruje takto:

(a) Systém sa zapojí podľa obrázku 8.1;

(b) Ventilátor sa spustí za SSV;

(c) Presakovanie medzi kalibračným prietokomerom a SSV musia byť menšie než 0,3 % celkového prietoku pri najvyššom obmedzení;

(d) Zatiaľ čo je SSV v prevádzke, udržiava sa konštantná teplota na vstupe SSV v rozmedzí ±2 % strednej absolútnej vstupnej teploty, T_{in};

(e) Meniteľný obmedzovač alebo ventilátor s meniteľnou rýchlosťou sa nastaví na polohu väčšiu než je najväčší očakávaný prietok počas skúšania. Prietoky sa nesmú extrapolovať nad hodnoty väčšie než sú kalibrované hodnoty takže sa odporúča zabezpečiť aby Reynoldsovo číslo, *Re*, pri hrdle SSV pri najväčšom kalibrovanom prietoku bolo väčšie než maximálne *Re* očakávané počas skúšania;

(f) SSV sa prevádzkuje aspoň 3 minúty aby sa systém stabilizoval. Potom sa pri nepretržitej prevádzke SSV aspoň 30 s zaznamenávajú tieto stredné hodnoty údajov:

(i) stredná hodnota prietoku referenčného prietokomeru, $\overline{q_{Vref}}$;

(ii) nepovinne, stredný rosný bod kalibračného vzduchu, T_{dew}. O prípustných predpokladoch pozri prílohy A.7-A.8;

(iii) stredná teplota na vstupe Venturiho trubice, T_{in};

(iv) stredný statický absolútny tlak na vstupe Venturiho trubice, p_{in};

(v) stredný statický rozdiel tlakov statickým tlakom na vstupe Venturiho trubice a statickým tlakom pri hrdle Venturiho trubice, Δp_{SSV};

(g) Ventil obmedzovača sa postupne uzavrie alebo sa znížia otáčky ventilátora aby sa zmenšil prietok;

(h) Kroky v písmenách (f) a (g) tohto bodu sa opakujú aby sa zaznamenali údaje pri minimálne desiatich prietokoch;

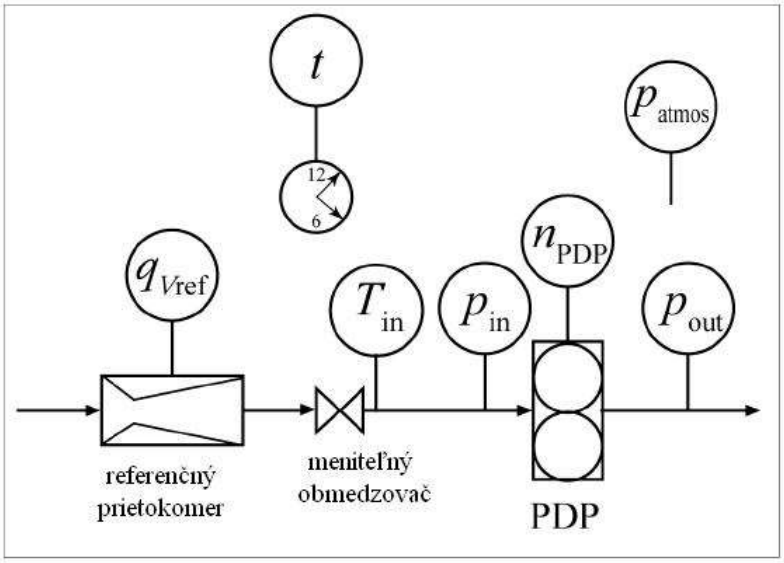
(i) Vypracuje sa funkčný formulár C_d v závislosti od *Re* pomocou zaznamenaných údajov a rovníc uvedených v prílohách A.7-A.8;

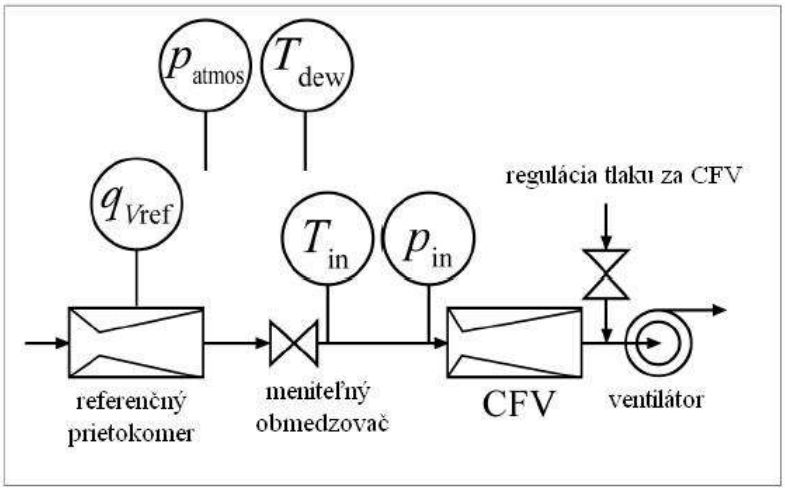
(j) Kalibrácia sa overí overením CVS (t. j. kontrola propánom) podľa bodu 8.1.8.5 pomocou novej rovnice C_d v závislosti od *Re*;

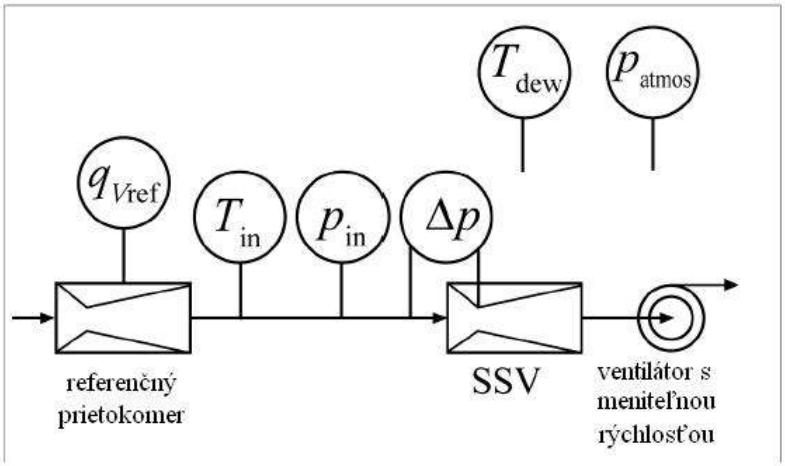
(k) SSV sa použije len medzi minimálnymi a maximálnymi kalibrovanými prietokmi;

(l) Rovnice v prílohe A.7 (molárny prístup) alebo A.8 (hmotnostný prístup) sa použijú na určenie rovnice prietoku SSV počas skúšky.

8.1.8.4.5. Podzvuková kalibrácia (vyhradené)







Obrázok 8.1 – Schematické diagramy na kalibráciu prietoku zriedeného výfukového plynu systémom CVS CVS

8.1.8.5. Overenie CVS a dávkového vzorkovača (kontrola propánom)

8.1.8.5.1. Úvod

(a) Kontrola propánom slúži na overenie CVS aby sa zistilo, či sú odchýlky v nameraných hodnotách prietoku zriedeného výfukového plynu. Kontrola propánom slúži aj na overenie dávkového vzorkovača aby sa zistilo, či sú odchýlky v systéme dávkového vzorkovača, ktorý vyberá vzorku z CVS podľa opisu uvedeného v písmene (f) tohto bodu. Pomocou osvedčenej technickej praxe a bezpečných praktík sa táto kontrola môže vykonať použitím iného plynu než je propán, napr. pomocou CO_2 alebo CO. Negatívny výsledok kontroly propánom by mohol naznačiť jeden alebo viac problémov, ktoré si môžu vyžadovať tieto nápravné opatrenia:

(i) Nesprávna kalibrácia analyzátora. Analyzátor FID sa znovu kalibruje, opraví alebo vymení;

(ii) Kontroly presakovania sa vykonajú na tuneli CVS, spojeniach upínadlách a systéme odberu vzoriek HC podľa bodu 8.1.8.7;

(iii) Overenie nedostatočného zmiešania sa vykoná podľa bodu 9.2.2;

(iv) Overenie kontaminácie uhľovodíkmi v systéme odberu vzoriek sa vykoná podľa bodu 7.3.1.3;

(v) Zmena v kalibrácii CVS. Kalibrácia na mieste prietokomeru CVS sa vykoná podľa bodu 8.1.8.4;

(vi) Iné problémy s CVS alebo overenie hardvéru alebo softvéru systému odberu vzoriek. Systém CVS, overenie hardvéru alebo softvéru CVS sa kontroluje z hľadiska odchýlok;

(b) Kontrola propánom používa buď referenčný prietok C_3H_8 ako stopovacieho plynu v CVS. Ak sa použije referenčný prietok, zaznamená sa každé správanie sa C_3H_8 ako neideálneho plynu v referenčnom prietokomeri. Pozri prílohy A.7. (molárny prístup) alebo A.8. (hmotnostný prístup), ktoré opisujú spôsob, akým sa kalibrujú a používajú určité prietokomery. V bode 8.1.8.5. a prílohách A.7. alebo A.8. sa nesmie použiť predpoklad ideálneho plynu. Kontrola propánom porovnáva vypočítanú hmotnosť vstreknutého C_3H_8 využívajúc merania HC a merania prietoku CVS s referenčnými hodnotami.

8.1.8.5.2. Metóda zavedenia známeho množstva propánu do systému CVS

Celková presnosť systému odberu vzoriek CVS a analytického systému sa stanoví zavedením známej hmotnosti znečisťujúceho plynu do systému, zatiaľ čo sa prevádzkuje bežným spôsobom. Znečisťujúci plyn sa analyzuje a hmotnosť sa vypočíta podľa príloh A.7-A.8. Použije jedna z nasledujúcich techník:

(a) Meranie gravimetrickou technikou sa vykoná takto: hmotnosť malej plynovej fľaše naplnenej oxidom uhoľnatým alebo propánom sa určí s presnosťou ±0.01 g. Systém CVS je v činnosti asi 5 až 10 minút ako v bežnej emisnej skúške, pričom sa do systému vstrekne oxid uhoľnatý alebo propán. Množstvo uvoľneného čistého plynu sa určí pomocou diferenciálneho váženia. Vzorka plynu sa analyzuje bežným zariadením (odberový vak alebo integračná metóda) a vypočíta sa hmotnosť plynu;

(b) Meranie pomocou clony kritického prietoku sa vykoná takto: známa hmotnosť čistého plynu (oxid uhoľnatý alebo propán) sa privedie do systému CVS cez kalibrovanú kritickú clonu. Ak je vstupný tlak dostatočne vysoký prietok, ktorý sa nastaví pomocou clony kritického prietoku, je nezávislý od výstupu clony (kritický prietok). Systém sa prevádzkuje ako pri bežnej emisnej skúške asi 5 až 10 minút. Vzorka plynu sa analyzuje bežným zariadením (odberový vak alebo integračná metóda) a vypočíta sa hmotnosť plynu.

8.1.8.5.3. Príprava kontroly propánom

Kontrola propánom sa pripraví takto:

(a) Ak sa namiesto referenčného prietoku použije hmotnosť C_3H_8, musí byť k dispozícii fľaša naplnená C_3H_8. Referenčná hmotnosť fľaše s C_3H_8 sa určí s presnosťou ±0,5 % množstva C_3H_8, ktoré sa má použiť;

(b) Pre CVS a C_3H_8 sa zvolí vhodný prietok;

(c) V CVS sa zvolí otvor na vstreknutie C_3H_8. Poloha otvoru sa zvolí čo možno najbližšie pri meste, kde sa do CVS privádza výfukový plyn z motora. Fľaša s C_3H_8 sa pripojí k vstrekovaciemu systému;

(d) Prevádzkuje a stabilizuje sa CVS;

(e) Každý výmenník tepla v systéme odberu vzoriek sa predhreje alebo predchladí;

(f) Na stabilizáciu pri prevádzkovej teplote sú povolené zahriate alebo ochladené komponenty ako sú odberové vedenia, filtre, chladiče a čerpadlá;

(g) V prípade potreby sa podľa opisu v bode 8.1.8.7. sa vykoná overenie systému odberu vzoriek HC z hľadiska vedľajšej podtlakovej netesnosti.

8.1.8.5.4. Príprava systému odberu vzoriek HC na kontrolu propánom

Overenie systému odberu vzoriek HC z hľadiska vedľajšej podtlakovej netesnosti sa môže vykonať podľa písmena (g) tohto bodu. Ak sa použije tento postup, môže sa použiť postup kontaminácie HC podľa bodu 7.3.1.3. Ak sa overenie systému odberu vzoriek HC z hľadiska vedľajšej podtlakovej netesnosti nevykoná podľa písmena (g), potom sa systém odberu vzoriek HC vynuluje, nastaví merací rozsah a overí sa z hľadiska kontaminácie takto:

(a) zvolí sa najnižší merací rozsah analyzátora HC, ktorý môže odmerať koncentráciu C_3H_8 očakávanú v prípade prietokov CVS a C_3H_8;

(b) analyzátor HC sa vynuluje pomocou nulovacieho vzduchu zavedeného do otvoru analyzátora;

(c) nastaví sa merací rozsah analyzátora HC pomocou kalibrovacieho plynu C_3H_8 zavedeného do otvoru analyzátora;

(d) nulovací vzduch sa odvedie do sonde HC alebo do zariadenia medzi sondou HC a prenosovým potrubím;

(e) stála koncentrácia HC systému odberu vzoriek HC sa meria v preplňovanom prietoku nulovacieho vzduchu. Na meranie HC v dávkach,

sa dávkovací zásobník (ako napr. vak) naplní a meria sa koncentrácia preplňovaného HC;

(f) ak koncentrácie plnenia HC presiahne 2 µmol/mol, postup nesmie pokračovať až kým sa neodstráni kontaminácia.. Zdroj kontaminácie sa určí korigujúcou činnosťou napr. čistením systému alebo výmenou kontaminovaných častí;

(g) keď koncentrácie plnenia HC ne presiahne 2 µmol/mol, táto hodnota sa zaznamená ako limit x_{HCinit} a použije sa na korekciu kontaminácie HC ako je opísané v prílohe A.7. (molárny prístup) alebo prílohy A.8. (prístup založený na hmotnosti).

8.1.8.5.5. Výkon kontroly propánom

(a) Kontrola propánom sa vykoná takto:

(i) v prípade dávkového odberu vzoriek HC sa pripoja čisté skladovacie prostriedky ako napr. vyprázdnené vaky;

(ii) prístroje na meranie HC sa prevádzkujú podľa pokynov výrobcu prístroja;

(iii) ak sa pre riediaci vzduch predpokladá korekcia koncentrácie pozadia HC, odmeria a zaznamená sa pozadie HC v riediacom vzduchu;

(iv) vynuluje sa každé integrujúce zariadenie;

(v) začne odber vzoriek a spustia a integrátory prietoku;

(vi) vypustí sa C_3H_8 pri zvolenej rýchlosti. Ak sa použije referenčný prietok C_3H_8, spustí sa integrácia tohto prietoku;

(vii) pokračuje vypúšťanie C_3H_8 až kým sa nevypustí aspoň toľko C_3H_8, bola zabezpečená presná kvantifikácia referenčného C_3H_8 a meraného C_3H_8;

(viii) fľaša s C_3H_8 sa uzavrie a pokračuje odber vzoriek až kým sa nezohľadnia časové oneskorenia z dôvodu prepravy vzorky a odozvy analyzátora;

(ix) odber vzoriek sa zastaví a zastavia sa všetky integrátory;

(b) v prípade merania s použitím clony kritického prietoku sa môže na kontrolu propánom, ako alternatíva metódy opísanej v bode 8.1.8.5.5.(a), použiť nasledujúci postup:

(i) v prípade dávkového odberu vzoriek HC sa pripoja čisté skladovacie prostriedky ako napr. vyprázdnené vaky;

(ii) prístroje na meranie HC sa prevádzkujú podľa pokynov výrobcu prístroja;

(iii) ak sa pre riediaci vzduch predpokladá korekcia koncentrácie pozadia HC, odmeria a zaznamená sa pozadie HC v riediacom vzduchu;

(iv) vynuluje sa každé integrujúce zariadenie;

(v) obsah referenčnej fľaše s C_3H_8 sa vypustí pri zvolenej rýchlosti;

(vi) začne sa odber vzoriek a spustí sa ktorýkoľvek integrátor prietoku po potvrdení, že koncentrácie HC je stabilná;

(vii) pokračuje vypúšťanie obsahu fľaše až kým sa nevypustí aspoň toľko C_3H_8, bola zabezpečená presná kvantifikácia referenčného C_3H_8 a meraného C_3H_8;

(viii) zastavia sa všetky integrátory;

(ix) uzavrie sa referenčná fľaša s C_3H_8.

8.1.8.5.6. Vyhodnotenie kontroly propánom

Postup po skúške sa vykoná takto:

(a) ak sa použil odber vzoriek v dávkach, dávkové vzorky sa čo najskôr analyzujú;

(b) po analýze HC sa koriguje kontaminácia a pozadie;

(c) vypočíta sa celková hmotnosť C_3H_8 založená na údajoch CVS a HC podľa príloh A.7-A.8, pomocou molekulovej hmotnosti C_3H_8, M_{C3H8}, namiesto efektívnej molekulovej hmotnosti HC, M_{HC};

(d) ak sa použije referenčná hmotnosť (gravimetrickou metódou), hmotnosť propánu vo fľaši sa určí s presnosťou ±0,5 % a referenčná hmotnosť C_3H_8 sa určí odpočítaním hmotnosti prázdnej propánovej fľaše od hmotnosti plnej propánovej fľaše. Ak sa použije clona kritického prietoku (meranie s clonou kritického prietoku), hmotnosť propánu sa určí ako prietok vynásobený skúšobným časom;

(e) referenčná hmotnosť C_3H_8 sa odpočíta od vypočítanej hmotnosti. Ak je tento rozdiel v rozpätí ± 3,0 % referenčnej hmotnosti, CVS úspešne prešlo takýmto overením.

8.1.8.5.7. Overenie systému sekundárneho riedenia PM

Keď sa na overenie systému sekundárneho riedenia PM musí opakovať kontrola propánom, na takéto overenie sa použije nasledujúci postup podľa písmen (a) až (d):

(a) systém odberu vzoriek HC sa usporiada tak, aby odoberal vzorku blízko miesta prostriedku na uskladnenie vzoriek v dávkach (ako napr. filter PM). Ak je na tomto mieste absolútny tlak príliš nízky na odber vzorky HC, HC sa môžu odoberať z výstupu čerpadla zariadenia na odber vzoriek v dávkach. Pri odbere vzoriek z výstupu čerpadla treba byť opatrný pretože inak prijateľný únik z čerpadla za prietokomerom zariadenia na odber vzoriek v dávkach spôsobí chyby pri kontrole propánom;

(b) kontrola propánom sa opakuje podľa opisu v tomto bode, no HC sa musí odoberať zo zariadenia na odber vzoriek v dávkach;

(c) hmotnosť C_3H_8 sa vypočíta s prihliadnutím na akékoľvek sekundárne riedenie v zariadení na odber vzoriek v dávkach;

(d) referenčná hmotnosť C_3H_8 sa odpočíta od vypočítanej hmotnosti. Ak je tento rozdiel v rozmedzí ±5 % referenčnej hmotnosti, zariadenie na odber vzoriek v dávkach úspešne prešlo overením.. Ak tomu tak nie je, vykoná náprava opísaná v písm. (a) tohto bodu.

8.1.8.5.8. Overenie sušiča vzorky

Ak použije snímač vlhkosti na nepretržité monitorovanie rosného bodu pri výstupe zo sušiča vzorky, táto kontrola sa nevykoná pokiaľ nie je zabezpečené, že vlhkosť na výstupe sušiča je pod minimálnymi hodnotami použitými na kontrolu krížovej citlivosti, rušenia a kompenzácie.

(a) Ak sa na odstránenie vody zo vzorky plynu použije sušič vzorky povolený podľa bodu 9.3.2.3.1.2., účinnosť tepelného chladiča sa overí pri inštalovaní a po väčšej údržbe. V prípade sušičov s osmotickou membránou sa účinnosť overí pri inštalovaní po väčšej údržbe a do 35 dní od skúšky;

(b) voda môže brániť analyzátoru, aby správne meral príslušnú zložku výfukového plynu a takto ju niekedy odstráni predtým, než vzorka plynu dosiahne analyzátor. Napríklad voda môže negatívne vplývať na odozvu CLD NO_x prostredníctvom kolízneho vychýlenia a môže pozitívne vplývať na analyzátor NDIR tým, že vyvoláva odozvu podobnú CO;

(c) sušič vzorky musí spĺňať špecifikácie stanovené v bode 9.3.2.3.1. z hľadiska rosného bodu, T_{dew}, a absolútneho tlaku, p_{total}, za sušičom s osmotickou membránou alebo tepelným chladičom;

(d) na určenie výkonu sušiča vzorky sa môže použiť nasledujúca metóda overenia alebo sa na vypracovanie iného protokolu môže použiť osvedčená technická prax:

(i) na vytvorenie potrebných spojení sa použije PTFE alebo potrubie z nehrdzavejúcej ocele;

(ii) N_2 alebo čistený vzduch sa zvlhčuje jeho prebublávaním cez destilovanú vodu vo vzduchotesne uzavretej nádobe, v ktorej sa zvlhčuje plyn na najvyšší rosný bod vzorky, ktorý sa odhaduje počas odberu vzoriek emisií;

(iii) zvlhčený plyn sa zavedie pred sušičom vzorky;

(iv) teplota zvlhčeného plynu za nádobou sa udržiava na hodnote aspoň 5 ºC nad rosným bodom;

(v) rosný bod zvlhčeného plynu, T_{dew}, a tlak, p_{total}, sa merajú čo možno najbližšie pri vstupe sušiča vzorky aby sa overilo, že rosný bod je najvyšší, ktorý bol odhadnutý počas odberu vzoriek emisií;

(vi) rosný bod zvlhčeného plynu, T_{dew}, a tlak, p_{total}, sa merajú čo možno najbližšie pri výstupe sušiča vzorky;

(vii) sušič vzorky spĺňa požiadavky overovania, ak výsledok bodu (d)(6) tohto bodu je menší než rosný bod zodpovedajúci špecifikáciám sušiča vzorky stanoveným v bode 9.3.2.3.1. plus 2 °C, alebo ak molekulový podiel z (d)(6) je menší než zodpovedajúce špecifikácie sušiča vzorky plus 0,002 mol/mol alebo 0,2 % objemu. V prípade tohto overovania je rosný bod vzorky vyjadrený v absolútnej teplote v Kelvinoch.

8.1.8.6. Pravidelná kalibrácia systémov riedenia časti prietoku PM a pridružené systémy merania neriedeného výfukového plynu

8.1.8.6.1. Špecifikácie pre meranie diferenciálneho prietoku

V prípade systémov riedenia časti prietoku na získanie proporcionálnej vzorky neriedeného výfukového plynu má presnosť prietoku vzorky q_{mp} osobitný význam, ak sa nemeria priamo ale sa určuje meraním diferenciálneho prietoku:

$$q_{mp} = q_{mdew} - q_{mdw} \quad (8\text{-}1)$$

Kde:

q_{mp} = hmotnostný prietok vzorky výfukového plynu do systému riedenia časti prietoku

q_{mdw} = hmotnostný prietok riediaceho vzduchu (v mokrom stave)

q_{mdew} = hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave

V tomto prípade musí byť maximálna chyba rozdielu taká, aby presnosť q_{mp} bola v rozmedzí ±5 %, keď je riediaci pomer menší než 15. Môže sa vypočítať metódou strednej kvadratickej chyby každého prístroja.

Prijateľné presnosti q_{mp} sa môžu dosiahnuť jednou z týchto metód:

(a) absolútne presnosti q_{mdew} a q_{mdw} sú ±0,2 %, čo zaručuje presnosť $q_{mp} \leq 5$ % pri riediacom pomere 15. Väčšie chyby však nastanú pri vyšších riediacich pomeroch;

(b) kalibrácia q_{mdw} vo vzťahu k q_{mdew} sa vykoná tak, aby sa dosiahli rovnaké presnosti pre q_{mp} ako v písm. (a). O podrobnostiach pozri bod 8.1.8.6.2;

(c) presnosť q_{mp} sa určí nepriamo z presnosti riediaceho pomeru určenej stopovacím plynom, napr. CO_2. Vyžadujú sa presnosti ekvivalentné metóde (a) pre q_{mp};

(d) absolútna presnosť q_{mdew} a q_{mdw} je v rozmedzí ±2 % plnej stupnice, maximálna chyba rozdielu medzi q_{mdew} a q_{mdw} je v rozmedzí 0,2 % a chyba linearity je v rozmedzí ±0.2 % najvyššieho q_{mdew} pozorovaného počas skúšky.

8.1.8.6.2. Kalibrácia merania diferenciálneho prietoku

Systém riedenia časti prietoku na získanie proporcionálnej vzorky neriedeného výfukového plynu sa musí pravidelne kalibrovať s presnosťou prietokomeru zodpovedajúceho medzinárodným a/alebo národným normám. Prietokomer alebo prístrojové vybavenie sa kalibruje jedným z nasledujúcich postupov tak, aby prietok sondou q_{mp} do tunela spĺňal požiadavky na presnosť uvedené v bode 8.1.8.6.1.

(a) Prietokomer pre q_{mdw} sa zapojí do série s prietokomerom pre q_{mdew}, rozdiel medzi oboma prietokomermi sa kalibruje aspoň v 5 bodoch nastavenia s hodnotami prietoku rovnomerne rozmiestnenými medzi najnižšou hodnotou q_{mdw} použitou počas skúšky a hodnotou q_{mdew} použitou počas skúšky. Riediaci tunel sa môže obísť;

(b) kalibrované prietokové zariadenie sa zapojí do série s prietokomerom pre q_{mdew} a presnosť sa kontroluje z hľadiska hodnoty použitej na skúšku. Kalibrované prietokové zariadenie sa zapojí do série s prietokomerom pre q_{mdw}, presnosť sa kontroluje v aspoň 5 bodoch nastavenia zodpovedajúcich

riediacemu pomeru od 3 do 15, vo vzťahu k q_{mdew} použitému počas skúšky;

(c) prenosové potrubie TL (pozri obrázok 9.2) sa odpojí od výfukového plynu a kalibrované zariadenie na meranie prietoku s vhodným rozsahom na meranie q_{mp} sa pripojí k prenosovému potrubiu. q_{mdew} sa nastaví na hodnotu použitú počas skúšky a q_{mdw} sa postupne nastaví na aspoň 5 hodnôt zodpovedajúcich pomeru riedenia od 3 do 15. Alternatívne sa môže zabezpečiť špeciálna kalibračná dráha, pri ktorej sa obchádza tunel, no celkový prúd a prúd riediaceho vzduchu prechádza cez zodpovedajúce merače ako pri bežnej skúške;

(d) stopovací plyn sa privádza do prenosového potrubia výfukového plynu TL. Tento stopovací plyn môže byť zložkou výfukového plynu, ako napr. CO_2 alebo NO_x. Po zriedení v riediacom tuneli sa meria zložka stopovacieho plynu. Toto sa vykonáva pre 5 riediacich pomerov od 3 do 15. Presnosť prietoku vzorky sa určí z riediaceho pomeru r_d:

$$q_{mp} = q_{mdew} / r_d \qquad (8\text{-}2)$$

Zohľadňuje sa presnosť analyzátorov plynu, aby bola zaručená presnosť q_{mp}.

8.1.8.6.3. Osobitné požiadavky na meranie diferenciálneho prietoku

Na zistenie problémov merania a kontroly a na overenie správnej činnosti systému riedenia časti prietoku sa dôrazne odporúča kontrola prietoku uhlíka s použitím skutočného výfukového plynu. Kontrola prietoku uhlíka musí prebiehať aspoň vtedy, keď je namontovaný nový motor alebo sa v usporiadaní skúšobnej komory niečo podstatne zmení.

Motor sa prevádzkuje pri špičkovom krútiacom momente , zaťažení a otáčkach alebo v akomkoľvek ustálenom režime, ktorý vyprodukuje 5 % alebo viac CO_2. Systém odberu vzorky z časti prietoku sa prevádzkuje s riediacim faktorom približne 15 ku 1.

Ak sa vykonáva kontrola prietoku uhlíka, použije sa postup uvedený v prílohe A.4. Prietoky uhlíka sa vypočítajú podľa rovníc v prílohe A.4. Všetky prietoky uhlíka sa nesmú líšiť o viac než 5 %.

8.1.8.6.3.1. Kontrola pred skúškou

Kontrola pred skúškou sa vykoná do 2 hodín pred skúškou nasledujúcim spôsobom.

Presnosť prietokomerov sa kontroluje rovnakou metódou, aká sa použila na kalibráciu (pozri bod 8.1.8.6.2.) v aspoň dvoch bodoch, vrátane hodnôt prietoku q_{mdw}, zodpovedajúcich riediacim pomerom od 5 do 15 pre hodnotu q_{mdew} použitú počas skúšky.

Ak sa pomocou záznamov kalibračného postupu podľa bodu 8.1.8.6.2. môže preukázať, že kalibrácia prietokomeru je stabilná počas dlhšej doby, kontrola pred skúškou sa môže vynechať.

8.1.8.6.3.2. Určenie doby transformácie

Nastavenie systému na hodnotenie doby transformácie je rovnaké ako počas meranie priebehu skúšky. Doba transformácie definovaná na obrázku 3.1 sa určí nasledujúcou metódou:

Samostatný referenčný prietokomer s meracím rozsahom vhodným pre prietok sondou sa vloží do série a tesne pripojí k sonde. Tento prietokomer musí mať dobu transformácie menšiu než 100 ms pre veľkosť stupeň regulácie prietoku použitý pri meraní času odozvy, s obmedzením prietoku dostatočne nízkym tak, aby to nemalo vplyv na dynamické charakteristiky systému riedenia časti prietoku podľa osvedčenej technickej praxe. Stupňovitá zmena sa zavedie do výfukového plynu (alebo do prúdu vzduchu ak sa vypočítava prietok výfukového plynu) pri vstupe systému riedenia časti prietoku, od nízkeho prietoku až po aspoň 90 % plnej stupnice. Spúšťačom stupňovitej zmeny bude rovnaký aký sa použil na spustenie doprednej regulácie pri skutočnej skúške. Veličina stupňovitého narastania prietoku výfukového plynu a odozva prietokomeru sa zaznamená pri frekvencii odberu vzoriek aspoň 10 Hz.

Z týchto údajov sa určí doba transformácie pre systém riedenia časti prietoku, t. j . čas od začiatku stupňovitého narastania do okamihu, kedy odozva prietokomera dosiahne hodnotu 50 %. Podobne sa určia doby transformácie signálu q_{mp} signálu (t. j. prúd vzorky výfukového plynu do systému riedenia časti prietoku) a signálu $q_{mew,i}$ (t. j. hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave dodávaný prietokomerom výfukového plynu). Tieto signály sa použijú v regresných kontrolách vykonaných po každej skúške (pozri bod 8.2.1.2.).

Výpočet sa opakuje pre aspoň 5 nodov narastania a poklesu prietoku a výsledky sa spriemerujú. Vnútorná doba transformácie (<100 ms) referenčného prietokomeru sa odpočíta od tejto hodnoty. V prípade, že si systém, v súlade s bodom 8.2.1.2., vyžaduje použitie metódy "look-ahead (prognostická)", je to "prognózovaná" hodnota systému riedenia časti prietoku, ktorá sa použije v súlade s bodom 8.2.1.2.

8.1.8.7. Overenie nepriepustnosti vo vákuovom segmente

8.1.8.7.1. Rozsah a frekvencia

Po prvom inštalovaní systému odberu vzoriek, po väčšej údržbe ako je napr. zmena predfiltrov a v priebehu 8 hodín pred každým sledom pracovného cyklu sa overí, či nedochádza k úniku z vákuového segmentu, pričom sa použije jedna zo skúšok nepriepustnosti opísaná v tomto oddiele. Toto overenie sa nevzťahuje na časť plného prietoku systému riedenia CVS.

8.1.8.7.2. Zásady merania

Presakovanie sa môže zistiť buď nameraním malého množstva prietoku, keď by mal byť prietok nulový, zistením zriedenia so známou koncentráciou plynu na nastavenie meracieho rozsahu, keď prúdi cez vákuový segment systému odberu vzoriek, alebo meraním zvýšenia tlaku v systéme vyprázdňovania.

8.1.8.7.3. Skúška nepriepustnosti s malým prietokom

Systém odberu vzoriek sa skúša na nepriepustnosť s malým objemom prietoku takto:

(a) sonda systému sa zapečatí takto:

(i) koniec vzorkovacej sondy sa uzavrie alebo utesní;

(ii) prenosové potrubie sa odpojí pri sonde a uzavrie sa alebo utesní;

(iii) prepúšťací ventil namontovaný medzi sondou a prenosovým potrubím sa zatvorí;

(b) všetky vývevy sú v prevádzke. Po ustálení sa overí, či je prietok cez vákuový segment systému odberu vzoriek menší než 0,5 % normálneho prietoku systému. Typický prietok analyzátorom a obtekajúci prietok sa môžu odhadnúť približne z normálneho prietoku systému.

8.1.8.7.4. Skúška nepriepustnosti pri riedení plynu na nastavenie meracieho rozsahu

Na túto skúšku sa môže použiť akýkoľvek analyzátor plynu. Ak sa na túto skúšku použije FID, každá kontaminácia HC v systéme odberu vzoriek sa koriguje podľa príloh A.7 a A.8 na určenie HC a NMHC. Skresľujúcim výsledkom sa zabráni tak, že sa použijú len analyzátory, ktorých opakovateľnosť je 0,5 % alebo vyššia pri koncentrácii plynu na nastavenie meracieho rozsahu použitej na túto skúšku. Kontrola nepriepustnosti vákuového segmentu sa vykoná takto:

(a) analyzátor plynu sa pripraví ako na emisnú skúšku;

(b) plyn na nastavenie meracieho rozsahu sa privádza do vstupného otvoru analyzátora a overuje sa, či sa koncentrácia plynu meria s plánovanou presnosťou a opakovateľnosťou;

(c) preplňovaný plyn na nastavenie meracieho rozsahu sa nasmeruje do týchto miest v systéme odberu vzoriek:

(i) koniec vzorkovacej sondy;

(ii) prenosové potrubie sa odpojí pri sonde a plyn je preplňovaný pri otvorenom konci prenosového potrubia;

(iii) trojcestný ventil namontovaný medzi sondou a prenosovým potrubím sa zatvorí;

(d) overí sa, či je nameraná koncentrácia preplňovaného plynu na nastavenie meracieho rozsahu v rozmedzí ±0,5 % koncentrácie plynu na nastavenie meracieho rozsahu. Nižšia než predpokladaná nameraná hodnota naznačuje netesnosť, no vyššia než predpokladaná hodnota môže znamenať problém súvisiaci s plynom alebo samotným analyzátorom. Vyššia než predpokladaná hodnota neznamená netesnosť.

8.1.8.7.5. Skúška nepriepustnosti pri rozpade vákua

Na vykonanie tejto skúšky sa použije objem vákuového segmentu systému odberu vzoriek a pozorovaná miera netesnosti sa považuje za rozpad vákua. Na vykonanie tejto skúšky musí byť známy objem vákuového segmentu systému odberu vzoriek v rozmedzí ±10 % jeho skutočného objemu. Na toto skúšobné meranie sa použijú prístroje, ktoré zodpovedajú špecifikáciám bodov 8.1. a 9.4..

Skúška nepriepustnosti pri rozpade vákua sa vykoná takto:

(a) koniec sondy systému sa zapečatí čo najbližšie pri otvore sondy pomocou jedného z nasledujúcich krokov;

(i) koniec vzorkovacej sondy sa uzavrie alebo utesní;

(ii) prenosové potrubie sa odpojí pri sonde a uzavrie sa alebo utesní;

(iii) prepúšťací ventil namontovaný medzi sondou a prenosovým potrubím sa zatvorí;

(b) všetky vývevy sú v prevádzke. Musí byť zabezpečené vákuum, ktoré predstavuje normálne prevádzkové podmienky. V prípade odberových vakov sa odporúča, aby sa bežný postup odčerpavávania opakoval dvakrát za účelom minimalizácie zachytených objemov;

(c) vzorkovacie čerpadlá sa vypnú a systém sa zapečatí. Odmeria a zaznamená sa absolútny tlak zachyteného plynu a nepovinne absolútna teplota systému. Umožní sa dostatočný čas na zabezpečenie a realizáciu akýchkoľvek prechodných režimov, ktorých výsledkom by bol únik 0,5 %, aby tým došlo aspoň k 10 násobnej zmene tlaku v porovnaní s rozlíšením snímača tlaku. Znovu sa zaznamená tlak a nepovinne aj teplota.

(d) nasledujúcim spôsobom sa musí vypočítať miera priepustnosti prietoku založená na predpokladanej nulovej hodnote objemov vakov a na známych hodnotách pre objem systému odberu vzoriek, počiatočné a konečné tlaky, nepovinné teploty a čas, ktorý uplynul. Overí sa, či je prietok pri presakovaní s rozpadom vákua menší než 0,5 % prietoku pri normálnom používaní systému:

$$q_{Fleak} = \frac{V_{vac}\left(\frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_2}\right)}{R(t_2 - t_1)} \qquad (8\text{-}3)$$

kde:

q_{leak} = prietok pri presakovaní s rozpadom vákua [mol/s]

V_{vac} = geometrický objem vákuového segmentu systému odberu vzoriek [m^3]

R = molekulová konštanta plynu [J/(mol·K)]

p_2 = absolútny tlak vákuového segmentu v čase t_2 [Pa]

T_2 = absolútna teplota tlak vákuového segmentu v čase t_2 [K]

p_1 = absolútny tlak vákuového segmentu v čase t_1 [Pa]

T_1 = absolútna teplota tlak vákuového segmentu v čase t_1 [K]

t_2 = čas dokončenia overovacej skúšky pri presakovaní s rozpadom vákua [s]

t_1 = čas začiatku overovacej skúšky pri presakovaní s rozpadom vákua [s]

8.1.9. Merania CO a CO_2

8.1.9.1. Overenie krížovej citlivosti H_2O v analyzátoroch NDIR pre CO_2

8.1.9.1.1. Rozsah a frekvencia

Ak sa CO_2 meria pomocou analyzátora NDIR, stupeň krížovej citlivosti H_2O sa overí po prvej inštalácii analyzátora a po väčšej údržbe.

8.1.9.1.2. Rozsah a frekvencia

H_2O môže vplývať na odozvu analyzátora NDIR na CO_2. Ak analyzátor NDIR používa algoritmus kompenzácie, ktorý využíva merania iných plynov aby splnil tieto požiadavky na overenie tejto krížovej citlivosti, vykonajú sa

súčasne tieto ďalšie merania aby sa vyskúšal algoritmus kompenzácie počas overenia krížovej citlivosti analyzátora.

8.1.9.1.3. Požiadavky na systém

Analyzátor NDIR pre CO_2 musí mať krížovú citlivosť na H_2O, ktorá je v rozmedzí (0,0 ± 0,4) mmol/mol (predpokladaná stredná koncentrácia CO_2).

8.1.9.1.4. Postup

Overenie krížovej citlivosti sa vykoná takto:

(a) analyzátor NDIR pre CO_2 sa spustí, prevádzkuje, vynuluje a nastaví sa merací rozsah ako pred emisnou skúškou;

(b) zvlhčený skúšobný plyn sa tvorí prebublávaním nulovacieho vzduchu, ktorý zodpovedá špecifikáciám uvedeným v bode 9.5.1, cez destilovanú vodu v zapečatenej nádobe. Ak vzorka neprechádza cez sušič, reguluje sa teplota nádoby tak, aby sa zabezpečila úroveň H_2O aspoň tak vysoká, ako je maximum predpokladané počas skúšky. Ak vzorka prechádza cez sušič, reguluje sa teplota nádoby tak, aby sa zabezpečila úroveň H_2O aspoň tak vysoká, ako úroveň stanovená v bode 9.3.2.3.1;

(c) teplota zvlhčeného skúšobného plynu sa udržiava na teplote aspoň 5 °C nad jeho rosným bodom za nádobou;

(d) zvlhčený skúšobný plyn sa zavedie za akýmkoľvek sušičom plynu, ak sa tento použije počas skúšky;

; (e) molekulová frakcia vody, x_{H2O}, zvlhčeného skúšobného plynu sa odmeria čo možno najbližšie pri vstupe analyzátora. Na výpočet x_{H2O}, sa napríklad odmeria rosný bod, T_{dew}, a absolútny tlak, p_{total};

(f) na zabránenia kondenzácie v prenosových potrubiach, potrubných spojoch alebo ventiloch z bodu merania x_{H2O} do analyzátora; sa použije osvedčená technická prax;

(g) na stabilizáciu odozvy analyzátora sa poskytne dostatočný čas. Čas stabilizácie zahŕňa čas na vyčistenie prenosového potrubia a čas odozvy analyzátora;

(h) zatiaľ čo analyzátor meria koncentráciu vzorky, 30 s sa zaznamenávajú údaje o vzorke. Vypočíta sa aritmetický priemer týchto údajov. Analyzátor spĺňa požiadavky na overenie krížovej citlivosti, ak táto hodnota je v rozmedzí (0,0 ± 0,4) mmol/mol;

8.1.9.2. Overenie krížovej citlivosti H_2O a CO_2 v analyzátoroch NDIR pre CO

8.1.9.2.1. Rozsah a frekvencia

Ak sa CO meria pomocou analyzátora NDIR, stupeň krížovej citlivosti H_2O a CO_2 sa overí po prvej inštalácii analyzátora a po väčšej údržbe.

8.1.9.2.2. Zásady merania

H_2O a CO_2 môže pozitívne vplývať na odozvu analyzátora NDIR podobnú reakcii na CO_2. Ak analyzátor NDIR používa algoritmus kompenzácie, ktorý využíva merania iných plynov aby splnil toto požiadavky na overenie tejto krížovej citlivosti, vykonajú sa súčasne tieto ďalšie merania aby sa vyskúšal algoritmus kompenzácie počas overenia krížovej citlivosti analyzátora.

8.1.9.2.3. Požiadavky na systém

Analyzátor NDIR pre CO musí mať kombinovanú krížovú citlivosť na H_2O, a CO_2, ktorá je v rozmedzí ±2 % predpokladanej strednej koncentrácie CO.

8.1.9.2.4. Postup

Overenie krížovej citlivosti sa vykoná takto:

(a) analyzátor NDIR pre CO sa spustí, prevádzkuje, vynuluje a nastaví sa merací rozsah ako pred emisnou skúškou;

(b) zvlhčený skúšobný plyn CO_2 sa tvorí prebublávaním plynu na nastavenie meracieho rozsahu CO_2 cez destilovanú vodu v zapečatenej nádobe. Ak vzorka neprechádza cez sušič, reguluje sa teplota nádoby tak, aby sa zabezpečila úroveň H_2O aspoň tak vysoká, ako je maximum predpokladané počas skúšky. Ak vzorka prechádza cez sušič počas skúšky, reguluje sa teplota nádoby tak, aby sa zabezpečila úroveň H_2O aspoň tak vysoká, ako úroveň stanovená v bode 8.1.8.5.8. Použije sa koncentrácie plynu na nastavenie meracieho rozsahu CO_2 aspoň tak vysoká, aká sa plánuje počas skúšky.

(c) zvlhčený skúšobný plyn CO_2sa zavedie za akýmkoľvek sušičom plynu, ak sa tento použije počas skúšky;

(d) molekulová frakcia vody, x_{H2O}, zvlhčeného skúšobného plynu sa odmeria čo možno najbližšie pri vstupe analyzátora. Na výpočet x_{H2O}, sa napríklad odmeria rosný bod, T_{dew}, a absolútny tlak, p_{total};

(e) na zabránenia kondenzácie v prenosových potrubiach, potrubných spojoch alebo ventiloch z bodu merania x_{H2O} do analyzátora; sa použije osvedčená technická prax;

(f) na stabilizáciu odozvy analyzátora sa poskytne dostatočný čas;

(g) zatiaľ čo analyzátor meria koncentráciu vzorky, 30 s sa zaznamenávajú údaje o vzorke. Vypočíta sa aritmetický priemer týchto údajov.

(h) Analyzátor spĺňa požiadavky na overenie krížovej citlivosti, výsledok z písm. (g) tohto bodu je v rozmedzí tolerancií uvedených v bode 8.1.9.2.3;

(i) postupy zisťovania krížovej citlivosti pre CO_2 a H_2O môžu prebiehať oddelene. Ak sú použité úrovne CO_2 a H_2O vyššie než je maximum predpokladané počas skúšky, každá pozorovaná hodnota citlivosti sa zníži vynásobením pozorovanej hodnoty pomerom maximálnej predpokladanej koncentrácie a skutočnej hodnoty použitej počas tohto postupu. Oddelené postupy zisťovania krížovej citlivosti pre koncentrácie H_2O (do 0,025 mol/mol obsahu H_2O), ktoré sú nižšie než maximálne úrovne predpokladané počas skúšky sa môžu vykonávať, no pozorované hodnoty citlivosti H_2O sa zvýšia vynásobením pozorovanej hodnoty pomerom maximálnej predpokladanej koncentrácie H_2O a skutočnej hodnoty použitej počas tohto postupu. Súčet dvoch upravených hodnôt citlivosti musí byť v medziach tolerancie stanovenej v bode 8.1.9.2.3.

8.1.10. Merania uhľovodíkov

8.1.10.1. Optimalizácia a overovanie FID

8.1.10.1.1. Rozsah a frekvencia

Všetky analyzátory FID sa kalibrujú po prvej inštalácii. Kalibrácia sa opakuje podľa potreby ma základe osvedčenej technickej praxe. V prípade FID, ktorý meria HC sa vykonajú tieto kroky:

(a) odozva FID na rôzne uhľovodíky sa optimalizuje po prvej inštalácii analyzátora a po väčšej údržbe. Odozva FID na propylén a toluén musí byť od 0,9 do 1,1 vo vzťahu k propánu;

(b) faktor odozvy FID na metán (CH_4) sa určí po prvej inštalácii analyzátora a po väčšej údržbe podľa bodu 8.1.10.1.4. tohto oddielu;

(c) odozva na metán (CH_4) sa overí do 185 dní pred skúškou.

8.1.10.1.2. Kalibrácia

Na vypracovanie postupu kalibrácie sa použije osvedčená technická prax, ako napríklad prax vychádzajúca z pokynov výrobcu analyzátora FID, a odporúčané frekvencie pre kalibráciu FID. V prípade FID, ktorý meria HC sa kalibruje pomocou kalibračných plynov C_3H_8, ktoré zodpovedajú špecifikáciám uvedeným v bode 9.5.1. V prípade FID, ktorý meria CH_4 sa kalibruje pomocou kalibračných plynov CH_4, ktoré zodpovedajú špecifikáciám uvedeným v bode 9.5.1. Bez ohľadu na zloženie kalibračného plynu, kalibruje sa za základe ekvivalentu uhlíka 1 (C_1)

8.1.10.1.3. Optimalizácia odozvy FID na HC

Tento postup platí len pre analyzátory FID, ktoré merajú HC.

(a) Na prvé spustenie prístroja a základné pracovné nastavenie používajúce palivo a nulovací plyn FID sa uplatnia požiadavky výrobcu prístroja a osvedčená technická prax. Zahriaty FID musí byť v rámci požadovaných rozsahov prevádzkových teplôt. Odozva FID sa optimalizuje tak, aby spĺňala požiadavky faktorov odozvy na uhľovodíky a kontroly krížovej citlivosti na kyslík podľa bodov 8.1.10.1.(a) a 8.1.10.2. pri najbežnejšom rozsahu analyzátora predpokladanom počas emisnej skúšky. Na presnejšiu optimalizáciu FID sa môže podľa odporúčaní výrobcu prístroja a osvedčenej technickej praxe sa môže použiť vyšší rozsah analyzátora, ak bežný rozsah analyzátora je nižší než je minimálny rozsah na optimalizáciu špecifikovaný výrobcom;

(b) zahriaty FID musí byť v rámci požadovaných rozsahov prevádzkových teplôt. Odozva FID sa optimalizuje pri najbežnejšom rozsahu analyzátora predpokladanom počas emisnej skúšky S prietokmi paliva a vzduchu nastavenými podľa odporúčaní výrobcu sa do analyzátora zavedie plyn na nastavenie meracieho rozsahu;

(c) na optimalizáciu sa vykonajú nasledujúce kroky (1) až (4) alebo postup odporučený výrobcom prístroja. Na optimalizáciu sa môžu voliteľne použiť postupy opísané v dokumente SAE č. 770141;

(i) odozva pri danom prietoku paliva sa určí z rozdielu medzi odozvou na plyn na nastavenie meracieho rozsahu a odozvou na nulovací plyn;

(ii) prietok paliva sa postupne nastaví nad a pod špecifikácie výrobcu. Pri týchto prietokoch sa zaznamená odozva na plyn na nastavenie meracieho rozsahu a odozva na nulovací plyn;

(iii) rozdiel medzi odozvou na plyn na nastavenie meracieho rozsahu a odozvou na nulovací plyn sa vynesie do grafu a prietok paliva sa koriguje podľa strany krivky s väčším prietokom. To je prvé nastavenie prietoku, ktoré si môže vyžadovať ďalšiu optimalizáciu v závislosti od výsledkov faktorov odozvy na uhľovodíky a kontrolu krížovej citlivosti na kyslík podľa písm. (a) bodu 8.1.10.1. a bodu 8.1.10.2;

(iv) ak faktory odozvy krížovej citlivosti na kyslík alebo uhľovodíky nespĺňajú nasledujúce špecifikácie, prietok vzduchu sa postupne nastaví nad a pod špecifikácie výrobcu , pričom sa opakujú body 8.1.10.1.(a) a 8.1.10.2. pre každý prietok;

(d) určia sa optimálne prietoky a/alebo tlaky pre palivo a vzduch horáka FID a z nich sa odoberú a zaznamenajú vzorky na ďalšie referenčné hodnoty.

8.1.10.1.4. Určenie faktora odozvy FID na meranie HC na CH_4

Tento postup sa vzťahuje len na analyzátory FID, ktoré merajú HC. Pretože analyzátory FID majú vo všeobecnosti odlišnú odozvu na CH_4 od ich odozvy na C_3H_8, každý faktor odozvy analyzátorov FID/THC na CH_4, $RF_{CH4[THC-FID]}$] sa určí po optimalizácii FID. Pri výpočtoch na určenie HC opísaných v prílohe A.7 (molárny prístup) alebo prílohy A.8 (hmotnostný prístup) sa na kompenzáciu odozvy na CH_4 použije posledný $RF_{CH4[THC-FID]}$ nameraný podľa tohto bodu.

$R_{F}CH4[THC-FID]$ sa určí takto, so zreteľom na to, že $RF_{CH4[THC-FID]}$ nie je určený pre FID, ktorý je kalibrovaný a jeho rozsah nastavovaný pomocou CH4 s odlučovačom nemetánových uhľovodíkov:

(a) koncentrácia plynu na nastavenie meracieho rozsahu analyzátora C_3H_8 sa vyberie pred emisnou skúškou. Vyberú sa plyny na nastavenie meracieho rozsahu, ktoré spĺňajú špecifikácie bodu 9.5.1. a zaznamená sa koncentrácia C_3H_8;

(b) vyberie sa plyn na nastavenie meracieho rozsahu CH_4, ktorý spĺňa špecifikácie bodu 9.5.1. a zaznamená sa koncentrácia CH_4;

(c) analyzátor FID sa prevádzkuje podľa pokynov výrobcu;

(d) potvrdí sa, že analyzátor FID bol kalibrovaný pomocou C_3H_8. Kalibrácia sa vykoná na základe ekvivalentu uhlíka 1 (C_1);

(e) FID sa vynuluje nulovacím plynom použitým na emisné skúšky;

(f) nastaví sa merací rozsah FID s vybraným plynom na nastavenie meracieho rozsahu C_3H_8;

(g) plyn na nastavenie meracieho rozsahu CH_4, ktorý bol vybraný podľa písm. (b) tohto bodu, sa zavedie to vzorkovacieho otvoru analyzátora FID;

(h) stabilizuje sa odozva analyzátora. Čas stabilizácie môže zahŕňať čas na vyčistenie stabilizátora a ďalší čas na zohľadnenie odozvy analyzátora;

(i) zatiaľ čo analyzátor meria koncentráciu CH_4, počas 30 s sa zaznamenávajú údaje o odoberaných vzorkách a vypočíta sa aritmetický priemer týchto hodnôt;

(j) stredná nameraná koncentrácie sa vydelí koncentráciou plynu na nastavenie meracieho rozsahu kalibračného plynu CH_4. Výsledkom je faktor odozvy analyzátora FID na CH_4, $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$.

8.1.10.1.5. Overenie odozvy FID na meranie HC na metán (CH_4)

Tento postup sa vzťahuje len na analyzátory FID, ktoré merajú HC. Ak hodnota $R_{FCH4[THCFID]}$ z bodu 8.1.10.1.4. je v rozmedzí ± 5,0 % jeho poslednej stanovenej hodnoty, HC FID úspešne prešiel overením odozvy na metán.

(a) Najprv sa overí či sú tlaky a/alebo prietoky paliva, vzduchu horáka a vzorky cez FID v rozmedzí ±0,5 % ich naposledy zaznamenaných hodnôt, ako je opísané v bode 8.1.10.1.3. tohto oddielu. Ak tieto prietoky musia nastaviť, určí sa nový $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ podľa bodu 8.1.10.1.4. tohto oddielu. Malo by sa overiť, či určená hodnota $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ je v rámci tolerancie stanovenej v bode 8.1.10.1.5.;

(b) ak $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ nie je v rámci tolerancie stanovenej v bode 8.1.10.1.5., odozva FID sa musí znovu optimalizovať podľa bodu 8.1.10.1.3. tohto oddielu;

(c) určí sa nový $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ podľa bodu 8.1.10.1.4. tohto oddielu. Táto nová hodnota $RF_{CH4[THC\text{-}FID]}$ sa použije vo výpočtoch na určenie HC podľa opisu v prílohe A.7 (molárny prístup) alebo prílohe A.8 (hmotnostný prístup).

8.1.10.2. Nestechiometrické overenie krížovej citlivosti FID na meranie neriedených výfukových plynov na O_2

8.1.10.2.1. Rozsah a frekvencia

Ak sa na meranie neriedených výfukových plynov použijú analyzátory FID, stupeň krížovej citlivosti FID na O_2 sa overí po prvej inštalácii analyzátora a po väčšej údržbe.

