

PRILOGA 6

ANALIZNI SISTEM IN SISTEM ZA VZORČENJE

1. SISTEMI VZORČENJA ZA PLINE IN DELCE

Slika št.	Opis
2	Sistem za analizo nerazredčenih izpušnih plinov
3	Sistem za analizo razredčenih izpušnih plinov
4	Delni tok, izokinetični tok, krmiljenje sesalnega puhala, delno vzorčenje
5	Delni tok, izokinetični tok, krmiljenje tlačnega puhala, delno vzorčenje
6	Delni tok, krmiljenje CO ₂ ali NO _x , delno vzorčenje
7	Delni tok, CO ₂ in ravnotežje ogljika, celotno vzorčenje
8	Delni tok, enojna venturijeva cev in merjenje koncentracije, delno vzorčenje
9	Delni tok, dvojna venturijeva cev ali dve zaslonki in merjenje koncentracije, delno vzorčenje
10	Delni tok, cepitev na več cevi in merjenje koncentracije, delno vzorčenje
11	Delni tok, krmiljenje pretoka, celotno vzorčenje
12	Delni tok, krmiljenje pretoka, delno vzorčenje
13	Celotni tok, črpalka s prisilnim pretokom ali venturijeva cev s kritičnim pretokom, delno vzorčenje
14	Sistem za vzorčenje delcev
15	Sistem redčenja za sistem s celotnim tokom

1.1. Določanje plinastih emisij

Točka 1.1.1. in sliki 2 in 3 v tej prilogi podrobno opisujejo priporočene sisteme za vzorčenje in analizne sisteme. Ker je mogoče z različnimi konfiguracijami doseči enakovredne rezultate, dosledna skladnost s slikama ni potrebna. Za pridobivanje dodatnih informacij in usklajevanje funkcij sestavnih sistemov se lahko uporabijo 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

Analizni sistem za določanje plinastih emisij v nerazredčenih ali razredčenih izpušnih plinih je opisan na podlagi uporabe:

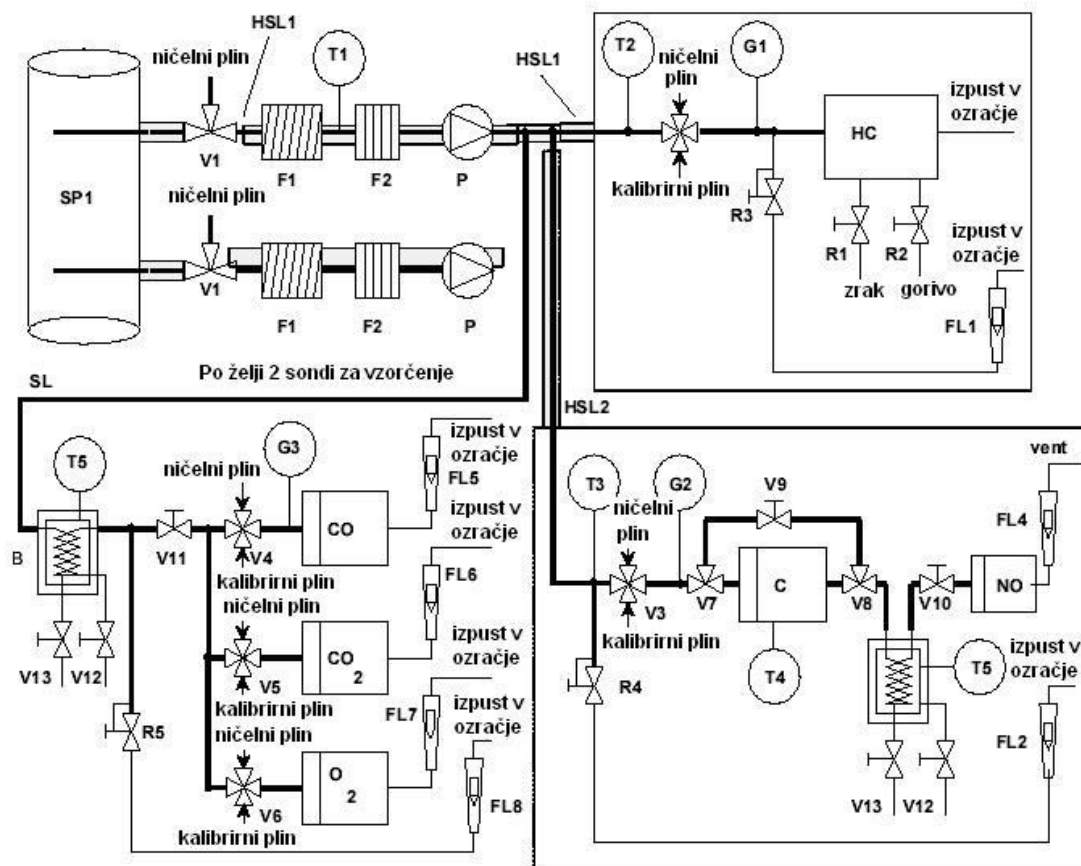
- analizatorja HFID za merjenje ogljikovodikov;
- analizatorjev NDIR za merjenje ogljikovega monoksida in ogljikovega dioksida;
- HCLD ali enakovrednega analizatorja za merjenje dušikovih oksidov.

Za nerazredčene izpušne pline (slika 2) se lahko za vse sestavine odvzame vzorec z eno ali dvema sonda za vzorčenje, ki sta nameščeni blizu skupaj in notranje razcepljeni na različne analizatorje. Paziti je treba, da na nobeni točki analiznega sistema ne pride do kondenzacije sestavin izpušnih plinov (vključno z vodo in žvepleno kislino).

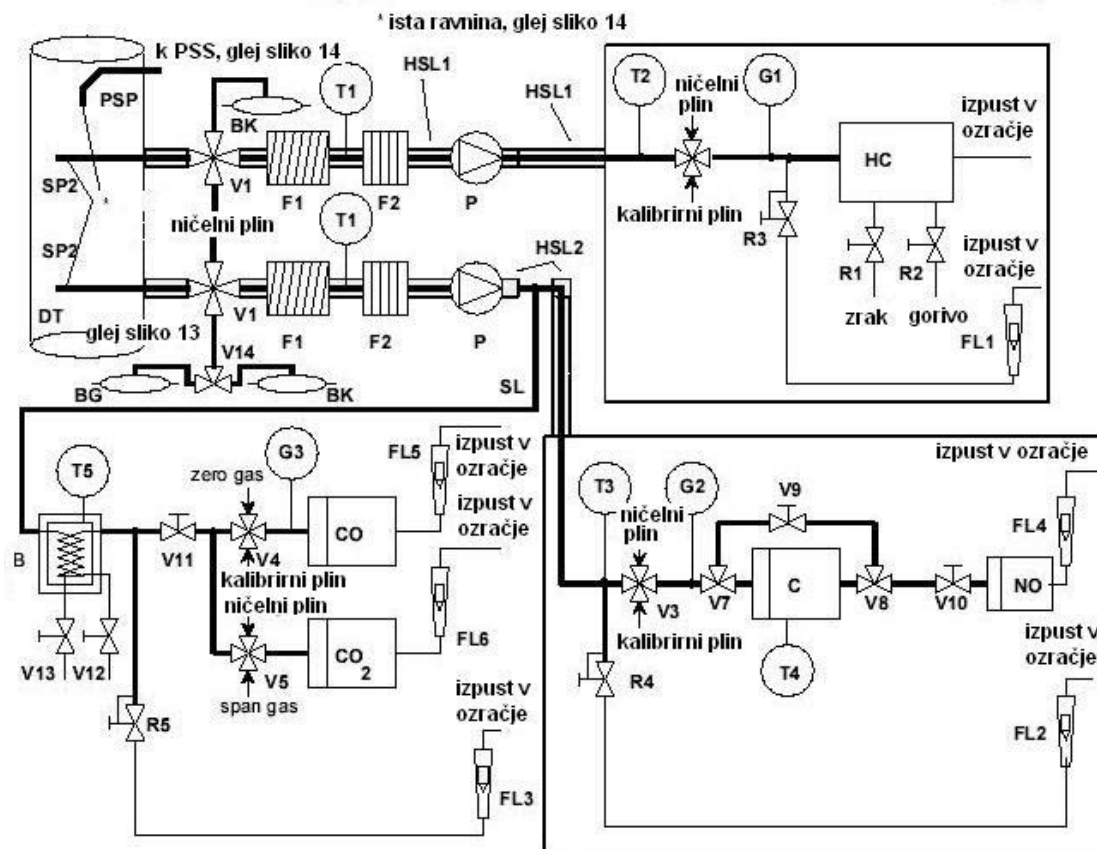
Za razredčene izpušne pline (slika 3) se vzorec ogljikovodikov vzame z drugo sondo kakor vzorec drugih sestavin. Paziti je treba, da na nobeni točki analiznega sistema ne pride do kondenzacije sestavin izpušnih plinov (vključno z vodo in žvepleno kislino).

Vsi sestavni deli sistema za vzorčenje, s katerimi pride vzorčeni plin v stik, se morajo ohranjati na temperaturi, določeni za posamezne sisteme.

Slika 2: shema toka v sistemu za analizo izpušnih plinov CO, NO_x in HC



Slika 3: shema toka v sistemu za analizo razredčenih izpušnih plinov CO, CO₂, NO_x in HC



Napotki k slikama 2 in 3:

– SP1, sonda za vzorčenje nerazredčenih izpušnih plinov (samo slika 2):

Priporoča se ravna sonda iz nerjavnega jekla z več luknjami, ki je na koncu zaprta. Notranji premer ne sme biti večji od notranjega premera cevi za prenos vzorcev. Stene sonde ne smejo biti debelejšje od 1 mm. V sondi morajo biti najmanj 3 luknje v 3 različnih radialnih ravninah, ki so take velikosti, da vzorčijo približno enak pretok. Dolžina sonde, ki sega prečno v izpušno cev, mora biti enaka najmanj 80 % premera izpušne cevi.

