

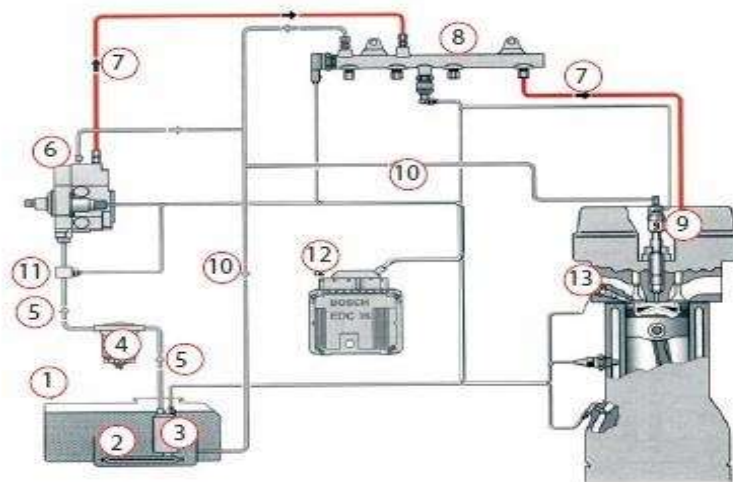
Pirmasis CR sistemos prototipas išrastas šveicarijos mokslininkų 1960 metais. 1990 - 1995 metais, didelis įdirbis atliktas „Magneti Marelli“ ir „Fiat“ kompanijos inžinierių. 1995 metais „Denso Corporation“ sukūrė krovininį sunkvežimį "Hino Raising Ranger" su savo „Common rail“ sistema ECD-U2.

Verta atkreipti dėmesį į tai kaip intensyviai „Bosch“ kompanijos specialistai dirbo su CR projektu, būtent šioje kompanijoje buvo sukurta šios sistemos serijinė gamyba lengvesiems automobiliams. Jau šimtą metų visi inovatyvūs atradimai automobilių technologijos srityje siejami su „Bosch“ vardu.

Pirmasis lengvasis automobilis su „Bosch“ CR sistema 1997 metais pagamintas yra „Alfa Romeo 156 1.9JTD“. Tais pačiais metais ši sistema buvo įdiegta ir į „Mercedes-Benz E 320 CDI“. „Common rail“ sistema savo veikimo principu panaši į benzininio variklio daugtaškį įpurškimo sistemą. Aukšto slėgio siurblys iš degalų bako degalus gauna žemo slėgio siurbliuko pagalba. Iš aukšto slėgio siurblio degalai patenka į aukšto slėgio vamzdį - skirstytuvą, iš čia degalai tiekiami į kiekvieno cilindro elektrohidraulinį purkštuvą. Purkštuvus valdo variklio valdymo kompiuteris, kuris įvertiną visų variklio jutiklių parametrus ir parenka optimaliausia įpurškimo laiką ir kiekį. Palyginus su skirstomaisiais ar sekcijiniais siurbliais, konstrukcija paprastesnė [12].

2.1. „Common rail“ sistemos veikimo principas

Toliau analizuojamas „Common rail“ sistemos veikimo principas, kuris pavaizduotas 2.1.1 pav.



2.1.1 pav. „Common rail“ sistemos veikimo principas

Žymėjimai: 1 – degalų bakas; 2 - pirminis degalų filtras; 3 - žemo slėgio degalų siurblys; 4 - degalų filtras; 5 - žemo slėgio degalų vamzdeliai; 6 - aukšto slėgio degalų siurblys; 7 - aukšto slėgio degalų vamzdeliai; 8 - aukšto slėgio degalų rezervuaras; 9 - purkštuvai; 10 - grįžtamasis degalų vamzdelis; 11 - degalų temperatūros jutiklis; 12 - elektroninis valdymo blokas; 13 - kaitinimo žvakė.

Vienas iš CR sistemos elementų aukšto slėgio siurblys. Iki dabar „Bosch“ jau pagamino aukšto slėgio siurblius: CP1,CP2,CP3,CP4. Maksimalus slėgis kurį siurblys siekia yra 1100 - 2700 Bar, priklausomai nuo tipo [5].

Didelis slėgis išpurškiamų degalų leidžia degalus išpurkšti garų pavidalu. Tokie degalai lengvai maišo su oru ir nereikalauja jokio papildomo išgarinimo. Dėl šitokio slėgio CR sistemos nelabai reiklios žvakių pakaitinimui jeigu temperatūra nėra labai žema.

„Bosch“ firmos siurblio konstrukciją sudaro trys stūmokliai, kurie yra išdėstyti vienoje plokštumoje kas 120°. Variklio darbo metu siurblio degalų slėgis pastoviai keičiasi, nes jis yra sukamas per grandinę, krumpliaračius arba diržą: kuo aukštesni apsisukimai - tuo didesnis slėgis. Varikliu dirbant laisvomis apskukomis apie 800 aps/min metu CP1 siurblys sudaro apie 350 bar slėgį, o variklio užvedimui reikia mažiausiai 250 bar slėgio.

Tikslų degalų slėgį skirstymo vamzdyje palaiko slėgio vožtuvas - DRV. Pirmoje CR sistemoje slėgio vožtuvas yra sumontuotas degalų skirstymo vamzdžio gale, o CP3 aukšto slėgio siurblyje vožtuvas yra sujungtas tiesiogiai su siurbliu. Norint sumažinant slėgį, kompiuteris duoda signalą ir atidaro slėgio vožtuvą ir degalų perteklius grąžinamas į baką [5].

