

PRILOGA 6

ANALITSKI SISTEM IN SISTEM ZA VZORČENJE

SISTEMI VZORČENJA ZA PLINE IN DELCE

ŠTEVILKA SLIKE	OPIS
2	<i>Sistem analize plinov nerazredčenih izpušnih plinov</i>
3	<i>Sistem analize razredčenih izpušnih plinov</i>
4	<i>Delni tok, izokinetični tok, regulacija sesalnega ventilatorja, delno vzorčenje</i>
5	<i>Delni tok, izokinetični tok, regulacija tlačnega puhala, delno vzorčenje</i>
6	<i>Delni tok, merjenje koncentracije CO₂ ali NO_x, delno vzorčenje</i>
7	<i>Delni tok, merjenje koncentracije CO₂ in ravnotežje ogljika, celotno vzorčenje</i>
8	<i>Delni tok, enojna venturijeva cev in merjenje koncentracije, delno vzorčenje</i>
9	<i>Delni tok, dvojna venturijeva cev ali šoba in merjenje koncentracije, delno vzorčenje</i>
10	<i>Delni tok, cepitev toka na več cevi in merjenje koncentracije, delno vzorčenje</i>
11	<i>Delni tok, reguliranje pretoka, polno vzorčenje</i>
12	<i>Delni tok, reguliranje pretoka, delno vzorčenje</i>
13	<i>Celotni tok, volumska črpalka ali venturijeva cev s kritičnim pretokom, delno vzorčenje</i>
14	<i>Sistem vzorčenja delcev</i>
15	<i>Sistem redčenja za sistem s celotnim tokom</i>

1.1. Ugotavljanje plinastih emisij

Točka 1.1.1. in sliki 2 in 3 podrobno opisujejo priporočene analitske in vzorčevalne sisteme. Ker lahko različne konfiguracije privedejo do istih rezultatov, se dosledna skladnost s slikama ne zahteva. Za pridobivanje dodatnih informacij in usklajevanje funkcij sestavnih sistemov se lahko uporabljajo dodatni sestavni deli, kot so instrumenti, ventili, elektromagneti, črpalke in stikala. Sestavni deli, ki niso potrebni za vzdrževanje točnosti nekaterih sistemov, pa se lahko izločijo, če njihova izločitev temelji na dobri inženirski presoji.

1.1.1. Sestavine izpušnih plinov CO, CO₂, HC, NO_x

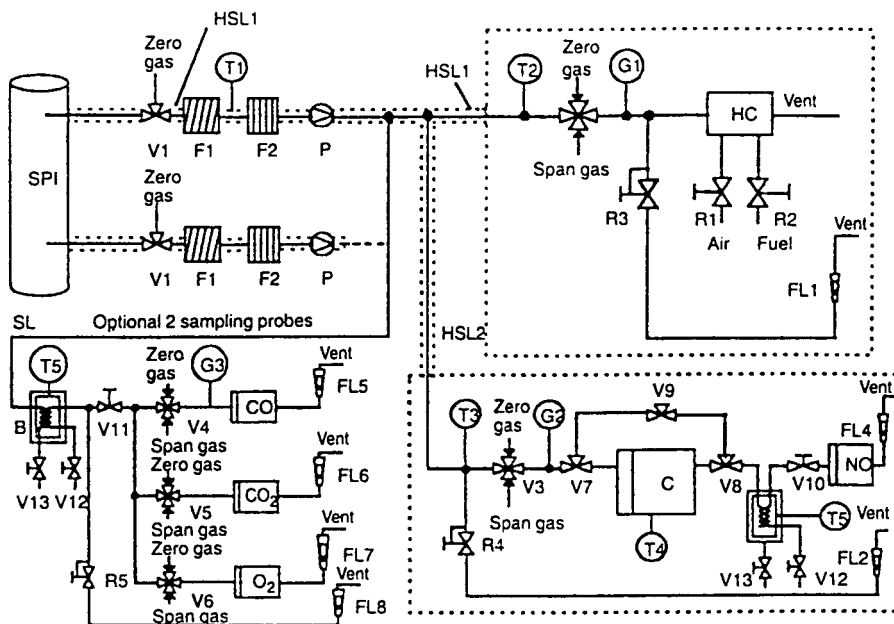
Opisan je analitski sistem plinastih emisij v nerazredčenih in razredčenih izpušnih plinih, ki temelji na uporabi:

- HFID analizatorja za merjenje ogljikovodikov,
- NDIR analizatorja za merjenje ogljikovega monoksida in dioksida,
- HCLD ali enakovrednega analizatorja za merjenje dušikovih oksidov.

V nerazredčenih 3 izpušnih plinih (sl. 2) se lahko za vse sestavine vzorči z eno vzorčevalno sondo ali z dvema sondama, nameščenima blizu skupaj in notranje razcepljenima na različne analizatorje. Paziti je treba, da na nobeni točki analitskega sistema ne pride do kondenzacije sestavin izpušnih plinov vključno z vodo in žvepleno kislino.

Slika 2

Shema toka v analitskem sistemu za CO, NO_x in HC v izpušnih plinih



LEGENDA:

ZERO GAS = ničelni plin

AIR = zrak

VENT = oddušnik

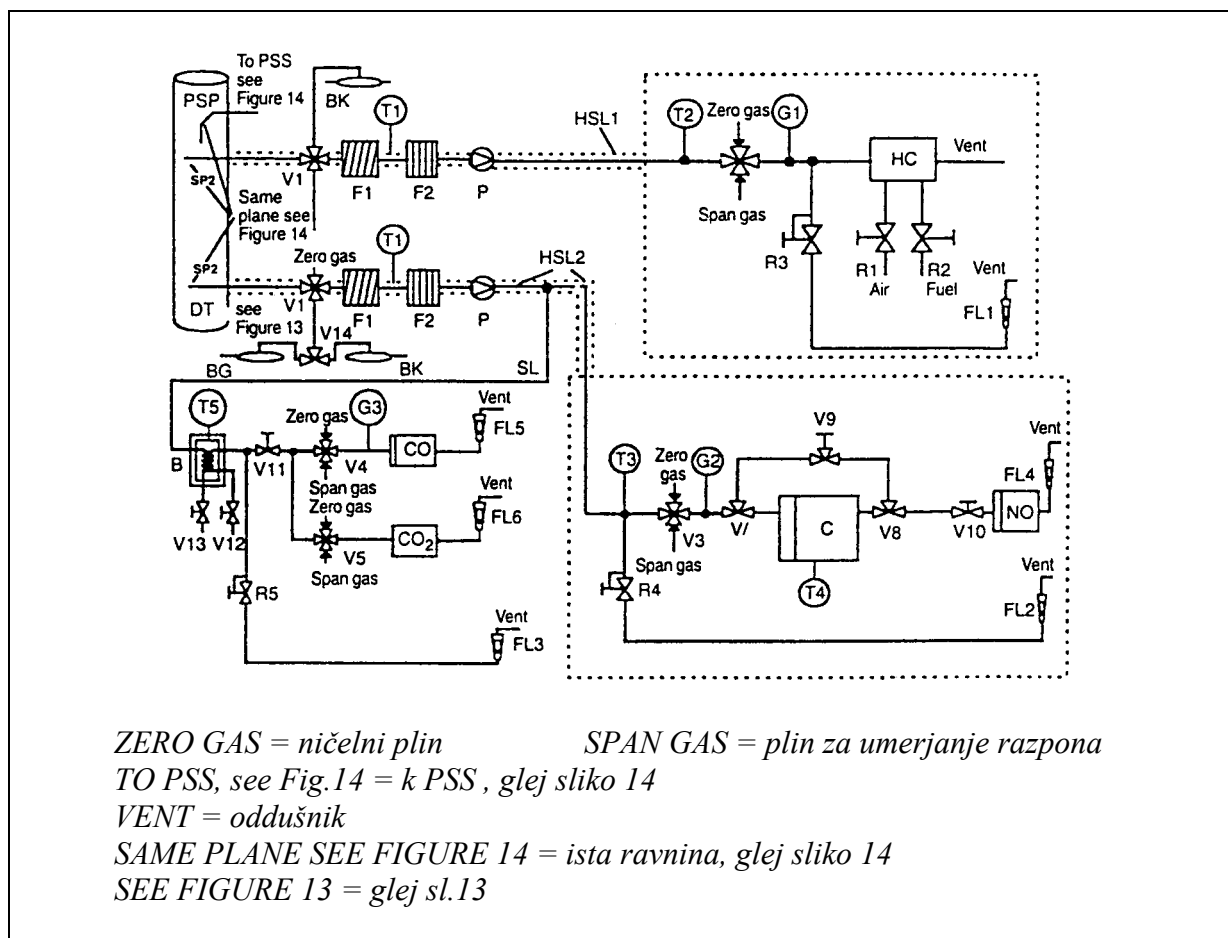
OPTIONAL SAMPLING PROBES = dodatna neobvezna sonda

SPAN GAS = plin za umerjanje razpona

FUEL = gorivo

Slika 3

Shema toka v analitskem sistemu za CO, CO₂, NO_x in HC v razredčenih izpušnih plinih



OPIS SLIK 2 IN 3

Splošne ugotovitve:

Vsi deli merilnega sistema, ki so na poti vzorčenega plina, se morajo ogrevati na temperaturo, ki je določena za posamezne sisteme.

- SP1 sonda za vzorčenje nerazredčenih izpušnih plinov (samo slika 2)

Priporoča se ravna sonda iz nerjavnega jekla z več luknjami. Notranji premer ne sme biti večji od notranjega premera cevi za vzorčenje. Debelina sten sonde ne sme biti večja od 1 mm. V sondi morajo biti najmanj tri luknje v treh različnih radialnih ravninah, ki so take velikosti, da vzorčijo približno enak pretok. Sonda mora biti potopljena v izpušno cev najmanj na dolžino 80% premera cevi.

- SP2 sonda za vzorčenje HC iz razredčenih izpušnih plinih (samo slika 3)

Sonda mora:

- tvoriti prvih 254 do 762 mm cevi za vzorčenje ogljikovodikov (HSL3),
- imeti notranji premer najmanj 5mm,
- biti nameščena v tunelu za redčenje DT (točka 1.2.1.2.) na točki, kjer so zrak za redčenje in izpušni plini že temeljito zmešani (t.j. približno 10 premerov cevi tunela v smeri toka od točke, kjer izpušni plini vstopajo v tunel za redčenje),
- biti (radialno) dovolj oddaljena od drugih sond in sten tunela, tako, da ni pod vplivom valov in vrtincev toka,
- biti ogrevana tako, da se temperatura plina dvigne na 463 K ($190^{\circ}\text{C} \pm 10\text{K}$) pri izstopu iz sonde.

- SP 3 sonda za vzorčenje CO, CO₂ in NO_x v razredčenih izpušnih plinih

Sonda mora:

- biti v isti ravnini kot SP 2,
- biti dovolj oddaljena (radialno) od ostalih sond in stene tunela, da ni pod vplivom valov in vrtincev toka,
- biti ogrevana najmanj na temperaturo 328K (55°C) in biti izolirana po celotni dolžini, da se prepreči kondenzacija vode.

- HSL 1 ogrevana cev za vzorčenje

Cev za vzorčenje omogoča vzorčenje plinov iz enojne sonde do točk cepitve toka in do analizatorja HC.