8.1.10.2.2. Zásady merania

Zmeny koncentrácie O_2 v neriedených výfukových plynoch môžu ovplyvniť odozvu FID zmenou teploty plameňa FID. Prietok paliva, vzduchu horáka a vzorky cez FID sa optimalizujú tak, aby spĺňali požiadavky tohto overenia. Fungovanie FID sa overí algoritmom kompenzácie pre krížovú citlivosť FID na O2, ktorá prebieha počas emisnej skúšky.

8.1.10.2.3. Požiadavky na systém

Každý analyzátor FID použitý počas skúšky musí spĺňať požiadavky na overenie krížovej citlivosti FID na O2 podľa postupu uvedeného v tomto oddiele.

8.1.10.2.4. Postup

Krížová citlivosť FID na O_2 sa určí nasledovne, pričom sa môže použiť jeden alebo viacero rozdeľovačov plynu na vytvorenie referenčných koncentrácií plynu, ktoré sa vyžadujú na vykonanie takého overenia:

(a) vyberú sa tri referenčné plyny, ktoré spĺňajú špecifikácie uvedené v bode 9.5.1. a obsahujú koncentráciu C_3H_8 použitú na nastavenie meracieho rozsahu analyzátorov pred emisnou skúškou. Môžu sa použiť len plyny na nastavenie meracieho rozsahu, ktoré spĺňajú špecifikácie uvedené v bode 9.5.1. Pre FID kalibrovaný na CH_4 s odlučovačom nemetánových uhľovodíkov sa môže použiť tri referenčné plyny CH_4 na nastavenie meracieho rozsahu. Tri vyvážené koncentrácie plynu sa zvolia tak, aby koncentrácie O_2 a N_2 reprezentovali minimálne, maximálne a medziľahlé koncentrácie O_2 očakávané počas skúšky. Požiadavka na použitie priemernej koncentrácie O_2 sa môže vynechať, ak je FID kalibrovaný plynom na nastavenie meracieho rozsahu, ktorý je v rovnováhe s priemernou očakávanou koncentráciou kyslíka;

(b) potvrdí sa, že analyzátor FID spĺňa všetky špecifikácie bodu 8.1.10.1;

(c) analyzátor FID sa spustí a prevádzkuje ako pred emisnou skúškou. Bez ohľadu na zdroj vzduchu horáka FID počas skúšky, sa na toto overenie použije nulovací plyn ako zdroj vzduchu horáka FID;

(d) analyzátor sa nastaví na nulu;

(e) nastaví sa merací rozsah analyzátora pomocou plynu na nastavenie meracieho rozsahu, ktorý sa použil počas emisnej skúšky;

(f) nulová odozva sa kontroluje pomocou nulovacieho plynu, ktorý sa použil počas emisnej skúšky. Pristúpi sa k ďalšiemu kroku, ak je stredná nulová odozva pri odbere údajov za 30 s je v rámci ± 0,5 % referenčnej hodnoty plynu na nastavenie meracieho rozsahu použitej v písm. (e) tohto bodu, inak sa postup reštartuje od písm. (d) tohto bodu;

(g) odozva analyzátora sa kontroluje pomocou plynu na nastavenie meracieho rozsahu, ktorý má minimálnu koncentráciu O_2 očakávanú počas emisnej skúšky. Zaznamená sa stredná odozva pri stabilizovanom odbere údajov za 30 s ako $x_{O2minHC}$;

(h) nulová odozva analyzátora FID sa kontroluje pomocou nulovacieho plynu použitého počas emisnej skúšky. Ďalší krok sa vykoná vtedy, keď je stredná nulová odozva pri stabilizovanom odbere údajov za 30 s v rámci ± 0,5 % referenčnej hodnoty plynu na nastavenie meracieho rozsahu použitej v písm. (e) tohto bodu, inak sa postup reštartuje od písm. (d) tohto bodu;

(i) odozva analyzátora sa kontroluje pomocou plynu na nastavenie meracieho rozsahu, ktorý má priemernú koncentráciu O_2 očakávanú počas emisnej skúšky. Zaznamená sa stredná odozva pri stabilizovanom odbere údajov za 30 s ako $x_{O2avgHC}$;

(j) nulová odozva analyzátora FID sa kontroluje pomocou nulovacieho plynu použitého počas emisnej skúšky. Ďalší krok sa vykoná vtedy, keď je stredná nulová odozva pri stabilizovanom odbere údajov za 30 s v rámci ±

0,5 % referenčnej hodnoty plynu na nastavenie meracieho rozsahu použitej v písm. (e) tohto bodu, inak sa postup reštartuje od písm. (d) tohto bodu;

(k) odozva analyzátora sa kontroluje pomocou plynu na nastavenie meracieho rozsahu, ktorý má maximálnu koncentráciu O_2 očakávanú počas emisnej skúšky. Zaznamená sa stredná odozva pri stabilizovanom odbere údajov za 30 s ako $x_{O2maxHC}$;

(l) nulová odozva analyzátora FID sa kontroluje pomocou nulovacieho plynu použitého počas emisnej skúšky. Ďalší krok sa vykoná vtedy, keď je stredná nulová odozva pri stabilizovanom odbere údajov za 30 s v rámci ± 0,5 % referenčnej hodnoty plynu na nastavenie meracieho rozsahu použitej v písm. (e) tohto bodu, inak sa postup reštartuje od písm. (d) tohto bodu;

(m) vypočíta sa percentuálny rozdiel medzi $x_{O2maxHC}$ a koncentráciou referenčného plynu. Vypočíta sa percentuálny rozdiel medzi $x_{O2avgHC}$ a koncentráciou referenčného plynu. Vypočíta sa percentuálny rozdiel $x_{O2minHC}$ a koncentráciou referenčného plynu. Určí sa maximálny percentuálny rozdiel troch parametrov. To je krížová citlivosť na O_2;

(n) ak je krížová citlivosť na O_2 v rozmedzí ±3 %, FID sa musí podrobiť overeniu na krížovú citlivosť na O_2; inak sa na odstránenie nedostatku použije jedno z nasledujúcich opatrení:

(i) overovanie sa opakuje aby sa zistilo, či počas postupu došlo k chybe;

(ii) vyberú sa nulovacie plyny a plyny na nastavenie meracieho rozsahu, ktoré obsahujú vyššie alebo nižšie koncentrácie O_2 a overovanie sa opakuje;

(iii) nastavia sa prietoky vzduchu horáka FID a vzorky. Je treba poznamenať, že ak sú tieto prietoky nastavené pre FID na THC aby spĺňať požiadavky na overenie krížovej citlivosti na O_2, na ďalšie overovanie RF_{CH4} sa RF_{CH4} vynuluje. Po nastavení sa overenie krížovej citlivosti na O_2 opakuje a určí sa RF_{CH4};

(iv) FID sa opraví alebo vymení a opakuje sa overenie krížovej citlivosti na O_2.

8.1.10.3. Odlučovač prenikajúcich nemetánových frakcií

8.1.10.3.1. Rozsah a frekvencia

Ak sa na meranie metánu (CH_4) použije analyzátor FID a odlučovač nemetánových uhľovodíkov (NMC), určí sa účinnosť premeny metánu, E_{CH4} a etánu, E_{C2H6}. Ako je podrobne uvedené v tomto bode, tieto účinnosti premeny sa môžu stanoviť ako kombinácia účinností premeny faktorov odozvy analyzátorov NMC a FID, v závislosti od konkrétneho usporiadania analyzátora NMC a FID.

Toto overenie sa vykoná po inštalovaní odlučovača nemetánových uhľovodíkov. Toto overenie sa opakuje do 185 dní od skúšky, aby sa overilo, že katalytická činnosť odlučovača sa nezhoršila.

8.1.10.3.2. Zásady merania

Odlučovač nemetánových uhľovodíkov je zahrievaný katalyzátor, ktorý odstráni nemetánové uhľovodíky z prúdu výfukových plynov predtým, než analyzátor FID meria koncentráciu ostávajúcich uhľovodíkov. Ideálny odlučovač nemetánových uhľovodíkov by mal mať účinnosť premeny E_{CH4} [-] rovnú 0 (t. j. prenikajúca metánová frakcia, PF_{CH4} = 1,000), a účinnosť premeny všetkých ostatných uhľovodíkov by bola rovná 1,000, ako je reprezentované účinnosťou premeny etánu E_{C2H6} [-] rovnou 1 (t. j. etánová prenikajúca frakcia PF_{C2H6} [-] rovná 0). Výpočty emisií v prílohe A.7. alebo A.8. používajú túto podľa tohto bodu nameranú hodnotu účinností premeny E_{CH4} a E_{C2H6} ak sa fungovanie NMC nejaví ako ideálne.

8.1.10.3.3. Požiadavky na systém

Účinnosti premeny NMC nie sú limitované na určitý rozsah. Odporúča sa však, aby bol odlučovač nemetánových uhľovodíkov optimalizovaný nastavením svojej teploty tak, aby sa dosiahla E_{CH4} < 0,15 a prípadne E_{C2H6} > 0,98 (PF_{CH4} > 0,85 a PF_{C2H6} < 0,02) podľa bodu 8.1.10.3.4. Ak výsledkom nastavenia teploty NMC nie je dosiahnutie týchto špecifikácií, odporúča sa výmena katalytického materiálu. Naposledy zistené hodnoty premeny z tohto oddielu sa použijú na výpočet emisií HC podľa prílohy A.7 prípadne A.8.

8.1.10.3.4. Postup

Odporúča sa ktorýkoľvek z postupov uvedených v bodoch 8.1.10.3.4.1., 8.1.10.3.4.2. a 8.1.10.3.4.3. Môže sa použiť alternatívna metóda odporúčaná výrobcom prístroja.

8.1.10.3.4.1. Postup kalibrácie FID s NMC

Ak sa FID vždy kalibruje na meranie CH_4 s NMC, potom sa musí merací rozsah FID stanoviť s NMC použitím plynu na nastavenie meracieho rozsahu CH_4, súčin faktora odozvy tohto FID na CH_4 a prenikajúcej frakcie CH_4, $RFPF_{CH4[NMC-FID]}$, sa nastaví tak aby bol rovný 1,0 (t. j. účinnosť E_{CH4} [-] je nastavená na 0) pre všetky výpočty emisií, a kombinovaný faktor odozvy etánu (C_2H_6) a prenikajúca frakcia, $RFPF_{C2H6[NMC-FID]}$ (a účinnosť E_{C2H6} [-]) sa určí takto:

(a) plynná zmes CH_4 ako aj analytická plynná zmes C_2H_6 sa zvolí tak, aby boli splnené špecifikácie bodu 9.5.1. Zvolí sa koncentrácia CH_4 na nastavenie meracieho rozsahu FID počas emisnej skúšky ako aj koncentrácia C_2H_6, ktorá je typickou špičkovou očakávanou koncentráciou pri štandardných uhľovodíkoch alebo sa rovná kalibračnej hodnote analyzátora THC;

(b) odlučovač nemetánových uhľovodíkov sa spustí, prevádzkuje a optimalizuje podľa pokynov výrobcu, vrátane akejkoľvek optimalizácie teploty;

(c) potvrdí sa, že analyzátor FID spĺňa všetky špecifikácie bodu 8.1.10.1;

(d) analyzátor FID sa prevádzkuje podľa pokynov výrobcu;

(e) na nastavenie meracieho rozsahu FID-u s odlučovačom sa použije plyn na nastavenie meracieho rozsahu CH_4. Nastaví sa merací rozsah FID na základe ekvivalentu uhlíka 1, C_1. Napríklad, ak má plyn na nastavenie

meracieho rozsahu referenčnú hodnotu CH_4 rovnú 100 µmol/mol, správna odozva FID na tento plyn je 100 µmol/mol, pretože je tu jeden atóm uhlíka na molekulu CH_4;

(f) analytická plynná zmes C_2H_6 sa zavedie pred odlučovačom nemetánových uhľovodíkov;

(g) odozva analyzátora sa stabilizuje. Čas stabilizácie môže zahŕňať čas na vyčistenie odlučovača nemetánových uhľovodíkov a čas odozvy analyzátora;

(h) zatiaľ čo analyzátor meria ustálenú koncentráciu, 30 s sa zaznamenávajú údaje o vzorke a vypočíta sa aritmetický priemer z týchto údajov;

(i) priemer sa vydelí referenčnou hodnotu C_2H_6, prevedenou na základe ekvivalentu uhlíka C_1. Výsledkom je kombinovaný faktor odozvy na C_2H_6 a prenikajúcej frakcie, $RFPF_{C2H6[NMC\text{-}FID]}$, rovný (1 - E_{C2H6} [-]). Tento kombinovaný faktor odozvy a prenikajúca frakcia a súčin faktora odozvy na CH_4 a prenikajúcej frakcie CH_4, $RFPF_{CH4[NMC\text{-}FID]}$, ktorý na nastaví tak, aby bol rovný 1,0, sa vo výpočtoch emisií použije podľa prílohy A.7. alebo prípadne A.8.

8.1.10.3.4.2. Postup pre FID kalibrovaný propánom obtekajúcim NMC

Ak sa použije FID s NMC, ktorý je kalibrovaný propánom, C_3H_8 obtekajúcim NMC, prenikajúce frakcie $PF_{C2H6[NMC\text{-}FID]}$ a $PF_{CH4[NMC\text{-}FID]}$ sa určia takto:

(a) plynná zmes CH_4 ako aj analytická plynná zmes C_2H_6 sa zvolí tak, aby boli splnené špecifikácie bodu 9.5.1. s koncentráciou CH_4, ktorá je typickou špičkovou očakávanou koncentráciou pri štandardných uhľovodíkoch a koncentráciou C_2H_6, ktorá je typickou špičkovou očakávanou koncentráciou pri celkových uhľovodíkoch (THC), alebo sa rovná kalibračnej hodnote analyzátora THC;

(b) odlučovač nemetánových uhľovodíkov sa spustí a prevádzkuje podľa pokynov výrobcu, vrátane akejkoľvek optimalizácie teploty;

(c) potvrdí sa, že analyzátor FID spĺňa všetky špecifikácie bodu 8.1.10.1;

(d) analyzátor FID sa prevádzkuje podľa pokynov výrobcu;

(e) FID sa vynuluje a nastaví sa merací rozsah ako počas emisnej skúšky. Merací rozsah FID sa nastaví obtokom odlučovača nemetánových uhľovodíkov a pomocou plynu na nastavenie meracieho rozsahu C_3H_8 na nastavenie meracieho rozsahu FID. Nastaví sa merací rozsah FID na základe ekvivalentu uhlíka C_1;

(f) analytická plynná zmes C_2H_6 sa zavedie pred odlučovačom nemetánových uhľovodíkov v rovnakom mieste ako bol zavedený nulovací plyn;

(g) na stabilizáciu odozvy analyzátora sa poskytne dostatočný čas. Čas stabilizácie môže zahŕňať čas na vyčistenie odlučovača nemetánových uhľovodíkov a čas odozvy analyzátora;

(h) zatiaľ čo analyzátor meria ustálenú koncentráciu, 30 s sa zaznamenávajú údaje o vzorke a vypočíta sa aritmetický priemer z týchto údajov;

(i) dráha prietoku sa presmeruje tak, aby obtekala odlučovač nemetánových uhľovodíkov, analytická plynná zmes C_2H_6 sa zavedie do obtoku a opakujú sa kroky uvedené v písmenách (g) až (h) tohto bodu;

(j) stredná koncentrácia C_2H_6 nameraná pri prechode cez odlučovač nemetánových uhľovodíkov sa vydelí strednou koncentráciou nameranou po obtečení odlučovača nemetánových uhľovodíkov. Výsledkom je prenikajúca frakcia C_2H_6, $PF_{C2H6[NMC-FID]}$ (rovná (1- E_{C2H6} [-]). Táto prenikajúca frakcia sa použije podľa prílohy A.7. alebo prípadne prílohy A.8;

(k) opakujú sa kroky uvedené v písmenách (f) až (j) tohto bodu, no s analytickou plynnou zmesou CH_4 namiesto C_2H_6. Výsledkom je prenikajúca frakcia CH_4, $PF_{CH4[NMC-FID]}$ (rovná (1- E_{CH4} [-])).Táto prenikajúca frakcia sa použije podľa prílohy A.7. alebo prípadne prílohy A.8.

8.1.10.3.4.3. Postup pre FID kalibrovaný metánom, s obtokom NMC

Ak sa použije FID s NMC, ktorý je kalibrovaný metánom, CH_4 obtekajúcim NMC, jeho kombinovaný faktor odozvy na etán (C_2H_6) a prenikajúca frakcia $RFPF_{C2H6[NMC-FID]}$ ako aj jeho prenikajúca frakcia $PF_{CH4[NMC-FID]}$ sa určia takto:

(a) analytické plynné zmesi CH_4 a C_2H_6 sa zvolia tak, aby boli splnené špecifikácie bodu 9.5.1. s koncentráciou CH_4, ktorá je typickou špičkovou očakávanou koncentráciou pri štandardných uhľovodíkoch a koncentráciou C_2H_6, ktorá je typickou špičkovou očakávanou koncentráciou pri celkových uhľovodíkoch (THC), alebo sa rovná kalibračnej hodnote analyzátora THC;

(b) odlučovač nemetánových uhľovodíkov sa spustí a prevádzkuje podľa pokynov výrobcu, vrátane akejkoľvek optimalizácie teploty;

(c) potvrdí sa, že analyzátor FID spĺňa všetky špecifikácie bodu 8.1.10.1;

(d) analyzátor FID sa spustí a prevádzkuje podľa pokynov výrobcu;

(e) FID sa vynuluje a nastaví sa merací rozsah ako počas emisnej skúšky. Merací rozsah FID sa nastaví obtokom odlučovača nemetánových uhľovodíkov. Treba dbať na to, že merací rozsah FID sa nastavuje na základe ekvivalentu uhlíka C_1. Napríklad, ak plyn na nastavenie meracieho rozsahu má referenčnú hodnotu metánu 100 µmol/mol, správna odozva FID na tento plyn je 100 µmol/mol pretože sa tu nachádza jeden atóm uhlíka na molekulu CH_4;

(f) analytická plynná zmes C_2H_6 sa zavedie pred odlučovačom nemetánových uhľovodíkov v rovnakom mieste ako bol zavedený nulovací plyn;

(g) na stabilizáciu odozvy analyzátora sa poskytne dostatočný čas. Čas stabilizácie môže zahŕňať čas na vyčitenie odlučovača nemetánových uhľovodíkov a čas odozvy analyzátora;

(h) zatiaľ čo analyzátor meria ustálenú koncentráciu, 30 s sa zaznamenávajú údaje o vzorke. Vypočíta sa aritmetický priemer z týchto údajov;

(i) dráha prietoku sa presmeruje tak, aby obtekala odlučovač nemetánových uhľovodíkov, analytická plynná zmes sa zavedie do obtoku a opakujú sa kroky uvedené v písmenách (g) až (h) tohto bodu;

(j) stredná koncentrácia C_2H_6 nameraná pri prechode cez odlučovač nemetánových uhľovodíkov sa vydelí strednou koncentráciou nameranou po obtečení odlučovača nemetánových uhľovodíkov. Výsledkom je kombinovaný faktor odozvy C_2H_6 a prenikajúca frakcia $RFPF_{C2H6[NMC\text{-}FID]}$. Tento kombinovaný faktor odozvy a prenikajúca frakcia sa použijú podľa prílohy A.7. alebo prípadne A.8.

(k) Opakujú sa kroky uvedené v písmenách (f) až (j) tohto bodu, no s analytickou plynnou zmesou CH_4 namiesto C_2H_6. Výsledkom je prenikajúca frakcia CH_4, $PF_{CH4[NMC\text{-}FID]}$. Táto prenikajúca frakcia sa použije podľa prílohy A.7. alebo prípadne prílohy A.8.

8.1.11. Merania NO_x

8.1.11.1. Overenie krížovej citlivosti CLD na CO_2 na H_2O

8.1.11.1.1. Rozsah a frekvencia

Ak sa na meranie metánu NO_x použije analyzátor CLD, hodnota krížovej citlivosti H_2O a CO_2 sa overí po inštalovaní a po väčšej údržbe.

8.1.11.1.2. Zásady merania

H_2O a CO_2 môžu negatívne vplývať na odozvu analyzátora CLD na NO_x kolíznou krížovou citlivosťou, ktorá bráni chemoluminiscenčnej reakcii používanej CLD na zistenie NO_x. Tento postup a výpočty v bode 8.1.11.2.3. určia krížovú citlivosť a rozsah výsledkov krížovej citlivosti až po maximálnu molekulovú frakciu H_2O a maximálnu koncentráciu CO_2 očakávanú počas emisnej skúšky. Ak analyzátor CLD používa algoritmus kompenzácie, ktorý využíva prístroje na meranie H_2O a/alebo CO_2, krížová citlivosť sa vyhodnotí s týmito aktívnymi prístrojmi a použitým algoritmom kompenzácie.

8.1.11.1.3. Požiadavky na systém

Na meranie zriedených plynov nesmie analyzátor CLD prekročiť kombinovanú krížovú citlivosť H_2O a CO_2 ±2 %. Na meranie neriedených plynov nesmie analyzátor CLD prekročiť kombinovanú krížovú citlivosť H_2O a CO_2 ±2 %. Kombinovaná krížová citlivosť je súčtom krížovej citlivosti CO_2 stanovenej v bode 8.1.11.1.4. krížovej citlivosti H_2O stanovenej v bode 8.1.11.1.5. Ak tieto požiadavky nie sú splnené, vykoná sa nápravná akcia tak, že sa opraví alebo vymení analyzátor. Pred spustením emisných skúšok sa overí, či nápravná akcia úspešne obnovila analyzátor tak, aby správne fungoval.

8.1.11.1.4. Postup na overenie krížovej citlivosti CO_2

Na zistenie krížovej citlivosti CO_2 sa môže použiť nasledujúca metóda alebo metóda predpísaná výrobcom prístroja, s použitím rozdeľovača, ktorý zmiešava binárne plyny na nastavenie meracieho rozsahu s nulovacími plynmi ako riedidlom a ktorý spĺňa špecifikácie uvedené v bode 9.4.5.6., alebo sa na vypracovanie iného protokolu môže použiť osvedčená technická prax:

(a) na vytvorenie potrebných spojení sa použije PTFE alebo potrubie z nehrdzavejúcej ocele;

(b) rozdeľovač plynu sa usporiada tak, aby sa navzájom zmiešavali približne rovnaké množstvá plynu na nastavenie meracieho rozsahu a riediacich plynov;

(c) ak bol analyzátor CLD v prevádzkovom režime, v ktorom zisťuje len NO, ako protiklad k celkovému NO_x, analyzátor CLD sa prevádzkuje len prevádzkovom režime NO;

(d) použije sa plyn na nastavenie meracieho rozsahu CO_2, ktorý spĺňa špecifikácie uvedené v bode 9.5.1. a koncentrácie, ktorá je približne dvakrát vyššia než je maximálna koncentrácia CO_2 očakávaná počas emisnej skúšky;

(e) použije sa plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO, ktorý spĺňa špecifikácie uvedené v bode 9.5.1. a koncentrácia, ktorá je približne dvakrát vyššia než je maximálna koncentrácia CO_2 očakávaná počas emisnej skúšky. Podľa pokynov výrobcu prístroja a osvedčenej technickej praxe sa môže použiť vyššia koncentrácia, aby sa dosiahlo presné overenie, ak je očakávaná koncentrácia NO nižšia než je minimálny rozsah pre overenie špecifikovaný výrobcom prístroja;

(f) analyzátor CLD sa vynuluje a nastaví sa merací rozsah. Merací rozsah analyzátora CLD sa nastaví pomocou plynu na nastavenie meracieho rozsahu NO z písm. (e) tohto bodu, ktorý prechádza cez rozdeľovač. Plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO sa pripojí k otvoru rozdeľovača plynu pre plyn na nastavenie meracieho rozsahu; nulovací plyn sa pripojí k otvoru rozdeľovača plynu pre riediaci plyn; použije sa rovnaký pomer zmiešavania aký sa zvolil v písmene (b) tohto bodu; na nastavenie meracieho rozsahu analyzátora CLD sa použije výstupná koncentrácia NO analyzátora plynu. Na zabezpečenie správneho rozdelenia plynu sa v prípade potreby použijú korekcie vlastností plynu;

(g) plyn na nastavenie meracieho rozsahu CO_2 sa pripojí k otvoru rozdeľovača plynu pre plyn na nastavenie meracieho rozsahu;

(h) plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO sa pripojí k otvoru rozdeľovača plynu pre riediace plyny;

(i) zatiaľ čo NO a CO_2 prúdia cez rozdeľovač plynu, stabilizuje sa výstup z rozdeľovača. Určí sa koncentrácia CO_2 z výstupu rozdeľovača, pričom sa použije korekcia vlastností plynu potrebná na zabezpečenie presného rozdelenia plynu. Táto koncentrácia, x_{CO2act}, sa zaznamená a použije sa pri výpočtoch overenia krížovej citlivosti v bode 8.1.11.2.3. Ako alternatíva k použitiu rozdeľovača plynu sa môže použiť iné jednoduché zariadenie na zmiešavanie plynu. V takom prípade sa na zistenie koncentrácie CO_2 použije analyzátor. Ak sa NDIR použije spolu s jednoduchým zariadením na zmiešavanie plynu, musí spĺňať požiadavky tohto oddielu a jeho merací rozsah sa nastaví plynom na nastavenie meracieho rozsahu CO_2 podľa písm. (d) tohto oddielu. Linearita analyzátora NDIR sa musí vopred skontrolovať v celom rozsahu až do dvojnásobku maximálnej koncentrácie CO_2 očakávanej počas skúšky;

(j) koncentrácia NO sa meria za rozdeľovačom plynu s analyzátorom CLD. Je povolený určitý čas na stabilizáciu odozvy analyzátora. Čas stabilizácie zahŕňa čas na vyčistenie prenosového potrubia a čas odozvy analyzátora. Zatiaľ čo analyzátor meria koncentráciu vzorky, 30 s sa zaznamenávajú údaje o vzorke. Vypočíta sa aritmetický priemer týchto údajov x_{NOmeas}.

x_{NOmeas} sa zaznamená a použije pri výpočtoch overenia krížovej citlivosti v bode 8.1.11.2.3;

(k) skutočná koncentrácie NO sa vypočíta na výstupe rozdeľovača, x_{NOact}; je založená na koncentráciách plynu na nastavenie meracieho rozsahu a x_{CO2act} podľa rovnice (8-5). Vypočítaná hodnota sa použije pri výpočtoch overenia krížovej citlivosti v rovnici (8-4);

(l) hodnoty zaznamenané podľa bodov 8.1.11.1.4. a 8.1.11.1.5. tohto oddielu sa použijú pri výpočtoch overenia krížovej citlivosti v bode 8.1.11.2.3.

8.1.11.1.5. Postup na overenie krížovej citlivosti H_2O

Na zistenie krížovej citlivosti H_2O sa môže použiť nasledujúca metóda alebo metóda predpísaná výrobcom prístroja, alebo sa na vypracovanie iného protokolu môže použiť osvedčená technická prax:

(a) na vytvorenie potrebných spojení sa použije z PTFE alebo potrubie z nehrdzavejúcej ocele;

(b) ak bol analyzátor CLD v prevádzkovom režime, v ktorom zisťuje len NO, ako protiklad k celkovému NO_x, analyzátor CLD sa prevádzkuje len prevádzkovom režime NO;

(c) použije sa plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO, ktorý spĺňa špecifikácie uvedené v bode 9.5.1. a koncentrácia, ktorá sa približuje maximálnej koncentrácii očakávanej počas emisnej skúšky. Podľa pokynov výrobcu prístroja a osvedčenej technickej praxe sa môže použiť vyššia koncentrácia, aby sa dosiahlo presné overenie, ak je očakávaná koncentrácia NO nižšia než je minimálny rozsah pre overenie špecifikovaný výrobcom prístroja;

(d) analyzátor CLD sa vynuluje a nastaví sa merací rozsah. Merací rozsah analyzátora CLD sa nastaví pomocou plynu na nastavenie meracieho rozsahu NO z písm. (c) tohto bodu, koncentrácia plynu na nastavenie meracieho rozsahu sa zaznamená ako x_{NOdry}, a použije sa pri výpočtoch overenia krížovej citlivosti v bode 8.1.11.2.3.;

(e) plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO sa zvlhčuje prebublávaním cez destilovanú vodu vo vzduchotesnej nádobe. Ak zvlhčená vzorka plynu na nastavenie meracieho rozsahu neprechádza cez sušič vzorky v tejto overovacej skúške, teplota nádoby sa reguluje tak, aby sa úroveň H_2O približne rovnala maximálnej molekulovej frakcii H_2O očakávanej počas emisnej skúšky. Ak zvlhčená vzorka plynu na nastavenie meracieho rozsahu neprechádza cez sušič vzorky, výpočty overenia krížovej citlivosti v bode 8.1.11.2.3., porovná sa nameraná krížová citlivosť H_2O s najvyššou molekulovou frakciou H_2O očakávanou počas emisnej skúšky. Ak zvlhčená vzorka plynu na nastavenie meracieho rozsahu prechádza cez sušič vzorky v tejto overovacej skúške, teplota nádoby sa reguluje tak, aby bola úroveň H_2O aspoň tak vysoká ako je úroveň stanovená v bode 9.3.2.3.1. V takom prípade sa výpočty na overenie krížovej citlivosti v bode 8.1.11.2.3. neporovnávajú a nameranou krížovou citlivosťou H_2O;

(f) zvlhčený skúšobný plyn NO sa zavedie do systému odberu vzoriek. Môže sa zaviesť pred alebo za sušičom vzorky, ktorý sa použije počas emisnej skúšky. V závislosti od miesta zavedenia sa zvolí príslušná metóda

výpočtu uvedená v písm. (e). Je potrebné aby sušič vzorky spĺňal požiadavky overovacej kontroly sušiča v bode 8.1.8.5.8;

(g) odmeria sa molekulová frakcia H_2O vo zvlhčenom plyne na nastavenie meracieho rozsahu NO. V prípade, že sa použije sušič vzorky, molekulová frakcia H_2O vo zvlhčenom plyne na nastavenie meracieho rozsahu sa meria za sušičom vzorky, $x_{H2Omeas}$. Odporúča sa merať $x_{H2Omeas}$ čo možno najbližšie k vstupu analyzátora CLD. $x_{H2Omeas}$ sa môže vypočítať z meraní rosného bodu, T_{dew}, a absolútneho tlaku, p_{total};

(h) na zabránenie kondenzácii v prenosových potrubiach, potrubných spojoch alebo ventiloch z bodu merania xH_2O do analyzátora; sa použije osvedčená technická prax. Odporúča sa, aby bol systém konštruovaný tak, aby teploty stien v prenosových potrubiach, potrubných spojoch alebo ventiloch z bodu merania $x_{H2Omeas}$ po analyzátor, boli aspoň o 5 ºC nad miestnym rosným bodom vzorky plynu;

(i) koncentrácia zvlhčeného plynu na nastavenie meracieho rozsahu NO sa meria s analyzátorom CLD. Je povolený určitý čas na stabilizáciu odozvy analyzátora. Čas stabilizácie zahŕňa čas na vyčitenie prenosového potrubia a čas odozvy analyzátora. Zatiaľ čo analyzátor meria koncentráciu vzorky, 30 s sa zaznamenávajú údaje na výstupe analyzátora. Vypočíta sa aritmetický priemer týchto údajov, x_{NOwet}. x_{NOwet} sa zaznamená a použije pri výpočtoch overenia krížovej citlivosti v bode 8.1.11.2.3.

8.1.11.2. Výpočty na overenie krížovej citlivosti CLD

Výpočty na kontrolu krížovej citlivosti CLD sa vykonajú podľa opisu uvedeného v bode 8.1.11.1.

8.1.11.2.1. Množstvo vody očakávané počas skúšky

Odhadne sa maximum očakávanej molekulovej frakcie vody počas emisnej skúšky, x_{H2Oexp}. Tento odhad sa vykoná v mieste, kde sa zaviedol zvlhčený plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO v bode 8.1.11.1.5.(f). Pri odhade maximálnej očakávanej molekulovej frakcie vody sa zohľadní maximálny očakávaný obsah vody v spaľovacom vzduchu, produktoch spaľovania paliva a riediacom vzduch (ak sa použije). Ak sa počas overovacej skúšky zvlhčený plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO zavedie do systému odberu vzoriek pred sušičom vzorky, nie je potrebné odhadnúť maximálnu očakávanú molekulovú frakciu vody a x_{H2Oexp} sa nastaví tak, aby sa rovnal $x_{H2Omeas}$.

8.1.11.2.2. Množstvo CO_2 očakávané počas skúšky

Odhadne sa maximálna očakávaná koncentrácia CO_2 počas emisnej skúšky, x_{CO2exp}. Odhad sa vykoná v mieste systému odberu vzoriek, kde sa zmiešané plyny na nastavenie meracieho rozsahu NO a CO_2 zaviedli podľa bodu 8.1.11.1.4.(j). Pri odhade maximálnej očakávanej koncentrácie CO_2 sa zohľadní maximálny očakávaný obsah CO_2 v produktoch spaľovania paliva a riediacom vzduchu.

8.1.11.2.3. Výpočty kombinovanej krížovej citlivosti na H_2O a CO_2

Kombinovaná krížová citlivosť na H_2O a CO_2 sa vypočíta takto:

$$\text{krížová citlivosť} = \left[\left(\frac{\frac{x_{NOwet}}{1 - x_{H2Omeas}}}{x_{NOdry}} - 1 \right) \cdot \frac{x_{H2Oexp}}{x_{H2Omeas}} + \left(\frac{x_{NOmeas}}{x_{NOact}} - 1 \right) \cdot \frac{x_{CO2exp}}{x_{CO2act}} \right] \cdot 100\% \qquad (8\text{-}4)$$

kde:

krížová citlivosť = hodnota krížovej citlivosti CLD

x_{NOdry} = nameraná koncentrácia NO pred prebublávačom podľa bodu 8.1.11.1.5.(d)

x_{NOwet} = nameraná koncentrácia NO za prebublávačom podľa bodu 8.1.11.1.5.(i)

x_{H2Oexp} = maximálna očakávaná molekulová frakcia vody počas emisnej skúšky podľa bodu 8.1.11.2.1.

$x_{H2Omeas}$ = nameraný molekulový podiel vody počas overenia krížovej citlivosti podľa bodu 8.1.11.1.4.(j)

x_{NOmeas} = nameraná koncentrácia NO, keď sa plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO zmiešava s plynom na nastavenie meracieho rozsahu CO_2 podľa bodu 8.1.11.1.4.(j)

x_{NOact} = skutočná koncentrácia NO, keď sa plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO zmiešava s plynom na nastavenie meracieho rozsahu CO_2 podľa bodu 8.1.11.1.4.(k) a vypočíta sa podľa rovnice (8-5)

x_{CO2exp} = maximálna očakávaná koncentrácia CO_2 počas emisnej skúšky podľa bodu 8.1.11.1.3.

x_{CO2act} = skutočná koncentrácia CO_2 keď sa plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO zmiešava s plynom na nastavenie meracieho rozsahu CO_2 podľa bodu 8.1.11.1.4.(i)

$$x_{NOact} = \left(1 - \frac{x_{CO2act}}{x_{CO2span}} \right) \cdot x_{NOspan} \qquad (8\text{-}5)$$

kde:

x_{NOspan} = koncentrácia plynu nastavenie meracieho rozsahu NO na vstupe do rozdeľovača plynu podľa bodu 8.1.11.1.4.(e)

x_{NOwet} = koncentrácia plynu nastavenie meracieho rozsahu CO_2 na vstupe do rozdeľovača plynu podľa bodu 8.1.11.1.4.(d)

8.1.11.3. Overenie krížovej citlivosti HC and H_2O v analyzátore NDUV

8.1.11.3.1. Rozsah a frekvencia

Ak sa NO_x meria pomocou analyzátora NDUV, hodnota krížovej citlivosti H_2O a uhľovodíkov sa overuje po prvom inštalovaní analyzátora a po väčšej údržbe.

8.1.11.3.2. Zásady merania

Uhľovodíky a H_2O môžu pozitívne vplývať na analyzátor NDUV tým, že spôsobujú podobnú odozvu ako na NO_x. Ak analyzátor NDUV na splnenie

tohto overenia krížovej citlivosti používa algoritmus kompenzácie využívajúci merania iných plynov, také merania sa vykonajú súčasne pri skúške algoritmov počas overenia krížovej citlivosti analyzátora..

8.1.11.3.3. Požiadavky na systém

Analyzátor NDUV pre NO_x musí mať kombináciu krížovej citlivosti na H_2O a HC, ktorá je v rozmedzí ±2 % strednej koncentrácie NO_x).

8.1.11.3.4. Postup

Overenie krížovej citlivosti sa vykoná takto:

(a) analyzátor NDUV pre NO_x sa spustí, prevádzkuje, vynuluje a nastaví sa merací rozsah podľa pokynov výrobcu prístroja;

(b) na vykonanie tohto overenia sa odporúča vyčerpať výfukový plyn z motora. Použije sa CLD, ktorý spĺňa špecifikácie uvedené v bode 9.4., aby sa kvantifikoval NO_x vo výfukovom plyne. Ako referenčná hodnota sa použije odozva CLD. S analyzátorom FID sa meria aj HC vo výfukovom plyne a analyzátor musí spĺňať špecifikácie uvedené v bode 9.4. Odozva FID sa použije ako referenčná uhľovodíková hodnota;

(c) pred každým sušičom vzorky, ak sa počas skúšky použije, sa do analyzátora NDUV zavedie výfukový plyn z motora;

(d) na stabilizáciu odozvy analyzátora sa poskytne dostatočný čas. Čas stabilizácie môže zahŕňať čas na vyčistenie stabilizátora a ďalší čas na zohľadnenie odozvy analyzátora;

(e) zatiaľ čo analyzátory merajú koncentráciu vzorky, 30 s sa zaznamenávajú údaje o vzorke a vypočíta sa aritmetický priemer z troch analyzátorov;

(f) stredná hodnota CLD sa odpočíta od strednej hodnoty NDUV;

(g) tento rozdiel sa vynásobí pomerom očakávanej strednej koncentrácie HC a koncentrácie HC nameranej počas overovania. Analyzátor spĺňa požiadavky tohto bodu na overenie krížovej citlivosti, ak je výsledok v rozmedzí ± 2 % koncentrácie NO_x očakávanej podľa normy:

$$\left(\bar{x}_{NOx,CLD,meas} - \bar{x}_{NOx,NDUV,meas}\right) \cdot \left(\frac{\bar{x}_{HC,exp}}{\bar{x}_{HC,meas}}\right) \leq 2\% \cdot \left(\bar{x}_{NOx,exp}\right) \qquad (8\text{-}6)$$

kde:

$\bar{x}$ [µmol/mol] alebo [ppm] je stredná koncentrácia:

(i) NO_x nameraného s CLD ($\bar{x}_{NOx,CLD,meas}$) a s NDUV ($\bar{x}_{NOx,NDUV,meas}$)

(ii) nameraného HC ($\bar{x}_{HC,meas}$)

(iii) HC očakávaného podľa normy ($\bar{x}_{HC,exp}$)

(iv) NO_x očakávaného podľa normy ($\bar{x}_{NOx,exp}$)

$\left(\bar{x}_{NOx,CLD,meas} - \bar{x}_{NOx,NDUV,meas}\right)$ je rozdiel NO_x

$\left(\bar{x}_{NOx,CLD,meas} - \bar{x}_{NOx,NDUV,meas}\right) \cdot \left(\frac{\bar{x}_{HC,exp}}{\bar{x}_{HC,meas}}\right)$ je nameraný rozdiel NO_x korigovaný podľa očakávaného HC

8.1.11.3.5. Požiadavky na chladiaci kúpeľ (chladič)

Musí sa preukázať, že pri najvyššej očakávanej koncentrácii vodných pár H_m, spôsob odstránenia vody zachová vlhkosť CLD pri ≤ 5 g vody/kg suchého vzduchu (alebo okolo 0,8 objemového % H_2O), čo je 100 % relatívnej vlhkosti pri teplote 3,9 °C a tlaku 101,3 kPa. Táto špecifikácia vlhkosti je tiež ekvivalentom cca 25 % relatívnej vlhkosti pri 25 °C a tlaku 101,3 kPa. To sa môže preukázať meraním teploty pri výstupe tepelného odvlhčovača, alebo meraním vlhkosti v mieste tesne pred CLD.

8.1.11.4. Prenikanie NO_2 do chladiaceho kúpeľa (chladiča)

8.1.11.4.1. Rozsah a frekvencia

Ak sa použije chladiaci kúpeľ (chladič) na sušenie vzorky pred prístrojom na meranie NO_x, no nepoužije sa konvertor NO_2 na NO pred chladiacim kúpeľom, toto overenie sa vykoná vzhľadom na prenikanie NO_2 do chladiaceho kúpeľa. Toto overenie sa vykoná po prvom inštalovaní a po väčšej údržbe.

8.1.11.4.2. Zásady merania

Chladiaci kúpeľ (chladič) odstraňuje vodu, ktorá inak môže mať vplyv na meranie NO_x. Avšak voda v kvapalnom stave, ktorá ostane v nevhodne konštruovanom chladiacom kúpeli, môže odstrániť zo vzorky NO_2. Ak sa chladiaci kúpeľ použije bez konvertora NO_2 na NO pred prístrojom, mohol by preto odstrániť NO_2 zo vzorky pred meraním NO_x.

8.1.11.4.3. Požiadavky na systém

Chladič musí umožniť meranie aspoň 95 % celkového NO_2 pri maximálnej očakávanej koncentrácii NO_2.

8.1.11.4.4. Postup

Na overenie účinnosti chladiča sa použije tento postup:

(a) Nastavenie prístroja. Musia sa dodržať pokyny výrobcu týkajúce sa nastavenia a prevádzky analyzátora a chladiča. Analyzátor a chladič sa nastavia tak, ako je to potrebné na optimalizáciu účinnosti.;

(b) Nastavenie vybavenia a zber údajov.

(i) Analyzátor(y) všetkých plynov NO_x sa vynuluje(ú) a nastaví sa merací rozsah ako pred emisnou skúškou;

(ii) Vyberie sa kalibračný plyn NO_2 (doplniteľný plyn v suchom vzduchu), ktorého koncentrácia NO2 sa blíži maximu očakávanému počas skúšky. Podľa odporúčaní výrobcu prístroja a osvedčenej technickej praxe sa môže použiť vyššia koncentrácia, aby sa dosiahlo presné overenie, ak je očakávaná koncentrácia NO_2 nižšia než je minimálny rozsah pre overenie špecifikovaný výrobcom prístroja;

(iii) Tento prebytok kalibračného plynu sa odvedie do sondy systému odberu vzoriek alebo do pripojenia systému preplňovania. Na stabilizáciu celkovej odozvy na NO_x sa poskytne dostatočný čas; čas stabilizácie zahŕňa len čas meškania dodávky a čas odozvy prístroja;

(iv) Vypočíta sa priemer počas 30 s zaznamenávaných všetkých údajov o NO_x a táto hodnota sa zaznamená ako x_{NOxref};

(v) Zastaví sa prietok kalibračného plynu NO_2;

(vi) Potom sa systém odberu vzoriek nasycuje preplňovaním plynov vystupujúcich z generátora pri sonde systému odberu vzoriek alebo pri pripojení systému preplňovania, pri rosnom bode stanovenom na úrovni 50 °C. Vzorky z výstupu generátora pri teplote rosného bodu sa odoberajú cez systém odberu vzoriek alebo chladič aspoň 10 minút, až kým chladič neodstraňuje konštantné množstvo vody.

(vii) Prepne sa okamžite späť na využitie preplňovaného kalibrovacieho plynu NO_2 použitého na určenie x_{NOxref}. Umožní sa stabilizácia celkovej odozvy na NO_x pričom sa počíta len čas meškania dodávky a čas odozvy prístroja. Vypočíta sa priemer počas 30 s zaznamenávaných všetkých údajov o NO_x a táto hodnota sa zaznamená ako $x_{NOxmeas}$;

(viii) $x_{NOxmeas}$ sa koriguje vzhľadom na x_{NOxdry} na základe zvyškových vodných pás prechádzajúcich chladičom pri teplote a tlaku na výstupe chladiča;

(c) Overenie výkonu. Ak je x_{NOxdry} menšie než 95 % x_{NOxref}, chladič sa opraví alebo vymení.

8.1.11.5. Overenie konverzie konvertora NO_2-na-NO

8.1.11.5.1. Rozsah a frekvencia

Ak sa na meranie použije analyzátor, ktorý na určenie NO_x meria len NO, konvertor NO2-na-NO sa použije pred analyzátorom. Toto overenie sa vykoná po inštalovaní konvertora, po väčšej údržbe a do 35 dní pred emisnou skúškou. Toto overenie sa opakuje s uvedenou frekvenciou aby sa overilo, či sa nezhoršila katalytická činnosť konvertora NO_2-na-NO.

8.1.11.5.2. Rozsah a frekvencia

Konvertor NO_2-na-NO umožňuje aby analyzátor, ktorý na určenie NO_x meria len NO, stanovil celkové NO_x konverziou NO_2 na NO vo výfukovom plyne.

8.1.11.5.3. Požiadavky na systém

Konvertor NO_2-na-NO musí umožniť meranie pri aspoň 95 % celkového NO_2 pri maximálnej očakávanej koncentrácii NO_2.

8.1.11.5.4 Postup

Na overenie výkonu konvertora NO_2-na-NO sa použije tento postup:

(a) Na nastavenie analyzátora a konvertora NO_2-na-NO sa musia dodržiavať pokyny výrobcu týkajúce sa spustenia a prevádzky. Analyzátor a konvertor sa nastavia podľa potreby optimalizácie výkonu.

(b) Vstup ozonátora sa pripojí k zdroju nulovacieho plynu alebo kyslíka a jeho výstup sa pripojí k jednému z otvorov zariadenia tvaru T. Plyn na nastavenie meracieho rozsahu NO sa pripojí k druhému otvoru a vstup konvertora NO_2-na-NO sa pripojí k tretiemu otvoru.

(c) Pri vykonávaní tejto kontroly sa postupuje takto:

(i) Do ozonátora sa pustí vzduch, vypne sa napájanie ozonátora a konvertora NO_2-na-NO sa nastaví na obtokový režim (t. j. režim NO). Umožní sa stabilizácia pričom sa počíta len čas meškania dodávky a čas odozvy prístroja;

(ii) Prietoky NO a nulovacieho plynu sa nastavia tak, aby koncentrácia NO pri analyzátore sa blížila špičkovej celkovej koncentrácii NO očakávanej počas skúšky. Obsah NO_2 v plynnej zmesi musí byť menší než 5 % koncentrácie NO. Zaznamená sa koncentrácia NO vypočítaná ako priemer z údajov odoberaných počas 30 s z analyzátora a táto hodnota sa zaznamená ako x_{NOref}. Môže sa použiť vyššia koncentrácia podľa odporúčania výrobcu a osvedčenej technickej praxe, aby sa dosiahlo presné overenie, ak je očakávaná koncentrácia NO nižšia než je minimálny rozsah overovania stanovený výrobcom prístroja;

(iii) Zapne sa napájanie ozonátora O_2 a prietok O_2 sa nastaví tak, aby bola koncentrácia NO udávaná analyzátorom asi o 10 % menšia než je x_{NOref}. Zaznamená sa koncentrácia NO vypočítaná ako priemer z údajov odoberaných počas 30 s z analyzátora a táto hodnota sa zaznamená ako $x_{NO+O2mix}$;

(iv) Zapne sa ozonátor a rýchlosť tvorby ozónu sa nastaví tak, aby sa hodnota NO nameraná analyzátorom rovnala približne 20 % $_{x}$NOref, pričom sa udržiava aspoň 10 % NO, ktorý nezreagoval. Zaznamená sa koncentrácia NO vypočítaná ako priemer z údajov odoberaných počas 30 s z analyzátora a táto hodnota sa zaznamená ako x_{NOmeas};

(v) Analyzátor NO_x sa prepne na režim NO_x a odmeria sa celková hodnota NO_x. Zaznamená sa koncentrácia NO_x vypočítaná ako priemer z údajov odoberaných počas 30 s z analyzátora a táto hodnota sa zaznamená ako $x_{NOxmeas}$;

(vi) Ozonátor sa vypne no udržiava sa prietok plynu cez systém. Analyzátor NO_x ukazuje hodnotu NO_x v zmesi NO + O_2. Zaznamená sa koncentrácia NO_x vypočítaná ako priemer z údajov odoberaných počas 30 s z analyzátora a táto hodnota sa zaznamená ako $x_{NOx+O2mix}$;

(vii) Vypne sa prívod O_2. Analyzátor NO_x ukazuje hodnotu NO_x v pôvodnej zmesi NO v NO_2. Zaznamená sa koncentrácia NO_x vypočítaná ako priemer z údajov odoberaných počas 30 s z analyzátora a táto hodnota sa zaznamená ako x_{NOxref}. Táto hodnota nesmie byť väčšia o viac než 5 % než je hodnota x_{NOref};

(d) Hodnotenie výkonu. Účinnosť konvertora NO_x sa vypočíta vložením získaných koncentrácií do nasledujúcej rovnice:

$$\textit{Účinnosť}[\%] = \left(1 + \frac{x_{NOxmeas} - x_{NOx+O2mix}}{x_{NO+O2mix} - x_{NOmeas}}\right) \cdot 100 \qquad (8\text{-}7)$$

(e) Ak je výsledok menší než 95 %, konvertor NO_2-na-NO sa opraví alebo vymení.

8.1.12. Merania PM

8.1.12.1. Overenia váh PM a overenie procesu váženia

8.1.12.1.1. Rozsah a frekvencia

V tomto bode sú opísané tri overovania.

(a) nezávislé overenie váh PM v priebehu 370 dní pred vážením ktoréhokoľvek filtra;

(b) vynulovanie a váh a nastavenie meracieho rozsahu v priebehu 12 hodín pred vážením ktoréhokoľvek filtra;

(c) overenie, že hmotnosť referenčných filtrov pred a po procese váženia filtrov je menšia než je daná tolerancia.

8.1.12.1.2. Nezávislé overenie

Výrobca váh (alebo zástupca schválený výrobcom váh) musí overiť fungovanie váh v priebehu 370 dní do skúšky v súlade s vnútornými postupmi auditu.

8.1.12.1.3. Vynulovanie a nastavenie meracieho rozsahu

Fungovanie váh sa overí vynulovaním a nastavením meracieho rozsahu s aspoň jedným kalibračným závažím a ktorékoľvek použité závažie musí spĺňať špecifikácie uvedené v bode 9.5.2. aby sa toto overenie mohlo vykonať. Použije sa manuálny alebo automatický postup.

(a) Manuálny postup vyžaduje aby sa použili váhy, ktoré boli vynulované, alebo ktorých merací bol rozsah nastavený s aspoň jedným kalibračným závažím. Ak sa bežne priemerné hodnoty získavajú opakovaným procesom váženia, aby sa zvýšila presnosť a kvalita merania PM, rovnaký proces sa použije aj na overenie fungovania váh.

(b) Automatický postup sa vykoná s internými kalibračnými závažiami, ktoré sa používajú automaticky na overenie fungovania váh. Tieto interné závažia musia spĺňať špecifikácie uvedené v bode 9.5.2. aby sa toto overenie mohlo vykonať.

8.1.12.1.4. Váženie referenčnej vzorky

Všetky hmotnosti odčítané počas procesu váženia sa pred a po procese váženia overia vážením referenčného média na odber vzoriek PM (napr. filtrov). Proces váženia môže byť čo najkratší, no nesmie byť dlhší 80 hodín a môže zahŕňať odčítanie hodnôt pred a po procese váženia. Po sebe idúce hodnoty hmotnosti každého referenčného média na odber vzoriek PM sa musia vrátiť na tú istú hodnotu s toleranciou ±10 µg alebo ±10 % očakávanej celkovej hmotnosti PM podľa toho, ktorá hodnota je vyššie. Ak by po sebe idúce hodnoty váženia filtrov na odber vzoriek PM nespĺňali toto kritérium, všetky jednotlivé namerané hmotnosti skúšobných filtrov vyskytujúce sa medzi po sebe idúcimi hodnotami hmotnosti referenčných filtrov, sú neplatné. Tieto filtre sa môžu znovu vážiť v ďalšom procese váženia.

Ak by skúšobný filter po skúške nespĺňal kritérium, potom je skúšobný interval neplatný. Také overenie sa vykoná takto:

(a) aspoň dve vzorky nepoužitého referenčného média na odber vzoriek PM sa ponechajú v prostredí, v ktorom sa stabilizujú PM. Tieto sa potom použijú ako referenčné vzorky. Nepoužité filtre z rovnakého materiálu a rovnakej veľkosti sa ako referenčné vyberú na používanie;

(b) referenčné filtre sa stabilizujú v stabilizačnom prostredí PM. Referenčné filtre sa považujú za stabilizované, ak boli v takom prostredí minimálne 30 minút a také prostredie spĺňalo špecifikácie bodu 9.3.4.4. aspoň počas predchádzajúcich 60 minút;

(c) váhy sa preskúšajú niekoľkokrát s referenčnou vzorkou bez toho, aby sa zaznamenávali hodnoty;

(d) váhy sa vynulujú a nastaví sa merací rozsah. Na váhy sa umiestni skúšobná hmotnosť (napr. kalibračné závažie) a potom sa odstráni pričom sa zabezpečí, aby sa váhy vrátili na prijateľnú hodnotu nula počas bežného času stabilizácie;

(e) každé z referenčných médií (napr. filtre) sa odváži a zaznamená sa hmotnosť. Ak sa bežné priemerné hodnoty získavajú opakovaním procesu váženia, aby sa zvýšila presnosť a kvalita váženia hmotnosti referenčného média (napr. filtrov), rovnaký proces sa použije na meranie stredných hodnôt hmotnosti odberového média (napr. filtrov);

(f) zaznamená sa rosný bod prostredia váh, okolitá teplota a atmosférický tlak;

(g) zaznamenané podmienky okolia sa použijú na stanovenie správnych výsledkov hrubej hmotnosti podľa bodu 8.1.12.2. Zaznamená sa hmotnosť každého referenčného média korigovaná na vztlak;

(h) každá hmotnosť referenčného média (napr. filtrov) korigovaná na vztlak sa odpočíta od predtým nameranej a zaznamenanej hmotnosti korigovanej na vztlak;

(i) ak sa ktorákoľvek zo zistených hmotností referenčného filtra zmení o viac než je podľa tohto bodu povolené, všetky zistené hmotnosti PM vykonané od poslednej úspešnej validácie hmotnosti referenčného média (napr. filtra) sú neplatné. Referenčné filtre PM sa môžu vyradiť, ak sa len jedna hodnota hmotnosti filtrov zmenila o viac než je povolená hodnota a zistila sa osobitná príčina takejto zmeny hmotnosti filtra, ktorá by nemala vplyv na ostatné filtre použité v procese. Taká validácia sa môže považovať za úspešnú. V takom prípade sa kontaminované referenčné médium nesmie zahrnúť do posudzovania súladu s písm. (j) tohto bodu, no príslušný referenčný filter sa vyradí a vymení;

(j) ak sa ktorákoľvek zo zistených hmotností referenčného filtra zmení o viac než je hodnota podľa bodu 8.1.12.1.4., všetky výsledky PM, ktoré boli zistené medzi dvoma časmi merania hmotností, sú neplatné. Ak sa podľa písm. (i) tohto bodu vyradí referenčné médium na odber vzoriek PM, musí byť k dispozícii aspoň jeden rozdiel referenčnej hmotnosti, ktorý spĺňa kritérium v bode 8.1.12.1.4.. Inak sú všetky výsledky PM, ktoré boli zistené medzi dvoma časmi merania hmotností tohto referenčného média (napr. filtrov) neplatné.