– SP2, sonda za vzorčenje razredčenih izpušnih plinov HC (samo slika 3):

– tvori prvih 254 mm do 762 mm cevi za vzorčenje ogljikovodikov (HSL3);

– ima notranji premer najmanj 5 mm;

– je nameščena v tunelu za redčenje DT (točka 1.2.1.2. te priloge) na točki, kjer se zrak za redčenje in izpušni plini dobro premešajo (tj. približno 10 premerov tunela v smeri toka od točke, kjer izpušni plini vstopajo v tunel za redčenje);

– je dovolj (radialno) oddaljena od ostalih sond in od stene tunela, da nanjo ne morejo vplivati nikakršni valovi ali vrtinci in

– je ogrevana, tako da se temperatura plinskega toka na izstopu iz sonde poveča na 463 K (190 °C) +/- 10 K.

– SP3, sonda za vzorčenje razredčenih izpušnih plinov CO, CO₂, NO_x (samo slika 3):

– je v isti ravnini kot SP2;

- je dovolj (radialno) oddaljena od ostalih sond in od stene tunela, da nanjo ne morejo vplivati nikakršni valovi ali vrtinci in
 - je po vsej dolžini izolirana in ogrevana najmanj na temperaturo 328 K (55 °C), da ne pride do kondenzacije vode.
- HSL1, ogrevana cev za prenos vzorcev vzorčene pline iz enojne sonde v razdelilno točko in analizator HC in:
- ima notranji premer najmanj 5 mm in največ 13,5 mm;
 - je iz nerjavnega jekla ali iz PTFE;
 - ohranja temperaturo sten 463 K (190 °C) ± 10 K, izmerjeno na vsakem ločeno krmiljenem ogrevanem odseku, če je temperatura izpušnih plinov na sondi za vzorčenje enaka ali manjša od 463 K (190 °C);
 - ohranja temperaturo sten večjo od 453 K (180 °C), če je temperatura izpušnih plinov na vzorčevalni sondi nad 463 K (190 °C) in
 - ohranja temperaturo plinov 463 K (190 °C) ± 10 K tik pred ogrevanim filtrom (F2) in HFID.
- HSL2, ogrevana cev za prenos vzorcev NO_x:
- ohranja temperaturo sten od 328 K do 473 K (od 55 °C do 200 °C) do pretvornika, če se uporabi hladilna kopel, ter do analizatorja, če se hladilna kopel ne uporablja in
 - je iz nerjavnega jekla ali PTFE (ker je cev za prenos vzorcev treba ogrevati samo zato, da se prepreči kondenzacija vode ali žveplene kisline, je temperatura cevi za prenos vzorcev odvisna od deleža žvepla v gorivu).
- SL, cev za prenos vzorcev CO (CO₂) je iz PTFE ali iz nerjavnega jekla. Lahko je ogrevana ali neogrevana.
- BK, vreča za vzorce ozadja (po želji; samo slika 3).
- BG, vreča za vzorce (po želji; slika 3, samo CO in CO₂)
- F1, ogrevani predfilter (po želji), temperatura je enaka kot pri HSL1.
- F2, ogrevani filter. Ta filter mora iz vzorca plinov pred analizatorjem izločiti vse trdne delce. Temperatura je enaka kot pri HSL1. Filter se po potrebi zamenja.
- P, ogrevana črpalka za vzorčenje, ki se ogreje na temperaturo HSL1.
- HC, ogrevani detektor s plamensko ionizacijo (HFID) za merjenje ogljikovodikov. Temperatura se ohranja med 453 K in 473 K (180 °C do 200 °C).
- CO, CO₂, analizatorji NDIR.
- NO₂, analizator (H)CLD za določanje dušikovih oksidov. Če se uporabi HCLD, ga je treba ohranjati pri temperaturah od 328 K do 473 K (od 55 °C do 200 °C).
- C, pretvornik se uporabi za katalitično redukcijo NO₂ pred analizo v CLD ali HCLD.
- B, hladilna kopel za hlajenje in kondenziranje vode iz vzorca izpušnih plinov. Temperatura kopeli se z ledom ali s hlajenjem ohranja med 273 K in 277 K (0 °C do 4 °C). Ni obvezna, če pri analizatorju ni motenj zaradi vodne pare, kakor je določeno v točki 1.9.1. in 1.9.2 dodatka 2 k prilogi 3. Za odstranjevanje vode iz vzorca niso dovoljena kemična sušilna sredstva.
- T1, T2, T3, temperaturno tipalo za spremljanje temperature plinskega toka.
- T4, temperaturno tipalo za spremljanje temperature pretvornika NO₂-NO.

- T5, temperaturno tipalo za spremljanje temperature hladilne kopeli.
- G1, G2, G3, manometer za merjenje tlaka v ceveh za prenos vzorcev.
- R1, R2, regulator tlaka za nadzor zračnega tlaka oziroma tlaka goriva v HFID.
- R3, R4, R5, regulator tlaka za krmiljenje tlaka v ceveh za prenos vzorcev ter pretoka do analizatorjev.
- FL1, FL2, FL3, merilnik pretoka za spremljanje pretoka vzorca skozi obvodno cev.
- FL4 do FL7, merilnik pretoka (po želji) za spremljanje pretoka skozi analizatorje.
- V1 do V6, preklonni ventil za preklapljanje pretoka vzorca, kalibrirnega plina ali ničelnega plina v analizatorje.
- V7, V8, elektromagnetni ventil za obvod pretvornika NO₂-NO.
- V9, igelni ventil za uravnoteženje toka skozi pretvornik NO₂-NO in obvod.
- V10, V11, igelni ventil za reguliranje tokov v analizatorje.
- V12, V13, izpustna pipa za odvajanje kondenzata iz kopeli B.
- V14, preklonni ventil za preklapljanje pretoka v vreče za vzorce ali v vreče za merjenje koncentracij ozadja.

1.2. Določanje delcev

Točki 1.2.1. in 1.2.2. ter slike 4 do 15 v tej prilogi podrobno opisujejo priporočene sisteme za redčenje in vzorčenje. Ker je mogoče z različnimi konfiguracijami doseči enakovredne rezultate, dosledna skladnost s slikama ni potrebna. Za pridobivanje dodatnih informacij in usklajevanje funkcij sestavnih sistemov se lahko uporabijo dodatni sestavni deli, kot so instrumenti, ventili, elektromagneti, črpalke in stikala. Po drugi strani pa se lahko sestavni deli, ki niso potrebni za vzdrževanje točnosti nekaterih sistemov, izločijo, če njihova izločitev temelji na dobri inženirski presoji.

1.2.1. Sistem redčenja

1.2.1.1. Sistem redčenja z delnim tokom ⁽¹⁾

Opisan je sistem redčenja, ki temelji na redčenju dela izpušnega toka. Razdelitev izpušnega toka in proces redčenja, ki sledi, je mogoče izvesti z različnimi tipi sistemov redčenja. Za zbiranje delcev, ki sledi temu, se skozi sistem za vzorčenje delcev vodijo celotni razredčeni izpušni plini ali pa samo del razredčenih izpušnih plinov (točka 1.2.2. te priloge). Prvo metodo imenujemo celotno vzorčenje, drugo pa delno vzorčenje.

Izračun razmerja redčenja je odvisen od tipa uporabljenega sistema. Priporočajo se naslednji tipi:

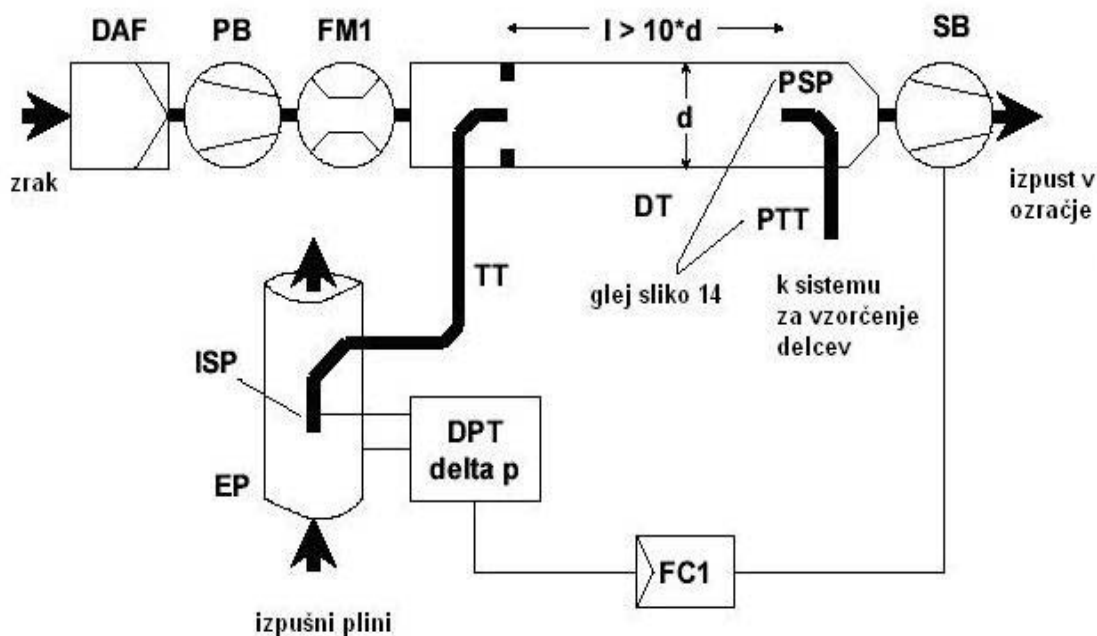
- izokinetični sistemi (sliki 4 in 5);

Pri teh sistemih se tok v cevi za prenos vzorca v hitrosti in/ali tlaku plinov ujema s tokom celotnega izpuha, za kar je potreben nemoten in enakomeren tok izpušnih plinov pri sondi za vzorčenje. To se ponavadi doseže z uporabo rezonatorja in ravnega dela cevi pred točko vzorčenja. Nato se na podlagi lahko izmerljivih vrednosti, kot je na primer premer cevi, izračuna delilno razmerje. Upoštevati je treba, da se izokineza uporablja samo za ujemanje pogojev pretoka in ne za ujemanje velikosti razdelitve. Slednje ponavadi ni potrebno, saj so delci dovolj majhni, da lahko sledijo tokovnicam izpušnih plinov.