Cev za vzorčenje mora:

- imeti notranji premer najmanj 5mm in največ 13,5 mm,
- biti izdelana iz nerjavnega jekla ali iz PTFE,
- vzdrževati temperaturo sten pri 463 K (190°C) $\pm 10\text{K}$ merjeno v vsakem ločeno krmiljenem ogrevanem odseku, če je temperatura izpušnih plinov pri sondi enaka ali manjša od 463 K (190°C),
- vzdrževati temperaturo stene nad 453 K (180°C), če je temperatura izpušnih plinov na vzorčevalni sondi nad 463 K (190°C),
- vzdrževati temperaturo večjo od 463 K (190°C) $\pm 10\text{K}$, tik pred ogrevanim filtrom (F2) in HFID.

- HSL 2 ogrevana cev za vzorčenje NO_x

Cev za vzorčenje mora:

- vzdrževati temperaturo stene pri 328 do 473 K (55 do 200°C) vse do pretvornika, če se uporablja hladilna kopel, ter do analizatorja, če se hladilna kopel ne uporablja,
- biti izdelana iz nerjavečega jekla ali iz PTFE.

Ker je cev za prenos vzorcev treba ogrevati samo zato, da se prepreči kondenzacija vode in žveplene kisline, je temperatura cevi za vzorčenje odvisna od deleža žvepla v gorivu.

- *SL cev za vzorčenje CO (CO₂)*

Cev mora biti izdelana iz PTFE ali nerjavnega jekla. Lahko se ogreva ali pa tudi ne.

- *BK vreča za vzorce ozadja (izbirna, samo na sliki 3)*

Vreča je namenjena za merjenje koncentracij ozadja.

- *BG vreča za vzorce (izbirna, samo slika 3, CO in CO₂).*

Vreča je namenjena za merjenje koncentracij vzorcev.

- *F1 ogrevani predfilter (izbirno)*

Temperatura je enaka kot pri HSL 1.

- *F2 ogrevani filter*

Filter izloči iz vzorca plinov pred analizatorjem vse delce. Temperatura filtra je enaka kot pri HSL 1. Filter se po potrebi menja.

- *P ogrevana črpalka za vzorčenje*

Črpalka se mora ogrevati samo na temperature, ki veljajo za HSL 1.

- *HC*

Ogrevani detektor s plamensko ionizacijo (HFID) za merjenje ogljikovodikov. Temperaturo je treba vzdrževati na 453 do 473 K (180 do 200 °C).

- *CO, CO₂*

Analizatorji NDIR za merjenje ogljikovega monoksida in ogljikovega dioksida.

- *C pretvornik*

Pred analizo v CLD ali HLCD se mora za katalitično redukcijo NO₂ v NO uporabiti pretvornik.

- *B hladilna kopel*

Hladilna kopel se uporablja za hlajenje in kondenzacijo vode iz vzorca izpušnih plinov. Temperatura v kopeli se mora vzdrževati na 273 do 277 K (0 do 4 °C) z ledom ali s hlajenjem. Je neobvezna, če v analizatorju ne pride do motenj zaradi vodne pare, kot je to opisano v točkah 1.9.1 in 1.9.2 iz tretjega poglavja priloge 3 tega pravilnika.

Uporaba kemičnih sušilnih sredstev za izločanje vode ni dovoljena.

- *T1, T2, T3 temperaturni senzorji*

Namenjeni so za merjenje temperature v plinskem toku.

- *T4 temperaturni senzor*

Služi za merjenje temperature NO₂/NO pretvornika.

- *G, G2, G3 manometri*

Merijo tlak v ceveh za vzorčenje.

- *R1, R2 regulatorji tlaka*

Krmilijo tlak zraka in goriva za HFID.

- *R3, R4, R5 regulatorji tlaka*

Krmilijo tlak v cevi za vzorčenje in pretok plina k analizatorju.

- *FL1, FL2, FL3 merilniki pretoka*

Merijo pretok vzorca skozi obvodno cev.

- *FL4 do FL7 merilniki pretoka*

Merijo pretok skozi analizatorje.

- *V1 do V6 preklopni ventil*

Služijo za preusmerjanje toka vzorca, plina za umerjanje razpona ali ničelnega plina v analizator.

- *V7, V8 elektromagnetni ventil*

Namenjeni so za obvod pretvornika NO₂/NO.

- *V9 igelni ventil*

Za nastavljanje pretoka skozi NO₂/NO pretvornik in skozi obvod.

- *V10 in V11 igelni ventil*

Namenjena za krmiljenje tokov v analizatorje.

- *V12 in V13 izpustni pipi*

Za odvajanje kondenzata iz kopeli B.

- *V14 preklopni ventil*

Za preklapljanje pretoka v vrečo za vzorec ali vrečo za vzorce ozadja.

1.2. Ugotavljanje emisije delcev

Točki 1.2.1. in 1.2.2. ter slike od 4 do 15 podrobno opisujejo sistem redčenja in vzorčenje. Ker je mogoče z različnimi konfiguracijami doseči enake rezultate, se ne zahteva dosledna skladnost s temi slikami. Za pridobivanje dodatnih informacij in usklajevanje funkcij sistemov se lahko uporabijo dodatni sestavni deli, kot so instrumenti, ventili, elektromagneti, črpalke in stikala. Drugi sestavni deli, ki niso potrebni za vzdrževanje točnosti posameznih sistemov, se lahko izločijo, če je njihova izločitev utemeljena na dobri inženirski presoji.

1.2.1. Sistem redčenja

1.2.1.1. Sistem redčenja z delnim tokom (slike od 4 do 12)

Opisan je sistem redčenja, ki temelji na redčenju dela toka izpušnih plinov. Cepitev toka izpušnih plinov in proces redčenja, ki mu sledi, je mogoče izvesti z različnimi tipi sistemov redčenja. Za zbiranje delcev, ki sledi, se skozi sistem vzorčenja delcev spusti celotni tok ali del toka razredčenih izpušnih plinov (točka 1.2.2., slika 14). Prvo metodo imenujemo vzorčenje s celotnim tokom, drugo pa vzorčenje z delnim tokom.

Izračun razmerja redčenja je odvisen od tipa sistema, ki se uporablja.

Priporočajo se naslednje izvedbe:

- izokinetični sistemi (sliki 4 in 5)

Pri teh sistemih se tok v cevi za vzorčenje v hitrosti ali v tlaku, ali v obeh, ujema s tokom celotnega izpuha, za kar je potreben nemoten in enakomeren tok izpušnih plinov ob sondi za vzorčenje. Običajno se to doseže tako, da se uporabi rezonator in ravno cev v smeri proti toku od točke vzorčenja. Razmerje cepitve toka se izračuna z vrednostmi, ki se enostavno izmerijo, kot so na primer premeri cevi. Poudariti je treba, da se izokinetični način uporablja samo za prilagajanje pogojev toka in ne za ujemanje velikosti razporeditve. Poslednje ponavadi ni potrebno, ker so delci dovolj majhni, da lahko sledijo tokovnicam izpušnih plinov.

- sistemi s krmiljenim pretokom z merjenjem koncentracij (slike od 6 do 10)

Pri teh sistemih se odvzema vzorec iz celotnega toka izpušnih plinov s prilagajanjem toka zraka za redčenje in celotnega toka razredčenih izpušnih plinov. Razmerje redčenja se ugotovi iz koncentracij sledilnih plinov, kot sta CO_2 in NO_x , ki sta prisotna v izpuhu iz motorja. Meriti je treba koncentracije v razredčenih izpušnih plinih in v zraku za redčenje, medtem, ko se koncentracija v nerazredčenih izpušnih plinih meri neposredno ali pa se ugotavlja iz porabe goriva in enačbe ravnotežje ogljika, če je sestava goriva znana. Sistem se krmili s pomočjo izračunanega razmerja redčenja (sliki 6 in 7) ali s tokom v cevi za vzorčenje (slike 8, 9 in 10).

- sistemi s krmiljenim pretokom z merjenjem pretoka (sliki 11 in 12)

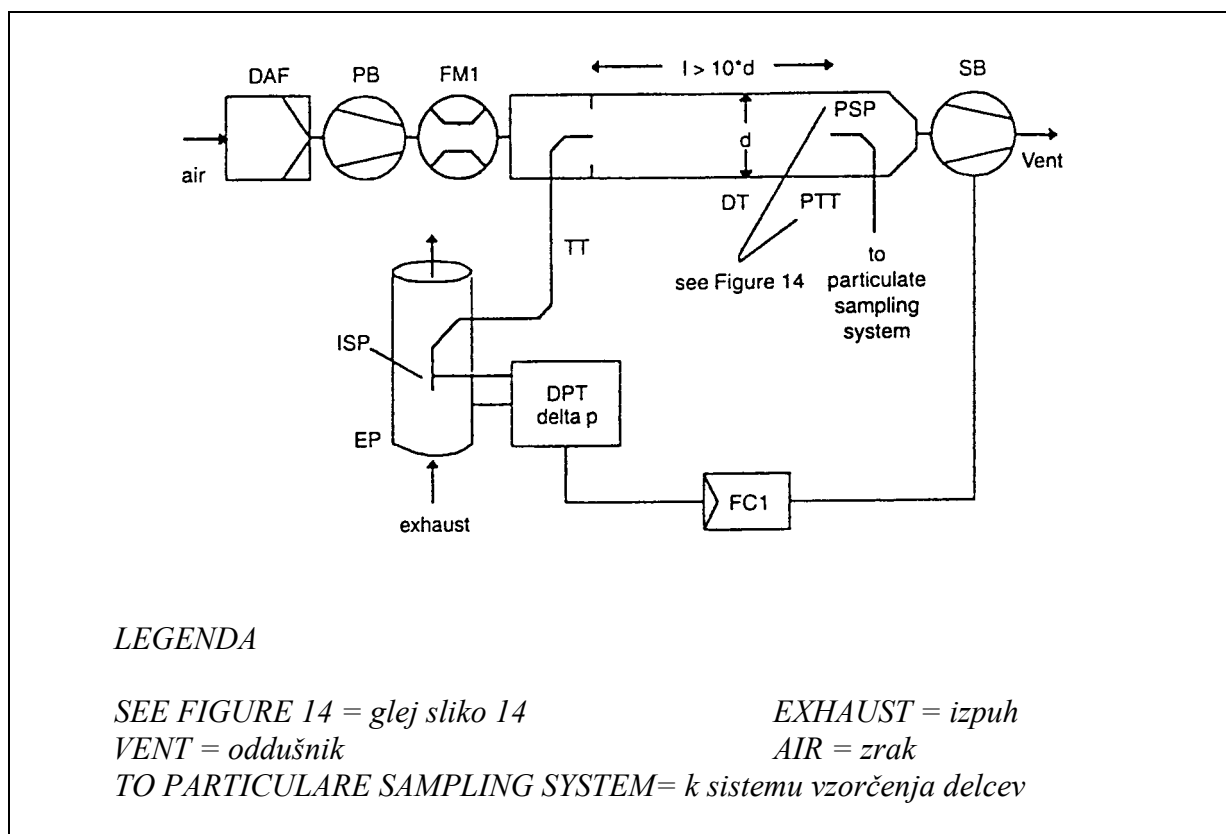
Pri teh sistemih se vzorec odvzema iz celotnega toka izpušnih plinov tako, da se nastavi pretok zraka za redčenje in celotni pretok razredčenih izpušnih plinov. Razmerje redčenja se ugotovi iz razlike obeh pretokov. Zahteva se točno umerjanje merilcev pretoka v odvisnosti drug od drugega, ker relativna velikost obeh pretokov lahko pripelje do večjih napak pri visokih vrednostih razmerja redčenja (slika 9 in nadaljnje slike). Krmiljenje pretoka je neposredno z vzdrževanjem stalnega pretoka razredčenih izpušnih plinov in, če je treba, s spreminjanjem pretoka zraka za redčenje.