8.1.12.2. Korekcia hmotnosti filtra na odber vzoriek PM na vztlak

8.1.12.2.1. Všeobecné ustanovenia

Filter na odber vzoriek PM sa vzhľadom na hrubú hmotnosť koriguje na vzduchu. Korekcia hmotnosti na vztlak závisí od hustoty odberového média,

hustoty vzduchu a hustoty kalibračného závažia použitého na kalibráciu váh. Korekcia hmotnosti na vztlak nepočíta s hrubou hmotnosťou samotných PM, pretože hmotnosť PM je len (0,01 až 0,10) % celkovej hmotnosti. Korekcia tohto malého podielu hmotnosti by bola len takmer 0,010 %. Hodnoty hmotnosti korigované na vztlak sú čistými hmotnosťami vzoriek PM. Tieto hodnoty hmotnosti filtrov korigovanej na vztlak pred skúškou sa následne odpočítajú od hodnôt hmotnosti korigovanej na vztlak zistených vážením zodpovedajúcich filtrov po skúške, aby sa určila hmotnosť PM emitovaných počas skúšky.

8.1.12.2.2. Hustota filtra na odber vzoriek PM

Rôzne filtre na odber vzoriek PM majú rôznu hustotu. Použije sa známa hustota odberového média alebo jedna z hustôt spoločného odberového média takto:

(a) v prípade borokremičitého skla potiahnutého PTFE sa použije hustota odberového média 2300 kg/m^3;

(b) v prípade membránového (blanového) média potiahnutého PTFE so zabudovaným oporným krúžkom z polymetylpenténu, ktorý tvorí 95 % hmotnosti média, sa použije hustota odberového média 920 kg/m^3;

(c) v prípade membránového (blanového) média potiahnutého PTFE so zabudovaným oporným krúžkom z PTFE, sa použije hustota odberového média 2144 kg/m^3.

8.1.12.2.3. Hustota vzduchu

Pretože prostredie váh na PM sa prísne kontroluje z hľadiska teploty okolia (22 ±1) °C a rosného bodu (9,5 ±1) °C, hustota vzduchu je primárnou funkciou atmosférického tlaku. Preto je korekcia hmotnosti na vztlak špecifikovaná len ako funkcia atmosférického tlaku.

8.1.12.2.4. Hustota kalibračného závažia

Použije sa stanovená hustota materiálu kovového kalibračného závažia.

8.1.12.2.5. Korekcia výpočtu

Filter na odber vzoriek PM sa koriguje na vztlak podľa nasledujúcich rovníc:

$$m_{cor} = m_{uncor}\left(\frac{1-\frac{\rho_{air}}{\rho_{weight}}}{1-\frac{\rho_{air}}{\rho_{media}}}\right) \qquad (8\text{-}8)$$

kde:

m_{cor} = hmotnosť PM korigovaná na vztlak

m_{uncor} = hmotnosť PM nekorigovaná na vztlak

ρ_{air} = hustota vzduchu v prostredí váh

ρ_{weight} = hustota kalibračného závažia použitá na nastavenie meracieho rozsahu váh

ρ_{media} = hustota filtra na odber vzoriek PM

$$\rho_{air} = \frac{p_{abs} \cdot M_{mix}}{R \cdot T_{amb}} \quad (8\text{-}9)$$

kde:

p_{abs} = absolútny tlak v okolí váh
M_{mix} = molekulová hmotnosť v prostredí váh
R = molekulová konštanta plynu
T_{amb} = absolútna teplota okolia

8.2. Validácia prístrojov na skúšku

8.2.1. Validácia ovládača proporcionálneho prietoku pre odber vzoriek v dávkach a minimálny riediaci pomer pre odber vzoriek PM v dávkach

8.2.1.1. Kritériá proporcionality pre CVS

8.2.1.1.1. Proporcionálne prietoky

Pre akúkoľvek dvojicu prietokomerov sa použijú zaznamenané prietoky vzorky a celkové prietoky alebo ich stredné hodnoty po 1 Hz spolu so štatistickými výpočtami uvedenými v prílohe A.2.9. Určí sa štandardná chyba odhadu, *SEE, prietoku vzorky* v závislosti od celkového prietoku. Za každý skúšobný interval sa musí preukázať, že *SEE* bolo menšie alebo rovné 3,5 % stredného prietoku vzorky.

8.2.1.1.2. Konštantné prietoky

Pre akúkoľvek dvojicu prietokomerov sa použijú zaznamenané prietoky vzorky a celkové prietoky alebo ich stredné hodnoty po 1 Hz aby sa preukázalo, že každý prietok bol konštantný v rozmedzí ±2,5 % ich ich príslušného stredného alebo cieľového prietoku. Namiesto zaznamenávania príslušných prietokov každého typu merača sa môžu použiť nasledujúce možnosti:

(a) Variant "Venturiho trubica s kritickým prietokom". V prípade Venturiho trubice s kritickým prietokom sa použijú zaznamenané podmienky na vstupe do Venturiho trubice alebo ich stredné hodnoty po 1 Hz. Musí sa preukázať, že hustota prietoku na vstupe objemového čerpadla v priebehu každého skúšobného intervalu bola konštantná v rozmedzí ±2.5 % strednej alebo cieľovej hustoty počas každého skúšobného intervalu. V prípade Venturiho trubice s kritickým prietokom sa toto môže preukázať tak, že sa preukáže, že absolútna teplota na vstupe Venturiho trubice bola konštantná v rozmedzí ±4 % strednej alebo cieľovej absolútnej teploty počas každého skúšobného intervalu;

(b) Variant "objemové čerpadlo". Použijú sa zaznamenané podmienky na vstupe alebo ich stredné hodnoty po 1 Hz. Musí sa preukázať, že hustota prietoku na vstupe v priebehu každého skúšobného intervalu bola konštantná v rozmedzí ±2,5 % strednej alebo cieľovej hustoty počas každého skúšobného intervalu. V prípade objemového čerpadla sa toto môže preukázať tak, že sa preukáže, že absolútna teplota na vstupe Venturiho trubice bola konštantná v rozmedzí ±2 % strednej alebo cieľovej absolútnej teploty počas každého skúšobného intervalu;

8.2.1.1.3. Preukázanie proporcionálneho odberu vzoriek

V prípade každého proporcionálneho odberu vzoriek v dávkach ako napr. odberový vak alebo filter PM sa musí preukázať, že proporcionálny odber

vzoriek sa udržiaval pomocou jedného z nasledujúcich prostriedkov pričom treba poznamenať, že sa môže vynechať až 5 % celkového počtu dátových bodov ako extrémnych hodnôt.

Pomocou osvedčenej technickej praxe sa musí technickou analýzou preukázať, že systém samotný regulácie proporcionálneho prietoku zabezpečí proporcionálny odber vzoriek za všetkých okolností očakávaných počas skúšania. Napríklad CVS sa môže použiť na odber prietok vzoriek a celkový prietok ak sa preukáže, že majú rovnaké vstupné tlaky a teploty a že CVS pracuje vždy za kritických podmienok prietoku.

Namerané alebo vypočítané prietoky a/alebo koncentrácie stopovacieho plynu (napr. CO_2) sa použijú na stanovenie minimálneho pomeru riedenia pre odber vzoriek PM v dávkach počas skúšobného intervalu.

8.2.1.2. Validácia systému riedenia časti prietoku

Na reguláciu systému riedenia časti prietoku s cieľom získať proporcionálnu vzorku neriedeného výfukového plynu sa vyžaduje systém rýchlej odozvy; to je charakterizované operatívnosťou systému riedenia časti prietoku. Doba transformácie pre systém sa stanoví postupom uvedeným v bode 8.1.8.6. a príslušným obrázkom 3.1. Skutočná regulácia systému riedenia časti prietoku musí byť založená na podmienkach merania prúdu. Ak je celková doba transformácie na meranie prietoku výfukového plynu a systému riedenia časti prietoku ≤ 0,3 s, použije sa kontrola v režime online. Ak doba transformácie presahuje 0,3 s, použije sa dopredná regulácia založená na vopred zaznamenaných parametrov skúšky. V takom prípade celkový čas nábehu musí byť ≤ 1 s a celková doba oneskorenia musí byť ≤ 10 s. Systém celkovej odozvy musí byť konštruovaný tak, aby zabezpečil reprezentatívnu vzorku častíc, $q_{mp,i}$ (prietok vzorky výfukového plynu do systému riedenia časti prietoku), proporcionálny hmotnostnému prietoku výfukového plynu. Na stanovenie proporcionality sa vykoná regresná analýza $q_{mp,i}$ vo vzťahu k $q_{mew,i}$ (hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave) s minimálnou frekvenciou získavania údajov 5 Hz a musia byť splnené nasledujúce kritériá:

(a) Koeficient korelácie r^2 lineárnej regresie medzi $q_{mp,i}$ a $q_{mew,i}$ nesmie byť menší než 0,95;

(b) Štandardná chyba odhadu $q_{mp,i}$ na $q_{mew,i}$ nesmie presiahnuť 5 % maxima q_{mp};

(c) Úsek q_{mp} regresnej priamky nesmie presiahnuť ± 2 % maxima q_{mp}.

Dopredná regulácia sa vyžaduje vtedy, keď celkové doby transformácie systému odberu častíc, $t_{50,P}$ a signálu hmotnostného prietoku výfukového plynu, $t_{50,F}$ sú > 0,3 s. V takom prípade prebehne predbežná skúška a použije sa signál hmotnostného prietoku výfukového plynu predbežnej skúšky na reguláciu prietoku vzorky do systému odberu častíc. Správna regulácia systému riedenia časti prietoku sa dosiahne vtedy, keď sa časová stopa $q_{mew,pre}$ predbežnej skúšky, ktorá sa použije na regulovanie q_{mp}, posunie o "predpokladaný" čas rovný $t_{50,P} + t_{50,F}$.

Na určenie korelácie medzi $q_{mp,i}$ a $q_{mew,i}$ sa použijú údaje zaznamenané počas skutočnej skúšky, pričom sa čas $q_{mew,i}$ synchronizuje podľa $t_{50,F}$ vo vzťahu k $q_{mp,i}$ (bez $t_{50,P}$ pri časovej synchronizácii). Časový posun medzi q_{mew} a q_{mp} je

rozdielom medzi ich dobami transformácie, ktoré boli stanovené v bode 8.1.8.6.3.2.

8.2.2. Validácia rozsahu analyzátora plynu, validácia (kolísania) posunu a korekcia (kolísania) posunu

8.2.2.1. Validácia rozsahu

Ak analyzátor kedykoľvek počas skúšky pracuje nad 100 % svojho rozsahu, vykonajú sa tieto kroky:

8.2.2.1.1. Odber vzoriek v dávkach

V prípade odberu v dávkach sa vzorka opäť analyzuje s použitím najnižšieho rozsahu analyzátora, čoho výsledkom je maximálna odozva prístroja nižšia než 100 %. Výsledok sa odčíta z najnižšieho rozsahu, v ktorom analyzátor pracuje na úrovní menšej než 100 % svojho rozsahu počas celej skúšky.

8.2.2.1.2. Nepretržitý odber vzoriek

V prípade nepretržitého odberu vzoriek sa celá skúška opakuje s použitím najvyššieho rozsahu analyzátora. Ak analyzátor znovu pracuje na úrovni vyššej než 100 % svojho rozsahu, skúška sa opakuje s použitím najbližšieho vyššieho rozsahu. Skúška pokračuje dovtedy, až kým analyzátor vždy nepracuje na úrovni nižšej než 100 % svojho rozsahu počas celej skúšky.

8.2.2.2. Validácia kolísania (posunu) a korekcia kolísania (posunu)

Ak je kolísanie (posun) v rozmedzí ±1 % údaje sa buď uznajú bez akejkoľvek korekcie alebo sa uznajú po korekcii. Ak kolísanie (posun) presahuje rozmedzie ±1 %, pre každú znečisťujúcu látku sa vypočítajú dva súbory výsledkov emisií špecifických pre brzdenie, alebo je skúška neplatná. Jeden súbor sa pomocou vypočítaných údajov pred korekciou a druhý súbor sa pomocou údajov vypočítaných po korekcii všetkých údajov týkajúcich sa kolísania (posunu) podľa doplnku 2 príloh A.7. alebo A.8. Porovnanie sa vykoná ako percento nekorigovaných výsledkov. Rozdiel medzi nekorigovanými a korigovanými hodnotami emisií špecifických pre brzdenie musí byť v rozmedzí ±4 % nekorigovaných hodnôt emisií špecifických pre brzdenie. Ak tomu tak nie je, skúška je neplatná.

8.2.3. Predkoncionovanie a váženie vlastnej hmotnosti média na odber vzoriek PM (napr. filtrov)

Aby sa filtrovacie médium a vybavenie na odber vzoriek PM pripravilo na meranie, pred emisnou skúškou sa vykonajú tieto kroky:

8.2.3.1. Periodické overenia

Je treba sa uistiť, že prostredie váh a stabilizácia PM spĺňa požiadavky periodického overovania uvedené v bode 8.1.12. Referenčný filter sa váži tesne pred vážením skúšobných filtrov aby sa určil vhodný referenčný bod (pozri podrobnosti postupu uvedené v bode 8.1.12.1.). Overenie stability referenčných filtrov sa vykoná po stabilizačnej perióde po skúške, bezprostredne pred vážením po skúške.

8.2.3.2. Vizuálna kontrola

Nepoužité filtrovacie médiá na odber vzoriek sa vizuálne skontrolujú a chybné filtre sa vyradia.

8.2.3.3. Uzemnenie

Na manipuláciu s filtrami vzoriek PM sa použijú elektricky uzemnené pinzety alebo pásy podľa opisu v bode 9.3.4.

8.2.3.4. Nepoužité médium na odber vzoriek

Nepoužité médium na odber vzoriek sa umiestni do jednej alebo viacerých zásobníkov, ktoré nie sú izolované od prostredia stabilizácie PM. Ak sú filtre použité, môžu sa umiestniť v dolnej polovici kazety filtra.

8.2.3.5. Stabilizácia

Médium na odber vzoriek sa stabilizuje v prostredí na stabilizáciu PM. Nepoužité médium na odber vzoriek sa môže považovať za stabilizované pokiaľ bolo v prostredí na stabilizáciu PM minimálne 30 minút, počas ktorých prostredie na stabilizáciu PM spĺňalo špecifikácie bodu 9.3.4.

8.2.3.6. Váženie

Médium na odber vzoriek sa váži automaticky alebo ručne takto:

(a) v prípade automatického váženia sa na prípravu vzoriek na váženie musia dodržiavať pokyny výrobcu automatického systému;

(b) v prípade ručného váženia sa uplatňuje osvedčená technická prax;

(c) voliteľne je povolená metóda substitučného váženia (pozri bod 8.2.3.10);

(d) po odvážení sa filter vráti na Petriho misku a zakryje sa.

8.2.3.7. Korekcia na vztlak

Odmerané závažie sa koriguje na vztlak podľa bodu 8.1.12.2.

8.2.3.8. Opakovanie

Merania hmotnosti filtra sa môže opakovať za účelom stanovenia priemernej hmotnosti filtra uplatnením osvedčenej technickej praxe a za účelom vylúčenia extrémnych hodnôt z výpočtu priemeru.

8.2.3.9. Váženie vlastnej hmotnosti

Nepoužité filtre, u ktorých sa odvážila vlastná hmotnosť, sa vložia do čistých kaziet filtrov a naplnené kazety sa umiestnia do zakrytého alebo zapečateného zásobníka predtým, než sa prenesú do skúšobnej komory na odber vzoriek.

8.2.3.10. Metóda substitučného váženia

Substitučné váženie je možnosť, ktorá ak sa využije, zahŕňa meranie referenčného závažia pred a po každom médiu na odber vzoriek PM (napr. filtra). Bez ohľadu na to, že substitučné váženie si vyžaduje viac meraní, koriguje kolísanie (posun) nuly váh a spolieha sa na linearitu váh len v malom rozsahu. To je najvhodnejšie pri kvantifikácii celkových hmotností PM, ktoré sú menšie než 0,1 % hmotnosti média na odber vzoriek. Ak sa použije metóda substitučného váženia, musí sa použiť pri vážení pred skúškou aj po nej. Pri vážení pred skúškou aj po nej sa musí použiť rovnaké substitučné závažie. Hmotnosť substitučného závažia sa koriguje na vztlak, ak je hustota substitučného závažia menšia než 2,0 g/cm^3. Príkladom substitučného váženia sú nasledujúce kroky:

(a) použijú sa elektricky uzemnené pinzety alebo pásy podľa opisu v bode 9.3.4.6;

(b) na minimalizáciu statického elektrického výboja akéhokoľvek predmetu pred jeho umiestnením na misku váh sa použije statický neutralizátor opísaný v bode 9.3.4.6;

(c) vyberie sa substitučné závažie, ktoré spĺňa špecifikácie pre kalibračné závažia v bode 9.5.2. Substitučné závažie musí mať rovnakú hustotu ako závažie, ktoré sa používa na nastavenie meracieho rozsahu mikrováh a musí mať podobnú hmotnosť ako nepoužité médium na odber vzoriek (napr. filtre). Ak sa použijú filtre hmotnosť závažia by mala byť okolo (80 až 100) mg pre typické filtre s priemerom 47 mm;

(d) zaznamenajú sa ustálené odčítané hodnoty z váh a potom sa kalibračné závažie odstráni;

(e) nepoužité médium na odber vzoriek (napr. nový filter) sa odváži, zaznamenajú sa ustálené odčítané hodnoty z váh a rosný bod, okolitá teplota a atmosférický tlak prostredia váh;;

(f) kalibračné závažie sa znovu odváži a zaznamenajú sa ustálené odčítané hodnoty z váh;

(g) vypočíta sa aritmetický priemer dvoch odčítaných údajov, ktoré boli zaznamenané bezprostredne pred a po vážení nepoužitej vzorky. Táto priemerná hodnota sa odpočíta od hodnoty nepoužitej vzorky, potom sa pridá skutočná hmotnosť kalibračného závažia uvedená na osvedčení kalibračného závažia. Tento výsledok sa zaznamená. To je vlastná hmotnosť nepoužitej vzorky bez korekcie na vztlak;

(h) tieto kroky metódy substitučného váženia sa opakujú pre zvyšok nepoužitého média na odber vzoriek;

(i) po dokončení váženia sa musia dodržiavať pokyny uvedené v bodoch 8.2.3.7. až 8.2.3.9. tohto oddielu.

8.2.4. Postkondicionovanie a celkové váženie vzorky PM

8.2.4.1. Periodické overovanie

Musí sa zabezpečiť, aby prostredie váženia a stabilizácie PM spĺňalo požiadavky na periodické overovanie podľa bodu 8.1.12.1. Po dokončení skúšky sa filtre vrátia do prostredia váženia a stabilizácie PM. Prostredia váženia a stabilizácie PM musí spĺňať požiadavky na podmienky prostredia uvedené v bode 9.3.4.4., inak sa skúšobné filtre nechajú zakryté až kým nie sú splnené vhodné podmienky.

8.2.4.2. Odstránenie zo zapečatených zásobníkov

V prostredí stabilizácie PM sa vzorky PM odstránia zo zapečatených zásobníkov. Filtre sa môžu odstrániť zo svojich kaziet pre stabilizáciou alebo po nej. Keď sa filter odstráni z kazety, horná polovica kazety sa oddelí od spodnej polovice pomocou separátora konštruovaného na tento účel.

8.2.4.3. Elektrické uzemnenie

Na manipuláciu so vzorkami PM sa použijú elektricky uzemnené pinzety alebo pásy podľa opisu v bode 9.3.4.5.

8.2.4.4. Vizuálna kontrola

Zachytené vzorky PM a príslušné filtrovacie médiá sa kontrolujú vizuálne. Ak sa zdá, že podmienky filtra alebo zachytených vzoriek PM neboli splnené, alebo ak sa tuhé častice dotknú akéhokoľvek povrchu iného než je filter, vzorka sa nesmie použiť na určenie emisií tuhých častíc. V prípade kontaktu s iným povrchom sa príslušný povrch pred ďalším postupom musí očistiť.

8.2.4.5. Stabilizácia vzoriek PM

Na stabilizáciu sa vzorky PM umiestnia do jedného alebo viacerých zásobníkov, ktoré nie sú izolované od prostredia stabilizácie PM opísaného v bode 9.3.4.4. Vzorka PM sa stabilizuje počas jednej z nasledujúcich dôb, počas ktorých bolo stabilizačné prostredie v rámci špecifikácií v bode 9.3.4.4.:

(a) ak sa očakáva, že koncentrácia PM na celom povrchu filtra bude väčšia než 0,353 μg/mm^2, predpokladajúc zaťaženie 400 μg na 38 mm priemere činnej plochy filtra, filter sa vystaví pred vážením stabilizačnému prostrediu na aspoň 60 minút;

(b) ak sa očakáva, že koncentrácia PM na celom povrchu filtra bude menšia než 0,353 μg/mm^2, filter sa vystaví pred vážením stabilizačnému prostrediu na aspoň 30 minút;

(c) ak sa očakáva, že koncentrácia PM na celom povrchu filtra je neznáma, filter sa vystaví pred vážením stabilizačnému prostrediu na aspoň 60 minút;

8.2.4.6. Určenie hmotnosti filtra po skúške

Na určenie hmotnosti filtra po skúške sa zopakujú sa postupy uvedené v bode 8.2.3. (body 8.2.3.6. až 8.2.3.9.).

8.2.4.7. Celková hmotnosť

Každá vlastná hmotnosť filtra korigovaná na vztlak sa odpočíta od jeho príslušnej hmotnosti skúšobného filtra korigovanej na vztlak po skúške. Výsledkom je celková hmotnosť, m_{total}, ktorá sa použije vo výpočtoch emisií v prílohách A.7. a A.8.

9. MERACIE VYBAVENIE

9.1. Špecifikácia motorového dynamometra

9.1.1. Práca hriadeľa

Použije sa motorový dynamometer, ktorá má primerané charakteristiky na vykonanie príslušného pracovného cyklu, vrátane spôsobilosti splniť vhodné kritériá validácie cyklu. Môžu sa použiť tieto dynamometre:

(a) dynamometre na vírivý prúd alebo s hydraulickými brzdami;

(b) monitorovacie dynamometre striedavého alebo jednosmerného prúdu;

(c) jeden alebo niekoľko dynamometrov.

9.1.2. Nestály (prechodný) cyklus

Na meranie krútiaceho momentu sa môže použiť silomer alebo radový merač krútiaceho momentu. Keď sa použije silomer, signál krútiaceho momentu sa prenesie na os motora a zohľadní sa zotrvačná hmotnosť dynamometra. Zo

silomeru sa odčíta skutočný krútiaci moment motora a pripočíta sa zotrvačná hmotnosť brzdy vynásobená uhlovým zrýchlením. Systém kontroly musí taký výpočet vykonať v reálnom čase.

9.1.3. Príslušenstvo motora

Zohľadní sa práca príslušenstva motora potrebná na dodávku paliva, na mazanie alebo jeho ohrevu, alebo na prevádzku zariadenia na dodatočnú úpravu a príslušenstvo sa inštaluje v súlade s bodom 6.3.

9.2. Postup riedenia (ak je to použiteľné)

9.2.1. Podmienky riedidla a koncentrácie pozadia

Plynné zložky sa môžu merať v neriedenom alebo riedenom stave pričom si meranie PM vo všeobecnosti vyžaduje riedenie. Riedenie sa môže vykonávať systémom riedenia časti prietoku alebo plného prietoku. Keď sa použije riedenie, potom sa výfukový plyn môže riediť okolitým vzduchom, syntetickým vzduchom alebo dusíkom. V prípade merania plynných emisií musí mať riedidlo teplotu aspoň 15 °C. V prípade odberu vzoriek PM je teplota riedidla uvedená v bode 9.2.2. pre CVS a bode 9.2.3. pre PFD s premenlivým pomerom riedenia. Prietoková kapacita riediaceho systému musí byť dostatočne veľká, aby sa úplne eliminovala kondenzovaná voda v systéme riedenia a odberu vzoriek. Odvlhčenie riediaceho vzduchu pred vstupom do systému riedenia je povolené vtedy, keď je vysoká vlhkosť vzduchu. Steny riediaceho tunela môžu byť ohrievané alebo izolované ako aj potrubie za tunelom, aby sa zabránilo kondenzácii vody.

Pred zmiešaním riedidla s výfukovým plynom sa riedidlo môže predkondicionovať zvýšením alebo znížením jeho teploty alebo vlhkosti. Zložky sa z riedidla môžu odstrániť aby sa znížili ich koncentrácie pozadia. Na odstránenie zložiek alebo zohľadnenie koncentrácií pozadia sa vzťahujú tieto ustanovenia:

(a) koncentrácie pozadia v riedidle sa môžu merať a kompenzovať z hľadiska vplyvov pozadia na výsledky skúšky Pozri prílohy A.7-A.8 o výpočtoch, ktoré kompenzujú koncentrácie pozadia;

(b) na zohľadnenie PM pozadia sú k dispozícii tieto možnosti:

(i) na odstránenie pozadia PM sa riedidlo filtruje s vysoko účinnými filtrami vzduchových častíc (HEPA), ktoré majú počiatočnú minimálnu účinnosť zachytávania 99,97 % (pozri bod 3.1. o postupoch týkajúcich sa účinnosti filtrov HEPA);

(ii) na korekciu na pozadia PM bez filtrácie s HEPA nesmú PM pozadia prispievať viac než 50 % čistých PM zachytených na vzorkovacom filtri;

(iii) korekcia pozadia čistých PM s filtráciou HEPA je povolená bez obmedzenia.

9.2.2. Systém riedenia plného prietoku

Riedenie plného prietoku; systém odberu vzorky pri konštantnom objeme (CVS). Plný prietok neriedeného výfukového plynu sa riedi v riediacom tuneli. Konštantný prietok sa môže zachovávať udržiavaním teploty a tlaku pri prietokomeri v rámci limitov. V prípade premenlivého prietoku sa prietok

meria priamo aby sa mohli odoberať proporcionálne vzorky. Systém musí byť konštruovaný takto (pozri obrázok 9.1):

(a) použije sa tunel s vnútornými plochami z nehrdzavejúcej ocele. Celý riediaci tunel musí byť elektricky uzemnený;

(b) protitlak výfukového systému sa nesmie umelo zmenšiť systémom vstupu riediaceho vzduchu. Statický tlak v mieste, kde sa do tunela zavádza neriedený výfukový plyn sa udržiava v rozmedzí ±1,2 kPa atmosférického tlaku;

(c) na podporu zmiešavania sa neriedený výfukový plyn zavedie do tunela tak, že sa nasmeruje k východu z tunela pozdĺž osi tunela. Časť riediaceho vzduchu sa môže zaviesť radiálne od vnútorného povrchu tunela, aby sa minimalizovalo vzájomné pôsobenie so stenami tunela;

(d) Riedidlo. Na odber vzoriek PM sa musí byť teplota riedidla (okolitý vzduch, syntetický vzduch alebo dusík podľa bodu 9.2.1.) udržiavať v rozmedzí jedného z nasledujúcich rozsahov (možnosť):

   (i) od 293 do 303 K (od 20 do 30 °C); alebo

   (ii) od 293 do 325 K (od 20 do 52°C);

   v blízkosti vstupu do riediaceho tunela. Rozsah si zvolí zmluvná strana;

(e) Reynoldsovo číslo, *Re*, musí byť aspoň 4000 pre prúd zriedeného výfukového plynu, pričom *Re* je založené na vnútornom priemere riediaceho tunela. *Re* je definované v prílohách A.7-A.8. Overenie primeraného zmiešania sa vykoná počas presunu sondy na odber vzoriek cez priemer tunela, vertikálne aj horizontálne. Ak odozva analyzátora naznačuje akúkoľvek odchýlku presahujúcu ±2 % strednej nameranej koncentrácie, CVS musí pracovať pri vyššom prietoku alebo sa na zlepšenie zmiešavania inštaluje zmiešavacia lamela alebo dýza;

(f) Predkondicionovanie merania prietoku. Zriedený výfukovým plyn sa môže kondicionovať pred meraním jeho prietoku pokiaľ sa toto kondicionovanie uskutoční za sondami na odber ohrievaných vzoriek HC alebo PM takto:

   (i) môžu sa použiť usmerňovače prúdu, tlmiče pulzácie alebo oboje;

   (ii) môže sa použiť filter;

   (iii) na reguláciu teploty pred každým prietokomerom sa môže použiť výmenník tepla no musí sa to vykonať postupne v krokoch, aby sa zabránilo kondenzácii vody;

(g) Kondenzácia vody. Aby bolo zabezpečené, že sa meria prúd, ktorý zodpovedá nameranej koncentrácii musí sa zabrániť buď kondenzácii medzi miestom sondy na odber vzoriek a vstupom prietokomeru v riediacom tuneli, alebo sa môže povoliť kondenzácia vody a meria sa vlhkosť na vstupe prietokomeru. Steny riediaceho tunela alebo potrubie, ktorým prechádza prúd za tunelom sa môže zahrievať alebo izolovať, aby sa zabránilo kondenzácii vody. Kondenzácii vody treba zabrániť po celej dĺžke tunela. Prítomnosťou vlhkosti sa môžu niektoré zložky výfukového plynu zriediť alebo zničiť;

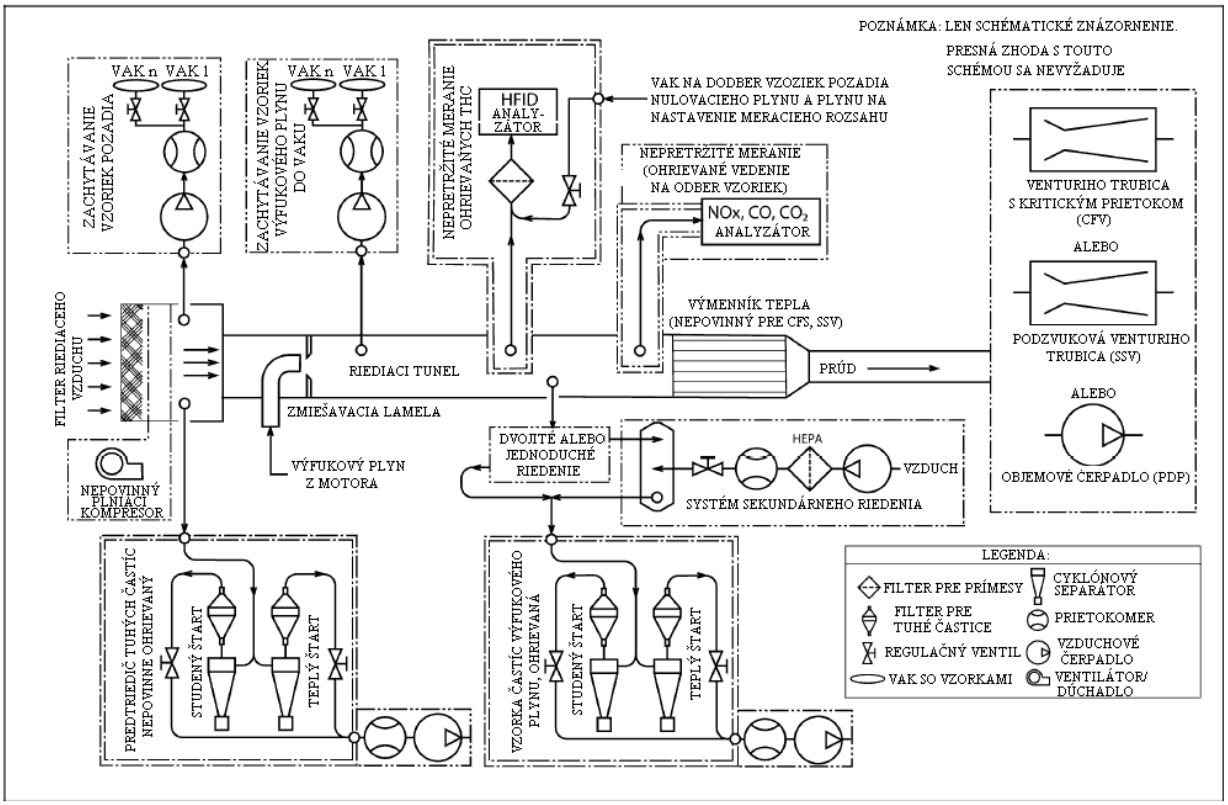
Na odber vzoriek PM už proporcionálny prúd prichádzajúci z CVS sa podrobí sekundárnemu riedeniu (jednému alebo niekoľkým) aby sa dosiahol požadovaný celkový riediaci pomer ako je znázornené na obrázku 9.2 a uvedené v bode 9.2.3.2;

(h) Minimálny celkový riediaci pomer musí byť v rozmedzí 5:1 až 7:1, a aspoň 2:1 pre etapu primárneho riedenia, a musí byť založený na maximálnom prietoku výfukového plynu z motora počas skúšobného cyklu alebo skúšobného intervalu;

(i) Celkový čas zotrvania v systéme je od 0,5 do 5 s, meraný z miesta zavedenia riedidla do držiaka(ov) filtra;

(j) Čas zotrvania v systéme sekundárneho riedenia, ak je k dispozícii, je aspoň 0,5 s, meraný z miesta zavedenia sekundárneho riedidla do držiaka(ov) filtra;

Na určenie hmotnosti tuhých častíc je potrebný systém odberu vzoriek tuhých častíc, filter vzoriek tuhých častíc, gravimetrické váhy a vážiaca komora regulovaná vzhľadom na teplotu a vlhkosť.



Obrázok 9.1 – Príklady usporiadania systému odberu vzoriek s riedením plného prietoku

9.2.3. Systém riedenia časti prietoku (PFD)

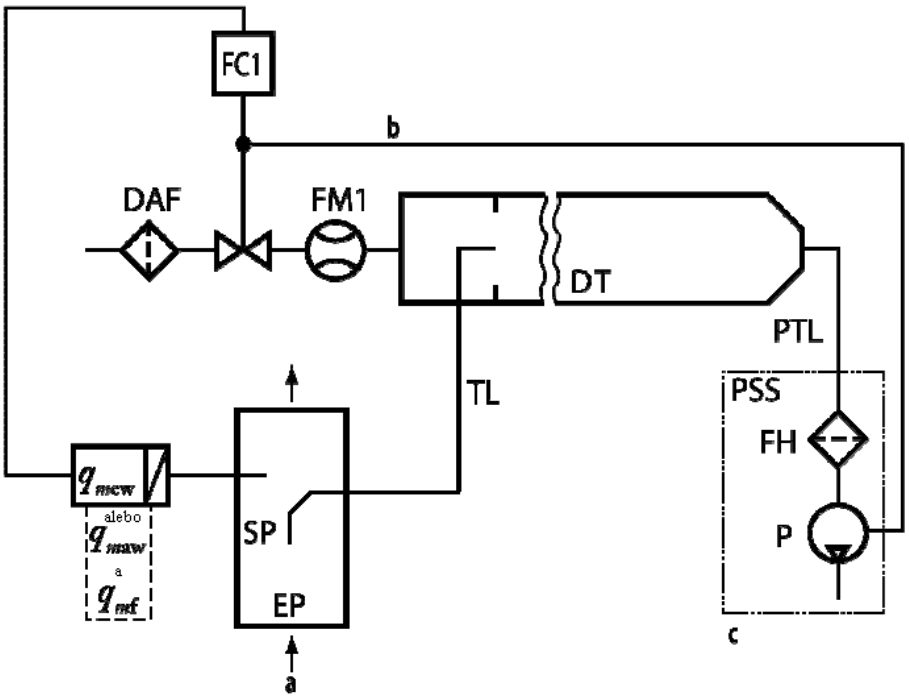
9.2.3.1. Opis systému riedenia časti prietoku

Na obrázku 9.2 je znázornená schéma systému PFD. Ide o všeobecnú schému znázorňujúcu princípy extrahovania vzorky, riedenia a odberu vzoriek PM. Neznamená to, že sú pre iné systémy odberu vzoriek, ktoré spĺňajú zámer odberu nevyhnutné všetky komponenty opísané na obrázku. Iné konfigurácie, ktoré nezodpovedajú tejto schéme sú povolené pod podmienkou, že slúžia

tomu istému účelu zachytávania vzoriek, riedenia a odberu vzoriek PM. Nemusia vyhovovať kritériám uvedeným v bode 8.1.8.6. (periodická kalibrácia) a 8.2.1.2. (validácia) v prípade premenlivého riedenia PFD a bode 8.1.4.5 ako aj tabuľke 8.2 (overenie linearity) a bode 8.1.8.5.7. (overenie) v prípade konštantného riedenia PFD.

Ako je znázornené na obrázku 9.2 sa neriedený výfukový plyn alebo primárne riedený prúd prenáša z výfukovej trubice EP alebo prípadne CVS do riediaceho tunela DT cez odberovú sondu SP a prenosové vedenie TL. Celkový prietok cez tunel sa nastaví regulátorom prietoku a čerpadlom na odber vzoriek P systému odberu tuhých častíc (PSS). V prípade proporcionálneho odberu vzoriek neriedeného výfukového plynu, sa prúd riediaceho vzduchu reguluje regulátorom prietoku FC1, ktorý môže používať q_{mew} (hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave) alebo q_{maw} (hmotnostný prietok nasávaného vzduchu v mokrom stave) a q_{mf} (hmotnostný prietok paliva) ako príkazové signály pre požadovaný odber vzoriek výfukového plynu. Prúd vzorky smerujúci do riediaceho tunela DT je rozdielom celkového prietoku a prúdu riediaceho vzduchu.

Prietok riediaceho vzduchu sa meria zariadením na meranie prietoku FM1, celkový prietok zariadením na meranie prietoku systému odberu vzoriek tuhých častíc. Riediaci pomer sa vypočíta t týchto dvoch prietokov. V prípade odberu vzoriek s konštantným riediacim pomerom neriedeného alebo riedeného výfukového plynu voči prietoku výfukového plynu (napr. sekundárne riedenie pre odber vzoriek PM), je prietok riediaceho vzduchu zvyčajne konštantný a regulovaný regulátorom prietoku FC1 alebo čerpadlom riediaceho vzduchu.



a = výfukový plyn z motora alebo primárne riedený prietok b = voliteľný c = odber vzoriek PM

Obrázok 9.2. – Schéma systému riedenia časti prietoku (typ odberu celej vzorky).

Komponenty obrázku 9.2:

DAF = Filter riediaceho vzduchu – Riediaci vzduch (okolitý vzduch, syntetický vzduch alebo dusík) sa filtruje vysokoúčinným vzdušným filtrom pre PM (HEPA),.
DT = Riediaci tunel alebo systém sekundárneho riedenia
EP = Výfuková trubica alebo systém primárneho riedenia
FC1 = Regulátor prietoku
FH = Držiak filtra
FM1 = Zariadenie na meranie prietoku, ktorým sa meria prietok riediaceho vzduchu
P = Odberové čerpadlo
PSS = Systém odberu vzoriek PM
PTL = Prenosové vedenie PM
SP = Sonda na odber vzoriek neriedeného alebo riedeného výfukového plynu
TL = Prenosové vedenie

Hmotnostné prietoky použiteľné len na proporcionálny odber vzoriek výfukového plynu PFD:
q_{mew} = Hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave
q_{maw} = Hmotnostný prietok nasávaného vzduchu v mokrom stave
qmf = Hmotnostný prietok paliva

9.2.3.2. Riedenie

Teplota riedidiel (okolitý vzduch, syntetický vzduch alebo dusík podľa bodu 9.2.1.) sa udržiava v rozmedzí jedného z nasledujúcich rozsahov (možnosť):

(a) od 293 do 303 K (od 20 do 30 °C); alebo

(b) od 293 do 325 K (od 20 do 52 °C);

v blízkosti vstupu do riediaceho tunela. Rozsah si zvolí zmluvná strana;

Je povolené odvlhčenie vzduchu pred vstupom do systému riedenia. Systém riedenia časti prietoku musí byť konštruovaný tak, aby sa oddelila proporcionálna vzorka neriedeného výfukového plynu z prúdu výfukového plynu z motora, takto sa reaguje na odchýlky v prietoku prúdu výfukového plynu, a aby sa zaviedol riediaci vzduch do tejto vzorky a dosiahla teplota pri skúšobnom filtri uvedená v bode 9.3.3.4.3. Preto je dôležité, aby sa riediaci pomer stanovil tak, aby boli splnené požiadavky na presnosť uvedené v bode 8.1.8.6.1.

Aby bolo zabezpečené, že sa meria prúd, ktorý zodpovedá nameranej koncentrácii musí sa zabrániť buď kondenzácii medzi miestom sondy na odber vzoriek a vstupom prietokomeru v riediacom tuneli, alebo sa môže povoliť kondenzácia vody a meria sa vlhkosť na vstupe prietokomeru. Systém PFD sa môže zahrievať alebo izolovať, aby sa zabránilo kondenzácii vody. Kondenzácii vody treba zabrániť po celej dĺžke tunela.

Minimálny celkový riediaci pomer musí byť v rozmedzí 5:1 až 7:1 a musí byť založený na maximálnom prietoku výfukového plynu z motora počas skúšobného cyklu alebo skúšobného intervalu;

Čas zotrvania v je aspoň 0,5 s, meraný z miesta zavedenia riedidla do držiaka(ov) filtra;

Na určenie hmotnosti tuhých častíc je potrebný systém odberu vzoriek tuhých častíc, filter vzoriek tuhých častíc, gravimetrické váhy a vážiaca komora regulovaná vzhľadom na teplotu a vlhkosť.

9.2.3.3. Uplatniteľnosť

PFD sa môže používať na oddelenie proporcionálnej vzorky neriedeného výfukového plynu pre každú dávku alebo na nepretržitý odber vzoriek PM a plynných emisií počas akéhokoľvek nestáleho pracovného cyklu, ustáleného pracovného cyklu alebo odstupňovaného modálneho cyklu.

Systém sa môže použiť aj na vopred zriedený výfukový plyn pomocou konštantného riediaceho pomeru, ktorým sa riedi už proporcionálny prietok (pozri obrázok 9.2). To je spôsob vykonávania sekundárneho riedenia z tunela CVS aby sa dosiahol celkový riediaci pomer pre odber vzoriek PM.

9.2.3.4. Kalibrácia

Kalibrácia PFD na oddelenie proporcionálnej vzorky neriedeného výfukového plynu posudzovaná v bode 8.1.8.6.

9.3. Postupy odberu vzoriek

9.3.1 Všeobecné požiadavky na odber vzoriek

9.3.1.1. Projektovanie a konštrukcia sondy

Sonda je prvým prvkom v systéme odberu vzoriek. Zasahuje do prúdu riedeného alebo neriedeného výfukového plynu a zachytáva vzorky tak, že jej vnútorné a vonkajšie plochy sú v kontakte s výfukovým plynom. Vzorka sa prepravuje zo sondy do prenosového vedenia.

Odberové sondy musia byť vyrobené s vnútornými plochami z nehrdzavejúcej ocele alebo, v prípade odberu vzoriek neriedeného výfukového plynu, z akéhokoľvek nereagujúceho materiálu schopného vydržať teploty neriedeného výfukového plynu. Odberové sondy sa umiestnia tam, kde sa zložky zmiešavajú tak, aby sa dosiahla stredná koncentrácia vzorky a kde je minimalizovaná možnosť vzájomného rušenia s inými sondami. Odporúča sa, aby sa všetky sondy udržiavali mimo vplyvu hraničných vrstiev, vírov a vírivých prúdov - najmä v blízkosti výstupu potrubia neriedeného výfukového plynu, kde by mohlo dôjsť k neúmyselnému riedeniu. Čistenie alebo preplachovanie sondy nesmie mať počas skúšky vplyv na ďalšiu sondu. Na oddelenie viac než jednej zložky sa môže použiť jediná sonda, pokiaľ spĺňa všetky špecifikácie tejto zložky.

9.3.1.2. Prenosové vedenia

Prenosové vedenia, ktoré prepravujú oddelenú vzorku zo sondy do analyzátora, skladovacie médium alebo systém riedenia musia mať čo najmenšiu dĺžku, aby sa analyzátory, skladovacie médium alebo systémy riedenia mohli umiestniť čo možno najbližšie k sonde. Počet ohybov v prenosovom vedení musí byť čo možno najmenší a polomer nevyhnutného ohybu musí byť čo možno najväčší.

9.3.1.3. Metódy odberu vzoriek

Pre nepretržitý odber vzoriek a odber v dávkach, uvedené v bode 7.2., platia tieto podmienky:

(a) keď sa oddeľuje z konštantného prietoku, odber vzorky sa vykonáva tiež pri konštantnom prietoku;

(b) keď sa oddeľuje z premenlivého prietoku, prietok vzorky sa mení úmerne s premenlivým prietokom;

(c) proporcionálny odber vzoriek sa potvrdzuje spôsobom opísaným v bode 8.2.1.

9.3.2. Odber vzoriek plynu

9.3.2.1. Odberové sondy

Na odber vzoriek plynných emisií sa použijú buď odberové sondy s jedným alebo viacerými otvormi. Sondy môžu byť orientované v ktoromkoľvek smere vo vzťahu k prúdu neriedeného alebo riedeného výfukovému plynu. V prípade niektorých sond sa teplota vzorky reguluje takto:

(a) v prípade sond, ktoré oddeľujú NO_x zo zriedeného výfukového plynu, teplota stien sondy sa reguluje tak, aby sa zabránilo kondenzácii vody;

(b) v prípade sond, ktoré oddeľujú uhľovodíky zo zriedeného výfukového plynu sa odporúča, aby sa teplota stien sondy regulovala približne na 190 ºC, aby sa minimalizovala kontaminácia.

9.3.2.2. Prenosové vedenia

Na odber vzoriek sa použijú sa prenosové vedenia s vnútornými plochami z nehrdzavejúcej ocele, PTFE, Viton™ alebo z akéhokoľvek iného materiálu, ktorý má lepšie vlastnosti. Použije sa nereagujúci materiál schopný vydržať teplotu výfukového plynu. Môžu sa použiť radové filtre, ak filter a jeho držiak spĺňajú rovnaké požiadavky na teplotu ako prenosové vedenie:

(a) v prípade prenosového vedenia na NO_x umiestneného buď pred konvertorom NO_2-na-NO, ktorý zodpovedá špecifikáciám uvedeným v bode 8.1.11.5., alebo za chladičom, ktorý zodpovedá špecifikáciám uvedeným v bode 8.1.11.4. sa musí udržiavať teplota vzorky, ktorá bráni kondenzácii vody;

(b) v prípade prenosového vedenia na THC sa udržiava teplota steny v rámci tolerancií (191 ±11) °C pozdĺž celého vedenia. Ak sa vzorky odoberajú z neriedeného výfukového plynu, nezahrievané, neizolované prenosové vedenie sa môže pripojiť priamo k sonde. Dĺžka a izolácia prenosového vedenia musia byť projektované tak, aby sa očakávaná najvyššia teplota neriedeného výfukového plynu udržala na hodnote minimálne 191 °C, meranej pri výstupe prenosového vedenia. V prípade odberu zriedenej vzorky je povolený prechodový úsek medzi sondou a prenosovým vedením v dĺžke do 0,92 m aby bola zaručená teplota steny (191 ±11) °C.

9.3.2.3 Komponenty kondicionovania vzorky

9.3.2.3.1. Sušiče vzorky

9.3.2.3.1.1. Požiadavky

Prístroj použitý na odstránenie vlhkosti musí spĺňať požiadavky uvedené v nasledujúcom bode. V rovnici (A.8-14) sa použije obsah vlhkosti 0,8 % objemu H_2O.

Pri najvyššej očakávanej koncentrácii vodnej pary H_m, musia techniky na odstránenia vody udržiavať vlhkosť CLD na hodnote ≤ 5 g voda/kg suchého vzduchu (alebo okolo 0,8 % objemu H_2O), čo je 100 % relatívnej vlhkosti pri 3,9 °C a 101,3 kPa. Táto špecifikácia vlhkosti je ekvivalentná cca 25 % relatívnej vlhkosti pri 25 °C a 101.3 kPa. To sa môže preukázať meraním

teploty pri výstupe tepelného odvlhčovača alebo meraním vlhkosti v mieste hneď za CLD.

9.3.2.3.1.2. Povolený typ sušiča vzoriek a postup odhadu obsahu vlhkosti za sušičom

Na zníženie účinkov vody na meranie plynných emisií sa môže použiť ktorýkoľvek z typov sušiča opísaných v tomto bode.

(a) Ak sa použije sušič s osmotickou membránou pred každým analyzátorom plynu alebo skladovacie médium, musí spĺňať tepelné špecifikácie uvedené v bode 9.3.2.2. Monitoruje sa rosný bod, T_{dew}, absolútny tlak, p_{total}, za sušičom s osmotickou membránou. Množstvo vody sa vypočíta podľa príloh A.7-A.8 pomocou nepretržite zaznamenávaných hodnôt T_{dew} a p_{total} alebo ich maximálnych hodnôt pozorovaných počas skúšky alebo ich medzných nastavovacích bodov. Ak sa nevykonáva priame meranie, menovitý p_{total} je daný najnižším absolútnym tlakom sušiča očakávaným počas skúšky. Monitoruje sa rosný bod, T_{dew}, a absolútny tlak, p_{total}, za sušičom vzorky;

(b) Nesmie sa použiť chladič pred systémom merania THC pre vznetové motory. Ak sa použije chladič pred konvertorom NO_2-na-NO alebo v systéme odberu vzoriek bez konvertora NO_2-na-NO, chladič musí spĺňať požiadavky kontroly zníženia účinnosti na NO_2 uvedené v bode 8.1.11.4. Musí sa monitorovať rosný bod, T_{dew}, a absolútny tlak, p_{total}, za sušičom s osmotickou membránou. Množstvo vody sa vypočíta podľa príloh A.7.-A.8 pomocou nepretržite zaznamenávaných hodnôt T_{dew} a p_{total} alebo ich maximálnych hodnôt pozorovaných počas skúšky alebo ich medzných nastavovacích bodov. Ak sa nevykonáva priame meranie, menovitý p_{total} je daný najnižším absolútnym tlakom sušiča očakávaným počas skúšky. Monitoruje sa rosný bod, T_{dew}, a absolútny tlak, p_{total}, za sušičom vzorky. Ak sa môže určiť predpokladaný stupeň nasýtenia v chladiči, môže sa vypočítať T_{dew} založené na známej účinnosti chladiča a nepretržitom monitorovaní teploty chladiča, $T_{chiller}$. Ak nie sú hodnoty $T_{chiller}$ nepretržite zaznamenávané, ich maximálne hodnoty pozorované počas skúšky alebo ich medzné nastavovacie body sa môžu použiť ako konštantná hodnota na určenie konštantného množstva vody podľa príloh A.7-A.8. Ak je dôvod predpokladať, že $T_{chiller}$ sa rovná T_{dew}, $T_{chiller}$ sa môže použiť namiesto T_{dew} podľa príloh A.7-A.8. Ak je dôvod predpokladať, že existuje posun medzi konštantnou teplotou $T_{chiller}$ a T_{dew}, spôsobený ohrievaním známeho a stáleho množstva vzorky medzi výstupom chladiča a miestom merania teploty, táto predpokladaná hodnota posunu teploty sa môže vo forme súčiniteľa zahrnúť do výpočtov emisií. Platnosť akéhokoľvek predpokladu uvedeného v tomto bode sa preukáže technickou analýzou alebo na základe údajov.

9.3.2.3.2. Vzorkovacie čerpadlá

Pre akýkoľvek plyn sa použijú sa vzorkovacie čerpadlá pred analyzátorom alebo skladovacím médiom. Musia sa použiť vzorkovacie čerpadlá so stenami z nehrdzavejúcej ocele, PTFE alebo z akéhokoľvek iného materiálu, ktorý má lepšie vlastnosti pri odbere vzoriek emisií. V prípade niektorých vzorkovacích čerpadiel sa teplota reguluje takto:

(a) ak sa použije vzorkovacie čerpadlo na NO_x umiestnené buď pred konvertorom NO_2-na-NO, ktorý spĺňa požiadavky bodu 8.1.11.5., alebo pred chladičom, ktorý spĺňa požiadavky bodu 8.1.11.4., musí sa zahrievať aby sa zabránilo kondenzácii vody;

(b) ak sa použije vzorkovacie čerpadlo na THC umiestnené pred analyzátorom THC alebo skladovacím médiom, jeho vnútorná plocha sa musí zahriať s toleranciou (191 ±11 °C).

9.3.2.4. Skladovacie médium vzorky

V prípade odberu vzoriek do vaku, sa objem plynu skladuje v dostatočne čistých zásobníkoch, ktoré neprepúšťajú plyn vo väčšej miere alebo sú plynotesné. Na určenie prijateľných prahov čistoty a nepriepustnosti skladovacieho média sa použije osvedčená technická prax. Aby sa zásobník vyčistil môže sa opakovane prepláchnuť alebo vyprázdniť a môže sa zahrievať. Použije sa pružný zásobník (ako napr. vak) v prostredí s regulovanou teplotou alebo pevný zásobník s regulovanou teplotou, ktorý sa na začiatku vyprázdni alebo s obsahom, ktorý sa vytlačil napr. súpravou piestu a valca. Použijú sa zásobníky, ktoré spĺňajú špecifikácie uvedené v nasledujúcej tabuľke 9.1.