Skirtingai negu benzininių variklių įpurškimo sistemos, elektromagnetinį purkštuvą valdo ne tiesiogiai, o per degalų hidraulinį kanalą. Atidarant arba uždariant šį kanalą atitinkamai leidžiama įpurkšti degalus arba uždaryti purkštuvą. Netiesioginis valdymas būdas naudoti žymiai kompaktiškesnius elektromagnetinius ar pjezoelektrinius valdymo vožtuvus kuriems nereikia daug energijos. Greitam veikimui purkštovo pavaros atidarymui reikalinga maždaug 90V įtampa. Purkštovo tarnavimo laikas yra apie vienas milijardas įpurškimo taktų, bet dažniausiai, būtent dėl to atsiranda gedimai susidėvėjus kanalo uždarymo ir slėgio sandarinimo dalims: spyruoklėms ir šaratakui. Nuo smūgių šitos dalys susidėvi 2 - 4 kartus greičiau nei kitos purkštovo dalys. Taip pat purkštovas nuo nekokybiškų degalų gali greitai užsiteršti. Purkštovo adatos išpurškimo skylutės labai nedidelės - apie 1 - 1,5 μm [5].

Dažniausia CR aukšto slėgio siurbliui degalai tiekiami iš žemo slėgio elektrinio siurblio, kitu atveju pats aukšto slėgio siurblys turi įmontuotą mechaninę žemo slėgio pompą. Daugumoje automobilių žemo slėgio siurblys yra įmontuotas degalų bake.

Dyzeliniam variklyje, kuris turi tiesioginį degalų įpurškimą, degimo procesas cilindre įvyksta kaip sproginimas, sukeltas labai staigų slėgio šuolį degimo kameroje, dėl to variklis dirba daug garsiau. Degimo procesui švelninti, buvo išrasti dviejų pakopų dyzeliniai purkštuvai, kurie kelis kartus įpurškėdavo kura vieno takto metu su šiais purkštuvais variklis dirbo tyliau.

Gebėjimas elektromagnetiniams purkštuvams greitai veikti dar labiau leido patobulinti dyzelinių degalų dozavimo į degimo kamerą procesą. Visas įpurškimo ciklas yra padalintas į kelias atskiras dalis. Naudojant mažą degalų kiekį prieš pagrindinį įpurškimą, leidžia žymiai sumažinti triukšmą ir vibracijas, o dar vienas įpurškimas po pagrindinio įpurškimo leidžia sumažinti teršalų išmetimą.

Šiuolaikiniuose varikliuose su pačia naujausia CR sistema, įpurškimo taktas gali būti padalintas į 10 atskirų įpurškimų. Toliau tobulinant šią degalų sistemą atsirado poreikis vis greitesnių dyzelinių purkštuvų. Nuo 2000 metų firma „Siemens VDO“ pradėjo įdieginti į purkštuvus pjezoelementus. Pjezoelementai turi savybę deformuotis veikiant elektros srovei. Gavęs reikiamos įtampos signalą, pjezoelementas deformuojasi ir pastumia purkštuvo antgalio adatą, taip uždarydamas degalų padavimą į kanalą. Degalų padavimo greitis tiesiogiai priklauso nuo to, kiek pjezoelemento pailgėjimas užtrunka ir priešingai kiek sutrumpėjimas užtrunka. Purkštuvai su pjezoelementu greičiau ir tiksliau įpurškia norimą degalų kiekį ir, yra labiau kompaktiškesnis už elektromagnetinį. Tokie purkštuvai turi mažiau judamų detalių, todėl mažiau susidėvi. Tačiau praktikoje purkštuvai su pjezoelementais genda tiek pat dažnai kaip ir elektromagnetiniai. Taip pat purkštuvai su pjezoelementu yra praktiškai neremontuojami.

Naudojant purkštuvus su pjezoelementu degalų sąnaudos gali sumažėti iki 20 %. 2005 metais „Siemens VDO“ ir „Bosch“ kompanijos buvo apdovanotos prestižiniais apdovanojimais: "Germany Future Prize" už pasiekimus taikant pjezoelementų technologiją benzininiuose ir dyzeliniuose purkštuvuose. Visos didžiausios dyzelinės įrangos gamintojos: „Bosch“, „Denso“, „Delphi“ ir „Siemens“ savo tolimesnius projektus sieja tik pjezo purkštuvais.

Šiuo metu beveik visos automobilių gamyklos į savo dyzelinius variklius montuoja tik CR sistemą.

