

Vestis Paleontologie

INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI

STUDII TECHNICE ȘI ECONOMICE

SERIA B

Chimie

Nr. 21

LUCRĂRI EXECUTATE ÎN LABORATORUL DE CHIMIE

PROPRIETĂȚILE
COMBUSTIBILILOR ROMÂNEȘTI

PENTRU
MOTOARE DIESEL MOBILE

(MIT DEUTSCHER ZUSAMMENFASSUNG)

DE

ING. MILTIADE FILIPESCU

63341

MONITORUL OFICIAL ȘI IMPRIMERILE STATULUI
IMPRIMERIA NAȚIONALĂ, BUCUREȘTI, 1942



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI

STUDII TECHNICE ȘI ECONOMICE

SERIA B

Chimie

Nr. 21

LUCRĂRI EXECUTATE ÎN LABORATORUL DE CHIMIE

PROPRIETĂȚILE
COMBUSTIBILILOR ROMÂNEȘTI

PENTRU

MOTOARE DIESEL MOBILE

(MIT DEUTSCHER ZUSAMMENFASSUNG)

DE

ING. MILTIADE FILIPESCU



MONITORUL OFICIAL ȘI IMPRIMERIILE STATULUI
IMPRIMERIA NAȚIONALĂ, BUCUREȘTI, 1942



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României

INTRODUCERE

In ultimii ani întrebuitărea motorului Diesel s'a întins pe o scară din ce în ce mai mare, nu numai în domeniul pe care-l stăpânea până în anii din urmă, dar și în domenii cu totul noi. Anumite calități, care îl avantajează față de motorul cu explozie, au făcut ca motorul Diesel, care acum douăzeci de ani nu era întrebuită decât numai în centrale de energie, să capete în acest timp o utilizare din ce în ce mai mare. Astăzi acest motor este utilizat la vapoare și submarine, la locomotive și automotoare pe căi ferate, la autocamioane și autobuze, la avioane și dirijabile, și nu suntem decât la începutul întrebuitării sale în aceste domenii. Cifrele de mai jos sunt edificate în această privință.

In 1914 numărul vaselor pe apă care funcționau cu motoare Diesel era de 297, însumând un tonaj de 234.287 t, iar până în 1938 acest număr a crescut la 6912, cu un tonaj de peste 15 milioane tone, reprezentând o sporire procentuală dela 0,45% în 1914, la 22,45% în 1938.

Aceeași tendință de intensă utilizare a acestui motor se vede și în traficul pe căi ferate: în 1914 nici nu se pomenea de utilizarea motorului Diesel în acest domeniu, pe când în anul 1938 situația în diferitele țări era următoarea:

T a r a	Automotoare Diesel	Locomotive Diesel
Germania	671	1.171
Franța	662	121
Italia	266	1
Argentina	245	35



<u>T a r a</u>	<u>Automotoare Diesel</u>	<u>Locomotive Diesel</u>
Statele-Unite	39	115
Olanda	65	106
Anglia	27	35
Alte ţări	1.025	116

Numărul camioanelor și autobuzelor cu motoare Diesel pentru același an este următorul:

<u>T a r a</u>	<u>Nr. autovehi- culelor cu mo- toare Diesel</u>	<u>%</u>
Germania	57.410	13,4
Anglia	20.000	3,2
Franța	17.500	3,5
Italia	5.500	4,5
Statele-Unite	5.000	0,1

Nu avem date referitoare la întrebuițarea motorului Diesel în aviație; este sigur, însă, că aviația mai multor ţări, ca Germania și America, întrebuițează acest motor la avioane grele.

Care este cauza atenției speciale dată motorului Diesel și a progresului făcut într'un timp așa de scurt, cucerind din terenul pe care îl detinea până acum motorul cu explozie?

Pentru a răspunde la această întrebare nu voi intra în descrierea fenomenelor ce se petrec în cilindrile celor două motoare, mă voi mărgini numai să menționez următoarele: la motorul Diesel, raportul de compresiune, adică raportul dintre volumul cilindrului la sfârșitul detentei și cel dela sfârșitul compresiunii, este aproape triplu ca la motorul cu explozie, având drept consecință un randament mult mai mare la primul motor decât la celălalt, ceea ce înseamnă că pentru aceeași cantitate de combustibil cu motorul Diesel se obține un travaliu aproape dublu ca cel obținut cu motorul cu explozie. Avem astfel puțină de a construi motoare mult mai puternice, la care niciodată n' am putea ajunge utilizând motoarele de explozie, care au raportul de compresiune limitat. Acest lucru are mare importanță pentru automobile și mai ales pentru motoarele de



aviație, dela care se cer raze de acțiune și vitese cât mai mari și un consum de combustibil cât mai mic.

Dar pe lângă aceste considerații de ordin tehnic, mai sunt și alte considerații care au contribuit la răspândirea acestui motor în lume. Printre acestea vom nota: costul mai redus al combustibilului pentru motoarele Diesel și faptul că acest motor e mai puțin sensibil față de combustibil decât motorul cu explozie.

Trecând acum la desavantajele motorului Diesel trebuie să menționăm mai întâi dificultatea de demaraj, care este mai mare în timpul iernii și depinde în mare parte de natura combustibilului, apoi greutatea și volumul mare a motorului, inconvenientul destul de serios pentru industria automobilelor și mai ales a aviației, unde se cere motorului greutate și volum cât mai mici. Ambele aceste dificultăți se vor rezolva de sigur printr'o colaborare fericită între constructorii de motoare Diesel și producătorii de combustibil ale cărui proprietăți trebuie să satisfacă noile cerințe ale acestui motor.

Prin utilizarea motorului Diesel la vehicule și aeroplane, unde se cere o turație mare, acest motor are nevoie de un combustibil selecționat. Unui motor Diesel îi se cer astăzi condiții severe de funcționare, ușurință la demaraj, viteză mare, durată lungă de funcționare, rezistență la uzură, consum redus de combustibil, etc. De aceea selecționarea combustibilului pentru motoarele Diesel a devenit astăzi absolut necesară, mai ales pentru acele de turație mare. În acest studiu ne vom ocupa mai de aproape de unul din mijloacele care s'a dovedit a fi astăzi foarte important în aprecierea unui combustibil pentru motorul Diesel, anume: calitatea de aprimindere.

PARTEA I-A

I. CALITATEA COMBUSTIBILILOR PENTRU MOTOARELE DIESEL MOBILE

Alimentarea motoarelor Diesel mobile se face astăzi cu produse obținute din distilația țățeiului, începând cu ultimele fracțiuni de lampant până la fracțiuni de păcură. Acestea



li se pot adăuga produse de « cracking » sau de polimerizare, cum este uzul de ex. în America. În Germania, țară săracă în petrol, se utilizează produse obținute prin hidrogenarea cărbunilor și mai ales produse de sinteză obținute prin procedeele I. G. Farben Industrien (Bergius) și Fischer-Tropsch.

După cum se vede, produsele întrebuintate sunt diferite ca origină și mod de fabricare. Ele diferă și din punct de vedere al constituției chimice. Această diversitate în proprietățile combustibililor pentru motoarele Diesel a făcut necesar să se dea o mai mare atenție proprietăților fizico-chimice ale acestor combustibili și să se caute metode de analiză cât mai sigure pentru stabilirea criteriilor de valorificare. Pentru aceasta s-au făcut diferite încărcări, fie pe motoare standard special construite în vederea acestui scop, fie pe motoare obișnuite din comerț, căutându-se o legătură între diferențele constante fizico-chimice ale combustibilului și funcționarea motorului. Concluziunile la care s'a ajuns sunt următoarele:

1. Curba de distilare a combustibilului, viscozitatea și punctul de inflamabilitate au influență asupra ușurinții la demaraj, a distribuirii combustibilului în camera de combustie, asupra arderii complete, a consumului de combustibil și asupra temperaturii de eșapament a gazelor.
2. Procentul de sulf și cel de cenușă influențează coroziunea sistemului de injecție și uzura motorului.
3. Viscozitatea și congelarea sunt în strânsă legătură cu injecția și alimentarea motorului.
4. Procentul de gume influențează funcționarea supapelor.
5. Cărbunele rezidual influențează randamentul motorului, arderea completă și uzura.

Pe baza acestor constatări sau făcut diferențe caiete de sarcini care stabilesc anumite limite pentru valoarea constantelor fizico-chimice ale combustibilului, astfel ca să se obțin rezultate optime în motor. Mai toate aceste caiete de sarcini împart combustibilii pentru motoarele Diesel în trei categorii:

1. Combustibili pentru motoare Diesel cu vitesa peste 1000 de ture pe minut, adică combustibilii de automobile și avioane.

Condițiunile pentru combustibili din această categorie sunt foarte severe și numai combustibili selecționați pot face față caietelor de sarcini respective.

2. Combustibili pentru motoare Diesel cu vitesa între 500 și 1000 ture pe minut, cum sunt combustibili pentru motoare industriale, pentru care condițiile sunt mai ușoare, coincizând cu calitățile combustibililor obișnuiți din comerț.

3. Combustibili pentru motoare Diesel cu vitesa mică, sub 500 ture pe minut, cum sunt combustibili inferiori, pentru care condițiile sunt mai ușoare, deoarece pe de o parte motoarele în care sunt întrebuiuți posedă instalații de curățire și încălzire pentru combustibil, iar pe de altă parte ceea ce interesează în primul rând la acest fel de motoare este funcționarea lor cât mai economică.

Concluziile la care s'a ajuns prin încercările făcute în laborator și pe motor sunt următoarele: constantele analitice ale unui combustibil, ca: punctul de inflamabilitate, cenușă, viscozitatea, apa, punctul de congelare, indicele Conradson, procentul de sulf, curba de distilație, etc., sunt necesare la determinarea calității unui combustibil Diesel, nu însă și suficiente, deoarece aceste date nu ne spun decât foarte puțin despre comportarea combustibilului în cilindrul motorului, cea ce înseamnă a ignora randamentul și buna funcționare a motorului.

Astfel s'a născut necesitatea introducerii unei noi caracte-ristice a combustibilului care să completeze aceste lipsuri; ea a fost introdusă în 1931 de către BOERLAGE și BROEZE sub denumirea de «calitate de aprindere».

II. CALITATEA DE APRINDERE

La motoarele cu explozie aprinderea amestecului aer-carburant se face prin scânteia electrică produsă între polii bujiei, la motorul Diesel aprinderea combustibilului se face, după cum am arătat, cu ajutorul presiunii și a temperaturii înalte din cilindru. De aceea dela combustibilii pentru motoare cu explozie se cere o mare rezistență la autoaprindere, adică să fie



antidetonanți, pe când combustibilii pentru motoarele Diesel trebuie să aibă, din contra, o slabă rezistență la aprindere, cu alte cuvinte să se aprindă imediat ce au fost injectați în cilindru. Ambele aceste proprietăți sunt legate de constituția chimică a combustibilului.

Legătura ce există între calitatea de aprindere a unui combustibil și proprietățile fizico-chimice ale moleculelor combustibilului a fost arătată de BOERLAGE și BROEZE (2) în teoria asupra termostabilității. După această teorie, calitatea de aprindere a unei motorine în motorul Diesel este în strânsă legătură cu tendința mai mult sau mai puțin pronunțată a moleculelor hidrocarburilor de a se descompune sub acțiunea temperaturilor înalte. După cercetările lui G. R. SCHULTZE (3), parafinele normale necesită un consum de energie mai redus, pentru ruperea legăturilor între atomi, decât hidrocarburile aromatice. Hidrocarburile naftenice și olefinele ocupă un loc intermediar. Ca urmare, hidrocarburile parafinice normale posedă o tendință de unire cu atomii oxigenului, care se manifestă în calitatea de autoaprindere, mult mai pronunțată decât hidrocarburile din seriile aromatică și naftenică. Isoparafinele, datorită poate faptului că prezintă mai multă simetrie în construcția edificiului molecular, au o termostabilitate mai mare — deci o calitate de aprindere mai mică — decât parafinele normale.

Dar această calitate de aprindere nu necesită numai decât o rupere a moleculelor în altele mai mici, cu alte cuvinte nu este absolut nevoie ca să aibă loc un fenomen de « cracking ». Prin acțiunea temperaturilor înalte, moleculele hidrocarburilor sunt aduse într'un grad de activitate foarte pronunțat, care se manifestă prin un număr foarte mare de vibrații ale atomilor din care sunt constituite aceste molecule. Această stare de activitate a moleculelor este premergătoare rupturii lor, în altele mai mici, adică fenomenului de « cracking ». Moleculele astfel activate, sau rupte în urma fenomenului de « cracking », găsindu-se și ele într'un grad de activitate foarte pronunțat, pot reacționa foarte ușor cu oxigenul și anume cu acele molecule de oxigen, care se găsesc și ele în stare activă sub acțiunea temperaturii



înalte, producând fenomenul de ardere în camera de combustie a motorului.

Termostabilității diferite a hidrocarburilor cât și deosebirile de ordin constructiv ce există între motorul cu explozie și motorul Diesel se datorează faptul că tocmai combustibilii bogăți în hidrocarburi parafinice, improprii pentru buna funcționare a motorului cu explozie, sunt cei mai căutați pentru motorul Diesel.

Din aceste scurte considerații reiese strânsa legătură ce există între termostabilitatea moleculelor combustibilului — deci între compoziția sa chimică — și calitatea sa de aprindere. Nu au lipsit de aceea încercări pentru a determina această calitate din constantele fizico-chimice ale combustibilului, fără să se fi ajuns însă, până azi, la metode care să permită măsurarea cu precizie a acestei proprietăți numai pe bază de date analitice ale combustibilului. Cel mai sigur mijloc pentru măsurarea calității de aprindere a unui combustibil rămâne încercarea făcută direct pe motor.

Primele încercări făcute în această direcție sunt acele ale lui BOERLAGE și BROEZE, care în anul 1931 propun măsurarea calității de aprindere prin procedeul aşa zis de «întârziere la aprindere» (Ignition delay method). Prin întârziere la aprindere se înțelege unghiul descris de axul motor din momentul injectării combustibilului în camera de ardere până la aprindere. Această întârziere a fost măsurată de către cercetătorii de mai sus cu ajutorul unui indicator adaptat la un motor Diesel și este exprimată în indici de ceten.

Prin indice de ceten se înțelege procentul de ceten în volum dintr-un amestec de ceten și α -metilnaftalină, care are aceeași calitate de aprindere ca și combustibilul supus determinării indicelui de ceten. Cetenul este o hidrocarbură nesaturată (n -hexadecen) având formula $C_{16}H_{32}$ și densitatea 0,780 la 20°C . Are o perioadă de întârziere la aprindere foarte mică, cea ce denotă o calitate de aprindere mare și ea este luată egală cu 100. Cealaltă hidrocarbură, α -metilnaftalina ($C_{11}H_{10}$) este o hidrocarbură aromatică, cu perioada de întârziere la aprindere

mare (calitate de aprindere mică), luată egală cu o. Din cauza nestabilității cetenului s'a înlocuit această hidrocarbură prin cetan ($C_{16}H_{34}$) și indicele cetanic prin *indicele cetanic*. Între acești indici există relațiunea:

$$\text{indice cetanic} = 0,88 \times \text{indice cetanic},$$

care permite de a se trece dela un indice la celălalt.

POPE și MURDOCK au propus determinarea indicelui de ceten prin metoda raportului critic de compresiune, care se reduce la determinarea celei mai mici compresiuni la care combustibilul injectat în motor se aprinde, într'un anumit timp după începerea injecției. Această determinare se face pe motorul american «Cooperative Fuel Research Committee» (prescurtat C.F.R.) pentru determinarea indicelui de octan la benzine, transformat în motor Diesel. Detonația, care este cu atât mai mare cu cât aprinderea combustibilului este mai rea și mai întârziată, se măsoară cu ajutorul acului săritor («bouncing pin»), care închide un circuit electric atunci când se produce detonația în cilindru. În ultimul timp această metodă a fost modificată în sensul că se determină raportul de compresiune corespunzător unei întârzieri la aprindere de 13° din rotația axului. Inceputul injectării și momentul aprinderii sunt indicate prin două tuburi cu neon iluminate în aceste momente, adică atunci când întârzierea la aprindere atinge exact valoarea de 13° , tot prin ajutorul acului săritor.

Printre alte metode propuse pentru determinarea calității de aprindere a combustibililor pentru motoarele Diesel, cităm următoarele: DUMANOIS, în Franța, determină indicele de cetan al unui combustibil Diesel, din valoarea indicelui octanic al unui amestec constituit din 75% benzină, de un indice octanic cunoscut, și 25% din combustibilul Diesel supus determinării. Cu ajutorul unei curbe de etalonare construită cu combustibili Diesel de referință se poate determina calitatea de aprindere.

LEMESURIER și STANSFIELD folosesc un motor monocilindric. Raportul de compresiune, pentru care se mai produce încă



aprinderea, este dedus din diferența de depresiune din conductă de aspirat aerul pentru combustibilul în cauză și pentru două amestecuri de combustibili de referință.

In Anglia « Institution of Petroleum Technologists » a propus două metode; prima întrebuiștează un indicator de precizie pentru măsurarea unui unghiu de $1/4^{\circ}$ din rotația vilbrochenului, cealaltă se bazează pe reducerea admisiunii aerului până ce se obțin primele injectări de combustibil fără aprindere. Aceste două metode nu necesită motoare speciale, ci se pot efectua pe orice motor Diesel industrial, echipat pentru acest gen de determinări. In ambele metode indicele cetanic este calculat din curbe de etalonare construite cu ajutorul combustibililor de referință.

Din cauza scumpetii combustibililor de referință primari — cetanul și α —metilnaftalina — s'a căutat în diferite țări să se înlocuiască aceștia prin combustibili de referință secundari etalonati cu ajutorul cetanului și α —metil naftalinei. In Statele-Unite se utilizează o motorină de distilație primară provenită din țăciul de Illinois cu un indice de cetan 74 și metilnaftalina comercială, care este un amestec de α și β metilnaftalina. In Anglia se utilizează combustibili de referință secundari: S 300 și Abadan. Produsele S 300 și Abadan sunt obținute prin tratare cu bioxid de sulf lichid a motorinei scoasă din țăciul de Persia. S 300 este extractul iar Abadan este rafinatul. Proprietățile lor sunt următoarele:

	S 300	Abadan
Densitatea la 20°C	0,871	0,841
Cifra medie de fierbere	219°C	296°C
Indice de ceten	28,5	75,0

Pentru combustibili Diesel cu indicele cetanic mai mare ca 75 se întrebuiștează combustibilul de referință secundar Kogasin II, cu indicele cetanic 106, extras din produsele de sinteză obținute prin procedeele FISCHER-TROPSCH.

In Germania încercările cu combustibilii pentru motoare Diesel se fac fie pe motorul american C. F. R., fie pe motoare



de construcție germană, cum sunt motoarele H. W. A. (Heereswaffenamt), D. V. L. (Deutsche-Versuchsanstalt für Luftfahrt) și F. K. F. S. (Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren, Stuttgart). Pe primul motor se măsoară calitatea de aprindere a unui combustibil după metoda determinării limitei de depresiune la care mai are loc aprinderea, pe celelalte două prin metoda întârzierii la aprindere. Începutul injectiei la motorul F. K. F. S. este indicat de un ac în legătură cu duza, iar începutul aprinderii este indicat de o celulă fotoelectrică.

După cum se vede metodele întrebuințate sunt multe și diferite și în consecință diferă și rezultatele dela o metodă la alta. Pentru acest motiv s'a constituit în 1934 în America un comitet cu însărcinarea să aleagă între aceste numeroase metode. Au fost reținute două metode, acea a raportului critic de compresiune și metoda întârzierii la aprindere, care pot fi aplicate la motorul C. F. R. pentru determinarea indicelui de octan la benzine, modificat în vederea studiului combustibililor Diesel.

