Invenţia se referă la construcţia de maşini, în special la motoarele cu ardere internă.
Sistemul motorului cu ardere internă poate fi divizat în câteva subsisteme îmbinate, care, acţionând în comun, asigură funcţionarea necesară în ce priveşte frecvenţa rotirii arborelui cotit, puterea produsă, consumul combustibilului şi evacuarea produselor de ardere cu gaze de eşapament ale motorului.
Subsistemele sunt următoarele:
a) mijlocul de aprindere;
b) dirijarea procesului de alimentare cu combustibil;
c) dirijarea fluxului de gaze în cilindri şi camera de ardere ale motorului.
Sistemul motorului Diesel dispune de următoarele posibilităţi:
d) segregaţia combustibilului din aer până la ardere;
e) amestecarea în timpul arderii a combustibilului cu aer în camera de ardere.
Termenul “segregaţie” este utilizat pentru indicarea neadmiterii combustibilului în camera de ardere a motorului în timpul ritmurilor de admisiune şi de comprimare, scopul fiind prevenirea aprinderii precoce, în cazul când în camera de ardere este amplasat un mijloc de aprindere, care activează continuu. Procesul de segregaţie măreşte considerabil economicitatea de combustibil a motorului cu ardere internă din următoarele motive:
1. gradul de comprimare poate fi ales independent de combustibilul utilizat, fapt care poate preveni autoaprinderea în procesul comprimării;
2. în cazul sarcinii incomplete alimentarea cu combustibil poate fi redusă fără micşorarea intenţionată a volumului de aer avansat, ceea ce asigură funcţionarea motorului cu un amestec extrem de redus;
3. în cazul sarcinii incomplete, de asemenea, absolut nu este necesară crearea unor obstacole mecanice pentru evacuarea fluxului de aer, cum, de exemplu, se foloseşte clapeta accelerare, ceea ce duce la pierderi de presiune.
Motorul Diesel este unicul motor cu ardere internă, existent actualmente, în funcţionarea căruia se foloseşte segregaţia. În procesul funcţionării aerul este absorbit în cilindrul motorului şi este comprimat până la un raport înalt de volum (14:1-25:1), în urma cărui fapt aerul se încălzeşte până la o temperatură înaltă în limitele de la 300°C până la 400°C. Combustibilul nu este injectat în cilindru până la sfârşitul ritmului de comprimare. Datorită temperaturii înalte a aerului, combustibilul se inflamează în mod spontan. Însă inflamarea nu se efectuează îndată după injectare. Combustibilul intră în cilindru în formă de picături mici. Înainte ca ele să se poată aprinde şi să înceapă să ardă, este necesară amestecarea picăturilor cu aer şi evaporarea lor. Această întârziere specifică a arderii relativ încetineşte procesul de ardere, fapt care limitează funcţionarea eficientă a motorului Diesel prin frecvenţe de rotaţie relativ reduse. Segregaţia sus-menţionată este efectuată în motorul Diesel în mod mecanic prin intermediul pompei pentru injectarea combustibilului, acul injectorului căreia mecanic separă combustibilul de la cilindrul sau camera de ardere până la momentul injectării.
Problema pe care o rezolvă invenţia constă în crearea unui motor cu ardere internă perfecţionat, în care este unificată eficacitatea motorului Diesel ca motor cu segregaţie cu capacitatea de frecvenţe înalte de rotaţie a motorului cu benzină.
Motorul cu ardere internă, în conformitate cu prezenta invenţie, este bazat pe deplasarea gazelor între doi cilindri cu diferite volume de lucru, unite unul cu altul prin intermediul unei camere comune de ardere, în care se efectuează inflamarea, pentru a contribui la procesul de segregaţie. S-a stabilit că în procesul deplasării ambelor pistoane ale motorului în direcţia poziţiilor punctului mort superior gazul din cilindrul mai mare curge prin camera de ardere în cilindrul mai mic în timpul părţii mai mari a ritmului de comprimare. Combustibilul este introdus în cilindrul mai mic în timpul ritmului de admisiune şi/sau în timpul primei părţi a ritmului de comprimare până la poziţia pistonului, atunci când fluxul de gaze îşi schimbă direcţia pe cea opusă, şi conţinutul cilindrului mai mic este avansat în camera de ardere. Combustibilul lichid poate fi introdus în cilindrul mai mic, începând de la limitele oricărei părţi sau ale distanţei complete de deplasare a pistonului cilindrului al doilea de la poziţia punctului mort superior (PMS) la începutul ritmului de admisiune până la cel puţin 10% de la punctul mort superior la sfârşitul ritmului de comprimare (cu toată gama regimurilor de avansare a combustibilului de la sarcina completă până la cursa moartă) şi terminând la momentul în care pistonul atinge punctul mort superior la sfârşitul ritmului de comprimare.
Este evident că referirile în descrierea dată la unghiurile de deplasare a pistoanelor în realitate se raportează la unghiurile de rotaţie a arborelui cotit, care este echivalentă deplasării axiale a pistoanelor.
Introducerea combustibilului lichid în cilindrul mai mic în timpul părţii alese în prealabil a ciclului anticipat inflamării face posibilă evaporarea combustibilului în pistonul mai mic şi transformarea lui în gaze, în urma cărui fapt, atunci, când combustibilul intră în camera de ardere şi se inflamează, în procesul de ardere ulterior combustibilul gazos arde şi de aceea acest proces se efectuează mult mai rapid, decât procesul de ardere în motorul Diesel. Aceasta asigură motorului conform prezentei invenţii o funcţionare eficientă cu frecvenţe de rotaţie mai înalte, decât este posibil în motorul Diesel. În realitate motorul, conform prezentei invenţii, unifică eficacitatea motorului Diesel ca motor cu segregaţie cu capacitatea de frecvenţe înalte de rotaţie a motorului cu benzină.
În varianta preferenţială de executare a prezentei invenţii segregaţiei eficiente contribuie câteva caracteristici:
a) combinarea cilindrului cu volum mai mare de lucru, care conţine numai aer (sau aer cu o cantitate foarte mică de combustibil, ceea ce nu face posibilă inflamarea acestuia prin intermediul mijlocului de aprindere în camera de ardere, adică limita maximă a raportului componentelor acestui amestec de combustibil-aer este mai joasă decât