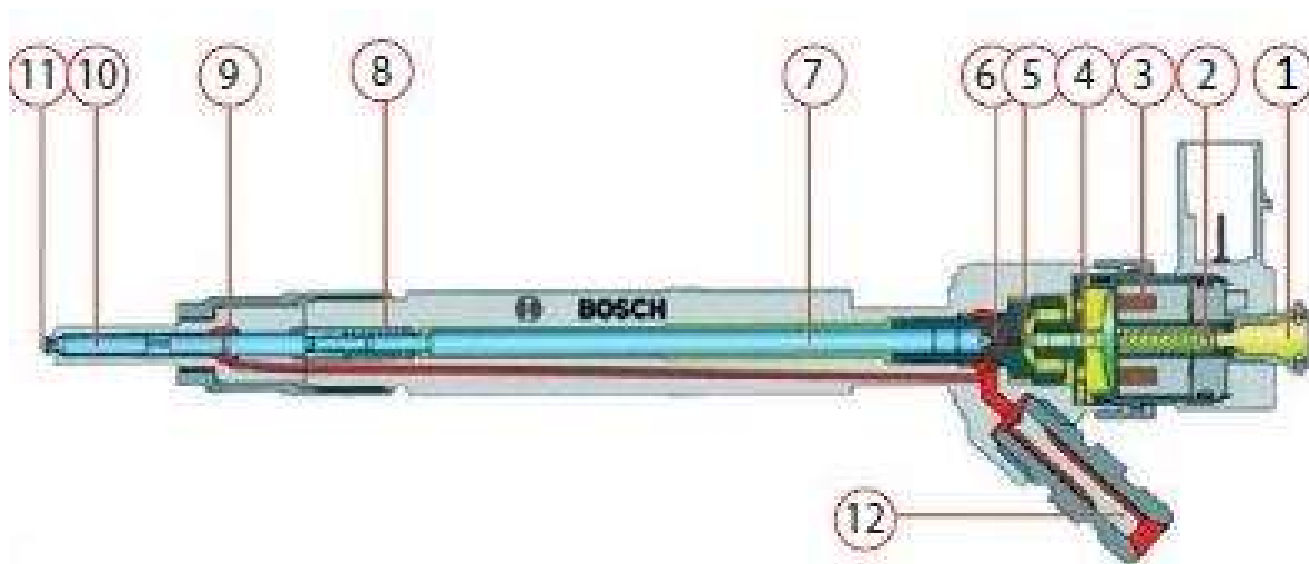
Viena iš CR sistemos trūkumų – labai aukšti reikalavimai dyzelinui. Amerikoje dėl žemos dyzelino kokybės lengvuosiuose automobiliuose rečiau naudojama CR sistema. Dėl nekokybiškų degalų, o taip pat ir biodegalų naudojimo, dažnai užsiteršia purkštuvai.

2.2. Elektromagnetiniai purkštuvai

Dyzelinių degalų „Common rail“ įpurškimo sistemoje purkštuvai trumpais didelio slėgio degalų vamzdeliais sujungti su degalų slėgio akumuliatoriumi. Purkštuvus degimo kameroje sandarina varinės tarpinės. Purkštuvai tvirtinimo elementais įtvirtinti cilindro galvutėje. CR purkštuvai, atsižvelgiant į purkštukų konstrukcijas, pritaikyti montuoti į tiesioginio įpurškimo dyzelinius variklius vertikalia ar pasvira padėtimi.

Sistemos ypatybė - sukuriamas įpurškimo slėgis nepriklausomai nuo variklio apsisūkimų ir įpurškiamų degalų kiekio. Įpurškimo pradžia ir įpurškiamų degalų kiekis keičiami elektra valdomais purkštuvais. Įpurškimo momentą valdo elektroninės dyzelinio variklio valdymo sistemos (EDC) kampo-laiko sistema. Tam reikalingi du sūkių dažnio jutikliai ant alkūninio veleno ir skirstymo veleno, kad būtų galima atpažinti cilindrus (fazių atpažinimas). Dyzelinių variklių deginių toksiškumo ir triukšmo mažinimas reikalauja optimalaus mišinio paruošimo, todėl purkštuvai privalo įpurkšti labai mažus pagalbinius degalų kiekius ir turi būti pritaikyti daugkartiniam įpurškimui.

Toliau 2.2.1 pav. pateikiama firmos „Bosch“ elektromagnetinio purkštuvo sandara.



2.2.1 pav. Firmos „Bosch“ elektromagnetinio purkštuvo sandara:

1 - grįžtamųjų degalų jungtis; 2 - spyruoklė; 3 - elektromagnetinė ritė; 4 - elektromagnetinis inkaras; 5 - vožtuvo rutuliukas; 6 - vožtuvo valdymo kamera; 7 - stūmiklis; 8 - purkštuko adatos spyruoklė; 9 - antgalio kamera; 10 - antgalio adata; 11 - įpurškimo adata; 12 - suslėgtų degalų tiekimo jungtis.

Elektromagnetinio purkštuvo sandara

Purkštuvą galima padalyti į atskirus funkcinis blokus:

- daugiasrautį purkštuką;
- hidraulinę stiprinimo sistemą;
- elektromagnetinį vožtuvą.

Degalai nuo didelio slėgio jungties tiekiami įtekėjimo kanalu prie purkštuko, taip pat pro įtekėjimo droselį į valdymo ertmę. Valdymo ertmė ištekėjimo droseliu, kurį gali atidaryti elektromagnetinis vožtuvas, sujungta su degalų nupylimo kanalu.

Veikimo principas

Veikiant varikliui ir tiekiant degalus didelio slėgio siurbliui, purkštuvo veikimą galima suskirstyti į keturis režimus:

- purkštuvus uždarytas (jį veikia didelis slėgis);
- purkštuvus atsidaro (įpurškimo pradžia);
- purkštuvus visiškai atidarytas;
- purkštuvus užsidaro (įpurškimo pabaiga).

Šie režimai gaunami paskirstant purkštuvo elementus veikiančias jėgas. Kai variklis neveikia ir akumuliatoriuje slėgio nėra, purkštuvą uždaro purkštuko spyruoklė.