Da se izkoristi prednosti sistemov redčenja z delnim tokom, je treba paziti, da ni problemov zaradi izgube delcev v cevi za vzorčenje. Zato je treba vzeti reprezentativni vzorec iz izpušne cevi motorja in točno ugotavljati razmerje cepitve toka.

V opisanih sistemih so te kritične zahteve upoštevane.

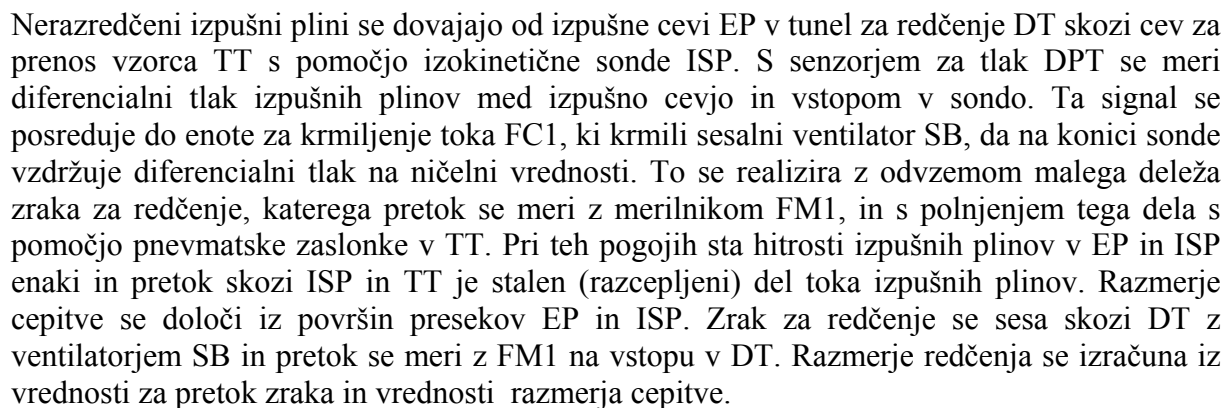
Slika 4

Sistem redčenja z delnim tokom z izokinetično sondo in delnim vzorčenjem (krmiljenje SB)



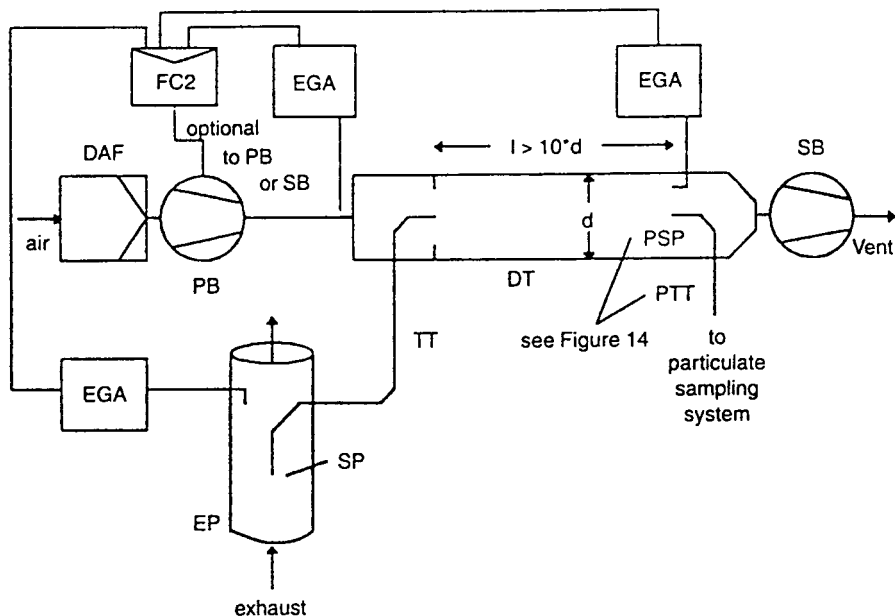
Nerazredčeni izpušni plini se dovajajo iz izpušne cevi EP v tunel za redčenje DT po cevi za prenos vzorca TT s pomočjo izokinetične sonde ISP. S tipalom za tlak DPT se meri diferencialni tlak izpušnih plinov med izpušno cevjo in vstopom v sondo. Ta signal se posreduje do enote za krmiljenje toka FC1, ki krmili sesalni ventilator SB, da se pri vrhu sonde vzdržuje diferencialni tlak na ničli. Pri teh pogojih sta hitrosti izpušnih plinov v EP in ISP enaki in pretok skozi ISP in TT je stalni (razcepljeni) delež pretoka izpušnih plinov. Razmerje cepitve se ugotovi iz ploščin presekov EP in ISP. Pretok zraka za redčenje se meri z merilnikom pretoka FM1. Razmerje redčenja pa se izračuna iz vrednosti za pretok zraka za redčenje in razmerja cepitve.

Sistem redčenja z delnim tokom z izokinetično sondo in delnim vzorčenjem (SB krmiljenje)



Slika 6

Sistem redčenja z delnim tokom z merjenjem koncentracij CO_2 in NO_x in delnim vzorčenjem



LEGENDA:

OPTIONAL TO PB OR SB = po izbiri k PB ali SB

EXHAUST = izpuh

SEE FIGURE 14 = glej sliko 14

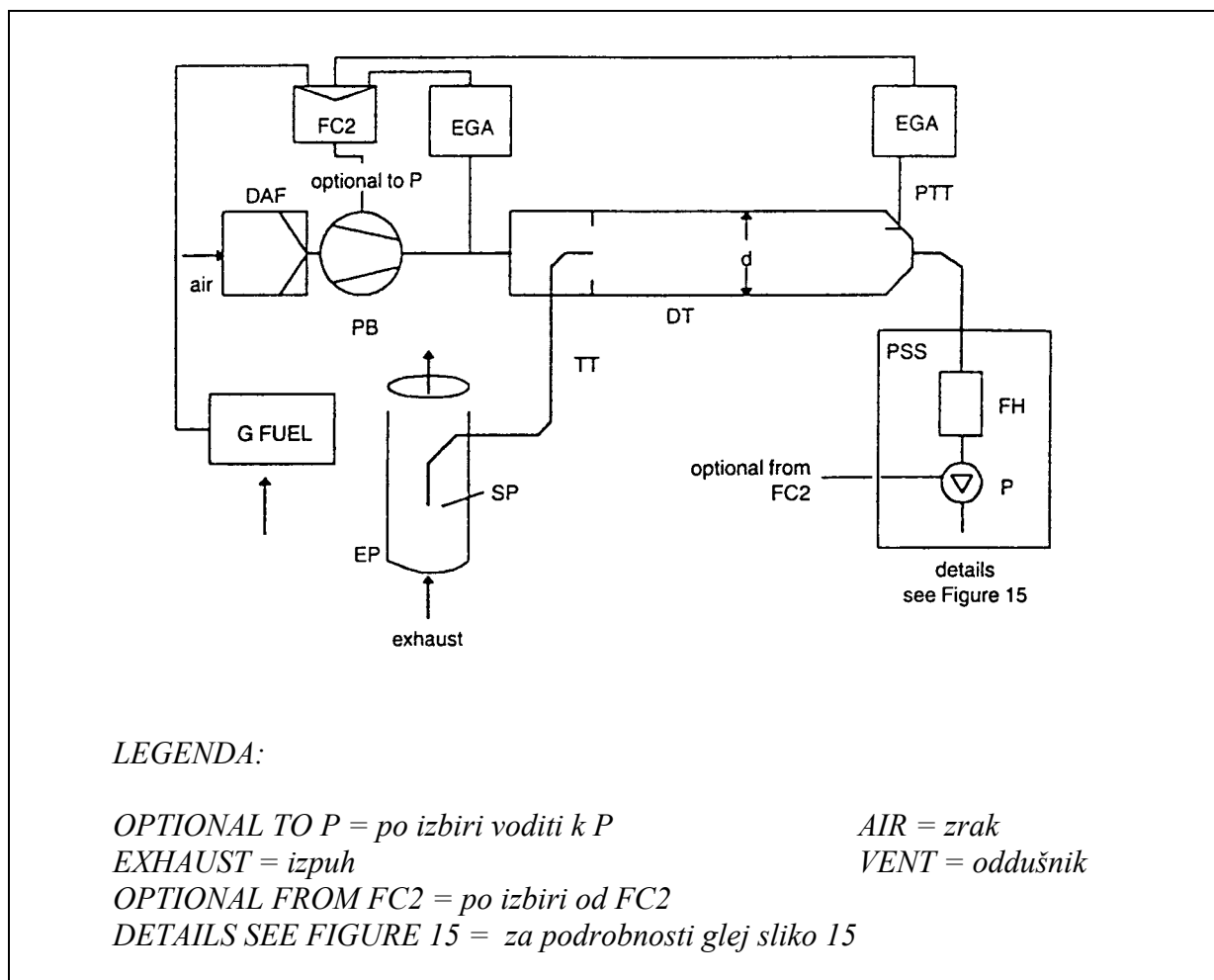
VENT = oddušnik

PARTICULATE SAMPLING SYSTEM = sistem vzorčenja delcev

Nerazredčeni izpušni plini prehajajo od izpušne cevi EP do tunela za redčenje DT skozi sondo za odvzem SP in razdelilno cev TT. Koncentracije sledilnega plina (CO_2 ali NO_x) se merijo z analizatorjem izpušnih plinov EGA v nerazredčenih in razredčenih izpušnih plinih, kakor tudi v zraku za redčenje. Ti signali se prenesejo na krmilnik pretoka FC2, ki krmili ali tlačno puhalo PB ali sesalni ventilator SB, da se vzdržuje želeno razmerje cepitve ali razmerje redčenja v tunelu DT. Razmerje redčenja se izračuna iz koncentracij sledilnega plina v nerazredčenih izpušnih plinih in zraku za redčenje.