limita minimă a inflamării pentru acelaşi amestec), cu cilindrul cu volum mai mic de lucru, în care este introdus combustibilul, ambii cilindri fiind uniţi reciproc prin intermediul unei camere de ardere comune;
b) introducerea în cilindrul mai mic a combustibilului în stare lichidă asigură răcirea gazelor în cilindrul mai mic în urma evaporării combustibilului, ca rezultat se efectuează micşorarea presiunii în cilindrul mai mic în raport cu presiunea din cilindrul mai mare în cazul oricăror date ale poziţiilor pistoanelor în timpul ritmului de comprimare până la partea finală a ritmului de comprimare, ceea ce contribuie eficient la scurgerea gazelor din cilindrul mai mare prin camera de ardere în cilindrul mai mic;
c) particularitatea opţională constă în aceea că poate fi aleasă diversitatea fazelor între poziţiile pistoanelor în cilindrul mai mic şi cel mai mare pentru determinarea unghiului de rotire a manivelei, în cazul căruia conţinutul cilindrului mai mic va intra în camera de ardere, iniţiind inflamarea şi procesul de ardere;
d) camera de ardere comunică cu cilindrul mai mic printr-un orificiu care limitează scurgerea gazelor în cilindrul mai mic în timpul ritmului de admisiune, influenţând astfel asupra presiunii din cilindrul mai mic la începutul ritmului de comprimare, datorită cărui fapt presiunea din camera mai mică se menţine cu valorile mai mici, decât presiunea din cilindrul mai mare.
Prezenta invenţie este descrisă în continuare, ca exemplu, referindu-se la desenele anexate, care reprezintă următoarele:
fig. 1, secţiunea parţială a părţii primei variante a motorului cu ardere internă în conformitate cu prezenta invenţie;
fig. 2-8, vederile similare celei din fig. 1, ale altor variante ale motorului cu ardere internă în conformitate cu prezenta invenţie.
În desene sunt reprezentate secţiunile părţii variantelor preferenţiale ale motorului cu ardere internă în conformitate cu prezenta invenţie. Pentru a concepe mai bine şi a descrie mai detaliat motorul şi principiul de funcţionare a acestuia este necesară referirea la descrierile din brevetele anterioare ale Marii Britanii [1] [2] şi [3]. În desenele prezentate pentru marcarea pieselor identice sunt folosite aceleaşi cifre ale poziţiilor folosite în descrierile menţionate mai sus.
Motorul reprezentat în fig. 1 include una sau câteva perechi de cilindri 12, 14 (primul şi al doilea), acţionând reciproc, care conţin corespunzător primul şi al doilea pistoane 16, 18. Cilindrii 12 şi 14 sunt uniţi unul cu altul prin intermediul camerei 20 de ardere. Ambii cilindri sunt executaţi în formă de cilindru mai mare 12, care are o prelungire cilindrică, formând cilindrul mai mic 14. Cilindrul mai mare are un volum de lucru mai mare, decât cilindrul mai mic. Axele ambilor cilindri sunt paralele şi, deşi cilindrul 14 este reprezentat coaxial cu cilindrul mai mare, el poate fi amplasat în orice loc potrivit. Cilindrul mai mare 12 este dotat cu primul piston 16, pe fundul căruia este o prelungire cilindrică, proeminentă în cilindrul mai mic 14 şi care formează pistonul 18 pentru cilindrul mai mic. Lungimea cursei primului piston 16 este astfel, încât al doilea piston 18 intră în cilindrul 14 chiar aflându-se în punctul mort inferior.
Ambii cilindri 12, 14 comunică cu camera de ardere 20 prin orificii corespunzătoare 40, 44. Camera de ardere este executată preferenţial în formă sferică sau sferoidală, deşi pot fi folosite şi alte forme potrivite, şi dotată, după cum va fi descris în continuare, cu un mijloc de aprindere 22. Combustibilul este introdus în cilindrul mai mic 14 prin intermediul injectorului 36, dirijat prin mijlocul de comandă 37 iar aerul este avansat în cilindrul mai mare prin canalul de admisiune 25. Aerul avansat în cilindrul mai mare preferenţial nu se strangulează, adică nu se reglează prin intermediul unui astfel de mijloc cum este supapa de strangulare, după cum se efectuează în motoarele cu benzină. În cilindrul mai mare 12 este prevăzut canalul de admisiune 27. Ca alternativă, cu cilindrul mai mare 12 pot comunica canalele de evacuare şi de admisiune a aerului 27', 25', după cum este reprezentat prin linie punctată. Canalele pot fi deschise şi închise prin intermediul supapelor, astfel cum sunt supapele cu disc, sau prin intermediul pistonului 16, în cazul când canalele sunt executate în pereţii laterali ai cilindrului 12.
Camera de ardere 20, de fapt, este formată în al doilea piston 18, însă ea poate fi formată de asemenea în blocul cilindrilor motorului. Al doilea piston 18 poate funcţiona fără segmente de piston, deoarece aerul va pătrunde din cilindrul mai mare 12, în cilindrul mai mic 14 timp cât există diferenţa mică de presiune între ambii cilindri.
Cilindrul mai mic 14 este dotat, de asemenea, cu o proeminenţă 100, care se extinde pe partea mai mare a volumului în orificiul 40 în punctul mort superior sau în apropierea punctului mort superior. Proeminenţa este amplasată cu posibilitatea micşorării orificiului 40 în cazul când pistonul 18 se află în aproprierea punctului mort superior. Acest caz este descris detaliat în continuare.
Camera de ardere în fiecare din variantele descrise conţine un mijloc de aprindere cu acţiune continuă, adică mijloc de aprindere care funcţionează neîntrerupt. Expresia “funcţionează neîntrerupt”, utilizată aici referitor la mijlocul de aprindere, se referă la tipul mijlocului de aprindere, care acţionează sau este susceptibil să acţioneze în decursul întregului ciclu al motorului sau în decursul perioadei date de timp, care formează o parte considerabilă (de exemplu, care depăşeşte 25%) a perioadei de timp, necesare pentru finalizarea unei rotaţii a arborelui cotit al motorului. Pot fi utilizate următoarele tipuri de mijloace de aprindere:
1) o parte sau tot peretele camerei de ardere poate fi executat din material de ceramică sau placat cu material de ceramică, care, fiind izolator termic, ajunge la o temperatură foarte înaltă în timpul funcţionării motorului, formând un mijloc de aprindere cu o suprafaţă călită. Amestecul de combustibil-aer se inflamează în cazul contactării lui cu suprafaţa de ceramică în stare călită;

