

Soluții energetice pentru motoare policarburant

Necesitatea utilizării cât mai intensive a produselor petroliere pe de o parte, iar pe de altă parte oportunitatea folosirii unei game cât mai largi de combustibili pentru autovehiculele cu destinație specială, au adus în actualitate problema motorului de tip *policarburant*, adică motorul susceptibil de a funcționa cu un spectru larg de combustibili, de la motorine la petroluri lampante, respectiv carburanți mai ușori, mai ales de tipul celor folosiți la turbomotoare.

Astfel, obținerea unui motor capabil să funcționeze cu o gamă largă de combustibili prezintă un interes deosebit. Dificultatea problemei constă, printre altele, în proprietățile diferite ale combustibililor folosiți.

Pentru realizarea acestor motoare s-au conturat **două** căi.

Prima, are ca structură de bază **motorul cu aprindere prin scântei** care însă a fost privit din acest punct de vedere cu suficiente restricții, ținând seama de faptul că el necesită combustibili cu calități antidetonante, precum și un amestec cât mai omogen, condiții ce nu sunt satisfăcute de combustibilii grei. Aceste dezavantaje pot fi în mare parte înlăturate, prin folosirea unor soluții specifice de stratificare a amestecului. Se poate astfel asigura, la sarcini mici ale motorului, posibilitatea injectării combustibilului numai în regiunile de lângă bujii, creându-se astfel amestecuri ce se aprind și ard ușor. În celelalte regiuni ale camerei de ardere se asigură un amestec mai sărac sau chiar se suprimă complet combustibilul. Pentru o astfel de structură a amestecurilor, reglarea motorului se poate face până la sarcini foarte reduse păstrând neschimbată greutatea aerului și modificând, fără a înrăutăți arderea, numai doza de combustibil. În plus, printr-un astfel de reglaj se reduce sensibil consumul de combustibil la sarcini mici.

În **fig. 10.1** se prezintă o soluție de motor care asigură, în bune condiții, stratificarea amestecului satisfăcând în același timp dezideratele de mai sus [5]. Ca particularitate, camera de ardere, la extremitatea căreia este plasat injectorul, este cilindrică și este pusă în comunicație cu cilindrul printr-un difuzor cu secțiune mare. Pe scurt, procesele din timpul funcționării acestui motor se derulează în felul următor. În timpul cursei de comprimare aerul din interiorul camerei de ardere cilindrice este comprimat la rândul său, fără mișcări turbulente, în interiorul acesteia. La funcționarea cu sarcini mici, injecția se termină devreme, într-un moment în care o parte din aer se găsește încă în

cilindru. Acesta pătrunde ulterior în camera cilindrică și blochează amestecul perfectat în zona vecină bujiei, formând o pernă de aer ce vine în contact cu suprafața pistonului.

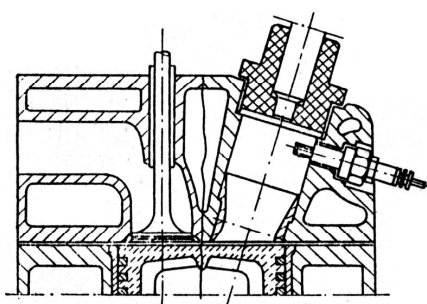


Fig. 10.1 Soluție de stratificare a amestecului

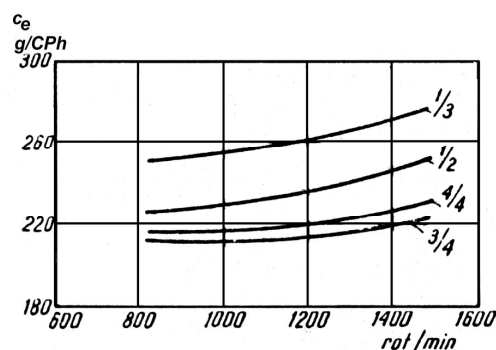


Fig. 10.2 Evoluția consumului specific de combustibil

În absența turbulenței nu poate fi vorba de amestecarea gazelor din cele două zone; cele de lângă bujie se vor aprinde și vor arde în condiții aproape identice, indiferent de sarcina motorului, perna de aer de lângă piston reducând considerabil solicitările termice ale acestuia.

În **fig. 10.2** se prezintă variația consumului specific în funcție de turație, la diferite sarcini, pentru acest tip de motor. Se observă că minimum consumului specific s-a obținut la sarcina de 75% și turația de 800 [rpm], fiind de 288 [g/kW·h] (212 [g/CP·h]). Stratificarea amestecului după această soluție a permis funcționarea stabilă a motorului, fără laminarea aerului pe admisie, până la o sarcină de 16%. În același timp, motorul a funcționat în condiții normale atât cu benzină cât și cu alcool și chiar cu motorină. Cu nici unul dintre acești combustibili, după 1000 ore de funcționare, nu s-au constatat depuneri de produse ale arderii incomplete, uzuri anormale ale segmentilor sau diluarea uleiului din carter [5, 14].

Referindu-ne la această soluție de motoare care au aprindere electrică se constată că ele necesită rapoarte de comprimare limitate strict la valorile ce le asigură un randament optim. Din acest punct de vedere este vorba de un avantaj față de soluțiile bazate pe motoarele cu aprindere prin comprimare la care, după cum se cunoaște, pentru ușurința pornirii se adoptă rapoarte de comprimare superioare valorilor ce conduc la randamente și solicitări mecanice optime.

Pe de altă parte, aceste motoare cu injecție pot utiliza, în bune condiții, combustibili cu o volatilitate foarte variată. **Fig. 10.3** sugerează comparația care se poate face din acest punct de vedere între cele mai reprezentative motoare [5].