Slika 7

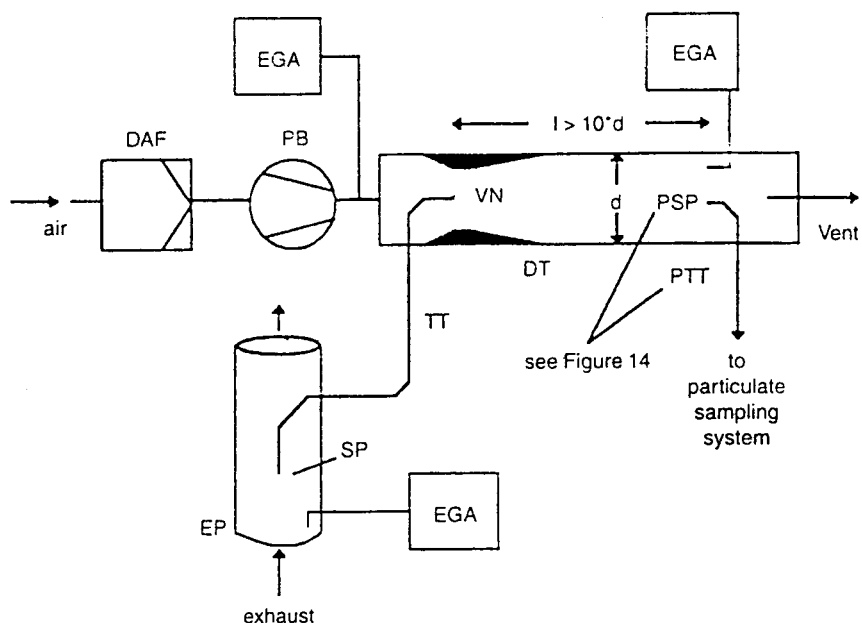
Sistem redčenja z delnim tokom z merjenjem koncentracije CO_2 , ravnotežja ogljika in z vzorčenjem celotnega toka



Nerazredčeni izpušni plini se dovajajo iz izpušne cevi EP do tunela za redčenje DT skozi sondo za vzorčenje SP in razdelilno cev TT. Koncentracije CO_2 se merijo z analizatorjem (-ji) izpušnih plinov EGA v razredčenih izpušnih plinih in v zraku za redčenje. Signali merilnikov CO_2 in toka goriva G_{FUEL} se prenašajo ali na krmilnik toka FC2 ali na krmilnik toka FC3 sistema vzorčenja delcev (slika 14). FC2 krmili tlačno puhalo PB, medtem ko FC3 krmili sistem vzorčenja delcev in pri tem se nastavlja pretoka v in iz sistema tako, da se vzdržuje želena cepitev izpušnih plinov in razmerje redčenja v tunelu DT. Razmerje redčenja se izračunava iz koncentracij CO_2 in G_{FUEL} ob upoštevanju domnevnega ravnotežja ogljika.

Slika 8

Sistem redčenja z delnim tokom z enojno venturijevo cevjo, merjenjem koncentracije in z delnim vzorčenjem



LEGENDA:

AIR = zrak

VENT = oddušnik

TO PARTICULATE SAMPLING SYSTEM = k sistemu vzorčenja delcev

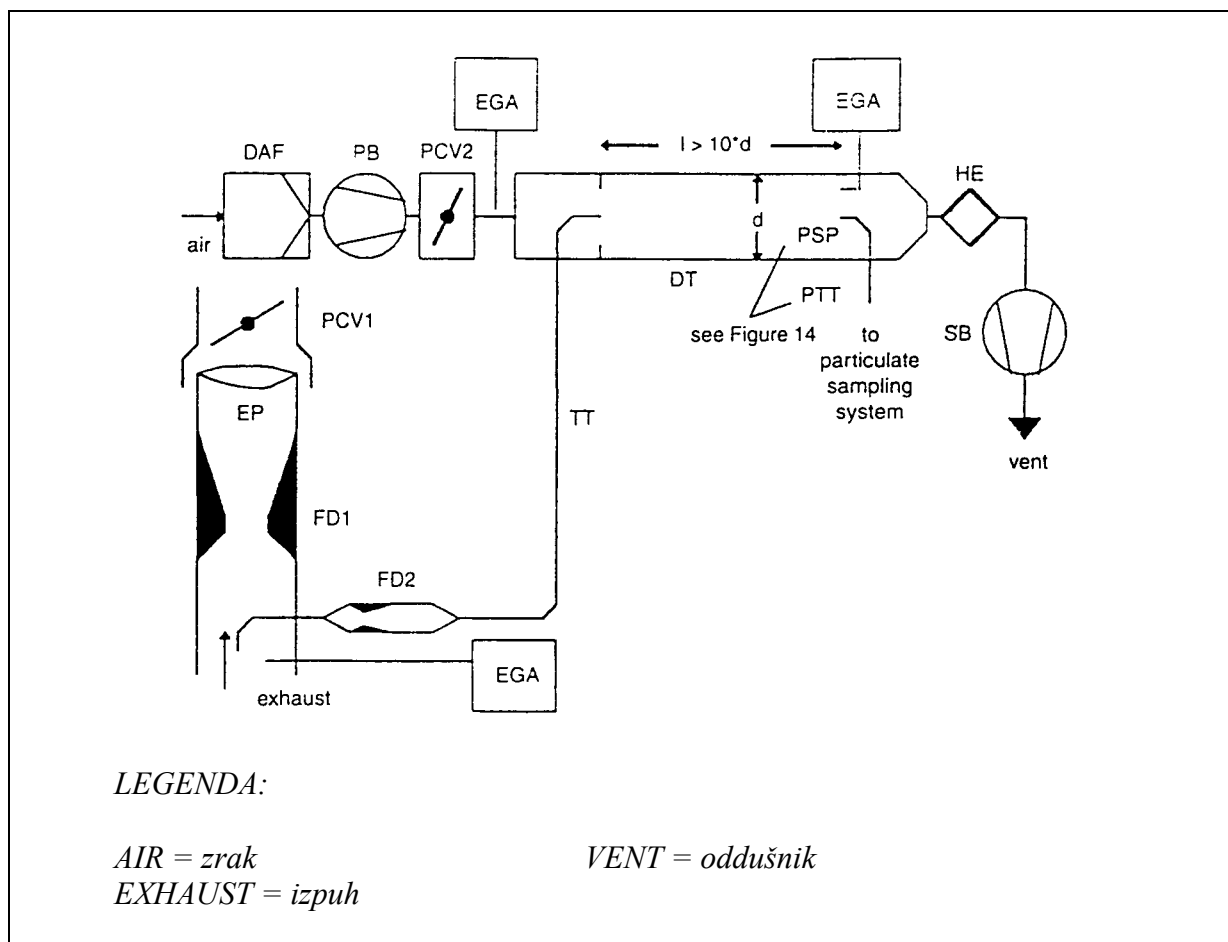
EXHAUST = izpuh

SEE FIGURE 14 = glej sliko 14

Nerazredčeni izpušni plini prehajajo od izpušne cevi EP do tunela za redčenje skozi sondo za vzorčenje SP in spojno cev TT zaradi podtlaka, ki ga v DT ustvarja venturijeva cev, v tunel za redčenje DT. Pretok plina skozi TT je odvisen od izmenjave gibalne količine molekul na območju venturijeve cevi in je zato odvisen od absolutne temperature plina na izstopu iz TT. Posledica tega je, da cepljenje izpušnih plinov pri dani vrednosti pretoka skozi tunel ni stalno in je razmerje redčenja pri nižji obremenitvi nekoliko nižje kot pri večji obremenitvah. Koncentracije sledilnih plinov (CO_2 ali NO_x) se merijo z analizatorjem (-ji) izpušnih plinov EGA v nerazredčenih in v razredčenih izpušnih plinih in v zraku za redčenje, razmerje redčenja pa se izračuna iz izmerjenih vrednosti.

Slika 9

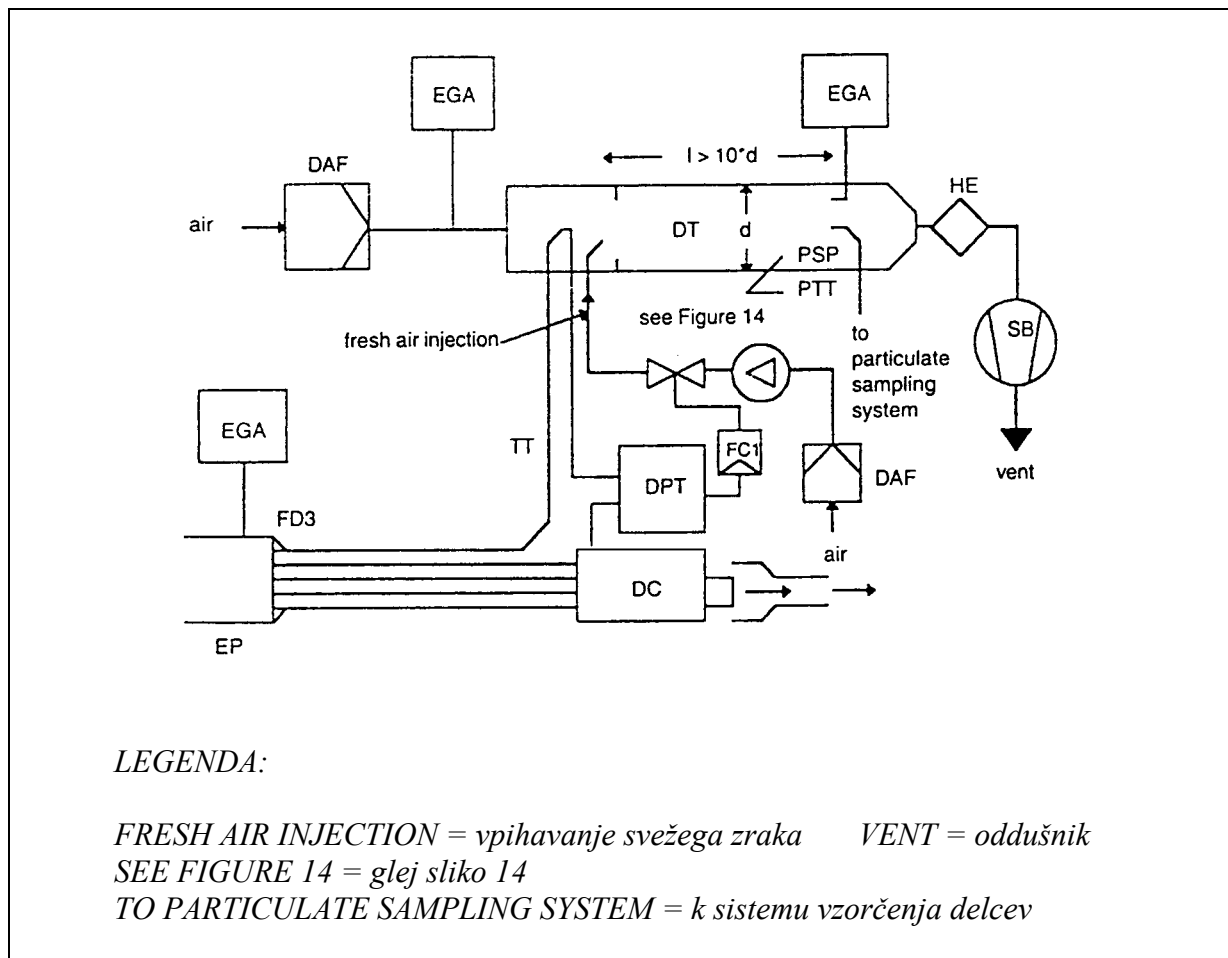
Sistem redčenja z dvojno venturijevo cevjo ali z dvema zaslonkama, merjenjem koncentracije in z delnim vzorčenjem



Nerazredčeni izpušni plini prehajajo od izpušne cevi EP do tunela za redčenje DT skozi sondo za odvzem SP in razdelilno cev TT s pomočjo delilnika toka, ki ima vrsto zaslonk ali venturijeveh cevi. Prva (FD1) se nahaja v EP, druga (FD2) pa v TT. Dodatno sta potrebna dva krmilna ventila za tlak (PCV1 in PCV2), ki s krmiljenjem nadtlaka v EP in tlaka v DT vzdržujeta stalno cepljenje izpušnih plinov. PCV1 je nameščen v smeri toka od SP v EP, PCV2 pa se nahaja med tlačnim puhalom PB in DT. Z analizatorjem izpušnih plinov EGA se meri koncentracija (CO_2 ali NO_x) sledilnega plina v nerazredčenih izpušnih plinih, v razredčenih izpušnih plinih in v zraku za redčenje. Izmerjene vrednosti se uporabljajo za krmiljenje cepitve izpušnih plinov, pa tudi za nastavljanje PCV1 in PCV2 za točno krmiljenje cepitve. Razmerje redčenja se izračuna iz koncentracij sledilnega plina.