2) ca alternativă părţii sau întregului perete al camerei de ardere executate din material de ceramică poate fi utilizat peretele de metal, care în timpul funcţionării motorului, de asemenea, poate ajunge la temperatura, susceptibilă pentru aprindere;
3) mijlocul de aprindere poate să prezinte un material de catalizare, care poate iniţia oxidarea combustibilului în cazul unei temperaturi mai joase, decât cea, care ar fi necesară pentru aprinderea în lipsa unui astfel de material de catalizare. În calitate de catalizator, de obicei, se utilizează platina, paladiul sau rodiul sau aliajul oricăror din aceste metale, preferenţial în formă de peliculă sau acoperire pe o parte sau pe întregul perete interior sau pe pereţii camerei de ardere;
4) poate fi utilizată combinarea oricăror mijloace menţionate mai sus. În varianta preferenţială mijlocul de aprindere cu material de izolare termică eficient, astfel ca ceramica cu conductibilitate termică specifică redusă (de exemplu, bioxidul de zirconiu), este aplicat un material de catalizare. Materialul de ceramică are o grosime suficientă pentru micşorarea gradientului de temperatură de pe suprafaţa camerei de ardere pe materialul inferior. Aceasta asigură creşterea rapidă a temperaturii de pe suprafaţa camerei de ardere, fapt care contribuie la aprindere.
Aprinderea poate fi, de asemenea, efectuată prin inflamare de la procesul de comprimare, în cazul căruia gazele fierbinţi, care umple camera de ardere, asigură autoinflamarea combustibilului la sfârşitul ritmului de comprimare prin intermediul sau în lipsa mijlocului de aprindere menţionat mai sus. Este evident că expresia “mijloc de aprindere cu acţiune continuă” este aplicabilă şi pentru procesul de inflamare de la comprimare prin intermediul sau în lipsa altui mijloc de aprindere menţionat mai sus.
În timpul ritmului de admisiune în cilindrul mai mare 12 este avansat prin canalul de admisiune aer, o parte a căruia este absorbit în cilindrul mai mic 14 prin camera de ardere. În cilindrul 14, de asemenea, este injectat (introdus) combustibil pe distanţa unghiului prestabilit de deplasare a pistonului. Combustibilul este introdus în cilindrul mai mic suficient de devreme până la poziţia punctului mort superior la sfârşitul ritmului de comprimare pentru a asigura posibilitatea evaporării unei părţi considerabile de combustibil, înainte ca al doilea piston să atingă punctul mort superior. Limitele deplasării pistonului al doilea, în care începe injectarea, pot fi ca limite ale punctului mort superior al pistonului, începând cu ritmul de admisiune până la aproximativ 10° ale unghiului de deplasare la punctul mort superior la sfârşitul ritmului de comprimare. Domeniul preferenţial, în care se începe injectarea este domeniul de la punctul mort superior la începutul ritmului de admisiune până la punctul, în care pistonul finalizează 90% din lungimea cursei de comprimare (care este echivalent unghiului de deplasare egal cu aproximativ 144°). Injectarea combustibilului este finalizată nu mai târziu de punctul mort superior la sfârşitul ritmului de comprimare. Injectarea combustibilului poate fi efectuată în orice moment în interiorul acestui domeniu pe distanţa unghiului prestabilit, însă de preferinţă este cazul, când injectarea se efectuează cât mai devreme în procesul ritmului de admisiune, pentru a-i oferi combustibilului cât mai mult timp pentru evaporare. În varianta preferenţială de executare a invenţiei injectarea combustibilului se începe îndată după începutul ritmului de admisiune.
Atingând punctul mort superior ambele pistoane încep ritmul de comprimare. În timpul părţii mai mari a ritmului de comprimare aerul şi/sau gazul din cilindrul 12 trece prin camera de ardere 20 în cilindrul 14 prin orificiile 44 şi 40. Combustibilul este injectat în cilindrul mai mic 14 în timpul ritmurilor de admisiune şi comprimare şi deplasarea aerului şi/sau gazului în cilindrul 14 prin orificiul 40 previne eficient intrarea combustibilului, amplasat în cilindrul 14, în camera de ardere 20 în decursul acestui timp. Funcţionarea motorului are ca bază schimbarea direcţiei mişcării gazului între cilindrul mai mare şi cel mai mic 12, 14 în timpul ritmului de comprimare, în apropierea sfârşitului căruia curentul de gaze îşi schimbă direcţia mişcării în sens opus şi conţinutul cilindrului 14, care include în sine combustibil, poate fi admis în camera de ardere 20 în scopul aprinderii prin intermediul catalizatorului 22. Acest proces se numeşte “ingresiune” (admisiune, pătrundere, intrare). Poziţia unghiulară a manivelei, în cazul căreia se efectuează acest proces (sau momentul ingresiunii), determină începutul inflamării.
Când în calitate de mijloc de aprindere se utilizează un catalizator sau o suprafaţă incandescentă, arderea începe la suprafaţa acoperită cu catalizator sau incandescentă la contactarea amestecului carburant-aer cu suprafaţa. Deoarece amestecul carburant-aer, deplasat în camera de ardere din cilindrul mai mic 14, total sau parţial este evaporat, reţinerea aprinderii nu are loc spre deosebire de la motorul Diesel, în care combustibilul se injectează în apropierea punctului mort superior (PMS) în formă de picături mici, care mai întâi trebuie să fie amestecate cu aer în camera de ardere şi apoi încălzite şi evaporate, mai înainte ele să poată să ardă.
În conformitate cu prezenta invenţie, combustibilul este introdus în camera de ardere în stare concentrată (acest proces este cunoscut ca exfoliere), însă, deoarece combustibilul deja a fost introdus anterior în cilindrul mai mic 14, în procesul introducerii lui în camera de ardere cel puţin parţial este evaporat, fapt care reduce întârzierea la aprindere. Orificiul 44 pentru admisiunea aerului comunică cu camera de ardere 20 în direcţia tangenţială camerei, în urma cărui fapt aerul, avansat în camera de ardere, are o componentă tangenţială a vitezei. Aceasta creează în cameră o mişcare turbionară, în urma cărui fapt atunci, când amestecul de combustibil-aer se avansează prin orificiul 40, el “se întinde” pe peretele camerei de ardere, ceea ce asigură inflamarea pe o suprafaţă relativ mare a peretelui camerei de ardere. Procesul de ardere provoacă mărirea temperaturii, ceea ce contribuie inflamării restului de gaze. Când începe procesul de ardere, pentru continuarea reacţiei chimice, care are loc, este necesar oxigen suplimentar, ceea ce asigură prin urmare acţiunea accelerată de amestecare. În cazul aprinderii prin intermediul catalizatorului sau aprinderii de la suprafaţa călită combustibilul se inflamează la suprafaţa camerei de ardere, totodată combustibilul arzând forţează gazele să se dilate şi să se mişte radial în interior, unde acţiunea reciprocă puternică cu curentul de