Se pun în discuție motoare policarburant realizate după soluția de mai sus, între care reprezentative sunt cele tip *Hesselman*, cele cu aprindere prin comprimare (Diesel) și cele cu carburator. În timp ce primele pot folosi combustibili cu indici cetanici cuprinși între 0 și 50, respectiv cu indici octanici

între 20 și 120, motoarele diesel se limitează la combustibil cu indici cetanici între 35 și 65, iar cele cu carburator, folosite până nu demult, la combustibili cu indici cetanici între 0 și 30.

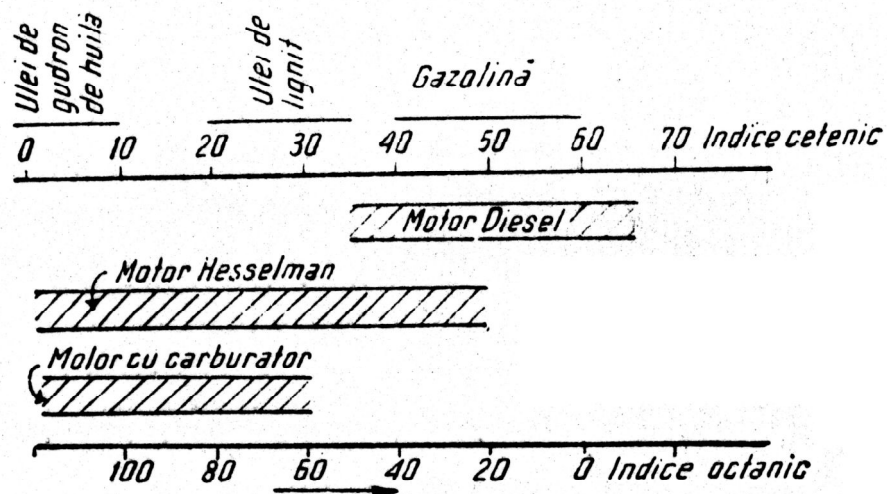


Fig. 10.3 Domenii de utilizare a diferitelor tipuri de combustibil

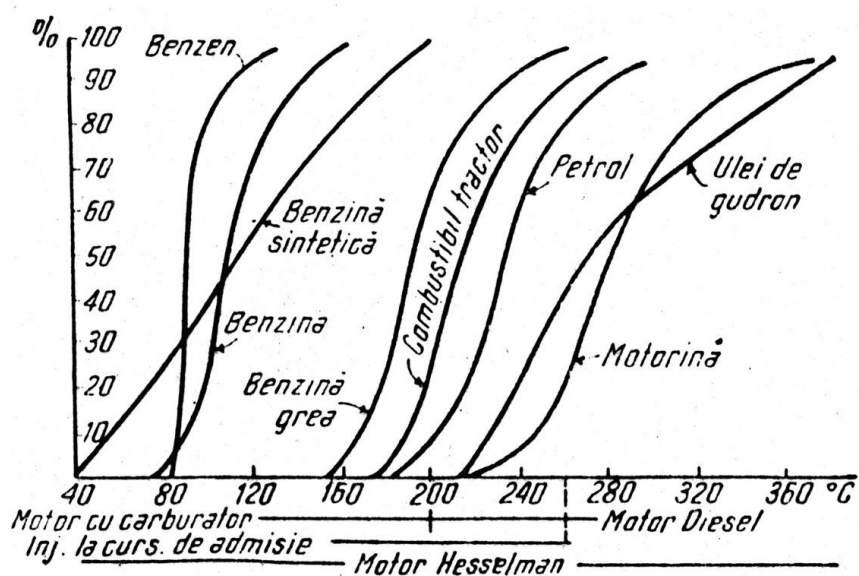


Fig. 10.4 Curbele de vaporizare a diferitelor tipuri de combustibil

Fig. 10.4 prezintă curbele de vaporizare ale câtorva combustibili curenți folosiți și domeniile lor de utilizare [5]. Atât din **fig. 10.3** cât și din **fig. 10.4**, reiese superioritatea, din acest punct de vedere, a motoarelor policarburant de tip *Hesselman*, realizate după soluția constructiv-funcțională descrisă mai sus. Această scurtă analiză conduce în același timp la *două concluzii cu caracter practic*. Astfel, combustibilul ușor volatil, adică benzenul și benzina, se pot injecta în cilindrul motorului sau chiar în conducta de admisie pe durata cursei de admisie, obținându-se astfel, pe de o parte vaporizări complete și amestecuri omogene, iar pe de altă parte utilizări bune ale oxigenului și puteri litrice mari. Contrar, combustibilii cu indici octanici reduși este preferabil să se injecteze în timpul cursei de comprimare, într-un moment bine optimizat; deși se poate compromite parțial vaporizarea se evită însă aprinderile premature. Tot pe durata cursei de comprimare vor trebui injectați combustibilii greu volatili, în scopul evitării tendinței de separare din amestec a picăturilor acestora.

Experimentări realizate pe un motor monocilindric cu alezajul de 105 [mm], cursa de 136 [mm] și rapoarte de comprimare modificate între 6 și 8, alimentat succesiv atât cu combustibili ușor cât și greu volatili, demonstrează, așa cum rezultă din diagramele prezentate în **fig. 10.5**, că în domeniul amestecurilor bogate, caracterizate prin $\lambda < 1$, utilizarea combustibililor ușor volatili conduce la rezultate superioare față de cazul celor greu volatili. Acest lucru se apreciază prin presiuni medii efective mai mari, consum specific de căldură mai redus și temperaturi ale gazelor evacuate mai coborâte [5].