Aplicarea acestor metode pe același motor utilizat la determinarea indicelui octanic la benzine cât și motive de ordin economic și practic au contribuit în largă măsură la răspândirea acestor metode pentru determinarea indicelui de cetan la combustibilii pentru motoarele Diesel. Ambele metode au avantajele și desavantajele lor; astfel, metoda raportului critic de compresiune e mai rapidă, însă rezultatele măsurătorilor nu au decât o valoare relativă de ordin practic; prin cealaltă metodă, care prezintă din punct de vedere practic mai mult interes, se obțin valori mai reproductibile, cu o aproximatie de 2,5 unități cetanice. Punerea în aplicație a acestei metode este însă mai anevoieoașă. Din rezultatele obținute cu metoda raportului critic de compresiune se pot trage concluzii referitoare la demarajul motorului față de combustibilul întrebuințat, cu cealaltă metodă se obțin rezultate care ne dă informații mai generale referitoare la modul cum se comportă un combustibil într'un motor Diesel.



N'au lipsit încercări pentru determinarea indicelui cetanic și pe motoare industriale. Concluzia la care s'a ajuns este că numai metodele bazate pe măsurarea întârzierii la aprindere dau rezultate mai apropiate de cele din practică.

După cum se vede, atât metodele cât și motoarele ce servesc la determinarea calității de aprindere a combustibililor Diesel sunt numeroase. Rezultatele obținute concordă în linii generale între ele. Totuși în numeroase cazuri s-au observat diferențe destul de mari între valorile obținute pe același motor, aplicând diferite metode, sau cu aceeași metodă, dar aplicată la motoare diferite.

MARDER și SCHNEIDER (4) explică în parte aceste diferențe cu ajutorul unei diagrame, care arată variația indicelui cetanic (axa ordonatelor) în funcție de variația raportului critic de compresiune (axa abciselor). Din această diagramă se observă că valorile joase, până la 40, ale indicelui cetanic sunt invers proporționale cu raportul critic de compresiune. La creșterea indicelui cetanic peste această valoare curba își schimbă brusc direcția iar raportul critic de compresiune scade logaritmic. Astfel, la o variație foarte mică a acestui raport corespunde o variație mult mai mare a indicelui cetanic, cea ce înseamnă că o schimbare cât de mică în reglajul motorului are o influență foarte mare asupra indicelui cetanic cu valori peste 40.

De aceea o concordanță absolută în determinările indicelui cetanic prin metoda raportului critic de compresiune, la combustibili având acest indice mai mare ca 40, este greu de obținut.

In studiu nostru am executat o serie de determinări de indici cetanici, aplicând metoda raportului critic de compresiune. Aceste determinări au fost făcute în Laboratorul Rafinăriei Soc. Creditul Minier dela Brazi. Aduc Onor. Direcțiuni a acestei societăți, care a binevoit a-mi pune la dispoziție motorul C. F. R., viile mele mulțumiri. Mulțumesc de asemenea d-lui Ing. M. COSMIN din Soc. Creditul Minier pentru binevoitorul și prețiosul concurs ce mi-a dat în această ocazie.

A) DETERMINAREA CALITĂȚII DE APRINDERE CU AJUTORUL METODELOR DE LABORATOR

Paralel cu încercările pe motor s'a căutat să se exprime și cu ajutorul unor constante analitice calitatea de aprindere a combustibililor Diesel, deoarece această proprietate este strâns legată de compoziția chimică a combustibilului. Pentru aceasta s'a recurs la diferite constante analitice în legătură mai mult sau mai puțin cu compoziția chimică a combustibilului, ca: densitate, indice de refracție, putere calorică, conținut în carbon și hidrogen, punct de anilină, viscozitate, tensiune superficială, cifra medie de fierbere, etc.

Calitatea de aprindere a unui combustibil nu poate fi calculată numai cu ajutorul unei singure constante; în formulele stabilite se face uz de două sau mai multe constante.

1. BOERLAGE și BROEZE (5), în 1932, paralel cu determinările pe motor, fac și cercetări de laborator și ajung la următoarea formulă pentru calculul indexului de aprindere (Ignition Index), care exprimă calitatea de aprindere a unui combustibil:

$$\text{Ind. apr.} = G - 0,0075 \times (C^{\circ} \text{ } 50\% \text{ distil. A. S. T. M.} - 250^{\circ} \text{ C})$$

In această formulă s'a notat cu G greutatea specifică la 20°C .

2. LE MESURIER și STANSFIELD (6) propun punctul de anilină, care după cum se știe este în strânsă legătură cu compoziția chimică.

Combustibilii normali au punctul de anilină cuprins între 40° și 70°C .

3. BECKER și FISCHER (7) introduc în 1934 constanta «indice Diesel», care se calculează, cunoșându-se greutatea specifică exprimată în grade $A. P. I.$ la 60°F și punctul de anilină ($P. A.$) în grade F din formula:

$$\text{Indicele Diesel} = \frac{P. A. \times Gr. spec. (A. P. I.)}{100}$$

In Europa a început să se introducă în caetele de sarcini pentru motoarele Diesel acest indice exprimat prin punctul de anilină în grade Celsius și densitate la 15°C .



Combustibilii normali au indicele Diesel cuprins între 38 și 80.

4. L. C. MOORE și C. R. KAY (8) propun formula:

$$G = 1,082 A - 0,0887 + (0,776 - 0,72 A) \log. \log. (KV - 4).$$

In această formulă înseamnă:

G = greutatea specifică la 60° F;

A = constanta « viscozitate densitate »;

KV = viscozitatea cinematică în milistokes la 100° F.

Calitatea de aprindere scade pe măsură ce crește A . Combustibilii normali au pentru A valori cuprinse între 0,81 și 0,93.

5. WATSON și NELSON (9) dela Universal Oil Products Comp. (U. O. P.) propun următorul « indice de caracterizare »:

$$\text{Indicele de caracterizare U. O. P.} = \frac{(Tf) \frac{V}{S}}{S}$$

In această formulă înseamnă:

Tf = Temperatura medie de fierbere în grade Rankin.

S = Greutatea specifică la 60° F.

Calitatea de aprindere variază în același sens cu indicele de caracterizare $U. O. P.$ Pentru combustibili normali acest indice variază între 11—12,4.

6. JACKSON (10) propune « indicele temperatură de fierbere-densitate » (Boiling point gravity), care se calculează din formula:

$$G = A (68 - 0,703A) \times \log. Tf.$$

In această formulă avem:

A = Indicele « temperatura de fierbere-densitate ».

G = densitatea A. P. I. la 60° F.

Tf = temperatura în grade C pentru care combustibilul distilă 50% (A. S. T. M.).



7. W. HUBNER și G. EGLOFF (11) propun «indicele calității de aprindere», care se calculează din formula:

$$Q = \frac{G \times A \times Tf}{100.000}$$

In această formulă înseamnă:

Q = Indicele «calitate de aprindere».

G = Densitatea în grade A. P. I. la 60° F.

A = Punctul de anilină în grade F.

Tf = Temperatura în grade F la care combustibilul distilă 50% (A. S. T. M.).

Observăm că formula pentru indicele «calitate de aprindere» poate fi scrisă și sub forma:

$$Q = \frac{\text{Indice Diesel} \times Tf}{1000}$$

Calitatea de aprindere variază în același sens cu indicele Q , care pentru combustibili normali este cuprins între 12 și 50.

8. W. KREULEN (12) introduce în calculul indicelui de ceten rezultatele ciclo-analizei după VLUGTER, WATERMANN și VAN WESTEN, care ne permite să determinăm într'un distilat petrolier procentele în gr. de cicluri aromatice, cicluri naftenice și catene parafinice. Formula stabilită de KREULEN este următoarea:

$$\text{Indice cetanic} = 0,2 A + 0,1 N + 0,85 P \text{ în care:}$$

A = Procentul în gr. de cicluri aromatice.

N = Procentul în gr. de cicluri naftenice.

P = Procentul în gr. de catene parafinice.

Numai formula lui KREULEN dă direct indicele de ceten al unui combustibil. Pentru obținerea indicelui cetenic sau a celui cetanic din celelalte formule s-au construit grafice care permit trecerea dela valoarea unuia din indicii menționată mai sus la valoarea corespunzătoare a indicelui cetenic sau cetanic. Astfel de grafice au fost prezentate de C. H. BARLEX și T. B. RENDEL¹⁾.

¹⁾ Report of the Volunteer Group for O. I. Fuel Research.



cu ocazia unui congres ținut în anul 1937 în Statele-Unite. Unele din aceste grafice sunt reproduse și de W. HUBNER și G. EGLOFF (11).

HEINZE și MARDER (13, 14) introduc în calculul indicelui cetenic al unui combustibil un nou element, acela de cifră medie de fierbere (Siedekennziffer), adică media aritmetică a temperaturilor la care distilă 5%, 15%, 25%... 95% din combustibil. După cum se știe această constantă a fost introdusă mai întâi de WA. OSTWALD (15) în studiul benzinelor. HEINZE și MARDER au arătat că din valorile unora din constantele analitice ale unei motorine ca: densitate, indicele Diesel sau parachorul specific¹⁾, se pot stabili relații de calcul pentru indicele de ceten. Intru căt însă indicele de ceten pentru aceleași valori ale acestor constante variază cu cifra medie de fierbere, crescând pe măsură ce această cifră este mai mare, această dependență între indicele de ceten și valoarea uneia din acele constante nu se poate stabili decât pentru motorine având o cifră medie de fierbere fixă.

HEINZE, MARDER și SCHNEIDER (4) au construit grafice pentru determinarea indicelui de ceten pentru motorine având cifra medie de fierbere de 300° C, atunci când se cunoaște una din aceste constante. Astfel de grafice dă legătura între indicele de ceten de o parte și parachorul specific, densitatea sau indicele Diesel de altă parte. Pentru calculul indicelui de ceten la motorine având altă cifră medie de fierbere, acești autori au stabilit următoarea formulă:

$$\text{Ind. cet.} - \text{Ind. cet.}(Tmf\ 300^\circ) - (300^\circ C - Tmf) \times K$$

în care Tmf = Temperatura — sau cifra — medie de fierbere în gr. Celsius, iar K un factor de corecție care a fost determinat empiric. Acest factor depinde de constanta analitică luată ca

¹⁾ Constanta parachor specific p a fost introdusă de SUGDEN și este exprimată prin relația:

$$p = \frac{\sigma^{1/4}}{d}$$

în care σ este tensiunea superficială iar d este densitatea la 20° C.

bază la determinarea indicelui cetenic. La motorine având cifra medie de fierbere între 200° și 350° , factorul K variază, în cazul densității, între 0,40 și 0,25; în cazul când se ia ca bază de calcul parachorul specific, $K = 0,3$, iar în cazul indicelui Diesel, $K = 0,2$.

Pentru calculul indicelui cetenic al unei motorine, se procedează în modul următor: din graficele corespunzătoare pentru variația indicelui de ceten în raport cu una din constantele: densitate (Grafic Nr. 2), parachor specificat sau indice Diesel (Grafic Nr. 3), pentru motorine având cifra medie de fierbere de 300° , se determină indicele de ceten corespunzător constantei analitice determinate. Cunoscându-se acest indice, cifra medie de fierbere și factorul K , se deduce cu ajutorul formulei de mai sus indicele de ceten al motorinei luată în studiu (16). Apoi cu ajutorul formulei dată la pag. 17 se transformă în indice de cetan.

Bazat pe legătura ce există între densitate și indicele cetenic al unei motorine, MARDER (17) a construit niște termoarcometre cu ajutorul cărora se poate determina indicele cetenic pentru cifra medie de fierbere 300° a motorinei. Determinarea se face la 20°C . Cu ajutorul formulei stabilită de HEINZE și MARDER, se calculează apoi indicele de ceten al motorinei pentru cifra medie de fierbere proprie.

Toate aceste metode de calcul a indicelui cetenic sau a celui cetanic, bazate pe diferite constante analitice ale combustibilului, conduc la valori mai mult sau mai puțin apropiate de valorile determinate pe motor. Această constatare este explicabilă dacă se ține seama de faptul că această constantă — calitatea de aprindere — a unui combustibil este în strânsă legătură cu proprietățile fizico-chimice ale hidrocarburilor ce intervin în compoziția combustibilului și că complexul acestor proprietăți nu poate fi cuprins numai în una sau două constante, care stau la baza diferențelor formule de calcul ale calității de aprindere a combustibilului Diesel.

M. COSMIN, într'un documentat studiu (18) se ocupă pe larg de chestiunea determinării calității de aprindere, exprimată în



indici cetanici, a motorinelor românești și stabilește douăsprezece relațiiuni, cu ajutorul cărora se poate calcula acest indice, cunoscându-se valorile unora din constantele analitice: densitate, parachor specific, indice Diesel, indice de aprindere, punct de anilină, indice viscozitate — densitate, indice U. O. P., indice temperatură de fierbere-densitate și indicele calității de aprindere. D-sa ajunge la concluzia că cele mai concordante valori față de valorile indicelui de cetan determinat pe motor se obțin dacă se recurge la indicele Diesel, la densitate și temperatură medie de fierbere sau la indicele U. O. P.

Pentru calculul indicelui de cetan din una din aceste constante, M. COSMIN stabilește următoarele relațiiuni analitice:

a) *In cazul indicelui Diesel :*

$$\text{Ind. cet. motor.} = 0,8 \times \text{Ind. Diesel} + 10$$

iar în cazul că se recurge și la temperatura medie de fierbere:

$$\text{I. C. motor} = \text{I. C.}(300^\circ) - (300 - Tmf) \times 0,2,$$

în care $\text{I. C.}(300^\circ)$ este indicele cetanic al motorinei având cifra medie de fierbere 300° C; Tmf este cifra medie de fierbere a motorinei.

$\text{I. C.}(300^\circ)$ se poate calcula din formula de mai jos, ne mai fiind necesară întrebuițarea de grafic:

$$\text{I. C.}(300^\circ) = 0,643 \times \text{Ind. Diesel} + 21,43$$

Dacă recurgem la densitate sau la parachorul specific relațiunile stabilite de M. COSMIN sunt următoarele:

b) *In cazul densității :*

$$\text{I. C. motor} = \text{I. C.}(300^\circ) - (300^\circ - Tmf) \times f$$

în care f variază în raport cu cifra medie de fierbere astfel:

$Tmf = 200^\circ$ C	250° C	300° C	350° C
$f = 0,4$	$0,35$	$0,3$	$0,25$

$\text{I. C.}(300^\circ)$ se obține din:

$$\text{I. C.}(300^\circ) = 412,293 - 414,63 \times \text{dens. la } 15^\circ \text{ C.}$$

c) *In cazul parachorului specific :*

$$I. C. \text{ motor} = I. C. (300^\circ) - (300 - Tmf) \times 0,3$$

în care $I. C. (300^\circ) = 142 \times \text{parachor specific} - 331$.

În studiul nostru am utilizat în calculul indicelui cetanic formula M. COSMIN:

$$\text{Ind. cetan.} = \text{Ind. Diesel} + 10,$$

cu ajutorul căreia autorul a obținut cele mai bune rezultate.

Este de așteptat ca în determinările de laborator pentru calculul calității de aprindere a unui combustibil să nu se obțin valori absolut identice cu cele găsite pe motor.

Determinarea indicelui de cetan cu ajutorul de relații analitice devine cu totul nesigură când avem de a face cu motorine cărora li s'au adăogat diferite substanțe chimice, în cantități ce în general nu întrec 2—3%, pentru ameliorarea calității de aprindere. Întrucât proprietățile fizico-chimice ale motorinelor, după adăogarea acestor substanțe (dopes), rămân aproape neschimbate, determinarea calității de aprindere a astfel de motorine nu poate fi făcută decât pe motor. Printre substanțele care au proprietatea de a mări calitatea de aprindere a combustibililor Diesel sunt nitrați și nitriți alchilici, peroxizi, nitrați alchilici halogenăți, nitrosoderivați și polisulfuri (19). Întrebunțarea în practică a acestor substanțe nu s'a generalizat însă, din cauza costului ridicat și a instabilității lor, precum și din cauza unor neajunsuri ce pot surveni în instalațiuni (depozite, coroziuni, tendință de cocsificare a combustibilului, având drept consecință creșterea indicelui Conradson peste anumite limite fixate de caetele de sarcini, etc.).

B) DETERMINĂRI EXPERIMENTALE

Calitatea de aprindere a motorinelor românești. Motorinele asupra cărora am făcut o serie de determinări, pe care le vom descrie în acest capitol, provin în parte din distilația țățeiurilor sau din instalațiile de « cracking », iar parte din ele au fost obținute în laborator din diferite țățeiuri de proveniență cunoscută.



Determinarea calității de aprindere, fie că a fost făcută pe motor, fie că a fost determinată prin calcul, este exprimată în indici cetanici. În determinarea pe motor am utilizat metoda raportului critic de compresiune, pentru care metodă era amenajat motorul instalat în rafinăria Soc. Creditul Minier, din rafinăria Brazi, unde au fost făcute toate determinările indicelui de cetan menționate în această lucrare.

Condițiunile de funcționare a motorului Diesel C.F.R. au fost următoarele: (18).

1. Turația motorului: 900 ± 3 /minut.
2. Cilindru: Metoda motor standardizată, compresiune variabilă și supapă de admisiune pentru turbulență.
3. Piston: Piston Diesel scobit.
4. Temperatura cămășii cilindrului: $96^\circ - 100^\circ$ C $\pm 0,6^\circ$ C.
5. Lichid de răcire: apă distilată.
6. Temperatura aerului la admisiune: $65^\circ \pm 1,1^\circ$ C.
7. Ulei pentru carter: S.A.E. 30.
8. Presiunea aerului: $25-30$ lbs/sq. in. ($1,8-2,1$ kg cm. p.).
9. Distanțele la tacheții supapelor:
 - a) la admisiune $0,08''$ ($0,203$ mm).
 - b) la evacuare la rece $0,01''$ ($0,254$ mm).
10. Avans la injectare: 12° înainte de punctul mort de sus (constant).
11. Presiunea de injectare: 1500 ± 50 lbs/sq. in. ($105,5$ kg/cm. p. $\pm 3,5$).
12. Cantitatea de combustibil: $18,0 \pm 0,5$ cm. c. pe minut.
13. Perioada de injectare: 2 injectări la 60 turații.
14. Specificațiile injectorului: Bosch D. N. 30 S3.
15. Specificațiile pompei de injectare: Bosch P.E.I.B. 50 A 302/3 S: 97; reglaj $0,075'' \pm 0,005$.
16. Conducta de combustibil dela rezervor la pompă: tub de cupru de $3/8''$.
17. Conducta de combustibil dela pompă la injector: tub de $1/4''$ diam. exter. și $1/8$ diam. interior.
18. Înălțimea rezervorului de combustibil: $25'' \pm 1$ dela baza inferioară a rezervorului la intrarea în pompă.

Combustibilii de referință întrebuienți au fost cei recomandați de « Institute of Petroleum Technologists », adică S 300 și Abadan.

Iată pe scurt modul de lucru: după ce s'a stabilit funcționarea normală a motorului s'a determinat raportul critic de compresiune la motorină, prin reducerea compresiunii până când nu a mai avut loc aprinderea, apoi s'a făcut același lucru cu două amestecuri de combustibili de referință, între care era încadrat motorina (un interval de cel mult opt unități cetanice). S'a determinat raporturile critice de compresiune pentru aceste două amestecuri și prin interpolare s'a determinat indicele cetanic al combustibilului luat în cercetare.

Pentru determinarea indicelui de cetan prin calcul am luat drept bază de calcul următoarele constante analitice:

1. Indicele Diesel. Am utilizat graficele sau relațiile stabilite între acest indice și indicele cetanic sau cel cetenic de către:

- a) HUBNER și EGLOFF. (Grafic Nr. 4) (v. planșele anexe).
- b) HEINZE și MARDER. (Grafic Nr. 3).
- c) M. COSMIN.

2. Parachorul specific. (Grafic Nr. 3).

3. Constanta viscozitate-densitate, calculând indicele cetanic după:

- a) HEINZE și HOPF. (Grafic Nr. 5).
- b) HUBNER și EGLOFF. (Grafic Nr. 4).

4. Densitatea. Am utilizat această constantă pentru obținerea indicelui de cetan cu ajutorul:

- a) Graficului HEINZE-MARDER. (Grafic Nr. 2).
- b) Termoareometrului MARDER.