Slika 10

Sistem redčenja z delnim tokom s cepitvijo na več cevi, merjenjem koncentracije in delnim vzorčenjem



Nerazredčeni izpušni plini prehajajo od izpušne cevi EP do tunela za redčenje DT skozi spojno cev TT s pomočjo delilnika toka FD3, ki je sestavljen iz večjega števila cevi enake velikosti (enak premer, dolžina, polmer zakrivljenosti) in je nameščen v EP. Izpušni plini prehajajo skozi eno od teh cevi v DT, skozi ostale cevi pa prehajajo izpušni plini v dušilno komoro DC. Tako je cepitev izpušnih plinov opredeljena s celotnim številom cevi. Za krmiljenje stalne cepitve izpušnih plinov mora biti diferencialni tlak med DC in na izstopu iz TT enak nič. Ta tlak se meri s tipalom diferencialnega tlaka DPT. Ničelni diferencialni tlak se doseže tako, da se v DT pri izstopu iz TT vpihuje svež zrak. Z analizatorjem (-ji) EGA se merijo koncentracije sledilnega plina (CO_2 ali NO_x) v nerazredčenih izpušnih plinih, v razredčenih izpušnih plinih in v zraku za redčenje. Izmerjene vrednosti koncentracij se uporabljajo pri preverjanju cepitve izpušnih plinov in pri krmiljenju pretoka vpihanega zraka zaradi točnosti krmiljenja cepitve izpušnih plinov. Razmerje redčenja se izračuna iz izmerjenih koncentracij CO_2 ali NO_x .

Sistem redčenja z delnim tokom, s krmiljenjem pretoka in s celotnim vzorčenjem

LEGENDA:

OPTIONAL TO P(PSS) = po izbiri voditi k P(PSS)

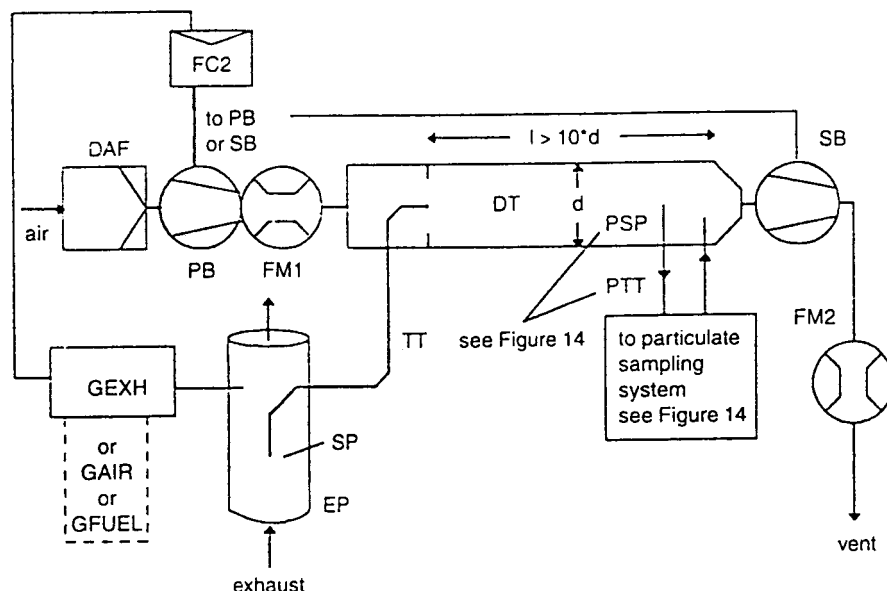
EXHAUST = izpuh

DETAILS SEE FIGURE 15 = za podrobnosti glej sliko 15

Nerazredčeni izpušni plini prehajajo iz izpušne cevi EP skozi sondo za odvzem SP in spojno cev TT do tunela za redčenje DT. Celotni tok skozi tunnel se nastavlja z krmilnikom toka FC3 in črpalko za odvzem P sistema vzorčenja delcev (slika 14). Pretok zraka za redčenje krmili krmilnik FC2, ki za želeno cepljenje toka izpušnih plinov lahko uporablja kot krmilne signale vrednosti G_{EXH} , G_{AIR} ali G_{FUEL} . Pretok vzorca v DT je razlika med celotnim tokom in tokom zraka za redčenje. Pretok zraka za redčenje se meri z merilnikom pretoka FM1, celotni pretok pa z merilnikom FM3 sistema vzorčenja (slika 14). Razmerje redčenja se izračuna iz teh dveh pretokov.

Slika 12

Sistem redčenja z delnim tokom z krmiljenjem pretoka in z delnim vzorčenjem



LEGENDA:

AIR = zrak

EXHAUST = izpuh

TO PARTICULATE SAMPLING

SYSTEM SEE FIGURE 14 = k sistemu vzorčenja delcev glej sliko 14

or GAIR or GFUEL = ali GAIR ali GFUEL

TO PB OR SB = k PB ali SB

VENT = oddušnik

Nerazredčeni izpušni plini prehajajo od izpušne cevi EP do tunela za redčenje DT skozi sondo za odvzem SP in spojno cev TT. Cepitev toka izpušnih plinov in pretok v DT krmili krmilnik pretoka FC2, ki ustrezno uravnava pretoke (ali vrtilne frekvence) tlačnega puhala PB in sesalnega ventilatorja SB. To je mogoče, ker se vzorec, odvzet s sistemom vzorčenja delcev, ponovno vrača v DT. Kot krmilni signali v FC2 se lahko uporabijo G_{EXH} , G_{AIR} ali G_{FUEL} . Pretok zraka za redčenje se meri z merilnikom pretoka FM1, celotni tok pa z merilnikom pretoka FM2. Razmerje redčenja se izračuna iz teh dveh pretokov.

OPIS SLIK OD 4 DO 12

EP – izpušna cev

Izpušna cev je lahko izolirana. Za zmanjšanje toplotne vztrajnosti izpušne cevi se priporoča razmerje 0,015 med debelino stene in premerom cevi. Uporaba gibljivih odsekov cevi je omejena na dolžino do dvanajst premerov cevi ali manj. Cev mora imeti čim manj upogibov, da ne bi prihajalo do usedanja delcev na notranje površine. Če sistem vključuje tudi glušnik naj bo ta toplotno izoliran.

Pri izokinetičnem sistemu izpušna cev ne sme imeti kolen, pregibov in nenadnih sprememb premera na dolžini najmanj 6 premerov cevi od vrha sonde v smeri proti toku in na dolžini najmanj 3 premerov cevi od vrha sonde v smeri toka. Hitrost plina na območju vzorčenja mora biti večja od 10m/s razen pri prostem teku motorja. Nihanje tlaka izpušnih plinov ne sme v povprečju presegati ± 500 Pa. Morebitni ukrep za zmanjšanje nihanj tlaka, razen uporabe izpušnega sistema na šasiji vozila (vključno z glušnikom in napravo za naknadno obdelavo plinov), ne sme spremeniti lastnosti motorja, niti usedanja delcev.

Pri sistemih brez izokinetičnih sond se priporoča ravni del cevi od vrha sonde na dolžini 6 premerov cevi v smeri proti toku, v smeri toka pa 3 premere cevi.

- SP sonda za vzorčenje (slike od 6 do 12)

Najmanjši notranji premer sonde sme biti 4 mm. Najmanjše razmerje med premerom cevi in premerom sonde je 4. Sonda je odprta cev na središčni črti izpušne cevi, ki gleda v smeri proti toku, ali sonda z več luknjami, kot je opisna pod oznako SP1 v točki 1.1.1.

- ISP izokinetična sonda za vzorčenje (slike 4 in 5)

Izokinetična sonda se mora namestiti tako, da gleda v smeri proti toku na središčni črti izpušne cevi, kjer so na odseku EP izpolnjene zahteve za pretok, in mora biti zasnovana tako, da zagotavlja sorazmeren vzorec surovih izpušnih plinov. Notranji premer luknje mora biti najmanj 12 mm.

Za izokinetično cepljenje toka izpušnih plinov je potreben sistem krmiljenja, ki vzdržuje diferencialni tlak med EP in ISP na ničli. Pri teh pogojih sta hitrosti izpušnih plinov v EP in ISP enaki, masni pretok skozi ISP pa je stalen delež toka izpušnih plinov. ISP mora biti priključena na tipalo za diferencialni tlak. Vzdrževanje diferencialnega tlaka med EP in ISP na ničli se zagotavlja s krmiljenjem vrtilne frekvence ventilatorja ali s krmilnikom pretoka.

FD1, FD2 delilnik toka (slika 9)

V izpušni cevi EP in spojni cevi TT je nameščenih več venturijevih cevi ali šob, ki zagotavljajo sorazmeren vzorec nerazredčenih izpušnih plinov. Za proporcionalno cepljenje toka je potreben krmilni sistem, ki se sestoji iz dveh ventilov PCV1 in PCV2, ki krmilita tlak v EP in DT.

- FD3 delilnik toka (slika 10)

V izpušni cevi EP je nameščenih več cevi (enota z več cevmi), ki zagotavlja sorazmeren vzorec nerazredčenih izpušnih plinov. Po eni cevi prehajajo izpušni plini v tunel za redčenje DT, medtem ko po drugih ceveh izpušni plini prehajajo v dušilno komoro DC. Cevi morajo biti enake velikosti (premer, dolžina, krivinski polmer), tako da je cepitev toka izpušnih plinov odvisna samo od celotnega števila cevi. Za vzdrževanje sorazmerne cepitve toka je treba krmiliti diferencialni tlak tako, da je razlika tlakov več cevne enote na izstopu iz DC in na izstopu TT na ničli. Pri teh pogojih so hitrosti izpušnih plinov v EP in FD3 sorazmerne, pretok skozi TT pa je stalen del pretoka izpušnih plinov. Diferencialni tlačni senzor DPT mora biti priključen na obe točki. Vzdrževanje diferencialnega tlaka na ničli zagotavlja krmilnik pretoka FC1.

EGA – analizator izpušnih plinov (slike od 6 do 10)

Lahko se uporabljajo analizatorji CO₂ in NO_x (pri metodi ugotavljanja ravnotežja ogljika samo CO₂ analizator). Analizatorji se umerjajo enako kot analizatorji za emisije plinov. Za ugotavljanje razlik koncentracije se lahko uporablja eden ali več analizatorjev.

Točnost merilnih sistemov mora biti taka, da je točnost merjenja G_{EDFW} in V_{EDFW} znotraj $\pm 4\%$.

- TT spojna cev (slike od 4 do 12)

Spojna cev za vzorčenje delcev:

- mora biti čim krajša, vendar ne daljša od 5 m,
- premer cevi mora biti enak ali večji od premera sonde, vendar ne večji od 25mm,
- izstopati mora na središčni črti tunela za redčenje in gledati v smer toka.

