

CZU 662.767.2

## AMESTECURI COMBUSTIBILE ALE ALCOOLILOR MONOATOMICI CU BENZINĂ: STABILITATEA FAZICĂ

V. CEREMPEI

Institutul de Tehnică Agricolă „Mecagro”

**Abstract.** The article presents researches results on the phase stability of fuel mixtures of monoatomic alcohols (ethanol, butanol) with gasoline.

The obtained results demonstrate the dependence of phase stability on the mentioned mixtures according to the composition of components, agitation conditions, and liquid temperature. The lack of phase stability is determined by the stability the compositions, storage conditions, and purpose of fuel mixtures use.

**Key words:** Biofuel, Butanol, Ethanol, Gasoline, Phase stability.

### INTRODUCERE

Din cauza epuizării rezervelor și majorării prețurilor la combustibili fosili, devine drept imperativ al zilei producerea surselor regenerabile de energie, inclusiv din biomasă. Biomasă este o sursă sigură de producere a alcoolilor monoatomici, care deja sunt utilizați pe larg pentru alimentarea motoarelor cu ardere internă (MAI), în amestecuri cu benzină (F. Smal et al., 1979; Gh. Manea et al., 1992; M. Gheorghiușor, 2003; I. Hăbășescu et al., 2008). Însă alcoolii monoatomici (în special metanolul și etanolul) interacționează cu apa, făcând posibilă separarea fazelor în amestecuri cu benzină. Deoarece sursele de informație existente conțin date insuficiente despre acest fenomen, **scopul** cercetărilor noastre este determinarea compozițiilor amestecurilor de alcool monoatomic-benzină, condițiilor hidrodinamice de agitare și celor termice, care asigură valori înalte ale stabilității fizice.

### MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru cercetări au fost folosite etanol (fracția volumetrică a alcoolului absolut – 95,7...99,9%), butanol (alcool absolut – 99,9% vol.), benzina Normală- 80 cu cifra octanică redusă (COR  $\geq$  80).

S-a studiat stabilitatea fazică a fiecărui component de bază (benzină, butanol, etanol) și a amestecurilor acestora: butanol-benzină (B10, B20, B30, B50, care conțin respectiv 10, 20, 30, 50% vol. de butanol), etanol-benzină (E10, E20, E30, E40, E50, E60, E85, care conțin respectiv 10, 20, 30, 40, 50, 60, 85% vol. de etanol), etanol-butanol-benzină (E16 – B16, care conțin 16% vol. etanol, 16% vol. butanol, 68% vol. benzină).

Pentru studierea stabilității fazice au fost preparate probe de combustibili cu un volum de 100 ml fiecare. La aceste probe s-au adăugat câte 5 ml de apă cu și fără agitare. Agitarea s-a efectuat pe agitator electromagnetic cu intensitatea constantă pentru toate probele și durata de 0,5; 2,0; 5,0; 10,0; 20,0 minute. Amestecurile studiate au avut temperatura medie +20°C.

Stabilitatea fazică a fost apreciată vizual după starea lichidului (tulbure, transparentă), durata de limpezire, lipsa sau existența sedimentului și volumul acestuia.

Influența temperaturii a fost studiată pe probe de combustibil, care, la fel, aveau un volum de 100 ml. La aceste probe se adăuga câte 0,5 ml de apă pînă la apariția turbulizării lichidului. Punctul de tulburare a fost determinat, conform standardului GOST 5066-91. Concentrația admisibilă a apei pentru fiecare experiment a fost determinată, ținând cont de volumul adăugat al apei și cel existent în alcool la momentul inițial.

### REZULTATE ȘI DISCUȚII

**Compoziția combustibililor, condiții de agitare.** După cum demonstrează rezultatele obținute (tab. 1, fig. 1), adăugarea apei fără agitare ( $\tau_{agit} = 0$ ) în orice combustibil pur are drept consecință limpezirea, practic, instantanee a amestecurilor, fracția volumetrică a sedimentelor în acești combustibili fiind următoarea: benzină – 5 ml, butanol – 4 ml, etanol – 0 ml.

Agitarea amestecurilor benzină-apă, etanol-apă nu modifică starea lichidelor. După încetarea agitării toată cantitatea de apă adăugată (5 ml) sedimentează în benzină, care devine limpede practic momentan. Etanolul în condiții similare devine de asemenea limpede, dizolvând toată cantitatea (5ml) de apă adăugată.

Butanolul, având vâscozitatea cinematică (3,64 mm<sup>2</sup>/s) de 2,4 ori mai înaltă în raport cu etanolul, și

de 6,4 ori mai înaltă în raport cu benzina, cu adăugarea a 5 ml de apă se dizolvă fără agitare numai 1 ml, iar restul – 4 ml se sedimentează. Agitarea stimulează dispersarea picăturilor de apă și dizolvarea lor în butanol (durata limpezirii  $\delta_1 = 0$  h, volumul sedimentului  $V_s = 0$  ml).

Comportarea benzinei, butanolului și etanolului cu adăugarea apei corespunde compoziției și structurii moleculelor acestora.

\*La efectuarea experimentelor au luat parte Ruschih D., Sîsoev L., Cojocar S.