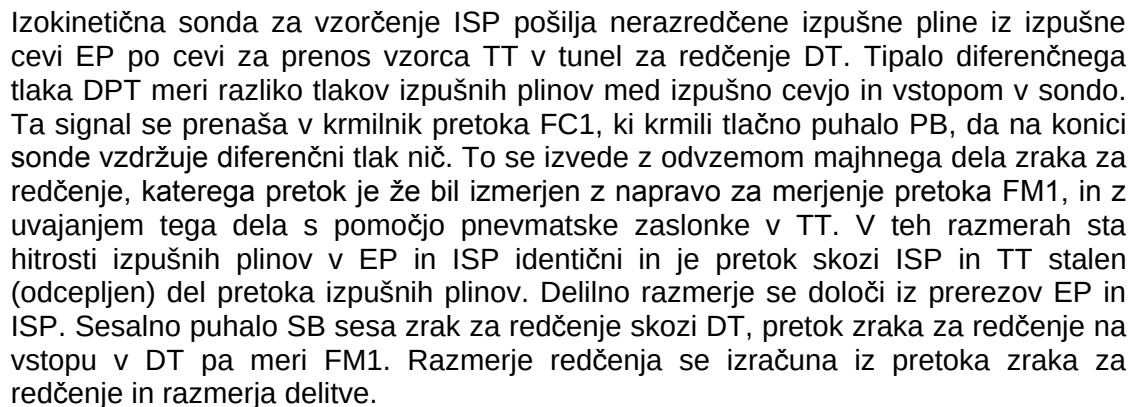
- Pri teh sistemih se vzorec odvzame iz toka celotnega izpuha tako, da se naravnata pretok zraka za redčenje in skupni pretok razredčenih izpušnih plinov. Razmerje redčenja se določi iz koncentracije sledilnih plinov kot na primer CO_2 ali NO_x , ki se naravno pojavljajo v izpušnih plinih motorja. Izmeri se koncentracija v razredčenih izpušnih plinih ter v zraku za redčenje, medtem ko se lahko koncentracija v nerazredčenih izpušnih plinih izmeri neposredno ali določi na podlagi pretoka goriva in enačbe za ravnotežje ogljika, če je sestava goriva znana. Sisteme je mogoče krmiliti z izračunanim razmerjem redčenja (sliki 6 in 7) ali s tokom v cevi za prenos vzorca (slike 8, 9 in 10).

- Pri teh sistemih se vzorec odvzame od toka celotnega izpuha tako, da se nastavita pretok zraka za redčenje in skupni pretok razredčenih izpušnih plinov. Razmerje redčenja se določi iz razlike med obema pretokoma. Potrebna je točna kalibracija merilcev pretoka v odvisnosti drug od drugega, saj lahko relativna velikost obeh pretokov pripelje do večjih napak pri višjih razmerjih redčenja. Pretok se krmili zelo neposredno z ohranjanjem stalnega pretoka razredčenih izpušnih plinov in, po potrebi, s spreminjanjem pretoka zraka za redčenje.

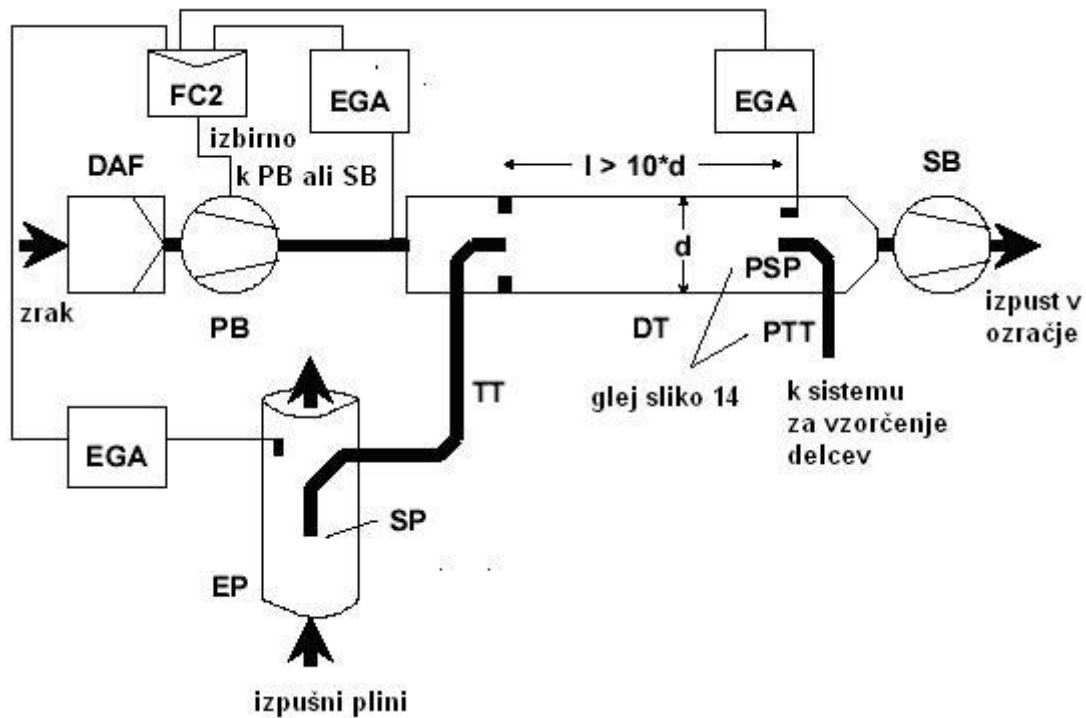
Slika 4: sistem redčenja z delnim tokom z izokinetično sondo in delnim vzorčenjem (krmljenje SB)



Slika 5: sistem redčenja z delnim tokom z izokinetično sondo in delnim vzorčenjem (krmljenje PB)

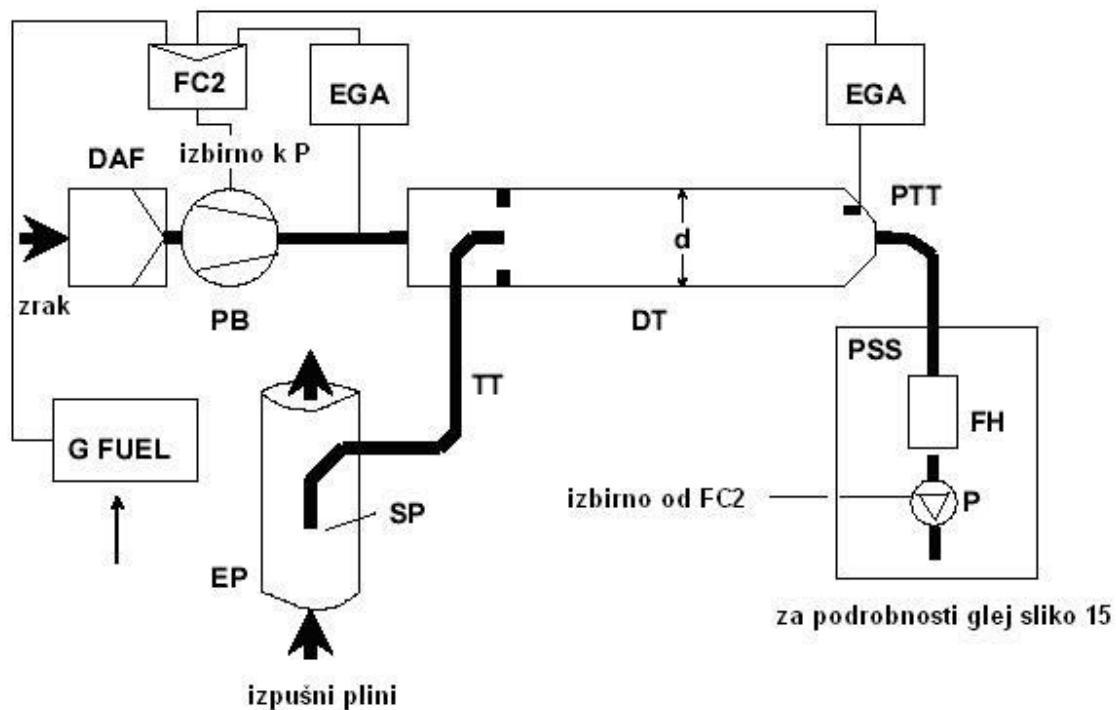


Slika 6: sistem redčenja z delnim tokom z merjenjem koncentracije CO₂ ali NO_x in delnim vzorčenjem



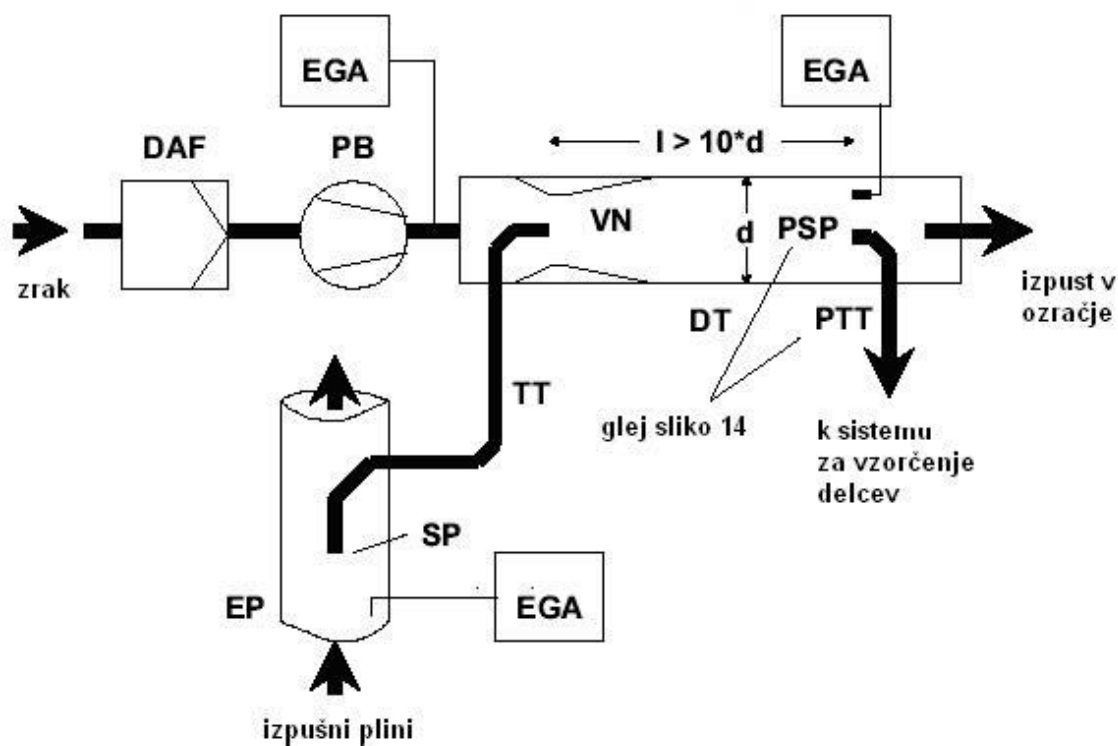
Nerazredčeni izpušni plini se iz izpušne cevi EP vodijo v tunel za redčenje DT skozi sondo za vzorčenje SP in cev za prenos vzorca TT. Z analizatorjem EGA se izmeri koncentracija sledilnega plina (CO₂ ali NO_x) v nerazredčenih in razredčenih izpušnih plinih ter v zraku za redčenje. Ti signali se prenašajo v krmilnik pretoka FC2, ki krmili tlačno puhalo PB ali sesalno puhalo SB, da ohranja želeno delilno razmerje in razmerje redčenja v DT. Razmerje redčenja se izračuna iz koncentracije sledilnega plina v nerazredčenih izpušnih plinih, v razredčenih izpušnih plinih in v zraku za redčenje.