Purkštuvus uždarytas (ramybės būsenai). Esant ramybės būsenai purkštuvui valdymo signalas netiekiamas. Elektromagnetinio vožtuvo spyruoklė spaudžia vožtuvo rutuliuką prie ištekėjimo droselio

lizdo. Valdymo ertmėje slėgis padidėja iki degalų slėgio akumuliatoriuje. Toks pat slėgis veikia ir purkštuko kameros tūryje. Į valdymo plunžerio galinį paviršių veikianti slėgio akumuliatoriuje jėga ir purkštuko spyruoklės jėga laiko purkštuko adatą uždarytą, nugalėdamos atidarančią jėgą, kuri veikia į pastarosios slėgio kūgį.

Purkštuvas atsidaro (įpurškimo pradžia). Purkštuvas yra ramybės būsenoje. Elektromagnetiniam vožtuvui tiekama „įtraukimo srovė“, kuri reikalinga greitam elektromagnetinio vožtuvo atidarymui. Reikalingi trumpi įjungimo laikai pasiekiami atitinkama valdymo bloko elektromagnetinio vožtuvo valdymo aukštomis įtampomis ir didelėmis srovėmis sistema.

Dabar jau įjungto elektromagneto magnetinė jėga nugalė vožtuvo spyruoklės jėgą. Inkaras pakelia vožtuvo rutuliuką nuo lizdo ir atidaro ištekėjimo droselį. Po trumpo laiko didelė įtraukimo srovė sumažinama iki nedidelės elektromagneto palaikymo srovės. Atsidarius ištekėjimo droseliui, degalai iš valdymo ertmės gali ištekėti į virš jos esančią ertmę ir degalų nupylimo kanalą į baką. Įtekėjimo droselis neleidžia slėgiams visiškai susilyginti. Taigi slėgis valdymo ertmėje mažėja. Dėl to slėgis valdymo ertmėje tampa mažesnis už slėgį purkštuko kameros ertmėje, kuris vis dar lygus slėgiui akumuliatoriuje. Mažėjant degalų slėgiui valdymo kameros ertmėje, sumažėja valdymo plunžerį veikianti jėga, todėl purkštuko adata pakyla. Įpurškimas prasideda.

Purkštuvas visiškai atidarytas. Purkštuko adatos pakilimo laikas ir greitis priklauso nuo degalų debito skirtumo pro įtekėjimo ir ištekėjimo droselius. Valdymo plunžeris pasiekia viršutinę atramą ir ten pasilieka, atsirėmęs į degalų pagalvę (hidraulinė atrama). Pagalvę sudaro degalų srautas, kuris nusistovi tarp įtekėjimo ir ištekėjimo droselių. Purkštuvas dabar yra visiškai atidarytas. Degalai įpurškiami į degimo kamerą slėgiu, kuris artimas slėgiui akumuliatoriuje.

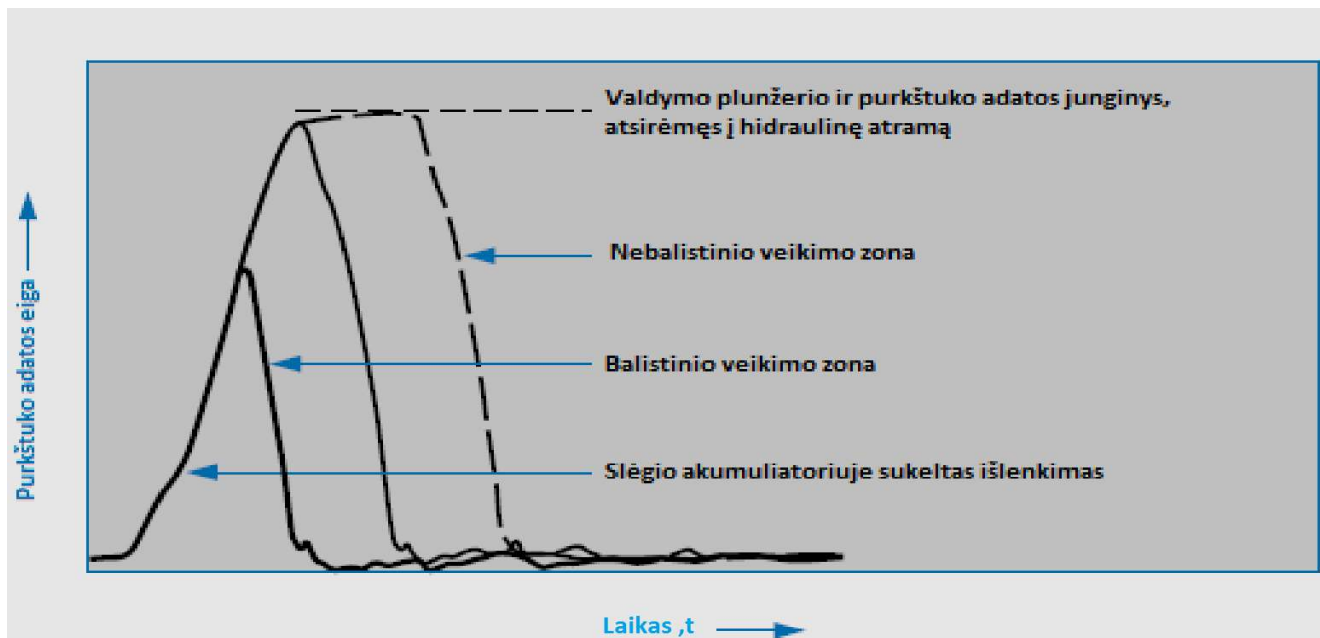
Jėgų pasiskirstymas purkštuve panašus į jėgų pasiskirstymą atidarymo fazės metu. Įpurkštų degalų kiekis, esant duotam slėgiui, proporcingas elektromagnetinio vožtuvo įjungtos padėties trukmei ir nepriklauso nuo variklio arba siurblio sūkių dažnio (laiko trukme valdomas įpurškimas).