CO, CO_2, O_2, CH_4, C_2H_6, C_3H_8, NO, NO_2[1]	Tedlar™,[2] Kynar ™,[2] Teflon™,[3] alebo nehrdzavejúca oceľ[3]
THC, NMHC	Teflon™ [4] alebo nehrdzavejúca oceľ[4]
[1]	Pokiaľ sa zabráni kondenzácii vody v skladovacom zásobníku.
[2]	Až do 40 °C.
[3]	Až do 202 °C.
[4]	Pri (191 ±11) °C.

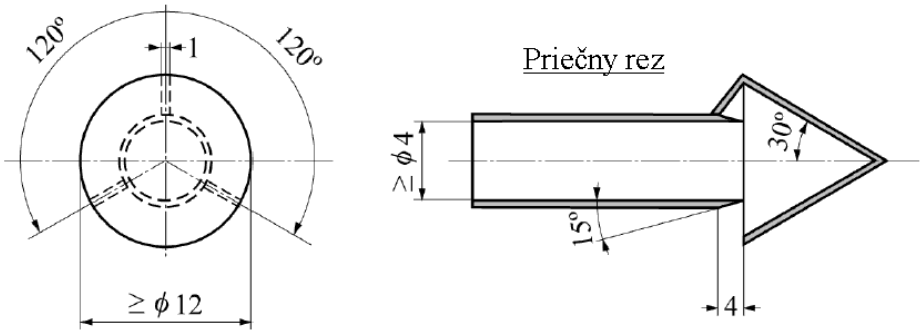
Tabuľka 9.1 – Materiály zásobníka na odber vzoriek plynov v dávkach

9.3.3. Odber vzoriek PM

9.3.3.1. Odberové sondy

Použijú sa sondy PM s jedným otvorom na konci. Sondy PM musia byť orientované priamo proti prúdu.

Sondy PM môžu by chránené kužeľom, ktorý zodpovedá požiadavkám znázorneným na obrázku 9.3. V takom prípade sa nesmie použiť predtriedič opísaný v bode 9.3.3.3.



Obrázok 9.3 – Schéma odberovej sondy s predtriedičom v tvare kužeľa

9.3.3.2. Prenosové vedenia

Na minimalizáciu teplotných rozdielov medzi prenosovými vedeniami a prvkami výfukového potrubia sa odporúčajú izolované alebo zahrievané prenosové vedenia alebo vyhrievané kryty. Použijú sa prenosové vedenia, ktoré nereagujú s PM a sú elektricky vodivé na vnútorných plochách. Odporúča sa použiť prenosové vedenia PM vyrobené z nehrdzavejúcej ocele; každý materiál iný než nehrdzavejúca oceľ musí spĺňať rovnaké výkonnostné požiadavky ako nehrdzavejúca oceľ. Vnútorný povrch prenosových vedení PM musí byť elektricky uzemnený.

9.3.3.3. Predtriedič

Na odstránenie tuhých častíc s veľkým priemerom je povolené použiť predtriedič PM, ktorý sa inštaluje v systéme riedenia priamo pred držiakom filtra. Povolený je len jeden predtriedič. Ak sa použije sonda kužeľovitého tvaru (pozri obrázok 9.3), použitie predtriediča je zakázané.

Predtriedičom PM môže byť buď inertný prachový filter alebo cyklónový separátor. Musí byť vyrobený z nehrdzavejúcej ocele. Predtriedič musí byť konštruovaný tak aby sa odstránilo aspoň 50 % PM pri aerodynamickom priemere 10 µm a maximálne 1 % PM pri aerodynamickom priemere 1 µm v celom rozsahu prietokov, pre ktoré sa použije. Výstup predtriediča sa konfiguruje pomocou obtoku každého filtra na odber vzoriek PM tak, aby sa mohol prietok predtriediča stabilizovať pred začiatkom skúšky. Filter na odber vzoriek PM sa umiestni do 75 cm za výstupom predtriediča..

9.3.3.4. Filter na odber vzoriek

Vzorky zriedeného výfukového plynu za zachytávajú na filtri ktorý spĺňa požiadavky bodov 9.3.3.4.1. až 9.3.3.4.4. počas priebehu skúšky.

9.3.3.4.1. Špecifikácia filtra

Všetky typy filtrov musia mať účinnosť záchytu častíc s priemerom 0,3 µm DOP (di-oktylftalát) aspoň 99,7 %. Na preukázanie splnenia tejto požiadavky sa môžu použiť merania výrobcu filtra na odber vzoriek, ktoré odrážajú charakteristiky výrobku. Materiálom filtra môže byť buď:

(a) sklenené vlákno potiahnuté fluórkarbónom (PTFE); alebo

(b) fluórkarbónová membrána (PTFE).

Ak očakávaná čistá hmotnosť PM na filter presahuje 400 µg, môže sa použiť filter a minimálnou počiatočnou účinnosťou záchytu 98 %.

9.3.3.4.2. Veľkosť filtra

Menovitá veľkosť priemeru filtra je 46,50 mm ± 0,6 mm.

9.3.3.4.3. Regulácia riedenia a teploty vzoriek PM

Vzorky PM sa riedia aspoň raz pred prenosovými vedeniami v prípade systému CVS a za prenosovými vedeniami v prípade systému PFD (pozri bod 9.3.3.2. týkajúci sa prenosových vedení). Teplota vzorky sa má kontrolovať s toleranciou (47 ± 5) °C, pričom sa meria kdekoľvek do 200 mm pred alebo 200 mm za skladovacím médiom PM. Vzorka PM sa má zahrievať alebo ochladzovať hlavne v podmienkach riedenia ako je uvedené v bode 9.2.1.(a).

9.3.3.4.4. Rýchlosť prechodu cez čelo filtra

Rýchlosť prechodu cez čelo filtra musí byť v rozmedzí od 0,90 do 1,00 m/s s menej než 5 % zaznamenaných hodnôt prietoku presahujúcich tento rozsah. Ak celková hmotnosť PM presiahne 400 µg, rýchlosť prechodu cez čelo sa môže znížiť. Rýchlosť prechodu cez čelo sa meria ako objemový prietok vzorky pri tlaku pred filtrom a teplote čela filtra, vydelený exponovanej plochy filtra. Ak je pokles tlaku od prístroja na odber vzoriek PM po filter menší než 2 kPa, ako tlak pred filtrom sa použije tlak na výstupe potrubia alebo tlak tunela CVS.

9.3.3.4.5 Držiak filtra

Na minimalizáciu turbulentného usadzovania a na rovnomerné usadzovanie PM na filtri sa na prechod z vnútorného priemeru prenosového vedenia na exponovaný priemer čela filtra použije kužeľ s uhlom rozbiehavosti 12,5° (od stredu). Na tento prechod sa použije nehrdzavejúca oceľ.

9.3.4. Prostredie stabilizácie a váženia PM na gravimetrickú analýzu

9.3.4.1. Prostredie na gravimetrickú analýzu

V tejto časti sa opisujú dve prostredia požadované na stabilizáciu a váženie PM na gravimetrickú analýzu: prostredie stabilizácie PM, v ktorom sú filtre uskladnené pred vážením; a prostredie váženia, v ktorom sú umiestnené váhy. Tieto dve prostredia môžu byť v spoločnom priestore.

Obe prostredia t. j. na stabilizáciu a váženie sa musia udržiavať bez nečistôt okolia ako je prach, aerosóly alebo poloprchavý materiál, ktoré by mohli znečistiť vzorky PM.

9.3.4.2. Čistota

Musí sa overiť čistota prostredia stabilizácie PM pomocou referenčných filtrov, ako je opísané v bode 8.1.12.1.4.

9.3.4.3. Teplota komory

Teplota komory (alebo miestnosti), v ktorej sa kondicionujú a vážia filtre častíc pri teplote 22 °C ± 1 °C počas celého kondicionovania a váženia. Vlhkosť sa musí udržiavať pri rosnom bode 9,5 °C ± 1 °C a relatívnej vlhkosti 45 % ± 8 %. Ak sú prostredia stabilizácie a váženia oddelené, prostredie stabilizácie sa udržiava pri teplote 22 °C ± 3 °C.

9.3.4.4. Overenie podmienok okolia

Pri použití meracích prístrojov, ktoré spĺňajú špecifikácie v bode 9.4., musia sa overiť tieto podmienky okolia:

(a) Zaznamená sa rosný bod a teplota okolia. Tieto hodnoty sa použijú na zistenie, či sa prostredie stabilizácie a váženia udržalo v rámci tolerancií uvedených v bode 9.3.4.3. tohto oddielu aspoň 60 minút pred vážením filtrov;

(b) Zaznamenáva sa nepretržite atmosférický tlak v prostredí váženia. Prijateľnou alternatívou je použitie barometra, ktorý meria atmosférický tlak mimo prostredia váženia pokiaľ sa zabezpečí, že atmosférický tlak pri váhach je vždy v rozmedzí ±100 Pa celkového atmosférického tlaku. Musia sa zabezpečiť prostriedky na zaznamenávanie najnovšieho

atmosférického tlaku, keď sa váži každá vzorka PM. Táto hodnota sa použije pri výpočte korekcie na vztlak PM podľa bodu 8.1.12.2.

9.3.4.5. Inštalácia váh

Váhy sa inštalujú takto:

(a) inštalujú sa na plošine izolovanej od vibrácií aby sa izoloval vonkajší hluk a vibrácie;

(b) musia byť chránené pred konvekčným prúdom vzduchu elektricky uzemneným prúd rozptyľujúcim krytom.

9.3.4.6. Statický elektrický výboj

Statický elektrický výboj sa musí v prostredí váh minimalizovať takto:

(a) váhy sa elektricky uzemnia;

(b) ak sa so vzorkami PM zaobchádza ručne, použijú sa pinzety z nehrdzavejúcej ocele;

(c) pinzety sa uzemnia uzemňovacími pásmi alebo uzemňovacie pásy použije prevádzkovateľ tak, aby mali spoločnú základňu s váhami;

(d) použije sa neutralizátor statickej elektriny tak, že sa elektricky uzemní spolu s váhami, aby sa odstránil zo vzoriek PM elektrický statický výboj.

9.4. Meracie prístroje

9.4.1. Úvod

9.4.1.1. Rozsah platnosti

V tomto bode sú vymedzené meracie prístroje a príslušné systémové požiadavky týkajúce sa skúšania emisií. To zahŕňa laboratórne prístroje na meranie parametrov motora, podmienok okolia, parametrov vzťahujúcich sa k prietoku a koncentrácie emisií (neriedených alebo zriedených).

9.4.1.2. Druhy prístrojov

Každý prístroj uvedený v tomto gtp sa musí používať tak, ako je opísané v tomto gtp (o meraných množstvách zabezpečovaných týmito prístrojmi pozri tabuľku 8.2). Vždy keď sa prístroj uvedený v tomto gtp použije nešpecifikovaným spôsobom, alebo sa použije namiesto neho iný prístroj, uplatňujú sa požiadavky na zabezpečenie ekvivalentnosti podľa bodu 5.1.3. Keď sa na konkrétne meranie použije viac než jeden prístroj, jeden z nich musí byť na požiadanie identifikovaný homologizačným alebo certifikačným orgánom ako referenčný aby sa preukázalo, že alternatívny postup je ekvivalentný špecifikovanému postupu.

9.4.1.3. Rezervné systémy

S predchádzajúcim súhlasom homologizačného alebo certifikačného orgánu sa môžu pre všetky meracie prístroje opísané v tomto bode na výpočet výsledkov skúšky v jednej skúške použiť údaje z mnohých prístrojov. Zaznamenajú sa výsledky zo všetkých prístrojov a uložia sa primárne (neupravené) údaje podľa bodu 5.3. Táto požiadavka platí bez ohľadu nato, či sa pri výpočtoch skutočne použijú alebo nepoužijú merania.

9.4.2. Zaznamenávanie a overovanie údajov

Skúšobný systém musí byť schopný aktualizovať údaje, zaznamenávať údaje a overovať systémy vo vzťahu k požiadavkám prevádzkovateľa, dynamometru, zariadeniu na odber vzoriek a meracím prístrojom. Musia sa použiť také systémy získavania a overovania údajov, ktoré môžu zaznamenávať údaje s minimálnymi frekvenciami, ako je uvedené v tabuľke 9.2 (táto tabuľka sa nevzťahuje na skúšanie v nespojitom režime).

Príslušný bod skúšobného protokolu	Merané hodnoty	Minimálna frekvencia príkazov a overovania	Minimálna frekvencia zaznamenávania
7.6.	Otáčky a krútiaci moment počas postupného mapovania motora	1 Hz	1 priemerná hodnota na krok
7.6.	Otáčky a krútiaci moment počas mapovania motora pri zvyšovaní otáčok	5 Hz	1 Hz v priemere
7.8.3.	Referenčné a spätnoväzbové otáčky a krútiace momenty v nestálom pracovnom cykle	5 Hz	1 Hz v priemere
7.8.2.	Referenčné a spätnoväzbové otáčky a krútiace momenty v stálom a odstupňovanom modálnom pracovnom cykle	1 Hz	1 Hz
7.3.	Nepretržité koncentrácie neriedených plynov v analyzátore	N/A	1 Hz
7.3.	Nepretržité koncentrácie zriedených plynov v analyzátore	N/A	1 Hz
7.3.	Koncentrácie neriedených alebo zriedených plynov odoberaných v dávkach v analyzátore	N/A	1 priemerná hodnota na skúšobný interval
7.6. 8.2.1.	Prietok zriedených výfukových plynov pri CVS s výmenníkom tepla pred prístrojom na meranie prietoku	N/A	1 Hz
7.6. 8.2.1.	Prietok zriedených výfukových plynov pri CVS bez výmenníka tepla pred prístrojom na meranie prietoku	5 Hz	1 Hz v priemere
7.6. 8.2.1.	Prietok nasávaného vzduchu alebo výfukových plynov (na meranie neriedených plynov v nestálom cykle)	N/A	1 Hz v priemere
7.6. 8.2.1.	Riediaci vzduch ak je aktívne regulovaný		1 Hz v priemere
7.6. 8.2.1.	Prietok vzorky pri CVS s výmenníkom tepla		1 Hz
7.6. 8.2.1.	Prietok vzorky pri CVS bez výmenníka tepla		1 Hz v priemere

Tabuľka 9.2: Minimálne frekvencie zaznamenávania a overovania

9.4.3. Prevádzkové charakteristiky meracích prístrojov

9.4.3.1. Prehľad

Skúšobný systém ako celok musí spĺňať všetky príslušné kritéria kalibrácie, overovania a hodnovernosti skúšok uvedené v bode 8.1., vrátane požiadaviek na kontrolu linearity v bode 8.1.4. a 8.2. Prístroje musia zodpovedať špecifikáciám uvedeným v tabuľke 9.2 pre všetky rozsahy, ktoré sa majú použiť pri skúšaní. Okrem toho sa musí uchovávať celá dokumentácia od výrobcov prístrojov preukazujúca, že prístroj spĺňa špecifikácie uvedené v tabuľke 9.2.

9.4.3.2. Požiadavky na komponenty

V tabuľke 9.3 sú uvedené špecifikácie meničov krútiaceho momentu, otáčok a tlaku, snímače teploty a rosného bodu a iné prístroje. Celý systém merania daného fyzikálneho a chemického množstva musí spĺňať požiadavky na overenie linearity uvedené v bode 8.1.4. Na meranie plynných emisií sa môžu na špecifickú skúšku motora použiť analyzátory s kompenzačnými algoritmami, ktoré sú funkciami ostatných meraných plynných komponentov a vlastností paliva. Každý kompenzačný algoritmus musí zabezpečiť len kompenzáciu posunu bez vplyvu na zvýšenie (t. j. bez skreslenia).

Merací prístroj	Symbol nameraného množstva	Čas nábehu celého systému	Frekvencia aktualizácie záznamu	Presnosť[(a)]	Opakovateľnosť[(a)]
Menič otáčok motora	n	1 s	1 Hz v priemere	2,0 % pt. alebo 0,5 % max	1,0 % pt. alebo 0,25 % max
Menič krútiaceho momentu motora	T	1 s	1 Hz v priemere	2,0 % pt. alebo 1,0 % max	1,0 % pt. alebo 0,5 % max
Merač prietoku paliva (Merač celkového prietoku paliva)		5 s (N/A)	1 Hz (N/A)	2,0 % pt. alebo 1,5 % max	1,0 % pt. alebo 0,75 % max
Merač celkového množstva zriedeného výfukového plynu (CVS) (s výmenníkom tepla pred meračom)		1 s (5 s)	1 Hz v priemere (1 Hz)	2,0 % pt. alebo 1,5 % max	1,0 % pt. alebo 0,75 % max
Merač riediaceho vzduchu, nasávaného vzduchu, výfukového plynu a prietoku vzorky		1 s	1 Hz v priemere s frekvenciou odberu vzorky 5 Hz	2,5 % pt. alebo 1,5 % max	1,25 % pt. alebo 0,75 % max
Nepretržite pracujúci analyzátor neriedeného plynu	x	2,5 s	2 Hz	2,0 % pt. alebo 2,0 % priemeru	1,0 % pt. alebo 1,0 % priemeru
Nepretržite pracujúci analyzátor zriedeného plynu	x	5 s	1 Hz	2,0 % pt. alebo 2,0 % priemeru	1,0 % pt. alebo 1,0 % priemeru
Nepretržite pracujúci analyzátor plynu	x	5 s	1 Hz	2,0 % pt. alebo 2,0 % priemeru	1,0 % pt. alebo 1,0 % priemeru
Analyzátor plynu odoberaného v dávkach	x	N/A	N/A	2,0 % pt. alebo 2,0 % priemeru	1,0 % pt. alebo 1,0 % priemeru
Gravimetrické váhy PM	m_{PM}	N/A	N/A	Pozri bod 9.4.11.	0,5 µg
Zotrvačníkové váhy PM	m_{PM}	5 s	1 Hz	2,0 % pt. alebo 2,0 % priemeru	1,0 % pt. alebo 1,0 % priemeru

(a) Presnosť a opakovateľnosť sa určuje pomocou tých istých zaznamenaných údajov ako sú uvedené v bode 9.4.3., a sú založené na absolútnych hodnotách. "pt." sa vzťahuje na celkovú priemernú hodnotu očakávanú pri emisnom limite; "max." sa vzťahuje na maximálnu hodnotu očakávanú pri emisnom limite počas pracovného cyklu, nie na maximum meracieho rozsahu prístroja; "meas." sa vzťahuje na skutočnú hodnotu nameranú počas pracovného cyklu.

Tabuľka 9.3 - Odporúčané výkonnostné špecifikácie meracích prístrojov

9.4.4. Meranie parametrov motora & podmienok prostredia

9.4.4.1. Snímače otáčok a krútiaceho momentu

9.4.4.1.1. Použitie

Prístroje na meranie vstupnej a výstupnej práce musia spĺňať špecifikácie uvedené v tomto bode. Odporúčajú sa snímače, meniče a merače spĺňajúce špecifikácie uvedené v tabuľke 9.3. Všeobecné systémy na meranie vstupnej a výstupnej práce musia spĺňať požiadavky na overenie linearity uvedené v bode 8.1.4.

9.4.4.1.2. Práca hriadeľa

Práca a výkon sa vypočítajú z výstupných hodnôt meničov otáčok a krútiaceho momentu podľa bodu 9.4.4.1. Všeobecné systémy na meranie otáčok a krútiaceho momentu musia spĺňať požiadavky na kalibráciu a overovania uvedené v bodoch 8.1.7. a 8.1.4.

Musí sa kompenzovať krútiaci moment spôsobený zrýchľujúcimi a spomaľujúcimi komponentmi pripojenými k zotrvačníku, ako je hnací hriadeľ a rotor dynamometra.

9.4.4.2. Meniče tlaku, snímače teploty a rosného bodu

Všeobecné systémy na meranie tlaku, teploty a rosného bodu musia spĺňať požiadavky na kalibráciu uvedené v bode 8.1.7. Meniče tlaku musia byť umiestnené v tepelne regulovanom prostredí, alebo sa musia zmeny teploty kompenzovať v ich očakávanom prevádzkovom rozsahu. Materiál meničov musí byť kompatibilný s meranou kvapalinou.

9.4.5. Merania vzťahujúce sa k prúdu

V prípade každého typu prietokomera (paliva, nasávaného vzduchu, neriedeného výfukového plynu, zriedeného výfukového, vzorky), sa prúd kondicionuje tak, ako je potrebné na to, aby sa zabránilo vplyvu turbulencií, vírov, cirkulácie a pulzácie prúdenia na presnosť alebo opakovateľnosť merača. U niektorých meračov sa to dá splniť použitím dostatočnej dĺžky rovného potrubia (ako napr. dĺžka rovná aspoň 10 priemerom potrubia) alebo použitím osobitne konštruovaných ohybov (kolien) potrubia, vyrovnávacích (usmerňovacích) lamiel, štrbinových dosiek (alebo tlmičov pneumatických impulzov v prípade meračov prietoku paliva) aby sa určil stály a predvídateľný rýchlostný profil pred meračom.

9.4.5.1 Merač prietoku paliva

Všeobecný systém na meranie prietoku paliva musí spĺňať požiadavky na kalibráciu uvedené v bode 8.1.8.1. Pri každom meraní prietoku paliva sa musí počítať s palivom obtekajúcim motor alebo vracajúcim sa z motora od palivovej nádrže.

9.4.5.2. Merač prietoku nasávaného vzduchu

Všeobecný systém na meranie prietoku nasávaného vzduchu musí spĺňať požiadavky na kalibráciu uvedené v bode 8.1.8.2.

9.4.5.3. Merač prietoku neriedeného výfukového plynu

9.4.5.3.1. Požiadavky na komponenty

Všeobecný systém na meranie prietoku neriedeného výfukového plynu musí spĺňať požiadavky na linearitu uvedené v bode 8.1.4. Každý merač prietoku neriedeného výfukového plynu musí byť konštruovaný tak, aby boli kompenzované zmeny v termodynamike neriedeného výfukového plynu, prúdení a podmienkach zloženia.

9.4.5.3.2. Čas odozvy prietokomeru

Na účely regulácie systému riedenia časti prietoku, aby sa získala proporcionálna vzorka neriedeného výfukového plynu, musí byť čas odozvy prietokomeru kratší než čas vyžadovaný v tabuľke 9.2. V prípade systémov riedenia časti prietoku s reguláciou pracujúcou v online režime musí prietokomer spĺňať špecifikácie uvedené v bode 8.2.1.2.

9.4.5.3.3. Chladenie výfukového plynu

Je povolené chladenie výfukového plynu pred prietokomerom s týmito obmedzeniami:

(a) vzorky PM sa nesmú odoberať za chladičom;

(b) ak chladenie z teploty nad 202 °C zníži teplotu pod 180 °C, vzorky NMHC sa nesmú odoberať za chladičom;

(c) ak chladenie spôsobí kondenzáciu vody, vzorky NO_x sa nesmú odoberať za chladičom, pokiaľ chladič nespĺňa požiadavky na overenie funkčnosti uvedené v bode 8.1.11.4;

(d) ak chladenie spôsobí kondenzáciu vody predtým, než prúd dosiahne prietokomer, rosný bod T_{dew} a tlak p_{total} sa merajú pri vstupe prietokomeru. Tieto hodnoty sa použijú pri výpočtoch emisií podľa príloh A.7-A.8.

9.4.5.4. Merač prietoku riediaceho vzduchu a zriedeného výfukového plynu

9.4.5.4.1. Použitie

Okamžité prietoky zriedeného výfukového plynu alebo celkového prietoku zriedeného výfukového plynu počas časového intervalu sa určia pomocou merača prietoku zriedeného výfukového plynu. Prietoky neriedeného výfukového plynu alebo celkového neriedeného výfukového plynu počas časového intervalu sa môžu vypočítať z rozdielu medzi meračom prietoku zriedeného výfukového plynu a meračom prietoku riediaceho vzduchu.

9.4.5.4.2. Požiadavky na komponenty

Všeobecný systém merania prietoku zriedeného výfukového plynu musí spĺňať požiadavky na kalibráciu a overovanie uvedené v bodoch 8.1.8.4. a 8.1.8.5. Môžu sa použiť tieto merače:

(a) v prípade odberu vzoriek pri konštantnom objeme (CVS) celkového prietoku výfukového plynu s môže použiť Venturiho trubica s kritickým prietokom (CFV) alebo niekoľko Venturiho trubíc s kritickým prietokom usporiadaných paralelne, objemové čerpadlo (PDP), podzvuková Venturiho trubica (SSV), alebo ultrazvukový prietokomer (UFM). V kombinácii s výmenníkom tepla pred prístrojom, buď CFV alebo PDP budú fungovať aj ako pasívny regulátor prietoku tým, že sa udrží konštantná teplota zriedeného výfukového plynu v systéme CVS;

(b) v prípade systému riedenia časti prietoku (PFD) sa môže použiť kombinácia akéhokoľvek prietokomeru s akýmkoľvek aktívnym systémom regulácie prietoku, aby sa zachoval proporcionálny odber vzoriek zložiek výfukového plynu. Môže sa regulovať celkový prietok zriedeného výfukového plynu, alebo prietok jednej alebo viacerých vzoriek, alebo kombinácia týchto regulátorov prietoku, aby sa zachoval proporcionálny odber vzoriek.

V prípade akéhokoľvek iného systému riedenia sa môže použiť prvok laminárneho prúdenia, podzvukový prietokomer, podzvuková Venturiho trubica, Venturiho trubica s kritickým prietokom alebo niekoľko Venturiho trubíc s kritickým prietokom usporiadaných paralelne, objemový merač, merač množstva tepla, homogénna Pitotova trubica alebo drôtený anemometer.

9.4.5.4.3. Chladenie výfukového plynu

Zriedený výfukový plyn pred meračom zriedeného prietoku sa môže chladiť, pokiaľ sa dodržiavajú tieto ustanovenia:

(a) vzorky PM sa nesmú odoberať za chladičom;

(b) ak chladenie z teploty nad 202 °C zníži teplotu pod 180 °C, vzorky NMHC sa nesmú odoberať za chladičom;

(c) ak chladenie spôsobí kondenzáciu vody, vzorky NO_x sa nesmú odoberať za chladičom, pokiaľ chladič nespĺňa požiadavky na overenie funkčnosti uvedené v bode 8.1.11.4;

(d) ak chladenie spôsobí kondenzáciu vody predtým, než prúd dosiahne prietokomer, rosný bod T_{dew} a tlak p_{total} sa merajú pri vstupe prietokomeru. Tieto hodnoty sa použijú pri výpočtoch emisií podľa príloh A.7-A.8.

9.4.5.5. Merač prietoku vzorky v prípade odberu vzoriek v dávkach

Na určenie prietokov vzorky alebo celkových prietokov, z ktorých sa odoberajú vzorky počas časového intervalu, sa môže použiť merač prietoku vzorky. Rozdiel medzi dvoma prietokomermi sa môže použiť na výpočet prietoku vzorky v riediacom tuneli napr. na meranie čiastočne riedeného prietoku PM a meranie sekundárne riedeného prietoku PM. Špecifikácie týkajúce sa diferenciálneho merania prietoku na získanie proporcionálnej vzorky neriedeného výfukového plynu sú uvedené v bode 8.1.8.6.1. a kalibrácia diferenciálneho merania prietoku je uvedená v bode 8.1.8.6.2.

Všeobecný systém merača prietoku vzorky musí spĺňať požiadavky na kalibráciu uvedené v bode 8.1.8.

9.4.5.6. Rozdeľovač plynu

Na zmiešavanie kalibračných plynov sa môže použiť rozdeľovač plynu. Použije sa rozdeľovač plynu, ktorý zmiešava plyny podľa špecifikácií uvedených v bode 9.5.1. a koncentrácií očakávaných počas skúšania. Môžu sa použiť rozdeľovače plynu s kritickým prietokom, rozdeľovače plynu s kapilárnou trubicou alebo rozdeľovače plynu s meračom množstva tepla. V prípade potreby sa môžu použiť korekcie viskozity (ak to nerobí vnútorný softvér rozdeľovača plynu) na zabezpečenie správneho rozdelenia plynu. Systém rozdeľovača plynu musí spĺňať požiadavky na overovanie uvedené v bode 8.1.4.5. Nepovinne sa zmiešavacie zariadenie môže kontrolovať

prístrojom, ktorý je svojím charakterom lineárny, napr. pomocou CLD s použitím plynu NO. Hodnota meracieho rozsahu prístroja sa nastaví plynom na nastavenie meracieho rozsahu priamo pripojeným k prístroju. Rozdeľovač plynu sa kontroluje pri používaných nastaveniach a menovitá hodnota sa porovná s nameranou pomocou prístroja.

9.4.6. Merania CO a CO_2

Na meranie koncentrácií CO a CO_2 v neriedenom alebo zriedenom výfukovom plyne pri odbere v dávkach alebo nepretržitom odbere sa použije nedisperzný infračervený analyzátor (NDIR). Systém založený na NDIR musí spĺňať požiadavky na kalibráciu a overovanie uvedené v bode 8.1.8.1.

9.4.7. Meranie uhľovodíkov

9.4.7.1. Plameňový ionizačný detektor

9.4.7.1.1. Použitie

Na meranie koncentrácií uhľovodíkov v neriedenom alebo zriedenom výfukovom plyne pri odbere v dávkach alebo nepretržitom odbere sa použije ohrievaný plameňový ionizačný detektor (FID). Koncentrácie uhľovodíkov sa určia na základe na základe ekvivalentu uhlíka 1, C_1. Hodnoty metánových alebo nemetánových uhľovodíkov sa určia podľa opisu uvedeného v bode 9.4.7.1.4. Ohrievané analyzátory FID musia byť zabezpečené na všetkých povrchoch, ktoré sú vystavené emisiám pri teplote 191 ±11 °C.

9.4.7.1.2. Požiadavky na komponenty

Systém založený na FID na meranie THC alebo CH_4 musí spĺňať všetky požiadavky na overenie merania uhľovodíkov uvedené v bode 8.1.10.

9.4.7.1.3. Palivo a vzduch horáka FID

Palivo a vzduch horáka FID musia spĺňať špecifikácie uvedené v bode 9.5.1. Palivo a vzduch horáka FID sa nesmú zmiešavať pred vstupom do analyzátora FID aby bolo zabezpečené, že analyzátor FID pracuje v podmienkach difúzneho horenia a nie podmienkach horenia vopred pripravenej zmesi..

9.4.7.1.4. Metán

Analyzátory FID merajú celkové uhľovodíky (THC). Na určenie nemetánových uhľovodíkov (NMHC), metán CH_4 sa musí kvantifikovať buď odlučovačom nemetánových uhľovodíkov a analyzátorom FID, ako je opísané v bode 9.4.7.2., alebo plynovým chromatografom ako je opísané v bode 9.4.7.3. V prípade analyzátora FID použitého na určenie NMHC, jeho faktor odozvy na CH_4, RF_{CH4}, sa určí podľa bodu 8.1.10.1. Výpočty vzťahujúce sa k NMHC sú uvedené v prílohách A.7-A.8.

9.4.7.1.5. Predpoklad metánu

Namiesto merania metánu je povolené predpokladať, že 2 % nameraných celkových uhľovodíkov pripadá na metán, ako je opísané v prílohách A.7-A.8.

9.4.7.2. Odlučovač nemetánových uhľovodíkov

9.4.7.2.1. Použitie

Na meranie CH_4 pomocou analyzátora FID sa môže použiť odlučovač nemetánových uhľovodíkov. Odlučovač nemetánových uhľovodíkov

okysličuje všetky nemetánové uhľovodíky na CO_2 a H_2O. Odlučovač nemetánových uhľovodíkov sa môže použiť v prípade neriedeného alebo zriedeného výfukového plynu pri odbere vzoriek v dávkach alebo nepretržitom odbere vzoriek.

9.4.7.2.2. Účinnosť systému

Účinnosť odlučovača nemetánových uhľovodíkov sa určí podľa bodu 8.1.10.3. a výsledky sa použijú na výpočet emisií NMHC v A.7. a A.8.

9.4.7.2.3. Usporiadanie

Odlučovač nemetánových uhľovodíkov musí byť usporiadaný s obtokovým vedením na overenie podľa bodu 8.1.10.3.

9.4.7.2.4. Optimalizácia

Môže sa optimalizovať odlučovač nemetánových uhľovodíkov, aby sa maximalizoval prienik CH_4 a oxidácia všetkých ostatných uhľovodíkov. Vzorka môže byť zvlhčená a zriedená čisteným vzduchom alebo kyslíkom (O_2) pred odlučovačom nemetánových uhľovodíkov aby sa optimalizovali jeho prevádzkové vlastnosti. Akékoľvek zvlhčovanie e riedenie vzorky sa započíta do výpočtov.

9.4.7.3. Plynový chromatograf

Použitie: na meranie koncentrácií CH_4 v zriedenom výfukovom plyne pri odbere vzoriek v dávkach sa môže použiť plynový chromatograf. Hoci sa odlučovač nemetánových uhľovodíkov môže použiť aj na meranie CH_4 podľa bodu 9.4.7.2., referenčný postup založený na plynovom chromatografe sa použije na porovnanie s akýmkoľvek navrhovaným alternatívnym postupom merania podľa bodu 5.3.

9.4.8. Merania NO_x

Na meranie NO_x sú určené dva meracie prístroje a ktorýkoľvek z nich sa môže použiť za predpokladu, že spĺňa kritériá uvedené v bode 9.4.8.1. alebo prípadne 9.4.8.2. Chemiluminescenčný detektor sa použije ako referenčný postup na porovnanie s akýmkoľvek navrhovaným alternatívnym postupom merania podľa bodu 5.3.

9.4.8.1. Chemiluminescenčný detektor

9.4.8.1.1. Použitie

Na meranie koncentrácií NO_x v neriedenom alebo zriedenom výfukovom plyne pri odbere vzoriek v dávkach sa použije chemiluminescenčný detektor (CLD) spojený s konvertorom NO_2-na-NO.

9.4.8.1.2. Požiadavky na komponenty

Systém založený na CLD musí spĺňať požiadavky na overenie krížovej citlivosti uvedené v bode 8.1.11.1. Môže sa použiť ohrievaný alebo neohrievaný CLD a CLD, ktorý pracuje pri atmosférickom tlaku alebo vo vákuu.

9.4.8.1.3. Konvertor NO_2-na-NO

Vnútorný alebo vonkajší konvertor NO_2-na-NO, ktorý spĺňa požiadavky na overovanie uvedené v bode 8.1.11.5. sa umiestni pred CLD, pričom sa konvertor nakonfiguruje s obtokom aby sa uľahčilo také overovanie.

9.4.8.1.4. Vplyvy vlhkosti

Zachovávajú sa všetky tepelné parametre CLD aby sa zabránilo kondenzácii vody. Na odstránenie vlhkosti zo vzorky pred CLD sa použije jedna z nasledujúcich konfigurácií:

(a) CLD je zapojený za akýmkoľvek sušičom alebo chladičom, ktorý je za konvertorom NO_2-na-NO spĺňajúcim požiadavky na overovanie uvedené v bode 8.1.11.5.;

(b) CLD je zapojený za akýmkoľvek sušičom alebo tepelným chladičom, ktorý spĺňa požiadavky na overovanie uvedené v bode 8.1.11.4.

9.4.8.1.5. Čas odozvy

Na zlepšenie času odozvy CLD sa môže použiť ohrievaný CLD.

9.4.8.2. Nedisperzný ultrafialový analyzátor

9.4.8.2.1. Použitie

Na meranie koncentrácií NO_x v neriedenom alebo zriedenom výfukovom plyne pri odbere vzoriek v dávkach alebo pri nepretržitom odbere sa použije nedisperzný ultrafialový analyzátor (NDUV).

9.4.8.2.2. Požiadavky na komponenty

Systém založený na NDUV musí spĺňať požiadavky na overovanie uvedené v bode 8.1.11.3.

9.4.8.2.3. Konvertor NO_2-na-NO

Ak analyzátor NDUV meria len NO, vnútorný alebo vonkajší konvertor NO_2-na-NO, ktorý spĺňa požiadavky na overovanie uvedené v bode 8.1.11.5. sa umiestni pred analyzátorom NDUV. Konvertor sa nakonfiguruje s obtokom aby sa uľahčilo také overovanie.

9.4.8.2.4. Vplyvy vlhkosti

Zachovávajú sa všetky tepelné parametre NDUV, pričom sa použije jedna z nasledujúcich konfigurácií:

(a) NDUV sa pripojí za každým sušičom alebo chladičom, ktorý je umiestnený za konvertorom NO_2-na-NO, ktorý spĺňa požiadavky na overovanie uvedené v bode 8.1.11.5;

(b) NDUV sa pripojí za každým sušičom alebo tepelným chladičom, ktorý spĺňa požiadavky na overovanie uvedené v bode 8.1.11.4.

9.4.9. Merania O_2

Na meranie koncentrácie O2 v neriedenom alebo zriedenom výfukovom plyne pri odbere v dávkach alebo nepretržitom odbere sa použije analyzátor paramagnetickej detekcie (PMD) alebo magneto pneumatickej detekcie.

9.4.10. Merania pomeru vzduchu a paliva

Na meranie pomeru vzduchu a paliva v neriedenom výfukovom plyne pri nepretržitom odbere sa môže použiť zirkónový analyzátor (ZrO_2). Na výpočet prietoku výfukového plynu podľa príloh A.7-A.8 sa môžu použiť merania O_2 v nasávanom vzduchu alebo merania prietoku paliva.

9.4.11. Merania PM gravimetrickými váhami

Na meranie čistej hmotnosti PM zachytených na filtrovacom médiu vzorky sa použijú váhy. Minimálnou požiadavkou na rozlišovaciu schopnosť váh je opakovateľnosť na úrovni maximálne 0,5 mikrogramu odporúčanej v tabuľke 9.3. Ak váhy na obyčajné nastavenie meracieho rozsahu a overenie linearity použijú vnútorné kalibračné závažia, tieto musia spĺňať špecifikácie uvedené v bode 9.5.2. Váhy sa nastavia na optimálny čas a stabilitu v mieste, na ktorom sa nachádzajú.

9.5. Analytické plyny a normy hmotnosti

9.5.1. Analytické plyny

Analytické plyny musia spĺňať špecifikácie týkajúce sa presnosti a čistoty uvedené v tomto oddiele.

9.5.1.1. Špecifikácie plynov

Uvažuje sa s týmito špecifikáciami plynov:

(a) na nastavenie meracích prístrojov na nulu a na zmiešavanie s kalibračnými plynmi sa použijú čistené plyny. Použijú sa plyny so znečistením, ktoré nie je vyššie, než sú najvyššie z nasledujúcich hodnôt v plynovej fľaši alebo na výstupe generátora nulovacieho plynu:

(i) 2 % znečistenie, merané vo vzťahu k priemernej očakávanej normovanej koncentrácii. Napríklad ak sa očakáva koncentrácia CO rovná 100,0 µmol/mol, potom je povolené použiť nulovací plyn so znečistením CO menším alebo rovným 2,000 µmol/mol;

(ii) znečistenie uvedené v tabuľke 9.4, použiteľné pri meraní neriedeného alebo zriedeného plynu;

(iii) znečistenie uvedené v tabuľke 9.5, použiteľné pri meraní neriedeného plynu.

Komponent	Čistený syntetický vzduch[a]	Čistený N_2[a]
THC (ekvivalent C_1)	< 0,05 µmol/mol	< 0,05 µmol/mol
CO	< 1 µmol/mol	< 1 µmol/mol
CO_2	< 10 µmol/mol	< 10 µmol/mol
O_2	0,205 až 0,215 mol/mol	< 2 µmol/mol
NO_x	< 0,02 µmol/mol	< 0,02 µmol/mol
[a] Nevyžaduje sa, aby tieto úrovne čistoty zodpovedali medzinárodným a/alebo národným uznávaným normám.		

Tabuľka 9.4 - Limity znečistenia použiteľné na merania neriedeného alebo riedeného plynu [µmol/mol = ppm (3.2.)]

Komponent	Čistený syntetický vzduch[a]	Čistený N_2[a]
THC (ekvivalent C_1)	≤ 1 µmol/mol	≤ 1 µmol/mol
CO	≤ 1 µmol/mol	≤ 1 µmol/mol
CO_2	≤ 400 µmol/mol	≤ 400 µmol/mol
O_2	0,18 až 0,21 mol/mol	-
NO_x	≤ 0,1 µmol/mol	≤ 0,1 µmol/mol
[a] Nevyžaduje sa, aby tieto úrovne čistoty zodpovedali medzinárodným a/alebo národným uznávaným normám.		

Tabuľka 9.5 - Limity znečistenia použiteľné na merania neriedeného plynu [µmol/mol = ppm (3.2.)]

(b) S analyzátorom FID sa použijú tieto plyny:

(i) použije sa palivo FID s koncentráciou H_2 (0,39 až 0,41) mol/mol. Zmes nesmie obsahovať viac než 0,05 µmol/mol THC;

(ii) v horáku FID sa použije vzduch, ktorý spĺňa špecifikácie uvedené v písm. (a) tohto bodu;

(iii) nulovací plyn FID. Plameňový ionizačný analyzátor sa vynuluje čisteným vzduchom, ktorý spĺňa špecifikácie uvedené v písm. (a) tohto bodu s tou výnimkou, že koncentrácia O_2 v čistenom vzduchu môže mať akúkoľvek hodnotu;

(iv) propán, plyn na nastavenie meracieho rozsahu FID. Nastaví sa merací rozsah analyzátora FID THC a kalibruje sa pomocou kalibračných koncentrácií propánu C_3H_8. Kalibruje sa na základe ekvivalentu uhlíka 1 (C_1);

(v) metán, plyn na nastavenie meracieho rozsahu FID. Ak sa merací rozsah analyzátora FID CH_4 vždy nastavuje a kalibruje s odlučovačom nemetánových uhľovodíkov, potom sa merací rozsah FID nastavuje a kalibruje pomocou kalibračných koncentrácií metánu CH_4. Kalibruje sa na základe ekvivalentu uhlíka 1 (C_1);

(c) Použijú sa tieto zmesi plynov s plynmi zodpovedajúcimi s toleranciou ±1,0 % skutočných hodnôt medzinárodným a/alebo národným uznaným normám alebo iným normám týkajúcim sa plynov, ktoré sú schválené:

(i) CH_4, čistený syntetický vzduch a/alebo N_2 (podľa potreby);

(ii) C_2H_6, čistený syntetický vzduch a/alebo N_2 (podľa potreby);

(iii) C_3H_8, čistený syntetický vzduch a/alebo N_2 (podľa potreby);

(iv) CO, čistený N_2;

(v) CO_2, čistený N_2;

(vi) NO, čistený N_2;

(vii) NO_2, čistený syntetický vzduch;

(viii) O_2, čistený N_2;

(ix) C_3H_8, CO, CO_2, NO, čistený N_2;

(x) C_3H_8, CH_4, CO, CO_2, NO, čistený N_2.

(d) Môžu sa použiť plyny pre iné zlúčeniny než tie, ktoré sú uvedené v písm. (c) tohto bodu (ako napr. metanol vo vzduchu, ktorý sa môže použiť na stanovenie faktora(ov) odozvy), pokiaľ zodpovedajú s toleranciou ± 3,0 % podľa skutočných hodnôt medzinárodným a/alebo národným uznaným normám a musia spĺňať požiadavky na stabilitu uvedené v bode 9.5.1.2;

(e) Na riedenia plynov čisteným N_2 alebo čisteným syntetickým vzduchom sa môžu generovať vlastné kalibračné plyny sa pomocou presného zmiešavacieho zariadenia ako je napr. rozdeľovač plynu. Ak rozdeľovače plynu spĺňajú špecifikácie uvedené v bode 9.4.5.6, a zmiešavané plyny spĺňajú požiadavky uvedené v písm. (a) a (c) tohto bodu, výsledné zmesi sa považujú za zmesi spĺňajúce požiadavky bodu 9.5.1.1.

9.5.1.2. Koncentrácia a lehoty použiteľnosti

Zaznamená sa koncentrácia každého štandardného plynu a jeho lehota použiteľnosti stanovená dodávateľom plynu.

(a) Nesmie sa použiť žiadny kalibračný plyn, ktorého lehota použiteľnosti uplynula, s výnimkou ustanovenia písm. (b) tohto bodu.

(b) Po uplynutí lehoty použiteľnosti sa môže kalibračné plyny preštítkovať, ak to vopred schváli homologizačný alebo certifikačný orgán.

9.5.1.3. Prenos plynu

Plyny sa prepravia z ich zdroja do analyzátorov pomocou komponentov, ktoré sú určené len na reguláciu a prenos týchto plynov. Musí sa dodržať skladovacia doba všetkých kalibračných plynov. Zaznamená sa lehota použiteľnosti kalibračných plynov stanovená výrobcom.

9.5.2. Normy hmotnosti

Použijú sa kalibračné závažia váh PM, ktoré sú certifikované podľa medzinárodných a/alebo národných uznaných noriem v rámci 0,1 % neistoty. Kalibračné závažia môže kalibrovať každé kalibračné laboratórium, ktoré zodpovedá medzinárodným a/alebo národným normám. Je potrebné sa uistiť, že najmenšie kalibračné závažie nie je väčšie než 10 násobok hmotnosti nepoužitého média na odber vzoriek PM. Kalibračný protokol musí obsahovať aj hustotu závaží.

Príloha A.1

SKÚŠOBNÉ CYKLY

A.1.1. Skúška v ustálenom stave v nespojitom režime

(a) V prípade motorov s meniteľnými otáčkami sa vykoná nasledujúci 8-režimový cyklus[4/] na skúšobnom motore na dynamometri:

Číslo režimu	Otáčky motora	Krútiaci moment [%]	Váhový faktor
1	menovité	100	0,15
2	menovité	75	0,15
3	menovité	50	0,15
4	menovité	10	0,10
5	medziľahlé	100	0,10
6	medziľahlé	75	0,10
7	medziľahlé	50	0,10
8	voľnobežné	---	0,15

(b) v prípade motorov s konštantnými otáčkami sa vykoná nasledujúci 5-režimový cyklus[5/] na skúšobnom motore na dynamometri:

Číslo režimu	Otáčky motora	Krútiaci moment [%]	Váhový faktor
1	menovité	100	0,05
2	menovité	75	0,25
3	menovité	50	0,30
4	menovité	25	0,30
5	menovité	10	0,10

Hodnoty zaťaženia sú percentuálnymi hodnotami krútiaceho momentu zodpovedajúce menovitému základnému výkonu[6/] definovanému ako maximálny výkon, ktorý je dostupný počas periódy a meniteľnými režimami výkonu, ktoré môžu byť v prevádzke počas neobmedzeného počtu hodín za rok, medzi stanovenými intervalmi údržby a v stanovených okolitých podmienkach, pričom sa údržba vykonáva podľa pokynov výrobcu.

[4/] Totožný s cyklom C1 opísaným v bode 8.3. normy ISO 8178-4 : 2007.

[5/] Totožný s cyklom D2 opísaným v bode 8.4.. normy ISO 8178-4.

[6/] Pre lepšiu ilustráciu definície základného výkonu pozri obrázok 2 normy ISO 8528-1:1993(E).

A.1.2. Skúška s odstupňovaným modálnym skúšobným cyklom v ustálenom stave

(a) V prípade motorov s meniteľnými otáčkami sa vykoná nasledujúci 9-režimový cyklus na skúšobnom motore na dynamometri:

Režim RMC	Čas trvania režimu [s]	Otáčky motora [(a) (c)]	Krútiaci moment [%][(b) (c)]
1a ustálený	126	voľnobežné, zahriaty motor	0
1b nestály (prechodný)	20	lineárny prechod[(2)]	lineárny prechod
2a ustálený	159	medziľahlé	100
2b nestály (prechodný)	20	medziľahlé	lineárny prechod
3a ustálený	160	medziľahlé	50
3b nestály (prechodný)	20	medziľahlé	lineárny prechod
4a ustálený	162	lineárny prechod	75
4b nestály (prechodný)	20	menovité	lineárny prechod
5a ustálený	246	menovité	100
5b nestály (prechodný)	20	menovité	lineárny prechod
6a ustálený	164	menovité	10
6b nestály (prechodný)	20	menovité	lineárny prechod
7a ustálený	248	menovité	75
7b nestály (prechodný)	20	menovité	lineárny prechod
8a ustálený	247	menovité	50
8b nestály (prechodný)	20	lineárny prechod	lineárny prechod
9 ustálený	128	voľnobežné, zahriaty motor	0

(a) Podmienky otáčok motora ako v poznámke pod čiarou pri skúške v ustálenom stave s nespojitými režimami.
(b) Percentuálny podiel krútiaceho momentu je vo vzťahu k maximálnemu krútiacemu momentu pri predpísaných otáčkach motora.
(c) Prechod z jedného režimu do ďalšieho v rámci 20 s prechodovej fázy. Počas prechodovej fázy je daný príkaz na lineárny posun z nastavenia krútiaceho momentu súčasného režimu do nastavenia krútiaceho momentu ďalšieho režimu a súčasne príkaz na lineárny posun otáčok motora, ak dôjde k zmene nastavenia otáčok.

(b) V prípade motorov s konštantnými otáčkami nasledujúci 5-režimový pracovný cyklus sa použije v prípade skúšky s odstupňovaným modálnym skúšobným cyklom:

Režim RMC	Čas trvania režimu [s]	Otáčky motora [(a) (c)]	Krútiaci moment [%][(b) (c)]
1a ustálený	126	voľnobežné, zahriaty motor	0
1b nestály (prechodný)	20	lineárny prechod[(2)]	lineárny prechod
2a ustálený	159	medziľahlé	100
2b nestály (prechodný)	20	medziľahlé	lineárny prechod
3a ustálený	160	medziľahlé	50
3b nestály (prechodný)	20	medziľahlé	lineárny prechod
4a ustálený	162	lineárny prechod	75
4b nestály (prechodný)	20	menovité	lineárny prechod
5a ustálený	246	menovité	100

(b) Percentuálny podiel krútiaceho momentu je vo vzťahu k maximálnemu krútiacemu momentu.
(c) Prechod z jedného režimu do ďalšieho v rámci 20 s prechodovej fázy. Počas prechodovej fázy je daný príkaz na lineárny posun z nastavenia krútiaceho momentu súčasného režimu do nastavenia krútiaceho momentu ďalšieho režimu.