5. Indice al calității de aprindere după HUBNER și EGLOFF. (Grafic Nr. 4).

Calculul indicelui de cetan cu ajutorul indicelui Diesel. Indicele Diesel s'a determinat din relația:

$$Ind. Diesel = \frac{Pct. anil. ({}^{\circ}F) \times gr. specif. (Gr. A.P.I.) la 60{}^{\circ}F}{100.}$$



TABELA I

Datele analitice ale combustibililor Diesel românești studiați de autor

Nr. de ordine	FELUL COMBUSTIBILULUI DIESEL	Densitate la 20°C	Viscozitate la 37,8°C în milistokes	Punct de inflamabilitate °C	Punct de congelare A.S.T.M.	Cifra medie de fierbere °C	Tensiune superficială în dine/cm	Punct de anilină °C	Indice Diesel	Parachor specific	Constanta viscos-densitate	Indicele: « calit. de aprindere »	Conținut în carbon %	Conținut în hidrogen %	Conținut în sulf %	Putere calorică kcal
1	Motorină nepar. « Unirea »	0,8524	30,7	78	sub — 20	251,8	27,76	59,2	46,67	2,680	0,850	22,7	—	—	—	—
2	» » « Cred. Minier » M ₂	0,8728	50,4	93	—	297,5	29,05	62,1	43,21	2,660	0,859	24,1	—	—	—	—
3	» » » L ₅	0,8814	54,1	95	—	297,4	29,19	57,6	38,67	2,610	0,867	21,6	—	—	—	—
4	» » « Steaua Română » .	0,8908	51,1	100	sub — 20	290,7	28,68	63,8	39,34	2,593	0,8785	21,8	86,90	12,40	0,20	10.660
5	» » « Astra-Română » .	0,8919	53,9	95	—	272,6	29,22	49,7	32,3	2,600	0,877	16,7	86,70	12,70	0,26	10.590
6	» semiparaf. « Cred. Minier » .	0,8554	51,8	119	—	303,5	28,74	72,5	54,1	2,710	0,840	30,6	—	—	—	—
7	» parafin. « Steaua Română » .	0,8233	38,8	86	— 2	291,2	28,21	82,1	71,3	2,790	0,822	39,1	—	—	—	—
8	» » « Unirea »	0,8311	43,4	122	—	294,0	28,44	80,6	67,47	2,780	0,818	37,4	—	—	—	—
9	» » « Astra Română » .	0,8387	51,2	122	+ 2	304,2	28,50	81,2	65,2	2,750	0,822	37,4	86,2	13,65	0,20	10.908
10	» » « Cred. Min. » M ₁ .	0,8469	54,0	122	+ 6	307,3	28,50	78,5	60,6	2,727	0,8295	35,4	85,80	13,63	0,20	10.924
11	» » » » M ₂ .	0,8469	68,1	126	+ 15	326,4	28,55	84,2	64,2	2,730	0,823	39,1	—	—	—	—
12	» de cracking « Columbia » .	0,8457	16,1	47	—	205,9	28,00	28,9	29,56	2,720	0,861	11,3	—	—	—	—
13	» » « Astra Rom. » .	0,8465	25,24	77	— 8	254,2	28,22	52,0	44,1	2,720	0,848	20,1	86,45	13,02	0,33	10.733
14	» » » « Steaua Rom. » .	0,8491	20,27	77	sub — 18	234,9	27,70	42,3	37,4	2,700	0,856	16,3	86,84	12,65	0,24	10.682
15	» » » « Rom.-Americ. »	0,8625	43,1	90	+ 6	295,0	28,79	64,2	48,03	2,685	0,8514	27,0	—	—	—	—
16	» » » « Rom.-Americ. » rafinată cu 5% acid sulfuric	0,8720	45,1	—	—	297,2	29,40	59,8	42,21	2,670	0,860	23,2	—	—	—	—
17	Filtrat rece « Steaua Română »	0,8766	173,75	120	—	358,0	30,92	86,6	54,7	2,682	0,837	37,0	—	—	—	—



Punctul de anilină a fost determinat prin metoda amestecurilor în volume egale, motorină și anilină chimic pură, proaspăt distilată și anhidră, după prescripțiile date de « Institution of Petroleum Technologists »¹⁾ (1929, pag. 19). Punctele de anilină obținute sunt trecute în tabela I.

In calculul indicelui cetanic în funcție de indicele Diesel după HUBNER și EGLOFF (11) m' am servit de diagrama construită de acești autori, arătată în graficul Nr. 4, iar în calculul după HEINZE și MARDER (16), am întrebuințat diagrama din graficul Nr. 3 în care este dată variația indicelui cetanic în funcție de indicele Diesel pentru motorinele având temperatură medie de fierbere 300°.

Din formula:

$$I. \text{ceten} = I. \text{ceten} \cdot T_{mf.} \text{ } 300^\circ \text{C} - (300 - T_{mf.}) \times 0,2$$

în care se înlocuește valoarea din grafic pentru indicele cetanic al motorinei cu temperatura medie de fierbere de 300°, corespunzător indicelui Diesel al motorinei, și $T_{mf.}$ prin temperatura medie de fierbere, se calculează indicele cetanic sau indicele cetanic dacă se recurge la relația:

Indice cetanic = 0,88 × indice cetanic.

In calculul indicelui cetanic după M. COSMIN (18) am aplicat relația stabilită de d-sa și indicată în capitolul precedent.

Toate rezultatele determinărilor indicelui cetanic după aceste trei metode sunt trecute în tabela II.

Calculul indicelui de cetan cu ajutorul parachorului specific. Pentru calculul tensiunii superficiale, care intră în formula parachorului specific

$$p = \frac{\sigma}{d}^{\frac{1}{4}}$$

am întrebuințat stalagnometrul TRAUBE. Am dat preferință

¹⁾ Standard Methods of Testing Petroleum and its Products.



metodei TRAUBE, (20) cu ajutorul căreia am obținut mai ușor rezultate reproductibile. Greutatea specifică (*d*) a motorinei (la 20° C) a fost determinată cu picnometru. Valorile obținute pentru greutatea specifică la 20° C, tensiunea superficială și parachorul specific sunt trecute în tabela I. Tot aici se găsesc și celelalte date analitice ale combustibililor Diesel studiați de mine.

Cu ajutorul graficului stabilit de HEINZE și MARDER (16) (Grafic Nr. 3) pentru relația între indicele cetanic și parachorul specific pentru motorinele având temperatura medie de fierbere (*Tmf*) de 300° și a relației:

$$\text{Ind. ceten.} = \text{Ind. ceten. } T_{mf} \text{ } 300^\circ\text{C} - (300^\circ - T_{mf}) \times 0,3.$$

am calculat indicele de ceten al motorinei studiate și apoi indicele de cetan corespunzător.

Rezultatele sunt trecute în tabela II.

Calculul indicelui cetanic cu ajutorul constantei: viscozitate-densitate. M'am servit în acest calcul atât de graficul construit de HUBNER și EGLOFF (11) (Grafic Nr. 4) cât și de acela al lui HEINZE și HOPF (14) (Grafic Nr. 5).

Constanta « viscozitate-densitate » a fost calculată din relația:

$$G = 1,082 A - 0,0887 + (0,776 - 0,72 A) \times \log. \log. (KV - 4)$$

în care *G* = greutatea specifică la 60° F, *A* = constanta « viscozitate-densitate », iar *KV* = viscozitatea cinematică (milistokes) la 100° F, măsurată cu aparatul Vogel-Ossag. Greutatea specifică a fost determinată cu picnometru.

Graficul construit de HEINZE și HOPF dă variația indicelui cetanic în funcție de constanta « viscozitate-densitate », de acea valorile obținute trebuie transformate în indici cetanici. Celalt grafic (HUBNER și EGLOFF) dă direct valorile indicilor cetanici.

Valorile calculate în aceste două moduri sunt trecute în tabela II.



TABELA II

Indicele cetanic al combustibililor Diesel românești determinat în laborator și pe motor

Nr. de ordine	FELUL COMBUSTIBILULUI DIESEL.	Densitate la 20°C	Motor C.F.R. A.S.T.M.	CONSTANTA DE BAZĂ ÎN CALCUL										Indice al calității de aprindere HUBNER-EGLOFF	Densitate și Tmf. ¹⁾ Formula stabilită de autor			
				Metoda rap. critic de compresiune	Termoare-ometru MARDER	Densitate și Tmf. ¹⁾ HEINZE-MARDER	Indice Diesel			Parachor specific și Tmf. ¹⁾ HEINZE-MARDER	Constanta viscozitate-densitate							
							HEINZE-MARDER	HUBNER-EGLOFF	M.COSMIN		HEINZE-HOPF	HUBNER-EGLOFF						
1	Motorină neparaf. « Unirea »	0,8524	44	47,7	48,6	36,9	43	47,3	32,2	55,0	45	42	42,5					
2	» » « Creditul Minier » M ₂	0,8728	44,4	53,9	53,9	41,4	41,3	44,6	40,6	51,8	41,2	43,7	45,3					
3	» » « Creditul Minier » L ₅	0,8814	41,5	50,4	50,3	39,2	38,7	40,9	35,4	50,2	38	40,5	41,3					
4	» » « Steaua Română »	0,8908	36	44,8	44,0	38,1	39	41,5	31,7	46,6	34	41	41,0					
5	» » « Astra Română »	0,8919	36	37,7	36,9	30,9	36,2	35,8	28,2	46,6	34,5	35,5	35,0					
6	» semiparaf. « Creditul Minier »	0,8554	56	62,4	62,3	51,6	48,5	53,3	51,0	58,3	48,5	50,5	53,4					
7	» parafin. « Steaua Română »	0,8233	66,2	72,0	72,1	67,4	67,3	67,0	65,3	64,2	58	60	68,2					
8	» » « Unirea »	0,8311	64,5	70,0	70,0	64,5	61,5	64,0	63,5	65,5	60,7	58	64,4					
9	» » « Astra Română »	0,8387	61	69,7	69,3	63,4	58	62,2	60,0	64,2	58	58	60,4					
10	» » « Creditul Minier » M ₁	0,8469	60	66,9	66,9	58,5	53,8	58,5	55,4	61,6	54,5	55,8	59,5					
11	» » « Creditul Minier » M ₂	0,8469	60	71,3	70,4	65,4	57,5	61,4	61,6	63,4	58	60	57,4					
12	» de cracking « Columbia »	0,8457	31,2	32,1	32,0	17,8	34,3	33,6	21,7	51,6	40,3	27	30,0					
13	» » « Astra Română »	0,8465	44	50,9	50,2	34,8	42	45,3	39,8	55,9	46,2	39	45,8					
14	» » « Steaua Română »	0,8491	40	43,0	43,1	27,3	38	40,0	31,3	52,8	42,5	35,0	38,5					
15	» » « Româno-Americană »	0,8625	50	57,2	57,6	48,4	44	48,4	46,1	54,6	44,3	47	50,1					
16	» » « Româno-Americană » rafin.																	
	cu 5% acid sulfuric	0,8720	46	54,5	54,5	40,5	41	43,8	41,9	51,9	41	42,5	45,7					
17	Filtrat rece « Steaua Română »	0,8766	43	64,2	65,1	62,2	48	53,8	60,3	59,4	51	57,5	43,5					

¹⁾ Tmf. = Cifra medie de fierbere.

Institutul Geologic al României

Calculul indicelui cetanic cu ajutorul densității. În acest calcul am utilizat graficul construit de HEINZE și MARDER (16). (Grafic Nr. 2), pentru variația indicelui de ceten în raport cu densitatea motorinei la 20° , pentru motorine a căror temperatură medie de fierbere este de 300° . Pentru motorinele având altă temperatură medie de fierbere (Tmf) s'a utilizat relația de care am făcut uz și în celelalte determinări.

$$I. \text{ceten} = I. \text{ceten} \cdot Tmf \ 300^{\circ} \text{C} - (300 - Tmf) \times K$$

în care K , după cum este arătat la pag. 18, variază între 0,25 și 0,4.

Valorile astfel calculate pentru indicele de ceten au fost apoi transformate în indice cetanici. Rezultatele sunt date în tabela II.

Calculul indicelui cetanic cu ajutorul indicelui « calitate de aprindere ». În aceste calcule ne-am servit de graficul Nr. 4, întocmit de HUBNER și EGLOFF (11), care dă variația indicelui cetanic în funcție de această constantă.

În tabela II se mai găsesc și valorile indicelui cetanic determinate cu termoareometrul MARDER, cu ajutorul căruia se determină indicele cetanic la motorine având cifra medie de fierbere 300°C , apoi cunoscându-se cifra medie de fierbere a motorinei se calculează, după cum este arătat mai sus, indicele cetanic corespunzător.

Cu ajutorul a două constante analitice simple și ușor de determinat, am căutat să ajung la o relație analitică care să permită calculul indicelui de ceten cu destulă aproximare, atât la motorine românești cât și la motorine străine.

Pentru determinarea valorilor experimentale ale indicelui de ceten, necesare la stabilirea acestei relații, m'am servit de metoda raportului critic de compresiune și de motorul obișnuit C.F.R.

Relația la care am ajuns este următoarea:

$$I. \text{cet.} = 149 - 125d^2 - (290 - Tmf) \frac{a}{4} - \frac{1000 d - 840}{4 b}.$$



In această formulă avem:

d = densitatea motorinei la 20° C.

Tmf = cifra medie de fierbere.

a = constantă : = 1,3 pentru $Tmf < 290^{\circ}$

= 0 pentru $Tmf > 290^{\circ}$

b = constantă : = 1 pentru $d < 0,890$

= 1,5 pentru d cuprins între 0,890

și 0,910

= 2 pentru $d > 0,910$

Rezultatele valorilor indicelui cetanic calculate după această formulă pentru 17 probe de combustibil Diesel sunt trecute în ultima coloană a tabelei II.

Pentru a se vedea mai bine deosebirile ce există între valoările indicelui de cetan la cele 17 probe (16 probe de motorină și o probă de ulei «filtrat rece», întrebuițat tot în motoarele Diesel), calculate de o parte pe baza diferențelor relațiuni analitice, iar pe de altă parte determinate pe motor, am trecut în tabela III diferențele între aceste valori pentru fiecare probă și metodă în parte, indicând la sfârșitul tabelei limitele între care au variat aceste diferențe precum și media aritmetică a acestor diferențe. În același timp cu datele din tabela III m'am servit pentru a alcătui tabela IV, în care este arătat numărul de determinări din cele 17 pentru care diferențele între valorile indicelui cetanic obținute prin calculul și cele determinate experimental sunt cuprinse între anumite limite.

Tabelele III și IV ne arată că rezultatele cele mai apropiate calculate pentru indicele cetanic al celor 17 probe de combustibil Diesel au fost obținute cu următoarele metode, clasate în ordinea în care aceste rezultate nu diferă cu mai mult de 4 unități cetanice față de valorile obținute pe motor:

1. Cu ajutorul formulei autorului și acea a lui M. COSMIN.
2. Metoda HUBNER-EGLOFF, pe baza indicelui Diesel.
3. Metoda HUBNER-EGLOFF, pe baza constantei viscozitate-densitate.

TABELA III

Diferențele între indicii cetanici calculați și cei determinați pe motor pentru 17 probe de combustibil Diesel românesc

Numărul curent	FELUL COMBUSTIBILULUI DIESEL	M E T O D A D E C A L C U L										
		Termoare-ometru MARDER	Denisitate și Tmf. ¹⁾ HEINZE-MARDER	Indici Diesel			Parachor spec. și Tmf. ¹⁾ HEINZE-MARDER	Constanta «Viscozitate-densitate»		Indice al calității de aprindere HUBNER-EGLOFF	Densitate și Tmf. ¹⁾ Formula stabil. de autor	
				și Tmf. ¹⁾ HEINZE-MARDER	HUBNER-EGLOFF	M. COSMIN		HEINZE-HOFF	HUBNER-EGLOFF			
1	Motorina neparaf. «Unirea»	+ 3,7	+ 4,6	- 7,1	- 1	+ 3,3	- 11,8	+ 11,0	+ 1	- 2	- 1,5	
2	» «Credîtul Minier» M ₂	+ 9,5	+ 9,5	- 3,0	- 3,1	+ 0,2	- 3,8	+ 7,4	- 3,2	- 0,7	+ 0,9	
3	» » » L ₅	+ 8,8	+ 8,8	- 1,3	- 2,8	- 0,6	- 6,1	+ 8,7	- 3,5	1,0	- 0,2	
4	» «Steaua Română»	+ 8,8	+ 8,0	+ 2,1	+ 3	+ 5,5	- 4,3	+ 10,6	- 2	+ 5	+ 5	
5	» «Astra Română»	+ 1,7	+ 0,9	- 5,1	+ 0,2	- 0,2	- 7,8	+ 10,6	- 1,5	0,5	- 1	
6	» semiparaf. «Credîtul Minier»	+ 6,3	+ 6,3	- 4,4	- 7,5	- 2,7	- 5	+ 2,3	- 7,5	5,5	- 2,6	
7	» parafin. «Steaua Română»	+ 5,9	+ 5,9	+ 1,2	+ 1,1	+ 0,8	- 0,9	- 2,0	- 8,2	6,2	+ 2	
8	» «Unirea»	+ 5,5	+ 5,5	0	- 3,0	- 0,5	- 1	+ 1,0	- 3,8	6,5	- 0,1	
9	» «Astrs Română»	+ 8,7	+ 8,3	+ 2,4	- 3	+ 1,2	- 1	+ 3,2	- 3	3	- 0,6	
10	» «Credîtul Minier» M ₁	+ 6,9	+ 6,9	- 1,5	- 6,2	- 1,5	- 4,6	+ 1,6	- 5,5	4,2	- 0,5	
11	» «Credîtul Minier» M ₂	+ 11,3	+ 10,4	+ 5,2	- 2,5	+ 1,4	+ 1,6	+ 3,4	- 2	0	- 2,6	
12	» de cracking «Columbia»	+ 0,8	+ 0,8	- 13,4	- 3,1	+ 2,4	- 4,1	+ 20,4	+ 9,1	4,2	- 1,2	
13	» » «Astra Română»	+ 6,9	+ 6,2	- 9,2	- 2,0	+ 1,3	- 4,2	+ 11,9	+ 2,2	5,0	+ 1,8	
14	» » «Steaua Română»	+ 3	+ 3,1	- 12,7	- 2,0	0	- 8,7	+ 12,8	+ 2,5	5,0	- 1,5	
15	» » «Româno-Americană»	+ 7,2	+ 7,6	- 1,6	- 6	- 1,6	- 3,9	+ 4,6	- 5,7	3	+ 0,1	
16	» » » «Româno-Americană»											
	rafinată cu 5% acid sulfuric	+ 8,5	+ 8,5	- 5,3	- 5	- 2,2	- 4,1	+ 5,9	- 5	3,5	- 0,3	
17	«Filtrat rece» «Steaua Română»	+ 21,2	+ 22,1	+ 19,2	+ 5	+ 10,8	- 17,3	+ 16,4	+ 8	+ 14,5	+ 0,5	
	Limitele între care este cuprinsă diferența	+ 0,8	+ 0,8	- 13,4	- 7,5	- 2,7	- 17,3	- 2,0	- 8,2	6,2	- 2,6	
		+ 21,2	+ 22,1	+ 19,2	+ 5	+ 10,8	+ 1,6	+ 20,4	+ 1,1	+ 14,5	+ 5	
	Media aritmetică	7,3	7,3	5,6	3,3	2,1	5,3	7,8	4,3	4,1	1,3	

¹⁾ Tmf. = Cifra medie de fierbere.

TABELA IV

Numeal de valori din Tabelă III clasate după diferențele în unități cetanice dintre valorile calculate și cele determinate experimental

DIFERENȚA IN UNITĂȚI CETANICE	Termo- areom. MARDER	M E T O D A D E C A L C U L			Const. vis- coz.-densit.	Indice al calit. de aprindere	Densit. și Tmf. ¹⁾ HUBNER- EGLOFF- HUBNER- EGLOFF
		Densit. și Tmf. ¹⁾ HEINZE- MARDER	Indice Diesel	Parachor spec. și Tmf. ¹⁾ HEINZE- MARDER			
Maximum	2	2	2	5	12	4	3
Intre 2,1 și 4	2	1	3	3	1	3
“ 4,1 și 6	2	3	4	3	1	2
“ 6,1 și 8	4	5	1	2	0	1
Peste 8	7	6	4	0	1	0

¹⁾ Tmf. = Temperatura medie de fierbere.



