

ვლადიმერ წვერაგა, ზურაბ ასათიანი, რამაზ დვალიშვილი, გიორგი წვერაგა,  
ზვიად წულაია, ირაკლი სანიკიძე, ლევან პეტრიაშვილი, რატი ხარძიანი, კახაბერ  
გვილაგა, დავით ჯაგახაძე, შოთა დაჭავაძე, ბორის ბერიშვილი

დიზელის ძრავების ეკოლოგიური მახასიათებლების და საწვავეკონომიურობის  
სრულყოფის საკითხის დამუშავება საქართველოს სამთო პირობებში  
ექსპლუატაციის დროს



ტბილისი

2019

უაკ 629.113/115:621

გ.წვერაგა, ზ. ასათიანი, რ. დვალიშვილი, გ. წვერაგა, ზ. წულაია,  
ი. სანიკიძე, ლ. პეტრიაშვილი, რ. ხარბიანი, კ. გვილაგა, დ. ჯავახიძე,  
შ. ღაჭავაძე, ბ. ბერიშვილი

დიზელის ძრავების ეკოლოგიური მახასიათებლების და საწვავეკონომიურობის  
სრულყოფის საკითხის დამუშავება საქართველოს სამთო პირობებში  
ექსპლუატაციის დროს

(შპს თბილისის სატრანსპორტო კომპანია)

თბილისი

2019

როგორც ცნობილია უკანასკნელ წლებში საქართველოში აღინიშნება ავტომობილიზაციის დონის სწრაფი ზრდა, რასაც თან ახლავს მრავალი ნეგატიური მოვლენა. კერძოდ, ძრავში საწვავების წვის შედეგად გარემოში გამოიყოფა ჯანმრთელობისათვის მავნე ტოქსიკური ნივთიერებები, რაც გარემოს დაბინძურების თვალსაზრისით, რასაკვირველია, მოითხოვს სათანადო ქმედებებს, და საკუთრივ, გამოყენებული დიზელის საწვავების ეკოლოგიური და საწვავეკონომიური პარამეტრების მნიშვნელოვან ცვლილებას.

რავალმხრივი ექსპერიმენტული კვლევებით დადგენილი იქნა, რომ ზემოხსენებულ მოთხოვნათა სრულად დაკმაყოფილებისათვის, პირველ რიგში საჭიროა მაღალეფექტური, პერსპექტიული დიზელის საწვავების გამოყენება.

როგორც ცნობილია, მაღალხარისხოვანი საავტომობილო საწვავების, ზეთების და ტექნიკური სითხეების გამოყენება საშუალებას იძლევა უზრუნველყოფილი იქნას ავტომობილების აგრეგატების, კვანძების, მექანიზმებისა და სისტემების საიმედოობისა და უმტყუნებლობის საჭირო დონე; მინიმუმამდე შემცირდეს საწვავებისა და საზეთი მასალების კუთრი ხარჯები; მოხდეს დანახარჯების ოპტიმიზაცია ავტომობილების ტექნიკურ მომსახურებასა და რემონტზე; განხორციელდეს გარემოს დაცვის უზრუნველყოფა საწვავ-საცხები მასალების გამოყენების პროცესში წარმოქნილი ეკოლოგიურად საშიში ნივთიერებებისაგან.

საქართველოს ნავთობპროდუქტების ბაზარზე საავტომობილო საექსპლუატაციო მასალების ხარისხის პრობლემა ძალზე აქტუალურია. სხვადასხვა მონაცემებით მათი ასორტიმენტის საშუალოდ 20-25% სამომხმარებლო ბაზარს წარმოებისადმი და მათი გამოყენებისადმი ვარგისიანობის სათანადო აპრობაციის გარეშე მიეწოდება, რაც ხშირ შემთხვევაში ხელს უწყობს საქართველოში ავტოტრანსპორტის დაბალხარისხიანი საწვავ-საზეთი და სხვა მასალებით მომარაგებას [1].

გამომდინარე ზემოხსენებულიდან, ბოლო წლებში დიდი ყურადღება ექცევა ავტომობილიზაციის უარყოფითი ზეგავლენის ყოველმხრივ შესწავლას, მათი აღმოფხვრის და შემცირების პრობლემებს. უნდა აღინიშნოს, რომ

სატრანსპორტო საშუალებათა ენერჯის ძირითადმა წყარომ - თბური ძრავების ნეგატიურმა თვისებებმა ამ თვალსაზრისით სამეცნიერო ტექნიკური რევოლუციის დასაწყისიდანვე სულ უფრო აშკარად იჩინა თავი.