A.1.3. Nestály (prechodný) cyklus

(a) V prípade motorov s meniteľnými otáčkami sa použije nasledujúci úplný prechodný program skúšky (meniteľné otáčky a meniteľné zaťaženie) na motorovom dynamometri:

Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %
1	0	0	52	102	46	103	74	24
2	0	0	53	102	41	104.	77	6
3	0	0	54	102	31	105	76	12
4	0	0	55	89	2	106	74	39
5	0	0	56	82	0	107	72	30
6	0	0	57	47	1	108	75	22
7	0	0	58	23	1	109	78	64
8	0	0	59	1	3	110	102	24
9	0	0	60	1	8	111	103	28
10	0	0	61	1	3	112	103	28
11	0	0	62	1	5	113	103	19
12	0	0	63	1	6	114	103	32
13	0	0	64	1	4	115	104	25
14	0	0	65	1	4	116	103	38
15	0	0	66	0	6	117	103	39
16	0	0	67	1	4	118	103	34
17	0	0	68	9	21	119	102	44
18	0	0	69	25	56	120	103	38
19	0	0	70	64	26	121	102	43
20	0	0	71	60	31	122	103	34
21	0	0	72	63	20	123	102	41
22	0	0	73	62	24	124	103	44
23	0	0	74	64	8	125	103	37
24	1	3	75	58	44	126	103	27
25	1	3	76	65	10	127	104	13
26	1	3	77	65	12	128	104	30
27	1	3	78	68	23	129	104	19
28	1	3	79	69	30	130	103	28
29	1	3	80	71	30	131	104	40
30	1	6	81	74	15	132	104	32
31	1	6	82	71	23	133	101	63
32	2	1	83	73	20	134	102	54
33	4	13	84	73	21	135	102	52
34	7	18	85	73	19	136	102	51
35	9	21	86	70	33	137	103	40
36	17	20	87	70	34	138	104	34
37	33	42	88	65	47	139	102	36
38	57	46	89	66	47	140	104	44
39	44	33	90	64	53	141	103	44
40	31	0	91	65	45	142	104	33
41	22	27	92	66	38	143	102	27
42	33	43	93	67	49	144	103	26
43	80	49	94	69	39	145	79	53
44	105	47	95	69	39	146	51	37
45	98	70	96	69	42	147	24	23
46	104	36	97	71	29	148	13	33
47	104	65	98	75	29	149	19	55
48	96	71	99	72	23	150	45	30
49.	101	62	100	74	22	151	34	7
50	102	51	101	75	24	152	14	4
51	102	50	102	73	30	153	8	16

Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %
154	15	6	205	20	18	256	102	84
155	39	47	206	27	34	257	58	66
156	39	4	207	32	33	258	64	97
157	35	26	208	41	31	259	56	80
158	27	38	209	43	31	260	51	67
159	43	40	210	37	33	261	52	96
160	14	23	211	26	18	262	63	62
161	10	10	212	18	29	263	71	6
162	15	33	213	14	51	264	33	16
163	35	72	214	13	11	265	47	45
164	60	39	215	12	9	266	43	56
165	55	31	216	15	33	267	42	27
166	47	30	217	20	25	268	42	64
167	16	7	218	25	17	269	75	74
168	0	6	219	31	29	270	68	96
169	0	8	220	36	66	271	86	61
170	0	8	221	66	40	272	66	0
171	0	2	222	50	13	273	37	0
172	2	17	223	16	24	274	45	37
173	10	28	224	26	50	275	68	96
174	28	31	225	64	23	276	80	97
175	33	30	226	81	20	277	92	96
176	36	0	227	83	11	278	90	97
177	19	10	228	79	23	279	82	96
178	1	18	229	76	31	280	94	81
179	0	16	230	68	24	281	90	85
180	1	3	231	59	33	282	96	65
181	1	4	232	59	3	283	70	96
182	1	5	233	25	7	284	55	95
183	1	6	234	21	10	285	70	96
184	1	5	235	20	19	286	79	96
185	1	3	236	4	10	287	81	71
186	1	4	237	5	7	288	71	60
187	1	4	238	4	5	289	92	65
188	1	6	239	4	6	290	82	63
189	8	18	240	4	6	291	61	47
190	20	51	241	4	5	292	52	37
191	49	19	242	7	5	293	24	0
192	41	16	243	16	28	294	20	7
193	31	16	244	28	25	295	39	48
194	28	21	245	52	53	296	39	54
195	21	17	246	50	8	297	63	58
196	31	21	247	26	40	298	53	31
197	21	8	248	48	29	299	51	24
198	0	14	249	54	39	300	48	40
199	0	12	250	60	42	301	39	0
200	3	8	251	48	18	302	35	18
201	3	22	252	54	51	303	36	14
202	12	20	253	88	90	304	29	17
203	14	20	254	103	84	305	28	21
204	16	17	255	103	85	306	31	15

Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %
307	31	10	358	29	0	409	34	43
308	43	19	359	18	13	410	68	83
309	49	63	360	25	11	411	102	48
310	78	61	361	28	24	412	62	0
311	78	46	362	34	53	413	41	39
312	66	65	363	65	83	414	71	86
313	78	97	364	80	44	415	91	52
314	84	63	365	77	46	416	89	55
315	57	26	366	76	50	417	89	56
316	36	22	367	45	52	418	88	58
317	20	34	368	61	98	419	78	69
318	19	8	369	61	69	420	98	39
319	9	10	370	63	49	421	64	61
320	5	5	371	32	0	422	90	34
321	7	11	372	10	8	423	88	38
322	15	15	373	17	7	424	97	62
323	12	9	374	16	13	425	100	53
324	13	27	375	11	6	426	81	58
325	15	28	376	9	5	427	74	51
326	16	28	377	9	12	428	76	57
327	16	31	378	12	46	429	76	72
328	15	20	379	15	30	430	85	72
329	17	0	380	26	28	431	84	60
330	20	34	381	13	9	432	83	72
331	21	25	382	16	21	433	83	72
332	20	0	383	24	4	434	86	72
333	23	25	384	36	43	435	89	72
334	30	58	385	65	85	436	86	72
335	63	96	386	78	66	437	87	72
336	83	60	387	63	39	438	88	72
337	61	0	388	32	34	439	88	71
338	26	0	389	46	55	440	87	72
339	29	44	390	47	42	441	85	71
340	68	97	391	42	39	442	88	72
341	80	97	392	27	0	443	88	72
342	88	97	393	14	5	444	84	72
343	99	88	394	14	14	445	83	73
344	102	86	395	24	54	446	77	73
345	100	82	396	60	90	447	74	73
346	74	79	397	53	66	448	76	72
347	57	79	398	70	48	449	46	77
348	76	97	399	77	93	450	78	62
349	84	97	400	79	67	451	79	35
350	86	97	401	46	65	452	82	38
351	81	98	402	69	98	453	81	41
352	83	83	403	80	97	454	79	37
353	65	96	404	74	97	455	78	35
354	93	72	405	75	98	456	78	38
355	63	60	406	56	61	457	78	46
356	72	49	407	42	0	458	75	49
357	56	27	408	36	32	459	73	50

Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %
460	79	58	511	85	73	562	43	25
461	79	71	512	84	73	563	30	60
462	83	44	513	85	73	564	40	45
463	53	48	514	86	73	565	37	32
464	40	48	515	85	73	566	37	32
465	51	75	516	85	73	567	43	70
466	75	72	517	85	73	568	70	54
467	89	67	518	85	73	569	77	47
468	93	60	519	83	73	570	79	66
469	89	73	520	79	73	571	85	53
470	86	73	521	78	73	572	83	57
471	81	73	522	81	73	573	86	52
472	78	73	523	82	72	574	85	51
473	78	73	524	94	56	575	70	39
474	76	73	525	66	48	576	50	5
475	79	73	526	35	71	577	38	36
476	82	73	527	51	44	578	30	71
477	86	73	528	60	23	579	75	53
478	88	72	529	64	10	580	84	40
479	92	71	530	63	14	581	85	42
480	97	54	531	70	37	582	86	49
481	73	43	532	76	45	583	86	57
482	36	64	533	78	18	584	89	68
483	63	31	534	76	51	585	99	61
484	78	1	535	75	33	586	77	29
485	69	27	536	81	17	587	81	72
486	67	28	537	76	45	588	89	69
487	72	9	538	76	30	589	49	56
488	71	9	539	80	14	590	79	70
489	78	36	540	71	18	591	104	59
490	81	56	541	71	14	592	103	54
491	75	53	542	71	11	593	102	56
492	60	45	543	65	2	594	102	56
493	50	37	544	31	26	595	103	61
494	66	41	545	24	72	596	102	64
495	51	61	546	64	70	597	103	60
496	68	47	547	77	62	598	93	72
497	29	42	548	80	68	599	86	73
498	24	73	549	83	53	600	76	73
499	64	71	550	83	50	601	59	49
500	90	71	551	83	50	602	46	22
501	100	61	552	85	43	603	40	65
502	94	73	553	86	45	604	72	31
503	84	73	554	89	35	605	72	27
504	79	73	555	82	61	606	67	44
505	75	72	556	87	50	607	68	37
506	78	73	557	85	55	608	67	42
507	80	73	558	89	49	609	68	50
508	81	73	559	87	70	610	77	43
509	81	73	560	91	39	611	58	4
510	83	73	561	72	3	612	22	37

Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %
613	57	69	664	92	72	715	102	64
614	68	38	665	91	72	716	102	69
615	73	2	666	90	71	717	102	68
616	40	14	667	90	71	718	102	70
617	42	38	668	91	71	719	102	69
618	64	69	669	90	70	720	102	70
619	64	74	670	90	72	721	102	70
620	67	73	671	91	71	722	102	62
621	65	73	672	90	71	723	104	38
622	68	73	673	90	71	724	104	15
623	65	49	674	92	72	725	102	24
624	81	0	675	93	69	726	102	45
625	37	25	676	90	70	727	102	47
626	24	69	677	93	72	728	104	40
627	68	71	678	91	70	729	101	52
628	70	71	679	89	71	730	103	32
629	76	70	680	91	71	731	102	50
630	71	72	681	90	71	732	103	30
631	73	69	682	90	71	733	103	44
632	76	70	683	92	71	734	102	40
633	77	72	684	91	71	735	103	43
634	77	72	685	93	71	736	103	41
635	77	72	686	93	68	737	102	46
636	77	70	687	98	68	738	103	39
637	76	71	688	98	67	739	102	41
638	76	71	689	100	69	740	103	41
639	77	71	690	99	68	741	102	38
640	77	71	691	100	71	742	103	39
641	78	70	692	99	68	743	102	46
642	77	70	693	100	69	744	104	46
643	77	71	694	102	72	745	103	49
644	79	72	695	101	69	746	102	45
645	78	70	696	100	69	747	103	42
646	80	70	697	102	71	748	103	46
647	82	71	698	102	71	749	103	38
648	84	71	699	102	69	750	102	48
649	83	71	700	102	71	751	103	35
650	83	73	701	102	68	752	102	48
651	81	70	702	100	69	753	103	49
652	80	71	703	102	70	754	102	48
653	78	71	704	102	68	755	102	46
654	76	70	705	102	70	756	103	47
655	76	70	706	102	72	757	102	49
656	76	71	707	102	68	758	102	42
657	79	71	708	102	69	759	102	52
658	78	71	709	100	68	760	102	57
659	81	70	710	102	71	761	102	55
660	83	72	711	101	64	762	102	61
661	84	71	712	102	69	763	102	61
662	86	71	713	102	69	764	102	58
663	87	71	714	101	69	765	103	58

Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %
766	102	59	817	81	46	868	83	16
767	102	54	818	80	39	869	83	12
768	102	63	819	80	32	870	83	9
769	102	61	820	81	28	871	83	8
770	103	55	821	80	26	872	83	7
771	102	60	822	80	23	873	83	6
772	102	72	823	80	23	874	83	6
773	103	56	824	80	20	875	83	6
774	102	55	825	81	19	876	83	6
775	102	67	826	80	18	877	83	6
776	103	56	827	81	17	878	59	4
777	84	42	828	80	20	879	50	5
778	48	7	829	81	24	880	51	5
779	48	6	830	81	21	881	51	5
780	48	6	831	80	26	882	51	5
781	48	7	832	80	24	883	50	5
782	48	6	833	80	23	884	50	5
783	48	7	834	80	22	885	50	5
784	67	21	835	81	21	886	50	5
785	105	59	836	81	24	887	50	5
786	105	96	837	81	24	888	51	5
787	105	74	838	81	22	889	51	5
788	105	66	839	81	22	890	51	5
789	105	62	840	81	21	891	63	50
790	105	66	841	81	31	892	81	34
791	89	41	842	81	27	893	81	25
792	52	5	843	80	26	894	81	29
793	48	5	844	80	26	895	81	23
794	48	7	845	81	25	896	80	24
795	48	5	846	80	21	897	81	24
796	48	6	847	81	20	898	81	28
797	48	4	848	83	21	899	81	27
798	52	6	849	83	15	900	81	22
799	51	5	850	83	12	901	81	19
800	51	6	851	83	9	902	81	17
801	51	6	852	83	8	903	81	17
802	52	5	853	83	7	904	81	17
803	52	5	854	83	6	905	81	15
804	57	44	855	83	6	906	80	15
805	98	90	856	83	6	907	80	28
806	105	94	857	83	6	908	81	22
807	105	100	858	83	6	909	81	24
808	105	98	859	76	5	910	81	19
809	105	95	860	49	8	911	81	21
810	105	96	861	51	7	912	81	20
811	105	92	862	51	20	913	83	26
812	104	97	863	78	52	914	80	63
813	100	85	864	80	38	915	80	59
814	94	74	865	81	33	916	83	100
815	87	62	866	83	29	917	81	73
816	81	50	867	83	22	918	83	53

Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %
919	80	76	970	81	39	1021	82	35
920	81	61	971	81	38	1022	79	53
921	80	50	972	80	41	1023	82	30
922	81	37	973	81	30	1024	83	29
923	82	49	974	81	23	1025	83	32
924	83	37	975	81	19	1026	83	28
925	83	25	976	81	25	1027	76	60
926	83	17	977	81	29	1028	79	51
927	83	13	978	83	47	1029	86	26
928	83	10	979	81	90	1030	82	34
929	83	8	980	81	75	1031	84	25
930	83	7	981	80	60	1032	86	23
931	83	7	982	81	48	1033	85	22
932	83	6	983	81	41	1034	83	26
933	83	6	984	81	30	1035	83	25
934	83	6	985	80	24	1036	83	37
935	71	5	986	81	20	1037	84	14
936	49	24	987	81	21	1038	83	39
937	69	64	988	81	29	1039	76	70
938	81	50	989	81	29	1040	78	81
939	81	43	990	81	27	1041	75	71
940	81	42	991	81	23	1042	86	47
941	81	31	992	81	25	1043	83	35
942	81	30	993	81	26	1044	81	43
943	81	35	994	81	22	1045	81	41
944	81	28	995	81	20	1046	79	46
945	81	27	996	81	17	1047	80	44
946	80	27	997	81	23	1048	84	20
947	81	31	998	83	65	1049	79	31
948	81	41	999	81	54	1050	87	29
949	81	41	1000	81	50	1051	82	49
950	81	37	1001	81	41	1052	84	21
951	81	43	1002	81	35	1053	82	56
952	81	34	1003	81	37	1054	81	30
953	81	31	1004	81	29	1055	85	21
954	81	26	1005	81	28	1056	86	16
955	81	23	1006	81	24	1057	79	52
956	81	27	1007	81	19	1058	78	60
957	81	38	1008	81	16	1059	74	55
958	81	40	1009	80	16	1060	78	84
959	81	39	1010	83	23	1061	80	54
960	81	27	1011	83	17	1062	80	35
961	81	33	1012	83	13	1063	82	24
962	80	27	1013	83	27	1064	83	43
963	81	34	1014	81	58	1065	79	49
964	83	72	1015	81	60	1066	83	50
965	81	49	1016	81	46	1067	86	12
966	81	51	1017	80	41	1068	64	14
967	80	55	1018	80	36	1069	24	14
968	81	48	1019	81	26	1070	49	21
969	81	36	1020	86	18	1071	77	48

Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %
1072	103	11	1123	66	62	1174	76	8
1073	98	48	1124	74	29	1175	76	7
1074	101	34	1125	64	74	1176	67	45
1075	99	39	1126	69	40	1177	75	13
1076	103	11	1127	76	2	1178	75	12
1077	103	19	1128	72	29	1179	73	21
1078	103	7	1129	66	65	1180	68	46
1079	103	13	1130	54	69	1181	74	8
1080	103	10	1131	69	56	1182	76	11
1081	102	13	1132	69	40	1183	76	14
1082	101	29	1133	73	54	1184	74	11
1083	102	25	1134	63	92	1185	74	18
1084	102	20	1135	61	67	1186	73	22
1085	96	60	1136	72	42	1187	74	20
1086	99	38	1137	78	2	1188	74	19
1087	102	24	1138	76	34	1189	70	22
1088	100	31	1139	67	80	1190	71	23
1089	100	28	1140	70	67	1191	73	19
1090	98	3	1141	53	70	1192	73	19
1091	102	26	1142	72	65	1193	72	20
1092	95	64	1143	60	57	1194	64	60
1093	102	23	1144	74	29	1195	70	39
1094	102	25	1145	69	31	1196	66	56
1095	98	42	1146	76	1	1197	68	64
1096	93	68	1147	74	22	1198	30	68
1097	101	25	1148	72	52	1199	70	38
1098	95	64	1149	62	96	1200	66	47
1099	101	35	1150	54	72	1201	76	14
1100	94	59	1151	72	28	1202	74	18
1101	97	37	1152	72	35	1203	69	46
1102	97	60	1153	64	68	1204	68	62
1103	93	98	1154	74	27	1205	68	62
1104	98	53	1155	76	14	1206	68	62
1105	103	13	1156	69	38	1207	68	62
1106	103	11	1157	66	59	1208	68	62
1107	103	11	1158	64	99	1209	68	62
1108	103	13	1159	51	86	1210	54	50
1109	103	10	1160	70	53	1211	41	37
1110	103	10	1161	72	36	1212	27	25
1111	103	11	1162	71	47	1213	14	12
1112	103	10	1163	70	42	1214	0	0
1113	103	10	1164	67	34	1215	0	0
1114	102	18	1165	74	2	1216	0	0
1115	102	31	1166	75	21	1217	0	0
1116	101	24	1167	74	15	1218	0	0
1117	102	19	1168	75	13	1219	0	0
1118	103	10	1169	76	10	1220	0	0
1119	102	12	1170	75	13	1221	0	0
1120	99	56	1171	75	10	1222	0	0
1121	96	59	1172	75	7	1223	0	0
1122	74	28	1173	75	13	1224	0	0

Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %	Čas s	Norm. otáčky %	Norm. krútiaci moment %
1225	0	0						
1226	0	0						
1227	0	0						
1228	0	0						
1229	0	0						
1230	0	0						
1231	0	0						
1232	0	0						
1233	0	0						
1234	0	0						
1235	0	0						
1236	0	0						
1237	0	0						
1238	0	0						

Príloha A.2

ŠTATISTIKA

A.2.1. Aritmetický priemer

Aritmetický priemer, y , sa vypočíta takto:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{10} y_i}{N} \qquad \text{(A.2-1)}$$

A.2.2. Štandardná odchýlka

Štandardná odchýlka vzorky, ktoré neprechádza cez obtokový obvod (napr. N–1), σ, sa vypočíta takto:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} \left(y_i - \bar{y}\right)^2}{\left(N-1\right)}} \qquad \text{(A.2-2)}$$

A.2.3. Efektívna hodnota

Efektívna hodnota, rms_y, sa vypočíta takto:

$$rms_y = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i^2} \qquad \text{(A.2-3)}$$

A.2.4. *t*-test

Pomocou nasledujúcich rovní a tabuliek sa zistí sa, či sa údaje zhodujú s t-testom:

(a) v prípade nepárneho t-testu sa t štatistika a jeho číslo stupňov voľnosti, v, vypočítajú takto:

$$t = \frac{\left\|\bar{y}_{ref} - \bar{y}\right\|}{\sqrt{\frac{\sigma_{ref}^2}{N_{ref}} + \frac{\sigma_y^2}{N}}} \qquad \text{(A.2-4)}$$

$$v = \frac{\left(\frac{\sigma_{ref}^2}{N_{ref}} + \frac{\sigma_y^2}{N}\right)^2}{\frac{\left(\sigma_{ref}^2 / N_{ref}\right)^2}{N_{ref} - 1} + \frac{\left(\sigma_y^2 / N\right)^2}{N-1}} \qquad \text{(A.2-5)}$$

(b) v prípade párneho t-testu sa t štatistika a jeho číslo stupňov voľnosti, v, vypočítajú takto s tým, že ε_i sú chyby (napr. rozdiely) medzi každým párom y_{refi} a y_i:

$$t = \frac{\left|\bar{\varepsilon}\right| \cdot \sqrt{N}}{\sigma_\varepsilon} \qquad v = N - 1 \qquad \text{(A.2-6)}$$

(c) Tabuľka A.2.1 v tomto bode sa použije na porovnanie hodnôt t s hodnotami t_{crit} uvedenými v tabuľke s priradeným číslom stupňa voľnosti. Ak je t menšie než t_{crit}, potom t vyhovuje t-testu.

v	Istota	
	90 %	95%
1	6,314	12,706
2	2,920	4,303
3	2,353	3,182
4	2,132	2,776
5	2,015	2,571
6	1,943	2,447
7	1,895	2,365
8	1,860	2,306
9	1,833	2,262
10	1,812	2,228
11	1,796	2,201
12	1,782	2,179
13	1,771	2,160
14	1,761	2,145
15	1,753	2,131
16	1,746	2,120
18	1,734	2,101
20	1,725	2,086
22	1,717	2,074
24	1,711	2,064
26	1,706	2,056
28	1,701	2,048
30	1,697	2,042
35	1,690	2,030
40	1,684	2,021
50	1,676	2,009
70	1,667	1,994
100	1,660	1,984
1000+	1,645	1,960

Tabuľka A.2.1: Kritické hodnoty t priradeným číslom stupňa voľnosti, v

Na určenie hodnôt neuvedených v tabuľke sa použije lineárna interpolácia.

A.2.5. F-test

Štatistika F sa vypočíta takto:

$$F_y = \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{ref}} \qquad \text{(A.2-7)}$$

(a) v prípade F-testu s 90 % istotou sa tabuľka 2 uvedená v tomto bode použije na porovnanie hodnôt F hodnotami F_{crit90} uvedenými v tabuľke s $(N-1)$ a $(N_{ref}-1)$. Ak je F menšie než F_{crit90}, potom F vyhovuje F-testu s 90 % istotou;

(b) v prípade F-testu s 95 % istotou sa tabuľka 3 uvedená v tomto bode použije na porovnanie hodnôt F hodnotami F_{crit95} uvedenými v tabuľke s $(N-1)$ a $(N_{ref}-1)$. Ak je F menšie než F_{crit95}, potom F vyhovuje F-testu s 95 % istotou.

N-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	1000+
N_{ref}-1																			
1	39,86	49,50	53,59	55,83	57,24	58.20	58,90	59,43	59,85	60,19	60,70	61,.22	61,74	62,00	62,26	62,52	62,79	63,06	63,32
2	8,526	9,000	9,162	9,243	9,293	9,326	9,349	9,367	9,381	9,392	9,408	9,425	9,441	9,450	9,458	9,466	9,475	9,483	9,491
3	5,538	5,462	5,391	5,343	5,309	5,285	5,266	5,252	5,240	5,230	5,216	5,200	5,184	5,176	5,168	5,160	5,151	5,143	5,134
4	4,545	4,325	4,191	4,107	4,051	4,010	3,979	3,955	3,936	3,920	3,896	3,870	3,844	3,831	3,817	3,804	3,790	3,775	3,761
5	4,060	3,780	3,619	3,520	3,453	3,405	3,368	3,339	3,316	3,297	3,268	3,238	3,207	3,191	3,174	3,157	3,140	3,123	3,105
6	3,776	3,463	3,289	3,181	3,108	3,055	3,014	2,983	2,958	2,937	2,905	2,871	2,836	2,818	2,800	2,781	2,762	2,742	2,722
7	3,589	3,257	3,074	2,961	2,883	2,827	2,785	2,752	2,725	2,703	2,668	2,632	2,595	2,575	2,555	2,535	2,514	2,493	2,471
8	3,458	3,113	2,924	2,806	2,726	2,668	2,624	2,589	2,561	2,538	2,502	2,464	2,425	2,404	2,383	2,361	2,339	2,316	2,293
9	3,360	3,006	2,813	2,693	2,611	2,551	2,505	2,469	2,440	2,416	2,379	2,340	2,298	2,277	2,255	2,232	2,208	2,184	2,159
10	3,285	2,924	2,728	2,605	2,522	2,461	2,414	2,377	2,347	2,323	2,284	2,244	2,201	2,178	2,155	2,132	2,107	2,082	2,055
11	3,225	2,860	2,660	2,536	2,451	2,389	2,342	2,304	2,274	2,248	2,209	2,167	2,123	2,100	2,076	2,052	2,026	2,000	1,972
12	3,177	2,807	2,606	2,480	2,394	2,331	2,283	2,245	2,214	2,188	2,147	2,105	2,060	2,036	2,011	1,986	1,960	1,932	1,904
13	3,136	2,763	2,560	2,434	2,347	2,283	2,234	2,195	2,164	2,138	2,097	2,053	2,007	1,983	1,958	1,931	1,904	1,876	1,846
14	3,102	2,726	2,522	2,395	2,307	2,243	2,193	2,154	2,122	2,095	2,054	2,010	1,962	1,938	1,912	1,885	1,857	1,828	1,797
15	3,073	2,695	2,490	2,361	2,273	2,208	2,158	2,119	2,086	2,059	2,017	1,972	1,924	1,899	1,873	1,845	1,817	1,787	1,755
16	3,048	2,668	2,462	2,333	2,244	2,178	2,128	2,088	2,055	2,028	1,985	1,940	1,891	1,866	1,839	1,811	1,782	1,751	1,718
17	3,026	2,645	2,437	2,308	2,218	2,152	2,102	2,061	2,028	2,001	1,958	1,912	1,862	1,836	1,809	1,781	1,751	1,719	1,686
18	3,007	2,624	2,416	2,286	2,196	2,130	2,079	2,038	2,005	1,977	1,933	1,887	1,837	1,810	1,783	1,754	1,723	1,691	1,657
19	2,990	2,606	2,397	2,266	2,176	2,109	2,058	2,017	1,984	1,956	1,912	1,865	1,814	1,787	1,759	1,730	1,699	1,666	1,631
20	2,975	2,589	2,380	2,249	2,158	2,091	2,040	1,999	1,965	1,937	1,892	1,845	1,794	1,767	1,738	1,708	1,677	1,643	1,607
21	2,961	2,575	2,365	2,233	2,142	2,075	2,023	1,982	1,948	1,920	1,875	1,827	1,776	1,748	1,719	1,689	1,657	1,623	1,586
20	2,949	2,561	2,351	2,219	2,128	2,061	2,008	1,967	1,933	1,904	1,859	1,811	1,759	1,731	1,702	1,671	1,639	1,604	1,567
23	2,937	2,549	2,339	2,207	2,115	2,047	1,995	1,953	1,919	1,890	1,845	1,796	1,744	1,716	1,686	1,655	1,622	1,587	1,549
24	2,927	2,538	2,327	2,195	2,103	2,035	1,983	1,941	1,906	1,877	1,832	1,783	1,730	1,702	1,672	1,641	1,607	1,571	1,533
25	2,918	2,528	2,317	2,184	2,092	2,024	1,971	1,929	1,895	1,866	1,820	1,771	1,718	1,689	1,659	1,627	1,593	1,557	1,518
26	2,909	2,519	2,307	2,174	2,082	2,014	1,961	1,919	1,884	1,855	1,809	1,760	1,706	1,677	1,647	1,615	1,581	1,544	1,504
27	2,901	2,511	2,299	2,165	2,073	2,005	1,952	1,909	1,874	1,845	1,799	1,749	1,695	1,666	1,636	1,603	1,569	1,531	1,491
28	2,894	2,503	2,291	2,157	2,064	1,996	1,943	1,900	1,865	1,836	1,790	1,740	1,685	1,656	1,625	1,593	1,558	1,520	1,478
29	2,887	2,495	2,283	2,149	2,057	1,988	1,935	1,892	1,857	1,827	1,781	1,731	1,676	1,647	1,616	1,583	1,547	1,509	1,467
30	2,881	2,489	2,276	2,142	2,049	1,980	1,927	1,884	1,849	1,819	1,773	1,722	1,667	1,638	1,606	1,573	1,538	1,499	1,456
40	2,835	2,440	2,226	2,091	1,997	1,927	1,873	1,829	1,793	1,763	1,715	1,662	1,605	1,574	1,541	1,506	1,467	1,425	1,377
60	2,791	2,393	2,177	2,041	1,946	1,875	1,819	1,775	1,738	1,707	1,657	1,603	1,543	1,511	1,476	1,437	1,395	1,348	1,291
120	2,748	2,347	2,130	1,992	1,896	1,824	1,767	1,722	1,684	1,652	1,601	1,545	1,482	1,447	1,409	1,368	1,320	1,265	1,193
1000+	2,706	2,303	2,084	1,945	1,847	1,774	1,717	1,670	1,632	1,599	1,546	1,487	1,421	1,383	1,342	1,295	1,240	1,169	1,000

Tabuľka A.2.2 - Kritické hodnoty F, F_{crit90}, s N-1 a N_{ref}-1 s 90 % istotou

N-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	1000+
N_{ref}-1																			
1	161,4	199,5	215,7	224,5	230,1	233,9	236,7	238,8	240,5	241,8	243,9	245,9	248,0	249,0	250,1	251,1	252,2	253,2	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,24	19,29	19,33	19,35	19,37	19,38	19,39	19,41	19,42	19,44	19,45	19,46	19,47	19,47	19,48	19,49
3	10,12	9,552	9,277	9,117	9,014	8,941	8,887	8,845	8,812	8,786	8,745	8,703	8,660	8,639	8,617	8,594	8,572	8,549	8,526
4	7,709	6,944	6,591	6,388	6,256	6,163	6,094	6,041	5,999	5,964	5,912	5,858	5,803	5,774	5,746	5,717	5,688	5,658	5,628
5	6,608	5,786	5,410	5,192	5,050	4,950	4,876	4,818	4,773	4,735	4,678	4,619	4,558	4,527	4,496	4,464	4,431	4,399	4,365
6	5,987	5,143	4,757	4,534	4,387	4,284	4,207	4,147	4,099	4,060	4,000	3,938	3,874	3,842	3,808	3,774	3,740	3,705	3,669
7	5,591	4,737	4,347	4,120	3,972	3,866	3,787	3,726	3,677	3,637	3,575	3,511	3,445	3,411	3,376	3,340	3,304	3,267	3,230
8	5,318	4,459	4,066	3,838	3,688	3,581	3,501	3,438	3,388	3,347	3,284	3,218	3,150	3,115	3,079	3,043	3,005	2,967	2,928
9	5,117	4,257	3,863	3,633	3,482	3,374	3,293	3,230	3,179	3,137	3,073	3,006	2,937	2,901	2,864	2,826	2,787	2,748	2,707
10	4,965	4,103	3,708	3,478	3,326	3,217	3,136	3,072	3,020	2,978	2,913	2,845	2,774	2,737	2,700	2,661	2,621	2,580	2,538
11	4,844	3,982	3,587	3,357	3,204	3,095	3,012	2,948	2,896	2,854	2,788	2,719	2,646	2,609	2,571	2,531	2,490	2,448	2,405
12	4,747	3,885	3,490	3,259	3,106	2,996	2,913	2,849	2,796	2,753	2,687	2,617	2,544	2,506	2,466	2,426	2,384	2,341	2,296
13	4,667	3,806	3,411	3,179	3,025	2,915	2,832	2,767	2,714	2,671	2,604	2,533	2,459	2,420	2,380	2,339	2,297	2,252	2,206
14	4,600	3,739	3,344	3,112	2,958	2,848	2,764	2,699	2,646	2,602	2,534	2,463	2,388	2,349	2,308	2,266	2,223	2,178	2,131
15	4,543	3,682	3,287	3,056	2,901	2,791	2,707	2,641	2,588	2,544	2,475	2,403	2,328	2,288	2,247	2,204	2,160	2,114	2,066
16	4,494	3,634	3,239	3,007	2,852	2,741	2,657	2,591	2,538	2,494	2,425	2,352	2,276	2,235	2,194	2,151	2,106	2,059	2,010
17	4,451	3,592	3,197	2,965	2,810	2,699	2,614	2,548	2,494	2,450	2,381	2,308	2,230	2,190	2,148	2,104	2,058	2,011	1,960
18	4,414	3,555	3,160	2,928	2,773	2,661	2,577	2,510	2,456	2,412	2,342	2,269	2,191	2,150	2,107	2,063	2,017	1,968	1,917
19	4,381	3,522	3,127	2,895	2,740	2,628	2,544	2,477	2,423	2,378	2,308	2,234	2,156	2,114	2,071	2,026	1,980	1,930	1,878
20	4,351	3,493	3,098	2,866	2,711	2,599	2,514	2,447	2,393	2,348	2,278	2,203	2,124	2,083	2,039	1,994	1,946	1,896	1,843
21	4,325	3,467	3,073	2,840	2,685	2,573	2,488	2,421	2,366	2,321	2,250	2,176	2,096	2,054	2,010	1,965	1,917	1,866	1,812
22	4,301	3,443	3,049	2,817	2,661	2,549	2,464	2,397	2,342	2,297	2,226	2,151	2,071	2,028	1,984	1,938	1,889	1,838	1,783
23	4,279	3,422	3,028	2,796	2,640	2,528	2,442	2,375	2,320	2,275	2,204	2,128	2,048	2,005	1,961	1,914	1,865	1,813	1,757
24	4,260	3,403	3,009	2,776	2,621	2,508	2,423	2,355	2,300	2,255	2,183	2,108	2,027	1,984	1,939	1,892	1,842	1,790	1,733
25	4,242	3,385	2,991	2,759	2,603	2,490	2,405	2,337	2,282	2,237	2,165	2,089	2,008	1,964	1,919	1,872	1,822	1,768	1,711
26	4,225	3,369	2,975	2,743	2,587	2,474	2,388	2,321	2,266	2,220	2,148	2,072	1,990	1,946	1,901	1,853	1,803	1,749	1,691
27	4,210	3,354	2,960	2,728	2,572	2,459	2,373	2,305	2,250	2,204	2,132	2,056	1,974	1,930	1,884	1,836	1,785	1,731	1,672
28	4,196	3,340	2,947	2,714	2,558	2,445	2,359	2,291	2,236	2,190	2,118	2,041	1,959	1,915	1,869	1,820	1,769	1,714	1,654
29	4,183	3,328	2,934	2,701	2,545	2,432	2,346	2,278	2,223	2,177	2,105	2,028	1,945	1,901	1,854	1,806	1,754	1,698	1,638
30	4,171	3,316	2,922	2,690	2,534	2,421	2,334	2,266	2,211	2,165	2,092	2,015	1,932	1,887	1,841	1,792	1,740	1,684	1,622
40	4,085	3,232	2,839	2,606	2,450	2,336	2,249	2,180	2,124	2,077	2,004	1,925	1,839	1,793	1,744	1,693	1,637	1,577	1,509
60	4,001	3,150	2,758	2,525	2,368	2,254	2,167	2,097	2,040	1,993	1,917	1,836	1,748	1,700	1,649	1,594	1,534	1,467	1,389
120	3,920	3,072	2,680	2,447	2,290	2,175	2,087	2,016	1,959	1,911	1,834	1,751	1,659	1,608	1,554	1,495	1,429	1,352	1,254
1000+	3,842	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831	1,752	1,666	1,571	1,517	1,459	1,394	1,318	1,221	1,000

Tabuľka A.2.3 - Kritické hodnoty F, F_{crit95}, s N-1 a N_{ref}-1 s 95 % istotou

A.2.6. <u>Sklon</u>

Sklon regresnej priamky, a_{1y}, sa s využitím metódy najmenších štvorcov sa vypočíta takto:

$$a_{1y} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(y_i - \bar{y}\right)\cdot\left(y_{ref\,i} - \bar{y}_{ref}\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(y_{ref\,i} - \bar{y}_{ref}\right)^2} \qquad \text{(A.2-8)}$$

A.2.7. Úsek

Úsek regresnej priamky, a_{0y}, sa s využitím metódy najmenších štvorcov sa vypočíta takto:

$$a_{0y} = \bar{y} - \left(a_{1y}\cdot\bar{y}_{ref}\right) \qquad \text{(A.2-9)}$$

A.2.8. Štandardná chyba odhadu

Štandardná chyba odhadu, *SEE*, sa vypočíta takto:

$$SEE_y = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left[y_i - a_{0y} - \left(a_{1y}\cdot y_{ref}\right)\right]^2}}{N-2} \qquad \text{(A.2-10)}$$

A.2.9. Koeficient determinácie

Koeficient determinácie, r^2, sa vypočíta takto:

$$r_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[y_i - a_{0y}\cdot\left(a_{1y}\cdot y_{refi}\right)\right]^2}{\sum_{i=1}^{N}\left[y_i - \bar{y}\right]^2} \qquad \text{(A.2-11)}$$

Príloha A.3

MEDZINÁRODNÝ VZOREC GRAVITÁCIE Z ROKU 1980

Gravitačné zrýchlenie zeme, a_g, sa mení v závislosti od miesta a a_g pre konkrétnu zemepisnú šírku a vypočíta sa takto:

$$a_g = 9{,}7803267715\left[1 + 5{,}2790414\times10^{-3}\sin^2\theta + 2{,}32718\times10^{-5}\sin^4\theta + 1{,}262\times10^{-7}\sin^6\theta + 7\times10^{-10}\sin^8\theta\right] \quad \text{(A.3-1)}$$

Kde:

θ = stupne severnej alebo južnej šírky

Príloha A.4

KONTROLA PRIETOKU UHLÍKA

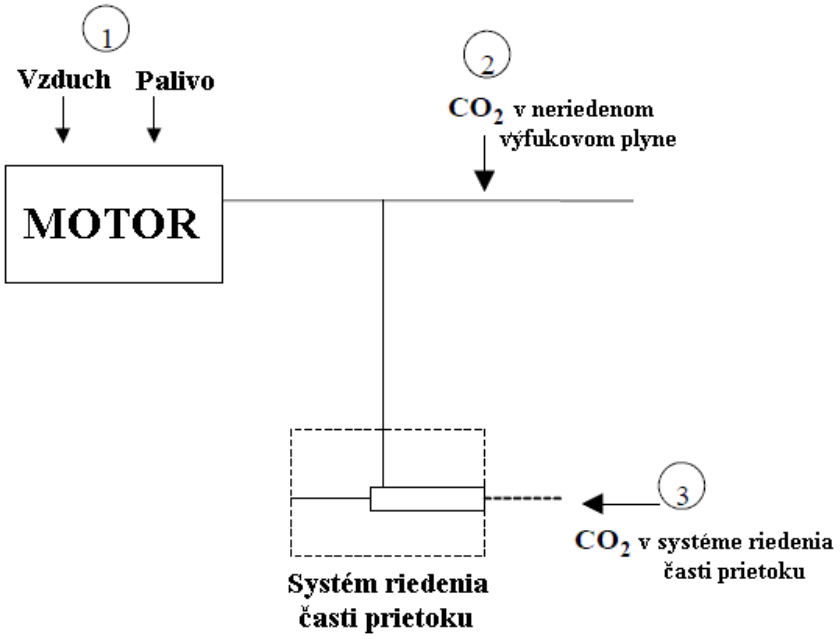
A.4.1. Úvod

S výnimkou zanedbateľného množstva pochádza všetok uhlík prítomný vo výfukových plynoch z paliva a takmer všetok tento uhlík sa prejavuje vo výfukových plynoch ako CO_2. Na tom je založený postup kontroly overenia systému na základe merania CO_2.

Prietok uhlíka do systému na merania výfukových plynov sa určí z prietoku paliva. Prietok uhlíka v rôznych bodoch odberu vzoriek v systémoch odberu vzoriek emisií a tuhých častíc sa určí z koncentrácií CO_2 a hodnôt prietoku plynu v týchto bodoch.

V tomto zmysle motor poskytuje známy zdroj prietoku uhlíka a pozorovaním toho istého prietoku uhlíka vo výfukovej trubici a vo výstupe zo systému odberu vzoriek tuhých častíc s riedením časti prietoku sa overuje tesnosť a presnosť merania prietoku. Výhoda tejto kontroly spočíva v tom, že komponenty pracujú v rámci skutočných podmienok teploty a prietoku počas skúšky motora.

Na obrázku A.4.1 sú znázornené body odberu vzorky, v ktorých sa kontroluje prietok uhlíka. Nižšie sú uvedené špecifické rovnice pre prietok uhlíka v každom bode odberu vzorky.



Obrázok A.4.1 - Meracie body na kontrolu prietoku uhlíka

A.4.2. Prietok uhlíka do motora (miesto 1)

Hmotnostný prietok uhlíka do motora q_{mCf} [kg/s] pre palivo $CH_\alpha O_\varepsilon$ je daný rovnicou:

$$q_{mCf} = \frac{12{,}011}{12{,}011 + \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon} \cdot q_{mf} \qquad \text{(A.4-1)}$$

kde:

q_{mf} = hmotnostný prietok paliva, [kg/s]

A.4.3. Prietok uhlíka v neriedenom výfukovom plyne (miesto 2)

Hmotnostný prietok uhlíka do výfukovej trubice motora q_{mCe} [kg/s] sa určí z koncentrácie CO_2 v neriedenom výfukovom plyne a hmotnostného prietoku výfukového plynu:

$$q_{mCe} = \left(\frac{c_{CO2,r} - c_{CO2,a}}{100} \right) \cdot q_{mew} \cdot \frac{12{,}011}{M_e} \qquad \text{(A.4-2)}$$

kde:

$c_{CO2,r}$ = koncentrácia CO_2 v mokrom stave v neriedených výfukových plynoch, [%]

$c_{CO2,a}$ = koncentrácia CO_2 v mokrom stave v okolitom vzduchu, [%]

q_{mew} = hmotnostný prietok výfukových plynov v mokrom stave [kg/s]

M_e = molekulová hmotnosť výfukových plynov [g/mol]

Ak sa CO_2 meria v suchom stave, prepočíta sa na mokrý stav podľa bodu A.8.2.2.

A.4.4. Prietok uhlíka v riediacom systéme (miesto 3)

V prípade systému riedenia časti prietoku sa musí zohľadniť pomer rozdelenia. Prietok uhlíka v ekvivalentnom systéme riedenia q_{mCp} [kg/s] (ekvivalentný znamená ekvivalentný so systémom riedenia plného prietoku, v ktorom sa riedi celý prietok) sa určí z koncentrácie zriedeného CO_2, hmotnostného prietoku výfukového plynu a prietoku vzorky; nová rovnica je totožná s rovnicou A.4-2, pričom sa doplní len faktor riedenia q_{mdew}/q_{mp}.

$$q_{mCp} = \left(\frac{c_{CO2,d} - c_{CO2,a}}{100} \right) \cdot q_{dew} \cdot \frac{12{,}011}{M_e} \cdot \frac{q_{mdew}}{q_{mp}} \qquad \text{(A.4-3)}$$

kde:

$c_{CO2,d}$ = koncentrácia CO_2 v mokrom stave v zriedenom výfukovom plyne na výstupe z riediaceho tunela [%]

$c_{CO2,a}$ = koncentrácia CO_2 v mokrom stave v okolitom vzduchu [%]

q_{mdew} = prietok vzorky v systéme riedenia časti prietoku [kg/s]

q_{mew} = hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave [kg/s]

q_{mp} = prietok vzorky výfukových plynov do systému riedenia časti prietoku [kg/s]

M_e = molekulová hmotnosť výfukového plynu [g/mol]

Ak sa CO_2 meria v suchom stave, prepočíta sa na mokrý stav podľa bodu A.8.2.2.

A.4.5. Výpočet molekulovej hmotnosti výfukového plynu

Molekulová hmotnosť výfukového plynu sa vypočíta podľa rovnice (A.8-15) (pozri bod A.8.2.4.1).

Alternatívne sa môžu používať tieto molekulové hmotnosti:

M_e (diesel) = 28,9 g/mol

Príloha A.5

POŽIADAVKY NA MONTÁŽ VYBAVENIA A PRÍDAVNÝCH ZARIADENÍ

Číslo	Vybavenie a prídavné zariadenia	Namontované na emisnú skúšku
1	Sací systém	
	Sacie potrubie	áno
	Systém regulácie emisií z kľukovej skrine	áno
	Prietokomer vzduchu	áno[a]
	Tlmič sania	áno[a]
2	Výfukový systém	
	Dodatočná úprava výfukového plynu	áno
	Výfukové potrubie	áno
	Pripojovacie trubice	áno[b]
	Tlmič	áno[b]
	Výfuková trubica	áno[b]
	Výfuková brzda	nie[c]
	Zariadenie na preplňovanie	áno
3	Palivové čerpadlo	áno[d]
4	Zariadenie na vstrekovanie paliva	
	Predfilter	áno
	Filter	áno
	Čerpadlo	áno
5	Vysokotlakové potrubie	áno
	Vstrekovač	áno
	Elektronická riadiaca jednotka, snímače, atď.	áno
	Systém regulácie/kontroly	áno
	Automatické zablokovanie pri plnom zaťažení regulačnej tyče v závislosti od atmosférických podmienok	áno
6	Zariadenie na kvapalinové chladenie	
	Chladič	nie
	Ventilátor	nie
	Kryt ventilátora	nie
	Vodné čerpadlo	áno[e]
	Termostat	áno[f]
7	Vzduchové chladenie	
	Kryt	nie[g]
	Ventilátor alebo dúchadlo	nie[g]
	Zariadenie na reguláciu teploty	nie
8	Zariadenie na preplňovanie vzduchom	
	Kompresor poháňaný buď priamo motorom a/alebo výfukovým plynom	áno
	Chladič preplňovaného vzduchu	áno[g][h]
	Chladiace čerpadlo alebo ventilátor (poháňaný motorom)	nie[g]
	Zariadenie na reguláciu prietoku chladiaceho prostriedku	áno
9	Pomocný ventilátor skúšobného zariadenia	áno, v prípade potreby
10	Zariadenie proti znečisťujúcim látkam	áno

11	Štartovacie zariadenie	áno, alebo vybavenie skúšobného zariadenia[(i)]
12	Mazacie olejové čerpadlo	áno
13	Niektoré prídavné zariadenia, ktoré sú svojím charakterom spojené s prevádzkou stroja, a ktoré sa môžu na motor montovať, sa musia pri skúške odstrániť. Ako príklad slúži tento neúplný zoznam: (i) vzduchový kompresor pre brzdy (ii) kompresor servoriadenia (iii) kompresor zavesenia (iv) systém klimatizácie.	nie

(a)	Úplný sací systém, predpokladaný pre dané použitie, sa namontuje v prípade, že: (i) môže značne ovplyvniť výkon motora; (ii) by to výrobca požadoval. V ostatných prípadoch sa môže použiť ekvivalentný systém a mala by sa vykonať kontrola, či sa sací tlak nelíši o viac než 100 Pa od horného limitu stanoveného výrobcom pre čistý vzduchový filter.
(b)	Úplný výfukový systém, predpokladaný pre dané použitie, sa namontuje v prípade, že: (i) môže značne ovplyvniť výkon motora; (ii) by to výrobca požadoval. V ostatných prípadoch sa môže namontovať ekvivalentný systém za predpokladu, že sa nameraný tlak nelíši o viac než 1000 Pa od horného limitu stanoveného výrobcom.
(c)	Ak je výfuková brzda zabudovaná v motore, škrtiaci ventil sa nastaví do úplne otvorenej polohy.
(d)	Tlak dodávky paliva sa môže nastaviť v prípade potreby tak, aby reprodukoval tlak pri konkrétnom použití motora (najmä vtedy, keď sa použije systém "spätného vedenia paliva").
(e)	Obeh chladiacej kvapaliny sa zabezpečuje len vodným čerpadlom motora. Chladenie kvapaliny môže byť zabezpečené vonkajším obvodom tak, aby straty tlaku v tomto obvode a tlak pri vstupe čerpadla ostali v podstate rovnaké ako tie, ktoré sú v systéme chladenia motora.
(f)	Termostat sa môže nastaviť do úplne otvorenej polohy.
(g)	Keď sa na skúšku namontuje ventilátor alebo dúchadlo, absorbovaný výkon sa pripočíta k výsledkom, okrem chladiacich ventilátorov vzduchom chladených motorov, ktoré sú priamo namontované na kľukovom hriadeli. Výkon ventilátora alebo dúchadla sa určí pri otáčkach používaných pri skúške buď výpočtom zo štandardných charakteristík, alebo praktickými skúškami.
(h)	Motory chladené preplňovaným vzduchom sa skúšajú chladením preplňovaným vzduchom , bez ohľadu na to či ide o vzduchové alebo kvapalinové chladenie, no ak to výrobca uprednostní, môže sa vzduchový chladič nahradiť skúšobným zariadením. V oboch prípadoch sa meranie výkonu pri každých otáčkach vykoná s maximálnym poklesom tlaku a minimálnym poklesom teploty vzduchu motora prechádzajúceho chladičom preplňovaného vzduchu na skúšobnom zariadení v súlade s hodnotami stanovenými výrobcom.
(i)	Napájanie elektrických alebo iných štartovacích systémov sa zabezpečí zo skúšobného zariadenia.

Príloha A.6

DIESELOVÉ REFERENČNÉ PALIVÁ

A.6.1. DIESELOVÉ REFERENČNÉ PALIVÁ EURÓPSKEJ ÚNIE

Parameter	Jednotka	Limity(a)		Skúšobná metóda
		Minimum	Maximum	
Cetánové číslo Špecifická hmotnosť pri 15 °C	 kg/m^3	52 833	54 837	ISO 5165 ISO 3675
Destilácia: – 50 % objem – 95 % objem – konečný bod varu	 °C °C °C	 245 345	 350 370	 ISO 3405
Bod vzplanutia	°C	55		ISO 2719
Bod upchatia filtra za studena	°C		-5	EN 116
Kinematická viskozita pri 40 °C	mm^2/s	2,3	3,3	ISO 3104
Polycyklické aromatické uhľovodíky	% (m/m)	2,0	6,0	EN 12916
Conradsonov uhlíkový zvyšok (pri 10 % destilačnom zvyšku)	% (m/m)		0,2	ISO 10370
Obsah popola	% (m/m)		0,01	EN-ISO 6245
Obsah vody	% (m/m)		0,02	EN-ISO 12937
Obsah síry	mg/kg		10	EN-ISO 14596
Korózia medi pri 50 °C			1	EN-ISO 2160
Mastivosť (HFRR pri 60 °C)	µm		400	CEC F-06-A-96
Neutralizačné číslo	mg KOH/g		0,02	
Oxidačná stabilita pri 110°C	h	20		EN 14112

(a) Hodnoty uvedené v špecifikácii sú "skutočné hodnoty". Pri určení ich limitných hodnôt boli použité ustanovenia normy ISO 4259 "Ropné výrobky – Určovanie a používanie presných údajov vo vzťahu k metódam skúšok", pri stanovení samotnej minimálnej hodnoty bol zohľadnený minimálny rozdiel 2R nad nulou; ak je stanovená maximálna aj minimálna hodnota, je minimálny rozdiel 4R (R = reprodukovateľnosť). Bez ohľadu na toto opatrenie, ktoré je nutné zo štatistických dôvodov, výrobca palív by sa mal napriek tomu usilovať o nulovú hodnotu, pri ktorej je stanovená maximálna hodnota 2R a o strednú hodnotu v prípade údajov týkajúcich sa maximálnych a minimálnych limitov. Ak je potrebné objasniť otázku, či palivo spĺňa špecifikácie, platia ustanovenia ISO 4259.

A.6.2 DIESELOVÉ REFERENČNÉ PALIVO SPOJENÝCH ŠTÁTOV AMERICKÝCH

Parameter	Jednotka	Skúšobná metóda	Limity	
			min.	max.
Cetánové číslo	1	ASTM D 613	40	50
Cetánový index	1	ASTM D 976	40	50
Špecifická hmotnosť	kg/m^3	ASTM D 1298	840	865
Destilácia		ASTM D 86		
Počiatočný bod varu	°C		171	204
10 % objemu	°C		204	238
50 % objemu	°C		243	282
90 % objemu	°C		293	332
Konečný bod varu	°C		321	366
Bod vzplanutia	°C	ASTM D 93	54	-
Kinematická viskozita pri 37,9 °C	mm^2/s	ASTM D 445	2	3,2
Hmotnostná zložka síry	ppm	ASTM D 2785	7	15
Objemová zložka aromátov	% v/v	ASTM D 1319 40 CFR 80.520		35

A.6.3 DIESELOVÉ REFERENČNÉ PALIVO JAPONSKA

Parameter	Jednotka	Limity		Skúšobná metóda
		min.	max.	
Cetánový index		53	60	JIS K 2280
Špecifická hmotnosť	g/m^3	0,815	0,840	JIS K 2249
Destilácia				JIS K 2254
50 % objemu	°C	255	295	
90 % objemu	°C	300	345	
Konečný bod varu	°C	-	370	
Bod vzplanutia	°C	58		JIS K 2265-3
Kinematická viskozita pri 30 °C	mm^2/s	3,0	4,5	JIS K 2283
Celkové množstvo aromátov	% obj.	-	25	JPI HPLC
Polycyklické aromáty	% obj.	-	5,0	JPI HPLC
Obsah síry	hmotn. podiel	-	10	JIS K 2541-1, JIS K 2541-2 JIS K 2541-6, JIS K 2541-7
Metylestery mastných kyselín	%	-	0,1	Metóda oznámená notifikáciou ministra hospodárstva, obchodu a priemyslu (METI) č. 78 z roku 2007
Triglicerid	%	-	0,01	

Príloha A.7

MOLÁRNY VÝPOČET EMISIÍ

A.7.0 Konverzia symbolov

A.7.0.1 Všeobecné symboly

Príloha 7[1]	Príloha 8	Jednotka	Význam
A		m^2	Plocha
A_t		m^2	Plocha prierezu hrdla Venturiho trubice
a_0	b, D_0	t.b.d.[7]	Úsek regresnej priamky na osi y, úsek kalibrácie PDP
a_1	m	t.b.d.[7]	Sklon regresnej priamky
β	r_D	m/m	Pomer priemerov
C		-	Koeficient
C_d	C_d	-	Koeficient výtoku
C_f		-	Koeficient prietoku
d	d	m	Priemer
DR	r_d	-	Pomer riedenia[2]
e	e	g/kWh	Emisie špecifické pre brzdenie
e_{gas}	e_{gas}	g/kWh	Špecifické emisie plynných zložiek
e_{PM}	e_{PM}	g/kWh	Špecifické emisie tuhých častíc
f		Hz	Frekvencia
f_n	n	min^{-1}, s^{-1}	Frekvencia rotácie (hriadeľ)
y		-	Pomer špecifických tepiel
K			Korekčný faktor
K_s	X_0	s/rev	Korekčný faktor prešmyku PDP
k_{Dr}	k_{Dr}	-	Zostupný faktor nastavenia
	k_h		Korekčný faktor vlhkosti pre NO_x
k_r	k_r	-	Násobný regeneračný faktor
k_{Ur}	k_{Ur}	-	Vzostupný faktor nastavenia
μ	μ	Pa s	Dynamická viskozita
M	M	g/mol	Molekulová hmotnosť[3]
M_{gas}[4]	M_{gas}	g/mol	Molekulová hmotnosť plynných zložiek
m	m	kg	Hmotnosť
$\dot{m}$	q_m	kg/s	Hmotnostný prietok
v		m^2/s	Kinematická viskozita
N			Celkový počet v sérii
n		mol	Množstvo hmoty
$\dot{n}$		mol/s	Hmotnostný prietok
P	P	kW	Výkon
p	p	kPa	Tlak
p_{abs}	p_p	kPa	Absolútny tlak
P_{H2O}	p_r	kPa	Tlak vodnej pary
PF	1-E	%	Penetračný podiel (E = účinnosť konverzie)
$\dot{V}$	q_v	m^3/s	Objemový prietok
ρ	ρ	kg/m^3	Hustota hmoty

Príloha 7[1]	Príloha 8	Jednotka	Význam
r		-	Pomer tlakov
Ra		µm	Priemerná drsnosť povrchu
Re[#]	Re	-	Reynoldsovo číslo
RH%	RH	%	Relatívna vlhkosť
σ	σ	-	Štandardná odchýlka
S		K	Sutherlandova konštanta
T	T_a	K	Absolútna teplota
T	T	°C	Teplota
T		N m	Krútiaci moment motora
t	t	s	Čas
Δt	Δt	s	Časový interval
V	V	m^3	
$\dot{V}$	q_v	m^3/s	Objemový prietok
W	W	kW/h	Práca
W_{act}	W_{act}	kW/h	Skutočná práca skúšobného cyklu
WF	WF	-	Váhový faktor
w	w	g/g	Hmotnostná zložka
x[5]	c	mol/mol % obj.	Molárna zložka hmoty[6]/koncentrácia (aj v µmol/mol=ppm)
$\bar{x}$		mol/mol	Vážená stredná koncentrácia prúdu
y		-	Genericky premenná
$\bar{y}$		-	Aritmetický priemer
Z		-	Koeficient stlačiteľnosti

(1) Pozri indexy; napr.: $\dot{m}_{air}$ pre hmotnostný prietok suchého vzduchu alebo $\dot{m}_{fuel}$ pre hmotnostný prietok paliva.

(2) Faktor riedenia r_d v prílohe 8 a *DR* v prílohe 7: rôzne symboly no rovnaký význam a rovnaké rovnice. Faktor riedenia *D* v prílohe 8 a $x_{dil/exh}$ v prílohe 7: rôzne symboly no rovnaký fyzikálny význam; rovnica (A.7-47) vyjadruje vzťah medzi $x_{dil/exh}$ a *DR*.

(3) Pozri bod A.7.1.1. tohto oddielu pokiaľ ide o hodnoty, ktoré sa majú použiť pre molekulové hmotnosti. V prípade NO_x a HC, predpisy špecifikujú efektívne molekulové hmotnosti založené skôr na predpokladanom zložení než na skutočnom zložení.

(4) Pozri symboly a skratky pre chemické zložky.

(5) Pozri špecifické symboly v tabuľke chemickej bilancie.

(6) Molekulové zložky pre THC a NMHC sú vyjadrené na základe ekvivalentu uhlíka C1.

(7) t.b.d.= je potrebné definovať.