4. Metoda HUBNER-EGLOFF, pe baza indicelui « calitate de aprindere » și metoda HEINZE-MARDER pe baza indicelui Diesel.

5. Metoda HEINZE-HOPF, pe baza constantei « viscozitate-densitate » și metoda HEINZE-MARDER pe baza parachorului specific.

6. Metoda HEINZE-MARDER, pe baza densității și cifrei medii de fierbere și metoda cu areometru (MARDER).

Examinând mai de aproape tabela III și ținând seama de sensul abaterilor, observăm că aplicând formula dată de mine la motorine românești, valorile obținute sunt ceva mai mici decât cele determinate pe motor, pe când cu formula M. COSMIN, ele sunt uneori mai mari, alte ori mai mici decât cele experimentale. Întrebînțând graficele HUBNER-EGLOFF (pe baza indicelui Diesel) sau HEINZE-MARDER (pe baza indicelui Diesel și cifrei medii de fierbere) sau HUBNER-EGLOFF (pe baza constantei « viscozitate-densitate »), abaterile sunt cele mai multe de sens negativ, însă cu aceste metode diferențele sunt mai mari decât în cazul primelor trei metode.

Este interesantă observația că ambele metode care se bazează pe densitate (metoda cu termo-areometru și metoda HEINZE-MARDER) au condus, în cazul probelor studiate de mine, la valori mai mari față de cele obținute direct pe motor. La aceeași concluzie conduce și calculul care se bazează pe constanta « viscozitate-densitate » (HEINZE-HOPF), care dă, după cum se vede din tabela III, diferențele cele mai mari față de rezultatele experimentale.

Era interesant de constatat dacă concluziile la care am ajuns cu privire la clasamentul primelor trei metode de calcul se păstrează și în cazul altor motorine românești sau străine. În studiul « Combustibilii Diesel și motorinelor românești » de M. COSMIN se găsește un bogat material analitic a 41 probe de motorine românești, obținute fie direct din țței, fie prin cracking, care a fost utilizat de mine pentru controlul valorilor indicilor cetanici obținute după diferite metode. În tabela V dăm diferențele constatațe între valorile calculate de mine după metodele bazate pe indicele Diesel (HUBNER-EGLOFF și

TABELA V

Diferențele între valorile indicelui de cetan calculate după diferite metode și valorile determinate pe motor pentru 41 motorine românești studiate de M. Cosmin

Numărul de ordine	METODA DE CALCUL									
	Densitate și Tmf. *)		Indice Diesel		Parachor specif. și Tmf. *) HEINZE-MARDER	Constanta viscoz.-dens. » HUBNER-EGLOFF	Indice de aprindere	Indice al calității de aprindere	Indice de caracter. U.O.P.	Punct de anilină
	HEINZE-MARDER	Formula autorului	HUBNER-EGLOFF	M. COSMIN						
1	+ 1,5	— 2,3	—	— 3,5	— 8,7	— 5,9	— 2,9	— 2,1	+ 8,0	— 7,3
2	+ 4,9	+ 0,9	+ 0,2	— 2,1	— 5,3	— 5,9	— 2,1	— 0,9	— 2,3	— 1,7
3	+ 2,9	— 2,0	— 2,5	+ 0,5	— 4,2	+ 3,3	— 3,6	— 4,7	— 0,7	— 2,9
4	+ 4,6	— 3,9	— 4,8	— 6,2	— 5,4	— 6,8	— 3,1	— 4,6	— 3,4	— 5,4
5	+ 2,6	— 2,6	— 4,4	+ 0,1	— 6,0	— 2,1	— 4,8	— 5,6	— 0,8	— 4,5
6	+ 3,0	— 1,2	— 1,3	+ 0,5	— 6,0	— 0,2	— 4,7	— 2,8	— 2,4	— 1,9
7	— 3,1	— 0,3	+ 3,8	+ 1,8	+ 0,7	+ 9,9	— 1,5	— 1,9	+ 2,7	— 6,7
8	+ 13,6	— 2,2	— 0,5	0,0	+ 8,3	— 7,0	+ 9,3	+ 5,7	— 16,2	+ 11,2
9	+ 5,9	— 2,7	+ 0,8	+ 0,6	— 4,8	— 2,2	— 1,1	+ 0,6	— 1,2	+ 2,4
10	+ 6,8	— 1,0	+ 3,8	+ 4,3	— 3,3	+ 3,9	+ 0,4	+ 3,5	+ 1,1	+ 6,6
11	+ 10,0	+ 1,5	+ 4,7	+ 4,4	— 0,6	+ 3,4	— 1,6	+ 4,2	+ 2,8	+ 6,8
12	+ 8,7	+ 2,6	+ 4,0	+ 5,7	— 2,0	+ 7,4	+ 4,2	+ 3,8	+ 7,0	+ 4,2
13	+ 6,0	— 1,1	+ 1,6	+ 1,7	+ 1,5	+ 1,6	+ 0,1	+ 0,9	+ 0,3	+ 1,3
14	+ 9,1	+ 0,6	+ 2,0	+ 1,8	+ 1,9	— 0,1	+ 2,9	+ 3,2	+ 2,1	+ 4,3
15	+ 8,5	+ 1,3	+ 3,0	+ 2,3	— 2,3	+ 0,5	+ 2,4	+ 3,2	— 2,0	+ 5,9
16	+ 8,5	+ 4,6	+ 2,0	+ 0,7	0,0	— 0,1	+ 1,5	+ 2,1	+ 0,8	+ 2,8
17	+ 13,7	+ 7,7	+ 2,0	+ 6,4	+ 1,3	+ 6,7	+ 6,8	+ 6,5	+ 6,5	+ 6,4
18	+ 11,8	+ 5,4	+ 2,0	+ 5,3	— 1,1	+ 4,2	— 0,4	+ 6,3	+ 3,5	+ 10,8
19	+ 3,8	— 3,4	+ 2,5	+ 3,1	— 9,4	+ 2,1	— 2,2	+ 1,1	+ 0,9	+ 3,8
20	+ 1,5	— 3,7	— 9,5	— 4,9	— 8,7	— 4,6	— 6,7	— 5,9	— 7,5	— 3,4
21	+ 9,7	+ 2,0	— 2,4	+ 0,6	— 0,7	+ 0,8	+ 3,0	+ 1,9	+ 1,8	+ 5,2
22	+ 9,4	+ 0,6	— 3,0	— 0,1	— 0,9	+ 0,1	+ 3,0	+ 1,7	+ 1,7	+ 5,0
23	+ 8,4	+ 2,2	— 3,0	+ 2,1	+ 0,7	+ 1,4	— 1,9	+ 0,1	+ 0,5	+ 2,9
24	+ 4,9	0,0	— 2,0	+ 1,8	— 2,4	+ 1,5	— 4,5	— 1,4	— 1,8	+ 1,4
25	+ 3,8	— 2,0	— 8,0	— 2,5	— 4,4	— 1,6	— 1,9	— 1,8	— 2,0	+ 0,8
26	+ 10,5	— 4,1	— 5,0	— 0,3	+ 1,3	+ 0,3	+ 5,3	+ 4,3	+ 2,3	— 2,3
27	+ 5,4	+ 0,2	— 3,4	+ 1,0	— 1,0	+ 1,5	— 3,5	— 1,9	+ 1,9	+ 1,6
28	+ 8,0	0,0	— 2,3	— 0,4	— 1,5	— 2,2	+ 1,2	+ 1,7	+ 2,9	— 1,1
29	+ 8,9	— 2,1	— 5,0	— 1,4	+ 0,4	0,0	— 1,0	— 0,9	— 1,7	— 0,3
30	+ 8,4	— 1,1	— 2,0	— 0,2	+ 5,4	+ 1,0	— 1,4	+ 0,3	— 0,6	+ 0,5
31	+ 11,8	— 4,3	— 4,0	— 1,3	+ 7,3	+ 1,0	+ 2,2	+ 3,6	+ 2,0	+ 1,9
32	+ 7,4	— 1,0	— 5,1	— 1,5	+ 5,8	0,0	— 1,0	— 0,8	+ 0,2	— 1,6
33	+ 9,0	— 2,6	— 5,2	— 1,6	+ 5,0	— 0,3	+ 0,7	+ 1,0	+ 0,9	— 0,2
34	+ 6,5	— 1,0	— 6,0	— 2,6	+ 3,6	0,0	— 2,8	— 2,6	— 1,0	— 3,4
35	+ 7,6	— 3,3	— 5,0	+ 0,7	+ 1,7	+ 1,5	0,0	+ 1,3	0,0	+ 2,1
36	+ 4,4	+ 1,6	+ 5,0	+ 3,0	+ 2,2	+ 2,1	— 4,4	+ 0,3	— 1,1	+ 0,2
37	+ 4,6	+ 1,8	+ 2,5	+ 2,7	+ 4,0	+ 1,6	— 4,6	— 1,4	— 1,2	— 1,5
38	+ 3,8	— 0,2	— 1,5	0,0	+ 1,1	+ 0,5	— 4,4	— 2,0	— 2,6	— 1,1
39	+ 4,6	— 0,1	— 2,0	— 0,3	+ 0,1	+ 1,0	— 4,2	— 3,2	— 1,8	— 2,8
40	+ 5,8	+ 1,8	— 5,6	— 1,0	+ 4,8	+ 0,9	— 3,4	— 2,2	— 0,5	— 1,9
41	+ 3,5	— 1,3	— 4,5	— 0,8	— 0,6	0,0	— 1,1	+ 4,0	+ 1,2	— 2,7
Limitele	— 3,1	— 4,3	— 9,5	— 6,2	— 9,4	— 6,8	— 6,7	— 5,9	— 16,2	— 7,3
	și	și	și	și	și	și	și	și	și	și
Media aritmetică	+ 13,7	+ 7,7	+ 4,7	+ 6,4	+ 8,3	+ 9,9	+ 9,3	+ 6,5	+ 8,0	+ 11,2
	6,7	2,1	3,4	2,0	3,3	2,4	2,9	2,6	2,5	3,4

*) Tmf. = Cifra medie de fierbere.

Observație. Pentru obținerea diferențelor din coloanele: Densitate și Tmf. (HEINZE-MARDER), Indice Diesel (HUBNER-EGLOFF) și Parachor specific (HEINZE-MARDER), s'au calculat mai întâi indicii cetanici corespunzători, pe baza datelor din tabela Nr. 39 din studiul M. COSMIN. Celelalte diferențe au fost obținute direct din valorile indicilor cetanici respectivi ce se găsesc în tabela Nr. 39 din studiul *Geodeticul Românesc*.

Nr. de ordine din Tabela V corespunde la Nr. de ordine din tabela Nr. 39 a studiului M. COSMIN.

TABELA VI

Numeărul de valori din Tabelă V clasate după diferențele în unități cetanice dintre valorile calculate și cele determinate experimental

DIFERENȚA ÎN UNITĂȚI CETANICE	M E T O D A D E C A L C U L					Punct de anilină trizare U.O.P.				
	Densit. și Tmf. ¹⁾ HEINZE- MARDER	Indice Diesel Formula stabilă de autor	Indice Diesel HUBNER EGLOFF	M. COSMIN	Parachor spec. și Tmf. ¹⁾ HEINZE- MARDER					
Maximum 2,0	2	24	13	24	19	24	16	20	26	16
Între 2,1 și 4,0	6	12	13	9	6	8	13	12	10	11
“ 4,1 și 6,0	12	4	12	5	11	4	9	7	4	7
“ 6,1 și 8,0	5	1	1	2	1	+	2	2	0	5
“ 8,1 și 10,0	11	0	1	1	+	1	0	0	0	0
Peste 10,0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	2

1) Tmf. = Temperatura medie de fierbere.



M. COSMIN), pe densitate și cifra medie de fierbere (HEINZE-MARDER și formula mea) și pe parachorul specific și cifra medie de fierbere (HEINZE-MARDER) și între valorile obținute pe motor. În această tabelă mai sunt treccute și diferențele între indicii cetanici calculați și cei determinați experimental și pentru celelalte metode de calcul. Aceste diferențe au fost calculate din valorile indicilor cetanici trecuți în tabela Nr. 40 a studiului d-lui M. COSMIN.

Din această tabelă se vede că în acest caz, formula stabilită de M. COSMIN:

Indice cetanic = $0,8 \times$ Indice Diesel + 10 și formula stabilită de mine conduce la valorile cele mai apropiate (media aritmetică 2,0 și 2,1 față de valorile determinate pe motor).

Grupând valorile din tabela V pe numărul de determinări pentru care diferențele între valorile indicelui cetanic calculate și cele experimentale sunt cuprinse între anumite limite, obținem rezultatele pe care le dăm în Tabela VI.

Aceste rezultate ne arată că numărul cel mai mare de valori calculate cu o aproximație de ± 2 unități cetanice pentru indicile cetanic au fost obținute cu ajutorul indicelui de caracterizare U.O.P., apoi, în al doilea rând, cu ajutorul constantei « viscozitate-densitate » (HUBNER-EGLOFF), al indicelui Diesel după formula M. COSMIN și după formula mea cu ajutorul densității și cifrei medii de fierbere. În al treilea rând se clasează valorile obținute cu ajutorul indicelui calității de aprindere și al parachorului specific.

Dacă în aceste calcule se iau în considerație valorile obținute cu o aproximație de ± 4 unități cetanice față de cele experimentale, atunci ordinea în care se clasează rezultatele este următoarea:

I. Valori obținute cu ajutorul indicelui de caracterizare U.O.P. și după formula mea.

II. Valori obținute cu ajutorul formulei M. COSMIN, al constantei « viscozitate-densitate » (HUBNER-EGLOFF), și al indicelui de calitate de aprindere.

III. Valori obținute cu ajutorul indicelui de aprindere, al indicelui Diesel (HUBNER-EGLOFF), al punctului de anilină și al parachorului specific (HEINZE-MARDER).

Observăm în tabela de mai sus că prin metoda densitate și temperatură medie de fierbere (HEINZE-MARDER) se obțin rezultatele cele mai puțin exacte.

Un alt material analitic de care m'am mai putut servi pentru verificarea aplicabilității formulei mele se găsește în studiu

TABELA VII

Diferențele între indicii cetanici calculați după Heinze și Marder, Hubner-Egloff, M. Cosmin și după formula mea și valorile determinate pe motor, pentru II motorine străine

Numărul de ordine	M E T O D A D E C A L C U L					
	HEINZE-MARDER			Indice Diesel		Formulă stabilită de autor
	Indice Diesel și Tmf. *)	Parachor și Tmf. *)	Densitatea și Tmf. *)	HUBNER-EGLOFF	M. COSMIN	
I	— 1,3	— 1,3	— 2,2	—	— 3,5	— 4,9
2	+ 1,2	+ 0,8	+ 0,8	+ 6,7	+ 7,2	+ 1,5
3	— 0,1	— 0,6	— 0,1	— 3,6	+ 1,0	+ 2,6
4	0,0	— 1,7	+ 2,7	+ 7,0	+ 10,8	+ 5,9
5	— 1,3	— 2,2	+ 1,3	+ 1,7	+ 5,5	+ 3,9
6	— 0,4	0,0	+ 0,4	+ 0,6	+ 0,1	+ 4,1
7	— 5,7	— 5,3	— 4,4	— 4,8	+ 0,4	— 1,8
8	— 2,7	— 0,4	0,0	— 5,6	— 0,6	+ 1,5
9	— 0,9	0,0	0,0	+ 5,4	+ 8,2	+ 1,9
10	— 0,9	+ 0,9	0,0	+ 2,2	+ 2,4	+ 2,7
11	+ 2,2	+ 2,2	+ 1,8	— 1,6	+ 2,4	— 0,4
Limitele	— 5,7 + 2,2	— 5,3 + 2,2	— 4,4 + 2,7	— 5,6 + 7	— 3,5 + 10,8	— 4,9 + 5,9
	și	și	și	și	și	și
Media aritmetică	1,5	1,4	1,2	3,9	3,8	2,8

*) Tmf. = Cifra medie de fierbere.



lui HEINZE și MARDER (16) la care ne-am referit de mai multe ori. Aveam posibilitatea să aplic această formulă în cazul unor motorine de proveniență străină. Rezultatele sunt trecute în tabela VII. Numărul de ordine al celor 11 probe de motorină este acelaș din tabela I din studiul autorilor, unde se pot vedea și proprietățile analitice ale acestor motorine. În aceste tabele rezultatele sunt date în cifre cetenice; ele au fost transformate de mine în cifre cetanice.

In tabela VIII am repartizat numărul de valori pentru diferențele din tabela VII grupate pe unități cetanice.

TABELA VIII

Numărul de valori din Tabela VII clasate după diferențele în unități cetanice dintre valorile calculate și cele determinate experimental

DIFERENȚA ÎN UNITĂȚI CETANICE	METODA DE CALCUL						Formulă stabilită de autor
	HEINZE-MARDER			Indice	Diesel		
	Indice Diesel și Tmf. *)	Parachor specific și Tmf. *)	Densi- tate și Tmf. *)	HUBNER- EGLOFF	M. COSMIN		
Maximum 2 .	8	8	8	3	4	5	
Intre 2 și 4 .	2	2	2	2	3	3	
* 4 și 6 .	1	1	1	3	1	3	
6 și 8 .	0	0	0	2	2	0	
Peste 8 . . .	0	0	0	0	1	0	

Aceste rezultate ne arată că metodele HEINZE și MARDER aplicate la calculul indicelui de cetan la aceste motorine au dat cele mai bune rezultate, media aritmetică a diferențelor între aceste valori și determinările pe motor variind între 1,2 și 1,5. Aceste metode au permis să se obție cel mai mare număr de determinări ale indicelui cetanic cu o aproximare de 2 unități cetanice față de valorile determinate direct pe motor.

*) Tmf. = Temperatura medie de fierbere.

Rezultate suficient de satisfăcătoare au fost obținute și cu ajutorul formulelor M. COSMIN și aceea stabilită de mine, însă cu o probabilitate mai mică pentru aceeași aproximație.

Valorile obținute după HUBNER-EGLOFF se clasează cele din urmă.

Trebue însă să menționăm că determinările valorilor experimentale la cele 11 probe de motorină au fost făcute cu un alt motor (motor monocilindric « National ») decât cel obișnuit iar condițiunile de lucru au fost de asemenea diferite. Așa fiind, este evident că relațiunile numerice, care au fost stabilite pentru calculul indicelui cetanic în anumite condiții de lucru, să nu mai aibă aceeași valabilitate dacă aceste condiții sunt schimbate.

Studiul făcut de DR. O. WIDMAIER (21), asupra determinării calității de aprindere a combustibililor Diesel după diferite metode de lucru, mi-a permis să aplic formula mea la alte 14 motorine, a căror indici cetanici au fost determinați pe două motoare diferite de motorul ce mi-a servit pentru stabilirea acestei formule.

WIDMAIER a întrebuințat două motoare pentru determinarea indicelui cetanic; motorul H. W. A. (Heereswaffenamt) și motorul F. K. F. S. (Forschungsinstituts für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren, Stuttgart). În primul caz metoda determinării indicelui cetanic era bazată pe întârzierea la aprindere a combustibilului sub reducerea treptată a admisiunii aerului și a determinării raportului de compresiune, la care mai avea loc aprinderea; în celălalt caz ea era bazată pe determinarea timpului între injectarea combustibilului și aprinderea lui, comparativ între motorina studiată și amestecul de combustibil de referință.

În tabela IX arătăm care sunt diferențele între valorile indicelui cetanic determinat cu areometrul MARDER și cele calculate cu ajutorul formulei mele și valorile determinate pe cele două motoare pentru cele 14 probe de motorine studiate de O. WIDMAIER.

În tabela X am repartizat numărul de valori pentru diferențele din tabela IX grupate pe unități cetanice.