Slika 7: sistem redčenja z delnim tokom z merjenjem koncentracije CO_2 , ravnotežja ogljika in s celotnim vzorčenjem



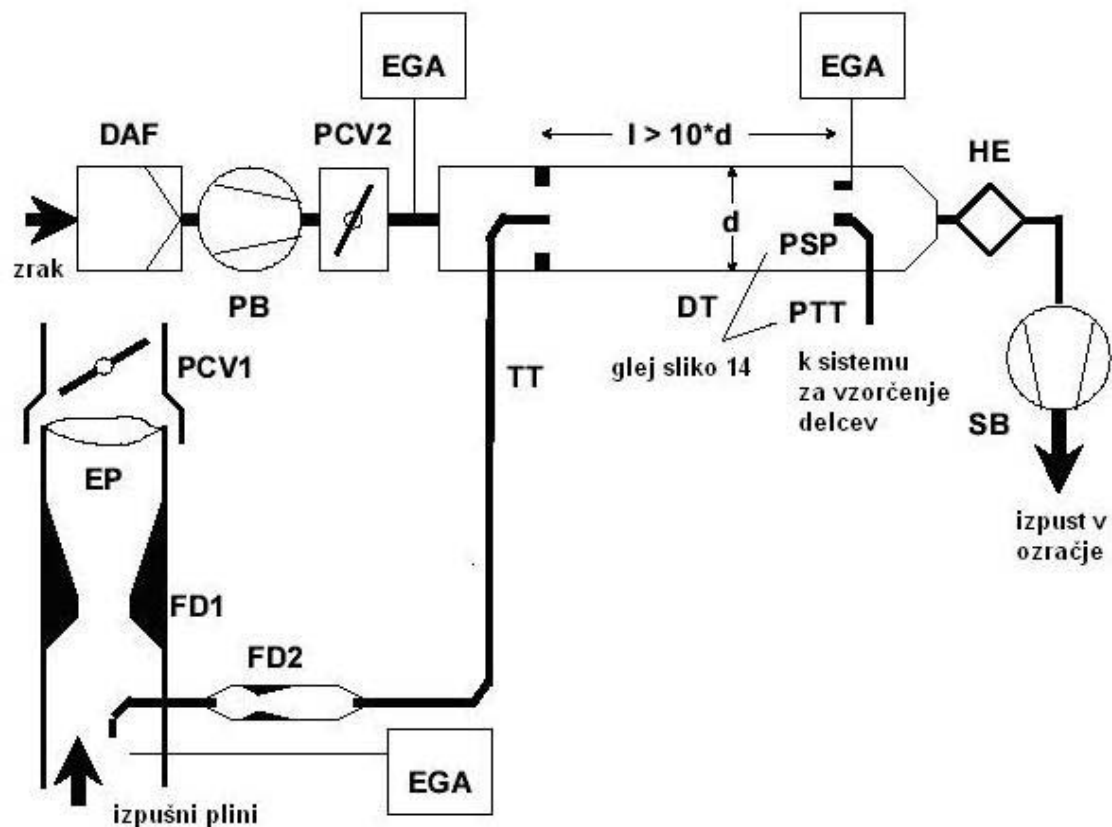
Nerazredčeni izpušni plini se iz izpušne cevi EP vodijo v tunel za redčenje DT skozi sondo za vzorčenje SP in cev za prenos vzorca TT. Z analizatorjem EGA se izmeri koncentracija CO_2 v razredčenih izpušnih plinih in v zraku za redčenje. Signali CO_2 in pretoka goriva GFUEL se prenašajo bodisi v krmilnik pretoka FC2 bodisi v krmilnik pretoka FC3 sistema za vzorčenje delcev (slika 14). FC2 krmili tlačno puhalo PB, FC3 pa sistem za vzorčenje delcev (slika 14). S tem se uravnava tokove v sistem in iz njega tako, da se v DT ohranjata željeno delilno razmerje in razmerje redčenja izpušnih plinov. Razmerje redčenja se izračuna iz koncentracije CO_2 in GFUEL s pomočjo predvidenega ravnotežja ogljika.

Slika 8: sistem redčenja z delnim tokom z enojno venturijevo cevjo, merjenjem koncentracije in z delnim vzorčenjem



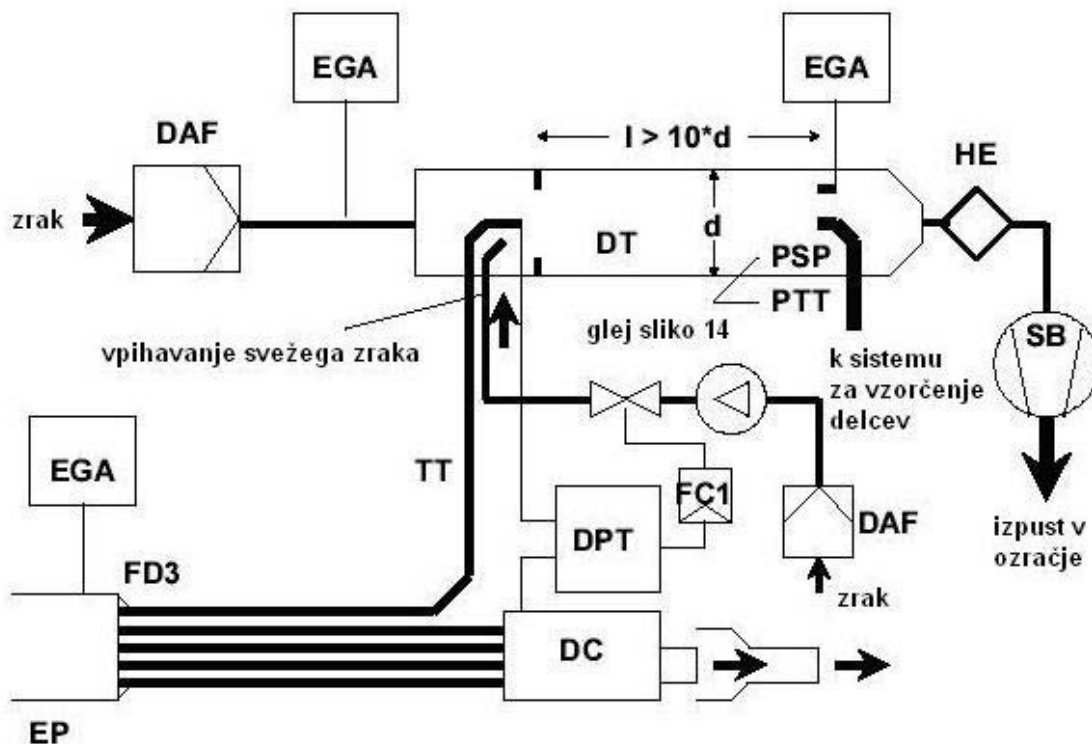
Nerazredčeni izpušni plini se vodijo iz izpušne cevi EP skozi sondo za vzorčenje SP in cev za prenos vzorca TT v tunel za redčenje DT zaradi podtlaka, ki ga v DT ustvarja venturijeve cev. Pretok plinov skozi TT je odvisen od izmenjave impulzov na območju venturijeve cevi, zato nanjo vpliva absolutna temperatura plinov na izstopu iz TT. Posledično delitev izpušnih plinov za dani pretok v tunelu ni konstantna in je razmerje redčenja pri manjši obremenitvi nekoliko nižje kot pri večji obremenitvi. Z analizatorjem izpušnih plinov EGA se izmeri koncentracija sledilnih plinov (CO_2 ali NO_x) v nerazredčenih izpušnih plinih, v razredčenih izpušnih plinih ter v zraku za redčenje, iz izmerjenih vrednosti pa se izračuna razmerje redčenja.