Tabelul 1

Influența condițiilor de agitare a diferitor combustibili cu apă asupra duratei de limpezire  $\tau_l$  și volumului sedimentului  $V_s$

Denumirea combustibilului	Durata de agitare, min											
	0		0,5		2		5		10		20	
	$\tau_l, h$	$V_s, ml$	$\tau_l, h$	$V_s, ml$	$\tau_l, h$	$V_s, ml$	$\tau_l, h$	$V_s, ml$	$\tau_l, h$	$V_s, ml$	$\tau_l, h$	$V_s, ml$
1. Benzină (100%)	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
2. Butanol (100%)	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Etanol (100%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Amestecuri:												
4.1. B10	0	5	0,25	5	17,1	5	20,1	5	23,6	5	24,5	5
4.2. B20	0	5	1,2	5	17,4	5	21	4,5	23,7	5	24,8	4,7
4.3. B30	0	5	2,7	5	18,5	5	21,3	4,3	24,1	4,8	25,1	4
4.4. B50	0	5	0,5	2,5	1,5	2	15,8	2	17,5	2	17,8	1
4.5. E10	0	5,5	0,4	13	0,45	12	0,45	13	0,43	13	0,38	12
4.6. E20 (FEA)	0	8	0,37	22	0,42	22	0,38	22	0,32	22	0,33	21
4.7. E20 (alim)	0,8	15	4,55	24	3,43	24	3,2	24	3,02	24	2,45	24
4.8. E30	0	11	0,15	35	0,33	35	0,33	36	0,32	36	0,35	34
4.9. E40	0	12	0,024	50	0,011	44	0,013	50	0,013	50	0,018	50
4.10. E50	0,17	67	0,029	67	0,015	72	0,024	72	0,029	73	0,019	67
4.11. E60	0,033	69	0,015	96	0,13	95	0,17	94	0,17	97	0	0
4.12. E85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.13. E16 B16 (FEA)	0	5	1,88	4	4,5	5	4,8	5	5	5	5,3	5
4.14. E16 B16 (alim)	0	9	1,21	6,5	3,6	7	4,13	7	4,2	7	4,08	7

Din cauza formării legăturilor de hidrogen între moleculele de alcool și apă, alcoolii se dizolvă bine în apă. Diminuarea solubilității în apă a alcoolilor superiori este consecința majorării influenței radicalului de hidrocarbură. Benzina conține hidrocarburi  $C_nH_m$  de peste 200 tipuri (Gh. Lișco et al., 1997), având masa moleculară medie în limita 110...120 kg/kmol și permeabilitate dielectrică  $\epsilon$  cu valoarea 1,9...2,1. Etanolul și butanolul sunt alcooli monoatomici saturați  $C_nH_{2n+1}OH$ . Etanolul  $C_2H_5OH$  are masa moleculară 46 kg/kmol și permeabilitatea dielectrică 32, iar butanolul  $C_4H_9OH$  – 74 kg/kmol și 23 respectiv (pentru comparație, masa moleculară a apei  $H_2O$  constituie 18 kg/kmol, iar permeabilitatea dielectrică – 81). Permeabilitatea dielectrică a apei și alcoolilor este influențată de grupa  $OH$  puternic polară, care are influența cea mai mare în apă ( $\epsilon=81$ ), apoi în descreștere – în etanol ( $\epsilon=32$ ) și butanol ( $\epsilon=23$ ). Valorile proprietăților menționate (tab.2) explică insolubilitatea practic absolută a apei  $H_2O$  în benzină, solubilitatea limitată a apei în butanol și nelimitată în etanol.

Proprietățile de solubilitate în apă a alcoolilor monoatomici și benzinei

Denumirea și formula chimică	Masa moleculară, kg/kmol	Permeabilitatea dielectrică $\epsilon$	Solubilitatea în apă
<i>Apa H<sub>2</sub>O</i>	18	81	
<i>Etanol C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH</i>	46	32	nelimitată
<i>Butanol C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH</i>	74	23	limitată
<i>Benzină C<sub>n</sub>H<sub>m</sub></i>	110...120	1,9...2,1	lipsă

Adăugarea apei în amestecuri combustibile alcool monoatomic – benzină fără agitare are, în majoritatea cazurilor consecințe identice – limpezirea instantanee (tab.1). Doar în amestecurile E50 și E60 limpezirea a durat respectiv 0,17 ore (10 minute) și 0,03 ore (2 minute). Volumul sedimentului în amestecurile butanol–benzină B10...B50, etanol– butanol – benzină E16B16 este egal cu volumul apei adăugate (5ml). În amestecurile etanol – benzină volumul sedimentului crește de la 5,5 ml (E 10) până la 69 ml (E60), diminuând până la 0 ml în amestecul E85.

Putem presupune ca în amestecurile E10...E40, împreună cu apa, sedimentează și etanolul în măsura crescândă simultan cu majorarea concentrației acestuia în amestecuri. În amestecurile E50 și E60 sedimentul include nu numai apă, etanol, dar, probabil, și unele hidrocarburi din benzină. În amestecul E85 (volumul sedimentului egal cu 0 ml) apa și benzină sunt asimilate (dizolvate) de etanol.