A.7.0.2. Indexy

Príloha 7	Príloha 8[1]	Význam
abs		Absolútne množstvo
act	act	Skutočné množstvo
air		Množstvo vzduchu
atmos		Atmosférický
bkgnd		Pozadie
C		Uhlík
cal		Kalibračné množstvo
CFV		Venturiho trubica s kritickým prietokom
cor		Korigované množstvo
dil		Riediaci vzduch
dexh		Zriedený výfukový plyn
dry		Množstvo suchého vzduchu
exp		Plánované množstvo
eq		Ekvivalentné množstvo
fuel		Palivo
	i	Okamžité meranie (napr. 1 Hz)
i		Prvok série
idle		Stav pri voľnobehu
in		Množstvo v
init		Východiskové množstvo, obvykle pred emisnou skúškou
max		Maximálna (t. j. špičková) hodnota)
meas		Namerané množstvo
min		Minimálna hodnota
mix		Molekulová hmotnosť vzduchu
out		Vydané množstvo
part		Čiastkové množstvo
PDP		Objemové čerpadlo
raw		Neriedený výfukový plyn
ref		Referenčné množstvo
rev		Otáčka
sat		Nasýtená stav
slip		Prešmyk PDP
smpl		Odber vzoriek
span		Množstvo na nastavenie meracieho rozsahu
SSV		Podzvuková venturiho trubica
std		Štandardné množstvo
test		Skúšobné množstvo
total		Celkové množstvo
uncor		Nekorigované množstvo
vac		Množstvo vákua
weight		Kalibračné závažie
wet		Množstvo vlhkého vzduchu
zero		Nulové množstvo

[1] V prílohe 8 je význam indexu vymedzený priradeným množstvom; napríklad index "d" môže znamenať

suchý stav ako v "c_d = koncentrácia v suchom stave", riediaci vzduch ako v "p_d = tlak nasýtenej pary riediaceho vzduchu" alebo "$k_{w,d}$ = korekčný faktor medzi suchým a mokrým stavom riediaceho vzduchu", riediaci pomer ako v "r_d". To je dôvod, prečo je stĺpec prílohy 8 takmer prázdny.

A.7.0.3. Symboly a skratky pre chemické zložky

Príloha 7	Príloha 8	Význam
Ar	Ar	Argón
C1	C1	Ekvivalent uhľovodíkov vyjadrený uhlíkom 1
CH_4	CH_4	Metán
C_2H_6	C_2H_6	Etán
C_3H_8	C_3H_8	Propán
CO	CO	Oxid uhoľnatý
CO_2	CO_2	Oxid uhličitý
DOP	DOP	Dioktylftalát
H		Atómový vodík
H_2		Molekulový vodík
HC	HC	Uhľovodíky
H_2O	H_2O	Voda
He		Hélium
N		Atómový dusík
N_2		Molekulový dusík
NMHC	NMHC	Nemetánové uhľovodíky
NO_x	NO_x	Oxidy dusíka
NO	NO	Oxid dusnatý
NO_2	NO_2	Oxid dusičitý
O	O	Atómový kyslík
PM	PM	Tuhé častice
S	S	Síra

A.7.0.4. Symboly a skratky pre zloženie paliva

Príloha 7(1)	Príloha 8(2)	Význam
w_C(4)	w_C(4)	Obsah uhlíka v palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
w_H	w_H	Obsah vodíka v palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
w_N	w_N	Obsah dusíka v palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
w_O	w_O	Obsah kyslíka v palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
w_S	w_S	Obsah síry palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
α	α	Atómový pomer vodíka a uhlíka (H/C)
β	ε	Atómový pomer kyslíka a uhlíka (O/C)(3)
γ	γ	Atómový pomer síry a uhlíka (S/C)
δ	δ	Atómový pomer dusíka a uhlíka (N/C)

(1) Vzťahuje sa na palivo s chemickým vzorcom $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$

(2) Vzťahuje sa na palivo s chemickým vzorcom $CH_\alpha O_\varepsilon N_\delta S_\gamma$

(3) Pozornosť treba venovať rôznym významom symbolu β pri dvoch výpočtoch v prílohách: v prílohe 8 sa vzťahuje na palivo s chemickým vzorcom $CH_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ (t. j. vzorec $C_\beta H_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ kde $\beta = 1$, predpokladá sa jeden atóm uhlíka na molekulu),zatiaľ čo v prílohe 7 sa vzťahuje na pomer kyslíka a uhlíka s $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$. Potom β v prílohe 7 zodpovedá ε v prílohe 8.

(4) Hmotnostný podiel w sprevádzaný symbolom chemickej zložky vo forme indexu.

A.7.0.5. Symboly pre chemickú bilanciu použité v prílohe 7

$x_{dil/exh}$	=	Množstvo riediaceho plynu alebo prebytok vzduchu na molekulu výfukového plynu
x_{H2Oexh}	=	Množstvo vody vo výfukovom plyne na molekulu výfukového plynu
$x_{Ccombdry}$	=	Množstvo uhlíka z paliva vo výfukovom plyne na molekulu suchého výfukového plynu
$x_{H2Oexhdry}$	=	Množstvo vody vo výfukovom plyne na suchú molekulu suchého výfukového plynu
$x_{prod/intdry}$	=	Množstvo suchých stechiometrických produktov na suchú molekulu nasávaného vzduchu
$x_{dil/exhdry}$	=	Množstvo riediaceho vzduchu a/alebo prebytok vzduchu na molekulu suchého výfukového plynu
$x_{int/exhdry}$	=	Množstvo nasávaného vzduchu potrebné na vytvorenie skutočných produktov spaľovania na molekulu suchého (neriedeného alebo zriedeného) výfukového plynu
$x_{raw/exhdry}$	=	Množstvo neriedeného výfukového plynu s prebytkom vzduchu na molekulu suchého (neriedeného alebo zriedeného) výfukového plynu
$x_{O2intdry}$	=	Množstvo O_2 v nasávanom vzduchu na molekulu suchého nasávaného vzduchu
$x_{CO2intdry}$	=	Množstvo CO_2 v nasávanom vzduchu na molekulu suchého nasávaného vzduchu
$x_{H2Ointdry}$	=	Množstvo H_2O v nasávanom vzduchu na molekulu suchého nasávaného vzduchu
x_{CO2int}	=	Množstvo CO_2 v nasávanom vzduchu na molekulu nasávaného vzduchu
x_{CO2dil}	=	Množstvo CO_2 v riediacom plyne na molekulu riediaceho plynu
$x_{CO2dildry}$	=	Množstvo CO_2 v riediacom plyne na molekulu suchého riediaceho plynu
$x_{H2Odildry}$	=	Množstvo H_2O v riediacom plyne na molekulu suchého riediaceho plynu
x_{H2Odil}	=	Množstvo H_2O v riediacom plyne na molekulu riediaceho plynu
$x_{[emission]meas}$	=	Množstvo nameraných emisií vo vzorke na príslušnom analyzátore
$x_{[emission]dry}$	=	Množstvo emisií na suchú molekulu suchej vzorky
$x_{H2O[emission]meas}$	=	Množstvo vody vo vzorke na mieste zisťovanie emisií
x_{H2Oint}	=	Množstvo vody v nasávanom vzduchu stanovené na základe merania vlhkosti nasávaného vzduchu

A.7.1. Základné parametre a vzťahy

A.7.1.1. Suchý vzduch a chemické zlúčeniny

V tejto prílohe sa pre zloženie suchého vzduchu používajú tieto hodnoty:

$x_{O2airdry}$ = 0,209445mol/mol

$x_{CO2airdry}$ = 0,000375 mol/mol

V tejto prílohe sa používajú nasledujúce molekulové hmotnosti alebo efektívne molekulové hmotnosti chemických zlúčenín:

M_{air} = 28,96559 g/mol (suchý vzduch)
M_{Ar} = 39,948 g/mol (argón)
M_{C} = 12,0107 g/mol (uhlík)
M_{CO} = 28,0101 g/mol (oxid uhoľnatý)
M_{CO2} = 44,0095 g/mol (oxid uhličitý)
M_{H} = 1,00794 g/mol (atómový vodík)
M_{H2} = 2,01588 g/mol (molekulový vodík)
M_{H2O} = 18,01528 g/mol (voda)
M_{He} = 4,002602 g/mol (hélium)
M_{N} = 14,0067 g/mol (atómový dusík)
M_{N2} = 28,0134 g/mol (molekulový dusík)
M_{NMHC} = 13,875389 g/mol (nemetánový uhlovodík[1])
M_{NOx} = 46,0055 g/mol (oxidy dusíka[2])
M_{O} = 15,9994 g/mol (atómový kyslík)
M_{O2} = 31,9988 g/mol (molekulový kyslík)
M_{C3H8} = 44,09562 g/mol (propán)
M_{S} = 32,065 g/mol (síra)
M_{THC} = 13,875389 g/mol (celkové uhlovodíky[2])

(a) Efektívne molekulové hmotnosti THC a NMHC sú definované atomovým pomerom vodíka k uhlíku, α, ktorý sa rovná 1,85;

(b) Efektívna molekulová hmotnosť NO_x je definovaná molekulovou hmotnosťou oxidu dusičitého, NO_2.

V tejto prílohe sa používa nasledujúca molekulová plynová konštanta R pre ideálne plyny:

R = 8,314472 J (mol ×K)

V tejto prílohe sa používajú nasledujúce pomery špecifických tepiel γ [J/(kg × K)]/ [J (kg ×K)] pre riediaci vzduch a zriedený výfukový plyn:

γ_{air} = 1,399 (pomer špecifických tepiel pre nasávaný vzduch alebo zriedený vzduch)

γ_{dil} = 1,399 (pomer špecifických tepiel pre zriedený výfukový plyn)

γ_{dil} = 1,385 (pomer špecifických tepiel pre neriedený výfukový plyn)

A.7.1.2. Mokrý vzduch

V tomto oddiele sa opisuje spôsob, akým sa určí množstvo vody v ideálnom plyne:

A.7.1.2.1. Tlak vodnej pary

Tlak vodnej pary p_{H2O} [kPa] pre daný stav teploty nasýtenia, T_{sat} [K], sa vypočíta takto:

(a) v prípade merania vlhkosti vykonávaného pri teplote okolia od 0 do 100 °C alebo pre merania vlhkosti vykonávané nad prechladenou vodou pri teplote okolia od - 50 do 0 °C:

$$\log_{10}(p_{H2O}) = 10{,}79574 \cdot \left(1 - \frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) - 5{,}02800 \cdot \log_{10}\left(\frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) + 1{,}50475 \cdot 10^{-4} \cdot$$

$$\cdot \left(1 - 10^{-8{,}2969\left(\frac{T_{sat}}{273{,}16} - 1\right)}\right) + 0{,}42873 \cdot 10^{-3} \cdot \left(10^{-4{,}76955\left(1 - \frac{276{,}16}{T_{sat}}\right)} - 1\right) - 0{,}2138602$$

(A.7-1)

Kde:

p_{H2O} = tlak vodnej pary v stave teploty nasýtenia [kPa]

T_{sat} = teplota nasýtenia vody v nameranom stave [K]

(b) v prípade merania vlhkosti vykonávaného nad ľadom pri teplote okolia od (-100 do 0) °C:

$$\log_{10}(p_{sat}) = -9{,}096853 \cdot \left(\frac{273{,}16}{T_{sat}} - 1\right) - 3{,}566506 \cdot \log_{10}\left(\frac{273{,}16}{T_{sat}}\right) + 0{,}876812 \cdot \left(1 - \frac{T_{sat}}{273{,}16}\right) - 0{,}2138602$$

(A.7-2)

Kde:

T_{sat} = teplota nasýtenia vody v nameranom stave [K]

A.7.1.2.2. Rosný bod

Ak sa vlhkosť meria ako rosný bod, množstvo vody v ideálnom plyne x_{H2O} [mol/mol] sa vypočíta takto:

$$x_{H2O} = \frac{p_{H2O}}{p_{abs}} \qquad \text{(A.7-3)}$$

Kde:

x_{H2O} = množstvo vody v ideálnom plyne [mol/mol]

p_{H2O} = tlak vodnej pary pri nameranom rosnom bode, T_{sat}=T_{dew} [kPa]

p_{abs} = statický absolútny tlak v mokrom stave v mieste merania rosného bodu [kPa]

A.7.1.2.3. Relatívna vlhkosť

Ak sa vlhkosť meria ako relatívna vlhkosť RH%, množstvo vody v ideálnom plyne x_{H2O} [mol/mol] sa vypočíta takto:

$$x_{H2O} = \frac{RH\%}{100} \cdot \frac{p_{H2O}}{p_{abs}} \qquad \text{(A.7-4)}$$

Kde:

RH% = relatívna vlhkosť [%]

p_{H2O} = tlak vodnej pary pri 100 % relatívnej vlhkosti v mieste merania relatívnej vlhkosti, T_{sat}=T_{amb} [kPa]

p_{abs} = statický absolútny tlak v mokrom stave v mieste merania relatívnej vlhkosti [kPa]

A.7.1.3. Vlastnosti paliva

Všeobecný chemický vzorec paliva je $CH_{\alpha}O_{\beta}S_{\gamma}N_{\delta}$ s pomerom atómového vodíka k uhlíku (H/C) α, atómového kyslíka k uhlíku (O/C) β, atómovej síry k uhlíku (S/C) γ a atómového dusíka k uhlíku (N/C) δ. Vychádzajúc z toho vzorca sa môže vypočítať hmotnostný podiel uhlíka v palive w_C. V prípade

dieselového paliva sa môže použiť jednoduchý vzorec $CH_{\alpha}O_{\beta}$. Štandardné hodnoty pre zloženie paliva sa môžu odvodiť z tabuľky A.7.1:

Palivo	Pomery atómového vodíka a kyslíka k uhlíku $CH_{\alpha}O_{\beta}$	Hmotnostná koncentrácia uhlíka, w_C g/g]
N. 2 Diesel	$CH_{1,80}O_0$	0,869
N. 1 Diesel	$CH_{1,93}O_0$	0,861

Tabuľka A.7.1 - Štandardné hodnoty pomeru atómového vodíka k uhlíku α a atómového kyslíka k uhlíku β, a hmotnostný podiel uhlíka v palive, w_C pre dieselové palivá

A.7.1.4. Celková koncentrácia HC a nemetánových HC

A.7.1.4.1. Určenie THC a korekcie počiatočného znečistenia THC/CH_4

(a) Ak je potrebné určiť emisie THC, $x_{THC[THC-FID]}$ sa vypočítajú použitím počiatočnej koncentrácie znečistenia THC $x_{THC[THC-FID]init}$ z bodu 7.3.3. takto:

$$x_{THC[THC-FID]cor} = x_{THC[THC-FID]uncorr} - x_{THC[THC-FID]init} \qquad \text{(A.7-5)}$$

Kde:

$x_{THC[THC-FID]cor}$ = koncentrácia THC korigovaná na znečistenie [mol/mol]
$x_{THC[THC-FID]uncorr}$ = nekorigovaná koncentrácia THC [mol/mol]
$x_{THC[THC-FID]init}$ = počiatočná koncentrácia znečistenia THC [mol/mol]

(b) Na určenie NMHC opísané v bode A.7.1.4.2., sa $x_{THC[THC-FID]}$ koriguje na počiatočnú kontamináciu HC pomocou vzorca (A.7-5). Počiatočná kontaminácia súboru vzoriek CH_4 sa môže korigovať pomocou rovnice (A.7-5), náhradou koncentrácií THC v CH_4.

A.7.1.4.2. Určenie NMHC

Na určenie koncentrácie NMHC, x_{NMHC}, sa použije jedna z týchto metód:

(a) Ak sa CH_4 nemeria, koncentrácie NMHC sa môžu určiť takto: hmotnosť NMHC korigovaná na pozadie sa porovná s hmotnosťou THC korigovanou na pozadie. Ak hmotnosť NMHC korigovaná na pozadie prevyšuje o viac než 0,98 násobok hmotnosti THC korigovanej na pozadie, za hmotnosť NMHC korigovanú na pozadie sa považuje 0,98 násobok hmotnosti THC korigovanej na pozadie; ak sa výpočty NMHC nevykonajú, za hmotnosť NMHC korigovanú na pozadie sa považuje 0,98 násobok hmotnosti THC korigovanej na pozadie;

(b) v prípade odlučovačov nemetánových uhľovodíkov sa x_{NMHC} vypočíta použitím penetračných podielov odlučovača nemetánových uhľovodíkov (*PF*) CH_4 a C_2H_6 z bodu 8.1.10.3. a použitím koncentrácie THC korigovanej na znečistenie HC a na prechod z mokrého na suchý stav $x_{THC[THC-FID]cor}$ podľa písm. (a) tohto bodu;

(i) pre penetračné podiely určené pomocou konfigurácie NMC podľa bodu 8.1.10.3.4.1. sa použije táto rovnica:

$$x_{NMHC} = \frac{x_{THC[THC-FID]cor} - x_{THC[NMC-FID]} \cdot RF_{CH4[THC-FID]}}{1 - RFPF_{C2H6[NMC-FID]} \cdot RF_{CH4[THC-FID]}} \qquad \text{(A.7-6)}$$

Kde:

x_{NMHC} = koncentrácia NMHC

$x_{THC[THC-FID]cor}$ = koncentrácia THC korigovaná na znečistenie HC a prechod z mokrého na suchý stav, nameraná THC FID počas odberu vzoriek pri obtoku NMC

$x_{THC[NMC-FID]}$ = koncentrácia THC korigovaná na znečistenie HC(nepovinne) a prechod z mokrého na suchý stav, nameraná THC FID počas odberu vzoriek pri prietoku cez NMC

$RF_{CH4[THC-FID]}$ = faktor odozvy THC FID na CH_4, podľa bodu 8.1.10.3.4.

$RFPF_{C2H6[NMC-FID]}$ = kombinovaný faktor odozvy na etán a penetračný etánový podiel odlučovača nemetánových uhľovodíkov podľa bodu 8.1.10.3.4.

(ii) pre penetračné podiely určené pomocou konfigurácie NMC podľa bodu 8.1.10.3.4.2. sa použije táto rovnica:

$$x_{NMHC} = \frac{x_{THC[THC-FID]cor} \cdot PF_{CH4[NMC-FID]} - x_{THC[NMC-FID]} \cdot}{PF_{CH4[NMC-FID]} - PF_{C2H6[NMC-FID]}} \qquad \text{(A.7-7)}$$

Kde:

x_{NMHC} = koncentrácia NMHC

$x_{THC[THC-FID]cor}$ = koncentrácia THC korigovaná na znečistenie HC a prechod z mokrého na suchý stav, nameraná THC FID počas odberu vzoriek pri obtoku NMC

$PF_{CH4[NMC-FID]}$ = penetračný podiel odlučovača nemetánových uhľovodíkov podľa bodu 8.1.10.3.5.

$x_{THC[NMC-FID]}$ = koncentrácia THC korigovaná na znečistenie HC(nepovinne) a prechod z mokrého na suchý stav, nameraná THC FID počas odberu vzoriek pri prietoku cez NMC

$PF_{C2H6[THC-FID]}$ = etánový penetračný podiel odlučovača nemetánových uhľovodíkov podľa bodu 8.1.10.3.5.

(iii) pre penetračné podiely určené pomocou konfigurácie NMC podľa bodu 8.1.10.3.4.3. sa použije táto rovnica:

$$x_{NMHC} = \frac{x_{THC[THC-FID]cor} \cdot PF_{CH4[NMC-FID]} - x_{THC[NMC-FID]} \cdot RF_{CH4[THC-FID]}}{PF_{CH4[NMC-FID]} - PF_{C2H6[NMC-FID]} \cdot RF_{CH4[THC-FID]}} \qquad \text{(A.7-8)}$$

Kde:

x_{NMHC} = koncentrácia NMHC

$x_{THC[THC-FID]cor}$ = koncentrácia THC korigovaná na znečistenie HC a prechod z mokrého na suchý stav, nameraná THC FID počas odberu vzoriek pri obtoku NMC

$PF_{CH4[NMC-FID]}$ = penetračný podiel CH_4 odlučovača nemetánových uhľovodíkov podľa bodu 8.1.10.3.6.

$x_{THC[NMC-FID]}$ = koncentrácia THC korigovaná na znečistenie HC (nepovinne) a prechod z mokrého na suchý stav, nameraná THC FID počas odberu vzoriek pri prietoku cez NMC

$RFPF_{C2H6[NMC-FID]}$ = kombinovaný faktor odozvy na etán a penetračný etánový podiel odlučovača nemetánových uhľovodíkov podľa bodu 8.1.10.3.6.

$RF_{CH4[THC-FID]}$ = faktor odozvy THC FID na CH_4, podľa bodu 8.1.10.3.4.

(c) Pre plynový chromatograf sa x_{NMHC} vypočíta použitím faktora odozvy analyzátora THC (*RF*) na CH_4, z bodu 8.1.10.3., a počiatočnej koncentrácie THC korigovanej na znečistenia HC a prechod z mokrého na suchý stav $x_{THC[THCFID]cor}$ podľa písm. (a) takto:

$$x_{NMHC} = x_{THC[THC-FID]cor} - RF_{CH4[THC-FID]} \cdot x_{CH4} \qquad \text{(A.7-9)}$$

Kde:

x_{NMHC} = koncentrácia NMHC

$x_{THC[THC-FID]cor}$ = koncentrácia THC korigovaná na znečistenie HC a prechod z mokrého na suchý stav, nameraná THC FID

x_{CH4} = koncentrácia CH4 korigovaná na znečistenie HC (nepovinne) a prechod z mokrého na suchý stav, nameraná plynovým chromatografom FID

$RF_{CH4[THC-FID]}$ = faktor odozvy THC FID na CH_4

A.7.1.4.3. Určenie približnej hodnoty NMHC na základe THC

Hodnota emisií NMHC (nemetánové uhľovodíky) sa môže približne určiť ako 98 % THC (celková uhľovodíky).

A.7.1.5. Stredná vážená koncentrácia prietoku

V niektorých bodoch tejto prílohy môže byť nevyhnutné vypočítať strednú váženú koncentráciu prietoku aby sa zistila uplatniteľnosť niektorých ustanovení. Vážený prietok je priemerné množstvo čo bolo vážené proporcionálne k zodpovedajúcemu prietoku. Napríklad ak sa koncentrácia plynu meria nepretržite jeho stredná vážená koncentrácia prietoku je súčet výsledkov každej zaznamenanej koncentrácie vynásobený jeho príslušným molárnym prietokom výfukového plynu, vydelený súčtom zaznamenaných hodnôt prietoku. Druhý príklad: koncentrácia vo vaku systému CVS je rovnaká

ako stredná vážená koncentrácia prietoku pretože systém CVVS samotný zabezpečuje váženie koncentrácie prietoku vo vaku. Niektoré stredné vážené koncentrácie štandardného prietoku emisií sa dajú už očakávať na základe predchádzajúcich skúšok podobných motorov alebo s podobným vybavením a prístrojmi.

A.7.2. Chemické bilancie paliva, nasávaného vzduchu a výfukového plynu

A.7.2.1. Všeobecné ustanovenia

Chemické bilancie paliva, nasávaného vzduchu a výfukového plynu sa môžu použiť na výpočty prietokov, množstva vody v ich prietokoch a koncentrácie prvkov v prietokoch v ich mokrom stave. S jedným prietokom buď paliva nasávaného vzduchu a výfukového plynu, sa chemické bilancie môžu použiť na určenie prietokov ostatných dvoch. Napríklad chemické bilancie spolu s prietokom nasávaného vzduchu alebo paliva s môžu použiť na určenie prietoku neriedeného výfukového plynu.

A.7.2.2. Postupy, ktoré si vyžaduje chemické bilancie

Chemické bilancie sú potrebné na určenie nasledujúceho:

(a) množstva vody v prietoku neriedeného alebo zriedeného výfukového plynu, x_{H2Oexh}, keď sa nemeria množstvo vody potrebné na korigovanie množstva vody odstránenej systémom odberu vzoriek;

(b) strednej váženej zložky prietoku riediaceho vzduchu v zriedenom výfukovom plyne, $x_{dil/exh}$, keď sa nemeria prietok riediaceho vzduchu na účely korekcie emisií pozadia. Treba poznamenať, že ak sa na tento účel použije chemická bilancia, predpokladá že, že výfukový plyn je stechiometrický dokonca aj vtedy, keď nie je.

A.7.2.3. Postup chemickej bilancie

Výpočty chemickej bilancie zahŕňajú systém rovníc, ktoré si vyžadujú iteráciu. Odhadujú sa počiatočné hodnoty až troch množstiev: množstvo vody v meranom prietoku, x_{H2Oexh}, zložka riediaceho vzduchu v zriedenom výfukovom plyne (alebo prebytok vzduchu v neriedenom výfukovom plyne), $x_{dil/exh}$, a množstvo produktov na základe uhlíka C1 na suchú molekulu suchého meraného prietoku, $x_{Ccombdry}$. Môžu sa použiť časovo vážené stredné hodnoty vlhkosti spaľovaného vzduchu a vlhkosť riediaceho vzduchu, pokiaľ vlhkosť spaľovaného vzduchu a riediaceho vzduchu ostávajú v rámci tolerancie ± 0,0025 mol/mol svojich príslušných stredných hodnôt v priebehu skúšobného intervalu. Pre každú koncentráciu emisií, x, a množstvo vody x_{H2Oexh}, sa určia ich úplne suché koncentrácie, x_{dry} a $x_{H2Oexhdry}$. Použije sa aj atómový pomer vodíka a uhlíka v palive, α, pomer kyslíka a uhlíka, β a hmotnostná zložka uhlíka v palive, w_C. Pre skúšobné palivo sa môžu použiť hodnoty α a β alebo štandardné hodnoty uvedené v tabuľke 7.1. Na dokončenie chemickej bilancie sa použijú tieto kroky:

(a) namerané koncentrácie ako $x_{CO2meas}$, x_{NOmeas} a x_{H2Oint}, sa prevedú na suché koncentrácie ich vydelením 1 mínus množstvo vody prítomnej počas príslušných meraní.; napríklad: $x_{H2OxCO2meas}$, $x_{H2OxNOmeas}$ a x_{H2Oint}. Ak je množstvo vody prítomnej počas "mokrého" merania rovnaké ako neznáme množstvo vody v prúde výfukového plynu, x_{H2Oexh}, musí sa to iteratívne pre danú hodnotu riešiť v systéme rovníc. Ak sa merajú len celkové NO_x a

nie samostatne NO a NO_2, na odhad koncentrácie NO a NO_2, v celkovej koncentrácii NOx na účely chemickej bilancie sa použije osvedčená technická prax. Môže sa predpokladať, že molárna koncentrácia NO_x, x_{NOx}, je 75 % NO a 25 % NO_2. Možno predpokladať, že pre systémy dodatočnej úpravy NO_2 pri skladovaní je x_{NOx} 25 % NO a 75 % NO_2. Na výpočet hmotnostných emisií NO_x sa pre efektívnu molekulovú hmotnosť všetkých zlúčenín použije molekulová hmotnosť NO_2 bez ohľadu na skutočný podiel NO_2 v NO_x,;

(b) rovnice v písm. (c)(4) tohto bodu sa vložia do počítačového programu na iteratívne riešenie x_{H2Oexh}, $x_{Ccombdry}$ a $x_{dil/exh}$. Na odhad počiatočných hodnôt x_{H2Oexh}, $x_{Ccombdry}$ a $x_{dil/exh}$ sa použije osvedčená technická prax. Odporúča sa predpokladať, že počiatočné množstvo vody je asi dvojnásobkom množstva vody v nasávanom alebo riediacom vzduchu. Odporúča sa predpokladať, že počiatočná hodnota $x_{Ccombdry}$ je súčtom nameraných hodnôt CO_2, CO, a THC. Odporúča sa tiež predpokladať, že počiatočná hodnota x_{dil} je od 0,75 do 0,95 ($0,75 < x_{dil} < 0,95$), napr. 0,8. Hodnoty v systéme rovníc sa iterujú dovtedy, až kým všetky najnovšie aktualizované odhady nie sú s toleranciou ± 1 % v rámci svojich príslušných najnovších vypočítaných hodnôt;

(c) V systéme rovníc uvedených v písm. (c) tohto bodu sa používajú tieto symboly a skratky, pričom jednotkou *x* je mol/mol:

Symbol	Opis
$x_{dil/exh}$	Množstvo riediaceho vzduchu alebo prebytok vzduchu na molekulu výfukového plynu
x_{H2Oexh}	Množstvo H_2O vo výfukovom plyne na molekulu výfukového plynu
$x_{Ccombdry}$	Množstvo uhlíka v palive vo výfukovom plyne na molekulu výfukového plynu
$x_{H2Oexhdry}$	Množstvo vody vo výfukovom plyne na suchú molekulu suchého výfukového plynu
$x_{prod/intdry}$	Množstvo suchých steichiometrických produktov na molekulu nasávaného vzduchu
$x_{dil/exhdry}$	Množstvo riediaceho plynu a/alebo prebytok vzduchu na molekulu suchého výfukového plynu
$x_{int/exhdry}$	Množstvo nasávaného vzduchu potrebné na vytvorenie skutočných produktov spaľovania na molekulu suchého (neriedeného alebo zriedeného) výfukového plynu
$x_{raw/exhdry}$	Množstvo neriedeného výfukového plynu, bez prebytku vzduchu, molekulu suchého (neriedeného alebo zriedeného) výfukového plynu
$x_{O2intdry}$	Množstvo O_2 v nasávanom vzduchu na molekulu suchého nasávaného vzduchu; možno predpokladať, že $x_{O2intdry}$ = 0,209445 mol/mol
$x_{CO2intdry}$	Množstvo CO_2 v nasávanom vzduchu na molekulu suchého nasávaného vzduchu. Môže sa použiť $x_{CO2intdry}$ = 375 mmol/mol, no odporúča sa odmerať skutočná koncentrácia v nasávanom vzduchu
$x_{H2Ointdry}$	Množstvo H_2O v nasávanom vzduchu na molekulu suchého nasávaného vzduchu
x_{CO2int}	Množstvo CO_2 v nasávanom vzduchu na molekulu nasávaného vzduchu
x_{CO2dil}	Množstvo CO_2v riediacom plyne na molekulu riediaceho plynu
$x_{CO2dildry}$	Množstvo CO_2 v riediacom plyne na molekulu suchého riediaceho plynu. Ak

Symbol	Opis
	sa ako riedidlo použije vzduch, môže sa použiť $x_{CO2dildry}$ = 375 mmol/mol, no odporúča sa odmerať skutočná koncentrácia v nasávanom vzduchu
$x_{H2Odildry}$	Množstvo H_2O v riediacom plyne na molekulu suchého riediaceho
x_{H2Odil}	Množstvo H_2O v riediacom plyne na molekulu riediaceho plynu
$x_{[emission]meas}$	Množstvo nameraných emisií vo vzorke v príslušnom analyzátore plynu
$x_{[emission]dry}$	Množstvo emisií ma suchú molekulu suchej vzory
$x_{H2O[emission]meas}$	Množstvo vody vo vzorke v mieste zisťovania. Tieto emisie sa merajú alebo odhadujú podľa bodu 9.3.2.3.1.
x_{H2Oint}	Množstvo vody v nasávanom vzduchu stanovené na základe vlhkosti nasávaného vzduchu
α	Atómový pomer vodíka k uhlíku v palivovej zmesi ($CH_\alpha O_\beta$), ktorá sa spaľuje, vážený na základe molárnej miery spotreby
β	Atómový pomer kyslíka k uhlíku v palivovej zmesi ($CH_\alpha O_\beta$), ktorá sa spaľuje, vážený na základe molárnej miery spotreby

(d) na iteratívne riešenie $x_{dil/exh}$, x_{H2Oexh} a $x_{Ccombdry}$ sa použijú tieto rovnice:

$$x_{dil/exh} = 1 - \frac{x_{raw/exhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \quad \text{(A.7-10)}$$

$$x_{H2O/exh} = \frac{x_{H2O/exhdry}}{1 + x_{H2Oexhdry}} \quad \text{(A.7-11)}$$

$$x_{Combdry} = x_{CO2dry} + x_{COdry} + x_{THCdry} - x_{CO2dil} \cdot x_{dil/exhdry} - x_{CO2int} \cdot x_{int/exhdry} \quad \text{(A.7-12)}$$

$$x_{H2Oexhdry} = \frac{\alpha}{2}\left(x_{combdry} - x_{THCdry}\right) + x_{H2Odil} \cdot x_{dil/exhdry} + x_{H2Oint} \cdot x_{int/exhdry} \quad \text{(A.7-13)}$$

$$x_{dil/exhdry} = \frac{x_{dil/exh}}{1 - x_{H2Oexh}} \quad \text{(A.7-14)}$$

$$x_{int/exhdry} = \frac{1}{2 \cdot x_{O2int}}\left[\left(\frac{\alpha}{2} - \beta + 2\right)\left(x_{combdry} - x_{THCdry}\right) - \left(x_{COdry} - x_{NOdry} - 2x_{NO2dry}\right)\right] \quad \text{(A.7-15)}$$

$$x_{raw/exhdry} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\alpha}{2} + \beta\right)\left(x_{combdry} - x_{THCdry}\right) + \left(2x_{THCdry} + x_{COdry} - x_{NO2dry}\right)\right] + x_{int/exhdry} \quad \text{(A.7-16)}$$

$$x_{O2int} = \frac{0{,}209820 - x_{CO2intdry}}{1 + x_{H2Ointdry}} \quad \text{(A.7-17)}$$

$$x_{CO2int} = \frac{x_{CO2intdry}}{1 + x_{H2Ointdry}} \quad \text{(A.7-18)}$$

$$x_{H2Ointdry} = \frac{x_{H2Oint}}{1 - x_{H2Oint}} \quad \text{(A.7-19)}$$

$$x_{CO2dil} = \frac{x_{CO2dildry}}{1 + x_{H2Odildry}} \quad \text{(A.7-20)}$$

$$x_{H2Odildry} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \quad \text{(A.7-21)}$$

$$x_{COdry} = \frac{x_{COmeas}}{1 - x_{H2OCOmeas}} \quad (A.7\text{-}22)$$

$$x_{CO2dry} = \frac{x_{CO2meas}}{1 - x_{H2OCO2meas}} \quad (A.7\text{-}23)$$

$$x_{NOdry} = \frac{x_{NOmeas}}{1 - x_{H2ONOmeas}} \quad (A.7\text{-}24)$$

$$x_{NO2dry} = \frac{x_{NO2meas}}{1 - x_{H2ONO2meas}} \quad (A.7\text{-}25)$$

$$x_{THCdry} = \frac{x_{THCmeas}}{1 - x_{H2OTHCmeas}} \quad (A.7\text{-}26)$$

Na konci chemickej bilancie, sa molárny prietok $\dot{n}_{exh}$ vypočíta podľa bodov A.7.3.2. a A.7.4.2.

A.7.2.4. Korekcia NO_x na vlhkosť

Všetky koncentrácie NO_x, vrátane koncentrácie pozadia riediaceho vzduchu, sa korigujú na vlhkosť nasávaného vzduchu pomocou tejto rovnice:

$$x_{NOxcor} = x_{NOxuncor} \cdot (9{,}953 \cdot x_{H2O} + 0{,}832) \quad (A.7\text{-}27)$$

Kde:

$x_{NOxuncor}$ = nekorigovaná molárna koncentrácia NO_x vo výfukovom plyne [µmol/mol]

x_{H2O} = množstvo vody v nasávanom vzduchu [mol/mol]

A.7.3. Emisie neriedených plynov

A.7.3.1. Hmotnosť plynných emisií

Pri výpočte celkovej hmotnosti plynných emisií na skúšku m_{gas} [g/skúška], sa ich molárna koncentrácia vynásobí ich príslušným molárnym prietokom a molekulovou hmotnosťou výfukového plynu; potom sa vykoná integrácia celého skúšobného cyklu:

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \int \dot{n}_{exh} \cdot x_{gas} \cdot dt \quad (A.7\text{-}28)$$

Kde:

M_{gas} = molekulová hmotnosť generických plynných emisií [g/mol]

$\dot{n}_{exh}$ = okamžitý molárny prietok výfukového plynu v mokrom stave [mol/s]

x_{gas} = okamžitá molárna koncentrácia generického plynu v mokrom stave [mol/mol]

t = čas [s]

Pretože sa rovnica (A.7-28) musí riešiť numerickou integráciou, transformuje sa na:

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \int \dot{n}_{exh} \cdot x_{gas} \cdot dt \Rightarrow m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi} \quad (A.7\text{-}29)$$

Kde:

M_{gas} = molekulová hmotnosť generických plynných emisií [g/mol]

$\dot{n}_{exhi}$ = okamžitý molárny prietok výfukového plynu v mokrom stave [mol/s]
x_{gasi} = okamžitá molárna koncentrácia generického plynu v mokrom stave [mol/mol]
f = frekvencia odberu údajov o vzorke [Hz]
N = počet meraní [-]

Všeobecná rovnica sa môže upraviť podľa toho, aký systém merania sa použije, či ide o odber v dávkach alebo nepretržitý odber a či sa odoberajú vzorky z meniaceho sa prietoku a nie konštantného prietoku.

(a) v prípade nepretržitého odberu vzoriek, no v konkrétnom prípade meniaceho sa prietoku, hmotnosť plynných emisií m_{gas} [g/skúška] sa vypočíta pomocou tejto rovnice:

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi} \qquad \text{(A.7-30)}$$

Kde:
M_{gas} = molekulová hmotnosť generických plynných emisií [g/mol]
$\dot{n}_{exhi}$ = okamžitý molárny prietok výfukového plynu v mokrom stave [mol/s]
x_{gasi} = okamžitá molárna koncentrácia generického plynu v mokrom stave [mol/mol]
f = frekvencia odberu údajov o vzorke [Hz]
N = počet meraní [-]

(b) ešte stále v prípade nepretržitého odberu vzoriek, no v konkrétnom prípade konštantného prietoku sa hmotnosť plynných emisií m_{gas} [g/skúška] vypočíta pomocou tejto rovnice:

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exhi} \cdot \bar{x}_{gas} \cdot \Delta t \qquad \text{(A.7-31)}$$

Kde:
M_{gas} = molekulová hmotnosť generických plynných emisií [g/mol]
$\dot{n}_{exh}$ = molárny prietok výfukového plynu v mokrom stave [mol/s]
$\bar{x}_{gas}$ = stredná molárna zložka plynných emisií v mokrom stave [mol/mol]
Δt = čas trvania skúšobného intervalu

(c) v prípade odberu vzoriek v dávkach, bez ohľadu na to či ide o meniaci sa alebo konštantný prietok, sa rovnica (A.7-30) môže zjednodušiť takto:

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \bar{x}_{gas} \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \qquad \text{(A.7-32)}$$

Kde:
M_{gas} = molekulová hmotnosť generických plynných emisií [g/mol]
$\dot{n}_{exhi}$ = okamžitý molárny prietok výfukového plynu v mokrom stave [mol/s]
$\bar{x}_{gas}$ = stredná molárna zložka plynných emisií v mokrom stave [mol/mol]
f = frekvencia odberu údajov o vzorke [Hz]
N = počet meraní [-]

A.7.3.2. Konverzia koncentrácie v suchom stave na koncentráciu v mokrom stave

Parametre tohto bodu sa získajú z výsledkov chemickej bilancie vypočítaných v bode A.7.2. Medzi molárnymi koncentráciami v meranom prietoku x_{gasdry} a x_{gas} [mol/mol] vyjadrenými v suchom a mokrom stave je tento vzťah:

$$x_{gasdry} = \frac{x_{gas}}{1 - x_{H2O}} \quad \text{(A.7-33)}$$

$$x_{gas} = \frac{x_{gasdry}}{1 + x_{H2O}} \quad \text{(A.7-34)}$$

Kde:

x_{H2O} = molárna zložka vody v meranom prietoku v mokrom stave [mol/mol]

x_{H2Odry} = molárna zložka vody v meranom prietoku v suchom stave [mol/mol]

V prípade plynných emisií sa na účely generickej koncentrácie, korekcia vzhľadom na odstránenú vodu vykoná takto:

$$x = x_{[emission]meas}\left[\frac{(1 - x_{H2Oexh})}{1 - x_{H2O[emission]meas}}\right] \quad \text{(A.7-35)}$$

Kde:

$x_{[emission]meas}$ = molárna zložka emisií v meranom prietoku v mieste merania [mol/mol]

$x_{H2O[emission]meas}$ = množstvo vody v meranom prietoku pri meraní koncentrácie [mol/mol]

x_{H2Oexh} = množstvo vody v prietokomeri [mol/mol]

A.7.3.3. Molárny prietok výfukového plynu

Prietok neriedeného výfukového plynu sa môže merať priamo alebo sa môže vypočítať na základe chemickej bilancie podľa bodu A.7.2. Výpočet molárneho prietoku neriedeného výfukového plynu s vykoná z nameraného molárneho prietoku nasávaného vzduchu alebo hmotnostného prietoku paliva. Molárny prietok neriedeného výfukového plynu sa môže vypočítať zo vzoriek zachytených emisií, $\dot{n}_{exh}$, na základe nameraného molárneho prietoku nasávaného vzduchu $\dot{n}_{int}$ alebo hmotnostného prietoku paliva $\dot{m}_{fuel}$, a hodnôt vypočítaných pomocou chemickej bilancie podľa bodu A.7.2. V prípade chemickej bilancie v bode A.7.2.(c) sa to rieši s rovnakou frekvenciou akou sa aktualizuje a zaznamenáva $\dot{n}_{int}$ alebo $\dot{m}_{fuel}$.

(a) Prietok emisií kľukovej skrine. Prietok neriedeného výfukového plynu sa môže vypočítať na základe $\dot{n}_{int}$ alebo $\dot{m}_{fuel}$ len vtedy, keď prietok emisií kľukovej skrine zodpovedá aspoň jednej z nasledujúcich zásad:

(i) skúšobný motor má systém regulácie tvorby emisií s uzavretou kľukovou skriňou, ktorý nasmeruje prietok späť do nasávaného vzduchu za prietokomerom nasávaného vzduchu;

(ii) počas emisnej skúšky sa prietok v prípade otvorenej kľukovej skrine nasmeruje do výfukového plynu podľa bodu 6.10;

(iii) merajú sa emisie a prietok otvorenej kľukovej skrine a doplnia sa do výpočtov emisií špecifických pre brzdenie;

(iv) s využitím údajov o emisiách alebo technickej analýzy sa môže preukázať, že tým, že sa neberie do úvahy prietok emisií z kľukovej skrine, nie je nepriaznivo ovplyvnené dodržiavanie príslušných noriem;

(b) Výpočet molárneho prietoku založený na nasávanom vzduchu

Vychádzajúc z $\dot{n}_{int}$, sa molárny prietok výfukového plynu $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] vypočíta takto:

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{n}_{int}}{\left[1 + \frac{\left(x_{int/exhdry} - x_{raw/exhdry}\right)}{\left(1 + x_{H2Oexhdry}\right)}\right]} \qquad \text{(A.7-36)}$$

Kde:

$\dot{n}_{exh}$ = molárny prietok neriedeného výfukového plynu, z ktoré sa merajú emisie [mol/s]

$\dot{n}_{int}$ = molárny prietok nasávaného vzduchu vrátane vlhkosti v nasávanom vzduchu [mol/s]

$x_{int/exhdry}$ = množstvo nasávaného vzduchu potrebné na vytvorenie skutočných produktov spaľovania na molekulu suchého (neriedeného alebo zriedeného) výfukového plynu [mol/mol]

$x_{raw/exhdry}$ = množstvo neriedeného výfukového plynu, bez prebytku vzduchu, na molekulu suchého (neriedeného alebo zriedeného) výfukového plynu [mol/mol]

$x_{H2Oexhdry}$ = množstvo vody vo výfukovom plyne na molekulu suchého výfukového plynu [mol/mol]

(c) Výpočet molárneho prietoku založený na hmotnostnom prietoku paliva

Vychádzajúc z $\dot{m}_{fuel}$ sa $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] vypočíta takto:

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot w_C \cdot \left(1 + x_{H2Oexhdry}\right)}{M_C \cdot x_{Ccombdry}} \qquad \text{(A.7-37)}$$

Kde:

$\dot{n}_{exh}$ = molárny prietok neriedeného výfukového plynu, z ktorého sa merajú emisie

$\dot{m}_{fuel}$ = prietok paliva vrátane vlhkosti v nasávanom vzduchu [g/s]

w_C = hmotnostný podiel uhlíka v danom palive [g/g]

$x_{H2Oexhdry}$ = množstvo vody na suchú molekulu meraného prietoku [mol/mol]

M_C = molekulová hmotnosť uhlíka 12,0107 g/mol

$x_{Ccombdry}$ = množstvo uhlíka z paliva vo výfukovom plyne na molekulu suchého výfukového plynu [mol/mol]

A.7.4. Zriedené plynné emisie

A.7.4.1. Výpočet hmotnosti emisií a korekcia na pozadie

Rovnice pre výpočet hmotnosti plynných emisií m_{gas} [g/skúšku] ako funkcie molárneho prietoku emisií sú tieto:

(a) Nepretržitý odber vzoriek, meniaci sa prietok

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi} \cdot x_{gasi}$$ (pozri A.7-29)

Nepretržitý odber vzoriek, konštantný prietok

$$m_{gas} = M_{gas} \cdot \dot{n}_{exh} \cdot \overline{x}_{gas} \cdot \Delta t$$ (pozri A.7-31)

(b) Pri odbere vzoriek v dávkach, bez ohľadu na to či ide o meniaci sa prietok alebo konštantný prietok, sa použije táto rovnica:

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot M_{gas} \cdot \overline{x}_{gas} \sum_{i=1}^{N} \dot{n}_{exhi}$$ (pozri A.7-32)

(c) V prípade zriedených výfukových plynov sa vypočítané hodnoty hmotností znečisťujúcich látok korigujú tak, že sa odpočíta hmotnosť emisií aby sa zohľadnil riediaci vzduch:

(i) Po prvé, zistí sa molárny prietok riediaceho vzduchu $\dot{n}_{dil}$ [mol/s] v priebehu časového intervalu. Môže to byť namerané množstvo alebo množstvo vypočítané z prietoku zriedeného výfukového plynu a stredného váženého podielu riediaceho vzduchu v zriedenom výfukovom plyne, $\overline{x}_{dil/exh}$;

(ii) Celkový prietok riediaceho vzduchu n_{airdil} [mol] sa vynásobí strednou koncentráciou emisií pozadia. Môže to byť časovo vážený priemer alebo vážený priemer prietoku (napr. proporcionálne odoberané vzorky pozadia). Násobok n_{airdil} a priemernej koncentrácie emisií pozadia predstavuje celkové množstvo emisií pozadia;

(iii) Ak je výsledkom molárne množstvo, prevedie sa na hmotnosť emisií pozadia m_{bkgnd} [g] jeho vynásobením molekulovou hmotnosťou emisií, M_{gas} [g/mol];

(iv) Celková hmotnosť emisií pozadia sa odpočíta od celkovej hmotnosti aby sa korigovali emisie pozadia;

(v) Celkový prietok riediaceho vzduchu sa môže určiť priamym meraním prietoku. V takom prípade sa celková hmotnosť emisií pozadia vypočíta pomocou prietoku riediaceho vzduchu, n_{airdil}. Hmotnosť emisií pozadia sa odpočíta od celkovej hmotnosti. Výsledok sa použije pri výpočte emisií špecifických pre brzdenie.;

(vi) Celkový prietok riediaceho vzduchu sa môže určiť z celkového prietoku zriedeného výfukového plynu a chemickej bilancie paliva, nasávaného vzduchu a výfukového plynu podľa bodu A.7.2. V takom prípade sa celková hmotnosť emisií pozadia vypočíta pomocou celkového prietoku zriedeného výfukového plynu, n_{dexh}. Tento výsledok sa potom vynásobí stredným váženým podielom riediaceho vzduchu v zriedenom výfukovom plyne, $\overline{x}_{dil/exh}$.

Berúc do úvahy dva prípady (v) a (vi), sa použijú tieto rovnice:

$$m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot x_{gasdil} \cdot n_{airdil} \quad \text{alebo} \quad m_{bkgnd} = M_{gas} \cdot \overline{x}_{dil/exh} \cdot \overline{x}_{bkgnd} n_{dexh}$$ (A.7-38)

$$m_{gascor} = m_{gas} - m_{bkgnd}$$ (A.7-39)

Kde:

m_{gas} = celková hmotnosť plynných emisií [g]
m_{bkgnd} = celková hmotnosť emisií pozadia [g]
m_{gascor} = hmotnosť plynu korigovaná na emisie pozadia [g]
M_{gas} = molekulová hmotnosť generických plynných emisií [g/mol]
x_{gasdil} = koncentrácia plynných emisií v riediacom vzduchu [mol/mol]
n_{airdil} = molárny prietok riediaceho vzduchu [mol]
$\overline{x}_{dil/exh}$ = stredný vážený podielu riediaceho vzduchu v zriedenom výfukovom plyne [mol/mol]
$\overline{x}_{bkgnd}$ = podiel plynu v emisiách pozadia [mol/mol]
n_{dexh} = celkový prietok zriedeného výfukového plynu [mol]

A.7.4.2. Konverzia koncentrácie v suchom stave na koncentráciu v mokrom stave

V prípade zriedených vzoriek sa na konverziu koncentrácie v suchom stave na koncentráciu v mokrom stave použijú rovnaké vzťahy, aké platia pre neriedené vzorky (bod A.7.3.2.). V prípade riediaceho vzduchu sa merania vlhkosti vykonajú s cieľom vypočítať jeho podiel vodnej pary $x_{H2Odildry}$ [mol/mol]:

$$x_{H2Odildry} = \frac{x_{H2Odil}}{1 - x_{H2Odil}} \qquad \text{(A.7-21)}$$

Kde:
x_{H2Odil} = molárny podiel vody v prietoku riediaceho vzduchu [mol/mol]

A.7.4.3. Molárny prietok výfukového plynu

(a) Výpočet pomocou chemickej bilancie;

Molárny prietok $\dot{n}_{exh}$ [mol/s] sa môže vypočítať pomocou hmotnostného prietoku paliva $\dot{m}_{fuel}$:

$$\dot{n}_{exh} = \frac{\dot{m}_{fuel} \cdot w_C \cdot \left(1 + x_{H2Oexhdry}\right)}{M_C \cdot x_{Ccombdry}} \qquad \text{(pozri A.7-37)}$$

Kde:
$\dot{n}_{exh}$ = molárny prietok neriedeného výfukového plynu, z ktorého sa merajú emisie
$\dot{m}_{fuel}$ = prietok paliva vrátane vlhkosti v nasávanom vzduchu [g/s]
w_C = hmotnostný podiel uhlíka v danom palive [g/g]
$x_{H2Oexhdry}$ = množstvo vody na suchú molekulu meraného prietoku [mol/mol]
M_C = molekulová hmotnosť uhlíka 12,0107 g/mol
$x_{Ccombdry}$ = množstvo uhlíka z paliva vo výfukovom plyne na molekulu suchého výfukového plynu [mol/mol]

(b) Meranie

Molárny prietok neriedeného výfukového plynu sa môže vypočítať pomocou troch systémov:

(i) Molárny prietok PDP. Vychádzajúc z otáčok, pri ktorých môže objemové čerpadlo (PDP) pracovať počas skúšobného intervalu, zodpovedajúci sklon a_1 a úsek na osi, a_0 [-], vypočítané pri kalibračnom postupe uvedenom v doplnku 1 k tejto prílohe, sa použijú na výpočet molárneho prietoku $\dot{n}$ [mol/s] takto:

$$\dot{n} = f_{n,PDP} \cdot \frac{p_{in} \cdot V_{rev}}{R \cdot T_{in}} \qquad \text{(A.7-40)}$$

Kde:

$$V_{rev} = \frac{\alpha_1}{f_{n,PDP}} \cdot \sqrt{\frac{p_{out} - p_{in}}{p_{in}}} + \alpha_0 \qquad \text{(A.7-41)}$$

Kde:

a_1 = kalibračný koeficient [m^3/s]
a_0 = kalibračný koeficient [m_3/rev]
p_{in}, p_{out} = vstupný/výstupný tlak [Pa]
R = molekulová plynová konštanta [J/(mol K)]
T_{in} = vstupná teplota [K]
V_{rev} = čerpaný objem [m^3/rev]
$f_{n,PDP}$ = otáčky PDP [ot/s]

(ii) Molárny prietok SSV. Vychádzajúc z rovnice C_d vo vzťahu k $R_e^{\#}$ podľa doplnku 1 tejto prílohy, molárny prietok podzvukovou Venturiho trubicou počas emisnej skúšky $\dot{n}$ [mol/s] sa vypočíta takto:

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \qquad \text{(A.7-42)}$$

Kde:

p_{in} = vstupný tlak [Pa]
A_t = Plocha prierezu hrdla Venturiho trubice [m^2]
R = molekulová plynová konštanta [J/(mol K)]
T_{in} = vstupná teplota [K]
Z = koeficient stlačiteľnosti
M_{mix} = molekulová hmotnosť zriedeného výfukového plynu [kg/mol]
C_d = výtokový koeficient SSV [-]
C_f = prietokový koeficient SSV [-]

(iii) Molárny prietok CFV. Na výpočet molárneho prietoku cez Venturiho trubicu alebo kombináciu trubíc sa použije jej príslušný stredný koeficient C_d a iné konštanty, určené podľa doplnku 1 tejto prílohy. Molárny prietok CFV počas emisnej skúšky $\dot{n}$ [mol/s] sa vypočíta takto:

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \qquad \text{(A.7-43)}$$

Kde:

p_{in} = vstupný tlak [Pa]
A_t = plocha prierezu hrdla Venturiho trubice [m^2]
R = molekulová plynová konštanta [J/(mol K)]
T_{in} = vstupná teplota [K]
Z = koeficient stlačiteľnosti
M_{mix} = molekulová hmotnosť zriedeného výfukového plynu [kg/mol]
C_d = výtokový koeficient CFV [-]
C_f = prietokový koeficient CFV [-]

A.7.4.4. Určenie tuhých častíc

A.7.4.4.1. Odber vzoriek

(a) Vzorky sa odoberú z meniaceho sa prietoku:

Ak sa vzorka z meniaceho sa prietoku výfukového plynu odoberá v dávkach, odoberie sa vzorka proporcionálna meniacemu sa prietoku výfukového plynu. Na určenie celkového prietoku sa p~~riet~~ok integruje v priebehu časového intervalu.. Stredná koncentrácia PM, M_{PM}, (ktorá je už v jednotkách hmotnosti na molekulu vzorky) sa vynásobí celkovým prietokom, aby sa získala celková hmotnosť PM, m_{PM}, [g]:

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left(\dot{n}_i \cdot \Delta t_i \right) \qquad \text{(A.7-44)}$$

Kde:

$\dot{n}_i$ = okamžitý molárny prietok výfukového plynu [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = stredná koncentrácia PM [g/mol]

Δt_i = interval odberu vzoriek [s]

(b) Odber vzoriek z konštantného prietoku:

Ak sa vzorka z konštantného prietoku výfukového plynu odoberá v dávkach, určí sa stredný molárny prietok, z ktorého sa vzorka odoberá. Stredná koncentrácie PM sa vynásobí celkovým prietok~~om~~, aby sa získal celková hmotnosť PM, m_{PM}, [g]:

$$m_{PM} = \overline{M}_{PM} \cdot \dot{n} \cdot \Delta t \qquad \text{(A.7-45)}$$

Kde:

$\dot{n}_i$ = okamžitý molárny prietok výfukového plynu [mol/s]

$\overline{M}_{PM}$ = stredná koncentrácia PM [g/mol]

Δt = čas trvania skúšobného intervalu [s]

Pri odbere vzoriek s konštantným pomerom riedenia (*DR*), sa m_{PM} [g] vypočíta pomocou tejto rovnice:

$$m_{PM} = m_{PMdil} \cdot DR \qquad \text{(A.7-46)}$$

Kde:

m_{PMdil} = hmotnosť PM v riediacom vzduchu [g]

DR = riediaci pomer [-] definovaný ako pomer medzi hmotnosťou emisií *m* a hmotnosťou zriedeného výfukového plynu $m_{dil/exh}$ ($DR = m/m_{dil/exh}$). Riediaci pomer *DR* sa môže vyjadriť ako funkcia $x_{dil/exh}$:

$$DR = \frac{1}{1 - x_{dil/exh}} \qquad \text{(A.7-47)}$$

A.7.4.4.2. Korekcia na pozadie

Na korekciu hmotnosti PM pokiaľ ide o pozadie sa použije rovnaký prístup ako v bode A.7.4.1. Vynásobením $\overline{M}_{PMbkgnd}$ celkovým prietokom riediaceho vzduchu sa získa celková hmotnosť PM pozadia ($m_{PMbkgnd}$ [g]). Rozdiel medzi celkovou hmotnosťou a celkovou hmotnosťou pozadia je hmotnosť tuhých častíc korigovaná a pozadie m_{PMcor} [g]:

$$m_{PMcor} = PM_{uncor} - \overline{M}_{PMbkgnd} \cdot n_{airdil} \qquad \text{(A.7-48)}$$

Kde:

$m_{PMuncor}$ = nekorigovaná hmotnosť PM [g]

$\overline{M}_{PMbkgnd}$ = stredná koncentrácia PM v riediacom vzduchu [g/mol]

n_{airdil} = molárny prietok riediaceho vzduchu [mol]

A.7.5. Práca cyklu a špecifické emisie

A.7.5.1. Plynné emisie

A.7.5.1.1. Nestály (prechodný) skúšobný cyklus a odstupňovaný modálny cyklus

V prípade neriedeného a zriedeného výfukového plyny sa odkazuje na body A.7.3.1. a A.7.4.1. Výsledné hodnoty výkonu P_i [kW] sa integrujú počas skúšobného intervalu. Celková práca W_{act} [kWh] sa vypočíta takto:

$$W_{act} = \sum_{i=1}^{N} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{1}{10^3} \frac{2 \cdot \pi}{60} \sum_{i=1}^{N} \left(n_i \cdot T_i\right) \qquad \text{(A.7-49)}$$

Kde:

P_i = okamžitý výkon motora [kW]

n_i = okamžité otáčky motora [ot/m]

T_i = okamžitý krútiaci moment [N·m]

W_{act} = skutočná práca cyklu [kWh]

f = frekvencia odberu údajov o vzorke [Hz]

N = počet meraní [-]

Špecifické emisie e_{gas} [g/kWh] sa vypočítajú nasledujúcimi spôsobmi v závislosti od typu skúšobného cyklu.

$$e_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}} \qquad \text{(A.7-50)}$$

Kde:

m_{gas} = celková hmotnosť emisií [g/skúšku]

W_{act} = práca cyklu [kWh]

V prípade nestáleho (prechodného) cyklu, konečný výsledok skúšky e_{gas} [g/kWh] je váženým priemerom skúšky so studeným a teplým štartom vypočítaným takto:

$$e_{gas} = \frac{\left(0{,}1 \cdot m_{cold}\right) + \left(0{,}9 \cdot m_{hot}\right)}{\left(0{,}1 \cdot W_{actcold}\right) + \left(0{,}9 \cdot W_{acthot}\right)} \qquad \text{(A.7-51)}$$

V prípade zriedkavej (periodickej) regenerácie výfukového plynu (bod 6.6.2.), sa špecifické emisie korigujú násobným faktorom nastavenia k_r (rovnica (6-4)) alebo dvoma samostatnými pármi vzostupných faktorov nastavenia k_{Ur} (vzostupný faktor nastavenia podľa rovnice (6-5)) a k_{Dr} (zostupný faktor nastavenia podľa rovnice (6-6)).