TABELA IX

Diferențele între indicei cetanici determinați cu areometrul Marder sau calculați după formula autorului și indicei cetanici determinați pe motoarele H.W.A. și F.K.F.S. la 14 motorine străine

Proba Nr.	Motorul H.W.A.		Motorul F.K.F.S.	
	I. C. (term. areom.)-I.C. (motor)	I.C. (M. Filipescu)-I.C. (motor).	I. C. (term. areom.)-I.C. (motor)	I. C. (M. Filipescu)-I. C. (motor)
78	+ 6,2	+ 0,2	+ 5,2	- 0,8
84	+ 6,1	+ 1,8	+ 7,6	+ 3,3
90	+ 11,2	+ 5,2	+ 9,7	+ 3,7
122	- 13,3	- 20,7	+ 7,2	- 0,2
125	+ 1,9	- 1,9	- 2,1	- 5,9
140	+ 4,5	- 4,0	+ 2,0	- 6,5
172	+ 2,0	- 2,9	+ 4,5	- 0,4
182	+ 0,4	- 4,6	+ 4,9	- 0,1
188	+ 4,4	- 0,4	+ 5,9	+ 1,1
206	+ 0,9	- 0,2	+ 2,4	+ 1,3
226	- 6,4	- 14,1	- 8,4	- 16,1
255	+ 9,7	+ 3,6	+ 9,2	+ 3,1
274	+ 1,4	- 5,9	- 3,1	- 10,4
419	+ 4,1	+ 4,4	+ 7,1	+ 7,4
Limitile Media aritmetică	{ - 13,3 și + 9,7	- 20,7 și + 5,2	- 8,4 și + 9,7	- 16,1 și + 7,4
	5,2	5,0	5,7	4,3

Rezultatete acestor două tabele ne arată că cu motorul H. W. A., atât după formula stabilită de mine cât și cu termoareometru (metoda MARDER) s'a obținut pentru indicele cetanic același număr de valori care nu diferă mai mult de ± 2 unități cetanice față de valorile determinate pe motor. Cu motorul F. K. F. S., pentru aceeași aproximăție a indicelui cetanic calculat, s'a obținut cu formula mea un număr mai mare de valori decât cu metoda MARDER. Dacă aproximăția de

Notă. I. C. = Indice cetanic.



TABELA X

Numărul de valori din Tabela IX clasate după diferențele în unități cetanice dintre valorile calculate și cele determinate experimental

DIFERENȚA ÎN UNITĂȚI CETANICE	Motorul H.W.A.		Motorul F.K.F.S.	
	I. C. (term. areom.)-	I. C. (M. Fi- lipescu)-	I. C. (term. areom.)-	I. C. (M. Fi- lipescu)-
	I. C. (motor)	I. C. (motor)	I. C. (motor)	I. C. (motor)
Maximum 2	5	5	1	6
Intre 2,1—4	0	3	3	3
“ 4,1—6	3	4	4	1
“ 6,1—10	4	0	6	2
“ 10	2	2	0	2

calcul a indicelui cetanic este de ± 4 unități cetanice, atunci formula mea a dat numărul cel mai mare de valori apropriate în ambele cazuri.

Concluziuni. Pentru a se vedea mai bine modul cum variază exactitatea metodelor de calcul al indicelui cetanic, am reunit în tabela XI rezultatele comparative obținute după metodele de calcul de care ne-am ocupat mai de aproape în cazul combustibililor Diesel studiați de M. COSMIN, HEINZE-MARDER, WIDMAIER și de mine. În această tabelă sunt trecute rezultatele exprimate în procente pentru numărul de valori ale indicelui cetanic obținute cu o aproximare de ± 4 unități cetanice față de valorile experimentale pe motor.

Din această tabelă se vede că, în cazul metodei de calcul bazată pe graficul întocmit de HEINZE și MARDER, cu ajutorul parachorului specific și al temperaturii medii de fierbere, procentul de valori pentru indicele cetanic, care nu diferă cu mai mult de ± 4 unități cetanice față de valorile experimentale pe motor, este de 91% la motorinele studiate de acești autori, dar acest procent scade la 61% și chiar la 30% în

T A B E

Procentul de valori de indici cetanici obținute prin calcul cu o aproximație

Grupul de combustibili Diesel studiați de :	M E T O D A D E			
	Areametru MARDER %	Densit. și Tmf. ¹⁾ HEINZE-MARDER %	și Tmf. ¹⁾ HEINZE- MARDER %	Indice HUBNER- EGLOFF %
M. Filipescu	24	18	47	70
M. Cosmin	—	20	—	63
Heinze și Marder	—	91	91	46
Widmaier. Motorul F.K.F.S.	30	—	—	—
Idem. Motorul H.W.A.	36	—	—	—

cazul motorinelor românești studiate de M. COSMIN și de mine. Tot așa, în cazul calculului indicelui cetanic bazat pe densitate și cifra medie de fierbere, cu ajutorul graficului HEINZE-MARDER sau a termoareometrului MARDER, procentul este de 91%, dar scade la 36% și 30% pentru motorinele studiate de WIDMAIER și la 18—20% în cazul motorinelor românești.

Cu formula M. COSMIN, în cazul motorinelor românești, procentul este 81—88%, el scade însă la 64% la motorinele studiate de HEINZE și MARDER.

In cazul formulei stabilite de mine, procentul este de 94% la motorinele studiate de mine și de 88% pentru cele studiate de M. COSMIN, el scade la 73% în cazul motorinelor studiate de HEINZE și MARDER și la 57% — 64% pentru motorinele studiate de WIDMAIER.

Diferențele între rezultatele ce se obțin cu aceeași formulă dela un grup de combustibili la altul trebuie atribuite, în



L A X I

de ± 4 unități cetanice față de valorile determinate pe motor

C A L C U L

Diesel	M. COSMIN %	Parachor spec. și Tmf. ¹⁾ %	Const. "viscozit.-densit." HEINZE-MARDER %	Indice al calit. de aprind. HUBNER-EGLOFF %	Formula stabilită de autor	Observații
88	30	59	47	94	După datele tablei IV	
81	61	80	80	88	9 9 9 VI	
64	91	—	—	73	9 9 9 VIII	
—	—	—	—	64	9 9 9 X	
—	—	—	—	57	9 9 9 X	

parte, atât metodelor experimentale diferite, care au servit la determinarea indicelui cetanic, cât și deosebirii ce există între motoarele cu care s'au făcut aceste determinări. Cauza principală, însă, trebuie căutată în insuficiența metodelor de calcul de a exprima cu ajutorul uneia sau a două constante fizice complexul fenomenelor, care au loc în interiorul cilindrului motorului în timpul arderii combustibilului. Pentru aceste considerațuni, formulele propuse până în prezent de diferiți autori pentru determinarea cifrei cetanice la combustibili Diesel nu pot da rezultate absolut satisfăcătoare decât numai dacă acești combustibili aparțin aceluiași grup de combustibili care au servit la stabilirea formulelor.

In cazul motorinelor românești, formula stabilită de mine, permite să se obție valori foarte apropiate ale indicelui cetanic față de cele determinate experimental. Formula a fost aplicată nu numai în cazul celor 17 probe de combustibili Diesel studiați



de mine, dar și la cele 41 probe de motorine studiate de M. COSMIN. Rezultatele au arătat că din cele 58 de determinări, 52 determinări (90%) au fost obținute cu o aproximativă de ± 4 unități cetanice față de valorile determinate experimental.

C) CLASIFICAREA MOTORINELOR ROMÂNEȘTI DUPĂ PROVENIENȚĂ ȘI INDICE CETANIC

Motorinele care au făcut obiectul acestei clasificări au fost obținute în laborator din țăciuri, scoțându-se părțile ușoare: benzina și lampantul, prin simplă distilație, iar fracțiunile de motorină prin antrenare cu vaporii de apă. Din fiecare țăciu s'a scos câte opt până la zece fracțiuni, cărora li s'a determinat densitatea, apoi fracțiunile având densitățile apropriate au fost reunite, obținându-se astfel mai multe tipuri de motorină: ușoară, medie și grea.

Aceste motorine au fost analizate, determinându-se: densitatea, cifra medie de fierbere, punctul de anilină, tensiunea superficială, parachorul specific, indicele Diesel și s'a calculat indicele cetanic cu ajutorul formulelor M. COSMIN și aceea stabilită de mine. Rezultatele obținute și trecute în tabela XII, ne permit să facem următoarele observații:

1. *Densitatea crește* dela motorinele de natură parafinoasă la cele de origină neparafinoasă. Motorina obținută din țăciul de *Bucșani* are densitatea cea mai mică; cele mai grele motorine se obțin din țăciurile neparafinoase de *Moreni* și *Ochiuri*.

2. *Cifra medie de fierbere* este mai ridicată la motorinele de natură parafinoasă decât la cele de natură neparafinoasă. În medie ea este de $290-295^{\circ}\text{C}$ pentru motorinele parafinoase și semiparafinoase și de 255°C pentru celelalte.

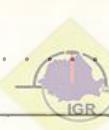
3. *Punctul de anilină* este mult mai ridicat la motorinele de natură parafinoasă decât la cele neparafinoase. În cazul motorinelor parafinoase observăm o creștere a punctului de



TABELA XII

Motorine obținute în laborator din păieșuri românești

Nr. curent	PROVENIENȚA ȚĂȚEILUI		Frac- țiunea	Densi- tatea la 20°C	Cifra medie de fierbere °C	Punct de anilină °C	Tensiune super- ficială dyne-cm.	Parachor specific	Indice Diesel	INDICELE CETANIC CALCULAT DUPĂ:	
	SCHELA	SOCIETATEA								M. COSMIN	Formula stabil. de autor
A) N E P A R A F I N O A S E											
1	Băicoi	Româno-Americană .	{ 1	0,8772	257,0	43,2	29,32	2,654	32,1	36,6	34,0
				0,8966	279,6	43,2	30,02	2,611	28,3	33,9	35,6
2	Gura-Ocniței	Concordia	{ 1	0,8520	223,1	44,2	28,35	2,708	37,9	40,9	33,5
				0,8705	249,6	43,7	29,08	2,668	33,8	37,8	33,5
				0,8877	272,7	44,2	29,41	2,623	30,5	35,4	33,0
3	Moreni	Petrolul-Românesc .	{ 1	0,8394	213,1	46,3	27,35	2,724	42,0	43,8	36,0
				0,8566	231,0	44,6	28,37	2,694	37,1	40,3	34,0
				0,8788	254,6	42,9	29,21	2,645	31,5	36,2	31,3
				0,8976	283,6	42,0	29,45	2,595	27,6	33,3	36,8
4	Ochiuri	I.R.D.P.	{ 1	0,8517	234,0	48,6	28,62	2,716	40,7	42,9	37,2
				0,8751	262,9	47,7	29,30	2,659	34,9	38,6	35,7
				0,8936	287,8	47,3	29,32	2,600	30,8	35,7	39,6
				0,9055	313,0	48,6	29,23	2,568	29,0	34,3	35,6
5	Piscuri	Starnaphtha	{ 1	0,8682	241,7	41,7	29,32	2,680	33,1	37,3	32,0
				0,8903	269,5	41,7	30,55	2,641	28,8	34,2	35,0
6	Tîntea	Unirea	{ 1	0,8206	215,9	56,1	27,41	2,788	53,6	52,2	45,6
				0,8391	241,4	57,1	28,27	2,748	49,2	49,0	45,4
				0,8588	268,5	58,9	28,68	2,695	45,1	46,1	45,1
B) S E M I P A R A F I N O A S E											
1	Gura-Ocniței	Româno-Americană .	{ 1	0,8716	273,1	51,6	29,22	2,667	37,8	40,7	40,6
2	Mislea	Steaua Română . . .	{ 1	0,8468	299,0	75,8	28,73	2,734	59,1	56,3	57,7
				0,8510	312,4	77,9	28,67	2,719	58,9	56,1	55,7
3	Runcu	Steaua Română . . .	{ 1	0,8303	244,4	61,8	28,21	2,776	54,9	53,2	50,4
				0,8403	257,5	63,2	—	—	52,9	51,7	50,0
				0,8503	271,2	64,3	28,64	2,721	50,7	50,0	50,0
				0,8603	289,4	65,8	28,77	2,692	48,8	48,7	51,2
				0,8695	305,1	68,2	28,87	2,666	47,4	47,7	47,1
C) P A R A F I N O A S E											
1	Boldești	Creditul Minier . . .	{ 1	0,8200	259,7	73,6	27,67	2,800	66,4	63,1	60,1
				0,8267	274,0	75,8	27,92	2,770	65,7	62,5	61,7
				0,8332	291,5	78,2	28,45	2,770	65,1	62,0	64,0
				0,8388	300,5	80,2	28,54	2,750	64,6	61,4	61,4
2	Ceptura	Astra Română . . .	{ 1	0,8255	265,0	72,7	27,54	2,770	64,0	61,2	59,3
				0,8346	285,2	75,7	27,89	2,750	62,9	60,3	62,3
				0,8459	313,6	80,5	27,65	2,700	62,3	59,8	58,1
3	Bucșani	Unirea	{ 1	0,8076	256,9	77,6	27,74	2,842	75,0	67,8	65,0
				0,8134	269,5	80,5	27,94	2,827	73,9	67,1	66,3
				0,8189	282,5	82,7	28,06	2,811	73,5	66,7	68,0
				0,8233	294,0	84,7	28,25	2,800	73,2	66,5	68,5
				0,8283	306,0	87,5	28,31	2,785	73,3	66,6	66,2
4	Gura-Ocniței	Colombia	{ 1	0,8231	256,9	71,4	28,20	2,800	63,4	59,4	57,8
				0,8308	274,3	74,2	28,36	2,778	63,3	59,2	60,0
				0,8372	288,7	76,5	28,58	2,762	62,6	58,8	61,7
				0,8447	310,0	81,1	28,75	2,742	63,5	59,4	58,6
5	Moreni	Româno-Americană .	{ 1	0,8308	274,5	73,4	28,33	2,777	62,7	58,8	60,0
				0,8396	280,5	77,8	28,63	2,753	62,6	59,4	58,0
				0,8485	318,5	80,8	28,65	2,727	61,6	58,0	57,0
6	Ochiuri	Astra Română . . .	{ 1	0,8285	257,3	68,5	28,42	2,785	60,1	57,0	55,5
				0,8397	281,0	72,4	28,64	2,753	59,1	56,2	58,0
				0,8484	300,4	75,8	28,71	2,727	58,4	55,7	57,0
				0,8582	324,3	78,7	31,93	2,770	57,0	54,7	52,4
7	Piscuri	I.R.D.P.	{ 1	0,8290	259,5	69,2	28,34	2,783	60,3	57,1	56,0
				0,8376	277,2	72,2	28,60	2,761	59,6	56,7	58,0
				0,8475	303,4	76,9	28,76	2,732	59,4	56,4	57,4
				0,8563	326,2	80,5	28,78	2,705	58,6	56,0	53,0
8	Tîntea	Unirea	{ 1	0,8210	266,9	75,4	28,41	2,803	67,3	62,2	61,8
				0,8290	289,8	79,0	28,37	2,782	67,2	62,2	61,8
				0,8366	304,8	80,76	28,31	2,718	67,2	62,1	61,8



anilină în cuprinsul aceleiași grupe de motorine, dacă trecem dela o fracțiune ușoară la celelalte mai grele. Această creștere poate ajunge până la 10° . În cazul motorinelor de origină neparafinoasă observăm în general o scădere a acestui punct, iar în unele cazuri observăm că el rămâne aproape constant. Această deosebire între motorinele neparafinoase și cele parafinoase trebuie să fie pusă în legătură cu un conținut mai ridicat în hidrocarburi aromatice și naftenice al motorinelor din prima categorie, punctul de anilină fiind cu atât mai jos cu cât acest conținut este mai mare.

4. *Tensiunea superficială* variază foarte puțin dela o categorie de motorine la alta. În cuprinsul aceleiași grupe se observă o ușoară creștere a tensiunii superficiale dela o fracțiune inferioară la alta superioară.

5. *Parachorul specific* are valori ceva mai mari la motorinele parafinoase. În cuprinsul aceleiași grupe scade cu creșterea densității motorinei.

6. *Indicele Diesel*. Din tabela XII observăm că în cazul motorinelor de natură neparafinoasă indicele Diesel variază între 30 și 40. În cazul motorinelor de natură parafinoasă acest indice are valori mai mari, cuprinse în general între 60 și 70. Fac excepție fracțiunile de motorină obținute din țăciul parafinos de *Bucșani*, care au indicele Diesel între 73—75, iar în grupa țăciurilor neparafinoase, fracțiunile de motorină obținute din țăciul de *Tințea*, cu indicele Diesel între 45 și 53.

În cuprinsul aceleiași grupe de motorine extrase din țăciuri parafinoase, observăm că indicele Diesel nu variază decât puțin cu densitatea fracțiunii. În cazul fracțiunilor de motorină neparafinoasă această variație este în schimb mult mai pronunțată.

7. *Indicele cetanic*. În cazul motorinelor de natură neparafinoasă această importantă constantă variază în general între 30 și 40. Motorinele de *Tințea* fac excepție, indicele lor cetanic

fiind superior (circa 45). În cazul motorinelor de natură parafinoasă indicele cetanic variază în general între 52 și 64. Și în această grupă avem o excepție: motorinele extrase din țiteiul de Bucșani au un indice cetanic mai mare (66—68). Motorinele de natură semiparafinoasă au un indice cetanic intermediu (40—57).

Din aceste rezultate se vede că valorile indicelui cetanic al motorinelor românești obținute direct din țiteiuri păstrează o linie de mijloc, neajungând nici la valori peste 70, nici scăzând sub 30, cum se întâmplă cu unele motorine străine, cea ce ne face să conchidem că motorinele românești « straight-run » sunt în general de calitate bună putând fi utilizate în motoare cu turație mare fără o prelucrare specială.



PARTEA II-A

I. CERCETĂRI ASUPRA STABILITĂȚII MOTORINELOR ROMÂNEȘTI

Nu intotdeauna produsele petrolieră pot fi întrebuințate de îndată ce ele au fost fabricate. În anumite împrejurări, și în scopul de a se asigura cantitățile necesare pentru o durată mai lungă, ele sunt stocate, rămânând în rezervoare câteva luni, poate chiar și mai mult timp, până ce sunt întrebuințate.

Bazat pe aceste considerații, am crezut interesant să cercetez stabilitatea diferitelor tipuri de motorine obținute azi în țară, să urmăresc variația constantelor analitice în raport cu timpul de păstrare, cât și influența ce poate avea asupra lor lumina zilei.

Obținându-se azi în instalațiile de « cracking » din țară, pe lângă benzina de « cracking » și motorină diferită în proprietăți prin conținutul mai ridicat în hidrocarburi nesaturate și aromatică, m' am ocupat mai de aproape și de proprietățile acestei motorine. În vederea ameliorării stabilității ei am cercetat acțiunea rafinării prin tratare cu pământ activ sau cu acid sulfuric. Pentru a vedea influența ce ar putea avea motorina de « cracking » în amestecuri cu motorine naturale, am urmărit stabilitatea amestecurilor formate din această motorină, cu motorină neparafinoasă și cu motorină parafinoasă, în părți egale.

In total am supus încercărilor șapte probe de motorine ale căror natură și proveniență sunt următoarele:

Proba Nr. 1. Motorină neparafinoasă, obținută în laborator din tăcăni neparafinos de *Ochiuri*, proveniență Soc. Astra Română.

•



Proba Nr. 2. Motorină parafinoasă, obținută în laborator din țălei parafinos de *Moreni*, proveniența Soc. Astra Română.

Proba Nr. 3. Motorină de « cracking », proveniența Soc. Româno-Americană.

Proba Nr. 4. Aceeași proveniență ca proba Nr. 3, tratată cu 20% pământ activ « Sondafin ».

Proba Nr. 5. Aceeași proveniență ca proba Nr. 3, rafinată cu 5% acid sulfuric.

Proba Nr. 6. Amestec din motorină de « cracking » (proba Nr. 3) cu motorină din comerț de natură neparafinoasă, proveniența Soc. Astra Română, în proporție de 1:1.

Proba Nr. 7. Amestec din motorină de « cracking » (proba Nr. 3) cu motorină din comerț, de natură parafinoasă, proveniența Soc. Steaua Română, în proporție de 1:1.