ხაზი უნდა გაესვას იმ მნიშვნელოვან გარემოებას, რომ ავტომობილებში გამოყენებული საწვავების ეკოლოგიური ზემოქმედება გარემოზე განისაზღვრება იმ პროდუქტების ტოქსიკურობითა და კანცეროგენულობით, რომლებიც ნამუშევარი აირების, კარტერის აირების, საწვავის ორთქლის ან კვების სისტემიდან გამოჟონილი საწვავის სახით ხვდება ატმოსფერულ ჰაერში, წყალში ან ნიადაგში.

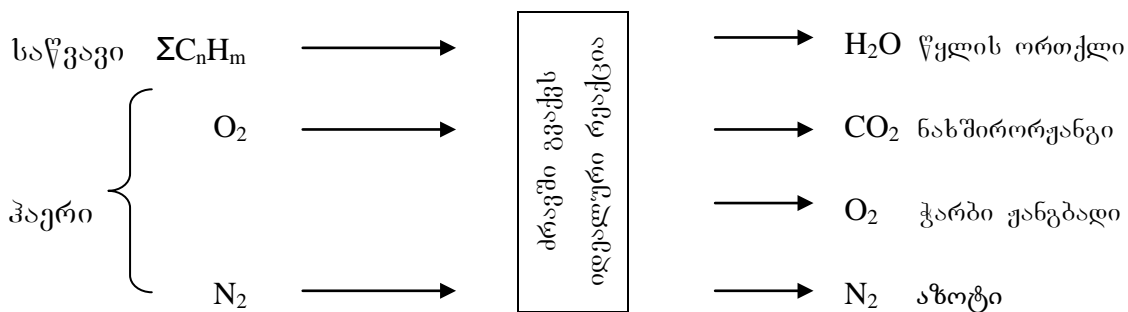
აღსანიშნავია, რომ ტექნიკურად წესიერულ მდგომარეობაში მყოფი ავტომობილებიდანაც კი მოხმარებული საწვავის მოცულობის დაახლოებით 30% ტოქსიკური აირების სახით გამოიფრქვევა ატმოსფეროში.

*1ტ ბენზინის და 1ტ დიზელის საწვავის დაწვის შედეგად  
საავტომობილო ძრავებიდან გამონაბოლქვი ტოქსიკური  
ნივთიერებების რაოდენობა, კგ [2]*

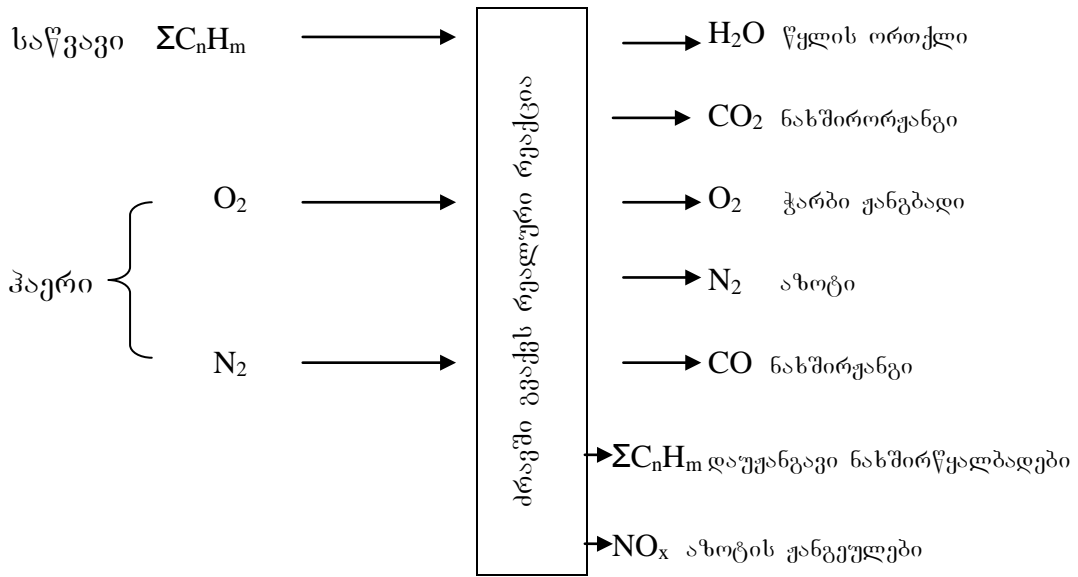
ტოქსიკური ნივთიერებები	ბენზინზე მომუშავე ძრავები	დიზელის საწვავზე მომუშავე ძრავები
<b>CO</b>	<b>200</b>	<b>25</b>
<b>CH</b>	<b>25</b>	<b>8</b>
<b>NOx</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
<b>კვამლი</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>SOx</b>	<b>1</b>	<b>30</b>