Agitarea amestecurilor alcool monoatomic – benzină – apă este cauza dispersării picăturilor de apă în soluțiile de alcool monoatomic – benzină. Acestea devenind tulbure. În toate amestecurile cu butanol majorarea duratei de agitare conduce în prima etapă la mărirea duratei de limpezire  $\tau_l$  (fig.1). Agitarea timp de 0,5 minute a amestecurilor butanol – benzină – apă B10...B50 permite menținerea în stare tulbură a acestora, durata de limpezire fiind pentru B10  $\tau_l=0,25$  h (volumul sedimentului – 5 ml), B20 –  $\tau_l = 1,2$  h ( $V_s=5$ ml), B 30 –  $\tau_l=2,7$  h ( $V_s = 5$  ml), B50 –  $\tau_l = 0,5$  h ( $V_s=2,5$  ml).

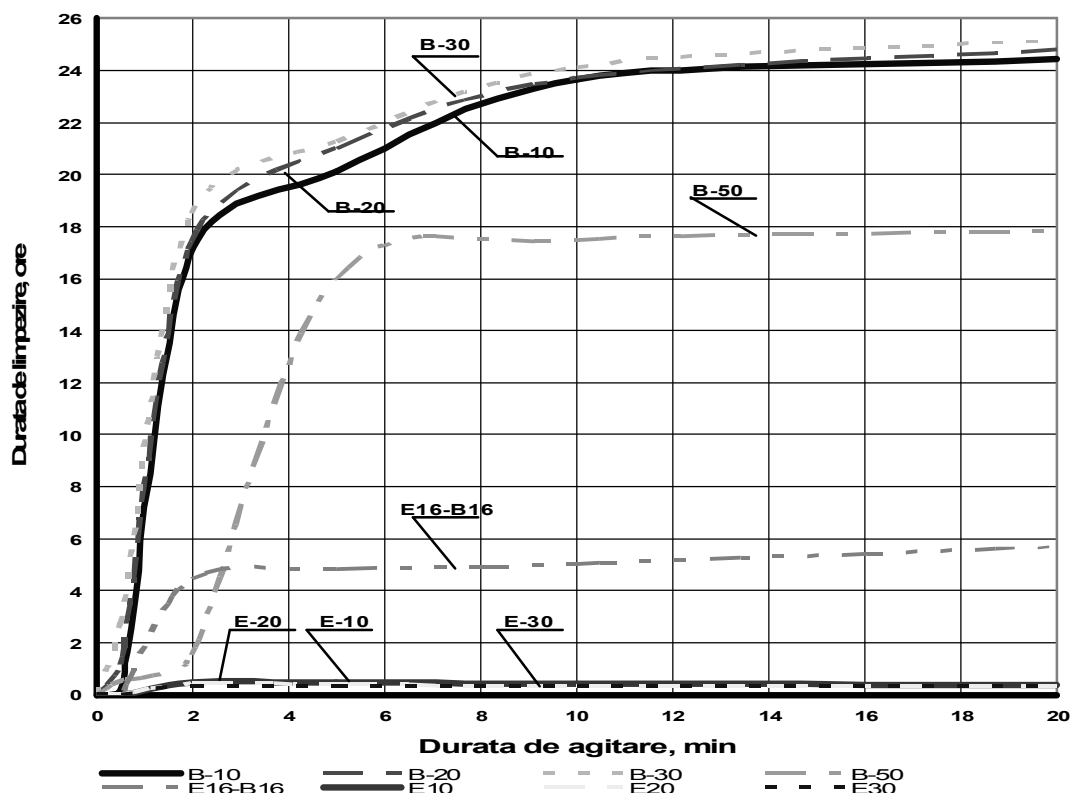


Fig. 1. Influența duratei de agitare asupra duratei de limpezire a amestecurilor alcool monoatomic-benzină-apă

Majorarea duratei de agitare a amestecurilor cu butanol până la 20 minute stabilizează condițiile de limpezire (fig. 1), valorile  $\tau_1$  menținându-se la nivel de 24,5...25,1 h pentru B10...B30 și 17,8 h pentru B50. Volumul sedimentului în aceste condiții se menține în amestecul B 10 (5 ml) și scade în amestecurile B20...B50. Gradul scăderii crește odată cu majorarea concentrației butanolului:  $V_s = 4,7$  ml în B20,  $V_s = 4$  ml în B30,  $V_s = 1$  ml în B50 (tab. 1.). Diminuarea volumului sedimentului poate fi explicată prin dizolvarea unei părți de apă în butanol.

Agitarea amestecurilor etanol – benzină – apă cu durată de 0,5 minute majorează perioada de limpezire  $\tau_1$  în comparație cu condițiile staționare până la 0,4 h (E10), următoarele valori fiind în scădere:  $\tau_1 = 0,37$  h (E20),  $\tau_1 = 0,15$  h (E30);  $\tau_1 = 0,024$  h (E40);  $\tau_1 = 0,029$  h (E50),  $\tau_1 = 0,015$  h (E60),  $\tau_1 = 0$  h (E85).