aer din cameră asigură amestecarea intensă. Este evident că frontul flăcării se deplasează radial în interiorul camerei de ardere, producând arderea restului amestecului de combustibil-aer.
Mişcarea turbionară în camera de ardere continuă în timpul perioadei de inflamare şi asigură un contact continuu cu catalizatorul sau cu suprafaţa călită pe o oarecare perioadă de timp, fapt care contribuie arderii complete şi rapide. Ambele pistoane în acest caz se deplasează în direcţia de la punctul mort superior, făcând posibilă dilatarea gazelor arzânde şi efectuarea lucrului, transmis prin piston la arborele cotit (arborii cotiţi) al motorului.
Pentru a contribui la pornirea motorului, este oportun de a prevedea în cilindrul 14 o bujie 52, montată în proeminenţa 100 pe peretele cilindrului mai mic 14.
Datorită acestei proeminenţe se asigură garanţia faptului că amestecul de combustibil-aer în cilindrul mai mic 14, în cazul deplasării pistonului 18 în direcţia punctului mort superior, va fi deplasată în camera de ardere 20 şi nu va rămâne în orificiu. În cazul aproprierii pistonului 18 de punctul mort superior proeminenţa intră în orificiul 40, în urma cărui fapt amestecul de combustibil-aer, cuprins între capul pistonului 18 şi orientat spre el prin intermediul peretelui frontal al cilindrului 14, se deplasează prin partea mai îngustă a orificiului 40 în camera de ardere. Acest fapt, de asemenea, măreşte viteza amestecului de combustibil-aer.
În timpul pornirii motorului combustibilul este injectat în cilindrul 14 prin intermediul injectorului 36, care este dirijat de către operator prin intermediul unui dispozitiv de comandă electric sau mecanic. În procesul pornirii injectorul avansează în cilindrul 14 o cantitate necesară de combustibil, suficientă pentru a obţine în cilindrul 14 un amestec de combustibil-aer normal (stoichiometric) din punct de vedere chimic sau un amestec similar, care este susceptibil să se inflameze prin scânteie. Deoarece volumul cilindrului 14 este mai mic decât volumul cilindrului 12, această cantitate de combustibil poate da o parte din puterea completă, dezvoltată de motor, în cazul alimentării cu combustibil, utilizând tot oxigenul în ambii cilindri.
Bujia 52 este alimentată cu curent pentru obţinerea scânteii în camera de ardere 20 cu scopul inflamării amestecului de combustibil-aer, atunci când el trece din cilindrul 14 în camera de ardere 20. După câteva cicluri de ardere se activează mijlocul de aprindere cu acţiune continuă în camera de ardere şi în acest caz nu mai este necesară alimentarea cu curent a bujiei.
Pentru a contribui la pornirea în locul bujiei poate fi utilizată bujia caldă. Ea creează un “punct de supraîncălzire”, care contribuie la evaporarea combustibilului în cilindrul 14 şi la mărirea temperaturii lui la intrarea în camera de ardere 20. Bujia caldă poate să iasă din proeminenţa 100 sau poate să încălzească suprafaţa proeminenţei din interior.
Este evident că orificiul 44 pentru aer, care cuplează camera de ardere 20 cu cilindrul mai mare 12, poate conţine o masă considerabilă de aer la sfârşitul ritmului de comprimare. Această masă de aer poate să nu participe în procesul de ardere, care se efectuează în camera de ardere.
Varianta, reprezentată în fig. 6, asigură posibilitatea refulării unei părţi mai mari de aer, amplasată în orificiul 44, în camera de ardere la sfârşitul sau aproape de sfârşitul ritmului de comprimare. Cilindrul mai mic 14 conţine o proeminenţă 53, formată pe peretele lateral interior al acestuia. Proeminenţa este executată în formă de segment al cercului cilindrului 14, însă ea poate avea orice formă potrivită. O parte a peretelui lateral al pistonului 18, prin care trece orificiul 44, este executată corespunzător în forma, care asigură racordarea lui cu proeminenţa 53, în acest caz partea 54 a peretelui pistonului fiind executată în formă plană.
Fundul (capul) pistonului 18 între peretele său lateral şi pistonul 18 este executat, după cum este reprezentat în fig. 6a, în forma unui trunchi de con, peretele frontal al cilindrului 12 fiind executat în forma corespunzătoare. Astfel, după cum este reprezentat în fig. 6a prin linie punctată, în cazul aproprierii pistoanelor 16, 18 de punctul mort superior proeminenţa 53 micşorează orificiul 44 până la închiderea completă a lui, în cazul când pistoanele vor atinge punctul mort superior.
Există câteva procedee de reglare a momentului de ingresiune şi, prin urmare, a momentului de aprindere.
În perioada segregaţiei (adică în orice moment în timpul ritmurilor de admisiune şi comprimare) în cilindrul mai mic 14 prin intermediul injectorului 200 poate fi introdus gaz comprimat. Cazul comprimat poate să nu conţină combustibil (de exemplu, aer comprimat) sau să conţină combustibil (de exemplu, butan sau propan în stare gazoasă) ori poate să reprezinte un amestec al ambelor variante, în urma cărui fapt astfel poate fi introdusă o anumită parte a combustibilului. De asemenea, poate fi injectat şi combustibil lichid prin intermediul jetului de aer sau al altui gaz comprimat. Momentul de introducere a acestui gaz în cilindrul 14 poate fi ales cu exactitate (mai târziu în cadrul ritmului de comprimare), pentru a produce imediat ingresiunea, în acest caz cantitatea gazului introdus va fi normat cu mai puţină exactitate.
În conformitate cu altă variantă momentul introducerii acestui gaz poate fi mai devreme în perioada de segregaţie, dacă cantitatea gazului va fi reglată cu exacitate. Introducerea gazului asigură mărirea presiunii în cilindrul mai mic 14 în raport cu presiunea din cilindrul 12, fapt care provoacă anticiparea momentului de ingresiune şi aceasta asigură posibilitatea aplicării mijlocului de reglare.
Strangularea parţială a canalului de admisiune a aerului 25, care duce în cilindrul mai mare 12, are un efect opus, adică asigură întârzierea momentului de ingresiune, şi, de asemenea, poate fi utilizată ca reglare exterioară a momentului de aprindere.
Clapeta de strangulare 206 poate asigura doar o micşorare majorată o presiunii de admisiune în cilindrul 12.