Slika 9: sistem redčenja z delnim tokom z dvojno venturijevo cevjo ali dvema zaslonkama, merjenjem koncentracije in z delnim vzorčenjem



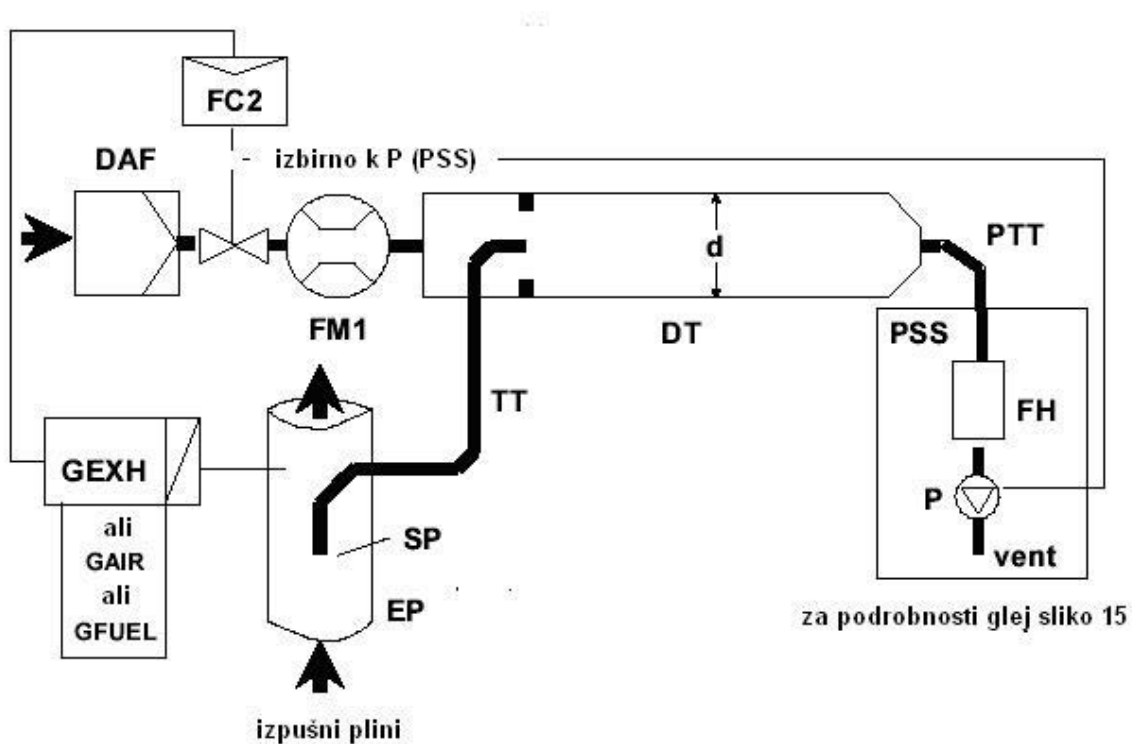
Nerazredčeni izpušni plini se iz izpušne cevi EP skozi sondo za vzorčenje SP in cev za prenos vzorca TT vodijo v tunel za redčenje DT s pomočjo delilnika toka, ki vsebuje par zaslonk ali venturijevih cevi. Prva (FD1) je v EP, druga (FD2) v TT. Poleg tega sta potrebna dva ventila za krmiljenje tlaka (PCV1 in PCV2), ki s krmiljenjem protitlaka v EP in tlaka v DT ohranjata stalno delilno razmerje izpušnih plinov. PCV1 je nameščen v smeri toka za SP v EP, PCV2 pa med tlačnim puhalom PB in DT. Z analizatorjem izpušnih plinov EGA se izmeri koncentracija sledilnih plinov (CO_2 ali NO_x) v nerazredčenih izpušnih plinih, v razredčenih izpušnih plinih ter v zraku za redčenje. Potrebna je za preverjanje delitve izpušnih plinov in se lahko uporabi za naravnavanje PCV1 in PCV2 za natančno krmiljenje delitve. Razmerje redčenja se izračuna iz koncentracije sledilnih plinov.

Slika 10: sistem redčenja z delnim tokom z delitvijo na več cevi, merjenjem koncentracije in z delnim vzorčenjem



Nerazredčeni izpušni plini se iz izpušne cevi EP vodijo v tunel za redčenje DT skozi cev za prenos vzorca TT s pomočjo delilnika toka FD3, ki ga sestavlja več enako velikih cevi (enak premer, dolžina in krivinski polmer), nameščenih v EP. Izpušni plini se skozi eno od teh cevi vodijo v DT, skozi ostale cevi pa se izpušni plini vodijo skozi dušilno komoro DC. Tako se delitev izpušnih plinov določi s skupnim številom cevi. Stalno krmiljenje delitve zahteva diferenčni tlak nič med DC in izstopom iz TT, ki se meri s tipalom diferenčnega tlaka DPT. Diferenčni tlak nič se doseže tako, da se v DT pri izstopu iz TT vbrizga svež zrak. Z analizatorjem izpušnih plinov EGA se izmeri koncentracija sledilnih plinov (CO_2 ali NO_x) v nerazredčenih izpušnih plinih, v razredčenih izpušnih plinih ter v zraku za redčenje. Potrebna je za preverjanje delitve izpušnih plinov in se lahko uporabi za krmiljenje stopnje pretoka vbrizganega zraka za natančno krmiljenje delitve. Razmerje redčenja se izračuna iz koncentracije sledilnih plinov.

Slika 11: sistem redčenja z delnim tokom s krmiljenjem pretoka in celotnim vzorčenjem



Nerazredčeni izpušni plini se iz izpušne cevi EP vodijo v tunel za redčenje DT skozi sondo za vzorčenje SP in cev za prenos vzorca TT. Skupni pretok skozi tunel se uravna s krmilnikom pretoka FC3 in črpalko za vzorčenje P sistema za vzorčenje delcev (slika 16).

Pretok zraka za redčenje krmili krmilnik pretoka FC2, ki lahko kot ukazne signale za želeno delitev izpušnih plinov uporablja GEXH, GAIR ali GFUEL. Pretok vzorca v DT je razlika med skupnim pretokom in pretokom zraka za redčenje. Pretok zraka za redčenje se meri z napravo za merjenje pretoka FM1, skupni pretok pa z napravo za merjenje pretoka FM3 sistema za vzorčenje delcev (slika 14). Stopnja redčenja se izračuna iz teh dveh stopenj pretoka.

Napotki k slikam 4 do 12:

Izpušna cev je lahko izolirana. Za zmanjšanje toplotne vztrajnosti izpušne cevi se priporoča razmerje debelina/premer 0,015 ali manj. Uporaba gibkih odsekov se omeji na razmerje dolžina/premer 12 ali manj. Zavojev naj bo čim manj, da se prepreči odlaganje zaradi vztrajnosti. Če sistem vključuje glušnik preskusne naprave, je lahko izoliran tudi glušnik.

Pri sistemih brez izokinetičnih sond se priporoča ravna cev šest premerov cevi pred konico sonde in tri premere cevi za njo glede na smer toka plinov.

– SP, sonda za vzorčenje (slike 6 do 12)

Najmanjši notranji premer je 4 mm. Najmanjše razmerje med premerom izpušne cevi in sonde je štiri. Sonda je odprta cev v središču izpušne cevi, usmerjena proti toku, ali sonda z več luknjami, kakor je opisano za SP1 v točki 1.1.1. te priloge.

– ISP, izokinetična sonda za vzorčenje (slike 4 in 5)

Izokinetično sondo za vzorčenje je treba namestiti v središče izpušne cevi tako, da je usmerjena proti toku, in tam, kjer so izpolnjeni pogoji pretoka, opisani pod EP. Zasnovana mora biti tako, da zagotavlja sorazmeren vzorec nerazredčenih izpušnih plinov. Notranji premer je najmanj 12 mm.

Za izokinetično delitev izpušnih plinov je potreben krmilni sistem, ki med EP in ISP ohranja diferenčni tlak nič. V teh pogojih je hitrost izpušnih plinov v EP in ISP enaka, masni pretok skozi ISP pa je konstanten del pretoka izpušnih plinov. ISP mora biti povezan s tipalom diferenčnega tlaka. Krmiljenje, ki med EP in ISP zagotavlja diferenčni tlak nič, se izvaja prek vrtilne frekvence puhal ali z regulatorjem pretoka.

– FD1, FD2, delilnik toka (slika 9)

V izpušni cevi EP in v cevi za prenos vzorca TT je nameščen par venturijevih cevi ali zaslonk, ki zagotavljata sorazmeren vzorec nerazredčenih izpušnih plinov. Za sorazmerno delitev s krmiljenjem protitlaka v EP in tlaka v DT je potreben sistem krmiljenja iz dveh ventilov za krmiljenje tlaka PCV1 in PCV2.

– FD3, delilnik toka (slika 10)

V izpušni cevi EP je nameščen komplet cevi (enota z več cevmi), ki zagotavlja sorazmeren vzorec nerazredčenih izpušnih plinov. Ena od cevi izpušne pline dovaja v tunel za redčenje DT, ostale cevi pa izpušne pline odvajajo v dušilno komoro DC. Cevi morajo biti enako velike (enak premer, dolžina, krivinski polmer), tako da je razdelitev izpušnih plinov odvisna od skupnega števila cevi. Za sorazmerno delitev je potreben krmilni sistem, ki med izstopom iz enote z več cevmi v DC in izstopom iz TT ohranja diferenčni tlak nič. Pod temi pogoji je hitrost izpušnih plinov v EP in FD3 sorazmerna, pretok skozi TT pa je konstanten del pretoka izpušnih plinov. Obe točki morata biti povezani s tipalom diferenčnega tlaka DPT. S krmilnikom pretoka FC1 je omogočeno krmiljenje, ki zagotavlja diferenčni tlak nič.

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

Lahko se uporabljajo analizatorji CO₂ ali NO₂ (pri metodi ugotavljanja ravnotežja ogljika samo CO₂). Analizatorji se kalibrirajo enako kakor analizatorji za merjenje plinastih emisij. Za določanje razlik koncentracije se lahko uporablja en ali več analizatorjev.

Točnost merilnih sistemov mora biti taka, da je točnost $G_{EDFW,i}$ v okviru ± 4 %.

– TT, cev za prenos vzorca (slike 4 do 12) mora biti:

- čim krajša, vendar ne daljša od 5 m;
- z enakim ali večjim premerom, kakor je premer sonde, vendar ne večjim od 25 mm,
- usmerjena v smeri toka in izstopati na središčnici tunela za redčenje.

Če je cev dolga 1 m ali manj, mora biti izolirana z materialom, ki ima največjo toplotno prevodnost 0,05 W/mK, debelina izolacije pa mora ustrezati premeru

sonde. Če je cev daljša od 1 m, mora biti izolirana in ogrevana na najmanjšo temperaturo sten 523 K (250°C).

Potrebne temperature sten cevi za prenos vzorca se lahko določijo tudi s standardnimi izračuni prenosa toplote.

– DPT, tipalo diferenčnega tlaka (slike 4, 5 in 10) z največjim merilnim območjem tipala ± 500 Pa.