Reducerea perioadei de limpezire are loc, probabil, datorită majorării fracției etanolului și respectiv creșterii influenței lui. Tot prin aceasta se explică și majorarea volumului sedimentului:  $V_s = 13$  ml (E10),  $V_s = 22$  ml (E20),  $V_s = 35$  ml (E30),  $V_s = 50$  ml (E40),  $V_s = 67$  ml (E50),  $V_s = 96$  ml (E60). În amestecul E85, după cum a fost menționat, predomină influența etanolului, care dizolvă momentan benzina și apa.

Majorarea duratei de agitare, până la 20 minute, nu schimbă nimic în comportarea amestecurilor E10...E40, durată de limpezire și volumul sedimentului variind în limite reduse. Amestecurile E50, E60 prezintă o variantă de tranziție de la amestecurile E10...E40 la amestecurile E85...E100. Majorarea duratei de agitare până la 20 minute reduce în amestecul E50 volumul sedimentului de la 73 până la 67 ml, iar în amestecul E60 – de la 97 până la 0 ml, durată de limpezire diminuând de la 0,17 până la 0 h.

Cercetările au demonstrat dependența stabilității fazelor în amestecuri de compoziția etanolului (tab.1). Utilizarea fracției etero-aldehide FEA (98% vol. alcool absolut) la prepararea amestecului E20 permite cu adăugarea apei limpezirea combustibilului mai rapidă, decât în cazul utilizării alcoolului alimentar purificat (95,7 % vol. a.a.).

Totodată, cu adăugarea apei, volumul sedimentului în amestecurile E20 și E16B16, care sunt preparate cu alcool alimentar, este în majoritatea cazurilor cu aproximativ 2ml mai mare, în raport cu amestecurile în baza fracției etero-aldehide. Diferența volumelor de sedimente este legată, probabil, cu deosebirile în compoziția alcoolului etilic, inclusiv în fracția apei.

Este necesar de menționat că fracțiile etero-aldehide conțin cantități relativ mai mari de alchizi, ester, ulei de fuzele, acizi volatili în raport cu alcoolul alimentar. Aceasta influențează asupra proprietăților alcoolului și amestecurilor respective.

Prin urmare, cercetările efectuate demonstrează dependența stabilității fazelor în biocombustibili de compoziția acestora, de regimurile de agitare, și permit determinarea condițiilor optime de păstrare și utilizare ale biocombustibililor.

Influența compozițiilor ale combustibililor și condițiilor hidrodinamice asupra stabilității fazice a fost studiată la temperatura constantă (18...20°C). În legătură cu faptul că cele mai mici capacități de stabilitate fazică din combustibilii studiați au demonstrat amestecuri etanol-benzină cu fracția volumetrică a etanolului până la 50%. Studiarea stabilității fazice în dependență de temperatura lichidului, a fost efectuată cu amestecurile menționate.

**Temperatura.** Scăderea temperaturii în amestecurile combustibile alcool monoatomic-benzină majorează pericolul separării fazelor. De aceea a fost studiat diapazonul de temperaturi mai joase de +18°C.

Rezultatele obținute (fig. 2, 3) confirmă datele anterioare. Scăderea temperaturii de la +18°C până la 0°C micșorează concentrația admisibilă a apei în etanol de la 6% vol. până la 4% vol. în amestec E10 și de la 14,3% vol. până la 11,5 % vol. în E70 (fig. 2).

În alte amestecuri (E20...E50), în condițiile menționate, reducerea concentrației admisibile a apei în etanol a constituit în mediu 2% vol.

Este necesar de menționat că depășirea concentrației admisibile a apei are drept consecință tulburarea lichidului și separarea ulterioară a fazelor. Majorarea fracției etanolului în amestec de la 10% vol. până la 70% vol. face posibilă dizolvarea unor cantități mai mari de apă. De exemplu, la temperatura +18°C concentrația admisibilă a apei în etanol este pentru amestecul E10 – 6% vol., iar pentru amestecul E70 – 14,3 % vol.

După distilare și rectificare, diferite fracții ale alcoolului etilic conțin 93...96,6 % vol. de alcool absolut (respectiv 7...3,4 % vol. de apă). Prin urmare, după cum demonstrează rezultatele cercetărilor noastre, etanolul obținut în aceste condiții poate fi folosit pentru prepararea directă a amestecurilor cu

benzină la temperaturi mai sus de 0°C, dacă fracția etanolului în amestec depășește 30% vol. ( $\geq E30$ ) (fig.2.). În caz contrar ( $C_{\text{etanol}} < 30\% \text{ vol}$ ), este necesară o dehidratare suplimentară a etanolului.