A.7.5.1.2. Ustálený cyklus v nespojitom režime

Špecifické emisie e_{gas} [g/kWh] sa vypočítajú takto:

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} \left(\dot{m}_{gas} \cdot WF_i\right)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} \left(P_i \cdot WF_i\right)} \qquad \text{(A.7-52)}$$

Kde:

$\dot{m}_{gas,i}$ = stredný hmotnostný prietok emisií v režime *i* [g/h]

P_i = výkon motora v režime i [kW] s $P_i = P_{maxi} + P_{auxi}$ (pozri body 7.7.1.2. a 6.3.)

WF_i = váhový faktor v režime i [-]

A.7.5.2. Emisie tuhých častíc

A.7.5.2.1. Nestály (prechodný) skúšobný cyklus a odstupňovaný modálny cyklus

Špecifické emisie tuhých častíc sa vypočítajú pomocou rovnice (A.7-50), v ktorej sa e_{gas} [g/kWh] a m_{gas} [g/skúšku] nahradia e_{PM} [g/kWh] a m_{PM} [g/skúšku]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \qquad \text{(A.7-53)}$$

Kde:

m_{PM} = celková hmotnosť emisií častíc, vypočítaná podľa bodu A.8.3.4. [g/skúšku]

W_{act} = práca cyklu [kWh]

Emisie v nestálom (prechodnom) zmiešanom cykle (t. j. studená a teplá fáza) sa vypočítajú podľa bodu A.7.5.1.

A.7.5.2.2. Ustálený cyklus v nespojitom režime

Špecifické emisie tuhých častíc e_{PM} [g/kWh] sa vypočítajú takto:

A.7.5.2.2.1. Jednofiltrová metóda

$$e_{PM} = \frac{\dot{m}_{PM}}{\sum_{i=1}^{N} \left(P_i \cdot WF_i\right)} \qquad \text{(A.7-54)}$$

Kde:

P_i = výkon motora v režime *i* [kW] s $P_i = P_{maxi} + P_{auxi}$ (pozri body 7.7.1.2. a 6.3.)

WF_i = váhový faktor v režime *i* [-]

$\dot{m}_{PM}$ = hmotnostný prietok tuhých častíc [g/h]

A.7.5.2.2.2. Viacfiltrová metóda

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \left(\dot{m}_{PMi} \cdot WF_i\right)}{\sum_{i=1}^{N} \left(P_i \cdot WF_i\right)} \qquad \text{(A.7-55)}$$

Kde:

P_i = výkon motora v režime i [kW] s $P_i = P_{maxi} + P_{auxi}$ (pozri body 7.7.1.2. a 6.3.)

WF_i = váhový faktor v režime i [-]
$\dot{m}_{PMi}$ = hmotnostný prietok tuhých častíc v režime i [g/h]

V prípade jednofiltrovej metódy, sa efektívny váhový faktor, WF_{effi}, pre každý režim vypočíta takto:

$$WF_{effi} = \frac{m_{smpldexhi} \cdot \overline{\dot{m}_{eqdexhwet}}}{m_{smpldex} \cdot m_{eqdexhweti}} \qquad \text{(A.7-56)}$$

Kde:

$m_{smpldexhi}$ = hmotnosť vzorky zriedeného výfukového plynu, ktorý prešiel cez filtre tuhých častíc v režime *i* [kg]

$m_{smpldexh}$ = hmotnosť vzorky zriedeného výfukového plynu, ktorý prešiel cez filtre tuhých častíc [kg]

$\dot{m}_{eqdexhweti}$ = ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v režime *i* [kg/s]

$\overline{\dot{m}_{eqdexhwet}}$ = priemerný ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu [kg/s]

Hodnota efektívnych váhových faktorov je v rozmedzí ± 0,005 (absolútna hodnota) hodnoty váhových faktorov uvedených v prílohe A.1.

Príloha A.7. - Doplnok 1

KALIBRÁCIA PRIETOKU ZRIEDENÝCH VÝFUKOVÝCH PLYNOV (CVS)

V tomto oddiele sú opísané výpočty pre kalibrovanie rôznych prietokomerov. V písm. (a) tohto oddielu je opísané, ako previesť výstupy referenčných prietokomerov v kalibračných rovniciach, ktoré sú prezentované na molárnom základe. V zvyšných bodoch sú opísané kalibračné výpočty, ktoré sú špecifické pre niektoré typy prietokomerov.

A.7.6.1. Prevody z referenčného prietokomeru

V kalibračných rovniciach v tomto oddiele sa používa molárny prietok, $\dot{n}_{ref}$, ako referenčné množstvo. Ak schválený referenčný prietokomer ukazuje prietok v rôznych kvantitatívnych hodnotách ako napr. štandardný objemový prietok, $\dot{V}_{stdref}$, skutočný objemový prietok, $\dot{V}_{actdref}$ alebo hmotnostný prietok, $\dot{m}_{ref}$, výstup referenčného prietokomeru sa prevedie na molárny prietok pomocou nasledujúcich rovníc s tým, že zatiaľ čo hodnoty objemového prietoku, hmotnostného prietoku, tlaku, teploty a molekulovej hmotnosti sa môžu počas emisnej skúšky meniť, mali by udržiavať čo možno najkonštantnejšie pre každý jednotlivý stanovený bod počas kalibrácie prietokomera:

$$\dot{n}_{ref} = \frac{\dot{V}_{stdref} \cdot p_{std}}{T_{std} \cdot R} = \frac{\dot{V}_{actref} \cdot p_{act}}{T_{act} \cdot R} = \frac{\dot{m}_{ref}}{M_{mix}} \qquad \text{(A.7-57)}$$

Kde:

$\dot{n}_{ref}$ = referenčný molárny prietok [mol/s]

$\dot{V}_{stdref}$ = referenčný objemový prietok, korigovaný na štandardný tlak a štandardnú teplotu [m^3/s]

$\dot{V}_{actref}$ = referenčný objemový prietok, pri skutočnom tlaku a teplote [m^3/s]

$\dot{m}_{ref}$ = referenčný hmotnostný prietok [g/s]

p_{std} = štandardný tlak [Pa]

p_{act} = skutočný tlak plynu [Pa]

T_{std} = štandardná teplota [K]

T_{act} = skutočná teplota plynu [K]

R = molekulová plynová konštanta [J/(mol K)]

M_{mix} = molekulová hmotnosť plynu [g/mol]

A.7.6.2. Kalibračné výpočty PDP

Pre každú polohu zarážky sa nasledujúce hodnoty vypočítajú zo stredných hodnôt stanovených v bode 8.1.8.4. takto:

(a) Objem PDP prečerpaný za otáčku, V_{rev} (m^3/ot):

$$V_{rev} = \frac{\bar{\dot{n}}_{ref} \cdot R \cdot \bar{T}_{in}}{\bar{p}_{in} \cdot \bar{f}_{nPDP}} \qquad \text{(A.7-58)}$$

Kde:

$\bar{\dot{n}}_{ref}$ = stredná hodnota referenčného molárneho prietoku [mol/s]

R = molárna plynová konštanta [J/(mol·K)]

$\bar{T}_{in}$ = stredná vstupná teplota [K]

$\bar{p}_{in}$ = stredný vstupný tlak [Pa]

$\overline{f}_{nPDP}$ = stredná rýchlosť otáčania [ot/s]

(b) Korekčný faktor prešmyku PDP, K_s [s/ot]:

$$K_s = \frac{1}{\overline{f}_{nPDP}} \cdot \sqrt{\frac{\overline{p}_{out} - \overline{p}_{in}}{\overline{p}_{out}}} \qquad \text{(A.7-59)}$$

Kde:

$\overline{\dot{n}}_{ref}$ = stredná hodnota referenčného molárneho prietoku [mol/s]
$\overline{T}_{in}$ = stredná vstupná teplota [K]
$\overline{p}_{in}$ = stredný vstupný tlak [Pa]
$\overline{p}_{out}$ = stredný výstupný tlak [Pa]
$\overline{f}_{nPDP}$ = stredná rýchlosť otáčania PDP [ot/s]
R = molárna plynová konštanta [J/(mol·K)]

(c) Pomocou výpočtu sklonu, a_1 a úseku, a_0, podľa opisu v prílohe A.2 a metódy najmenších štvorcov sa vykoná výpočet objemu PDP prečerpaného za otáčku, V_{rev}, so zreteľom na korekčný faktor prešmyku, K_s;

(d) Postup uvedený v písmene (b) bodoch (1) až (3) tohto oddielu sa opakuje za každú rýchlosť, pri ktorej pracuje PDP;

(e) V nasledujúcej tabuľke sú uvedené tieto výpočty pre rôzne hodnoty $\overline{f}_{nPDP}$:

$\overline{f}_{nPDP}$ [rev/min]	$\overline{f}_{nPDP}$ [rev/s]	a_1 [m³/min]	a_1 [m³/s]	a_0 [m³/rev]
755,0	12,58	50,43	0,8405	0,056
987,6	16,46	49,86	0,831	-0,013
1254,5	20,9	48,54	0,809	0,028
1401,3	23,355	47,30	0,7883	-0,061

Tabuľka A.7.2 – Príklad kalibračných údajov PDP

(f) Pre každé otáčky, pri ktorých pracuje PDP, sa na výpočet prietoku počas emisnej skúšky podľa bodu A.7.4.3.(b), použije zodpovedajúci sklon, a_1, a úsek, a_0.

A.7.6.3. Rovnice a prípustné predpoklady, ktorými sa riadi fungovanie Venturiho trubice

V tomto oddiele sú opísané rovnice a prípustné predpoklady pre kalibráciu Venturiho trubice a výpočty prietoku v prípade jej použitia. Pretože podzvuková Venturiho trubica (SSV) a Venturiho trubica s kritickým prietokom (CFV) pracujú podobne, ich rovnice sú takmer rovnaké s výnimkou rovnice opisujúcej ich pomer tlakov, r (t. j. r_{SSV} vo vzťahu k r_{CFV}). Pre tieto rovnice sa predpokladá jednorozmerový, izentropický, bezviskózny, stlačiteľný prúd ideálneho plynu. V písmene (c)(4) tohto oddielu sú opísané ostatné predpoklady. Ak pre meraný prúd nie je prijateľný predpoklad ideálneho plynu, rovnice musia zahŕňať korekciu prvého rádu pre správanie skutočného plynu; t. j. koeficient stlačiteľnosti, Z. Ak sa podľa osvedčenej technickej praxe odporúča použiť hodnotu inú než $Z = 1$, môže sa zostaviť vhodná rovnica na určenie hodnôt Z ako funkcie nameraných tlakov a teplôt, alebo špecifické kalibračné rovnice založené na osvedčenej technickej praxi. Treba poznamenať, že rovnica pre koeficient prietoku, C_f, je založená na predpoklade

ideálneho plynu, ktorého izentropický exponent, γ, je rovný pomeru špecifických tepiel, c_p/c_V. Ak sa podľa osvedčenej technickej praxe má použiť izentropický exponent skutočného plynu, , môže sa zostaviť vhodná rovnica na určenie hodnôt γ ako funkcie nameraných tlakov a teplôt, alebo špecifické kalibračné rovnice. Molárny prietok, $\dot{n}$ [mol/s], sa vypočíta takto:

$$\dot{n} = C_d \cdot C_f \cdot \frac{A_t \cdot p_{in}}{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}} \qquad \text{(A.7-60)}$$

Kde:

C_d = Koeficient výtoku stanovený v bode (c)(1) tohto oddielu [-]
C_f = Koeficient prietoku stanovený v bode (c)(2) tohto oddielu [-]
A_t = Plocha prierezu hrdla Venturiho trubice [m^2]
p_{in} = Vstupný absolútny statický tlak Venturiho trubice [Pa]
Z = Koeficient stlačiteľnosti [-]
M_{mix} = Molekulová hmotnosť plynnej zmesi [kg/mol]
R = Molekulové plynová konštanta [J/(mol · K)]
T_{in} = Vstupná absolútna statická teplota Venturiho trubice [K]

(a) Pomocou údajov uvedených v bode 8.1.8.4., sa C_d vypočíta podľa nasledujúcej rovnice:

$$C_d = \dot{n}_{ref} \cdot \frac{\sqrt{Z \cdot M_{mix} \cdot R \cdot T_{in}}}{C_f \cdot A_t \cdot p_{in}} \qquad \text{(A.7-61)}$$

Kde:

$\dot{n}_{ref}$ = stredná hodnota referenčného molárneho prietoku [mol/s]
Ostatné symboly ako v rovnici (A.7-60).

(b) C_f sa určí pomocou jednej z nasledujúcich metód:

(i) Len pre prietokomery CFV sa C_{fCFV} odvodí z nasledujúcej tabuľky vychádzajúc z hodnôt β (pomer priemeru hrdla Venturiho trubice k vstupným priemerom) a γ (pomer špecifických tepiel plynnej zmesi), s použitím lineárnej interpolácie na zistenie medziľahlých hodnôt:

C_{fCFV}		
β	γ_{exh} = 1.385	$\gamma_{dexh} = \gamma_{air}$ =1,399
0,000	0,6822	0,6846
0,400	0,6857	0,6881
0,500	0,6910	0,6934
0,550	0,6953	0,6977
0,600	0,7011	0,7036
0,625	0,7047	0,7072
0,650	0,7089	0,7114
0,675	0,7137	0,7163
0,700	0,7193	0,7219
0,720	0,7245	0,7271
0,740	0,7303	0,7329
0,760	0,7368	0,7395
0,770	0,7404	0,7431
0,780	0,7442	0,7470
0,790	0,7483	0,7511
0,800	0,7527	0,7555

0,810	0,7573	0,7602
0,820	0,7624	0,7652
0,830	0,7677	0,7707
0,840	0,7735	0,7765
0,850	0,7798	0,7828

Tabuľka A.7.3 – C_{fCFV} vo vzťahu k β a γ pre prietokomery CFV

(ii) Na výpočet C_f sa pre každý prietokomer CFV alebo SSV môže použiť nasledujúca rovnica:

$$C_f = \left[\frac{2 \cdot \gamma \cdot \left(r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right)}{(\gamma - 1) \cdot \left(\beta^4 - r^{\frac{-2}{\gamma}} \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \qquad \text{(A.7-62)}$$

Kde:

γ = izentropický exponent [-]. Pre ideálny plyn je to pomer špecifických tepiel plynnej zmesi, c_p/c_V

r = pomer tlakov stanovený v bode (c)(3) tohto oddielu

β = pomer priemeru hrdla Venturiho trubice k vstupným priemerom

(c) Pomer tlakov r sa vypočíta takto:

(i) Len pre systémy SSV sa r_{SSV} vypočíta pomocou tejto rovnice:

$$r_{SSV} = 1 - \frac{\Delta p_{SSV}}{p_{in}} \qquad \text{A.7-63)}$$

Kde:

Δp_{SSV} = diferenciálny statický tlak; tlak na vstupe Venturiho trubice mínus tlak v hrdle Venturiho trubice [Pa]

(ii) Len pre systémy CFV sa r_{CFV} vypočíta iteratívne pomocou tejto rovnice:

$$r_{CFV}^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} + \left(\frac{\gamma - 1}{2} \right) \cdot \beta^4 \cdot r_{CFV}^{\frac{2}{\gamma}} = \frac{\gamma + 1}{2} \qquad \text{A.7-64)}$$

(d) Na získanie vhodnejších hodnôt na skúšanie sa môže použiť ktorýkoľvek z nasledujúcich zjednodušujúcich predpokladov pre rovnice alebo sa môže využiť osvedčená technická prax:

(i) Na skúšanie emisií v celom rozsahu neriedeného výfukového plynu, zriedeného výfukového plynu a riediaceho vzduchu možno predpokladať, že sa plynná zmes správa ako ideálny plyn: $Z = 1$;

(ii) Pre celý rozsah neriedeného výfukového plynu možno predpokladať, že konštantný pomer špecifických tepiel γ = 1,385;

(iii) Pre celý rozsah zriedeného výfukového plynu a vzduchu (napr. kalibračný alebo riediaci vzduch) možno predpokladať, že konštantný pomer špecifických tepiel γ =1,399;

(iv) Pre celý rozsah zriedeného výfukového plynu a vzduchu sa molekulová hmotnosť zmesi, M_{mix} [g/mol] môže považovať len za

funkciu množstva vody v riediacom vzduchu alebo kalibračnom vzduchu, x_{H2O}, stanovenú podľa bodu A.7.1.2. takto:

$$M_{mix} = M_{air} \cdot (1 - x_{H2O}) + M_{H2O} \cdot (x_{H2O}) \qquad \text{A.7-65)}$$

Kde:

M_{air} = 28,96559 g/mol

M_{H2O} = 18,01528 g/mol

x_{H2O} = množstvo vody v riediacom alebo kalibračnom vzduchu [mol/mol]

(v) Pre celý rozsah zriedeného výfukového plynu a vzduchu možno na účely celej kalibrácie a skúšania predpokladať konštantnú molekulovú hmotnosť zmesi, M_{mix}, pokiaľ sa predpokladaná molekulová hmotnosť nelíši o viac než ±1 % odhadovanej minimálnej a maximálnej molekulovej hmotnosti počas kalibrácie a skúšania. Tento predpoklad sa môže použiť, ak sa zabezpečí dostatočná regulácia množstva vody v kalibračnom vzduchu a v riediacom vzduchu, alebo sa z kalibračného vzduchu a riediaceho vzduchu odstráni dostatok vody. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené príklady povolených rozsahov rosného bodu riediaceho vzduchu vo vzťahu k rosnému bodu kalibračného vzduchu:

Ak je kalibračná teplota rosného bodu T_{dew} (°C) ...	predpokladajú sa tieto konštantné M_{mix} (g/mol)	pre nasledujúce rozsahy T_{dew} (°C) počas emisných skúšok[(a)]
suchý	28,96559	suchý až 18
0	28,89263	suchý až 21
5	28,86148	suchý až 22
10	28,81911	suchý až 24
15	28,76224	suchý až 26
20	28,68685	-8 to 28
25	28,58806	12 to 31
30	28,46005	23 to 34
(a) Rozsah platný pre všetky kalibračné a emisné skúšky pri atmosférickom tlaku (80 000 až 103 325) kPa.		

Tabuľka A.7.4 – Príklady rosných bodov riediaceho a kalibračného vzduchu, pri ktorých možno predpokladať konštantnú M_{mix}

A.7.6.4. Kalibrácia SSV

(a) Molárny prístup. Na kalibráciu prietokomeru SSV sa vykonajú tieto kroky:

(i) Pre každý referenčný molárny prietok sa vypočíta Reynoldsovo číslo $Re^{\#}$ pomocou priemeru hrdla Venturiho trubice, d_t. Pretože na výpočet $Re^{\#}$, je potrebná dynamická viskozita , μ, na jej určenie pre kalibračný plyn (obvykle vzduch) sa môže použiť špecifický model viskozity, pričom sa využije osvedčená technická prax. Alternatívne sa môže na približnú hodnotu μ použiť trojkoeficientný Sutherlandov model viskozity:

$$Re^{\#} = \frac{4 \cdot M_{mix} \cdot \dot{n}_{ref}}{\pi \cdot d_t \cdot \mu} \qquad \text{(A.7-66)}$$

Kde:
d_t = priemer hrdla SSV [m]
M_{mix} = molekulová hmotnosť plynnej zmesi [kg/mol]
$\dot{n}_{ref}$ = referenčný molárny prietok [mol/s]

a pomocou trojkoeficientného Sutherlandovho modelu viskozity:

$$\mu = \mu_0 \left(\frac{T_{in}}{T_0} \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{T_0 + S}{T_{in} + S} \right) \qquad \text{(A.7-67)}$$

Kde:
μ = dynamická viskozita kalibračného plynu [kg /(m·s)]
μ_0 = Sutherlandova referenčná viskozita [kg /(m·s)]
S = Sutherlandova konštanta [K]
T_0 = Sutherlandova referenčná teplota [K]
T_{in} = absolútna teplota na vstupe Venturiho trubice [K]

Plyn[(a)]	μ_0	T_0	S	Tepelný rozsah s chybou ± 2 %	Limit tlaku
	kg /(m·s)	K	K	k	
Vzduch	1,716 x 10^{-5}	273	111	170 až 1900	≤ 1800
CO_2	1,370 x 10^{-5}	273	222	190 až 1700	≤ 3600
H_2O	1,12 x 10^{-5}	350	1,064	360 až 1500	≤ 10000
O_2	1,919 x 10^{-5}	273	139	190 až 2000	≤ 2500
N_2	1,663 x 10^{-5}	273	107	100 až 1500	≤ 1600
(a) Parametre uvedené v tabuľke sa použijú len pre uvedené čisté plyny. Parametre na výpočet viskozít plynných zmesí sa nesmú zlučovať.					

Tabuľka A.7.5 – Parametre Sutherlandovho trojkoeficientného modelu viskozity

(ii) Zostaví sa rovnica pre C_d vo vzťahu k $Re^{\#}$ použitím spárovaných hodnôt ($Re^{\#}$, C_d). C_d sa vypočíta podľa rovnice (A.7-61), s C_f získaným z rovnice (A.7-62), alebo sa môže použiť akékoľvek matematické vyjadrenie vrátane mnohočlenov alebo mocninových radov. Nasledujúca rovnica je príkladom obvykle použitého matematického vyjadrenia vzťahu C_d a $Re^{\#}$:

$$C_d = a_0 - a_1 \cdot \sqrt{\frac{10^6}{Re^{\#}}} \qquad \text{(A.7-68)}$$

(iii) Vykoná sa analýza na základe metódy najmenších štvorcov aby sa určili najprijateľnejšie koeficienty pre rovnice a vypočítala sa regresná štatistika rovnice, odhad štandardnej chyby *SEE* a koeficient determinácie r^2 podľa prílohy A.2;

(iv) Ak rovnica spĺňa kritérium *SEE* < 0,5 % · $\dot{n}_{ref\,max}$ (alebo $\dot{m}_{refmax}$) a $r^2 \geq 0{,}995$, rovnica sa môže použiť na určenie C_d pre emisné skúšky podľa opisu v prílohe A.7.4.3.(b);

(v) Ak nie sú kritériá *SEE* a r^2 splnené, osvedčená technická prax sa môže použiť na vypustenie bodov kalibračných údajov na zabezpečenie regresnej štatistiky. Na splnenie kritérií sa použije aspoň sedem bodov kalibračných údajov;

(vi) Ak vypustené body nezahŕňajú značne odlišné hodnoty, vykoná sa oprava. Napríklad sa vyberie ďalšie matematické vyjadrenie rovnice pre C_d vo vzťahu k $Re^{\#}$, skontrolujú sa úniky alebo sa musí opakovať kalibračný postup. Ak sa postup opakuje použijú sa na merania prísnejšie tolerancie a poskytne sa viac času na stabilizáciu prietoku;

(vii) Keď rovnica spĺňa regresné kritériá, môže sa použiť len na stanovenie prietokov, ktoré sú v rozsahu referenčných prietokov použitých na splnenie regresných kritérií pre rovnicu vzťahu C_d a $Re^{\#}$.

A.7.6.5. Kalibrácia CFV

(a) Molárny prístup. Niektoré prietokomery CFV pozostávajú z jednej Venturiho trubice a niektoré z niekoľkých Venturiho trubíc, keď sa použijú rôzne kombinácie Venturiho trubíc nameranie rôznych prietokov. V prípade prietokomerov CFV, ktoré pozostávajú z niekoľkých Venturiho trubíc, vykoná sa buď nezávisle kalibrácia každej Venturiho trubice aby sa určil samostatný koeficient výtoku, C_d, pre každú Venturiho trubicu, alebo kalibrácia každej kombinácie Venturiho trubíc ako jednej trubice. V prípade, že sa kalibruje kombinácia Venturiho trubíc, súčet aktívnych plôch hrdla Venturiho trubice ako A_t, druhá odmocnina súčtu mocnín priemerov aktívnych plôch hrdla Venturiho trubice ako d_t, a pomer priemeru hrdla Venturiho trubice k priemeru vstupného otvoru ako pomer druhej odmocniny súčtu aktívnych priemerov hrdla Venturiho trubice (dt) a priemeru spoločného vstupu všetkých Venturiho trubíc (D). Na určenie C_d pre jednu Venturiho trubicu alebo kombinácie Venturiho trubíc sa vykonajú tieto kroky:

(i) pomocou údajov zistených v každom stanovenom kalibračnom bode sa podľa rovnice (A.7-60) vypočíta jednotlivý C_d za každý bod;

(ii) stredná a štandardná odchýlka všetkých hodnôt C_d sa vypočíta podľa rovníc (A.2-1) a (A.2-2);

(iii) ak je štandardná odchýlka všetkých hodnôt C_d menšia alebo rovná 0,3 % stredného C_d, potom sa stredný C_d použije v rovnici (A.7-43), a CFV sa použije len po najmenší r nameraný počas kalibrácie;

$$r = 1 - (\Delta p / p_{in}) \qquad \text{(A.7-69)}$$

(iv) ak štandardná odchýlka všetkých hodnôt C_d presiahne 0,3 % stredného C_d, hodnoty C_d zodpovedajúce údaju pri najnižšom r nameranom počas kalibrácie sa vypúšťajú;

(v) ak počet ostávajúcich údajov je menej než sedem, vykoná sa opravná akcia tým, že sa skontrolujú kalibračné údaje alebo sa opakuje proces kalibrácie. Ak sa proces kalibrácie opakuje, skontrolujú sa úniky použijú sa na merania prísnejšie tolerancie a poskytne sa viac času na stabilizáciu prietoku;

(vi) ak sa ostávajúci počet hodnôt C_d rovná siedmim alebo je väčší, stredná a štandardná odchýlka ostávajúcich hodnôt Cd sa prepočíta;

(vii) ak je štandardná odchýlka ostávajúcich hodnôt C_d menšia alebo rovná 0,3 % priemeru ostávajúcich C_d, potom sa v rovnici (A.7-43)

použije stredný *C*d a hodnoty CFV sa použijú len do najnižšieho *r* pridruženého k ostávajúcim C_d;

(viii) ak štandardná odchýlka ostávajúcich C_d stále presahuje 0,3 % priemeru ostávajúcich hodnôt C_d, zopakujú sa kroky uvedené v písm. (e) (4) až (8) tohto oddielu.

Príloha A.7 – Doplnok 2

KOREKCIA KOLÍSANIA (POSUNU)

A.7.7.1. Rozsah a frekvencia

Výpočty uvedené v tomto oddiele sa vykonajú s cieľom zistiť, či kolísanie analyzátora plynu nemá vplyv na platnosť výsledkov skúšobného intervalu. Keď kolísanie nemá vplyv na platnosť výsledkov skúšobného intervalu, odozvy analyzátora plynu v danom skúšobnom intervale sa korigujú na kolísanie podľa tohto oddielu. Odozvy analyzátora plynu korigované na kolísanie sa použijú vo všetkých následných výpočtoch emisií. Prijateľný prah pre kolísanie analyzátora plynu v rámci skúšobného intervalu je uvedený v bode 8.2.2.2.

A.7.7.2. Princípy korekcie

Výpočty v tomto oddiele používajú odozvy analyzátora plynu na nulové a kalibračné koncentrácie analytických plynov, stanovené niekedy pred skúšobným intervalom a niekedy po ňom. Výpočty korigujú odozvy analyzátora plynu zaznamenané počas skúšobného intervalu. Korekcia je založená na stredných odozvách analyzátora plynu na nulovací plyn a plyn na nastavenie meracieho rozsahu a na referenčných koncentráciách nulovacieho plynu a plynu na nastavenie meracieho rozsahu. Validácia a korekcia na kolísanie sa vykoná takto:

A.7.7.3. Validácia kolísania

Po vykonaní všetkých korekcií - okrem korekcie na kolísanie - všetkých signálov analyzátora plynu, emisie špecifické pre brzdenie sa vypočítajú podľa bodu A.7.5. Potom sa všetky signály analyzátora plynu korigujú na kolísanie podľa tohto oddielu. Emisie špecifické pre brzdenie sa prepočítajú pomocou všetkých signálov analyzátora plynu korigovaných na kolísanie.. Výsledky emisií špecifických pre brzdenie sa validujú a zaznamenávajú pred korekciou na kolísanie a po nej podľa bodu 8.2.2.2.

A.7.7.4. Korekcia kolísania

Všetky signály analyzátora plynu sa korigujú takto:

(a) každá zaznamenaná koncentrácia, x_i, sa koriguje pri nepretržitom odbere vzoriek alebo odbere v dávkach, $\bar{x}$;

(b) korekcia na kolísanie sa vykoná podľa tejto rovnice:

$$x_{idriftcor} = x_{refzero} + \left(x_{refspan} - x_{refzero}\right)\frac{2x_i - \left(x_{prezero} + x_{postzero}\right)}{\left(x_{prespan} + x_{postspan}\right) - \left(x_{prezero} + x_{postzero}\right)} \qquad \text{(A.7-70)}$$

Kde:

$x_{idriftcor}$ = koncentrácia korigovaná na kolísanie [µmol/mol]

$x_{refzero}$ = referenčná koncentrácia nulovacieho plynu, ktorá je obvykle nulová, pokiaľ nie známa iná hodnota [µmol/mol]

$x_{refspan}$ = referenčná koncentrácia plynu na nastavenie meracieho rozsahu [µmol/mol]

$x_{prespan}$ = odozva analyzátora plynu na koncentráciu plynu na nastavenie meracieho rozsahu pred skúšobným intervalom [µmol/mol]

$x_{postspan}$ = odozva analyzátora plynu na koncentráciu plynu na nastavenie meracieho rozsahu po skúšobnom intervale [µmol/mol]

x_i alebo $\bar{x}$ = zaznamenaná koncentrácia, t. j. nameraná počas skúšky, pred korekciou na kolísanie [µmol/mol]

$x_{prezero}$ = odozva analyzátora plynu na koncentráciu nulovacieho plynu pred skúšobným intervalom [µmol/mol]

$x_{postzero}$ = odozva analyzátora plynu na koncentráciu nulovacieho plynu po skúšobnom intervale [µmol/mol]

(c) pre každú koncentráciu pred skúšobným intervalom sa použijú koncentrácie stanovené bezprostredne pred skúšobným intervalom. V prípade niektorých skúšobných intervalov, mohli najnovšie koncentrácie nulovacieho plynu alebo plynu na nastavenie meracieho rozsahu nastať pred jedným alebo viacerými predchádzajúcimi skúšobnými intervalmi;

(d) pre každú koncentráciu po skúšobnom intervale sa použijú koncentrácie stanovené bezprostredne po skúšobnom intervale. V prípade niektorých skúšobných intervalov, mohli najnovšie koncentrácie nulovacieho plynu alebo plynu na nastavenie meracieho rozsahu nastať po jednom alebo viacerých predchádzajúcich skúšobných intervaloch;

(e) ak odozva analyzátora plynu pred skúšobným intervalom na koncentráciu plynu na nastavenie meracieho rozsahu, $x_{prespan}$, nie je zaznamenaná, $x_{prespan}$ sa určí ako rovná referenčnej koncentrácii plynu na nastavenie meracieho rozsahu: $x_{prespan} = x_{refspan}$;

(f) ak odozva analyzátora plynu pred skúšobným intervalom na koncentráciu nulovacieho plynu, $x_{prezero}$, nie je zaznamenaná, $x_{prezero}$ sa určí ako rovná referenčnej koncentrácii nulovacieho plynu: $x_{prezero} = x_{refzero}$;

(g) obvykle je referenčná koncentrácia nulovacieho plynu, $x_{refzero}$, rovná nule: $x_{refzero}$ = 0 µmol/mol. Avšak v niektorých prípadoch by mohlo byť známe, že $x_{refzero}$ má nenulovú koncentráciu. Napríklad ak je analyzátor CO_2 vynulovaný pomocou okolitého vzduchu, môže sa použiť predvolená koncentrácia okolitého vzduchu CO_2, ktorá je 375 µmol/mol. V takom prípade, $x_{refzero}$ = 375 µmol/mol. Keď sa analyzátor vynuluje s použitím nenulového $x_{refzero}$, analyzátor sa nastaví na výstupnú skutočnú koncentráciu $x_{refzero}$. Napríklad ak $x_{refzero}$ = 375 µmol/mol, analyzátor sa nastaví na výstupnú hodnotu 375 µmol/mol, keď nulovací plyn prúdi do analyzátora.

Príloha A.8

VÝPOČET EMISIÍ ZALOŽENÝ NA HMOTNOSTI

A.8.0. Konverzia symbolov

A.8.0.1. Všeobecné symboly

Príloha 8	Príloha 7	Jednotka	Význam
b, D_0	a_0	tbd.(3)	Úsek regresnej priamky na osi y
m	a_1	t.b.d.(3)	Sklon regresnej priamky
A/F_{st}		-	Stechiometrický pomer vzduchu a paliva
C_d	C_d	-	Výtokový koeficient
c	x	ppm/obj. %	Koncentrácia (µmol/mol = ppm)
c_d	(1)	ppm/obj. %	Koncentrácia v suchom stave
c_w	(1)	ppm/obj. %	Koncentrácia v mokrom stave
c_b	(1)	ppm/obj. %	Koncentrácia pozadia
D	x_{dil}	-	Riediaci faktor(2)
D_0		m^3/ot	Úsek na súradnicovej osi prislúchajúci kalibrácii PDP
d	d	m	Priemer
d_V		m	Priemer hrdla Venturiho trubice
e	e	g/kWh	Emisie špecifické pre brzdenie
e_{gas}	e_{gas}	g/kWh	Špecifické emisie plynných zložiek
e_{PM}	e_{PM}	g/kWh	Špecifické emisie tuhých častíc
E	1 – PF	%	Účinnosť konverzie (PF = penetračný podiel)
F_s		-	Stechiometrický faktor
f_c		-	Uhlíkový faktor
H		g/kg	Absolútna vlhkosť
K_V		$\left[\left(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s\right)/kg\right]$	Kalibračná funkcia CFV
k_f		m^3/kg paliva	Špecifický faktor paliva
k_h		-	Korekčný faktor vlhkosti pre NO_x pre vznetové motory
k_{Dr}	k_{Dr}	-	Zostupný faktor nastavenia
k_r	k_r	-	Násobný regeneračný faktor
k_{Ur}	k_{Ur}	-	Vzostupný faktor nastavenia
$k_{w,a}$		-	Korekčný faktor prevodu nasávaného vzduchu zo suchého na mokrý stav
$k_{w,d}$		-	Korekčný faktor prevodu riediaceho vzduchu zo suchého na mokrý stav
$k_{w,e}$		-	Korekčný faktor prevodu zriedeného výfukového plyny zo suchého na mokrý stav
$k_{w,r}$		-	Korekčný faktor prevodu neriedeného výfukového plynu zo suchého na mokrý stav
µ	µ	Pa·s	Dynamická viskozita

Príloha 8	Príloha 7	Jednotka	Význam
M	M	g/mol	Molekulová hmotnosť[(3)]
M_a	(1)	g/mol	Molekulová hmotnosť nasávaného vzduchu
M_e	(1)	g/mol	Molekulová hmotnosť výfukového plynu
M_{gas}	M_{gas}	g/mol	Molekulová hmotnosť plynných zložiek
m	m	kg	Hmotnosť
q_m	$\dot{m}$	kg/s	Hmotnostný prietok
m_d	(1)	kg	Hmotnosť vzorky riediaceho vzduchu, ktorá prešla cez filtre na odber vzoriek tuhých častíc
m_{ed}	(1)	kg	Celková hmotnosť zriedeného výfukového plynu za celý cyklus
m_{edf}	(1)	kg	Hmotnosť ekvivalentného zriedeného výfukového plynu za celý cyklus
m_{ew}	(1)	kg	Celková hmotnosť výfukového plynu za celý cyklus
m_f	(1)	mg	Hmotnosť zachytenej vzorky tuhých častíc
$m_{f,d}$	(1)	mg	Hmotnosť tuhých častíc zachytených v riediacom vzduchu
m_{gas}	m_{gas}	g	Hmotnosť plynných emisií za skúšobný cyklus
m_{PM}	m_{PM}	g	Hmotnosť emisií tuhých častíc za skúšobný cyklus
m_{se}	(1)	kg	Hmotnosť vzorky výfukového plynu za skúšobný cyklus
m_{sed}		kg	Hmotnosť zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho cez riediaci tunel
m_{sep}	(1)	kg	Hmotnosť zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho cez filtre na odber vzoriek tuhých častíc
m_{ssd}		kg	Hmotnosť sekundárneho riediaceho vzduchu
n	f_n	min^{-1}	Otáčky motora
n_p		ot/s	Otáčky čerpadla PDP
P	P	kW	Výkon
p	p	kPa	Tlak
p_a		kPa	Suchý atmosférický tlak
p_b		kPa	Celkový atmosférický tlak
p_d		kPa	Tlak nasýtených pár riediaceho vzduchu
p_p	p_{abs}	kPa	Absolútny tlak
p_r	p_{H2O}	kPa	Tlak vodných pár
p_s		kPa	Suchý atmosférický tlak
1 – E	PF	%	Penetračný podiel
q_{mad}	$\dot{m}$ (1)	kg/s	Hmotnostný prietok nasávaného vzduchu v suchom stave
q_{maw}	(1)		Hmotnostný prietok nasávaného vzduchu v mokrom stave

Príloha 8	Príloha 7	Jednotka	Význam
q_{mCe}	(1)	kg/s	Hmotnostný prietok uhlíka v neriedenom výfukovom plyne
q_{mCf}	(1)	kg/s	Hmotnostný prietok uhlíka do motora
q_{mCp}	(1)	kg/s	Hmotnostný prietok uhlíka v systéme riedenia časti prietoku
q_{mdew}	(1)	kg/s	Hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave
q_{mdw}	(1)	kg/s	Hmotnostný prietok riediaceho vzduchu v mokrom stave
q_{medf}	(1)	kg/s	Ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave
q_{mew}	(1)	kg/s	Hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave
q_{mex}	(1)	kg/s	Hmotnostný prietok vzorky odobratej z riediaceho tunela
q_{mf}	(1)	kg/s	Hmotnostný prietok paliva
q_{mp}	(1)	kg/s	Prietok vzorky výfukového plynu do systému riedenia časti prietoku
q_V	$\dot{V}$	m^3/s	Objemový prietok
q_{VCVS}	(1)	m^3/s	Objemový prietok CVS
q_{Vs}	(1)	dm^3/min	Systémový prietok výfukového plynu v systéme analyzátora
q_{Vt}	(1)	cm^3/min	Prietok stopovacieho plynu
ρ	ρ	kg/m^3	Hustota
ρ_e		kg/m^3	Hustota výfukového plynu
r_d	DR	-	Riediaci pomer(2)
RH		%	Relatívna vlhkosť
r_D	β	m/m	Pomer priemerov (systémy CVS)
r_p		-	Pomer tlakov SSV
Re	$Re^{\#}$	-	Reynoldsovo číslo
σ	σ	-	Štandardná odchýlka
T	T	°C	Teplota
T_a		K	Absolútna teplota
t	t	s	Čas
Δt	Δt	s	Časový interval
u		-	Pomer medzi hustotou plynnej zložky a hustotou výfukového plynu
V	V	m^3	Objem
q_V	$\dot{V}$	m3/s	Objemový prietok
V_0		m^3/r	Objem plynu PDP prečerpaný za jednu otáčku
W	W	kWh	Práca
W_{act}	W_{act}	kWh	Skutočná práca skúšobného cyklu
WF	WF	-	Váhový faktor

Príloha 8	Príloha 7	Jednotka	Význam
w	w	g/g	Hmotnostný podiel
X_0	Ks	s/ot	Kalibračná funkcia PDP
$\bar{y}$	$\bar{y}$		Aritmetický priemer

(1) Pozri indexy; napr.: $\dot{m}_{air}$ pre hmotnostný prietok suchého vzduchu, $\dot{m}_{fuel}$ pre hmotnostný prietok paliva, atď.

(2) Riediaci pomer r_d v prílohe 8 a *DR* v prílohe 7: rôzne symboly no rovnaký význam a rovnaké rovnice. Riediaci faktor *D* v prílohe 8 a x_{dil} v prílohe: rôzne symboly no rovnaký fyzikálny význam; rovnica (A.7-47) vyjadruje vzťah medzi x_{dil} a *DR*.

(3) t.b.d.= potrebné definovať.

A.8.0.2. Indexy

Príloha 8(1)	Príloha 7	Význam
act	act	Skutočné množstvo
i		Meranie okamžitej hodnoty (napr.: 1 Hz)
	i	Prvok série

(1) V prílohe 8 je význam indexu určený pridruženým pojmom; napríklad index "d" môže znamenať suchý stav ako napr. v "*c*d = koncentrácia v suchom stave", riediaci vzduch ako napr. v "p_d = tlak nasýtených vodných pár v riediacom vzduchu" alebo "$k_{w,d}$ = korekčný faktor prevodu riediaceho vzduchu zo suchého na mokrý stav ", riediaci pomer ako napr. v "r_d".

A.8.0.3. Symboly a skratky pre chemické zložky (používané aj ako indexy)

Príloha 8	Príloha 7	Význam
Ar	Ar	Argón
C1	C1	Uhľovodík vyjadrený ako ekvivalent uhlíka 1
CH_4	CH_4	Metán
C_2H_6	C_2H_6	Etán
C_3H_8	C_3H_8	Propán
CO	CO	Oxid uhoľnatý
CO_2	CO_2	Oxid uhličitý
DOP	DOP	Dioktylftalát
HC	HC	Uhľovodík
H_2O	H_2O	Voda
NMHC	NMHC	Nemetánový uhľovodík
NO_x	NO_x	Oxidy dusíka
NO	NO	Oxid dusnatý
NO_2	NO_2	Oxid dusičitý
PM	PM	Tuhé častice
S	S	Síra

A.8.0.4. Symboly a skratky pre zloženie paliva

Príloha 8[1]	Príloha7[2]	Význam
w_C[4]	w_C[4]	Obsah uhlíka v palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
w_H	w_H	Obsah vodíka v palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
w_N	w_N	Obsah dusíka v palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
w_O	w_O	Obsah kyslíka v palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
w_S	w_S	Obsah síry v palive, hmotnostný podiel [g/g] alebo [% hmotnosti]
α	α	Atómový pomer vodíka a uhlíka (H/C)
ε	β	Atómový pomer kyslíka a uhlíka (O/C)[3]
γ	γ	Atómový pomer síry a uhlíka (S/C)
δ	δ	Atómový pomer dusíka a uhlíka (N/C)

(1) Vzťahuje sa na palivo s chemickým vzorcom $CH_\alpha O_\beta N_\delta S_\gamma$

(2) Vzťahuje sa na palivo s chemickým vzorcom $CH_\alpha O_\varepsilon S_\gamma N_\delta$

(3) Pozornosť treba venovať rôznym významom symbolu β pri dvoch výpočtoch v prílohách: v prílohe 8 sa vzťahuje na palivo s chemickým vzorcom $CH_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ (t. j. vzorec $C_\beta H_\alpha S_\gamma N_\delta O_\varepsilon$ kde β = 1, predpokladá sa jeden atóm uhlíka na molekulu),zatiaľ čo v prílohe 7 sa vzťahuje na pomer kyslíka a uhlíka s $CH_\alpha O_\beta S_\gamma N_\delta$. Potom β v prílohe 7 zodpovedá ε v prílohe 8.

(4) Hmotnostný podiel *w* sprevádzaný symbolom chemického prvku ako index a.

A.8.1. Základné parametre

A.8.1.1. Určenie koncentrácie metánových a nemetánových uhľovodíkov

Výpočet NMHC a CH_4 závisí od použitej kalibračnej metódy. FID na meranie bez NMC, sa kalibruje propánom. Na kalibráciu FID v sérii s NMC, je povolená táto metóda.

(a) kalibračný plyn – propán; propán obteká NMC,

(b) kalibračný plyn – metán; metán prechádza cez NMC

Koncentrácia NMHC (c_{NMHC} [-]) a CH_4 (c_{CH4} [-]) sa vypočíta pre (a) takto:

$$c_{NMHC} = \frac{c_{HC(w/NMC)} - c_{HC(w/oNMC)} \cdot (1 - E_{C2H6})}{RF_{CH4[THC-FID]} \cdot (E_{C2H6} - E_{CH4})} \quad \text{(A.8-1a)}$$

$$c_{CH4} = \frac{c_{HC(w/oNMC)} \cdot (1 - E_{C2H6}) - c_{HC(w/NMC)}}{E_{C2H6} - E_{CH4}} \quad \text{(A.8-2a)}$$

Koncentrácia NMHC a CH_4 sa vypočíta pre (b) takto:

$$c_{NMHC} = \frac{c_{HC(w/oNMC)} \cdot (1 - E_{CH4}) - c_{HC(w/NMC)} \cdot RF_{CH4[THC-FID]} \cdot (1 - E_{CH4})}{E_{C2H6} - E_{CH4}} \quad \text{(A.8-1b)}$$

$$c_{CH4} = \frac{c_{HC(w/NMC)} \cdot RF_{CH4[THC-FID]} \cdot (1 - E_{CH4}) - c_{HC(w/oNMC)} \cdot (1 - E_{C2H6})}{RF_{CH4[THC-FID]} \cdot (E_{C2H6} - E_{CH4})} \quad \text{(A.8-2b)}$$

Kde:

$c_{HC(w/NMC)}$ = koncentrácia HC vo vzorke plynu prúdiacom cez NMC [ppm]

$c_{HC(w/oNMC)}$ = koncentrácia HC vo vzorke plynu obtekajúceho NMC [ppm]

$RF_{CH4[THC-FID]}$ = faktor odozvy na metán určený podľa bodu 8.1.10.1.4. [-]

E_{CH4} = účinnosť premeny metánu určená podľa bodu 8.1.10.3. [-]

E_{C2H6} = účinnosť premeny etánu určená podľa bodu 8.1.10.3. [-]

Ak je $RF_{CH4[THC-FID]}$ < 1,05, môže sa vypustiť v rovniciach A.8-1a, A.8-1b a A.8-2b.

Emisie NMHC (nemetánové uhľovodíky) možno približne určiť ako 98 % THC (celkové uhľovodíky).

A.8.2. Emisie neriedených plynov

A.8.2.1. Plynné emisie

A.8.2.1.1. Skúšky v ustálenom stave

Vypočíta sa prietok plynných emisií $q_{mgas,i}$ za každý režim i skúšky v ustálenom stave. Koncentrácia plynných emisií sa vynásobí ich príslušným prietokom:

$$q_{mgas,i} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot q_{mew,i} \cdot c_{gas,i} \cdot 3600 \qquad \text{(A.8-3)}$$

Kde:

$q_{gas,i}$ = miera emisií v režime i pri skúške v ustálenom stave [g/h]

k = 1 pre $c_{gasr,w,i}$ v [ppm] a k = 10 000 pre $c_{gasr,w,i}$ v [% obj.]

k_h = korekčný faktor NO_x [-], platí len pre výpočet emisií NO_x (pozri bod A.8.2.2.)

u_{gas} = faktor špecifický pre zložku plynu alebo pomer medzi hustotami plynnej zložky a výfukového plynu [-]; vypočíta sa pomocou rovníc (A.8-12) or (A.8-13)

$q_{mew,i}$ = hmotnostný prietok výfukového plynu v režime i v mokrom stave [kg/s]

$c_{gas,i}$ = koncentrácia emisií v neriedenom výfukovom plyne v režime i v mokrom stave [ppm] alebo [% obj.]

A.8.2.1.2. Skúšky s nestálym (prechodným) cyklom a odstupňovaným modálnym cyklom

Celková hmotnosť plynných emisií pripadajúca na skúšku m_{gas} [g/skúšku] sa vypočíta vynásobením času priradeného k okamžitým koncentráciám a prietokom výfukového plynu a integrovaním celého skúšobného cyklu podľa tejto rovnice:

$$m_{gas} = \frac{1}{f} \cdot k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left(q_{mew,i} \cdot c_{gas,i} \right) \qquad \text{(A.8-4)}$$

Kde:

f = frekvencia odberu vzoriek [Hz]

k_h = korekčný faktor NO_x [-], platí len pre výpočet emisií NO_x

k = 1 pre $c_{gasr,w,i}$ v [ppm] a k = 10 000 pre $c_{gasr,w,i}$ v [% obj.]

u_{gas} = faktor špecifický pre zložku plynu [-] (pozri bod A.8.2.4.)

N = počet meraní [-]

$q_{mew,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave [kg/s]

$c_{gas,i}$ = okamžitá koncentrácia emisií v neriedenom výfukovom plyne v režime i v mokrom stave [ppm] alebo [% obj.]

V nasledujúcich kapitolách je uvedené, ako sa vypočítajú potrebné množstvá ($c_{gas,i}$, u_{gas} a $q_{mew,i}$).

A.8.2.2. Prevod koncentrácie zo suchého stavu na mokrý stav

Ak sa emisie merajú v suchom stave, nameraná koncentrácia c_d v suchom stave sa prevedie na koncentráciu c_w v mokrom stave podľa tejto rovnice:

$$c_w = k_w \cdot c_d \qquad \text{(A.8-5)}$$

Kde:

k_w = faktor prevodu zo suchého stavu na mokrý stav [-]
c_d = koncentrácia emisií v suchom stave [ppm] alebo [% obj.]

V prípade úplného spaľovania sa faktor prevodu zo suchého stavu na mokrý stav pre neriedený výfukový plyn označuje ako $k_{w,a}$ [-] a vypočíta sa takto:

$$k_{w,a} = \frac{\left(1 - \frac{1{,}2442 \cdot H_a + 111{,}19 \cdot w_H \cdot \frac{q_{mf,i}}{w_{mad,i}}}{773{,}4 + 1{,}2442 \cdot H_a + \frac{q_{mf,i}}{q_{mad,i}} \cdot k_f \cdot 1000}\right)}{\left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)} \qquad \text{(A.8-6)}$$

Kde:

H_a = vlhkosť nasávaného vzduchu [g H_2O/kg suchého vzduchu]
$q_{mf,i}$ = okamžitý prietok paliva [kg/s]
$q_{mad,i}$ = okamžitý prietok nasávaného vzduchu [kg/s]
p_r = tlak vody za chladičom [kPa]
p_b = celkový barometrický tlak [kPa]
w_H = obsah vodíka v palive [% hmotn.]
k_f = dodatočný objem spaľovania [m^3/kg paliva]

pričom:

$$k_r = 0{,}055594 \cdot w_H 0{,}0080021 \cdot w_N + 0{,}0070046\, w_O \qquad \text{(A.8-7)}$$

Kde:

w_H = obsah vodíka v palive [% hmotn.]
w_N = obsah dusíka v palive [% hmotn.]
w_O = obsah kyslíka v palive [% hmotn.]