Locul amplasării, dimensiunea şi forma orificiului 44 pot influenţa asupra procesului de ingresiune. De exemplu, în caz dacă muchia inferioară a orificiului 44 este ridicată în raport cu fundul pistonului mai mare 16, acesta îi va împiedica aerului să treacă din cilindrul 12 în camera de ardere 20 prin orificiul 44 aproape de sfârşitul ritmului de comprimare, însă îl va forţa să treacă prin jocul dintre pistonul mai mic şi pereţii cilindrului 14. Prin urmare, aerul va fi avansat în cilindrul mai mic 14, fapt care va provoca anticiparea momentului de ingresiune. Avantajul auxiliar al cazului de ridicare a muchiei inferioare a orificiului 44 constă în refularea gazului arzând, înainte ca el să intre în cilindrul 12, în cilindrul 14 în fazele incipiente de ardere, fapt care asigură includerea combustibilului rămas în cilindrul 14 în procesul de ardere.

Anticiparea momentului de ingresiune poate fi asigurată, de asemenea, prin utilizarea “trecerii exterioare” 205 (fig. 2), care uneşte cilindrul 12 cu cilindrul 14, în calitate de canal de transvazare (de deviere), care asigură posibilitatea reglării exterioare.

O altă variantă constă în crearea trecerii între cilindrul 14 şi cilindrul 12, care se deschide doar aproape de sfârşitul ritmului de comprimare. Aceasta se poate efectua prin intermediul canalului axial 201 (fig. 1), format în peretele curbiliniu exterior al pistonului mai mic 18, capătul acestuia fiind mai jos de fundul pistonului. Adâncitura sau locaşul 202 în peretele cilindrului 14 închide capătul fundului pistonului mai sus de canalul 201, în caz dacă pistonul 18 este aproape de ultima parte a ritmului de comprimare şi orificiul 44 se închide. Aceasta asigură posibilitatea trecerii gazelor, cuprinse în cilindrul 12, în cilindrul mai mic 14 prin canalul 201 şi locaşul 202, atunci când orificiul 44 se închide în cazul apropierii pistonului 18 de sfârşitul ritmului de comprimare.

Locaşul 202 poate să reprezinte un canal circular în peretele cilindrului, care interacţionează cu o serie de canale axiale din peretele radial exterior al pistonului 18.

O altă variantă constă în crearea unui sau mai multor orificii mici 203 (fig. 2), care unesc cilindrii 12 şi 14 unul cu altul şi pot să asigure comunicarea continuă între ambii cilindri ca supliment la jocul dintre peretele cilindrului 14 şi pistonul 18.

Forma orificiului 44, de asemenea, poate să influenţeze asupra momentului de ingresiune. Viteza schimbării secţiunii de trecere în unitatea dată de deplasare a pistonului va influenţa asupra schimbării presiunii, descrise mai sus referitor la locul de amplasare, prin intermediul dimensiunii şi formei orificiului 44.