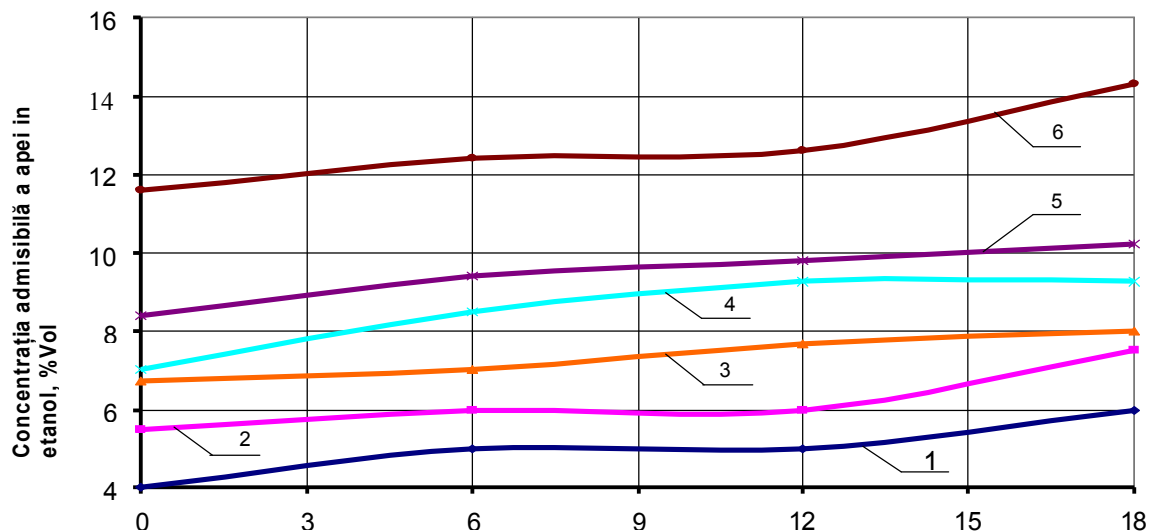


Fig. 2. Dependenta concentrației admisibile a apei în etanol de temperatura lichidului pentru amestecuri etanol – benzină (1 – 10%; 2 – 20%; 3 – 30%; 4 – 40%; 5 – 50%; 6 – 70%)

Valorile concentrației admisibile a apei în amestecuri etanol-benzină cu schimbarea temperaturii în diapazonul 0...+18°C (fig.3) variază în limitele mici: în amestecul E10 – 0,4...0,7%vol. ( $C=0,3\% \text{ vol.}$ ), în amestecul E70 – 7,6...9,3% vol. ( $C=1,7\% \text{ vol.}$ ). Variația concentrației admisibile a apei în alte amestecuri (E20...E50) are valori intermediare. Se observă tendința majorării variației concentrației admisibile a apei  $C$  cu creșterea fracției etanolului în amestec de la 10% vol. până la 70% vol.

Rezultatele cercetărilor influenței temperaturii lichidului asupra valorilor concentrației admisibile a apei în etanol și amestecul etanol – benzină sunt necesare în special pentru utilizarea practică la prepararea și exploatarea acestor amestecuri.

Nu mai puțin importantă este dependența concentrației admisibile a apei de fracția etanolului în amestec cu benzină. Rezultatele obținute demonstrează (fig. 4), că odată cu majorarea fracției etanolului în amestec de la 0 până la 90% vol., în schimbarea valorilor admisibile ale concentrației apei, sunt observate patru sectoare caracteristice:

- concentrația etanolului 0...10% vol.: gradientul schimbării concentrației admisibile a apei constituie  $\Delta C_{\text{adm}}=0,50 \text{ \% vol./\% vol. etanol}$ ;
- Cetan=10...60 %vol. :  $\Delta C_{\text{adm}}=0,11 \text{ \%vol./\% vol. etanol}$ ;
- Cetan=60...80 %vol. :  $\Delta C_{\text{adm}}=0,30\% \text{ vol./\% vol. etanol}$ ;
- Cetan=80...90 %vol. :  $\Delta C_{\text{adm}}=1,20\% \text{ vol./\% vol. etanol}$ .

Este bine cunoscut faptul, că odată cu majorarea concentrației etanolului în amestec cu benzină până la 100%, solvabilitatea apei în etanol crește până la infinit.

Așadar, domeniul „a” reflectă trecerea de la benzina pură (Cetanol=0) la amestec etanol-benzină (Cetanol=10%/vol), unde se începe influența etanolului, care absoarbe o parte din apă ( $C_{\text{adm}}=5\% \text{ vol}$ ), fără separarea fazelor. Domeniul „b” demonstrează influența etanolului, care crește proporțional și lent. Domeniul „c” constituie, precum a fost menționat recent, un domeniu de tranziție la amestecuri, în care predomină influența etanolului (sector d). Utilizarea alcoolului alimentar și fracției etero-aldehide n-a modificat esențial valorile concentrației admisibile a apei în etanol (fig.4).

Analiza rezultatelor cercetărilor privind stabilitatea fazică în amestecuri etanol – benzină și concentrației admisibile a apei în etanol (fig.4) demonstrează o buna concordanță.