როგორც ცნობილია, საწვავის კუთრი ხარჯი საავტომობილო დიზელის ძრავებში 30-40%-ით ნაკლებია, ვიდრე ბენზინზე მომუშავე (მაგალითად, კარბურატორიან) ძრავებში, რის გამოც დიზელის გამონაბოლქვი აირების რაოდენობა და მათში შემავალი არასრული წვის ტოქსიკური და

კანცეროგენული პროდუქტების ჯამური რაოდენობა შედარებით მცირეა. ცხადია, შესაბამისად მცირდება ატმოსფერული ჰაერის გაჭუჭყიანების ალბათობაც. მიუხედავად ასეთი უპირატესობისა, საავტომობილო დიზელის ძრავები და მათი საწვავები მოითხოვს მუდმივ სრულყოფას, რათა დააკმაყოფილოს ეკოლოგიური თვალსაზრისით მათდამი წაყენებული სწრაფად მზარდი მოთხოვნები. ამასთან, ტოქსიკური კომპონენტები თან სდევს ტოქსიკური (ტექნიკური) წვის ყველა პროცესს. ამიტომ, ძრავში წვის რეაქცია იდეალურად რომ მიმდინარეობდეს, გამონაბოლქვი აირები ეგზომ საშიში არ იქნებოდა. წარმოდგენილი სქემა მკაფიო წარმოდგენას იძლევა ნივთიერებათა ბალანსზე შიგაწვის ძრავში.



ამასთან, იდეალურ შემთხვევაში ნახშირწყალბადი ( $C_n H_m$ ) ჰაერში არსებული ჟანგბადით იწვის წყლის ორთქლამდე ( $H_2O$ ) და ნახშირორჟანგამდე ( $CO_2$ ), მაგრამ პრაქტიკულად შიგაწვის ძრავში იდეალური წვის რეაქციის მიღწევა შეუძლებელია და სახეზე გვაქვს:



თუ საწვავი შეიცავს გოგირდს, გამონაბოლქვ აირებს კიდევ ემატება გოგირდის ორჟანგი (SO<sub>2</sub>). ცნობილია, რომ ავტომობილის გამონაბოლქვ აირებში მავნე ნივთიერებების რაოდენობები დაახლოებით შემდეგნაირად ნაწილდება: ნახშირჟანგი – 52%, ნახშირწყალბადები – 12%, აზოტის ჟანგეულები – 6% [3, 9, 10, 11].

შექმნილი მდგომარეობა არ მოგვცეს საშუალებას დაკმაყოფილებულ იქნეს საავტომობილო ტრანსპორტის მიერ მავნე ნივთიერებათა გამოტყორცნის მიხედვით გაცილებით უფრო გამკაცრებული მოთხოვნები, რომლებიც ევროპაში რეგულირდებოდა ევრო-4, ევრო-5 და ამჟამად ევრო-6 მოთხოვნებით და რომლებიც, შესაბამისად ძალაში შევიდა 2005, 2010, ხოლო ეს უკანასკნელი კი 2015 წლიდან, და რომელთაც უნდა უზრუნველყოს მკაცრად რეგლამენტირებული მოთხოვნების შესრულება გარემოში მავნე ნივთიერებების გამოტყორცნის მიხედვით. ევრო-4 და ევრო-5-ის და შესაბამისად ევრო-6-ის ძირითადი მოთხოვნები არაეთილირებული ბენზინებისათვის მდგომარეობს მათში გოგირდისა და ბენზოლის ზღვრულად დასაშვები ნორმების უზრუნველყოფაში. აღნიშნული ასევე არ მოგვცემს საშუალებას შევასრულოთ მსოფლიოს საავტომობილო მწარმოებელთა მიერ

შემუშავებული და 1998 წლის დეკემბერში გამოქვეყნებული მსოფლიო საწვავის ქარტიის რეკომენდაციები [1].