Viteza schimbării secţiunii de trecere a orificiului 40 (în cazul în care el interacţionează cu proeminenţa 100) în unitatea dată de deplasare a pistonului, de asemenea, va influenţa asupra momentului de ingresiune.

După cum este reprezentat în fig. 2, deflectorul de flacără 204 şi fundul pistonului mai mare, orificiile 44 şi 40, o parte a suprafeţei radial exterioare a pistonului mai mic 18 şi ciupercile supapelor (cu excepţia fundului pistonului mai mic 18) pot fi acoperite cu un strat de material termoizolator (astfel, cum este ceramica) pe suprafaţa liberă a căruia este aplicat un catalizator, cum este platina sau paladiul. Aceasta contribuie la reducerea degajărilor nocive cu gaze de eşapament.

În fig. 3, 4 sunt reprezentate variantele preferenţiale ale motorului biritmic în conformitate cu prezenta invenţie. Aceste variante sunt similare variantelor, reprezentate în fig. 1 şi 2, însă în aceste variante în peretele cilindrului mai mare12 sunt decupate ferestre de admisiune şi de evacuare 25, 27, amplasate una faţă de alta la 180°. Fereastra de evacuare 27 este amplasată puţin mai sus decât fereastra de admisiune 25.

Când muchia pistonului 16 deschide fereastra de admisiune 25 în procesul deplasării pistonului în direcţia spre finele ritmului de lucru, în cilindrul 12 se avansează aer proaspăt, care a fost comprimat în carterul motorului sub piston sau într-o cameră separată de comprimare sub piston, sau prin intermediul unui compresor simplu. Deoarece pistonul 16 deschide mai întâi fereastra de evacuare 27, în cazul intrării aerului proaspăt în cilindrul 12 se efectuează evacuarea produselor gazoase de ardere ale cilindrilor 12, 14 prin fereastra de evacuare 27, adică se efectuează procesul de purjare notoriu. Purjarea eficientă asigură posibilitatea înlocuirii unei părţi mai mari de produse gazoase reziduale de ardere cu aer proaspăt, lăsând o parte mică de gaze reziduale pentru a contribui la reducerea eliminării oxizilor de carbon cu gazele de eşapament.

În construcţia ilustrată a pistonului există necesitatea de a contribui la avansarea aerului proaspăt în cilindrul mai mic 14 în procesul purjării, precum şi în camera de ardere 20 în scopul înlocuirii gazelor reziduale de ardere (utilizate în tot sau în parte). În variantele din fig. 3-6 sunt prezentate câteva procedee de executare a procesului sus-menţionat.

După cum este reprezentat în fig. 3, în peretele frontal superior 60 al cilindrului mai mare 12 este executată o adâncitură 62 în scopul formării trecerii între cilindrii 12, 14, în cazul când pistoanele se află în punctul mort inferior sau în aproprierea acestuia. Adâncitura 62 poate avea orice formă potrivită şi trece de-a lungul oricărui unghi potrivit în jurul pistonului 18. În conformitate cu varianta preferenţială adâncitura trece în jurul pistonului 18 de-a lungul unui unghi cu limitele de la 10° până la 180°.

Fundul pistonului 16 este dotat cu proeminenţa 64, care corespunde ca formă cu adâncitura 62, astfel încât în cazul în care pistoanele 16, 18 vin în poziţia punctului mort superior, proeminenţa 64, în fond, ocupă completamente adâncitura 62. Acest fapt micşorează până la limită volumul între fundul pistonului 16 şi peretele frontal superior al cilindrului 12 la sfârşitul ritmului de comprimare, fapt care reduce până la minim volumul parazitar, care conţine aer neutilizat în procesul de ardere.

Construcţia prezentată în fig. 3, asigură posibilitatea purjării atât a cilindrului mai mic 14, cât şi a camerei de ardere 20, deoarece aerul proaspăt curge din fereastra de admisiune 25 prin adâncitura 62, în cilindrul mai mic 14 şi camera de ardere 20 şi se scurge prin orificiul 44 şi apoi fereastra de evacuare 27.