– FC1, krmilnik pretoka (slike 4, 5 in 10)

Pri izokinetičnih sistemih (slike 4 in 5) je krmilnik pretoka potreben za ohranjanje diferenčnega tlaka nič med EP in ISP. Krmiljenje se lahko izvaja:

– s krmiljenjem vrtilne frekvence ali pretoka sesalnega puhala (SB) in z ohranjanjem stalne vrtilne frekvence tlačnega puhala (PB) med posamezno fazo preskušanja (slika 4) ali

– z nastavitvijo sesalnega puhala (SB) na konstanten masni pretok razredčenih izpušnih plinov in s krmiljenjem pretoka tlačnega puhala PB in s tem pretoka vzorca izpušnih plinov v območju na koncu cevi za prenos vzorca (TT) (slika 5).

Pri sistemu s krmiljenjem tlaka preostala napaka v krmilni zanki ne sme presegati ± 3 Pa. Nihanja tlaka v tunelu za redčenje v povprečju ne smejo presegati ± 250 Pa.

Pri sistemu z več cevmi (slika 10) je za sorazmerno delitev izpušnih plinov potreben krmilnik pretoka za ohranjanje diferenčnega tlaka nič med izstopom iz enote z več cevmi in izstopom iz TT. Prilagoditev se izvede s krmiljenjem stopnje pretoka zraka, vpihanega v DT na izstopu iz TT.

– PCV1, PCV2, ventil za krmiljenje tlaka (slika 9)

Pri sistemu z dvojno venturijevo cevjo/zaslonko sta za sorazmerno razdelitev pretoka potrebna dva ventila za krmiljenje tlaka, ki krmilita protitlak v EP in tlak v DT. Ventila sta nameščena v EP v smeri toka od SP naprej ter med PB in DT.

– DC, dušilna komora (slika 10) se namesti na izstopu iz enote z več cevmi, da se nihanje tlaka v izpušni cevi EP kolikor mogoče zmanjša.

– VN, venturijeva cev (slika 8)

Venturijeva cev je v tunelu za redčenje DT nameščena zato, da ustvarja podtlak v območju izstopa iz cevi za prenos vzorca TT. Pretok plinov skozi TT se določa z izmenjavo impulzov v območju venturijeve cevi in je v osnovi sorazmeren pretoku tlačnega puhala PB, da se doseže stalno razmerje redčenja. Ker na izmenjavo impulzov vplivata temperatura na izstopu iz TT ter razlika v tlaku med EP in DT, je dejansko razmerje redčenja nekoliko nižje pri manjši obremenitvi kakor pri večji obremenitvi.

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

Krmilnik pretoka se lahko uporablja za krmiljenje pretoka tlačnega puhala PB in/ali sesalnega puhala SB. Lahko je priključen na izpuh ali na signal pretoka goriva in/ali na diferenčni signal CO_2 ali NO_x .

Pri uporabi komprimiranega zraka (slika 11) FC2 neposredno krmili pretok z raka.

– FM1, naprava za merjenje pretoka (slike 6, 7, 11 in 12) ni obvezna, če je tlačno puhalo PB kalibrirano za merjenje pretoka.

– FM2, naprava za merjenje pretoka (slika 12) ni obvezna, če je sesalno puhalo SB kalibrirano za merjenje pretoka.

– PB, tlačno puhalo (slike 4, 5, 6, 7, 8, 9 in 12)

Za krmiljenje pretoka zraka za redčenje se lahko tlačno puhalo PB priključi na krmilnik pretoka FC1 ali FC2. PB ni potreben, če se uporablja dušilna loputa. Če je puhalo PB kalibrirano, se lahko uporablja za merjenje pretoka zraka za redčenje.

– SB, sesalno puhalo (slike 4, 5, 6, 9, 10 in 12)

Samo pri sistemih za delno vzorčenje. Če je puhalo SB kalibrirano, se lahko uporablja za merjenje pretoka razredčenih izpušnih plinov.

– DAF, filter zraka za redčenje (slike 4 do 12)

Priporočata se filtriranje zraka za redčenje in izločanje ogljikovodikov iz ozadja s pomočjo aktivnega oglja. Zrak za redčenje mora imeti temperaturo 298 K (25 °C) ± 5 K.

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

– PSP, sonda za vzorčenje delcev (slike 4, 5, 6, 8, 9, 10 in 12) predstavlja prvi del cevi za prenos vzorca delcev PTT in:

– mora biti usmerjena proti toku in nameščena na točki, kjer so zrak za redčenje in izpušni plini dobro premešani, tj. na središčnici tunela za redčenje DT sistemov za redčenje približno 10 premerov tunela v smeri toka od točke, kjer izpušni plini vstopajo v tunel za redčenje;

– mora imeti notranji premer najmanj 12 mm;

– se sme z neposrednim ogrevanjem ali s predogrevanjem zraka za redčenje ogreti na temperaturo sten največ 325 K (52 °C), pod pogojem, da temperatura zraka pred uvajanjem izpušnih plinov v tunel za redčenje ne presega 325 K (52 °C) ter

– je lahko izolirana.

– DT, tunel za redčenje (slike 4 do 12):

– mora biti dovolj dolg, da se izpušni plini in zrak za redčenje v vrtničnem toku popolnoma premešajo;

– mora biti izdelan iz nerjavnega jekla in imeti pri tunelih za redčenje z notranjim premerom, večjim od 75 mm, razmerje debelina/premer največ 0,025 oziroma pri tunelih za redčenje z notranjim premerom enakim ali manjšim od 75 mm, nazivno debelino stene najmanj 1,5 mm;

– mora imeti za delno vzorčenje premer najmanj 75 mm;

– priporočljivo je, da ima za celotno vzorčenje premer najmanj 25 mm;

– se lahko z neposrednim ogrevanjem ali s predogrevanjem zraka za redčenje ogreje na temperaturo sten največ 325 K (52 °C), pod pogojem, da temperatura zraka pred uvajanjem izpušnih plinov v tunel za redčenje ne preseže 325 K (52 °C) in

– je lahko izoliran.

Izpušni plini iz motorja se morajo temeljito premešati z zrakom za redčenje. Pri sistemih za delno vzorčenje je treba ob začetku uporabe kakovost mešanja

preveriti s profilom CO₂ v tunelu pri delujočem motorju (najmanj štiri enakomerno razmaknjene merilne točke). Po potrebi se lahko uporabi mešalna zaslonka.

Opomba: če je temperatura okolice v bližini tunela za redčenje (DT) pod 293 K (20 °C), je treba preprečiti izgubo delcev na hladnih stenah tunela za redčenje. Zato se priporoča ogrevanje in/ali izoliranje tunela v okviru zgoraj navedenih meja.

Pri velikih obremenitvah motorja se lahko tunel ohlaja z neagresivnimi sredstvi, na primer z ventilatorjem, če temperatura hladilnega sredstva ni pod 293 K (20 °C).

– HE, izmenjevalnik toplote (sliki 9 in 10) mora biti dovolj zmogljiv, da na vstopu v sesalno puhalo SB ohranja temperaturo v okviru ± 11 K povprečne delovne temperature, ugotovljene med preskusom.

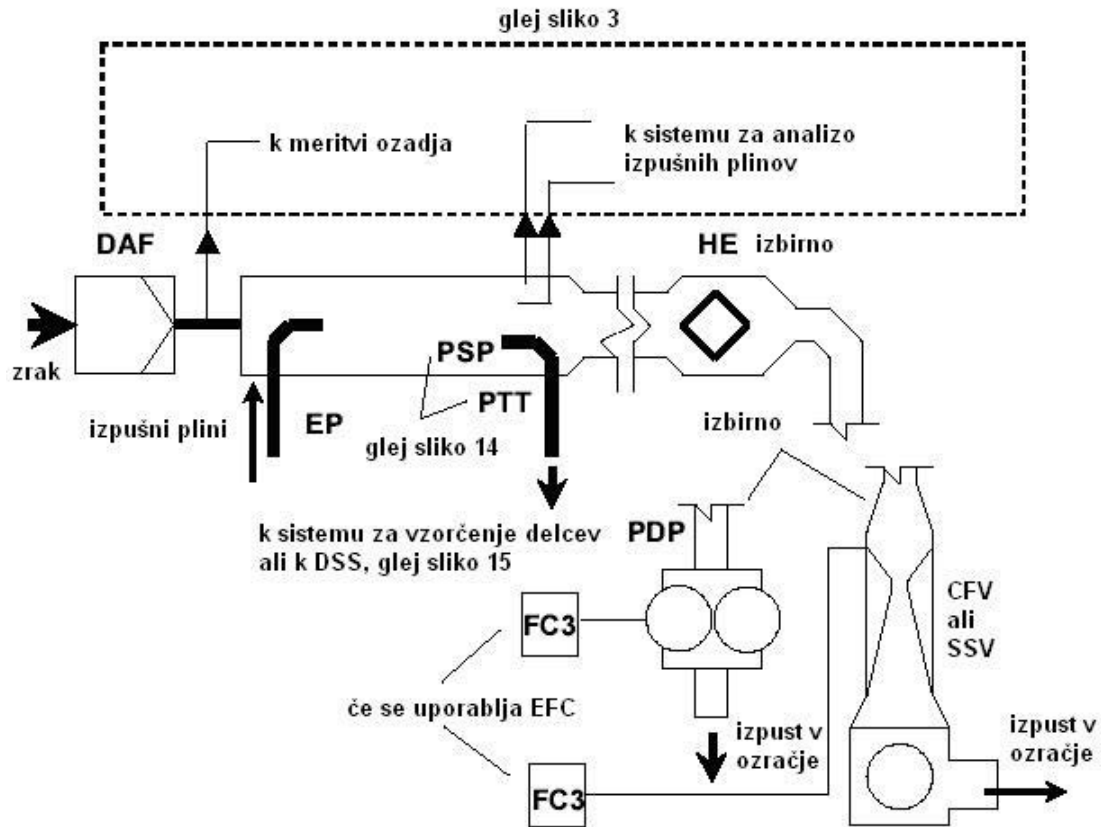
1.2.1.2. Sistem redčenja s celotnim tokom

Sistem redčenja je opisan na podlagi redčenja celotnega izpuha po konceptu vzorčenja s stalno prostornino (CVS). Izmeriti je treba skupno prostornino mešanice izpušnih plinov in zraka za redčenje. Uporabi se lahko sistem PDP ali CFV ali SSV.