În **fig. 10.6** se arată influența avansului la injecție, în cazul alimentării cu combustibili greu volatili [5]. După cum se observă, minimul consumului specific de căldură precum și valoarea maximă a presiunii medii efective au fost obținute pentru un avans la injecție de aproximativ 33 [°RAC].

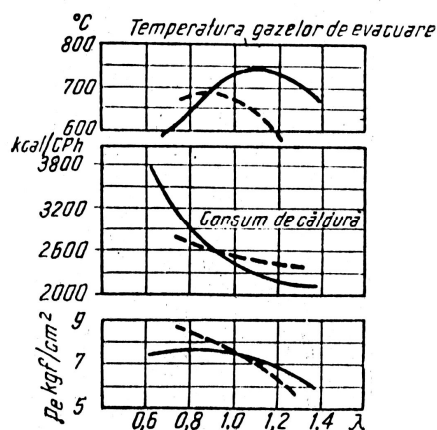


Fig. 10.5 Rezultate obținute prin alimentarea unui motor cu diferiți combustibili

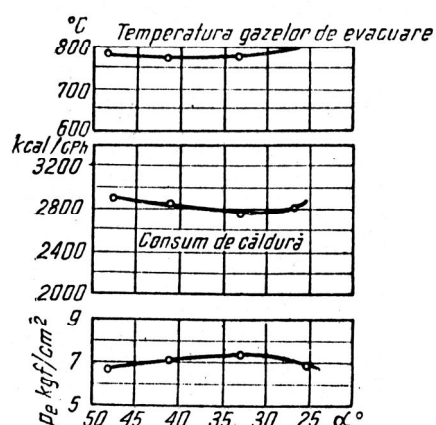


Fig. 10.6 Influența avansului la injecție în cazul alimentării cu combustibili greu volatili

În situația alimentării motorului cu esențe volatile, influența avansului la injecție pentru trei valori ale excesului de aer ($\lambda = 0,7; 0,84$ și 1) este prezentată în **fig. 10.7**. Cele mai bune rezultate se obțin, așa cum s-a arătat anterior, injectând combustibilul în timpul cursei de admisie cu $60 [^\circ\text{RAC}]$ înainte de PME, adică cu un avans de $240 [^\circ\text{RAC}]$ față de PMI.

A doua variantă de realizare a motoarelor policarburant este constituită de obținerea lor pe baza **motoarelor cu aprindere prin comprimare**. Deși această lucrare nu se referă la problematica echipamentului de alimentare a motoarelor cu aprindere prin comprimare, s-a considerat totuși utilă dezvoltarea pe scurt, în continuare, a câtorva aspecte legate de realizarea motoarelor policarburant, care de cele mai multe ori se situează la granița dintre cele două mari categorii de motoare. Plecând de la faptul că temperatura la sfârșitul cursei de comprimare trebuie să fie superioară temperaturii de autoaprindere a combustibilului, se impune să se aibă în vedere diferențele care apar între diverși combustibili în raport cu această temperatură de autoaprindere.

Pentru mărirea temperaturii la finele cursei de comprimare se conturează două soluții. Prima presupune mărirea raportului de comprimare, iar a doua răcirea diferențiată a anumitor regiuni, în cazul motoarelor cu cameră de ardere divizată, astfel încât autoaprinderea să fie facilitată prin aportul de energie termică preluat de pe suprafețele fierbinți cu care vine în contact combustibilul.

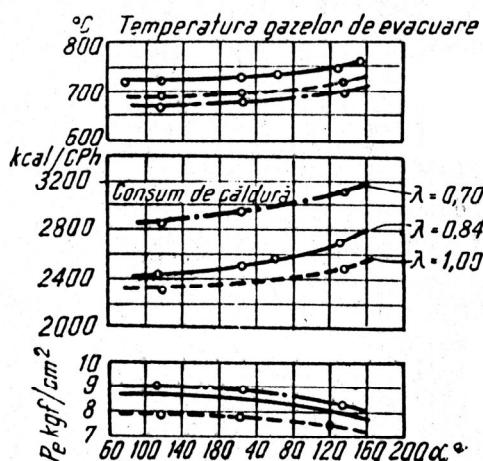


Fig. 10.7 Influența avansului la injecție în cazul alimentării cu combustibili volatili

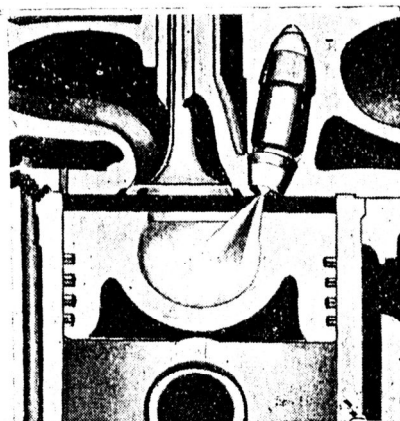


Fig. 10.8 Camera de ardere a motorului **M**

Din categoria motoarelor policarburant, realizate în conformitate cu prima soluție care prevede majorarea raportului de comprimare în vederea realizării unor temperaturi mari, impusă de anumiți combustibili, se menționează motoarele *Daimler-Benz OM 321*, având raportul de comprimare 26, *MWM* cu raportul de comprimare 21, motoarele cu injecție directă *MAN-M* cu raportul de comprimare 21,3 și motoarele *GMC* cu raportul de comprimare 23.