În fig. 4 este prezentat că o parte a pistonului mai mic 18 în locul intersecţiei fundului acestuia cu peretele lateral este îndepărtată pentru formarea adânciturii 66, care de asemenea formează o trecere între cilindrul mai mare 12 şi cilindrul mai mic 14, în cazul când pistoanele se află în punctul mort inferior sau în apropierea lui. Adâncitura 66 poate avea orice formă potrivită, de exemplu, plană sau curbilinie, şi poate să treacă pe curbă în jurul pistonului 18 de-a lungul unghiului cu limitele de la 10° până la 180°.
În locul de intersecţie a peretelui lateral cu cel frontal ai cilindrului mai mic 14 este executată o proeminenţă 68 cu formă corespunzătoare, astfel încât în cazul în care pistoanele se află în punctul mort superior, volumul parazitar este redus până la minim. Cursa de purjare în această variantă este similară celei din varianta prezentată în fig. 3.
După cum este reprezentat în fig. 5a şi 5b, în cilindrul mai mic 18 sunt formate două adâncituri 70, 72 similare adânciturii 66, prezentate în fig. 4.Ferestrele de admisiune şi de evacuare 25 şi 27 trec pe curbele posterioare în cilindrul mai mare 12 (de regulă, câte 60° pentru fiecare fereastră) şi adânciturile 70 şi 72 sunt amplasate vis-a-vis de ferestrele de admisiune şi de evacuare 25, 27 corespunzătoare, sau parţial închid curbele, de-a lungul cărora trec aceste ferestre. Ferestrele de admisiune şi de evacuare, reprezentate în alte variante descrise în prezenta invenţie, de asemenea, trec pe curbe analogice.
În locul de intersecţie a peretelui lateral cu cel frontal ai cilindrului 14 sunt formate proeminenţele 74, 76 cu formă corespunzătoare, care intră în adânciturile 70, 72, în cazul când pistoanele se află în punctul mort superior, în urma cărui fapt volumul parazitar se reduce până la minim. În această construcţie aerul proaspăt din fereastra de admisiune poate să treacă concomitent pe două trasee, unul din ele trece prin camera de ardere 20, după cum a fost descris anterior, iar altul, care este mai drept, trece din cilindrul mai mic 14 în cilindrul mai mare 12 şi continuă spre fereastra de evacuare 27.
Fiecare din adânciturile 70, 72 ocupă o curbă de pe fundul pistonului 18, având lungimea mai mică decât 180°, după cum este reprezentat în fig. 5b. Este necesar de a lăsa pe fundul pistonului 18 partea, care are un diametru complet, pentru a păstra ambreiajul pistonului cu cilindrul 14, în cazul când pistoanele vor atinge punctul mort inferior.
În construcţia prezentată în fig. 6a şi 6b, orificiul 40 comunică cu adâncitura 78, executată în locul de intersecţie a peretelui lateral cu fundul pistonului 18. În peretele lateral al cilindrului 14 este executată o proeminenţă 80 corespunzătoare, care complet ocupă adâncitura 78, în cazul când pistoanele se află în punctul mort superior. Adâncitura 78 şi proeminenţa 80, de asemenea, pot avea orice formă potrivită şi pot trece pe curba cu limitele de la 10° până la 180°.
Sunt prevăzute, de asemenea, după cum a fost descris mai sus, o proeminenţă 53 şi o adâncitură 54 în regiunea orificiului 44 sau în apropierea acestuia.
Construcţia dă posibilitate aerului de purjare să curgă din fereastra de admisiune 25, nemijlocit prin camera de ardere 20 şi să intre prin orificiul de evacuare 27, precum şi să curgă prin cilindrul 14.
Pentru ambreiajul necesar al pistonului 18 cu cilindrul mai mic 14, când pistonul se află în punctul mort inferior, de asemenea, este prevăzută o periferie continuă mare a fundului pistonului 18.
Suprafaţa pistonului mai mare 16 poate fi de formă plană sau a unui trunchi de con, după cum este prezentat în fig. 6e, sau poate avea orice altă formă potrivită. Suprafaţa conică sau oblică are un avantaj, care constă în aceea că menţine direcţia aerului de purjare din fereastra de admisiune 25 în sus, spre cilindrul mai mic 14 şi camera de ardere 20. În plus, forma fundului pistonului mai mare 16 poate fi aleasă astfel, încât să contribuie, de una singură sau în combinare cu un ajutor, la turbionarea slabă a aerului de purjare de la direcţia ferestrei de admisiune 25.
De menţionat că în urma direcţiei curentului de aer în timpul ritmului de comprimare pistonul mai mic 18 nu necesită segmente de piston pentru etanşarea acestuia în orificiul cilindrului 18, fapt care asigură posibilitatea formării adânciturilor în peretele lateral al pistonului 18.
În fig. 7 este prezentată încă o variantă a motorului, în care este prevăzut un ajutor în pornirea motorului. În proeminenţa 100 pe peretele cilindrului mic 14 este instalat un electrod 300. Al doilea electrod 302 este instalat în camera de ardere 20 în apropierea orificiului 40, astfel încât în caz, dacă pistonul 18 se apropie de punctul mort superior, electrozii se apropie unul de altul până la momentul când intervalul dintre ambii electrozi nu se va egala cu unitatea minimă prestabilită. Electrodul 302 este unit la masă, iar la electrodul 300 se aplică o tensiune înaltă, astfel încât tensiunea din intervalul între ambii electrozi în punctul mort superior să fie suficient de mare pentru generarea scânteilor între electrozi.
După cum s-a menţionat mai sus, injectorul de combustibil 36 avansează cantitatea prestabilită de combustibil în cilindru, care este suficientă pentru formarea amestecului de combustibil-aer normal din punct de vedere chimic (sau aproape normal), care poate fi inflamat prin intermediul scânteii.
După câteva cicluri de ardere mijlocul de aprindere din camera de ardere preia întregul proces de aprindere asupra sa, oprind aplicarea tensiunii la electrodul 300.
Construcţia nu cere un sistem de distribuire pentru comutarea tensiunii între cilindri sau pentru aplicarea tensiunii pe electrodul 300 într-un moment stabilit din decursul ciclului motorului. Tensiunea poate fi aplicată la electrodul 300 de la condensator, care este realimentat în timpul funcţionării motorului.
Când pistoanele se deplasează în direcţia punctului mort superior, amestecul de combustibil-aer din cilindrul mai mic 14, care conţine combustibilul evaporat, începe să intre în camera de ardere 20 prin orificiul 40. Combustibilul care intră în cameră este inflamat prin intermediul mijlocului de aprindere cu acţiune continuă 22 (care, de regulă, reprezintă un catalizator) de pe peretele camerei de ardere, în urma acestei inflamări se efectuează creşterea presiunii

în camera de ardere. Această creştere a presiunii va provoca o reacţie opusă la avansarea ulterioară a amestecului de combustibil-aer cilindrul 14 în camera de ardere până la momentul, când presiunea din cilindrul 14 iarăşi va fi mai mare, decât presiunea din camera de ardere. Creşterea presiunii în cilindrul 14 poate, de asemenea, produce scăpări de amestec combustibil-aer pe lângă pistonul 18 în cilindrul 12.

Pentru prevenirea acestor scăpări orificiul 44 destinat aerului este amplasat la o distanţă prestabilită mai sus de fundul pistonului 16, în urma cărui fapt peretele lateral al cilindrului 14 separă orificiul 44 până la momentul, când pistoanele vor atinge punctul mort superior.

În peretele lateral al cilindrului 14 este executată o adâncitură 304, amplasată astfel, ca ea să comunice cu orificiul 44 în cazul, în care este separat de la cilindrul 12. Adâncitura 304 parţial sau complet închide orificiul 44 şi în conformitate cu varianta preferenţială este executată în formă de canal, care trece pe o parte sau pe întreaga circumferinţă a peretelui cilindrului 14.