Če je cev krajša od 1 m, mora biti izolirana z materialom, ki ima toplotno prevodnost največ 0,006 W/mK, radialna debelina izolacije pa mora biti enaka premeru sonde. Če je cev daljša od 1 m, mora biti izolirana in ogrevana najmanj na temperaturo stene cevi 523 K (250°C).

Zahtevane temperature stene cevi se lahko ugotovijo na podlagi standardnega izračuna prenosa toplote.

- DPT diferencialni senzor tlaka (slike 4,5 in 10)

Senzor diferencialnega tlaka mora imeti območje delovanja ± 500 Pa ali manj.

- FCI krmilnik pretoka (slike 4, 5 in 10)

Pri izokinetičnih sistemih (sliki 4 in 5) je krmiljenje pretoka potrebno zaradi vzdrževanja diferencialnega tlaka med EP in ISP na ničli. Nastavitev te vrednosti se lahko izvaja z:

- (a) krmiljenjem vrtilne frekvence ali pretoka sesalnega ventilatorja (SB) in vzdrževanjem stalne vrtilne frekvence tlačnega puhala (PB) med posamezno fazo preskusnega cikla (slika 4);

- (b) nastavitev sesalnega ventilatorja (SB) na stalen masni pretok razredčenih izpušnih plinov in s krmiljenjem pretoka tlačnega puhala PB in s tem pretoka vzorca izpušnih plinov v območju na koncu razdelilne cevi (TT) (slika 5).

Pri sistemu s krmiljenjem tlaka preostala napaka v krmilni zanki ne sme presegati $\pm 3\text{Pa}$. Nihanja tlaka v tunelu za redčenje v povprečju ne smejo biti večja od $\pm 250\text{ Pa}$.

Pri sistemu z več cevmi (sl.10) je krmilnik pretoka potreben pri cepitvi toka izpušnih plinov zaradi vzdrževanja diferencialnega tlaka med izhodom večcevne enote in izstopom v TT na ničli. Nastavitev se lahko izvaja s krmiljenjem pretoka zraka, vpihanega v DT na izstopu iz TT.

- *PCV1, PCV2 ventila za krmiljenje tlaka (slika 9)*

Ventila za krmiljenje tlaka sta potrebna pri sistemih z dvojno venturijevo cevjo ali pri sistemih z dvojnima šobama za sorazmerno cepitev toka s krmiljenjem nadtlaka v EP (izpušni cevi) in tlaka v tunelu DT. Ventila sta nameščena v smeri toka od SP v EP in med PB in DT.

- *DC dušilna komora (slika 10)*

Dušilna komora se mora namestiti na izstopu enote z več cevmi, da zmanjša nihanja tlaka v izpušni cevi EP.

- *VN venturijeve cev (slika 8)*

Venturijeva cev se mora namestiti v tunel za redčenje DT, da ustvari podtlak v območju izhoda spojne cevi TT. Pretok plina skozi TT nastane zaradi izmenjave gibalnih količin na območju venturijeve cevi in je dejansko sorazmeren pretoku tlačnega puhala, kar omogoča, da je razmerje redčenja stalno. Ker na izmenjavo gibalnih količin učinkuje temperatura plina na izstopu TT in razlika tlakov med EP in DT, je dejansko razmerje redčenja nekoliko nižje pri manjši obremenitvi (motorja) kot pri višji.

- *FC2 krmilnik pretoka (slike 6,7,11 in 12, izbirno)*

Krmilnik pretoka se lahko uporabi za krmiljenje pretoka tlačnega puhala PB in / ali sesalnega ventilatorja SB. Lahko je priključen na merilnik pretoka izpušnih plinov ali merilnik pretoka goriva in / ali na diferenčni signal CO_2 ali NO_x .

Če se uporablja instalacija z komprimiranim zrakom (slika 11), FC2 neposredno krmili tok zraka.

- *FM1 merilnik pretoka (slike 6,7,11 in 12)*

Plinomer ali drugi merilniki pretoka se uporabljajo za merjenje pretoka zraka za redčenje. Uporaba FM1 je izbirna, če je PB umerjen za merjenje pretoka

- *FM2 merilnik pretoka (slika 12)*

Plinomer ali drugi merilniki pretoka se uporabljajo za merjenje pretoka razredčenih izpušnih plinov. Uporaba FM2 je izbirna, če je sesalni ventilator SB umerjen za merjenje pretoka.

- *PB tlačni ventilator (slike 4, 5, 6, 7, 8, 9 in 12)*

Tlačno puhalo je namenjeno za krmiljenje pretoka zraka za redčenje. PB je priključeno na krmilnike pretoka FC1 in FC2. PB ni potrebno, če se uporablja dušilna loputa. PB se lahko uporabi za merjenje pretoka zraka za redčenje, če je za tako merjenje umerjeno.

- *SB sesalni ventilator (slike 4, 5, 6, 9, 10 in 12)*

SB se uporablja samo pri sistemih za delno vzorčenje. Lahko se uporablja za merjenje pretoka, če je umerjen.

- *DAF filter zraka za redčenje (slike 4 in 12)*

Priporoča se, da se zrak za redčenje filtrira in da se iz njega izločijo ogljikovodiki ozadja s pretokom skozi oglje. Zrak mora imeti temperaturo $298\text{ K } (25^{\circ}\text{C}) \pm 5\text{ K}$.

Na zahtevo proizvajalca, se zrak za redčenje vzorči v skladu z dobro inženirsko prakso, da bi se ugotovila raven delcev ozadja, katero je treba zatem odšteti od izmerjenih vrednosti v razredčenih izpušnih plinih.

- *PSP sonda za vzorčenje delcev (slike 4, 5, 6, 8, 9, 10 in 12)*

Sonda predstavlja prvi del cevi PTT in:

- mora biti usmerjena proti toku in nameščena v točki, kjer so zrak za redčenje in izpušni plini dobro zmešani, t.j. na središčni črti tunela približno 10 premerov tunela v smeri toka od točke, kjer izpušni plini vstopajo v tunel za redčenje,
- mora imeti notranji premer najmanj 12 mm,
- mora se ogrevati tako, da temperatura stene ni višja od $325\text{ K } (52^{\circ}\text{C})$, neposredno ali s predhodnim gretjem zraka za redčenje, če je zagotovljeno, da temperatura zraka pred vstopom v tunel izpušnih plinov ni višja od $325\text{ K } (52^{\circ}\text{C})$,
- je lahko toplotno izolirana.

- *DT tunel za redčenje (slike od 4 do 12)*

Tunel za redčenje:

- mora biti dovolj dolg, da se omogoči popolno mešanje izpušnih plinov in zraka za redčenje pri turbulentnih pogojih toka,
- mora biti izdelan iz nerjavnega jekla z razmerjem debelina/premer 0,025 ali manj, če gre za tunele, katerih notranji premer je večji od 75 mm,
- mora imeti nominalno debelino stene, ki ni manjša od 1,5 mm, če gre za tunele, katerih notranji premer je enak ali manjši od 75 mm,
- ima premer najmanj 25 mm, če gre za celotno vzorčenje (to se priporoča).

Tunel se mora ogrevati neposredno ali s predhodnim ogrevanjem zraka za redčenje tako, da temperatura stene ne presega $325\text{ K } (52^{\circ}\text{C})$. Pri predhodnem ogrevanju zraka za redčenje temperatura zraka na vstopu v tunel za redčenje ne sme presežati $325\text{ K } (52^{\circ}\text{C})$.

Tunel za redčenje je lahko toplotno izoliran.

Izpušni plini iz motorja morajo biti popolnoma zmešani z zrakom za redčenje.

Pri sistemih z delnim vzorčenjem, se mora ob začetku kakovost mešanja preveriti z merjenjem profila CO₂ pri obratovanju motorja, (z merjenjem najmanj v štirih enako razmaknjenih točkah). Če je treba, se lahko uporabi mešalna šoba.

Opomba: Če je v bližini tunela za redčenje (DT) temperatura okolja pod 293 K (20°C), je treba z varnostnimi ukrepi preprečiti izgubo mase delcev zaradi usedanja na hladnih stenah. Zato se priporoča ogrevanje in/ali izolacija tunela za redčenje za doseganje zgoraj navedenih temperaturnih omejitev.

Pri visokih obremenitvah motorja se lahko tunel hladi z neagresivnimi sredstvi, npr. z ventilatorji, če temperatura hladilnega sredstva ni nižja od 293 K (20°C).

- HE izmenjevalnik toplote (sliki 9 in 10)

Izmenjevalnik toplote mora biti dovolj zmogljiv, da vzdržuje temperaturo na vstopu v sesalni ventilator SB znotraj ± 11 K glede na povprečno delovno temperaturo, ki jo vzdržujemo med preskušanjem.

1.2.1.2. Sistem redčenja s celotnim tokom (slika 15)

Opisan je sistem redčenja, ki temelji na redčenju celotnega toka izpušnih plinov in pri katerem je uporabljen koncept vzorčenja s stalno prostornino (CVS). Meriti se mora celotna prostornina zmesi izpušnih plinov in zraka. Uporabi se lahko ali PDP ali CFV sistem.

Za zbiranje delcev, ki sledi, se skozi sistem vzorčenja vodi vzorec razredčenih izpušnih plinov (točka 1.2.2., sliki 14 in 15). Če se to izvaja neposredno, je to enojno redčenje. Če se vzorec razredči še enkrat v drugem tunelu za redčenje, je to dvojno redčenje. Dvojno redčenje se uporablja, če se zahtev v zvezi s temperaturo na vstopu v filter ne more izpolniti samo z enojnim redčenjem. Čeprav gre delno za sistem redčenja, je dvojno redčenje opisano kot modifikacija sistema za vzorčenje delcev v točki 1.2.2., slika 15, ker je večina delov enakih kot pri tipičnem sistemu vzorčenja delcev.

Emisije plinov se ugotavljajo v tunelu za redčenje s celotnim tokom. Zato so sonde za vzorčenje plinastih sestavin prikazane na sliki 13, ne seznamu jih pa ni. Zahteve, ki se nanašajo nanje, so navedene v točki 1.1.1.