Se apreciază că realizarea unor motoare policarburant care funcționează după *Procedeul M*, prezintă o serie de avantaje, motiv pentru care au început să fie mai răspândite. De altfel, la o analiză mai atentă se constată că *aceste motoare îmbină ambele soluții menționate utilizând atât rapoarte de comprimare mari, cât și un aport termic în interiorul camerei de ardere din piston* [3, 8, 14].

Procedeul M, introdus de *Dr. J.S. Meurer*, constituie în esență o soluție simplă și eficientă de îmbunătățire a procesului de funcționare a motoarelor Diesel. Acest procedeu folosește o cameră de ardere specifică, de formă sferică, plasată în piston, (**fig. 10.9**) [3, 4, 17, 19]. Fazele tipice ale proceselor sunt ilustrate în **fig. 10.9, a, b, c, d**.

În cadrul acestui procedeu un rol important îl are mișcarea turbionară a aerului în camera de ardere, obținută încă din timpul cursei de admisie, printr-o profilare spiralată a canalului de admisie sau, uneori, prin utilizarea supapei cu ecran (**fig. 10.9.a**).

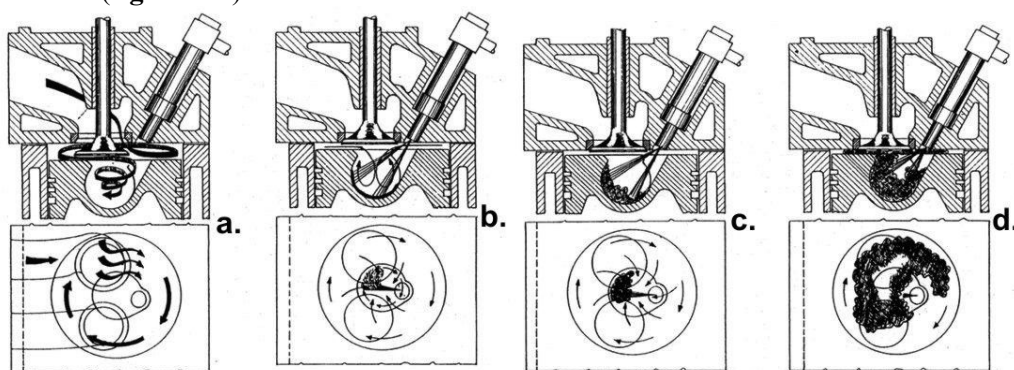


Fig. 10.9 Fazele tipice proceselor procedurii *M*

La apropierea rapidă a pistonului de PMI, aerul din zona circulară de *squish* care înconjoară camera de ardere este puternic comprimat către centrul camerei, apoi dirijat forțat, inițial în partea sa inferioară, unde urmează conturul peretelui camerei, după care este împins spre partea superioară unde suferă o comprimare suplimentară datorită interstițiului redus în raport cu chiulasa motorului (**fig. 10.9.b**). Chiar înainte de finalul cursei de comprimare combustibilul este injectat prin două jeturi sub un unghi ascuțit față de pereții camerei de ardere. La atingerea pereților camerei de ardere, datorită turbioanelor de aer existente se produce pulverizarea în dreptul suprafețelor acestora, sub forma unei pelicule cu grosimea de 0,012 – 0,015 [mm], evitându-se astfel *reflexia* combustibilului din jeturi (**fig. 10.9.c**).

La parcurgerea distanței dintre injector și pereții camerei de ardere, o parte a combustibilului injectat (circa 5 – 10% din cantitatea totală injectată pe ciclu) se vaporizează și se autoaprinde, cu o întârziere redusă. Restul combustibilului, în contact cu circa 75% din suprafața peretelui camerei de

ardere care are o temperatură ridicată, se vaporizează treptat și, în aceeași măsură, este antrenat de vârtejul de aer din cameră formând un amestec omogen care arde treptat în apropierea centrului camerei de ardere, într-un front de flacără extins provenit de la nucleul inițial de ardere, ceea ce evită mersul brutal al motorului. Pentru vaporizarea completă a combustibilului, temperatura pereților camerei de ardere trebuie menținută între 180 [°C] și 340 [°C]; dacă însă temperatura crește peste valoarea maximă, există condiții de apariție a fenomenului de cracare a combustibilului. Este de remarcat că acest fenomen de vaporizare a dozei majoritare de combustibil de pe peretele camerei de ardere sferice, conferă motorului avantajele unei largi *policarburări*, putând folosi cu maximă economicitate orice combustibil având punctul de fierbere între 40 [°C] și 400 [°C] [3, 17, 19].

Energia obținută prin propagarea arderii în interiorul cavității camerei de ardere, produce o creștere rapidă a presiunii, urmată de destinderea gazelor arse (fig. 10.9.d), fenomen care se suprapune parțial cu primul.