Za poznejše zbiranje delcev se skozi sistem za vzorčenje delcev (točka 1.2.2. te priloge) pošlje vzorec razredčenih izpušnih plinov. Če se to izvaja neposredno, se imenuje enojno redčenje. Če se vzorec ponovno razredči v sekundarnem tunelu za redčenje, se to imenuje dvojno redčenje. To pride v poštev takrat, kadar z enojnim redčenjem ni mogoče izpolniti zahteve o temperaturi na dotoku v filter. Čeprav je dvojni sistem redčenja del sistema redčenja, je opisan kot modifikacija sistema za vzorčenje delcev v točki 1.2.2. te priloge, saj ima s tipičnim sistemom za vzorčenje delcev skupno večino delov.

Plinaste emisije se lahko določijo tudi v tunelu za redčenje sistema za redčenje s celotnim tokom. Zato so sonde za vzorčenje plinastih sestavin prikazane v sliki 13, v seznamu opisov pa jih ni. Zadevni pogoji so opisani v točki 1.1.1. te priloge.

Slika 13: sistem redčenja s celotnim tokom



Napotki k sliki 13:

– EP, izpušna cev

Dolžina izpušne cevi od izhoda izpušnega kolektorja motorja, izstopa iz turbopuhala ali od naprave za naknadno obdelavo izpušnih plinov do tunela za redčenje ne sme biti večja od 10 m. Če je sistem daljši od 4 m, je treba izolirati vse cevi, daljše od 4 m, razen merilnika dimnosti izpušnih plinov, če je vgrajen v izpušni sistem. Debelina izolacije mora biti vsaj 25 mm. Toplotna prevodnost izolacijskega materiala, izmerjena pri 673 K (400 °C) ne sme biti večja od 0,1 W/mK. Za zmanjšanje toplotne vztrajnosti izpušne cevi se priporoča razmerje debelina/premer 0,015 ali manj. Uporaba gibkih odsekov se omeji na razmerje dolžina/premer 12 ali manj.

Celotni nerazredčeni izpušni plini se v tunelu za redčenje DT premešajo z zrakom za redčenje. Pretok razredčenih izpušnih plinov se izmeri bodisi s črpalko s prisilnim pretokom PDP, z venturijevo cevjo s kritičnim pretokom CFV ali s podzvočno venturijevo cevjo SSV. Za sorazmerno vzorčenje delcev in za določanje pretoka se lahko uporabi izmenjevalnik toplote HE ali elektronska kompenzacija pretoka EFC. Ker določanje mase delcev temelji na skupnem pretoku razredčenih izpušnih plinov, razmerja redčenja ni treba izračunavati.

– PDP, črpalka s prisilnim pretokom

PDP meri skupni pretok razredčenih izpušnih plinov iz števila vrtljajev črpalke in njene gibne prostornine. PDP ali sistem za dovajanje zraka za redčenje ne sme umetno zniževati protitlaka v izpušnem sistemu. Statični protitlak izpušnih plinov, izmerjen, ko sistem CVS deluje, mora ostati v okviru $\pm 1,5$ kPa

statičnega tlaka, izmerjenega pri enaki vrtilni frekvenci in obremenitvi motorja, če CVS ni priključen.

Če se ne uporablja kompenzacija pretoka, mora biti temperatura mešanice plinov tik pred PDP v okviru ± 6 K povprečne delovne temperature, izmerjene med preskusom.

Kompenzacija pretoka se lahko uporabi samo, če temperatura na vstopu v PDP ne presega 50 °C (323 K).

– CFV, venturijeva cev s kritičnim pretokom

CFV meri skupni pretok razredčenih izpušnih plinov z ohranjanjem pretoka pod pogoji nasičenja (pri kritičnem pretoku). Statični protitlak izpušnih plinov, izmerjen, ko sistem CFV deluje, mora ostati v okviru $\pm 1,5$ kPa statičnega tlaka, izmerjenega pri enaki vrtilni frekvenci in obremenitvi motorja, ko CFV ni priključen. Temperatura mešanice plinov tik pred CFV mora biti v okviru ± 11 K povprečne delovne temperature, izmerjene med preskusom, če se ne uporablja kompenzacija pretoka.

– SSV, podzvočna venturijeva cev

SSV meri skupni pretok razredčenih izpušnih plinov kot funkcijo tlaka, temperature in padca tlaka med vstopno odprtino in zožitvijo SSV. Statični protitlak izpušnih plinov, izmerjen, ko sistem SSV deluje, mora ostati v okviru $\pm 1,5$ kPa statičnega tlaka, izmerjenega pri enaki vrtilni frekvenci in obremenitvi motorja, ko SSV ni priključen. Temperatura mešanice plinov tik pred SSV mora biti v okviru ± 11 K povprečne delovne temperature, izmerjene med preskusom, če se ne uporablja kompenzacija pretoka.

– HE, izmenjevalnik toplote (izbirno, če se uporablja EFC) mora biti dovolj zmogljiv, da ohranja temperaturo v zgoraj predpisanih mejah.

– EFC, elektronska kompenzacija pretoka (izbirno, če se uporablja HE)

Če se temperatura na vstopu v PDP ali CFV ali SSV ne ohranja vedno v zgoraj navedenih mejah, je za zvezno merjenje stopnje pretoka in krmiljenje sorazmernega vzorčenja v sistemu za vzorčenje trdnih delcev potreben sistem za kompenzacijo pretoka. V ta namen se za korekcijo pretoka vzorca skozi filtre za vzorce v sistemu za vzorčenje delcev (glej sliki 14 in 15) ustrezno uporabljajo signali zvezno izmerjenega pretoka.

– DT, tunel za redčenje:

– mora imeti dovolj majhen premer, da nastane vrtničnit tok (Reynoldsovo število je večje od 4000) in biti dovolj dolg, da se izpušni plini in zrak za redčenje popolnoma premešajo. Uporabi se lahko mešalna zaslonka;

– mora imeti premer najmanj 75 mm in

– je lahko izoliran.

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

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

Če se uporablja dvojno redčenje, se vzorec iz tunela za redčenje vodi v sekundarni tunel za redčenje, kjer se redči naprej, nato pa pošlje skozi filtre za

vzorčenje (točka 1.2.2., slika 15 v tej prilogi). Pretočna zmogljivost PDP ali CFV ali SSV mora biti zadostna, da se tok razredčenih izpušnih plinov v DT v coni vzorčenja ohranja pri temperaturi največ 464 K (191 °C). Sekundarni sistem za redčenje mora zagotoviti dovolj sekundarnega zraka za redčenje, da se dvojno razredčeni tok izpušnih plinov ohranja pri temperaturi največ 325 K (52 °C) tik pred primarnim filtrom za delce.

– DAF, filter zraka za redčenje

Priporočata se filtriranje zraka za redčenje in izločanje ogljikovodikov iz ozadja s pomočjo aktivnega oglja. Zrak za redčenje mora imeti temperaturo 298 K (25 °C) ± 5 K. Na zahtevo proizvajalca motorja se zrak za redčenje vzorči v skladu z dobro inženirsko prakso, da se določijo ravni delcev v ozadju, te pa se lahko nato odštejejo od vrednosti, izmerjenih v razredčenih izpušnih plinih.

– PSP, sonda za vzorčenje delcev predstavlja prvi del cevi za prenos vzorca delcev PTT in:

– mora biti usmerjena proti toku in nameščena na točki, kjer so zrak za redčenje in izpušni plini dobro premešani, tj. na središčnici tunela za redčenje DT sistemov za redčenje približno 10 premerov tunela v smeri toka od točke, kjer izpušni plini vstopajo v tunel za redčenje;

– mora imeti notranji premer najmanj 12 mm;

– se sme z neposrednim ogrevanjem ali s predogrevanjem zraka za redčenje ogreti na temperaturo sten največ 325 K (52 °C), pod pogojem, da temperatura zraka pred uvajanjem izpušnih plinov v tunel za redčenje ne presega 325 K (52 °C) in

– je lahko izolirana.

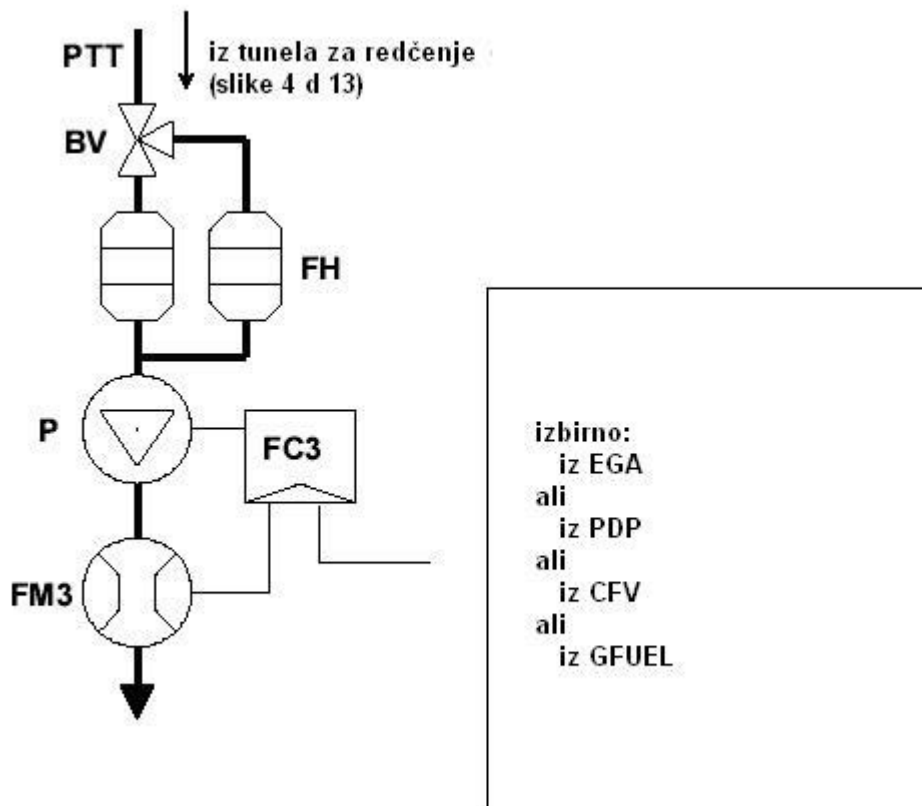
1.2.2. Sistem za vzorčenje delcev

Za zbiranje delcev na filtru za delce je potreben sistem za vzorčenje delcev. Pri redčenju z delnim tokom s skupnim vzorčenjem, pri katerem se skozi filtre vodi celoten vzorec razredčenih plinov, tvori sistem redčenja (točka 1.2.1.1., sliki 7 in 11 v tej prilogi) in vzorčenja ponavadi integrirano enoto. Pri redčenju z delnim tokom z delnim vzorčenjem ali redčenju s celotnim tokom, kjer se skozi filtre vodi samo del razredčenih izpušnih plinov, sistem redčenja (točka 1.2.1.1., slike 4, 5, 6, 8, 9, 10 in 12 ter točka 1.2.1.2., slika 13 v tej prilogi) in vzorčenja ponavadi tvori dve različni enoti.