Probele au fost închise în sticle albe și au fost expuse la lumina zilei timp de aproape cinci luni.

Rezultatele încercărilor făcute sunt trecute în tabela XIII, iar în tabela XIV sunt date valorile extreme ale variațiilor constantelor analitice la cele șapte probe de motorină. Din examinarea rezultatelor obținute se pot face o serie de constatări referitoare la stabilitatea motorinelor examineate, bazându-ne pe variațiile constantelor analitice. Vom expune pe scurt, în cele ce urmează, aceste constatari.

1. *Densitatea* crește proporțional cu timpul de expunere. Cea mai mare creștere o constatăm la motorina de « cracking » tratată cu pământ activ (proba Nr. 4) și la amestecul de motorină de « cracking » cu motorină neparafinoasă (proba Nr. 6). O creștere ceva mai mică se vede la motorina de « cracking » (proba Nr. 3), apoi creșteri și mai mici la amestecul de motorină de « cracking » și 50% motorină parafinoasă (proba Nr. 7) și la motorina neparafinoasă de Ochiuri (proba Nr. 1). Aceste creșteri se datorează probabil în mare parte polimerizării olefinelor. Cea mai mică creștere a densității o găsim în cazul motorinei parafinoase, unde această creștere este de patru ori mai mică decât la probele Nr. 4 și Nr. 6.

TABELA XIII

Variația constantelor analitice la câteva motorine românești în raport cu timpul de expunere la lumina zilei

Nr. curenț	NATURA MOTORINEI	Densitatea		Viscozitatea la 20°C		Punctul de anilină		Indice Conradson		Coloarea în color. Lovibond		Depunerii		Temper. medie de fierbere		Cifra cetanică	
		Nr. de zile	d 15°C	Nr. de zile	Centis-tokes	Nr. de zile	°C	Nr. de zile	g	Nr. de zile	Unități orange	Nr. de zile	%	Nr. de zile	°C	Nr. de zile	°C
1	Motorină neparafinoasă obținută în laborator din țăței de Ochiuri. Soc. Astra Română	0	0,8793	0	4,50	0	48,2	0	0,025	0	5,15	150	0,74	0	268,2	0	35,2
		16	0,8797	48	5,40	35	48,2	43	0,189	96	10,38	—	—	90	270,7	90	34,2
		86	0,8832	135	6,40	90	49,8	84	0,476	—	—	—	—	—	—	—	—
		125	0,8871	—	—	138	50,2	127	0,510	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Motorină parafinoasă obținută în laborator din țăței de Moreni. Soc. Astra Română	0	0,8412	0	5,40	0	75,0	0	0,008	0	2,35	150	1,00	0	298,8	0	60,0
		14	0,8422	48	6,10	34	75,5	43	0,076	96	6,35	—	—	90	292,9	90	59,2
		86	0,8428	135	7,20	88	76,5	84	0,200	—	—	—	—	—	—	—	—
		146	0,8453	—	—	135	76,6	127	0,210	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Motorină de « cracking ». Soc. Româno-Americană	0	0,8774	0	6,95	0	57,8	0	0,032	0	19,95	150	0,71	0	293,5	0	43,2
		27	0,8792	55	7,77	27	57,5	46	0,340	96	15,03	—	—	90	298,1	90	40,7
		90	0,8826	144	9,10	47	57,8	90	0,610	—	—	—	—	—	—	—	—
		136	0,8884	—	—	100	58,6	130	0,610	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Motorină de « cracking ». Soc. Româno-Americană. Rafinată cu 20% pământ activ « Sondafin »	0	0,8742	0	6,73	0	59,1	0	0,032	0	17,60	150	0,38	0	299,4	0	44,7
		26	0,8764	55	7,70	26	58,3	44	0,296	96	15,98	—	—	90	299,0	90	41,9
		90	0,8801	144	9,40	47	58,8	88	0,557	—	—	—	—	—	—	—	—
		136	0,8859	—	—	100	59,8	130	0,588	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Motorină de « cracking ». Soc. Româno-Americană. Rafinată cu 5% acid sulfuric	0	0,8753	0	7,54	0	58,4	0	0,115	0	8,20	150	0,12	0	293,9	0	44,1
		25	0,8765	55	7,80	44	58,5	46	0,284	96	13,05	—	—	90	294,5	90	42,5
		90	0,8788	144	9,50	98	58,5	91	0,528	—	—	—	—	—	—	—	—
		135	0,8838	—	—	135	58,8	134	0,590	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Amestec de motorină de « cracking ». Soc. Româno-Americană cu motorină neparafinoasă. Soc. Astra-Română în proporție de 1:1	0	0,8865	0	7,95	0	53,8	0	0,084	0	29,70	150	0,92	0	291,7	0	38,9
		18	0,8897	48	9,30	37	54,5	46	0,500	96	21,50	—	—	90	297,1	90	39,9
		86	0,8938	138	10,90	90	55,1	85	0,820	—	—	—	—	—	—	—	—
		127	0,8982	—	—	140	55,4	127	0,840	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Amestec de motorină de « cracking ». Soc. Româno-Americană cu motorină parafinoasă. Soc. Steaua Română, în proporție de 1:1	0	0,8560	0	6,36	0	67,8	0	0,026	0	14,05	150	2,00	0	288,5	0	52,7
		18	0,8588	48	7,20	37	67,8	46	0,262	96	13,08	—	—	90	293,9	90	50,4
		86	0,8619	138	8,00	90	68,9	85	0,431	—	—	—	—	—	—	—	—
		127	0,8656	—	—	140	69,6	127	0,450	—	—	—	—	—	—	—	—

TABELA XIV

Variațiile extreme ale constantelor analitice ale cătorva motorine românești după un timp îndelungat de expunere la lumina zilei

Nr. curent	NATURA MOTORINEI	Variația densității		Var. viscozitatei cinemat. la 20°C		Var. coloarei orange. Color. Lovibond		Variația punct de anilină		Variația ind. Conradson		Variația cifrei medii de fierbere		Variația cifrei cetanice	
		Nr. de zile	Difer. între valori	Nr. de zile	Difer. între valori Cen-tistokes	Nr. de zile	Difer. între valori	Nr. de zile	Difer. între valori	Nr. de zile	Difer. între valori	Nr. de zile	Difer. între valori	Nr. de zile	Difer. între valori
1	Motorină neparafinoasă obținută în laborator din țipei de Ochiuri. Soc. Astra Română	125	+ 0,0078	135	+ 1,90	96	+ 5,23	138	+ 2,0	127	+ 0,485	90	+ 2,5	90	- 1,0
2	Motorină parafinoasă obținută în laborator din țipei de Moreni. Soc. Astra Română	146	+ 0,0041	135	+ 1,80	96	+ 4,00	135	+ 1,6	132	+ 0,202	90	+ 1,1	90	- 0,8
3	Motorină de « cracking ». Soc. Româno-Americană	136	+ 0,0110	144	+ 2,15	96	- 4,92	137	+ 1,3	130	+ 0,578	90	+ 4,6	90	- 2,5
4	Idem, rafin. cu 20% pământ « Sondafin »	136	+ 0,0117	144	+ 2,67	96	- 1,62	137	+ 0,8	130	+ 0,556	90	- 0,4	90	- 2,8
5	Idem, rafin. cu 5% acid sulfuric	135	+ 0,0085	144	+ 1,96	96	+ 4,85	135	+ 0,4	134	+ 0,465	90	+ 0,6	90	- 1,6
6	Amestec din 50% motorină de « cracking » Româno-Americană și 50% motor. neparaf. Soc. Astra Română	127	+ 0,0117	138	+ 2,95	96	- 8,20	140	+ 1,6	127	+ 0,756	90	+ 5,4	90	+ 1,0
7	Amestec din 50% motorină de « cracking » și 50% motorină paraf. Soc. Steaua Română	127	+ 0,0096	138	+ 1,64	96	+ 9,6	140	+ 1,6	127	+ 0,424	90	+ 5,4	90	- 2,3

2. Viscozitatea. Creșterea acestei constante la 20°C , după un număr de zile variind între 135 și 144, este cuprinsă între 1,64 și 2,67 centistokes. Și în acest caz, creșterile cele mai mari se constată în cazul motorinei de « cracking » tratată cu pământ activ. În cazul când motorina de « cracking » a fost rafinată cu acid sulfuric, creșterea viscozității este mai mică și de același ordin de mărime ca în cazul motorinelor naturale. În amestecuri cu motorine naturale, observăm că creșterea viscozității, în cazul amestecului constituit din 50% motorină de « cracking » și 50% motorină neparafinoasă, atinge un maximum din valourile inserate în tabelă, pe când în amestec similar cu motorina parafinoasă această creștere este minimă.

3. Coloarea. A fost determinată cu colorimetru Lovibond și este exprimată în unități orange. La început, după cum se constată din tabelă, cea mai puțin colorată este motorina parafinoasă, după care urmează motorina neparafinoasă și în al treilea loc, motorina de « cracking » rafinată cu acid sulfuric, pe când prin tratare cu pământ activ coloarea inițială a motorinei de « cracking » nu pierde decât foarte puțin din intensitate.

Prin expunere la lumina zilei, unele din motorine se închid la coloare (motorinele naturale și motorina de « cracking » rafinată cu acid sulfuric), altele, din contra, pierd din intensitatea colorii (motorina de « cracking » brută sau tratată cu pământ activ și amestecurile de motorină de « cracking » cu motorine naturale). După un timp de 96 zile cele mai puțin colorate sunt motorinele naturale și în deosebi motorina parafinoasă.

4. Indicele Conradson. La început, această constantă are valoarea cea mai mică în cazul motorinei parafinoase (0,008); este mai mare și de același ordin de mărime (0,025—0,032) în cazul motorinei de « cracking » (brută sau tratată cu pământ activ), a motorinei neparafinoase și a amestecului de motorină de « cracking » cu motorină parafinoasă. Valoarea mai mare a indicei Conradson la motorina de « cracking » rafinată cu



acid sulfuric indică o polimerizare parțială a hidrocarburilor sub acțiunea acidului sulfuric.

Prin expunere la lumina zilei, indicele Conradson crește. La început creșterea este puțin sensibilă, cu timpul ea devine mai pronunțată, și după 130 zile acest indice atinge valorile 0,2 în cazul motorinei parafinoase, și cuprinse între 0,45 și 0,61 în cazul celorlalte probe, cu excepția amestecului de motorină de « cracking » cu motorină neparafinoasă, în care caz indicele Conradson este 0,84.

5. Depuneri pe fundul și pereții sticlelor. Cu timpul motorinele depun în sticlele în care au fost păstrate niște substanțe vâscoase, colorate în brun inchis, solubile în amestec de benzen cu alcool. Sunt substanțe datorite polimerizării unor anumite hidrocarburi nesaturate sub acțiunea luminii. Din tabela XIII se vede că după 150 zile de păstrare motorina de « cracking » rafinată cu acid sulfuric depune cea mai mică cantitate din astfel de substanțe. Și tratarea motorinei de « cracking » cu pământ activ a avut o acțiune favorabilă, făcând să scadă procentul de depuneri dela 0,71 la 0,38. Este de observat că motorina de « cracking » nu depune mai multe substanțe — cum ne așteptam — decât motorinele naturale. De asemenea este de relevat depozitul mai mare de depuneri în cazul amestecului de motorină de « cracking » cu motorină parafinoasă. E posibil ca în acest caz să se fi depus și mici cantități din parafinele superioare (cerezine), mai greu solubile în compoziția amestecului.

Influența favorabilă a rafinării motorinei de « cracking » cu pământ activ sau cu acid sulfuric, rezultând motorine cu o stabilitate mai mare, din punct de vedere al depozitelor la care dau naștere în timpul depozitării, reiese în mod evident din încercările făcute.

6. Cifra medie de fierbere și cifra cetanică. Cu timpul cifra medie de fierbere crește. În cazul motorinei de « cracking » această creștere e mai mare decât la motorinele naturale. În

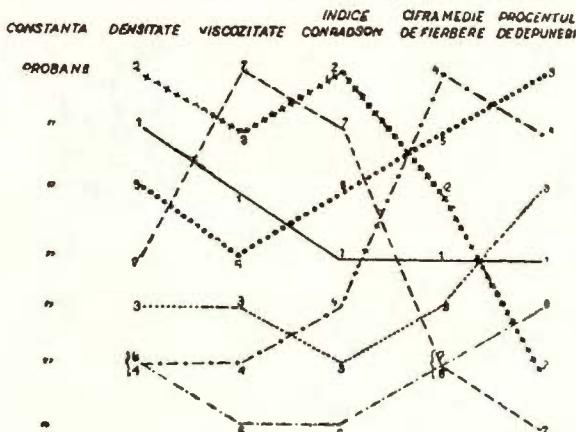


cazul motorinelor de « cracking » rafinate cu pământ activ sau cu acid sulfuric, cifra medie de fierbere nu variază decât foarte puțin.

Cifra cetanică, calculată după formula mea, descrește la toate probele cu una până la trei unități cetanice, după o depozitare de 90 zile. Numai în cazul amestecului de motorină de « cracking » cu motorină neparafinoasă se constată o ușoară creștere de o unitate cetanică (?). După cum se vede, expunerea motorinelor la lumina zilei timp de trei luni este aproape fără efect asupra calității de aprindere.

Concluziuni. În graficul de mai jos se poate vedea mai bine variațiile constantelor: densitate, viscositate, indicele Conradson, temperatură medie de fierbere și procentul de depuneri. În coloanele respective, probele sunt clasate după mărimea variației extreme a constantei analitice, pe baza datelor din tabela XIV.

GRAFIC Nr. 1

Clasificarea motorinelor românești în raport cu stabilitatea lor

Din acest grafic se poate vedea imediat:

1. Acțiunea favorabilă a acidului sulfuric asupra motorinei de cracking (proba Nr. 5 față de proba Nr. 3).

2. Acțiunea favorabilă, dar parțială, a tratării motorinei de « cracking » cu pământ activ (proba Nr. 4 față de proba Nr. 3).

3. Superioritatea motorinelor naturale (probile Nr. 1 și 2) asupra motorinei de « cracking » (proba Nr. 3). Numai procentul de depunerii este mai mic la motorina de « cracking ».

4. Stabilitatea amestecului de 50% motorină de « cracking » cu 50% motorină neparafinoasă (proba Nr. 6) este mai redusă decât a motorinei de « cracking » singure (proba Nr. 3).

5. Stabilitatea mai mare a amestecului de motorină de « cracking » cu 50% motorină parafinoasă (proba Nr. 7) față de amestecul similar cu motorină neparafinoasă (proba Nr. 6),

Făcând media de clasare după ordinea în care se aşeză fiecare probă în cele cinci coloane ale graficului de mai sus. ajungem la următoarea clasificare a celor șapte motorine studiate:

Clasa I. Motorina parafinoasă și motorina de « cracking » rafinată cu acid sulfuric.

Clasa II. Motorina neparafinoasă.

Clasa III. Motorina de « cracking » tratată cu pământ activ și amestecul de motorină de « cracking » cu motorină parafinoasă.

Clasa IV. Motorina de « cracking » brută.

Clasa V. Amestecul de motorină de « cracking » cu motorină neparafinoasă.

Rezultatele încercărilor noastre arată deci că motorina parafinoasă și motorina de « cracking » rafinată cu acid sulfuric pot fi echivalente din punct de vedere al stabilității și că ele se clasază în primul loc. Urmează în al II-lea loc motorina neparafinoasă.

Tratarea cu pământ activ a motorinei de « cracking » mărește numai parțial stabilitatea ei. O concluzie, pe care o socotim destul de importantă, este că amestecul unei motorine de « cracking » cu o motorină parafinoasă îi mărește stabilitatea, pe când amestecul cu o motorină neparafinoasă, din contra, îi micșorează stabilitatea.

II. INTREBUINȚAREA MOTORINELOR STUDIATE IN RAPORT CU GRADUL LOR DE STABILITATE

Caietele de sarcini întocmite de A.S.T.M. pentru combustibilii Diesel recomandă următoarele condiții de viscozitate și indice Conradson, pentru diferite turări ale motorului:

	Numărul de ture pe minut	Viscozitatea la 100°C (38°C) Centistokes	Indice Conradson
Categorie A . .	Peste 1.000	Între 3 și 7,6	Max. 0,2
» B . .	Între 500 și 1.000	» 3 și 13	» 0,5
» C . .	Sub 500	Max. 52	» 3,0

Față de aceste specificații și examinând datele din Tabelă XIII rezultă următoarele:

La început, toate probele îndeplinesc condițiunile fixate pentru viscozitate¹⁾ și indice Conradson pentru combustibilii din categoria A. După o depozitare de 45 zile nu mai satisfac aceste condiții decât probele Nr. 1 (motorina neparafinoasă), Nr. 2 (motorina parafinoasă), iar după acest interval de timp numai motorina parafinoasă, care își păstrează proprietățile timp de cca. trei luni de zile.

Condițiunile mai puțin severe pentru combustibilii Diesel din categoria B, fac ca mai multe tipuri de motorină din cele studiate de noi, și după un timp mai îndelungat de depozitare, să satisfacă încă aceste condiții. Astfel proba Nr. 1 (motorină neparafinoasă) după un interval de cca. trei—patru luni, iar proba Nr. 2 (motorină parafinoasă), probabil chiar după cinci luni, întrucât după 127 zile indicele Conradson este numai de 0,21, iar viscozitatea după 135 zile este încă departe de limita maximă tolerată. Motorina de «cracking», care are o stabilitate mică, nu ar putea să satisfacă condițiunile pentru combustibilii Diesel din categoria B, decât cel mult două luni.

¹⁾ În tabela XII, valorile viscozității sunt date pentru 20°C. Față cu limita maximă de 7,6 la 100°F. (38°C.), prescrită de caietul de sarcini A. S. T. M. pentru combustibilii Diesel din categoria A, se vede ușor că și proba Nr. 6 îndeplinește această condiție.

Motorina de « cracking » tratată cu pământ activ sau rafinată cu acid sulfuric (probele Nr. 4 și 5), din cauza creșterii pronunțate a indicelui Conradson, nu poate satisface de asemenea aceste condiții, decât timp de două luni, până la două luni și jumătate. Amestecul alcătuit din 50% motorină de « cracking » și 50% motorină neparafinoasă nu poate satisface condițiunile decât pentru un interval de timp și mai scurt, maximum o lună și jumătate. În schimb, amestecul cu motorină parafinoasă (proba Nr. 7) fiind mult mai stabil, satisface condițiunile de viscozitate și pentru indicele Conradson fixate pentru combustibilii Diesel din categoria B, chiar după ce a fost depozitat timp de patru luni, până la cinci luni de zile.

Cât privește combustibilii Diesel din categoria C, condițiunile caietului de sarcini fiind ușor de îndeplinit, permit încadrarea în această categorie a tuturor combustibililor studiați, chiar după o durată de depozitare de șase luni, foarte probabil chiar după un timp și mai îndelungat.

Dat fiind importanța ce se acordă viscozității și indicelui Conradson în clasificarea motorinelor pentru cele trei grupe de motoare Diesel și cum din rezultatele obținute reiese că cifra cetanică a motorinelor nu variază decât foarte puțin cu timpul de depozitare, rezultă că în cazul stocării acestor produse este necesar și suficient să se controleze din când în când viscozitatea și indicele Conradson pentru a ne putea da seama de gradul de alterare a motorinelor în cauză.

III. PROBA DE COROZIUNE

În timpul depozitării, al transportului și a întrebuințării în motoare, motorina vine în contact cu pereți metalici. Ea poate exercita acțiuni dăunătoare din cauza coroziunii la care poate da naștere datorită conținutului în acizi naftenici. Rezultă naftenați, mai mult sau mai puțin solubili, alături de oxizi și sulfuri, etc., care se depun pe pereții metalici ai rezervorului sau la fund. Aceste coroziuni pot fi dăunătoare motorului Diesel însuși și pot produce turburări în mersul normal al motorului.