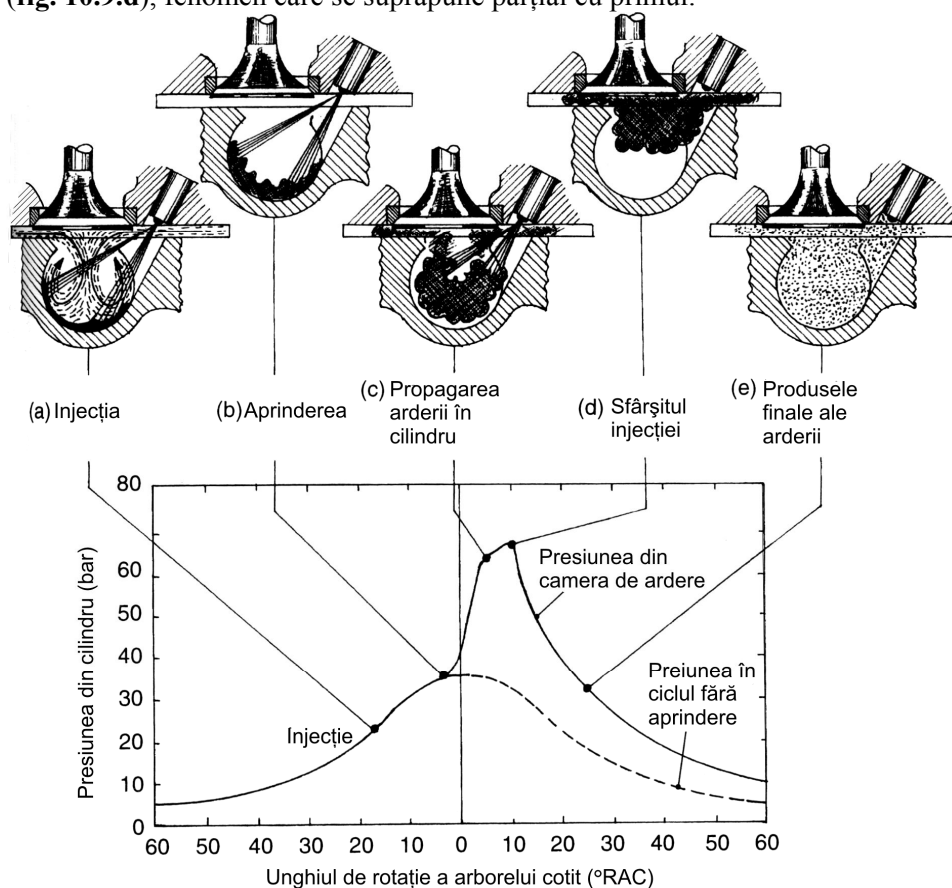


Fig. 10.10 Corelarea fazelor proceselor cu diagrama de ardere la motorul *M*:
a – injecție; *b* – aprindere; *c* – ardere; *d* – sfârșitul injecției; *e* – produse ale arderii complete

La anumite motoare funcționând după acest procedeu se folosește un singur jet de combustibil, formarea peliculei fiind favorizată de degajarea existentă la gura camerei de ardere în partea din care se efectuează injecția. În continuare, unghiul ascuțit pe care-l formează jetul de combustibil cu peretele camerei de ardere contribuie, de asemenea, la formarea acestei pelicule de combustibil.

O imagine completă a fazelor procesului de ardere din interiorul camerei de combustie, de la începutul injecției până la sfârșitul arderii, corelate cu diagrama de ardere este redată în **fig. 10.10**.

Printre avantajele principale ale motoarelor care funcționează după **procedeu M** se pot enumera: funcționarea lină a motorului datorită unei arderi fără creșteri foarte mari de presiune, fără bătaii și vibrații indiferent de sarcină, reducerea excesului de aer de la 1,62 la 1,15, reducerea fumului la evacuare, diminuarea consumului specific de combustibil prin îmbunătățirea arderii, obținerea unor presiuni medii efective mai mari și nu în ultimul rând sensibilitate foarte redusă în raport cu calitatea combustibilului utilizat.

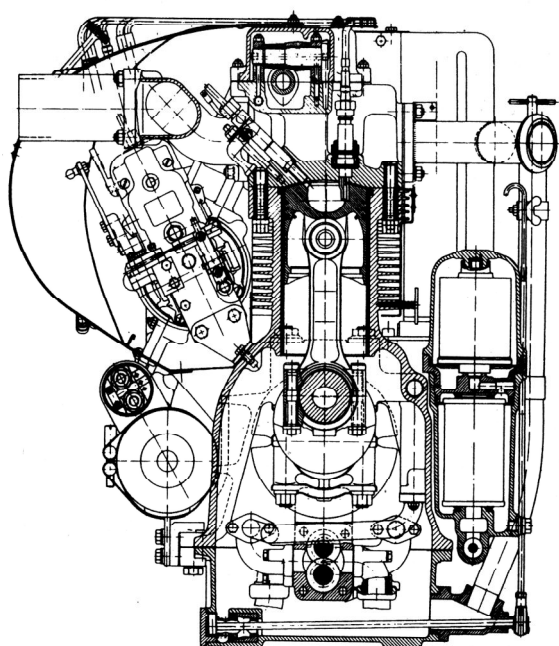


Fig. 10.11 Motorul policarburant *MAN-FM*

Pe baza acestui **procedeu M** s-au obținut motoare policarburant care, spre deosebire de alte realizări, se caracterizează prin simplitate constructivă. Uzinele *MAN* au obținut un motor diesel policarburant de tip *M* care funcționează stabil cu orice fel de combustibil, exceptând benzina. Acest inconvenient a fost înlăturat prin concepția motorului diesel *MAN-FM*, prevăzut și cu un sistem de aprindere prin bujie, motor care este capabil să funcționeze inclusiv cu benzină având cifra octanică 100. (**fig. 10.11**).

Experimentările cu acest motor au pus în evidență un conținut extrem de redus de oxid de carbon în gazele de evacuare [18].

În **fig. 10.12** se prezintă organizarea camerei de ardere a motorului *MWM*, realizat după cea de a doua soluție enunțată. La acest motor antecamera are o construcție specifică, adaptată pentru diferiți combustibili. Chiulasa motorului

este confecționată dintr-un aliaj de aluminiu, răcirea făcându-se cu aer. O altă particularitate importantă a acestui motor o constituie legătura dintre camera principală și ante-cameră. Ea este formată, după cum se observă, din două canalizații concentrice izolate termic de restul chiulasei, ceea ce le conferă o temperatură foarte ridicată. Această temperatură favorizează aprinderea și arderea, în bune condiții, a diferiților combustibili [30].