OPIS SLIKE 13

- EP izpušna cev

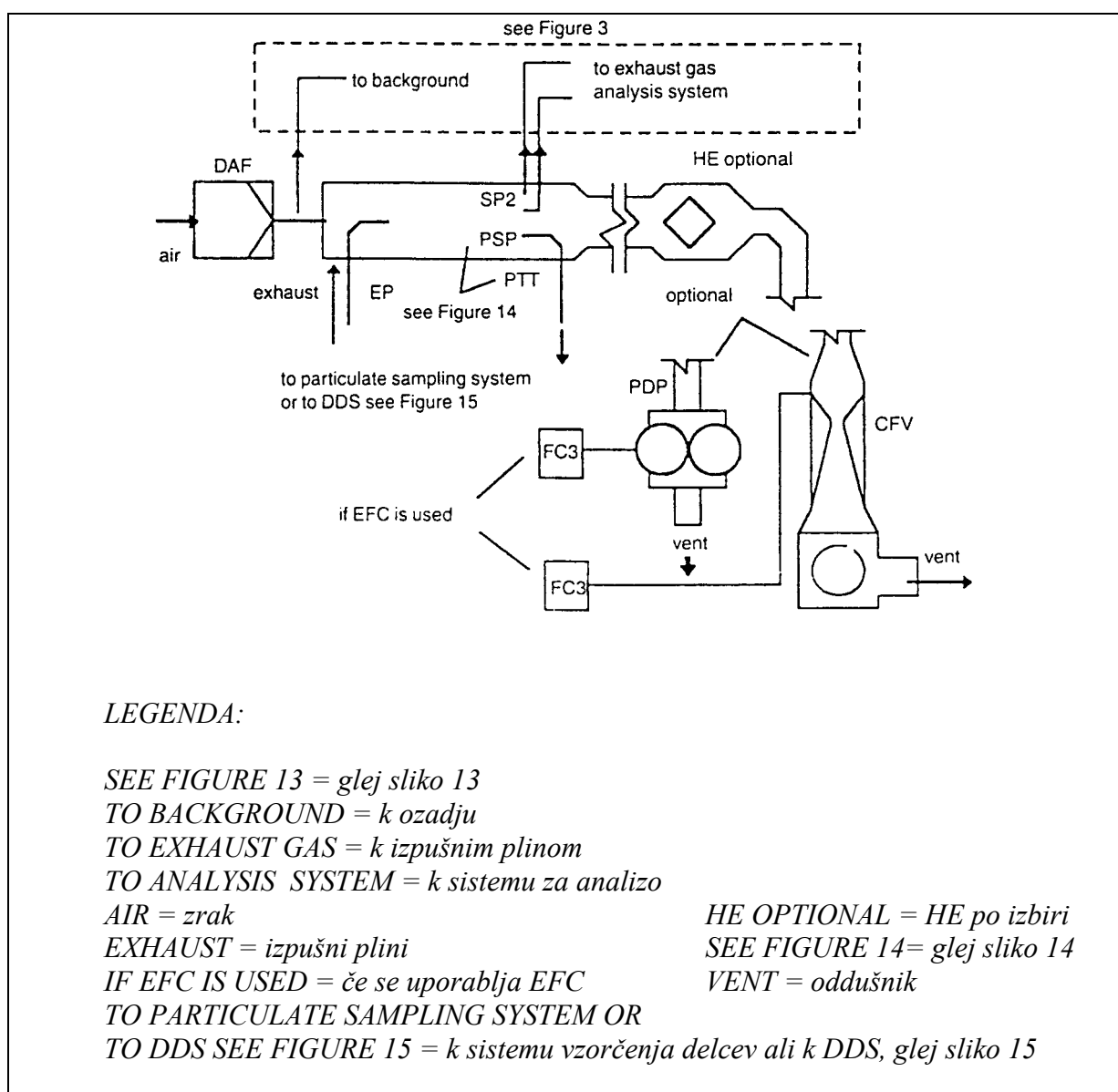
Dolžina sklopov izpušne cevi od izhoda izpušnega zbiralnika motorja, izstopa iz turbo kompresorja ali od naprave za naknadno obdelavo plinov do tunela za redčenje ne sme presegati 10 m. Če je dolžina sistema daljša od 4 m, morajo vse cevi od 4 m metrov naprej biti toplotno izolirane, razen dela za priključitev merilnika dimnosti izpušnih plinov, če se uporablja. Radialna debelina izolacije mora biti najmanj 25 mm. Toplotna prevodnost izolacijskega materiala ne sme biti večja od 0,1 W/(m.K), merjeno pri 673 K (400°C). Da bi se zmanjšala toplotna vztrajnost, se priporoča, da je razmerje debelina/premer izpušne cevi 0,015 ali manj.

Uporaba gibljivih delov se omeji na razmerje med dolžino in premerom 12 ali manj.

Pretok razredčenih izpušnih plinov se meri ali z volumnsko črpalko PDP ali z venturijevo cevjo s kritičnim pretokom CFV. Za sorazmerno vzorčenje delcev in za merjenje pretoka se lahko uporabijo izmenjevalnik toplote HE ali elektronska izravnavo pretoka EFC. Ker temelji ugotavljanje mase delcev na celotnem toku razredčenih izpušnih plinov, razmerja redčenja ni treba izračunati.

Slika 13

Sistem redčenja s celotnim tokom



Celotna količina surovih izpušnih plinov se meša v tunelu za redčenje DT z zrakom za redčenje.

- PDP volumska črpalka

Z volumsko črpalko se meri pretok razredčenih izpušnih plinov s štetjem števila vrtljajev in upoštevanjem prostornine črpalke. PDP ali vstop zraka za redčenje ne sme umetno zniževati protitlaka v sistemu izpuha. Statični protitlak izpuha, ki ga merimo, ko sistem CVS deluje, mora biti znotraj $\pm 1,5$ kPa glede na statični tlak, izmerjen brez priključenega CVS in pri enakih obremenitvah in vrtilnih frekvencah motorja.

Temperatura zmesi izpušnih plinov neposredno pred PDP mora biti znotraj ± 6 K glede na povprečno delovno temperaturo, izmerjeno med preskusom, če se ne izvaja izravnava pretoka. Izravnava pretoka se lahko izvaja samo v primeru, če temperatura na vstopu v PDP ne presega 50°C (323K).

- CFV venturijeva cev s kritičnim pretokom

CFV meri celotni pretok razredčenih izpušnih plinov z vzdrževanjem pretoka pri kritičnem pretoku. Statični protitlak izpušnih plinov, izmerjen, ko sistem CFV deluje, mora ostati znotraj $\pm 1,5$ kPa glede na statični tlak, izmerjen brez priključenega CFV pri enakih vrtilnih frekvencah in obremenitvah motorja. Temperatura zmesi izpušnih plinov neposredno pred CFV mora biti znotraj ± 11 K glede na povprečno delovno temperaturo, izmerjeno med preskusom, če se ne izvaja izravnava pretoka.

- HE izmenjevalnik toplote (po izbiri če se uporablja EFC)

Izmenjevalnik toplote mora imeti zadostno zmogljivost, da vzdržuje temperaturo v okviru zgoraj zahtevanih omejitev.

- EFC elektronska izravnava pretoka (po izbiri, če koristimo HE)

Če se temperatura na vstopu v PDP ali v CFV ne more vzdrževati v zgoraj določenih mejah, se za neprekinjeno merjenje pretoka in krmiljenje sorazmernega vzorčenja v sistemu za vzorčenje delcev zahteva sistem izravnave pretoka.

V ta namen se za korekcijo pretoka vzorca skozi filtre delcev v sistemu za vzorčenje delcev uporabljajo signali neprekinjenega merjenja pretoka (glej slike 14 in 15).

- DT tunel za redčenje

Tunel za redčenje:

- mora imeti dovolj majhen premer, da nastane turbulentni tok (Reynoldsovo število večje od 4000), in dovolj dolg, da se popolno zmešajo izpušni plini in zraka za redčenje. Lahko se uporablja mešalna šoba;
- mora imeti premer najmanj 75 mm,
- je lahko toplotno izoliran.

Izpušni plini motorja morajo biti v točki vstopa v tunel za redčenje usmerjeni v smer toka in temeljito premešani.

Če se uporablja enojno redčenje, se vzorec iz tunela za razredčenje vodi v sistem za vzorčenje delcev (točka 1.2.2., slika 14). Zmogljivost pretoka PDP in CFV mora biti zadostna, da se razredčeni izpušni plini tik pred primarnim filtrom za delce vzdržujejo pri temperaturi, manjši ali enaki 325 K (52°C).

Če se uporablja dvojno razredčenje, vzorec iz tunela za redčenje prehaja v sekundarni tunel za redčenje, kjer se ponovno redči in nato pa pošlje skozi filtre za vzorčenje (točka 1.2.2., slika 15).

Pretočna zmogljivost PDP ali CFV mora biti zadostna, da vzdržuje tok razredčenih izpušnih plinov v DT v točki vzorčenja na temperaturi, ki je manjša ali enaka 464K (191°C). Sekundarni sistem za redčenje mora zagotoviti dovolj sekundarnega zraka za redčenje, da se dvakrat razredčeni izpušni plini vzdržujejo pred prvim filtrom za delce na temperaturi, ki je nižja ali enaka 325K (52°C).

- DAF filter zraka za redčenje

Priporoča se, da se zrak za redčenje filtrira in da se s pretokom skozi oglje izločijo ogljikovodiki ozadja. Zrak za redčenje mora imeti temperaturo 298 K (25°C) $\pm$ 5K.

Na zahtevo proizvajalca se zrak za redčenje vzorči v skladu z dobro inženirsko prakso tako, da se določijo ravni delcev v ozadju, te pa se lahko nato odštejejo od vrednosti, izmerjenih v razredčenih izpušnih plinih.

- PSP sonda za odvzem vzorca delcev

Sonda predstavlja prvi del cevi PTT in:

- je usmerjena proti toku in nameščena v točki, kjer so zrak za redčenje in izpušni plini dobro zmešani, t.j. v središču osi tunela približno za 10 premerov cevi tunela v smeri toka od točke, kjer izpušni plini vstopajo v tunel za redčenje,
- mora imeti notranji premer najmanj 12 mm,
- se mora ogrevati tako, da temperatura stene ni višja od 325K (52°C), neposredno ali z predhodnim ogrevanjem zraka za redčenje, če je zagotovljeno, da temperatura zraka pred vstopom v tunel za redčenje ne bo višja od 325 K (52°C),
- je lahko toplotno izolirana.

1.2.2. Sistem za vzorčenje delcev (sliki 14 in 15)

Za zbiranje delcev na filtru delcev je treba uporabljati sistem za vzorčenje delcev. V primeru celotnega vzorčenja delno razredčenega toka, ki ga sestavlja prehajanje celotnega razredčenega vzorca izpušnih plinov skozi filtre, tvorita sistem za redčenje (točka 1.2.1.1., sliki 7 in 11) in sistem za vzorčenje integralno enoto. V primeru delnega vzorčenja delno razredčenega toka ali polno razredčenega toka, pri katerem prehaja skozi filtre samo del razredčenih izpušnih plinov, sta sistem za redčenje in sistem za vzorčenje običajno različni enoti.

Po tem pravilniku je sistem dvojnega redčenja DDS (slika 15) sistema redčenja celotnega toka posebna modifikacija tipičnega sistema za vzorčenje delcev, ki je prikazan na sliki 14. Sistem z dvojnimi redčenjem vključuje vse pomembne dele sistema za vzorčenje delcev, kot so na primer posode za filtre, črpalka za vzorčenje in dodatno še izvor zraka za redčenje in sekundarni tunel za redčenje.

Da bi se izognili morebitnemu vplivu motenj na krmilne zanke, se priporoča, da črpalka za vzorčenje obratuje ves čas preskušanja. Pri metodi z enojnim filtrom se mora uporabljati sistem obkroga, po katerem prehaja vzorec skozi filtre za vzorčenje ob želenem času. Motnje, ki nastajajo pri preklapljanju na krmilne zanke, je treba kolikor je mogoče zmanjšati.