Purkštuvas užsidaro (įpurškimo pabaiga) - išjungus elektromagnetinį vožtuvą, vožtuvo spyruoklė spaudžia inkarą žemyn, todėl vožtuvo rutuliukas uždaro ištekėjimo droselį. Uždarius ištekėjimo droselį, pro įtekėjimo droselį įtekantys degalai valdymo ertmėje vėl sukuria tokį patį slėgį, kaip ir akumuliatoriuje. Padidėjęs slėgis didesne jėga spaudžia valdymo plunžerį. Ši jėga iš purkštovo valdymo ertmės ir purkštuko spyruoklės jėga dabar nugalė purkštuko adatą keliančią jėgą ir purkštukas uždaromas. Įtekėjimo droselio pralaidumas nulemia purkštuko uždarymo greitį. Įpurškimas baigiasi, kai purkštuko adata vėl pasiekia purkštuko korpuso lizdą ir uždaro įpurškimo skylutes.

Šis netiesioginis purkštuko adatos valdymas hidrauline jėgos sustiprinimo sistema naudojamas todėl, kad purkštuko adatai greitai atidaryti reikalingų jėgų elektromagnetiniu vožtuvu tiesiogiai gauti negalima. Greita įpurškiamo degalų kiekio papildomai reikalingas „valdymo kiekis“ pro valdymo ertmės droselius patenka į degalų nupylimo kanalą.

Prie valdymo kiekio prisideda pro purkštuko adatą ir vožtuvo plunžerio kreipiamąją pratekančių degalų kiekis. Valdymo ir pratekančių degalų kiekiai nupylimo kanalu ir magistraliniu vamzdeliu, prie kurio prijungtas praleidimo vožtuvas, didelio slėgio siurblys ir slėgio reguliavimo vožtuvas, grąžinami atgal į degalų baką.

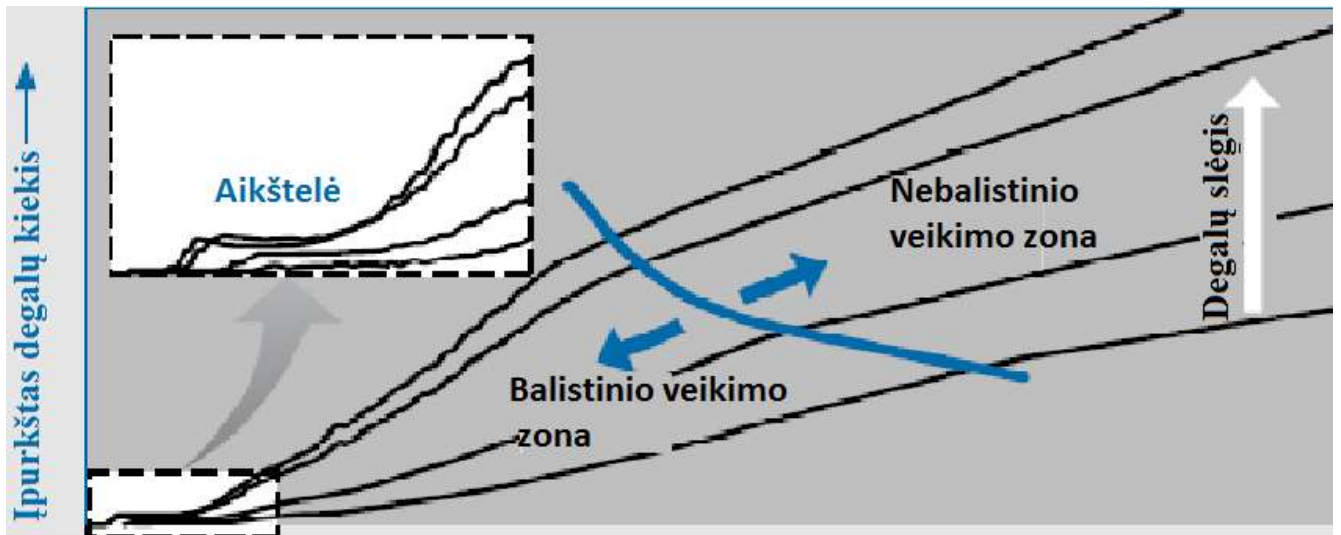
Toliau 2.2.2 pav. pavaizduotos purkštovo su eigos atrama purkštuko adatos eigų charakteristikos.



2.2.2 pav. Purkštovo su eigos atrama purkštuko adatos eigų charakteristikos [5]

Charakteristikų variantai. Charakteristikos su kiekio aikštelėmis

Purkštuvų charakteristikose galima išskirti balistinio ir nebalistinio veikimo zonas. Esant pakankamai ilgai įjungimo trukmei, valdymo plunžerio ir purkštuko adatos junginys pasiekia hidraulinę atramą (2.2.2 pav.). Zona, kol purkštuko adata pasiekia maksimalią eigą, yra balistinio veikimo zona. Kiekio charakteristikoje, kuri vaizduoja įpurškiamų degalų kiekio priklausomybę nuo įjungimo trukmės (žr. 2.2.3 pav.), balistinio ir nebalistinio veikimo zonas skiria staigus charakteristikos lūžis. Kita kiekio charakteristikos ypatybių aikštelė esant mažoms įjungimo trukmėms. Ši aikštelė susidaro dėl elektromagneto inkaro vibracijų atidarant. Šioje zonoje įpurškiamų degalų kiekis nepriklauso nuo įjungimo trukmės. Todėl galima stabiliai pasiekti mažus įpurškiamų degalų kiekius. Tik pasibaigus inkaro vibracijoms, pasiekiamas tiesiškas įpurškiamų degalų kiekio didėjimas, didėjant įjungimo trukmei [5].