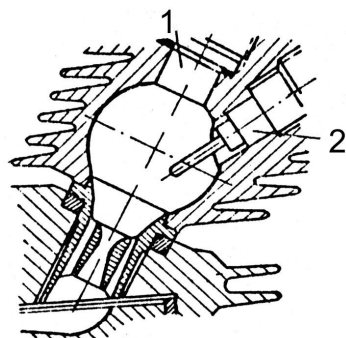


Fig. 10.12 Organizarea camerei de ardere a motorului policarburant MWM: 1 – injector; 2 – bujie de pornire

După această soluție au fost realizate, de asemenea, motoare policarburant și de către firmele *Deutz* și *Mercedes*.

În obținerea motoarelor policarburant, un rol important îl au și procedeele *injecției pilot*. Ele pot asigura o funcționare convenabilă cu combustibili grei, cu volatilitate redusă, care prezintă o mare întârziere la autoaprindere. Astfel, principiul *injecției pilot*, în general cu rol benefic în promovarea aprinderii și arderii, cunoaște mai multe variante. Fenomenologic, în principiu, dacă înaintea injectării dozei principale în cilindru se introduce o cantitate mai redusă de combustibil care constituie *pilotul*, aceasta se poate aprinde fără a produce funcționarea brutală a motorului. Pe de altă parte, datorită condițiilor create, doza principală de combustibil va fi injectată într-o atmosferă încălzită și în același timp bogată în promotori de aprindere, nefiind exclusă nici prezența flăcărilor, elemente provenite din reacțiile anterioare ale pilotului cu oxigenul. Acest aspect asigură o durată foarte scurtă a întârzierii la autoaprindere, ceea ce conduce la o ardere treptată a dozei principale de combustibil, cu un gradient de presiune redus, așa cum se sugerează în diagrama de ardere din **fig. 10.13**. Asigurarea injectării pilotului cu un avans redus față de doza principală este posibilă printr-o serie de măsuri constructive cunoscute. Astfel, se practică fie profilarea corespunzătoare a camei de injecție, fie utilizarea injectorului special de tip *Pintaux*, introdus și realizat de **H. Ricardo**, a cărui schemă de principiu este prezentată în **fig. 10.14**.

Injectorul 1 plasat în antecameră este de tip închis, axa sa situându-se în prelungirea axei canalelor de legătură. Bujia de pornire 2 este amplasată în partea superioară a antecamerei, în apropierea injectorului, sub un unghi ascuțit față de injector, în așa fel încât terminația incandescentă pătrunde aproape de partea centrală a jetului pulverizat. Încercările efectuate au pus în evidență o funcționare silențioasă și un consum specific minim redus, situat în jurul valorii de 234 [g/kW·h] (172 [g/CP·h]).

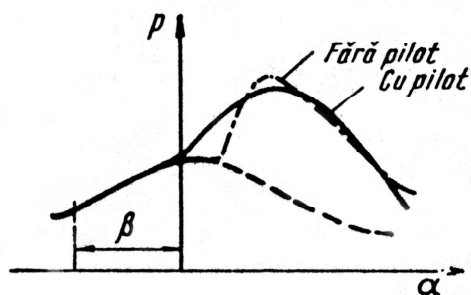


Fig. 10.13 Diagrama de ardere

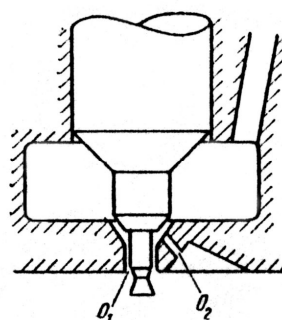


Fig. 10.14 Schema de principiu a injectorului **Pintaux**

La acest tip de injector, profilarea tipică a vârfului acului realizează la începutul ridicării sale o secțiune mai redusă prin orificiul principal de injecție O_1 decât prin cel secundar O_2 . În consecință, pilotul de combustibil va fi injectat prin orificiul O_2 , orientat astfel încât, sub acțiunea mișcării turbionare a aerului, jetul de combustibil este antrenat spre centrul camerei separate de ardere. La ridicarea în continuare a acului, secțiunea prin O_1 crește, pilotul se dezamorsează începând injectarea dozei principale prin O_1 [3, 4, 17]. Etapele funcționării injectorului **Pintaux** sunt prezentate în **fig. 10.15** [19].

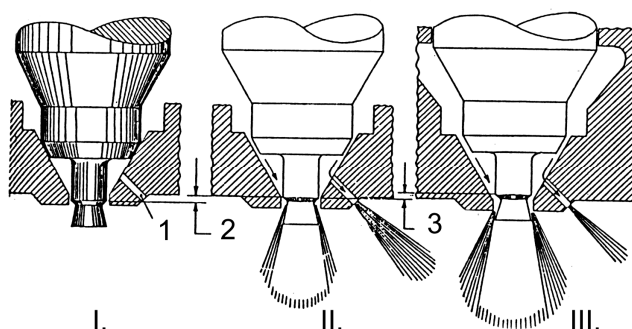


Fig. 10.15 Etapele funcționării injectorului **Pintaux**: **I** – orificiul de pulverizare închis; **II** – începutul deschiderii orificiului; **III** – deschidere totală: 1 – orificiul secundar de pulverizare; 2 – cursa primară; 3 – cursă secundară

Variația debitelor ciclice prin cele două orificii ale injectorului **Pintaux**, cât și debitul ciclic rezultat în funcție de turație, sunt conținute în **fig. 10.16**.