OPIS SLIK 14 IN 15

- PSP sonda za vzorčenje delcev (sliki 14 in 15)

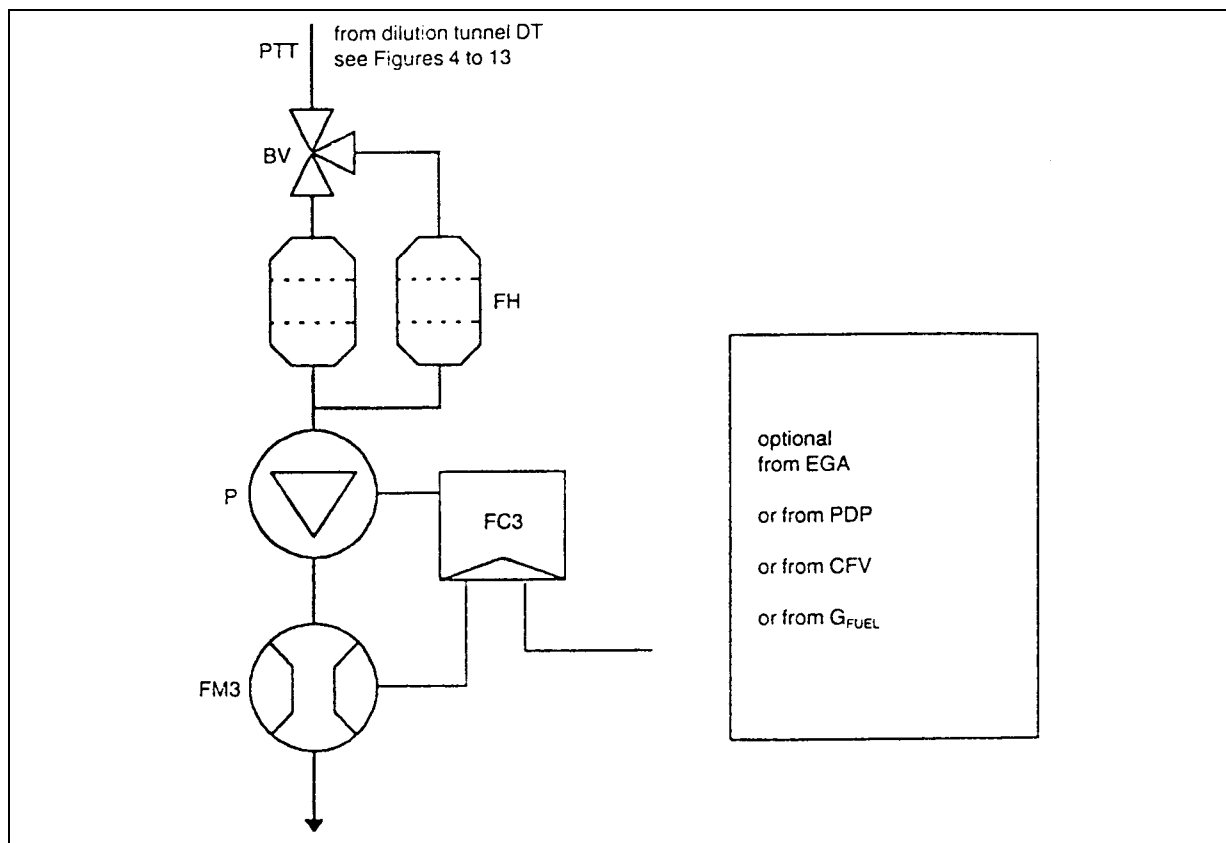
Sonda za vzorčenje delcev, prikazana na slikah, je osnovni del spojne cevi za delce PTT.

Sonda:

- mora biti usmerjena proti toku in nameščena v točki, kjer so zrak za redčenje in izpušni plini dobro premešani, t.j. v središču osi tunela za redčenje (točka 1.2.1.) približno za 10 premerov cevi tunela v smeri toka od točke, kjer izpušni plini vstopajo v tunel za redčenje,
- mora imeti notranji premer najmanj 12 mm,
- mora se ogrevati tako, da temperatura stene ni višja od 325K (52°C), neposredno ali s predhodnim ogrevanjem zraka za redčenje, če je zagotovljeno, da temperatura zraka pred vstopom v tunel za redčenje ne bo višja od 325 K (52°C),
- je lahko toplotno izolirana.

Slika 14

Sistem za vzorčenje delcev



LEGENDA:

FROM DILUTION TUNNEL DT = od tunela za redčenje

SEE FIGURE 4 TO 13 = glej slike od 4 do 13

OPTIONAL = na izbiro

From EGA = od EGA

Or from PDP = ali od PDP

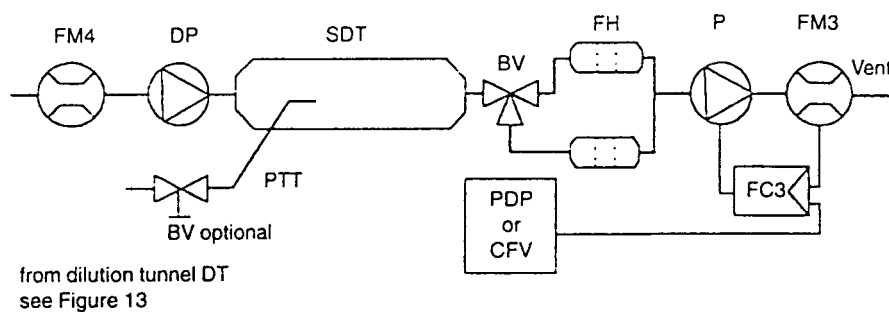
Or from CFV = ali od CFV

Or from G_{FUEL} = ali od G_{FUEL}

S pomočjo črpalke za vzorčenje P se zajema vzorec razredčenih izpušnih plinov skozi sondo za vzorčenje PSP in spojno cev PTT iz tunela za redčenje DT sistema za redčenje z delnim ali celotnim tokom. Vzorec prehaja skozi posodo za filtre FH, ki vsebuje filtre za vzorčenje delcev. Pretok vzorca se krmili z krmilnikom pretoka FC3. Če se uporablja elektronska izravnava pretoka EFC (slika 13), se tok razredčenih izpušnih plinov koristi kot krmilni signal za FC3.

Slika 15

Sistem za redčenje (samo sistem s celotnim tokom)



LEGENDA:

BV OPTIONAL = po izbiri BV

VENT = oddušnik

FROM DILUTION TUNNEL DT = od tunela za redčenje

SEE FIGURE 13 = glej sliko 13

Vzorec razredčenih izpušnih plinov prehaja iz tunela za redčenje DT sistema redčenja s celotnim tokom skozi sondo za vzorčenje delcev PSP in spojno cev za delce PTT do sekundarnega tunela za redčenje SDT, kjer se plini še enkrat razredčijo. Vzorec nato prehaja skozi posodo (-e) za filtre FH, v katero so vgrajeni filtri za vzorčenje delcev. Hitrost pretoka zraka za redčenje je običajno stalna, medtem ko se hitrost pretoka vzorca krmili s krmilnikom toka FC3. Če se uporablja elektronska izravnava pretoka EFC (slika 13), se celotni tok razredčenih izpušnih plinov uporabi kot krmilni signal za FC3.

- *PTT spojna cev za delce (sliki 14 in 15)*

Dolžina spojne cevi za delce ne sme presegati 1020 mm in mora biti čim krajša.

Zahtevane velikosti veljajo za:

- sistem za delno redčenje toka in delnim vzorčenjem in za enojni sistem redčenja s celotnim tokom od vrha sonde do posode za filter,
- sistem s celotnim vzorčenjem in pri redčenju z delnim tokom od konca tunela za redčenje do posode za filter,
- dvojni sistem redčenja od vrha sonde do sekundarnega tunela za redčenje.

Spojna cev:

- se mora ogrevati tako, da temperatura stene ni višja od 325K (52°C) pri neposrednem gretju, ali s predhodnim ogrevanjem zraka za redčenje, če se zagotovi, da temperatura zraka na vstopu v tunel za redčenje ne presega 325 K (52°C),
- je lahko toplotno izolirana.

- *SDT sekundarni tunel za redčenje (slika 15)*

Sekundarni tunel za redčenje mora imeti premer najmanj 75 mm in zadostno dolžino, ki omogoča, da se dvakrat razredčeni vzorec zadrži v tunelu najmanj 0,25 sekunde. Posoda za primarni filter FH se mora namestiti na razdalji do 300 mm od izhoda iz SDT.

Sekundarni tunel za redčenje:

- se mora ogrevati tako, da temperatura stene ni večja od 325K (52°C) pri neposrednem gretju ali s predhodnim ogrevanjem zraka za redčenje, če se zagotovi, da temperatura zraka na vstopu v tunel za redčenje ne bo presegla 325 K (52°C),
- je lahko toplotno izoliran.

- *FH posoda (-i) za filtre (sliki 14 in 15)*

Primarni in sekundarni filtri se lahko vgradijo v eno ohišje ali v ločena ohišja. Upoštevati je potrebno zahteve točke 1.5.1.3. iz prvega poglavja priloge 3 tega pravilnika.

Posoda (.i) za filtre:

- se mora ogrevati tako, da temperatura stene cevi pri neposrednem gretju ali pri ogrevanju s predhodno ogrevanim zrakom za redčenje ne bo večja od 325K (52°C),
- je lahko toplotno izolirana.

- P črpalka za vzorčenje (sliki 14 in 15)

Črpalka za vzorčenje delcev mora biti nameščena dovolj daleč od tunela tako, da ostaja temperatura vhodnih plinov nespremenjena ($\pm 3\text{ K}$), če se ne uporablja korekcija pretoka s FC3.

- DP črpalka zraka za redčenje (slika 15)(samo dvojni sistem redčenja s celotnim tokom)

Črpalka zraka za redčenje mora biti nameščena tako, da se dovod zraka izvaja pri temperaturi $298\text{ K } (25^{\circ}\text{C}) \pm 5\text{ K}$.

- FC3 krmilnik pretoka (sliki 14 in 15)

Krmilnik pretoka se uporablja za izravnavo pretoka vzorca delcev glede na nihanja temperature in nadtlaka, če tega ni možno urejati na drug način. Krmilnik pretoka se mora uporabljati, če se izvaja elektronska izravnava pretoka toka EFC (slika 13).

- FM3 merilnik pretoka (slika 15)(tok vzorca delcev)

Plinomer ali merilnik toka mora biti dovolj oddaljen od črpalke za vzorčenje tako, da vstopna temperatura plinov ostane nespremenjena ($\pm 3\text{ K}$) razen, če se popravlja pretok s krmilnikom pretoka FC3.

- FM4 merilnik pretoka (slika 15) (zraka za redčenje, samo dvojni sistem redčenja s celotnim tokom)

Plinomer ali merilnik toka mora biti nameščen tako, da vstopna temperatura plina ostaja na $298\text{ K } (25^{\circ}\text{C}) \pm 5\text{ K}$.

- BV krogelni ventil (po izbiri)

Krogelni ventil mora imeti premer, ki ni manjši od notranjega premera cevi za vzorčenje in preklopni čas krajši od 0,5 sekunde.

Opomba: če je temperatura okolja v bližini PSP, PTT, SDT in FH nižja od $293\text{ K } (20^{\circ}\text{C})$, je treba zagotoviti, da ni izgub delcev ob hladnih stenah teh delov sistema. Priporoča se ogrevanje ali, da se ti deli toplotno izolirajo, ali izvedba obeh ukrepov tako, da med vzorčenjem temperatura vstopne strani filtra ni nižja od $293\text{ K } (20^{\circ}\text{C})$.

Pri visokih obremenitvah motorja je treba dele, omenjene v prejšnji točki, hladiti z neagresivnimi sredstvi, kot je na primer z ventilatorjem, če temperatura hladilnega sredstva ne pade pod $293\text{ K } (20^{\circ}\text{C})$.