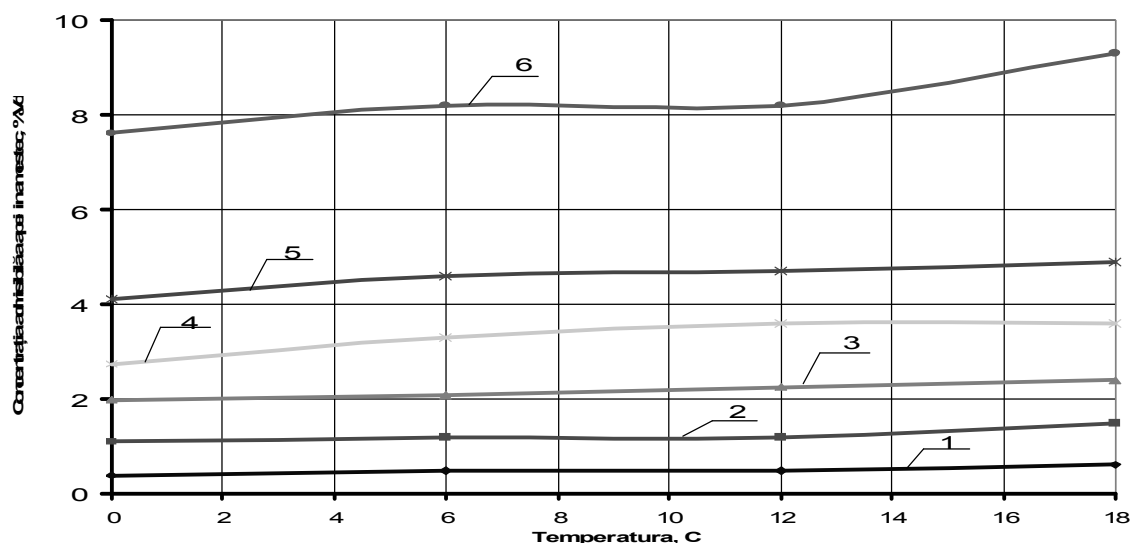


Fig. 3. Influența temperaturii asupra concentrației admisibile a apei în amestecul etanol – benzină (1 – 10%; 2 – 20%; 3 – 30%; 4 – 40%; 5 – 50%; 6 – 70% vol. de etanol)

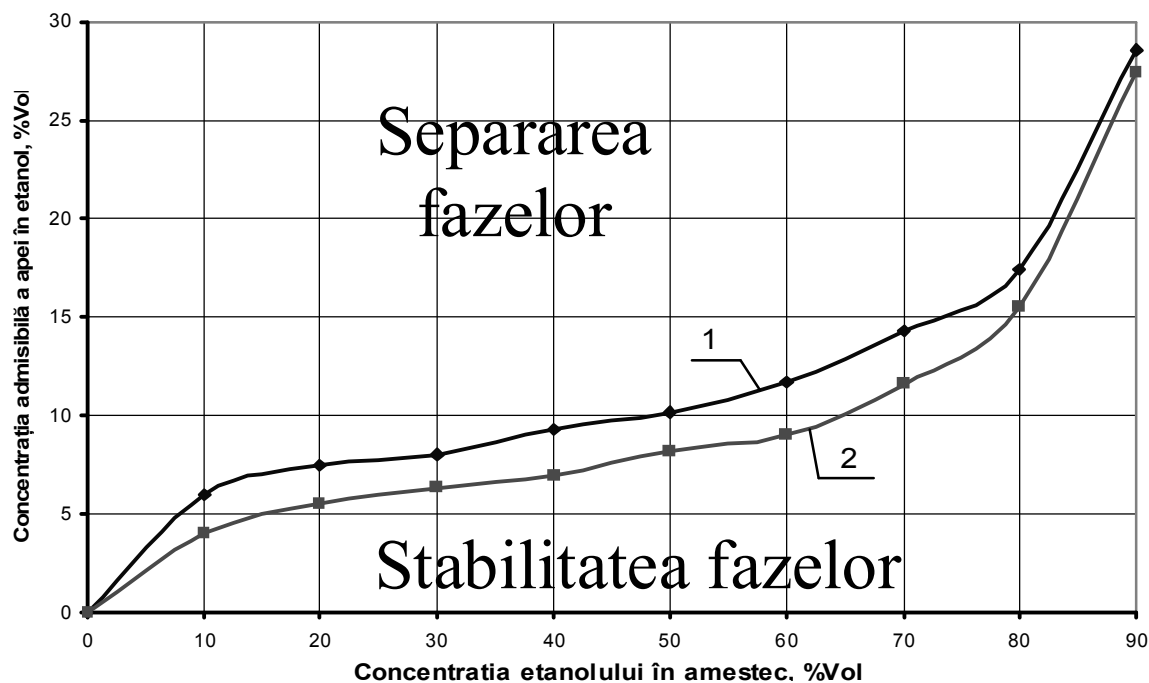


Fig. 4. Dependența concentrației admisibile a apei în etanol de concentrația etanolului în amestec cu benzină (1 – alimentară; 2 – fracție etero – aldehidă)

Ținând cont de faptul că în amestecul etanol-benzină cu un volum de 100 ml și fracția alcoolului absolut în etanol de 98%vol. au fost adăugate 5 ml de apă, vom calcula concentrația reală a apei în etanol din aceste amestecuri (tab.3). Totodată, pentru analiză vom utiliza valorile admisibile ale concentrației apei în etanol, în baza cercetărilor noastre (fig.4).