Dirijarea pilotului de combustibil, în cazul injectorului **Pintaux**, către centrul camerei separate departe de pereți, unde aerul este mai cald, favorizează autoaprinderea combustibilului, lucru care nu se întâmplă în mod normal în cazul camerelor separate de turbulență unde jetul de combustibil este orientat către periferie, zonă în care vecinătatea peretelui rece face mai dificilă autoaprinderea și în consecință pornirea motorului. În **fig. 10.17** se face o

comparație între aceste două soluții, pentru regimul de pornire și regimul normal de funcționare [5].

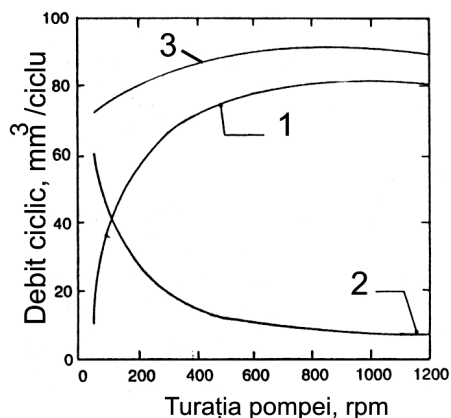


Fig. 10.16 Debitele ciclice în cazul injectorului *Pintaux*: 1 – debit principal; 2 – debit secundar; 3 – debit rezultat

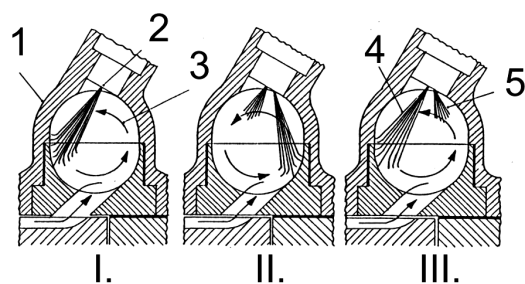


Fig. 10.17 Comparație între modul de injectare a combustibilului în diferite situații:

I – echipare cu injector normal; II – jeturile injectorului *Pintaux* în faza de pornire; III – jeturile injectorului *Pintaux* în regim normal de funcționare: 1 – cameră de turbulență; 2 – orificiul pulverizatorului; 3 – direcția de mișcare a aerului; 4 – jet principal; 5 – jet secundar (pilot)

Efectul pilotului poate fi considerat, din punct de vedere cinetic, ca o furnizare de centri reactivi dozei principale de combustibil. Evident, condiția principală este ca pilotul să nu ajungă la auto-aprindere până în momentul injectiei principale, el suferind doar transformările chimice intermediare. În această idee a fost propusă introducerea pilotului sub forma unei cețe foarte fin pulverizate în admisia de aer a motorului. Acest procedeu, cunoscut sub numele de *fumigare*, a avut un oarecare succes în special când injectia principală se făcea cu un alt tip de combustibil, de regulă mai greu. Ca dezavantaj se menționează o pregătire chimică a pilotului deficitară în anumite regimuri funcționale. În plus, instalația necesară aplicării acestui principiu introduce o complicație constructivă a motorului. O parte dintre aceste dezavantaje se înlătură prin folosirea procedeului francez *Vigom* care prevede injectarea pilotului (ajungând până la 30 – 40% din doza ciclică de combustibil) către finele procesului de evacuare.

În acest caz, amestecarea combustibilului pilot cu gazele arse reziduale va încetini declanșarea reacțiilor de oxidare, reacții care vor evolua ulterior relativ lent, numai în măsura diluării gazelor în aerul admis în cilindru. În acest mod, aproape de sfârșitul procesului de comprimare, combustibilul pilot suferă deja toate etapele transformărilor intermediare necesare aprinderii și arderii prompte a dozei principale.

În cazul utilizării combustibililor grei, la sarcini reduse, când arderea se înrăutățește datorită vaporizării deficitare a combustibilului, în condițiile micșorării regimului termic al motorului și înrăutățirii pulverizării, se recomandă folosirea recirculării gazelor arse. Intensificarea vaporizării

combustibilului poate fi obținută preîncălzind aerul introdus în cilindrii motorului cu ajutorul gazelor arse. Soluția cea mai facilă o reprezintă încălzirea directă prin amestecare care se poate obține prin recircularea gazelor arse în admisia de aer a motorului. Cum la sarcini reduse excesul de aer este foarte mare, impurificarea aerului din cilindru cu gaze arse nu poate fi obiecționabilă. În egală măsură, nu este perturbator nici efectul diminuării greutatea aerului se recomandă folosirea recirculării gazelor arse. Intensificarea vaporizării combustibilului poate fi obținută preîncălzind aerul introdus în cilindrii motorului cu ajutorul gazelor arse. Soluția cea mai facilă o reprezintă încălzirea directă prin amestecare care se poate obține prin recircularea gazelor arse în admisia de aer a motorului. Cum la sarcini reduse excesul de aer este foarte mare, impurificarea aerului din cilindru cu gaze arse nu poate fi obiecționabilă. În egală măsură, nu este perturbator nici efectul diminuării greutatea aerului proaspăt datorită încălzirii.