2.2.3 pav. Purkštuvu su eigos atrama įpurškiamų degalų kiekio charakteristikos [5]

Mažo degalų kiekio įpurškimai (trumpa įjungimo trukmė) buvo pradėti naudoti kaip pagalbiniai įpurškimai triukšmui sumažinti. Papildomi įpurškimai po pagrindinio įpurškimo pagerina suodžių oksidaciją tam tikrose darbo režimų srityse [5].

Charakteristikos be kiekio aikštelių, kad deginių toksiškumas atitiktų vis griežtėjančias normas, buvo pradėtos naudoti purkštuvų įpurškiamų kiekių išlyginimo (PKI) ir nulinio kiekio kalibravimo (NKK) funkcijoms, taip pat trumpi tarpai tarp pagalbinių, pagrindinio ir papildomo įpurškimų. (PKI) funkcija galima tiksliai nustatyti purkštuvų be aikštelės zonos pagalbinių įpurškimo kiekį. (NKK) funkcija galima koreguoti įpurškiamo degalų kiekio dreifą mažų slėgių zonoje eksploatacijos metu. Šių abiejų sistemos funkcijų naudojimo būtina sąlyga yra pastovus tiesiškas kiekio didėjimas, t. y. įpurškiamų degalų kiekio charakteristika be aikštelės (2.2.4 pav.). Jei papildomai valdymo plunžerio ir purkštuko adatos junginys vardiname režime nesiekia atramos, tai pasiekiamas visiškai balistinis valdymo plunžerio veikimas be degalų kiekio charakteristikos išlinkimo [5].



2.2.4 pav. Purkštuvu be eigos atramos įpurškiamų degalų kiekio charakteristikos[5]

Purkštuvų variantai

Skiriamos dvi elektromagnetinių purkštuvų elektromagnetų konstrukcijos:

- purkštuvai su vienos dalies inkaru (1 spyruoklės sistema);
- purkštuvai su dviejų dalių inkaru (2 spyruoklių sistema).

Garantuojami trumpi tarpai tarp įpurškimų, kai uždarant inkaras labai greitai grįžta į ramybės būseną. Tai geriausiai realizuojama dviejų dalių inkaru su papildomos eigos atrama. Uždarymo metu inkaro plokštelė juda žemyn. Inkaro plokštelės spyruokliavimą riboja papildomos eigos atrama, todėl visas inkaras greičiau grįžta į ramybės padėtį. Atskyrus mases prie inkaro ir suderinus parametrus, inkaro atsokimai uždarant baigiasi greičiau. Todėl dviejų dalių inkaru galima pasiekti trumpesnius tarpus tarp dviejų įpurškimų.

2.3. Pjezoelektrinis purkštuvas

Sandara ir reikalavimai: pjezoelektrinio purkštuvo sandarą schematiškai galima suskirstyti į šias grupes:

- aktyvatoriaus modulį;
- hidraulinę sąsają arba perdavą;
- valdymo arba sekos vožtuvą;
- purkštuko modulį.

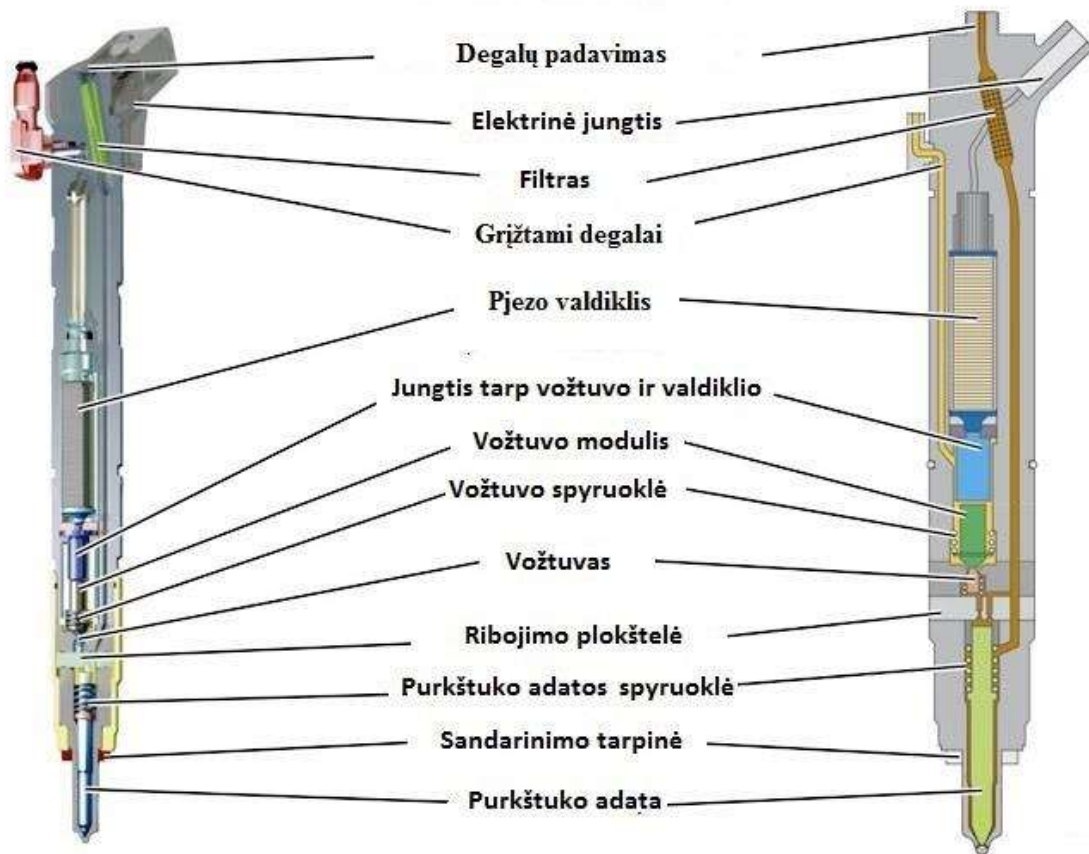
Kuriant purkštuvą stengiamasi pasiekti didelį bendrą pavaros grandinės, sudarytos iš aktyvatoriaus, hidraulinės sąsajos ir valdymo vožtuvo, standumą. Kita konstrukcinė ypatybė - nebėra purkštuko adatą veikiančių mechaninių jėgų, kurias iki tol naudotuose elektromagnetais valdomuose purkštuvuose sukurdavo valdymo plunžeris. Šiomis priemonėmis buvo efektyviai sumažintos judančios masės bei trintis ir, palyginus su tradicinėmis sistemomis, pagerintas purkštuvo stabilumas bei sumažintas įpurškimo nukrypimas.