V rovnici (A.8-6) sa môže predpokladať, že pomer p_r/p_b:

$$\frac{1}{\left(1 - \frac{p_r}{p_b}\right)} = 1{,}008 \qquad \text{(A.8-8)}$$

V prípade neúplného spaľovania (bohaté zmesi paliva a vzduchu) a aj v prípade emisných skúšok bez priameho merania prietoku vzduchu sa uprednostňuje druhá metóda výpočtu $k_{w,a}$:

$$k_{w,a} = \frac{\frac{1}{1 + \alpha \cdot 0{,}005 \cdot (c_{CO2} + c_{CO})} - k_{w1}}{1 - \frac{p_r}{p_b}} \qquad \text{(A.8-9)}$$

Kde:

c_{CO2} = koncentrácia CO_2 v neriedenom výfukovom plyne v suchom stave [% obj.]

c_{CO} = koncentrácia CO v neriedenom výfukovom plyne v suchom stave [ppm]

p_r = tlak vody za chladičom [kPa] (pozri rovnicu (A.8-9))

p_b = celkový barometrický tlak [kPa] (pozri rovnicu (A.8-9))

α = molekulový pomer uhlíka a vodíka [-]

k_{w1} = vlhkosť nasávaného vzduchu [-]

$$k_{w1} = \frac{1{,}608 \cdot H_a}{1000 + 1{,}608 \cdot H_a} \qquad \text{(A.8-10)}$$

A.8.2.3. Korekcia NO_x na vlhkosť a teplotu

Pretože emisie NO_x závisia od podmienok okolitého vzduchu, koncentrácia NO_x sa koriguje na teplotu a vlhkosť okolitého vzduchu faktorom k_h [-] podľa nasledujúcej rovnice. Tento faktor platí pre rozsah vlhkosti od 0 do 25 gH_2O/kg suchého vzduchu.

$$k_h = \frac{15{,}698 \cdot H_a}{1000} + 0{,}832 \qquad \text{(A.8-11)}$$

Kde:

H_a = vlhkosť nasávaného vzduchu [g H_2O/kg suchého vzduchu]

A.8.2.4. Faktor *u* špecifický pre zložku plynu

A.8.2.4.1. Tabuľkové hodnoty

Používajúc niektoré zjednodušenia (predpokladaná hodnota λ a podmienky okolitého vzduchu podľa nasledujúcej tabuľky) pre rovnice uvedené v bode A.8.2.4.2. sa môžu vypočítať hodnoty pre u_{gas}, (pozri bod A.8.2.1.). Hodnoty u_{gas} sú uvedené v tabuľke A.8.1.

Plyn		NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
ρ_{gas}[kg/m^3]		2,053	1,250	0,621	1,9636	1,4277	0,716
Palivo	ρ_e	Koeficient u_{gas} pri λ = 2, suchý vzduch, 273 K, 101,3 kPa					
Diesel	1,2939	0,001587	0,000966	0,000479	0,001518	0,001103	0,000553

Tabuľka A.8.1 – Hustota neriedeného výfukového plynu *u* a zložky plynu (hodnoty *u* sú vypočítané pre koncentrácie emisií vyjadrené v ppm).

A.8.2.4.2. Vypočítané hodnoty

Faktor špecifický pre zložku plynu, $u_{gas,i}$, sa môže vypočítať na základe pomeru hustoty zložky a výfukového plynu, alebo alternatívne zodpovedajúcim pomerom molekulových hmotností:

$$u_{gas,i} = M_{gas} / (M_{e,i} \cdot 1000) \qquad \text{(A.8-12)}$$

alebo

$$u_{gas,i} = \rho_{gas} / (\rho_{e,i} \cdot 1000) \qquad \text{(A.8-13)}$$

Kde:

M_{gas} = molekulová hmotnosť zložky plynu [g/mol]

$M_{e,i}$ = okamžitá molekulová hmotnosť neriedeného výfukového plynu v mokrom stave [g/mol]
r_{gas} = hustota zložky plynu [kg/m^3]
$r_{e,i}$ = okamžitá hustota neriedeného výfukového plynu v mokrom stave [kg/m^3]

Molekulová hmotnosť výfukového plynu, $M_{e,i}$ sa stanoví na základe celkového zloženia paliva $CH_\alpha O_\beta N_\delta S_\gamma$ za predpokladu úplného spaľovania takto:

$$M_{e,i} = \frac{1+\frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}}}{\frac{q_{mf,i}}{q_{maw,i}} \cdot \frac{\frac{\alpha}{4}+\frac{\varepsilon}{2}+\frac{\delta}{2}}{12{,}001+1{,}00794\cdot\alpha+15.9994\cdot\varepsilon+14{,}0067\cdot\delta+32{,}0065\cdot\gamma} + \frac{\frac{H_a\cdot 10^{-3}}{2\times 1{,}00794+15{,}9994}+\frac{1}{M_a}}{1+H_a\cdot 10^{-3}}} \quad \text{(A.8.14)}$$

Kde:
$q_{mf,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok paliva v mokrom stave [kg/s]
$q_{maw,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok nasávaného vzduchu v mokrom stave [kg/s]
α = molekulový pomer vodíka a uhlíka [-]
δ = molekulový pomer dusíka a uhlíka [-]
ε = molekulový pomer kyslíka a uhlíka [-]
γ = atómový pomer síry a uhlíka [-]
H_a = vlhkosť nasávaného vzduchu [g H_2O/kg suchého vzduchu]
M_a = molekulová hmotnosť suchého nasávaného vzduchu = 28,965 g/mol

Okamžitá hustota neriedeného výfukového plynu $r_{e,i}$ [kg/m^3] sa stanoví takto:

$$\rho_{e,i} = \frac{1000+H_a+1000\cdot(q_{mf,i}/q_{mad,i})}{773{,}4+1{,}2434\cdot H_a+k_f\cdot 1000\cdot(q_{mf,i}/q_{mad,i})} \quad \text{(A.8.15)}$$

Kde:
$q_{mf,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok paliva [kg/s]
$q_{mad,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok nasávaného vzduchu [kg/s]
H_a = vlhkosť nasávaného vzduchu [g H_2O/kg suchého vzduchu]
k_f = dodatočný objem spaľovania [m^3/kg paliva] (pozri rovnicu A.8-7)

A.8.2.5. Hmotnostný prietok výfukového plynu

A.8.2.5.1. Metóda merania vzduchu a paliva

Metóda zahŕňa meranie prietoku vzduchu a paliva vhodnými prietokomermi. Výpočet okamžitého prietoku výfukového plynu $q_{mew,i}$ [kg/s] sa vykoná takto:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} + q_{mf,i} \quad \text{(A.8-16)}$$

Kde:
$q_{maw,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok nasávaného vzduchu [kg/s]
$q_{mf,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok paliva [kg/s]

A.8.2.5.2. Metóda merania pomocou stopovacieho plynu

To zahŕňa meranie koncentrácie stopovacieho plynu vo výfukovom plyne. Výpočet okamžitého prietoku výfukového plynu $q_{mew,i}$ [kg/s] sa vykoná takto:

$$q_{mew,i} = \frac{q_{Vt} \cdot \rho_e}{10^{-6} \cdot \left(c_{mix,i} - c_b\right)} \qquad \text{(A.8-17)}$$

Kde:

q_{Vt} = prietok stopovacieho plynu [m^3/s]

$c_{mix,i}$ = okamžitá koncentrácia stopovacieho plynu po zmiešaní [ppm]

r_e = hustota neriedeného výfukového plynu [kg/m^3]

c_b = koncentrácia pozadia stopovacieho plynu v nasávanom vzduchu [ppm]

Koncentrácia pozadia stopovacieho plynu c_b sa môže určiť spriemerovaním koncentrácie pozadia nameranej bezprostredne pred vykonaním skúšky a po nej. Keď je koncentrácia pozadia menšia než 1 % koncentrácie stopovacieho plynu po zmiešaní $c_{mix,i}$ pri maximálnom prietoku výfukového plynu, koncentrácia pozadia sa môže ignorovať.

A.8.2.5.3. Metóda merania pomeru prietoku vzduchu a paliva

To zahŕňa výpočet výfukového plynu z prietoku vzduchu a pomeru vzduchu a paliva. Výpočet okamžitého hmotnostného prietoku výfukového plynu $q_{mew,i}$ [kg/s] sa vykoná takto:

$$q_{mew,i} = q_{maw,i} \cdot \left(1 + \frac{1}{A/F_{st} \cdot \lambda_i}\right) \qquad \text{(A.8-18)}$$

pričom:

$$A/F_{st} = \frac{138{,}0 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right)}{12{,}011 + 1{,}00794 \cdot \alpha + 15{,}9994 \cdot \varepsilon + 14{,}0067 \cdot \delta + 32{,}065 \cdot \gamma} \qquad \text{(A.8-19)}$$

$$\lambda_1 = \frac{\left(100 - \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{2} - c_{HCw} \cdot 10^{-4}\right) + \left(\frac{\alpha}{4} \cdot \frac{1 - \frac{2 \cdot c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3{,}5 \cdot c_{CO2d}}}{1 + \frac{c_{COd} \cdot 10^{-4}}{3{,}5 \cdot c_{CO2d}}} - \frac{\varepsilon}{2} - \frac{\delta}{2}\right) \cdot \left(c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4}\right)}{4{,}764 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4} - \frac{\varepsilon}{2} + \gamma\right) \cdot \left(c_{CO2d} + c_{COd} \cdot 10^{-4} + c_{HCw} \cdot 10^{-4}\right)} \qquad \text{(A.8-20)}$$

Kde:

$q_{maw,i}$ = hmotnostný prietok mokrého nasávaného vzduchu [kg/s]

A/F_{st} = stechiometrický pomer vzduchu a paliva [-]

λ_i = okamžitý koeficient prebytku vzduchu [-]

c_{COd} = koncentrácia CO v neriedenom výfukovom plyne v suchom stave [ppm]

c_{CO2d} = koncentrácia CO_2 v neriedenom výfukovom plyne v suchom stave [%]

c_{HCw} = koncentrácia HC v neriedenom výfukovom plyne v mokrom stave [ppm C1]

α = molekulový pomer vodíka a uhlíka [-]

δ = molekulový pomer dusíka a uhlíka [-]

ε = molekulový pomer kyslíka a uhlíka [-]

γ = atómový pomer síry a uhlíka [-]

A.8.2.5.4. Metóda uhlíkovej bilancie, 1 krokový postup

Na výpočet hmotnostného prietoku mokrého výfukového plynu $q_{mew,i}$ [kg/s] sa môže použiť nasledujúci jednokrokový vzorec:

$$q_{mew,i} = q_{mf,i} \cdot \left[\frac{1{,}4 \cdot w_C^2}{(1{,}0828 \cdot w_C + k_{fd} \cdot f_c) \cdot f_c} \left(1 + \frac{H_a}{1000}\right) + 1 \right] \quad \text{(A.8-21)}$$

s uhlíkovým faktorom f_c [-] daným:

$$f_c = 0{,}5441 \cdot (c_{CO2d} - c_{CO2d,a}) + \frac{c_{COd}}{18522} + \frac{c_{HCw}}{17355} \quad \text{(A.8-22)}$$

Kde:

$q_{mf,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok paliva [kg/s]
w_C = obsah uhlíka v palive [% hmotn.]
H_a = vlhkosť nasávaného vzduchu [g H_2O/kg suchého vzduchu]
k_{fd} = dodatočný objem spaľovania v suchom stave [m^3/kg paliva]
c_{CO2d} = suchá koncentrácia CO_2 v neriedenom výfukovom plyne [%]
$c_{CO2d,a}$ = suchá koncentrácia CO_2 v okolitom vzduchu [%]
c_{COd} = suchá koncentrácia CO v neriedenom výfukovom plyne [ppm]
c_{HCw} = mokrá koncentrácia HC v neriedenom výfukovom plyne [ppm]

a faktor k_{fd} [m^3/kg paliva], ktorý sa vypočíta v suchom stave z k_f odpočítaním vody vytvorenej spaľovaním:

$$k_{fd} = k_f - 0{,}11118 \cdot w_H \quad \text{(A.8-23)}$$

Kde:

k_f = faktor špecifický pre palivo rovnice (A.8-7) [m^3/kg paliva]
w_H = obsah vodíka v palive [% hmotn.]

A.8.3. <u>Zriedené plynné emisie</u>

A.8.3.1. Hmotnosť plynných emisií

A.8.3.1.1. Meranie pri riedení plného prietoku (CVS)

Hmotnostný prietok sa meria systémom odberu vzorky pri konštantnom objeme (CVS), ktorý môže používať objemové čerpadlo (PDP), Venturiho trubica s kritickým prietokom (CFV) alebo podzvuková Venturiho trubica.

V prípade systémov s konštantným prietokom (t. j. s výmenníkom tepla), sa hmotnosť znečisťujúcich látok m_{gas} [g/skúšku] určí z nasledujúcej rovnice:

$$m_{gas} = k_h \cdot k \cdot u_{gas} \cdot c_{gas} \cdot m_{ed} \quad \text{(A.8-24)}$$

Kde:

u_{gas} = pomer medzi hustotou zložky výfukového plynu a hustotou vzduchu podľa tabuľky A.8.2 alebo vypočítaný pomocou rovnice (A.8-35) [-]
c_{gas} = stredná korigovaná koncentrácia pozadia zložky plynu v mokrom stave [ppm] alebo [% obj.]
k_h = korekčný faktor NO_x [-], platí len pre výpočet emisií NO_x
k = 1 pre $c_{gasr,w,i}$ v [ppm], k = 10 000 pre $c_{gasr,w,i}$ v [% obj.]
m_{ed} = celková hmotnosť zriedeného výfukového plynu počas cyklu [kg/skúšku]

V prípade systémov s kompenzáciou prietoku (bez výmenníka tepla), sa hmotnosť znečisťujúcich látok m_{gas} [g/skúšku] určí výpočtom okamžitých hmotnostných emisií, integrovaním a korekciou na pozadie podľa nasledujúcej rovnice:

$$m_{gas} = k_h \cdot k \cdot \left\{ \sum_{i=1}^{N} \left[\left(m_{ed,i} \cdot c_e \cdot u_{gas} \right) \right] - \left[\left(m_{ed} \cdot c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D} \right) \cdot u_{gas} \right) \right] \right\} \qquad \text{(A.8-25)}$$

Kde:

c_e = koncentrácia emisií v zriedenom výfukovom plyne v mokrom stave [ppm] alebo [% obj.]

c_d = koncentrácia emisií v riediacom vzduchu v mokrom stave [ppm] alebo [% obj.]

$m_{ed,i}$ = hmotnosť zriedeného výfukového plynu počas časového intervalu [kg]

m_{ed} = celková hmotnosť zriedeného výfukového plynu počas cyklu [kg]

u_{gas} = tabuľková hodnota z tabuľky A.8.2 [-]

D = riediaci faktor (pozri rovnicu (A.8-29) v bode A.8.3.2.2.) [-]

k_h = korekčný faktor NO_x [-], platí len pre výpočet emisií NO_x

k = 1 pre c v [ppm], k = 10 000 pre c v [% obj.]

Koncentráciami c_{gas}, c_e a c_d môžu byť buď hodnoty namerané pri odbere vzoriek v dávkach (vak, no nie je to povolené pre NO_x a HC) alebo spriemerované integrovaním z meraní pri nepretržitom odbere vzoriek. Aj $m_{ed,i}$ sa musí spriemerovať integrovaním počas celého skúšobného.

Nasledujúce rovnice ukazujú, ako sa vypočítajú potrebné množstvá (c_e, u_{gas} a m_{ed}).

A.8.3.2. Prevod koncentrácie zo suchého stavu na mokrý stav

Všetky koncentrácie uvedené v oddiele A.8.3.2. sa prevedú pomocou rovnice (A.8-5) ($c_w = k_w \cdot c_d$)

A.8.3.2.1. Zriedený výfukový plyn

Všetky koncentrácie namerané v suchom stave sa prevedú na koncentrácie v mokrom stave jednou z týchto dvoch rovníc:

$$k_{w,e} = \left[\left(1 - \frac{\alpha \cdot c_{CO2w}}{200} \right) - k_{w2} \right] \cdot 1{,}008 \qquad \text{(A.8-26)}$$

alebo

$$k_{w,e} = \left(\frac{1 - k_{w2}}{1 + \frac{\alpha \cdot c_{CO2w}}{200}} \right) \cdot 1{,}008 \qquad \text{(A.8-27)}$$

Kde:

$k_{w,e}$ = faktor prevodu zo suchého stavu na mokrý stav pre zriedený výfukový plyn [-]

α = molekulový pomer vodíka a uhlíka v palive [-]

c_{CO2w} = koncentrácia CO_2 v zriedenom výfukovom plyne v mokrom stave [% obj.]

c_{CO2d} = koncentrácia CO_2 v zriedenom výfukovom plyne v suchom stave [% obj.]

Faktor prevodu zo suchého stavu na mokrý stav k_{w2} berie do úvahy obsah vody v nasávanom aj riediacom vzduchu:

$$k_{w2} = \frac{1{,}608 \cdot \left[H_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \cdot \left(\frac{1}{D}\right) \right]}{1000 + \left\{ 1{,}608 \cdot \left[H_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + H_a \cdot \left(\frac{1}{D}\right) \right] \right\}} \qquad \text{(A.8-28)}$$

Kde:

H_a = vlhkosť nasávaného vzduchu [g H_2O/kg suchého vzduchu]

H_d = vlhkosť riediaceho vzduchu [g H_2O/kg suchého vzduchu]

D = riediaci faktor (pozri rovnicu (A.8-29) v bode A.8.3.2.2.) [-]

A.8.3.2.2. Riediaci faktor

Riediaci faktor *D* [-] (ktorý je potrebný na korekciu na pozadie a výpočet k_{w2}) sa vypočíta takto:

$$D = \frac{F_S}{c_{CO2,e} + \left(c_{HC,e} + c_{CO,e}\right) \cdot 10^{-4}} \qquad \text{(A.8-29)}$$

Kde:

F_S = stechiometrický faktor [-]

$c_{CO2,e}$ = koncentrácia CO_2 v zriedenom výfukovom plyne v mokrom stave [% obj.]

$c_{HC,e}$ = koncentrácia HC v zriedenom výfukovom plyne v mokrom stave [ppm C1]

$c_{CO,e}$ = koncentrácia CO v zriedenom výfukovom plyne v mokrom stave [ppm]

Stechiometrický faktor sa vypočíta takto:

$$F_S = 100 \cdot \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{2} + 3{,}76 \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{4}\right)} \qquad \text{(A.8-30)}$$

Kde:

α = molekulový pomer vodíka a uhlíka v palive [-]

Alternatívne ak nie je zloženie paliva známe, , môžu sa použiť tento stechiometrický faktor: F_S (diesel) = 13,4

Ak sa vykonáva priame meranie prietoku výfukového plynu, riediaci faktor *D* [-] sa môže vypočítať takto:

$$D = \frac{q_{VCVS}}{q_{Vew}} \qquad \text{(A.8-31)}$$

Kde:

q_{VCVS} = objemový prietok zriedeného výfukového plynu [m^3/s]

q_{Vew} = objemový prietok neriedeného výfukového plynu [m^3/s]

A.8.3.2.3. Riediaci vzduch

$$k_{w,d} = \left(1 - k_{w3}\right) \cdot 1{,}008 \qquad \text{(A.8-32)}$$

s

$$k_{w3} = \frac{1{,}608 \cdot H_d}{1000 + 1{,}608 \cdot H_d} \qquad \text{(A.8-33)}$$

Kde:

H_d = vlhkosť riediaceho vzduchu [g H_2O/kg suchého vzduchu]

A.8.3.2.4. Určenie koncentrácie korigovanej na pozadie

Priemerná koncentrácia pozadia plynných znečisťujúcich látok v riediacom vzduchu sa odpočíta od nameranej koncentrácie aby sa získali čisté koncentrácie znečisťujúcich látok. Priemerné hodnoty koncentrácií pozadia sa môžu zistiť metódou odberu vzoriek do vaku alebo nepretržitým meraním s integráciou. Použije sa táto rovnica:

$$c_{gas} = c_{gas,e} - c_d \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) \qquad \text{(A.8-34)}$$

Kde:

c_{gas} = čistá koncentrácia plynných znečisťujúcich látok [ppm] alebo [% obj.]

$c_{gas,e}$ = koncentrácia emisií v zriedenom výfukovom plyne v mokrom stave [ppm] alebo [% obj.]

c_d = koncentrácia emisií v riediacom vzduchu v mokrom stave [ppm] alebo [% obj.]

D = riediaci faktor (pozri rovnicu (A.8-29) v bode A.8.3.2.2.) [-]

A.8.3.3. Faktor *u* špecifický pre zložku plynu

Faktor u_{gas} špecifický pre zložku plynu u_{gas} zriedeného plynu sa môže vypočítať buď pomocou nasledujúcej rovnice alebo zobrať z tabuľky A.8.2; v tabuľke A.8.2 sa predpokladá, že hustota zriedeného výfukového plynu sa rovná hustote vzduchu.

$$u = \frac{M_{gas}}{M_{d,w} \cdot 1000} = \frac{M_{gas}}{\left[M_{da,w} \cdot \left(1 - \frac{1}{D}\right) + M_{r,w} \cdot \left(\frac{1}{D}\right)\right] \cdot 1000} \qquad \text{(A.8-35)}$$

Kde:

M_{gas} = molekulová hmotnosť zložky plynu [g/mol]

$M_{d,w}$ = molekulová hmotnosť zriedeného výfukového plynu [g/mol]

$M_{da,w}$ = molekulová hmotnosť riediaceho vzduchu [g/mol]

$M_{r,w}$ = molekulová hmotnosť neriedeného výfukového plynu [g/mol]

D = riadiaci faktor (pozri rovnicu (A.8-29) v bode A.8.3.2.2.) [-]

Palivo	ρ_{de}	Plyn					
		NO_x	CO	HC	CO_2	O_2	CH_4
		ρ_{gas} [kg/m^3]					
		2,053	1,250	0,621	1,9636	1,4277	0,716
		Koeficient u_{gas} pri λ=2, suchý vzduch, 273 K, 101,3 kPa					
Diesel	1,293	0,001588	0,000967	0,000480	0,001519	0,001104	0,000553

Tabuľka A.8.2 – Hodnoty *u* zriedeného výfukového plynu a hustoty zložiek plynu (hodnoty *u* sú vypočítané pre koncentráciu emisií vyjadrenú v ppm)

A.8.3.4. Výpočet hmotnostného prietoku výfukového plynu

A.8.3.4.1. Systém PDP-CVS

Výpočet hmotnosti zriedeného výfukového plynu [kg/skúšku] počas cyklu je takýto, ak sa teplota zriedeného výfukového plynu m_{ed} udržiava v rozmedzí ± 6 K počas cyklu pomocou výmenníka tepla:

$$m_{ed} = 1{,}293 \cdot V_0 \cdot n_p \cdot \frac{p_p}{101{,}3} \cdot \frac{273}{T} \qquad \text{(A.8-36)}$$

Kde:

V_0 = objem plynu prečerpaný za otáčku v podmienkach skúšky [m³/ot]

n_p = celkové otáčky čerpadla na skúšku [ot/skúšku]

p_p = absolútny tlak čerpadla pri vstupe čerpadla [kPa]

T = priemerná teplota zriedeného výfukového plynu pri vstupe čerpadla [K]

1,293 = hustota vzduchu [kg/m^3] pri teplote 273,15 K a tlaku 101,325 kPa

Ak sa použije systém s kompenzáciou prietoku (t. j. bez výmenníka tepla), hmotnosť zriedeného výfukového plynu $m_{ed,i}$ [kg] v priebehu časového intervalu sa vypočíta takto:

$$m_{ed,i} = 1{,}293 \cdot V_0 \cdot n_{p,i} \cdot \frac{p_p}{101{,}3} \cdot \frac{273}{\overline{T}} \qquad \text{(A.8-37)}$$

Kde:

V_0 = objem plynu prečerpaný za otáčku v podmienkach skúšky [m³/ot]

$n_{p,i}$ = celkové otáčky čerpadla na skúšku [ot/skúšku]

p_p = absolútny tlak čerpadla pri vstupe čerpadla [kPa]

$\overline{T}$ = priemerná teplota zriedeného výfukového plynu pri vstupe čerpadla [K]

1,293 = hustota vzduchu [kg/m^3] pri teplote 273,15 K a tlaku 101,325 kPa

A.8.3.4.2. Systém CFV-CVS

Výpočet hmotnostného prietoku počas cyklu m_{ed} [g/skúšku] je takýto, ak sa teplota zriedeného výfukového plynu m_{ed} udržiava v rozmedzí ± 11 K počas cyklu pomocou výmenníka tepla:

$$m_{ed} = \frac{1{,}293 \cdot t \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \qquad \text{(A.8-38)}$$

Kde:

t = čas cyklu [s]

K_V = kalibračný koeficient Venturiho trubice s kritickým prietokom pre štandardné podmienky $\left[\left(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s\right)/kg\right]$

p_p = absolútny tlak pri vstupe Venturiho trubice [kPa]

T = absolútna teplota pri vstupe Venturiho trubice [K]

1,293 = hustota vzduchu [kg/m^3] pri teplote 273,15 K a tlaku 101,325 kPa

Ak sa použije systém s kompenzáciou prietoku (t. j. bez výmenníka tepla), hmotnosť zriedeného výfukového plynu $m_{ed,i}$ [kg] v priebehu časového intervalu sa vypočíta takto:

$$m_{ed,i} = \frac{1{,}293 \cdot \Delta t_i \cdot K_V \cdot p_p}{T^{0,5}} \qquad \text{(A.8-39)}$$

Kde:

Δt_i = časový interval skúšky [s]

K_V = kalibračný koeficient Venturiho trubice s kritickým prietokom pre štandardné podmienky $\left[\left(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s\right)/kg\right]$

p_p = absolútny tlak pri vstupe Venturiho trubice [kPa]

T = absolútna teplota pri vstupe Venturiho trubice [K]

1,293 = hustota vzduchu [kg/m^3] pri teplote 273,15 K a tlaku 101,325 kPa

A.8.3.4.3. Systém SSV-CVS

Výpočet hmotnostného prietoku zriedeného výfukového plynu počas cyklu m_{ed} [g/skúšku] je takýto, ak sa teplota zriedeného výfukového plynu m_{ed} udržiava v rozmedzí ± 11 K počas cyklu pomocou výmenníka tepla:

$$m_{ed} = 1{,}293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t \qquad \text{(A.8-40)}$$

Kde:

1,293 = hustota vzduchu [kg/m^3] pri teplote 273,15 K a tlaku 101,325 kPa

Δt = čas cyklu

pričom:

$$q_{VSSV} = A_0 d_V{}^2 C_d p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T}\left(r_p{}^{1,4286} - r_p{}^{1,7143}\right) \cdot \left(\frac{1}{1 - r_D{}^4 r_p{}^{1,4286}}\right)\right]} \qquad \text{(A.8-41)}$$

Kde:

A_0 = sústava prevodových konštánt a jednotiek

$$= 0{,}0056940 \left[\frac{m^3}{min} \cdot \frac{K^{\frac{1}{2}}}{kPa} \cdot \frac{1}{mm^2}\right]$$

d_V = priemer hrdla SSV [mm]

C_d = výtokový koeficient SSV [-]

p_p = absolútny tlak pri vstupe Venturiho trubice [kPa]

T_{in} = teplota pri vstupe Venturiho trubice [K]

r_p = pomer priemeru hrdla SSV a vstupného absolútneho statického tlaku $\left(1 - \frac{\Delta p}{p_a}\right)$ [-]

r_D = pomer priemeru hrdla SSV a vnútorného priemeru vstupnej trubice $\frac{d}{D}$ [-]

Ak sa použije systém s kompenzáciou prietoku (t. j. bez výmenníka tepla), hmotnosť zriedeného výfukového plynu $m_{ed,i}$ [kg] v priebehu časového intervalu sa vypočíta takto:

$$m_{ed} = 1{,}293 \cdot q_{VSSV} \cdot \Delta t_i \qquad \text{(A.8-42)}$$

Kde:

1,293 = hustota vzduchu pri teplote 273,15 K a tlaku 101,325 kPa

Δt_i = časový interval [s]

q_{VSSV} = objemový prietok SSV [m^3/s]

A.8.3.5. Výpočet emisií tuhých častíc

A.8.3.5.1. Nestály (prechodný) skúšobný cyklus a odstupňovaný modálny cyklus

Hmotnosť tuhých častíc sa vypočíta po korekcii hmotnosti vzorky tuhých častíc na vztlak podľa bodu 8.1.12.2.5.

A.8.3.5.1.1. Systém riedenia časti prietoku

Výpočet pre systém dvojitého riedenia je uvedený v bode A.8.3.5.1.2.

A.8.3.5.1.1.1. Výpočet založený na pomere vzorky

Emisie tuhých častíc v priebehu cyklu m_{PM} [g] sa vypočítajú pomocou tejto rovnice:

$$m_{PM} = \frac{m_f}{r_s \cdot 1000} \qquad \text{(A.8-43)}$$

Kde:
m_f = hmotnosť tuhých častíc zachytených počas cyklu [mg]
r_s = priemerný pomer vzorky počas skúšobného cyklu [-]
pričom:

$$r_s = \frac{m_{se}}{m_{ew}} \cdot \frac{m_{sep}}{m_{sed}} \qquad \text{(A.8-44)}$$

Kde:
m_{se} = hmotnosť vzorky neriedeného výfukového plynu počas cyklu [kg]
m_{ew} = celková hmotnosť neriedeného výfukového plynu počas cyklu [kg]
m_{sep} = hmotnosť zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc [kg]
m_{sed} = hmotnosť zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho riediacim tunelom [kg]

V prípade typu systému odberu celej vzorky sú m_{sep} a m_{sed} identické.

A.8.3.5.1.1.2. Výpočet založený na pomere riedenia

Emisie tuhých častíc v priebehu cyklu m_{PM} [g] sa vypočítajú pomocou tejto rovnice:

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{edf}}{1000} \qquad \text{(A.8-45)}$$

Kde:
m_f = hmotnosť tuhých častíc zachytených počas cyklu [mg]
m_{sep} = hmotnosť zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc [kg]
m_{edf} = hmotnosť ekvivalentného zriedeného výfukového plynu počas cyklu [kg]

Celková hmotnosť ekvivalentného zriedeného výfukového plynu počas cyklu m_{edf} [kg] sa určí takto:

$$m_{edf} = \frac{1}{f} \cdot \sum_{i=1}^{N} q_{medf,i} \qquad \text{(A.8-46)}$$

$$q_{medf,i} = q_{mew,i} \cdot r_{d,i} \quad \text{(A.8-47)}$$

$$r_{d,i} = \frac{q_{mdew,i}}{q_{mdew,i} - q_{mdw,i}} \quad \text{(A.8-48)}$$

Kde:

$q_{medf,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok ekvivalentného zriedeného výfukového plynu [kg/s]

$q_{mew,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave [kg/s]

$r_{d,i}$ = okamžitý riediaci pomer [-]

$q_{mdew,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave [kg/s]

$q_{mdw,i}$ = okamžitý hmotnostný prietok riediaceho vzduchu [kg/s]

f = frekvencia odberu údajov o vzorke [Hz]

N = počet meraní [-]

A.8.3.5.1.2. Systém riedenia plného prietoku

Hmotnosť emisií sa vypočíta takto:

$$m_{PM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \frac{m_{ed}}{1000} \quad \text{(A.8-49)}$$

Kde:

m_f = hmotnosť tuhých častíc zachytených počas cyklu [mg]

m_{sep} = hmotnosť zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc [kg]

m_{ed} = hmotnosť zriedeného výfukového plynu počas cyklu [kg]

pričom:

$$m_{sep} = m_{set} - m_{ssd} \quad \text{(A.8-50)}$$

Kde:

m_{set} = hmotnosť dvojmo riedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrom tuhých častíc [kg]

m_{ssd} = hmotnosť sekundárneho riediaceho vzduchu [kg]

A.8.3.5.1.3. Korekcia na pozadie

Hmotnosť tuhých častí $m_{PM,c}$ [g] sa môže korigovať na pozadie takto:

$$m_{PM,c} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[\frac{m_b}{m_{sd}} \cdot \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right] \right\} \cdot \frac{m_{ed}}{1000} \quad \text{(A.8-51)}$$

Kde:

m_f = hmotnosť tuhých častíc zachytených počas cyklu [mg]

m_{sep} = hmotnosť zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc [kg]

m_{sd} = hmotnosť zriedeného vzduchu zachyteného zariadením na odber vzoriek tuhých častíc pozadia [kg]

m_b = hmotnosť zachytených tuhých častíc pozadia v riediacom vzduchu [mg]

m_{ed} = hmotnosť zriedeného výfukového plynu počas cyklu [kg]
D = riediaci faktor (pozri rovnicu (A.8-29) v bode A.8.3.2.2.) [-]

A.8.3.5.2. Výpočet pre ustálené skúšobné cykly v nespojitom režime

A.8.3.5.2.1. Systém riedenia

Všetky výpočty sú založené na priemerných hodnotách jednotlivých režimov *i* počas periódy odberu vzoriek.

(a) V prípade riedenia časti prietoku sa ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu určí pomocou systému s meraním prietoku podľa obrázku 9.2:

$$q_{medf} = q_{mew} \cdot r_d \qquad \text{(A.8-52)}$$

$$r_d = \frac{q_{mdew}}{q_{mdew} - q_{mdw}} \cdot \qquad \text{(A.8-53)}$$

Kde:
q_{medf} = ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu [kg/s]
q_{mew} = hmotnostný prietok výfukového plynu v mokrom stave [kg/s]
r_d = riediaci pomer [-]
q_{mdew} = hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave [kg/s]
q_{mdw} = hmotnostný prietok riediaceho vzduchu [kg/s]

(b) V prípade systémov riedenia plného prietoku sa q_{mdew} použije ako q_{medf}.

A.8.3.5.2.2. Výpočet hmotnostného prietoku tuhých častíc

Prietok emisií tuhých častíc počas cyklu q_{mPM} [g/h] sa vypočíta takto:

(a) v prípade jednofiltrovej metódy

$$q_{mPM} = \frac{m_f}{m_{sep}} \cdot \overline{q_{medf}} \cdot \frac{3600}{1000} \qquad \text{(A.8-54)}$$

$$\overline{q_{medf}} = \sum_{i=1}^{N} q_{medfi} \cdot WF_i \qquad \text{(A.8-55)}$$

$$m_{sep} = \sum_{i=1}^{N} m_{sepi} \qquad \text{(A.8-56)}$$

Kde:
q_{mPM} = hmotnostný prietok tuhých častíc [g/h]
m_f = hmotnosť častíc zachytených počas cyklu [mg]
$\overline{q_{medf}}$ = priemerný ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave [kg/s]
q_{medfi} = ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave v režime i [kg/s]
WF_i = váhový faktor v režime i [-]
m_{sep} = hmotnosť zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc [kg]
m_{sepi} = hmotnosť vzorky zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc v režime i [kg]

N = počet meraní [-]

(b) v prípade viacfiltrovej metódy

$$q_{mPMi} = \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} \cdot \overline{q_{medfi}} \cdot \frac{3600}{1000} \qquad \text{(A.8-57)}$$

Kde:

q_{mPMi} = hmotnostný prietok tuhých častíc v režime i [g/s]

m_{fi} = hmotnosť vzorky častíc zachytených počas režimu i [mg]

q_{medfi} = ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave v režime i [kg/s]

m_{sepi} = hmotnosť vzorky zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc v režime i [kg]

Hmotnosť PM sa určí v priebehu skúšobného cyklu súčtom priemerných hodnôt jednotlivých režimov *i* počas periódy odberu vzoriek.

Hmotnostný prietok tuhých častíc q_{mPM} [g/h] sa môže korigovať na pozadie takto:

(c) v prípade jednofiltrovej metódy

$$q_{mPM} = \left\{ \frac{m_f}{m_{sep}} - \left[\frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left(1 - \frac{1}{D_i} \right) \cdot WF_i \right] \right\} \cdot \frac{q_{medf}}{1000} \qquad \text{(A.8-58)}$$

(d) v prípade viacfiltrovej metódy

$$q_{mPM} = \left\{ \frac{m_{fi}}{m_{sepi}} - \left[\frac{m_{f,d}}{m_d} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left(1 - \frac{1}{D} \right) \right] \right\} \cdot \frac{q_{medfi}}{1000} \qquad \text{(A.8-59)}$$

Kde:

q_{mPM} = hmotnostný prietok tuhých častíc [g/h]

WF_i = váhový faktor v režime i [-]

m_{fi} = hmotnosť vzorky častíc zachytených v režime i [mg]

$m_{f,d}$ = hmotnosť vzorky tuhých častíc zachyteného riediaceho vzduchu [mg]

q_{medfi} = ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v mokrom stave v režime i [kg/h]

m_{sep} = hmotnosť vzorky zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc [kg]

m_{sepi} = hmotnosť vzorky zriedeného výfukového plynu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc v režime i [kg]

m_d = hmotnosť vzorky riediaceho vzduchu prechádzajúceho filtrami tuhých častíc [kg]

D = riediaci faktor (pozri rovnicu (A.8-29) v bode A.8.3.2.2.) [-]

Ak sa vykoná viac než jedno meranie, $m_{f,d}/m_d$ sa nahradí takto: $\overline{m_{f,d}/m_d}$

A.8.4. Práca cyklu a špecifické emisie

A.8.4.1. Plynné emisie

A.8.4.1.1. Nestály (prechodný) cyklus alebo odstupňovaný modálny cyklus

V prípade neriedeného a zriedeného výfukového plynu sa odkazuje na body A.8.2.1. a A.8.3.1.. Výsledné hodnoty pre výkon P [kW] sa integrujú v celom skúšobnom intervale. Celková práca W_{act} [kWh] sa vypočíta takto:

$$W_{act} = \sum_{i=1}^{N} P_i \cdot \Delta t_i = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{3600} \cdot \frac{1}{10^3} \frac{2 \cdot \pi}{60} \sum_{i=1}^{N} (n_i \cdot T_i) \qquad \text{(A.8-60)}$$

Kde:

P_i = okamžitý výkon motora [kW]
n_i = okamžité otáčky motora [ot/m]
T_i = okamžitý krútiaci moment motora [Nm]
W_{act} = skutočná práca cyklu [kWh]
f = frekvencia odberu údajov o vzorke [Hz]
N = počet meraní [-]

Špecifické emisie e_{gas} [g/kWh] sa vypočítajú nasledujúcimi spôsobmi v závislosti od typu skúšobného cyklu.

$$e_{gas} = \frac{m_{gas}}{W_{act}} \qquad \text{(A.8-61)}$$

Kde:

m_{gas} = celková hmotnosť emisií [g/skúšku]
W_{act} = práca cyklu [kWh]

V prípade nestáleho (prechodného) cyklu, konečný výsledok skúšky e_{gas} [g/kWh] je váženým priemerom skúšky so studeným a teplým štartom vypočítaným takto:

$$e_{gas} = \frac{(0{,}1 \cdot m_{cold}) + (0{,}9 \cdot m_{hot})}{(0{,}1 \cdot W_{act,cold}) + (0{,}9 \cdot W_{act,hot})} \qquad \text{(A.8-62)}$$

V prípade zriedkavej (periodickej) regenerácie výfukového plynu (bod 6.6.2.), sa špecifické emisie korigujú násobným faktorom nastavenia k_r (rovnica (6-4)) alebo dvoma samostatnými pármi vzostupných faktorov nastavenia k_{Ur} (vzostupný faktor nastavenia podľa rovnice (6-5)) a k_{Dr} (zostupný faktor nastavenia podľa rovnice (6-6)).

A.8.4.1.2. Ustálený cyklus v nespojitom režime

Špecifické emisie e_{gas} [g/kWh] sa vypočítajú takto:

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (q_{mgasi} \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^{N_{mode}} (P_i \cdot WF_i)} \qquad \text{(A.8-63)}$$

Kde:

$q_{mgas,i}$ = stredný hmotnostný prietok emisií v režime *i* [g/h]

P_i = výkon motora v režime i [kW] s $P_i = P_{maxi} + P_{auxi}$ (pozri body 7.7.1.2. a 6.3.)
WF_i = váhový faktor v režime i [-]

A.8.4.2. Emisie tuhých častíc

A.8.4.2.1. Nestály (prechodný) skúšobný cyklus a odstupňovaný modálny cyklus

Špecifické emisie tuhých častíc sa vypočítajú pomocou rovnice (A.8-61), v ktorej sa e_{gas} [g/kWh] a m_{gas} [g/skúšku] nahradia e_{PM} [g/kWh] a m_{PM} [g/skúšku]:

$$e_{PM} = \frac{m_{PM}}{W_{act}} \qquad \text{(A.8-64)}$$

Kde:
m_{PM} = celková hmotnosť emisií častíc, vypočítaná podľa bodu A.8.3.4. [g/skúšku]
W_{act} = práca cyklu [kWh]

Emisie v nestálom (prechodnom) zmiešanom cykle (t. j. studená a teplá fáza) sa vypočítajú podľa bodu A.8.4.1.

A.8.4.2.2. Ustálený cyklus v nespojitom režime

Špecifické emisie tuhých častíc e_{PM} [g/kWh] sa vypočítajú takto:

(a) Jednofiltrová metóda

$$e_{PM} = \frac{q_{mPM}}{\sum_{i=1}^{N}\left(P_i \cdot WF_i\right)} \qquad \text{(A.8-65)}$$

Kde:
P_i = výkon motora v režime *i* [kW] s $P_i = P_{maxi} + P_{auxi}$ (pozri body 7.7.1.2. a 6.3.)
WF_i = váhový faktor v režime *i* [-]
q_{mPM} = hmotnostný prietok tuhých častíc [g/h]

(b) Viacfiltrová metóda

$$e_{gas} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(q_{mPMi} \cdot WF_i\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(P_i \cdot WF_i\right)} \qquad \text{(A.8-66)}$$

Kde:
P_i = výkon motora v režime i [kW] s $P_i = P_{maxi} + P_{auxi}$ (pozri body 7.7.1.2. a 6.3.)
WF_i = váhový faktor v režime i [-]
q_{mPMi} = hmotnostný prietok tuhých častíc v režime i [g/h]

V prípade jednofiltrovej metódy, sa efektívny váhový faktor, WF_{ei}, pre každý režim vypočíta takto:

$$WF_{ei} = \frac{m_{sepi} \cdot \overline{q_{medf}}}{m_{sep} \cdot q_{medfi}} \qquad \text{(A.8-67)}$$

Kde:

m_{sepi} = hmotnosť vzorky zriedeného výfukového plynu, ktorý prešiel cez filtre tuhých častíc v režime *i* [kg]

$\overline{q_{medf}}$ = priemerný ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu [kg/s]

q_{medfi} = ekvivalentný hmotnostný prietok zriedeného výfukového plynu v režime *i* [kg/s]

m_{sep} = hmotnosť vzorky zriedeného výfukového plynu, ktorý prešiel cez filtre tuhých častíc [kg]

Hodnota efektívnych váhových faktorov je v rozmedzí ± 0,005 (absolútna hodnota) hodnoty váhových faktorov uvedených v prílohe A.1.

Príloha A.8 - Doplnok 1

KALIBRÁCIA PRIETOKU ZRIEDENÝCH VÝFUKOVÝCH PLYNOV (CVS)

A.8.5. Kalibrácia systému CVS

Systém CVS sa kalibruje pomocou presného prietokomeru a obmedzovacieho zariadenia. Prietok cez systém sa meria rôznymi obmedzujúcimi nastaveniami a merajú sa aj kontrolné parametre systému a určujú sa vo vzťahu k prietoku.

Môžu sa používať rôzne typy prietokomerov napr. kalibrovaná Venturiho trubica, kalibrovaný laminárny prietokomer, kalibrovaný turbínový prietokomer.

A.8.5.1. Objemové čerpadlo (PDP)

Všetky parametre týkajúce sa čerpadla sa merajú súčasne spolu parametrami vzťahujúcimi sa ku kalibrovanej Venturiho trubici, ktorá je zapojená v sérii s čerpadlom. Zostrojí s krivka z vypočítaného prietoku (m^3/s na vstupe čerpadla, absolútneho tlaku a teploty) vo vzťahu ku korelačnej funkcii, ktorá je hodnotou špecifickej kombinácie parametrov čerpadla. Zostaví sa lineárna rovnica, ktorá vyjadruje vzťah medzi prietokom a korelačnou funkciou. Ak má CVS viacrýchlostný pohon, kalibrácia sa vykoná pre každý použitý rozsah.

Počas kalibrácie sa udržiava stabilná teplota.

Presakovanie vo všetkých spojeniach a potrubiach medzi kalibračnou Venturiho trubicou a čerpadlom CVS sa musí udržiavať na úrovni nižšej než 0,3 % najnižšej hodnoty prietoku (najvyššieho obmedzenia a najnižšej hodnoty otáčok PDP).

Prietok vzduchu (q_{VCVS}) pri všetkých nastaveniach obmedzenia (minimálne 6 nastavení) sa vypočíta v štandardných jednotkách m^3/s na základe údajov prietokomera pomocou metódy predpísanej výrobcom. Prietok vzduchu sa prevedie na prietok čerpadla (V_0) v m^3/ot pri absolútnej teplote a tlaku na vstupe čerpadla takto:

$$V_0 = \frac{q_{VCVS}}{n} \cdot \frac{T}{273} \cdot \frac{101{,}3}{p_p} \qquad \text{(A.8-68)}$$

Kde:

q_{VCVS} = prietok vzduchu v štandardných podmienkach (101,3 kPa, 273 K [m^3/s]

T = teplota na vstupe čerpadla [K]

p_p = absolútny tlak na vstupe čerpadla [kPa]

n = otáčky čerpadla [ot/s]

Aby sa zohľadnilo vzájomné pôsobenie zmien tlaku čerpadla a miera prešmyku čerpadla, vypočíta sa korelačná funkcia (X_0) [s/ot] medzi otáčkami čerpadla, rozdielmi tlakov medzi vstupom a výstupom čerpadla a absolútnym výstupným tlakom čerpadla takto:

$$X_0 = \frac{1}{n} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_p}{p_p}} \qquad \text{(A.8-69)}$$

Kde:

Δp_p = rozdiel tlakov medzi vstupom a výstupom čerpadla [kPa]

p_p = absolútny tlak na výstupe čerpadla [kPa]

n = otáčky čerpadla [ot/s]

Na zostavenie nasledujúcej kalibračnej rovnice sa vykoná lineárne nastavenie metódou najmenších štvorcov:

$$V_0 = D_0 - m \cdot X_0 \qquad \text{(A.8-70)}$$

pričom D_0 [m^3/ot] a m [m^3/s] sú úsek na osi a sklon, ktoré opisujú regresnú priamku.

V prípade systému CVS s niekoľkými režimami otáčok sú kalibračné krivky vytvorené pre rôzne rozsahu prietoku čerpadla približne rovnobežné a hodnoty úsekov na osi (D_0) sa zvyšujú s poklesom rozsahov prietoku čerpadla.

Vypočítané hodnoty z rovnice musia byť v rozmedzí ± 0,5 % nameraných hodnôt V_0. Hodnoty m sa budú meniť v závislosti od konkrétneho čerpadla. Príliv tuhých častíc počas určitého časového intervalu spôsobí znižovanie prešmyku čerpadla čo sa prejaví nižšími hodnotami m. Preto sa kalibrácia vykoná pri spustení čerpadla, po väčšej údržbe a ak všeobecný systém overovania naznačuje zmenu miery prešmyku.

A.8.5.2. Venturiho trubica s kritickým prietokom (CFV)

Kalibrácia CFV je založená na prietokovej rovnici pre Venturiho trubicu s kritickým prietokom. Prietok plynu je funkciou vstupného tlaku a teploty Venturiho trubice. Na určenie rozsahu kritického prietoku, sa K_V vynesie na graf ako funkcia vstupného tlaku Venturiho trubice. V prípade kritického (škrteného) prietoku bude mať K_V relatívne konštantnú teplotu. So znižovaním tlaku (zvyšuje sa vákuum), sa Venturiho trubica sa režim škrtenia trubice zastaví a K_V klesá čo naznačuje, že CFV pracuje mimo prípustného rozsahu.

Prietok vzduchu (q_{VCVS}) pri všetkých nastaveniach obmedzenia (minimálne 8 nastavení) sa vypočíta v štandardných jednotkách m^3/s na základe údajov prietokomera pomocou metódy predpísanej výrobcom. Kalibračný koeficient $K_V \left[\left(\sqrt{K} \cdot m^4 \cdot s\right)/kg\right]$ sa vypočíta z kalibračných údajov pre každé nastavenie takto:

$$K_V = \frac{q_{VCVS} \cdot \sqrt{T}}{p_p} \qquad \text{(A.8-71)}$$

Kde:

q_{VCVS} = prietok vzduchu v štandardných podmienkach (101,3 kPa, 273 K [m^3/s]

T = teplota na vstupe čerpadla [K]

p_p = absolútny tlak na vstupe čerpadla [kPa]

Vypočíta sa priemerná hodnota K_V a štandardná odchýlka. Štandardná odchýlka nesmie presiahnuť o viac než ± 0,3 % priemernú hodnotu K_V.

A.8.5.3. Podzvuková Venturiho trubica (SSV)

Kalibrácia SSV je založená na prietokovej rovnici pre podzvukovú Venturiho trubicu. Prietok plynu je funkciou vstupného tlaku a teploty a poklesu tlaku medzi vstupom a hrdlom SSV ako je uvedené v rovnici (A.8-41).

Prietok vzduchu (q_{VSSV}) pri všetkých nastaveniach obmedzenia (minimálne 16 nastavení) sa vypočíta v štandardných jednotkách m^3/s na základe údajov prietokomera pomocou metódy predpísanej výrobcom. Výtokový koeficient sa vypočíta z kalibračných údajov pre každé nastavenie takto:

$$C_d = \frac{q_{VSSV}}{d_V{}^2 p_p \sqrt{\left[\frac{1}{T_{in,V}}\left(r_p{}^{1,4286} - r_p{}^{1,7143}\right)\cdot\left(\frac{1}{1 - r_D{}^4 r_p{}^{1,4286}}\right)\right]}} \qquad \text{(A.8-72)}$$

Kde:

q_{VSSV} = prietok vzduchu v štandardných podmienkach (101,3 kPa, 273 K [m^3/s]

$T_{in,V}$ = teplota na vstupe Venturiho trubice [K]

d_V = priemer hrdla SSV [mm]

r_p = pomer priemeru hrdla SSV a vstupného absolútneho statického tlaku $= 1 - \Delta p / p_p$ [-]

r_D = pomer priemeru hrdla SSV, d_V, a vnútorného priemeru vstupnej trubice D [-]

Na určenie rozsahu podzvukového prietoku, sa C_d vynesie na graf ako funkcia Reynoldsovho čísla Re, pri hrdle SSV. Re pri hrdle SSV sa vypočíta pomocou tejto rovnice:

$$Re = A_1 \cdot \frac{q_{VSSV}}{d_V \cdot \mu} \qquad \text{(A.8-73)}$$

pričom:

$$\mu = \frac{b \times T^{1,.5}}{S + T} \qquad \text{(A.8-74)}$$

Kde:

A_1 = sústava prevodových konštánt a jednotiek

$$= 27{,}43831\left[\frac{1}{m^3}\cdot\frac{min}{s}\cdot\frac{mm}{m}\right]$$

q_{VSSV} = prietok vzduchu v štandardných podmienkach (101,3 kPa, 273 K [m^3/s]

d_V = priemer hrdla SSV [mm]

μ = absolútna dynamická viskozita plynu [kg/ms]

b = 1,458 x 10^6 (empirická konštanta) [$kg/msK^{0,5}$]

S = 110,4 (empirická konštanta) [K]

Pretože q_{VSSV} je vstupom do rovnice Re, výpočty sa začnú prvým odhadom q_{VSSV} alebo C_d kalibračnej Venturiho trubice a opakujú sa dovtedy, kým sa výsledky nezhodujú. Metóda konvergencie musí byť presná na 0,1 % bodu alebo presnejšia.

Pre minimálne šestnásť bodov oblasti podzvukového prietoku musia vypočítané hodnoty C_d z výslednej kalibračnej krivky zodpovedať rovnici v rozmedzí ± 0,5 % hodnoty C_d nameranej v každom kalibračnom bode.

Príloha A.8 – Doplnok 2

KOREKCIA KOLÍSANIA (POSUNU)

A.8.6 Výpočty v tomto doplnku sa vykonajú podľa doplnku 2 k prílohe A.7.

$$c_{idriftcor} = c_{refzero} + \left(c_{refspan} - c_{refzero}\right)\frac{2c_i - \left(c_{prezero} + c_{postzero}\right)}{\left(c_{prespan} + c_{postspan}\right) - \left(c_{prezero} + c_{postzero}\right)} \qquad \text{(A.8-75)}$$

Kde:

$c_{idriftcor}$ = koncentrácia korigovaná na kolísanie [ppm]

$c_{refzero}$ = referenčná koncentrácia nulovacieho plynu, ktorá je obvykle nulová, pokiaľ nie známa iná hodnota [ppm]

$c_{refspan}$ = referenčná koncentrácia plynu na nastavenie meracieho rozsahu [ppm]

$c_{prespan}$ = odozva analyzátora plynu na koncentráciu plynu na nastavenie meracieho rozsahu pred skúšobným intervalom [ppm]

$c_{postspan}$ = odozva analyzátora plynu na koncentráciu plynu na nastavenie meracieho rozsahu po skúšobnom intervale [ppm]

c_i alebo $\bar{c}$ = zaznamenaná koncentrácia, t. j. nameraná počas skúšky, pred korekciou na kolísanie [ppm]

$c_{prezero}$ = odozva analyzátora plynu na koncentráciu nulovacieho plynu pred skúšobným intervalom [ppm]

$c_{postzero}$ = odozva analyzátora plynu na koncentráciu nulovacieho plynu po skúšobnom intervale [ppm]