Un dezavantaj major al motoarelor policarburant realizate pe structura motoarelor cu aprindere prin comprimare este dificultatea pornirii la temperaturi scăzute. Din acest motiv, la motoarele cu injecție directă, pentru ușurarea pornirii pe timp rece se încălzește aerul de admisie fie prin arderea unei mici doze de combustibil în colectorul de admisie fie cu ajutorul unor rezistențe electrice. Încălzirea aerului prin arderea unei mici cantități de combustibil se face cu ajutorul unui dispozitiv denumit *thermostart*. Varianta firmei CAV este arătată în **fig. 10.18**. Dispozitivul este acționat cu circa 15–20 [sec]. înainte pornirii motorului. Alimentarea se face din circuitul de combustibil al pompei de injecție prin intermediul unui rezervor de mică capacitate. Debitul de combustibil care pătrunde în dispozitiv nu depășește 0,15 [ml/sec], vaporizându-se datorită căldurii preluate de la corpul supapei interioare; aprinderea este asigurată de rezistența cu diametru mare plasată la capătul supapei. Accesul combustibilului este controlat de supapa cu bilă care se deschide progresiv deoarece limitatorul ei, confecționat dintr-un material cu coeficient de dilatare liniară redus, nu se dilată în aceeași măsură cu tubul exterior al supapei [17].

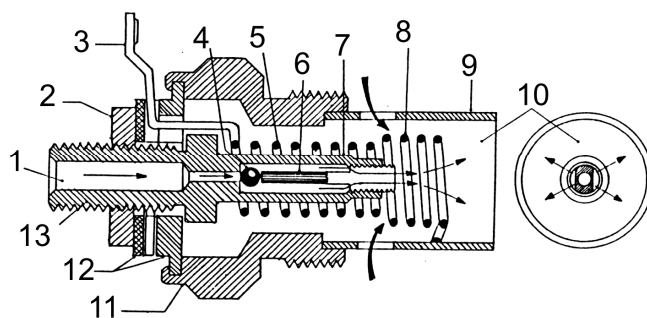


Fig. 10.18 Dispozitivul *thermostart* al firmei CAV:

1 – intrarea combustibilului; 2 – piuliță; 3 – conector al bobinei de încălzire; 4 – supapă; 5 – bobină de încălzire; 6 – limitatorul supapei; 7 – canal de destindere; 8 – bobină de aprindere; 9 – ecran de flacără; 10 – zonă cu amestec aer-combustibil; 11 – carcasă; 12 – șaibă izolatoare; 13 – corpul supapei

O altă variantă de dispozitiv de încălzire a aerului care aparține firmei *Bosch*, vizibilă în **fig. 10.19**, folosește ca element de aprindere a combustibilului o bujie incandescentă plasată în interior. Alimentarea cu combustibil a acestui dispozitiv se face prin intermediul unei supape acționate electromagnetic, plasată pe corpul acestuia la intrarea combustibilului.

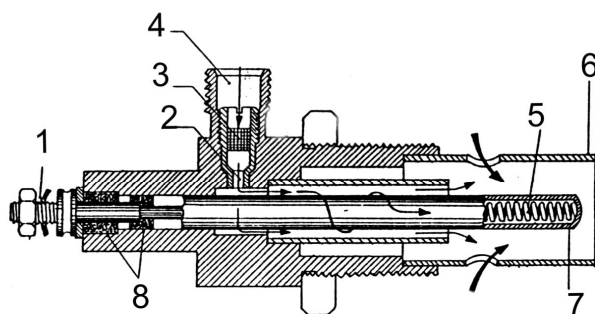


Fig. 10.19 Dispozitiv *Bosch* de încălzire a aerului:

1 – conexiunea bobinei de încălzire; 2 – orificiu calibrat; 3 – filtru; 4 – intrarea combustibilului; 5 – bobină de încălzire; 6 – ecran de flacără; 7 – tub incandescent; 8 – izolator

Supapa are un orificiu calibrat necesar dozării cantității de combustibil, incluzând de asemenea și un filtru. La pornirea la rece, dispozitivul este acționat circa 20 [sec], timp în care bujia incandescentă ajunge la aproximativ 1000 [°C]. Simultan, supapa permite combustibilului accesul spre bujie, fiind pulverizat pe suprafața caldă; el începe să se vaporizeze atingând partea terminală a bujiei incandescente, moment în care se produce aprinderea și arderea [17].

În cazul motoarelor cu cameră de ardere divizată se încălzește aerul din camera de ardere cu ajutorul unor bujii incandescente. De asemenea, există unele motoare prevăzute cu încălzitor suplimentar care realizează o încălzire rapidă a motorului, de exemplu, prin circulația forțată a lichidului de răcire.

Având în vedere faptul că motoarele policarburant funcționează cu combustibili a căror proprietăți care influențează injecția (vâscozitatea, densitatea, volatilitatea etc.), diferă destul de mult de la un combustibil la altul, trebuie introduse în construcția pompei de injecție dispozitive care să modifice caracteristica de debit în funcție de combustibilul utilizat. În general, se folosesc dispozitive de corecție a debitului maxim de combustibil. Limitatorul de debit maxim la aceste motoare are mai multe poziții în funcție de combustibilul cu care funcționează motorul. Selectarea pozițiilor limitatorului se poate face fie automat, fie manual, în funcție de tipul combustibilului utilizat.

În afara problemelor de ardere, se pun în egală măsură și probleme de tribologie, relativ la echipamentul de injecție, datorită slabei proprietăți lubrifiante ale anumitor combustibili. De aceea, o parte din restricțiile apărute în

realizarea motoarelor policarburant sunt legate de existența unor sisteme de alimentare corespunzătoare, în special a unor pompe de injecție capabile să injecteze, la presiuni înalte, combustibili lipsiți de proprietăți de ungere. Este vorba mai ales de benzină, alcool metilic, alcool etilic, emulsii benzină-apă, emulsii motorină-apă, emulsii motorină-metanol ș.a.m.d.