Pentru a cerceta motorinele noastre din acest punct de vedere ne-am servit de metoda propusă de D.I.N. (Entwurf i D.V.M. 3763¹⁾) pentru efectuarea probei de coroziune la motorine. Metalul asupra căruia am lucrat a fost zincul, în plăci de dimensiunile 100×10 mm și de 1 mm grosime. Încercările au fost făcute la 100° C în etuva electrică, lăsând motorina în contact cu plăcile de zinc timp de 24 ore. Au fost supuse încercărilor de coroziune zece probe de motorine, obținându-se rezultatele consemnate în tabela XV.

TABELA XV

Încercări de coroziune cu motorinele românești

Nr. curent	Natura motorinei din care e constituită proba	Pierdere suferită de lama de zinc. (Greut. medie a lamei = 2,7712 g)
1	Motorină neparafinoasă	0,0024
2	" parafinoasă	0,0010
3	" de « cracking »	0,0004
4	Amestec din 50% motor. neparafinoasă și 50% motor. de « cracking »	0,0012
5	Amestec din 50% motor. parafinoasă și 50% motor. de « cracking »	0,0008
6	Motorină neparafinoasă tratată cu hidrat de sodiu	0,0008
7	Motorină parafinoasă tratată cu hidrat de sodiu	0,0008
8	Motorină de « cracking » tratată cu hidrat de sodiu	0,0008
9	Amestec din 50% proba Nr. 6 și 50% proba Nr. 8	0,0006
10	Amestec din 50% proba Nr. 7 și 50% proba Nr. 8	0,0008

Din aceste date se vede că numai motorina neparafinoasă prezintă un oarecare grad de corozivitate și că acțiunea ei coro-

¹⁾ *Petroleum Zschrif.* (1939), Nr. 12, 209.

zivă poate fi micșorată, dacă se îndepărtează acizii naftenici prin spălare cu hidrat de sodiu. Și din acest punct de vedere, motorina parafinoasă este superioară. Motorina de « cracking » care ne-am fi așteptat să fie tot atât de corozivă ca motorinele naturale, este, după cum se vede, cea mai puțin corozivă.

In concluzie, din încercările făcute reiese că acțiunea corozivă a motorinelor românești este neînsemnată.



EIGENSCHAFTEN RUMÄNISCHER KRAFTSTOFFE FÜR FAHRBARE DIESELMOTORE

(ZUSAMMENFASSUNG)

von

Ing. M. FILIPESCU

I. T E I L

ZÜNDWILLIGKEIT

Die physikalischen und chemischen Konstanten der Dieselkraftstoffe (16 Gasölproben und eine Probe eine Leichtöls, welches aus der Paraffinfabrikation, bei den Filterpressen stammt), die Gegenstand unserer Untersuchungen bildeten, sind in der Tabelle I eingetragen.

Im Hinblick darauf, dass die Kenntnis der durch die Cetanzahl eines Kraftstoffes für fahrbare Dieselmotore zum Ausdruck gebrachten Zündwilligkeit immer höhere Wichtigkeit erlangt, haben wir uns mit dieser Eigenschaft der rumänischen Dieselkraftstoffe eingehend befasst. Die Cetanzahl wurde sowohl experimentell mittels des amerikanischen Prüfmotors «Coperative Fuel Research Committee» nach der Methode des kritischen Verdichtungsverhältnisses («Critical Compression Ratio Method»), wie auch rechnungsmässig bestimmt. Zu diesem Zwecke haben wir die nachfolgenden auf Kenntnis der analytischen Konstanten beruhenden Methoden angewandt.

1. *Dieselindex.* a) Methode HEINZE und MARDER (16), mit Hilfe der graphischen Tafel Nr. 3, die die Abhängigkeit der

Cetenzahl für Gasöle mit einer mittleren Siedekennziffer von 300°C in Beziehung zum Dieselindex, zeigt sowie der Formel:

$$\text{Cetanzahl} = \text{Cetanzahl} (\text{Tmf } 300) - (300 - \text{Tmf}) \times 0,2$$

In dieser Formel bedeutet:

$\text{Cetanzahl} (\text{Tmf } 300)$ = Cetenzahl für Gasöl mit einem mittleren Siedepunkt von 300° ; Tmf = Siedekennziffer.

Für die Berechnung der Cetanzahl haben wir die Formel:

$$\text{Cetanzahl} = 0,88 \times \text{Cetenzahl}$$

angewandt.

b) Methode HUBNER-EGLOFF (11), mit Hilfe einer graphischen Tafel, die die Abhängigkeit des Dieselindex in Beziehung zur Cetanzahl ausweist.

c) Nach der Formel von M. COSMIN (18):

$$\text{Cetanzahl} = 0,8 \text{ Dieselindex} + 10.$$

2. *Spezifisches Parachor und Siedekennziffer*. Wir benutzten die von HEINZE und MARFER (16) verfasste graphische Tafel, die die Abhängigkeit der Cetenzahl in Beziehung zum spezifischen Parachor des Gasöls mit einer mittleren Siedekennziffer von 300°C ausweist. Mit Hilfe dieser graphischen Tafel und analoger Anwendung der unter 1 a erwähnten Angaben:

$$\text{Cetanzahl} = \text{Cetanzahl} (\text{Tmf } 300^{\circ}) - (300 - \text{Tmf}) \times 0,3$$

wurden zunächst die Cetenzahlen, alsdann die entsprechenden Cetanzahlen mit Hilfe der Beziehungsformel zwischen den beiden Konstanten berechnet.

3. *Viscosität-Dichte Konstante*. a) Methode HEINZE-HOPF (14). Mit Hilfe dieser nach der Formel auf Seite 15 kalkulierten Konstanten und der graphischen Tafel Nr. 5 wurden die Cetenzahlen, nachher die Cetanzahlen bestimmt.

b) Methode HÜBNER-EGLOFF (11). Es wurde die graphische Tafel Nr. 4 angewandt, die die Abhängigkeit des Cetanindexes in Funktion zur Viscosität-Dichte Konstante unmittelbar zum Ausdruck bringt.



4. *Dichte.* a) Mit Hilfe der von HEINZE und MARDER (16) aufgestellten graphischen Tafel, die die Abhängigkeit der Cetanzahl in Funktion zur Dichte bei 20° für Gasöl mit einer mittleren Siedekennziffer von 300° C (graphische Tafel Nr. 2), sowie der Formel:

$$\text{Cetenzahl} = \text{Cetenzahl} (Tmf \ 300^\circ) - (300 - Tmf) \times k$$

nachweist.

In dieser Formel besitzt Tmf die gleiche Bedeutung wie im Falle der Formel 1 a, während der Korrektionsfaktor k den zwischen 0,25 und 0,4 enthaltenen Werten entspricht.

b) Mit Hilfe des von MARDER (17) konstruierten Thermoaräometers, der Siedekennziffer und der vorerwähnten Formel (4 a).

5. *Index der Zündwilligkeit* (Ignition quality) nach HUBNER und EGLOFF (11) mit Hilfe der graphischen Tafel Nr. 4, die die Abhängigkeit der Cetanzahlen der Gasöle in Beziehung zu dieser Konstanten unmittelbar angibt.

Die für die 17 Diesel-Kraftstoffproben erzielten Cetanzahlen sind in der Tabelle II eingetragen. In der Tabelle III sind die Unterschiede zwischen diesen Werten und den im Prüfmotor experimentell bestimmten Werten angegeben.

Die wenig befriedigenden Ergebnisse, die sich bei den von uns untersuchten Gasölproben hinsichtlich der nach HEINZE und MARDER berechneten Cetanzahlen auf Grund der Dichte und mittleren Siedetemperatur ergaben und die in einem Missverhältnis zu den Resultaten stehen, die diese Verfasser bei den von ihnen geprüften Gasölproben erzielt hatten, bewogen uns eine Formel zu suchen, die bei Anwendung auf rumänische Gasöle zufriedenstellende Ergebnisse erwarten lässt.

Wir gelangten zu folgender Formel:

$$\text{Cetanzahl} = 149 - 125 d^2 - (290 - Tmf) \times \frac{a}{4} - \frac{250 d - 210}{b}$$



In dieser Formel bedeuten:

d = Dichte des Kraftstoffes bei 20° C.

a = eine Konstante = 1,3 für $T_{mf} < 290^\circ\text{C}$

$\equiv \circ \quad \gg \quad \gg \quad > 290^\circ \text{ C}$

$$b = \text{eine Konstante} = 1 \quad \Rightarrow \quad d \leq 0,890$$

= 1,5 » d enthalten zwischen 0,890

und 0,910

$$\equiv 2 \quad \Rightarrow \quad d \quad > 0,910$$

Tmf = Siedekennziffer.

Die mittels dieser Formel erzielten Resultate und die Unterschiede gegenüber den experimentellen Werten sind in den Tabellen II und III zum Ausdruck gebracht.

Diese Tabellen zeigen, dass die Reihenfolge für die verschiedenen Rechnungsmethoden, mit deren Hilfe die meistangenäherten Werte gegenüber den experimentell erzielten Werten gewonnen wurden, wie folgt lautet:

1. Die vom Verfasser aufgestellte Formel und die Formel M. COSMIN.
 2. Die Methode HUBNER-EGLOFF, auf Grund des Diesel-indexes.
 3. Die Methode HUBNER-EGLOFF, auf Grund des Qualitäts-indexes für die Zündwilligkeit, sowie die Methode HEINZE-MARDER auf Grund des Dieselindexes.
 4. Die Methode HUBNER-EGLOFF, auf Grund der Viscosität-Dichte Konstante.
 5. Die Methode HEINZE-MARDER, auf Grund des spezifischen Parachors und der Siedekennziffer.
 6. Die Methode HEINZE-HOPF, auf Grund Viscosität-Dichte Konstante; die Methode Dichte-Siedekennziffer (HEINZE-MARDER) und die Methode der aräometrischen Messung (MARDER).



enthält die Unterschiede zwischen den derart berechneten Werten und den durch Prüfmotor erzielten experimentellen Werten. Hier ist zu erwähnen, dass mit der von uns verfassten Formel und mittels der Formel M. COSMIN die meistangenäherten Werte gegenüber den mittelst des Prüfmotors bestimmten Werten erzielt wurden, wogegen die mit Hilfe der Methode HEINZE-MARDER (16) auf Grund der Dichte und Siedekennziffer gewonnenen Ergebnisse die grössten Verschiedenheiten aufweisen.

Unsere Formel wurde auch bei den von HEINZE und MARDER geprüften 11 Gasölproben (Tabellen VII und VIII) und bei den von WIDMAIER (21) untersuchten weiteren 14 Gasölproben (Tabellen IX und X) auf ihre Richtigkeit geprüft. Die Ergebnisse waren weniger zufriedenstellend wie bei rumänischen Gasölen, da man nur 60—70% der Werte erzielt, die um kaum mehr als ± 4 Cetaneinheiten gegenüber den durch Prüfmotor erlangten Werten differieren, während bei den rumänischen Gasölen dieser Prozentsatz etwa 90% beträgt. Dennoch erscheinen die Ergebnisse günstiger, wenn man sie mit den auf Grund von aräometrischen Messungen erzielten Ergebnissen vergleicht. Man sieht also, dass die von verschiedenen Forschern bisher vorgeschlagenen Formeln für die rechnungsmässige Bestimmung der Cetanzahlen bei Diesalkraftstoffen nur in dem Falle streng richtige Ergebnisse erbringen, wenn die betreffenden Gasöle derselben Gasölgruppe angehören, die zur Bestimmung der Formeln gedient hatte.

KLASSIFIZIERUNG DER UNMITTELBAR DURCH ROHÖLDESTILLATION GEWONNENEN RUMÄNISCHEN GASÖLE NACH DEM URSPRUNG DES ROHÖLS UND DER CETANZAHL DES GASÖLS

In der Tabelle XII sind die analytischen Konstanten der aus den wichtigsten rumänischen Rohölen im Laboratorium erzielten Gasöle angegeben. Sie sind geordnet nach Beschaffenheit des Rohöls (paraffinfrei, halbparaffinös oder paraf-



finhaltig) und nach dem Produktions-Bohrfeld. Neben Dichte, Siedekennziffer, Anilinpunkt, Oberflächenspannung, spezif. Parachor und Dieselindex ist auch die Cetanzahl angeführt. Diese wechselt bei paraffinfreien Gasölen zwischen 30 und 45, bei paraffinhaltigen Gasölen zwischen 52 und 68. Die höchste Cetanzahl (68) weist das aus dem Rohöl Boldești gewonnene Gasöl auf.

II. T E I L

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BESTÄNDIGKEIT RUMÄNISCHER GASÖLE

Während einer Zeitdauer von etwa fünf Monaten wurden folgende Gasölsorten der Einwirkung des Tageslichts ausgesetzt: paraffinfreies und paraffinhältiges Gasöl, in destilliertem Zeisrand sowie Spaltungsgasöl, raffiniert mit 20% aktivierter Bleicherde und eine andere. Probe raffiniert mit 5% Schwefelsäure, Mischungen bestehend aus gleichen Teilen Spaltungsgasöl und paraffinfreiem Gasöl bzw. Spaltungsgasöl und paraffinhältigem Gasöl.

Die Tabellen XIII und XIV weisen die analytischen Konstanten dieser Gasöle und ihre Veränderungen während der Dauer der Einwirkung des Tageslichts aus.

Aus den gewonnenen Ergebnissen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Natürliche Gasöle sind den durch Spaltungsverfahren gewonnenen Gasölen an Beständigkeit überlegen. Durch Raffination mit Schwefelsäure erhöht sich die Beständigkeit der Spaltungsgasöle.

Raffination mit Bleicherde erhöht die Beständigkeit dieser Gasöle nur zum Teile. Spaltungsgasöle vermischt mit paraffinhältigem Gasöl erweist sich als beständiger als ein Gemisch mit paraffinfreiem Gasöl; letzteres Gemisch ist sogar noch unbeständiger als das Spaltungsgasöl selbst.

In betreff der Beständigkeit der geprüften Gasöle gelangen wir zu folgender Klassifizierung:



1. Paraffinhältiges Gasöl und Spaltungsgasöl raffiniert mit Schwefelsäure.
2. Paraffinfreies Gasöl.
3. Spaltungsgasöl raffiniert mit Bleicherde; Mischung aus Spaltungsgasöl mit paraffinhältigem Gasöl.
4. Spaltungsgasöl.
5. Gemisch von Spaltungsgasöl mit paraffinfreiem Gasöl.

Korrosionsprobe. Diese Probe wurde nach den Anweisungen der von der D. I. N. (Entwurf i D. V. M. 3763) vorgeschlagenen Methode durchgeführt. Die Versuche ergaben, dass lediglich paraffinfreies Gasöl einigermassen korrosive Eigenschaften aufweist (bei den Bedingungen der Methode: 0,0024 g), diese Einwirkung indes durch Auswaschen des Gasöls mit Natriumhydrat auf 0,0008 g heruntergedrückt werden kann. Aus den erhaltenen Resultaten wird auf eine ausserordentlich geringfügige Angreifbarkeit der rumänischen Gasöle geschlossen.





Institutul Geologic al României

BIBLIOGRAFIE

1. W. F. IOACHIM. Characteristics of Diesel fuel oil. *Gas and Oil Power* 10, 10, 35, 31.
2. G. D. BOERLAGE und I. I. BROEZE. Zündung und Verbrennung in Dieselmotor. *Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens*. Forschungsheft No. 366 (1934).
3. G. R. SCHULTZE. Thermodynamische Gleichgewichte von Kohlenwasserstoffen in Anwendung auf die Spaltung. *Oel u. Kohle ver. mit Erdöl u. Teer* (1936), 267.
4. M. MARDER und P. SCHNEIDER. Über die Bestimmung der Zündwilligkeit von Dieselkraftstoffen. *Automobiltechnische Zschr.* (1937), Heft 8, 195.
5. G. D. BOERLAGE und I. I. BROEZE: *Proc. World. Petr. Congr.* (1935).
6. LE MESURIER și STANSFIELD. The Science of Petroleum. Vol. IV, 2486.
7. BECKER și FISCHER. *Journ. of S. A. E.* (1934), 374.
8. L. C. MOORE și C. R. KAY. *Oil and Gas Journ.* (1934), 108.
9. WATSON și NELSON. *Ind. Eng. Chem.* (1933), 880 și (1935) 1460.
10. JACKSON. *Oil and Gas Journ.* (1935) 16.
11. W. H. HUBNER and G. EGLOFF. A study of Diesel fuels. *U. O. P. Booklet* (1937), No. 209.
12. D. I. W. KREULEN. Physical and chemical constants of gasoils with different cetene numbers. *Journ. of the Inst. of Petrol. Techn.* (1937) 253.
13. R. HEINZE und M. MARDER. Über die Verwendbarkeit physikalischer Konstanten zur Bestimmung des Zündverhaltens (der Cetenzahl) von Dieselkraftstoffen. *Brennstoff-Chemie* (1935), 286.
14. R. HEINZE und H. HOPF. Über die Verwendbarkeit der laboratoriumsmässigen Methoden zur Bestimmung der Zündwilligkeit von Dieselkraftstoffen. *Brennstoff-Chemie* (1936), 441.
15. WA. OSTWALD. Die Bewertung von Motorenbrennstoffen mit Hilfe der «Kennziffer». *Glückauf* (1935), Nr. 18, 551.
16. R. HEINZE and M. MARDER. The determination of the ignitability of Diesel-oils on a laboratory scale. *Journ. of the Inst. of Petrol. Techn.* (1937), 602.



17. M. MARDER. Über die Bestimmung analytischer Daten von Mineralölen auf Grund aräometrischer Messungen. *Oel u. Kohle ver mit Erdoel u. Teer* (1937), 1.087.
18. M. COSMIN. Combustibilii Diesel și motorinele românești. *Asoc. Ing. și Techn. din Ind. Min.* Congresul al IV-lea 1940. București.
19. R. HEINZE, M. MARDER und M. VEIDT. Verwendbarkeit von Zündbeschleunigern für Dieselkraftstoffe. *Oel und Kohle.* (1941), No. 21, 422.
20. D. HOLDE. Kohlenwasserstofföle und Fette (1933), p. 40.
21. O. WIDMAIER. Untersuchung von Dieselkraftstoffen nach verschiedenen Prüfverfahren. *Oel u. Kohle ver. mit Erdoel u. Teer.* (1939), 761.



T A B E L E

- I. Datele analitice ale combustibililor Diesel românești studiați de autor.
- II. Indicele cetanic al combustibililor Diesel românești determinat în laborator și pe motor.
- III. Diferențele între indicii cetanici calculați și cei determinați pe motor pentru 17 probe de combustibil Diesel românesc.
- IV. Numărul de valori din Tabela III clasate după diferențele în unități cetanice dintre valorile calculate și cele determinate experimental.
- V. Diferențele între valorile indicelui de cetan calculate după diferite metode și valorile determinate pe motor pentru 41 motorine românești studiate de M. COSMIN.
- VI. Numărul de valori din Tabela V clasate după diferențele în unități cetanice dintre valorile calculate și cele determinate experimental.
- VII. Diferențele între indicii cetanici calculați după: HEINZE-MARDER. HUBNER-EGLOFF, M. COSMIN și formula autorului și valorile determinate pe motor pentru 11 motorine străine studiate de HEINZE-MARDER.
- VIII. Numărul de valori din Tabela VII clasate după diferențele în unități cetanice dintre valorile calculate și cele determinate experimental.
- IX. Diferențele între indicii cetanici determinați cu areometrul MARI ER și calculați după formula autorului și indicii cetanici determinați pe motoarele H.W.A. și F.K.F.S. la 14 motorine străine studiate de WIDMAIER.
- X. Numărul de valori din Tabela IX clasate după diferențele în unități cetanice dintre valorile calculate și cele determinate experimental.
- XI. Procentul de valori de indici cetanici obținute prin calcul cu o aproximare de ± 4 unități cetanice față de valorile determinate pe motor.
- XII. Fracțiuni de motorine obținute în laborator din tjeieuri românești.
- XIII. Variația constantelor analitice la câteva motorine românești în raport cu timpul de expunere la lumina zilei.
- XIV. Variațiile extreme ale constantelor analitice ale cătorva motorine românești după un timp îndelungat de expunere la lumina zilei,
- XV. Încercări de coroziune cu motorine românești.