În cazul când pistoanele ating punctul mort superior şi orificiul 44 este separat de la cilindrul 12, presiunea aerului rămas în cilindrul 12 se măreşte rapid. În plus, în procesul inflamării amestecului de combustibil-aer din camera de ardere 20 presiunea în orificiul 44 şi, prin urmare, în adâncitura 304, de asemenea, se măreşte rapid. La început, când presiunea în camera de ardere reacţionează opus la evacuarea ulterioară a amestecului de combustibil-aer din cilindrul 14, presiunea ridicată din orificiul 44 şi adâncitura 304, de asemenea, reacţionează opus la scăpările de amestec combustibil-aer din cilindrul 14 între pereţii laterali ai pistonului 18 şi ai cilindrului 14.

În cazul când presiunea din cilindrul 14 devine mai mare decât presiunea din camera de ardere 20, presiunea aerului din cilindrul 12, care se măreşte rapid (după ce orificiul 44 a fost separat de la cilindrul 12), de asemenea, serveşte pentru prevenirea scăpărilor de amestec combustibil-aer în cilindrul 12.

După cum este prezentat în fig. 8, pistonul 18 este dotat cu un cap în formă de trunchi de con, care iese din limitele corpului pistonului, formând o proeminenţă 310, care etanşează spaţiul de deasupra pistonului 18 de la cilindrul 12. Termenul “etanşează” este utilizat cu sensul, care prevede că jocul dintre proeminenţă sau alt “etanşor” (astfel ca peretele lateral al pistonului, care poate fi utilizat şi în alte variante) este suficient de mare, pentru a face posibilă mişcarea liberă a pistonului 18 în cilindrul 14, însă suficient de mic pentru a limita până la minim curentul de gaze scăpate din cilindrul 14 pe lângă pistonul 18 în cilindrul 12. Peretele frontal superior al cilindrului are o formă corespunzătoare.

Peretele lateral al pistonului 18 mai jos de proeminenţă 310 conţine două teşituri 312, 314 diametral opuse, care preferenţial au o formă segmentară, însă pot avea, de asemenea, orice altă formă, potrivită. Teşitura 314 trece de la fundul pistonului 16 până la proeminenţa 310, iar teşitura 312 trece de la orificiul 44 până la proeminenţa 310. Ca şi orificiul 44, prezentat în fig. 7, acest orificiu este, de asemenea, amplasat la o înălţime prestabilită mai sus de fundul pistonului 16. Teşitura 312 comunică cu canalul periferic 316, care este format în pistonul 18 mai jos de proeminenţa 310. Canalul trece parţial pe periferia pistonului 18 şi nu comunică cu teşitura 314. În locul proeminenţa 310 pistonul conţine o parte cilindrică, care trece pe toată circumferinţa pistonului şi interacţionează cu peretele lateral al cilindrului 14, asigurând etanşarea între cilindrii 14 şi 12.

Orificiul 40 care iese din camera de ardere intră pe suprafaţa cea mai superioară a pistonului 18.

Ca şi în varianta prezentată în fig. 7, în cazul când în camera de ardere 20 începe procesul de ardere, presiunea din cameră se măreşte şi această presiune este debitată prin orificiul 44 în teşitura 312 şi canalul 316, împiedicând scăpările pe lângă partea cilindrică a pistonului 18.

Teşitura 314, de asemenea, conţine un canal 318, care interacţionează cu ea, format în peretele lateral al cilindrului 14. Acest canal trece pe o parte sau de-a lungul întregii lungimi unghiulare a teşiturii 314.

Spre sfârşitul ritmului de comprimare, în cazul când orificiul 44 este separat de la cilindrul 12, încetează procesul de creştere a presiunii din camera de ardere, produs de afluxul de aer din cilindrul 12, iar presiunea din cilindrul 14 continuă să crească în cazul, când pistonul 18 se mişcă în direcţia punctului mort superior. În urma acestui fapt amestecul de combustibil-aer din cilindrul 14 începe să intre în camera de ardere prin orificiul 40.

În cazul în care orificiul 44 destinat aerului este separat de la cilindrul 12, aerul, cuprins deasupra pistonului 16 în “spaţiul de pocnituri”, are posibilitatea de a curge în teşitura 314. Canalul 318 este amplasat astfel, încât în cazul când pistoanele se aproprie de punctul mort superior, el închide partea cilindrică de etanşare a cilindrului 18, dând posibilitate aerului evacuat în teşitura 314 din cilindrul 12 să curgă în jurul părţii cilindrice de etanşare a cilindrului 18 în cilindrul 14 în spaţiul de deasupra pistonului 18. Acest fapt suplimentar măreşte presiunea amestecului de combustibil-aer din cilindrul 14, contribuind la deplasarea amestecului de combustibil-aer prin orificiul 40 în camera de ardere 20. Canalul 318 poate fi format prin intermediul unei sau mai multor adâncituri între ele.

După inflamare în puntul mort superior presiunea gazelor din cilindrul 14 poate să producă scăpări din spaţiul de deasupra pistonului 18 prin canalul 318, însă aceste scăpări vor fi scurte şi vor conţine numai aerul (fără combustibil), care a trecut prin teşiturile 314 şi 318 până la momentul inflamării amestecului.

În varianta, reprezentată în fig. 8A, teşiturile 314 şi canalele 318 sunt executate în acelaşi complex cilindri-pistoane, ca teşiturile 312 şi canalele 316, însă ele pot fi executate independent una de altă în acest complex cilindri-pistoane.

De menţionat că orice caracteristică, descrisă cu referiri la orice variantă prezentată mai sus, poate fi utilizată cu orice altă caracteristică din orice variantă (dacă este posibil).