Când concentrația reală a apei în etanol este mai mare decât cea admisibilă (amestecuri E10...E40), se observă evident separarea fazelor cu și fără agitare. Amestecurile E50 și E60 în condițiile studiate, după cum a fost menționat mai sus, sunt în zona de tranziție. Adăugarea apei (5ml) în aceste amestecuri, fără agitare, duce la separarea fazelor. Agitarea intensivă pe parcursul de 20 minute stimulează formarea unui lichid transparent și omogen în amestecul E60 (tab. 1). În amestecul E85 concentrația reală a apei

Valorile concentrației reale și admisibile ale apei în etanol  
pentru diferite amestecuri ( $t = 18^{\circ}\text{C}$ )

Denumirea indicatorului	Amestecuri etanol – benzină							
	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	E85
1. Concentrația reală a apei în etanol, %vol. (tab.1)	34,7	21,6	16,0	12,9	10,9	9,5	8,5	7,4
2. Concentrația admisibilă a apei în etanol, %vol. (fig.4)	5,0	6,5	7,2	8,1	9,2	10,4	13	22,5

în etanol (7,4% vol.) este cu mult mai mică decât cea admisibilă (22,5%vol), drept rezultat la adăugarea apei amestecul E85 instantaneu se limpezește pentru toate condițiile studiate.

Amestecurile cu fracția înaltă a etanolului (E85) se deosebesc prin stabilitatea fazică sporită, însă aceste amestecuri necesită schimbarea construcției sistemului de alimentare al motorului (Gh. Manea et al., 1992; M. Gheorghisor, 2003). Totodată, este stabilit (I. Hăbășescu, V. Cerempei, 2005, 2008, 2009) că utilizarea amestecurilor etanol-benzină cu fracția etanolului până la 30% vol. nu necesită modificarea construcției motorului, însă înaintea cerințe stricte la concentrația admisibilă a apei în etanol. De aceea, pentru amestecurile E10 și E20 a fost studiată în mod suplimentar comportarea acestora la temperaturi joase (până la  $-55^{\circ}\text{C}$ ).

Deși, printre rezultatele obținute în cele două etape menționate există unele necorespunderi, studii dependentei temperaturii de tulburare a amestecurilor etanol-benzină de fracția alcoolului absolut în etanol (fig.5) demonstrează tendințe identice: la aceleași temperaturi concentrația admisibilă a apei mai înaltă în amestecul E20 (în raport cu E10), scăderea temperaturii de tulburare cu diminuarea concentrației apei sau cu majorarea concentrației alcoolului absolut în etanol.

Pentru asigurarea funcționării impecabile a motorului la temperaturi până la  $-30^{\circ}\text{C}$ , amestecul E20 trebuie să conțină apă nu mai mult de 1,6 % vol. (98,4 % vol. a.a.), iar amestecul E10 – respectiv 1,1 % vol.  $\text{H}_2\text{O}$  (98,9 % vol. a.a.). Pentru temperaturi până la  $20^{\circ}\text{C}$  valorile concentrațiilor admisibile a apei cresc: în amestec E20 – până la 2,2% vol., în amestec E10 – până la 1,5 % vol.

Așadar, rezultatele obținute demonstrează că pentru condițiile existente în Republica Moldova, soluția cea mai eficientă este utilizarea amestecurilor E20 pentru alimentarea motoarelor cu aprindere prin scînteie. Aceasta va permite:

- folosirea motoarelor existente, fără modificarea construcției lor;
- funcționarea impecabilă a motorului cu stabilitatea fazică a biocombustibilului la nivel necesar în diapazonul temperaturilor până la  $-20...-30^{\circ}\text{C}$  și concentrația apei în etanol mai mică de 2,2...1,6%vol;
- diminuarea pericolului separării fazelor prin agitarea biocombustibilului.

## CONCLUZII

1. Combustibilii studiați în stare pură (benzină, butanol, etanol) și în amestecurile butanol – benzină B10...B50, etanol-butanol-benzină E16B16 au capacități înalte de stabilitate a fazelor. Adăugarea apei în benzină, butanol și amestecurile lor are drept consecință sedimentarea acesteia în volum egal sau mai mic, decât volumul adăugat. Apa adăugată în etanol este complet dizolvată.

2. Agitarea amestecurilor butanol-benzină mărește perioada de limpezire a lor până la 24,5...25,1 ore și reduce volumul sedimentului, dizolvând în butanol o parte din apa adăugată. Odata cu majorarea fracției butanolului în amestec crește volumul apei, care este dizolvat de butanol.

3. În amestecul triplu etanol-butanol-benzină E16B16 adăugarea apei are drept consecință decantarea numai a acesteia, etanolul rămânând în amestecul combustibil, care datorită butanolului obține o stabilitate fazică înaltă.

4. Butanolul, amestecurile butanol-benzină, etanol-butanol-benzină E16B16 în procesul de depozitare necesită practic condiții identice celor de la depozitarea benzinei. În cazul dat apa, care nimereste în combustibil (de exemplu, din condensat), sedimentează timp de pînă la 25 ore după care amestecul poate fi folosit.

5. Adăugarea apei în amestecurile etanol-benzină E10...E30 este cauza sedimentării nu numai a

apei, dar și a etanolului, care astfel este scos din amestecul combustibil. În amestecurile E40...E60, împreună cu apa și etanolul, decantează și unele fracții ale benzinei.