Papildomai ši sistema gali pasiekti labai trumpus atstumus („hidraulinį nulį“) tarp įpurškimų. Degalų dozavimo procesas gali būti sudarytas taip, kad vienam darbo ciklui skiriama iki penkių įpurškimų ir taip priderinama prie variklio darbo režimo reikalavimų.

Valdymo vožtuvą priartinus prie purkštuko adatos, adata tiesiogiai reaguoja į aktyvatoriaus suveikimą. Uždelsimo trukmė nuo elektrinio valdymo signalo pradžios iki purkštuko adatos hidraulinės reakcijos lygio maždaug 150 milisekundžių. Taip galima įvykdyti vienas kitam prieštaraujančius didelio adatos greičio ir kartu mažiausių atkartojamų įpurškimų realizavimo reikalavimus.

Be to, veikimo principas nereikalauja purkštuke tiesioginio degalų nupylimo iš didelio slėgio kontūro į mažo slėgio kontūrą. Dėl to padidėja visos sistemos hidraulinis naudingumo koeficientas [10].

Toliau 2.3.1 pav. pavazduota pjezoelektrinio purkštuvo sandara.



2.3.1 pav. Pjezoelektrinio purkštuvo sandara

Veikimo principas

Pjezoelektrinio purkštuvo purkštuko adata valdoma netiesiogiai sekos vožtuvu. Norimas įpurškėti degalų kiekis reguliuojamas vožtuvo įjungimo trukme. Kai valdymo signalas netiekiamas, aktyvatorius yra išėitęs padėtyje su uždarytu sekos vožtuvu, t. y. didelio slėgio kontūras atskirtas nuo mažo slėgio kontūro.

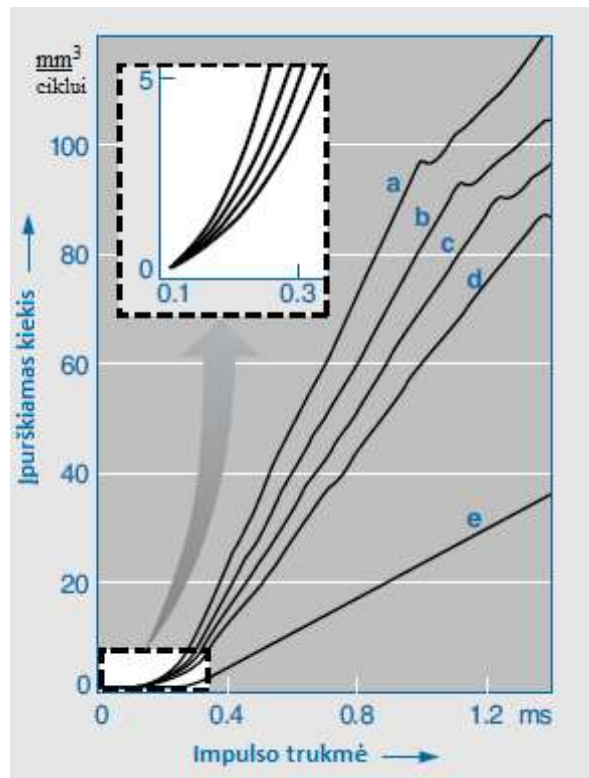
Valdymo ertmėje veikiantis akumulatoriaus slėgis laiko purkštuką uždarytą. Įjungiant pjezo aktyvatorių, atidaromas sekos vožtuvas ir uždaromas praleidimo kanalas. Dėl ištekėjimo ir įtekėjimo droselių pralaidumo skirtumo slėgis valdymo ertmėje mažėja ir purkštukas atidaromas. Valdant ištekantis degalų kiekis pro sekos vožtuvą teka į visos sistemos mažo slėgio kontūrą.