Tu obravnavani dvojni sistem redčenja DDS (slika 15) sistem redčenja s celotnim tokom je posebna modifikacija tipičnega sistema za vzorčenje delcev, kakor ga prikazuje slika 14. Dvojni sistem redčenja vključuje vse pomembne dele sistema za vzorčenje delcev, kakor so na primer držala za filtre in črpalka za vzorčenje, ter dodatno nekaj značilnosti redčenja, kot sta dovajanje zraka za redčenje in sekundarni tunel za redčenje.

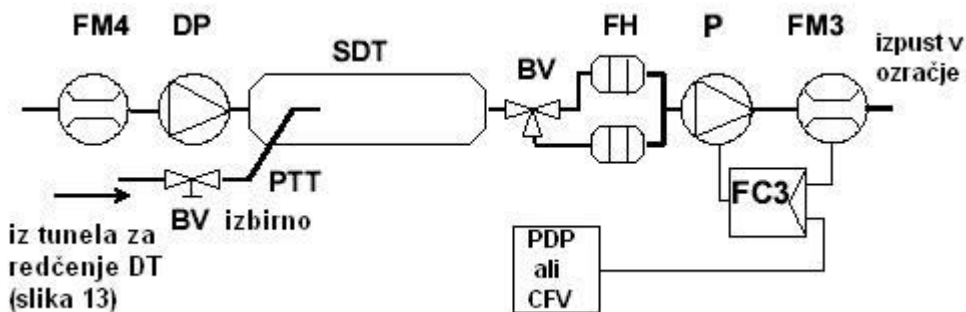
Da bi se izognili morebitnemu vplivu na krmilne zanke, se priporoča, da črpalka za vzorčenje teče skozi ves postopek preskušanja. Pri metodi z enojnim filtrom se uporabi sistem obkroga, ki pošilja vzorec skozi filtre za vzorčenje ob zelenem času. Vpliv postopka preklapljanja na krmilne zanke je treba kolikor mogoče zmanjšati.

Slika 14: sistem za vzorčenje delcev



Iz tunela za redčenje DT sistema za redčenje z delnim ali s celotnim tokom se skozi sondu za vzorčenje delcev PSP in cevi za prenos delcev PTT s pomočjo črpalke za vzorčenje P odvzame vzorec razredčenih izpušnih plinov. Vzorec se vodi skozi držalo za filter FH, ki vsebuje filtre za vzorčenje delcev. Stopnjo pretoka vzorca krmili krmilnik pretoka FC3. Če se uporablja elektronska kompenzacija pretoka EFC (glej sliko 13), se kot ukazni signal za FC3 uporabi pretok razredčenih izpušnih plinov.

Slika 15: sistem redčenja (samo pri sistemu s celotnim tokom)



Napotki k slikama 14 in 15:

– PSP, sonda za vzorčenje delcev (sliki 14 in 15) predstavlja prvi del cevi za prenos delcev PTT in:

- mora biti usmerjena proti toku in nameščena na točki, kjer so zrak za redčenje in izpušni plini dobro premešani, tj. na središčnici tunela za redčenje DT sistemov za redčenje (glej točko 1.2.1. te priloge) približno 10 premerov tunela v smeri toka od točke, kjer izpušni plini vstopajo v tunel za redčenje;
- mora imeti notranji premer najmanj 12 mm;

- se lahko z neposrednim ogrevanjem ali s predogrevanjem zraka za redčenje ogreje na temperaturo sten največ 325 K (52 °C), pod pogojem, da temperatura zraka pred uvajanjem izpušnih plinov v tunel za redčenje ne preseže 325 K (52 °C) in

- je lahko izolirana.

Iz tunela za redčenje DT sistema redčenja s celotnim tokom se vzorec razredčenih izpušnih plinov vodi skozi sondo za vzorčenje delcev PSP in cevi za prenos delcev PTT v sekundarni tunel za redčenje SDT, kjer se še enkrat razredči. Nato se vzorec vodi skozi držalo za filter FH, ki vsebuje filtre za vzorčenje delcev. Stopnja pretoka zraka za redčenje je ponavadi konstantna, medtem ko stopnjo pretoka vzorca krmili krmilnik pretoka FC3. Če se uporablja elektronska kompenzacija pretoka EFC (slika 13), se kot ukazni signal za FC3 uporabi pretok razredčenih izpušnih plinov.

- PTT, cev za prenos vzorcev (sliki 14 in 15)

Cev za prenos vzorcev ne sme biti daljša od 1020 mm in mora imeti n ajmanjšo možno dolžino. Mere veljajo:

- pri sistemu za delno vzorčenje pri redčenju z delnim tokom in za enojni sistem redčenja s celotnim tokom od konice sonde do držala za filter;

- pri sistemu za celotno vzorčenje pri redčenju z delnim tokom od konca tunela za redčenje do držala za filter in

- pri dvojnem sistemu redčenja s celotnim tokom od konice sonde do sekundarnega tunela za redčenje.

Cev za prenos vzorca:

- se sme z neposrednim ogrevanjem ali s predogrevanjem zraka za redčenje ogreti na temperaturo sten največ 325 K (52 °C), pod pogojem, da temperatura zraka pred uvajanjem izpušnih plinov v tunel za redčenje ne presega 325 K (52 °C) in

- je lahko izolirana.

- SDT, sekundarni tunel za redčenje (slika 15)

Sekundarni tunel za redčenje naj ima premer najmanj 75 mm in naj bo dovolj dolg, da dvojno razredčeni vzorec ostane v njem najmanj 0,25 sekunde. Držalo za primarni filter FH mora biti nameščeno v območju 300 mm od izstopa iz SDT.

Sekundarni tunel za redčenje:

- se sme z neposrednim ogrevanjem ali s predogrevanjem zraka za redčenje ogreti na temperaturo sten največ 325 K (52 °C), pod pogojem, da temperatura zraka pred uvajanjem izpušnih plinov v tunel za redčenje ne presega 325 K (52 °C) in

- je lahko izoliran.

- FH, držalo za filter (sliki 14 in 15)

Za primarni in sekundarni filter se lahko uporablja eno držalo ali dve ločeni držali. Izpolnjene morajo biti zahteve iz točka 1.5.1.3. dodatka 1 k prilogi 3.

Držalo za filter:

- se sme z neposrednim ogrevanjem ali s predogrevanjem zraka za redčenje ogreti na temperaturo sten največ 325 K (52 °C), pod pogojem, da temperatura zraka ne presega 325 K (52 °C) in
- je lahko izolirano.
- P, črpalka za vzorčenje (sliki 14 in 15) mora biti nameščena dovolj daleč od tunela, da ostaja temperatura vhodnih plinov konstantna (± 3 K), če se ne uporablja korekcija pretoka s FC3.
- DP, črpalka zraka za redčenje (slika 15) (samo dvojni sistem redčenja s celotnim tokom) mora biti nameščena tako, da se sekundarni zrak za redčenje dovaja pri temperaturi 298 K (25 °C) ± 5 K.
- FC3, krmilnik pretoka (sliki 14 in 15)
 - Za kompenziranje pretoka delcev glede na nihanja temperature in protitlaka na poti vzorca se uporabi krmilnik pretoka, če ni na voljo nobenega drugega načina. Krmilnik pretoka pa je predpisan, če se uporablja elektronska kompenzacija pretoka EFC (slika 13).
- FM3, naprava za merjenje pretoka (sliki 14 in 15) (pretok vzorčenih delcev)
 - Plinomer ali merilniki pretoka delcev morajo biti nameščeni dovolj daleč od črpalke za vzorčenje, da ostane temperatura vsesanega zraka, če se ne uporablja korekcija pretoka s FC3, konstantna (± 3 K).
- FM4, naprava za merjenje pretoka (slika 15) (zrak za redčenje, samo dvojni sistem redčenja s celotnim tokom)
 - Plinomer ali merilniki pretoka zraka za redčenje morajo biti nameščeni tako, da ostane temperatura vsesanega zraka pri 298 K (25 °C) ± 5 K.
- BV, krogelni ventil (izbirno)

Notranji premer krogelnega ventila ne sme biti manjši od notranjega premera cevi za prenos delcev, čas njegovega preklopa pa mora biti krajši od 0,5 sekunde.

Opomba: če je zunanja temperatura v bližini PSP, PTT, SDT in FH pod 293 K (20 °C), je treba preprečiti izgube delcev na hladnih stenah teh delov. Zato se priporoča ogrevanje in/ali izoliranje teh delov v mejah, podanih v ustreznih opisih. Prav tako se priporoča, da med vzorčenjem temperatura na dotoku v filter ni nižja od 293 K (20 °C).

Pri velikih obremenitvah motorja se lahko zgoraj navedeni deli hladijo z neagresivnimi sredstvi, kakor je npr. ventilator, če temperatura hladilnega sredstva ni pod 293 K (20 °C).

⁽¹⁾ Slike 4 do 12 prikazujejo več tipov sistemov redčenja z delnim tokom, ki se običajno uporabljajo za preskus v ustaljenem stanju (NRSC). Za preskus v prehodnih pogojih obratovanja (NRTC) pa so zaradi strogih omejitev preskusov v prehodnih pogojih obratovanja dovoljeni samo tisti sistemi redčenja z delnim tokom (slike 4 do 12), ki izpolnjujejo zahteve iz dela "Zahteve za sistem redčenja z delnim tokom" iz točke 2.4. dodatka 2 k prilogi 3.