6. Agitarea intensivă cu o durată relativ îndelungată (20 minute) a amestecurilor E60 cu o cantitate de apă adăugată permite obținerea unui lichid transparent și omogen, fără sediment. Aceeași stare se obține stabil în amestecul E85 la adăugarea apei cu și fără agitare, datorită dizolvării benzinei și a apei în etanol.

7. Adăugarea apei schimbă proprietățile etanolului și amestecurilor etanol-benzină, menținând stabilitatea fazelor în etanol ale amestecurilor E60 (cu agitare intensivă), E85 sau excluzând aceasta în amestecurile E10...E50, E60 (fără agitare). De aceea, combustibilii menționați înaintea cerințe mai stricte la condițiile de depozitare a lor privind minimizarea pătrunderii apei.

8. Limpezirea mai rapidă a amestecurilor etanol-benzină ( $\tau \leq 0,45$  h), în raport cu amestecurile butanol-benzină ( $\tau \leq 25$  h), se explica, în particular, cu viscozitatea etanolului de 2,4 ori mai mică decât cea a butanolului. Rezultatele obținute pot servi drept bază pentru stabilirea duratei de limpezire a amestecurilor combustibile în condițiile practice.

9. Rezultatele obținute permit determinarea regimurilor eficiente de agitare a amestecurilor etanol-benzină, butanol-benzină cu surplusul apei, nemijlocit în componența sistemului de alimentare al motorului cu ardere internă, pentru atingerea compoziției optime a amestecurilor de ardere aer-combustibil.

10. Utilizarea alcoolului etilic cu diferită compoziție (alcool alimentar purificat, fracția etero – aldehydă) schimbă stabilitatea fazică într-o măsură mică, ceea ce nu influențează condițiile de păstrare și utilizare a acestora.

11. Concentrația admisibilă a apei în etanol (amestec etanol-benzină) depinde de compoziția și temperatura biocombustibilului. Majorarea temperaturii în diapazonul 0...+18°C și a concentrației etanolului în amestec permite creșterea valorilor concentrației admisibile a apei.

12. Etanolul obținut prin distilare și rectificare cu utilaje existente în Republica Moldova poate fi folosit pentru prepararea directă a amestecurilor cu benzină la temperaturi mai ridicate de 0°C, dacă fracția etanolului în amestec depășește 30% vol. În caz contrar (la temperaturi mai joase de 0°C și  $C(\text{etanol}) < 30\% \text{ vol.}$ ), este necesară o deshidratare suplimentară a etanolului.

13. Schimbarea fracției etanolului în amestec cu benzină de la 0 până la 90% vol. permite ( $t=18^\circ\text{C}$ ) majorarea concentrației admisibile a apei în etanol de la 0 până la 28% vol., observându-se patru domenii caracteristice în gradientul majorării concentrației admisibile.

14. Pentru asigurarea funcționării impecabile a motorului la temperaturi până la -30°C, amestecul E20 trebuie să conțină apă nu mai mult de 1,6 % vol. (98,4 % vol. a.a.), iar amestecul E10 – respectiv 1,1 % vol. H<sub>2</sub>O (98,9 % vol. a.a.). Pentru temperatura până la -20°C valorile concentrațiilor admisibile ale apei cresc: în amestec E20 – până la 2,2% vol., în amestec E10 – până la 1,5 % vol.

## BIBLIOGRAFIE

1. Gheorghisor, M. *Carburanți, lubrifianți și materiale auto speciale*. București: Paralela, 2003, 324 p.
2. Hăbășescu, I., Cerempei, V., Esir, M. et al. *Indicii de performanță ai motorului cu aprindere prin scînteie alimentat cu amestec etanol-benzină*. Materiale conferinței internaționale "Energetica Moldovei – 2005", Chișinău: A'M, 2005, p. 672-683 p.
3. Hăbășescu, I., Cerempei, V., Balaban, N. et al. Contributions to the Research, Production and Utilization of Liquid Biofuels in the Republic of Moldova. Proceedings of the 5th. UEAA General Assembly and the Associated Workshop, Riga, Latvia, 2008, p. 103 – 109.
4. Hăbășescu, I., Cerempei, V. Studiul caracteristicilor motoarelor cu aprindere prin scînteie, alimentate cu amestecuri etanol-benzină. *Lucrări științifice ale Institutului "Mecagro"*, Chișinău, 2008, p. 119 – 135.
5. Hăbășescu, I., Cerempei, V. Studiul caracteristicilor de reglare a motorului, alimentat cu amestecuri etanol – benzină, idem, p.135 – 151.
6. Hăbășescu, I., Cerempei, V., Deleu, V. și alți. *Energie din biomasă: tehnologii și mijloace tehnice*. Chișinău: Bons Offices, 2009, 368 p.
7. Lyško, G.P., Potapov, Ū.S., Alejnov, I.N. *Toplivo, smazočnye materialy i tehničeskie židkosti*. Chișinău: UASM, 1997, 486 s.
8. Manea, Gh., Georgescu, M. *Metanolul – combustibil neconvențional*. București: Tehnică, 1992, 84 p.
9. Smaí, F.V., Arsenov, E.E. *Perspektivnye topliva dlâ avtomobilej*. Moskva: Transport, 1979, 151 s.

Data prezentării articolului - **10.11.2010**