Institutul Geologic al României

G R A F I C E

	<u>Pag.</u>
1. Clasificarea motorinelor românești în raport cu stabilitatea lor..	45
2. Variația indicelui de ceten în raport cu densitatea la 20°C, după HEINZE și MARDER.	66
3. Variația indicelui de ceten în raport cu indicele Diesel (curba 1) și în raport cu parachorul specific (curba 2), după HEINZE și MARDER.	66
4. Variația indicelui de cetan în raport cu indicele Diesel (Fig. 1) cu cifra « calitate de aprindere » (Fig. 2) și cu constanta « viscozitate-densitate » (Fig. 3), după HUBNER și EGLOFF.	66
5. Variația indicelui de ceten în raport cu constanta « viscozitate-densitate », după HEINZE și HOPF.	66





Institutul Geologic al României

CUPRINSUL

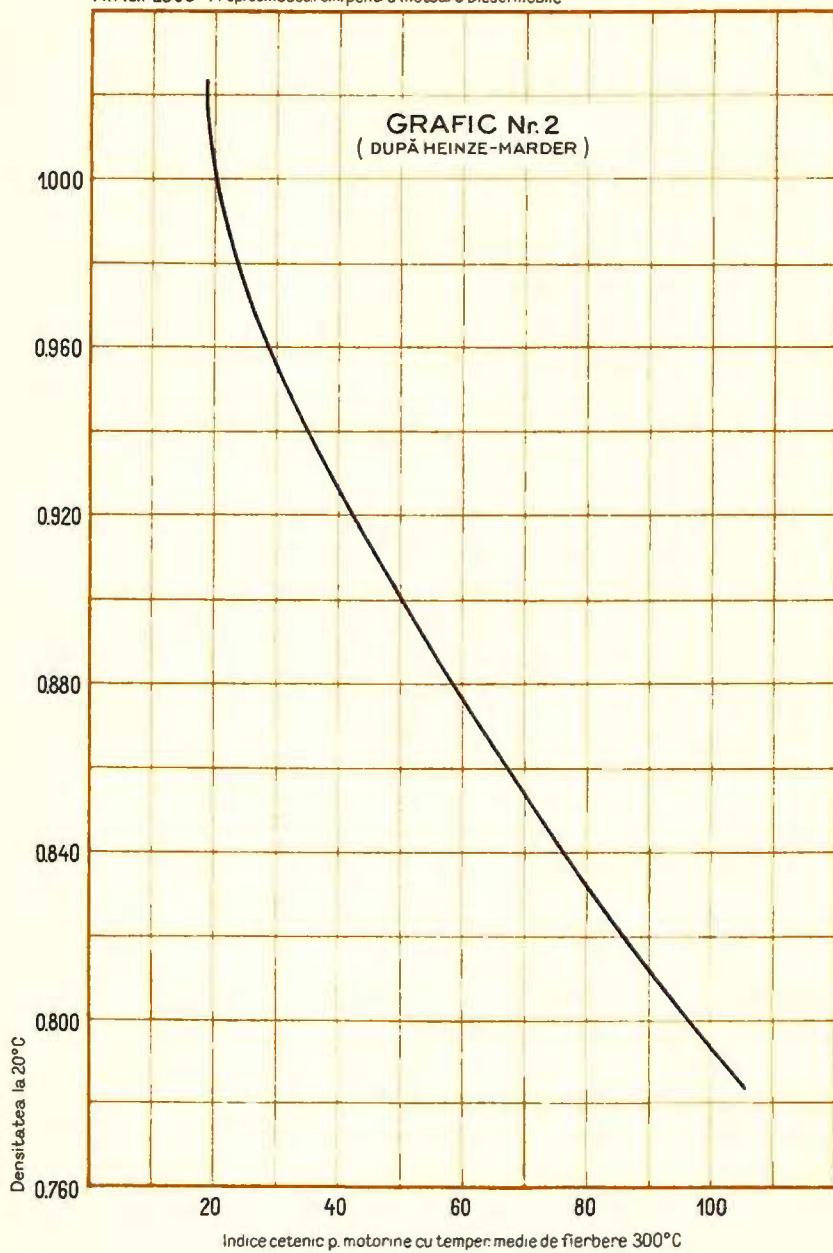
	<u>Pag.</u>
<i>Introducere</i>	3
 PARTEA I-a	
I. Calitatea combustibililor pentru motoarele Diesel mobile	5
II. Calitatea de aprindere	7
<i>A)</i> Determinarea calității de aprindere cu ajutorul metodelor de laborator	14
<i>B)</i> Determinări experimentale	20
<i>C)</i> Clasificarea motorinelor românești obținute din distilația primară a țățeiurilor	38
 PARTEA II-a	
I. Cercetări asupra stabilității motorinelor românești	41
II. Intrebuințarea motorinelor studiate în raport cu gradul lor de stabilitate	47
III. Proba de coroziune	48
<i>Eigenschaften rumänischer Kraftstoffe für fahrbare Dieselmotore (Zusammenfassung)</i>	51
<i>Bibliografie</i>	59
<i>Tabele</i>	61
<i>Grafice</i>	63



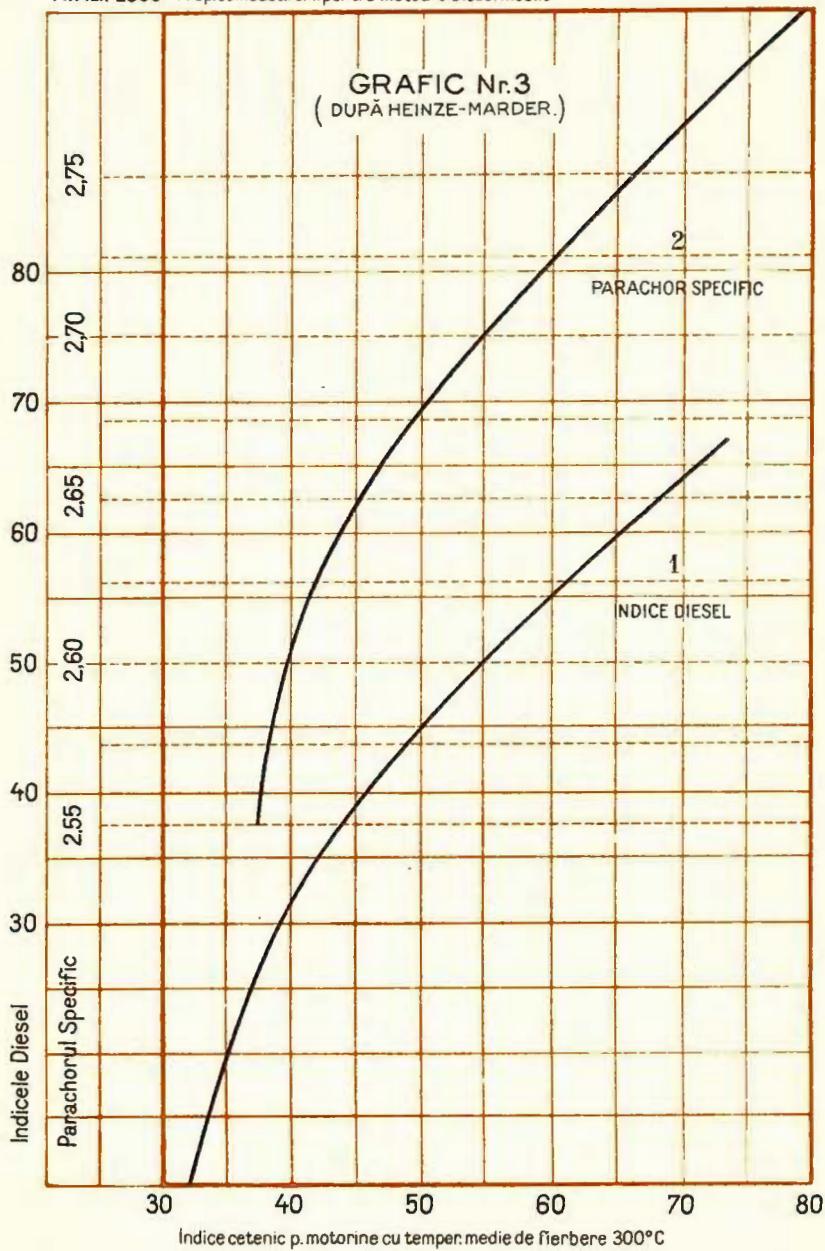


Institutul Geologic al României

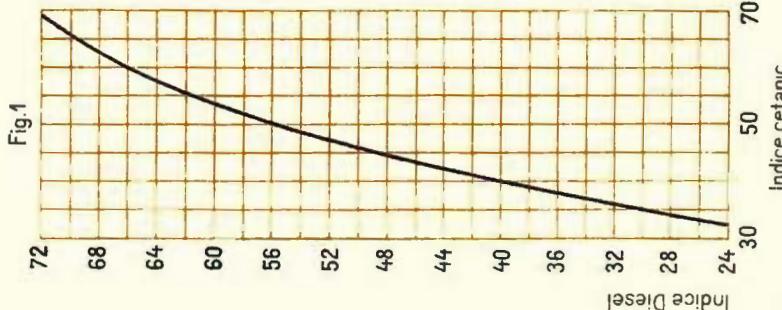
M.FILIPESCU : Prop.combust.rom. pentru motoare Diesel mobile



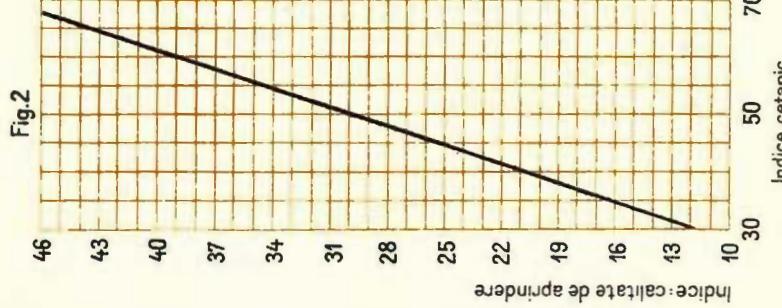
M.FILIPESCU : Prop.combust.rom.pentru motoare Diesel mobile



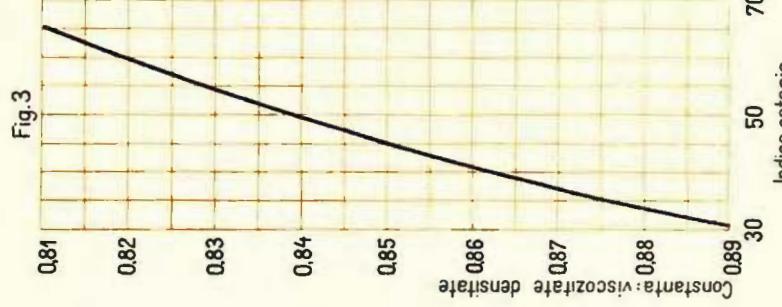
GRAFIC Nr. 4 (DUPA HUBNER EGLOFF)



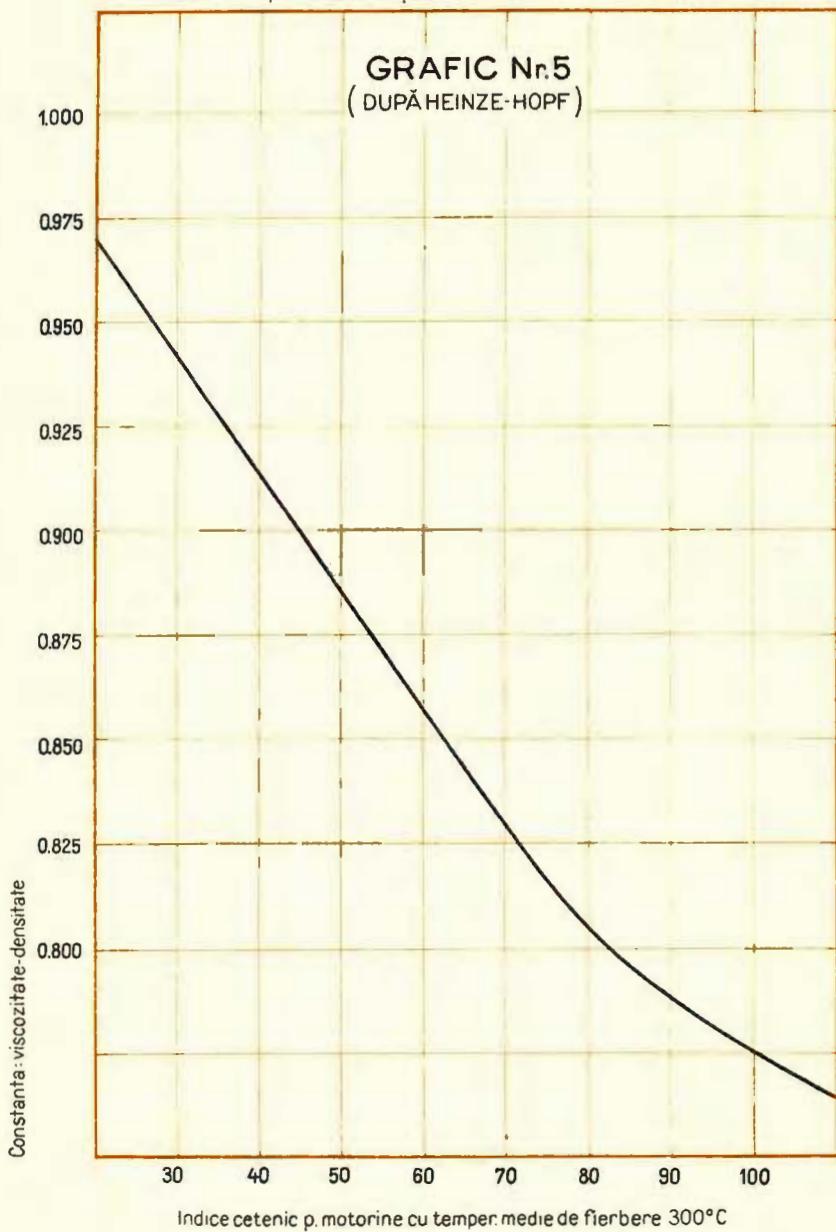
INST.GEOLOGICAL ROM Studii Tehnice și Economice Seria B Cărți N°21



Indice cetanic p. motorine cu temper. medie de fierbere 300°C



M. FILIPESCU : Prop combust rom pentru motoare Diesel mobile



PUBLICAȚIILE LABORATORULUI DE CHIMIE DIN INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI APĂRUTE ÎN « STUDII TECHNICE ȘI ECONOMICE »

- E. CASIMIR în colaborare cu Dr. C. CREANGĂ și ing. M. DIMITRIU. Studiul țărei din regiunea Moreni. Vol. XIII, fasc. 1.
- E. CASIMIR et Melle A. POPESCU. Contributions à la détermination de l'eau dans les charbons. Vol. XIII, fasc. 2.
- E. CASIMIR. Studiul țărei din regiunea Gura Ocnei, Vol. XIII, fasc. 3.
- E. CASIMIR. Observații asupra determinării asfaltului în rocele bituminoase. Vol. XIII, fasc. 4.
- Analize de țări și produse petroliifere executate în decursul anilor 1926—1928. Vol. XIII, fasc. 5.
- Analize de cărbuni executate în decursul anilor 1926—1928. Vol. XIII, fasc. 6.
- N. METTA. Studiu asupra conținutului metalifer al minereurilor proveniente din exploatare Statului și al mijloacelor optime de extracție. Vol. XIII, fasc. 7.
- Analize de ape executate în decursul anilor 1926—1928. Vol. XIII, fasc. 8. Analize de minereuri și roci executate în decursul anilor 1926—1928. Vol. XIII, fasc. 9.
- ELISA LEONIDA-ZAMFIRESCU. Contribuții la studiul bauxitelor din România. (Avec résumé en français). Vol. XIII, fasc. 10.
- C. CREANGĂ. Contribuții la problema obținerii uleiurilor pentru transformatoare din țări românești. (Mit deutscher Zusammenfassung). Vol. XIII, fasc. 11.
- E. CASIMIR în colaborare cu Dr. C. CREANGĂ și ing. M. DIMITRIU. Studiul țărelor din regiunile Ochiuri, Băicoi, Tîntea și Ceptura (inclusiv analizele țărelor de Gorgota, Glodeni și Doicești). (Mit deutscher Zusammenfassung). Vol. XIII, fasc. 12.
- E. CASIMIR și M. DIMITRIU. Studiul țărelor din regiunile Boldești și Copăceni. Vol. XIII, fasc. 13.
- C. CREANGĂ. Uleiuri de avion obținute din țări românești. (Avec résumé en français). Vol. XIII, fasc. 14.
- E. CASIMIR și ing. M. DIMITRIU, în colaborare cu ing. chim. V. PASCA. Studiu chimic al câtorva șisturi menitice din Oligocenul zonei marginale a Flyschului Carpaților Orientali. Vol. XIII, fasc. 15.
- C. CREANGĂ. Studiu analitic comparativ între uleiuri lubrifiante obținute din țări românești și uleiuri similare străine. (Avec résumé en français). Seria B. Chimie. Nr. 1.



- E. CASIMIR, în colaborare cu Dr. C. CREANGĂ și ing. M. DIMITRIU. Studiul țăciurilor din regiunea Mîslea (Schelele: Runcu, Chi-ciura, Teiș, Tonetești, Gropi și Găvane). (Mit deutscher Zusammenfassung). Seria B. Chimie. Nr. 2.
- C. CREANGĂ. Procedeu pentru obținerea uleiurilor minerale prin rafinare directă a păcurilor cu medii adsorbante. (Avec résumé en français). Seria B. Chimie. Nr. 3.
- Analize de ape (1929—1933). Seria B. Chimie. Nr. 4.
- Analize de cărbuni, cocs, grafit și sgură (1929—1933). Seria B. Chimie. Nr. 5.
- Analize de roci, minereuri, metale și aliaje (1929—1933). Seria B. Chimie. Nr. 6.
- Analize de țăciuri alcătuind redevențele Statului. (Probe luate în intervalul de timp: 1 Iunie 1936—1 Ianuarie 1938). Seria B. Chimie. Nr. 7.
- Analize de ape (1934—1937). Seria B. Chimie. Nr. 8.
- E. CASIMIR și C. CREANGĂ. Contribuțiuni la cunoașterea proprietăților cerurilor separate pe cale naturală din țăciuri. Seria B. Chimie. Nr. 9.
- Analize de roci, minereuri, metale și aliaje. Seria B. Chimie. Nr. 10.
- E. CASIMIR. Studiul chimic al cărbunelui dela Schitul Golești. Analize de cărbuni și cocs executate în anii 1934—1937. Seria B. Chimie. Nr. 11.
- ELISA LEONIDA-ZAMFIRESCU. Studiul chimic al cromitelor din munții Orșovei (Banat). (Avec résumé en français). Seria B. Chimie. Nr. 12.
- M. DIMITRIU. Studiu asupra compoziției chimice a câtorva bitumuri românești și adesivitatea lor la rocile de pavaje. Seria B. Chimie. Nr. 13.
- M. FILIPESCU. Contribuțiuni la determinarea parafinei în păcuri și bitumuri. Seria B. Chimie. Nr. 14.
- V. CRASU și V. MANOLE în colaborare cu Dr. E. M. COCIASU. Apele minerale din România. Tinutul Bucegi. Seria B. Chimie. Nr. 15.
- SANDA BĂLĂNESCU. I. Asupra analizei raționale a caolinurilor. II. Conținutul în grafit al șisturilor grafitice din Munții Oltețului (jud. Goj). Seria B. Nr. 16.
- P. PETRESCU și SANDA BĂLĂNESCU. Analize de ape (1938—1940). Seria B. Nr. 17.
- C. CREANGĂ. I. Contribuții la cunoașterea compoziției chimice a uleiurilor minerale românești.
- II. Asupra rafinării uleiurilor minerale cu amestecuri de nitrobenzen-furfurol. Seria B. Chimie Nr. 18.
- E. CASIMIR. Propriétés des pétroles de Roumanie. Seria B. Chimie. Nr. 19.
- ELISA ZAMFIRESCU și SANDA BĂLĂNESCU. Analize de minereuri și roci (1938—1940). Seria B. Chimie. Nr. 20.