Kad būtų pradėtas uždarymo procesas, aktyvatorius iškraunamas ir sekos vožtuvas vėl atidaro praleidimo kanalą. Dabar pro įtekėjimo ir ištekėjimo droselius priešinga kryptimi valdymo ertmė užpildoma ir slėgis joje didėja. Kai tik pasiekiamas reikiamas slėgio lygis, purkštuko adata pradeda judėti ir įpurškimo procesas baigiamas.

Dėl tokios vožtuvo konstrukcijos ir vykdymo sistemos didesnės dinamikos gaunama, palyginti su tradicinės sandaros purkštuvais, t. y. su valdymo plunžeriu ir 2/2 vožtuvu, ženkliai mažesnė purškimo trukmė. Tai teigiamai veikia deginių emisiją ir variklio galią. Dėl variklio reikalavimų EU4 atžvilgiu

purkštuvu charakteristikos buvo optimizuotos koregavimo funkcijoms (purkštuvų įpurškiamų degalų kiekio išlyginimui ir nulinio kiekio kalibravimui) panaudoti. Taip pagalbinį įpurškimą galima atlikti bet kaip, o purkštuvui veikiant visiškai balistiškai, degalų kiekio išlyginimo funkcija degalų kiekio netolygumą charakteristikoje gali sumažinti iki minimumo [10].

Toliau pateikiami įpurškiamų degalų kiekiai esant įvairiems slėgiams: a – 1600 bar; b – 1200 bar; c – 1000 bar; d – 800 bar; e – 250 bar (žr. 2.3.2 pav.).



2.3.2 pav. Įpurškiamų degalų kiekiai esant įvairiems slėgiams: [5]
a – 1600 bar; b – 1200 bar; c – 1000 bar; d – 800 bar; e – 250

Hidraulinės sąsajos veikimas

Kitas pagrindinis pjezoelektrinio purkštuvu konstrukcinis elementas yra hidraulinė sąsaja, kuri turi atlikti tokias funkcijas:

- perduoti ir sustiprinti aktyvatoriaus eigą;
- kompensuoti galintį atsirasti (pvz., dėl šiluminio plėtimosi) tarpelį tarp aktyvatoriaus ir sekos vožtuvo;
- „Fail-safe“ funkciją (automatinį apsauginį įpurškimo išjungimą elektrinio gedimo atveju).

Aktyvatoriaus modulį ir hidraulinę sąsają supa dyzeliniai degalai, kurių slėgis lygus -10 bar. Kai aktyvatoriui netiekiamas valdymo signalas, hidraulinėje sąsajoje slėgis yra pusiausvyroje su jį supančių degalų slėgiu. Temperatūros svyravimų sukelti ilgio pokyčiai kompensuojami nedideliais pratekėjimais pro tarpelius tarp abiejų plunžerių ir jų kreipiamųjų. Todėl visą laiką išlaikomas aktyvatoriaus ir sekos

vožtuvo jėginis sujungimas. Dabar norint gauti įpurškimą, aktyvatoriui tol tiekama įtampa (110 - 150 V), kol pažeidžiama įjungimo vožtuvo ir aktyvatoriaus jėgų pusiausvyra. Dėl to slėgis sąsajoje didėja, o nedidelis pratekančių degalų kiekis teka pro plunžerių kreipiamąsias iš sąsajos į purkštovo mažo slėgio kontūrą. Kai įjungimo trukmė lygi kelioms milisekundėms, dėl to atsirandantis slėgio kritimas sąsajoje neturi įtakos purkštovo veikimui.

Kai įpurškimo procesas baigiasi, hidraulinė sąsaja turi būti vėl užpildoma trūkstamu degalų kiekiu. Dabar tai vyksta priešinga kryptimi: pro plunžerio kreipiamosios tarpelį, veikiant slėgių hidraulinėje sąsajoje ir purkštovo mažo slėgio kontūre skirtumui. Kreipiamosios tarpelis ir mažo slėgio lygis taip suderinami, kad iki kito įpurškimo ciklo hidraulinė sąsaja būtų vėl visiškai užpildyta [5].

„Common rail“ pjezoelektrinio „in-line“ purkštovo valdymas

Purkštuvą valdo variklio valdymo blokas, kurio galinė pakopa sukurta specialiai šiems purkštuvams. Pagal priderintą darbo režimui reikalingą slėgį akumuliatoriuje nustatoma reikiama valdymo įtampa. Srovė tiekama impulsais, kol pasiekiamas minimalus reikiamos ir valdymo įtampų nukrypimas. Įtampos didėjimas proporcingai paverčiamas pjezo aktyvatoriaus eiga. Hidrauline pavara aktyvatoriaus eiga didina slėgį sąsajoje, kol pažeidžiama valdymo vožtuvą veikiančių jėgų pusiausvyra ir vožtuvas atsidaro. Kai tik valdymo vožtuvas pasiekia galinę padėtį, slėgis valdymo kameroje virš purkštuko adatos pradeda mažėti ir įpurškimas prasideda [9].

Pjezoelektrinio „in-line“ purkštovo privalumai:

- Daugkartinis įpurškimas su keičiama įpurškimo pradžia ir laiko tarpais tarp atskirų įpurškimų;
- Labai maži pagalbinio įpurškimo degalų kiekiai;
- Mažas purkštovo dydis ir svoris (270 g. vietoje 490 g.);
- Mažas triukšmas (-3 dB [A]).
- Mažesnės degalų sąnaudos (-3 %).
- Mažesnė kenksmingų medžiagų emisija (-20 %);
- Variklio galios padidėjimas (+7 %). [9]