ცხრილში ქვემოთ მოყვანილია წინა ეკოლოგიური სტანდარტები მსუბუქი ავტომობილებისათვის ევრო-6- თან შედარებით (ერთეულებში გ/კმ) [16]:

ცხრ.1

ეკოლოგიური სტანდარტი	ნახშირბადის ოქსიდი (CO)	ნახშირწყალბადი	მფრინავი ორგანული ნივთიერებები	ზოტის ოქსიდი (NO <sub>x</sub> )	HC+NO <sub>x</sub>	შეწონილი ნაწილაკები (PM)
<b>დიზელის საწვავისათვის</b>						
ევრო-1	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)
ევრო-2	1.00	-	-	-	0.7	0.08
ევრო-3	0.64	-	-	0.50	0.56	0.05
ევრო-4	0.50	-	-	0.25	0.30	0.025
ევრო-5	0.50	-	-	0.18	0.23	0.005
ევრო-6	0.50	-	-	0.08	0.17	0.005
<b>ბენზინის ძრავისათვის</b>						
ევრო-1	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	-
ევრო-2	2.2	-	-	-	0.50	-
ევრო-3	2.3	0.2	-	0.15	-	-

ევრო-4	1.0	0.1	-	0.08	-	-
ევრო-5	1.0	0.1	0.068	0.06	-	0.005**
ევრო-6	1.0	0.1	0.068	0.06	-	0.005**

ამასთანავე, GOCT 305-82 „დიზელის საწვავი. ტექნიკური პირობების მიხედვით (ნაცვლად GOCT 305-73 და GOCT 4749-73 ) რუსეთის ფედერაციაში იწარმოება II (ზაფხულის) 3 (ზამთრის) და A (არქტიკული) ორი სახის დიზელის საწვავები: II და 3 მარკებისათვის გოგირდის შემცველობით 0,2 და 0,5%-მდე, ხოლო A მარკისათვის კი – შესაბამისად 0,4%. ამასთან, დღეისათვის რუსეთში გავრცელებული დიზელის საწვავების სამი (ზაფხულის, ზამთრის და არქტიკული) მარკისათვის GOCT-305-82-ის მიხედვით კინემატიკური სიბლანტე 20<sup>0</sup>C-ის დროს შეადგენს, შესაბამისად, 3,0-6,0; 1,8-3,0; 1,5-4,0 მმ<sup>2</sup>/წმ-ს, ხოლო სიმკვრივე 20<sup>0</sup>C-ის დროს არ უნდა აღემატებოდეს 860; 840; და 830 კგ/მ<sup>3</sup>-ს [2, 4].

აღნიშნული სტანდარტები მთელს ცივილიზებულ მსოფლიოში მიზნად ისახავს კვამლიანობის და ტოქსიკურობის მიმართ მოთხოვნების გამკაცრებას და კერძოდ დიზელის ძრავებისათვის კი ეს მიიღწევა:

- დიზელის სამუშაო პროცესის სრულყოფით (სამუშაო პროცესის დაყვანით მცირდება გამონაბოლქვი მყარი ნაწილაკები (0,2 გ/კვტ.სთ-მდე);
- გამოსაბოლქვ სისტემაში ჭკარტლის დამჭერი ფირფიტებისა და ნეიტრალიზატორ-დამხშობების (ნეიტრონ-დამხშობი) დადგმით;
- მცირეგოგირდოვანი საწვავის გამოყენებით (0,05-მდე გოგირდის წონით);
- ძრავის სისტემების მართვის მიკროპროცესორული სისტემების გამოყენებით;



- წვისას არაუმეტეს 0,15% ზეთის ხარჯვის უზრუნველყოფით საწვავის ხარჯვასთან შედარებით (სამუშაო პროცესის დაყვანის გზით და გაუმჯობესებული მახასიათებლების მქონე ძრავების ზეთების გამოშვებით).

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ დღეისათვის მსოფლიოში აწარმოებენ 60-ზე მეტი მარკის გამონაბოლქვი მავნე აირების ნეიტრალიზატორებს, რომლებიც ტოქსიკურობის შემცირების ეფექტურ საშუალებებს წარმოადგენს [5].

ისეთი მთავორიანი ქვეყნისათვის, როგორც საქართველოა, ძალზე აქტუალურია ავტომობილების ეკოლოგიურ მაჩვენებლებზე ზღვის დონიდან სიმაღლის გავლენის შესწავლა-გაანალიზება. აქედან გამომდინარე, ზღვის დონიდან საკმაოდ დიდ სიმაღლეზე, როგორც სტაციონარული, ისე განსაკუთრებით სატრანსპორტო ძრავების ექსპლუატაცია მავნე გავლენას ახდენს მუშაობის ეფექტურობაზე. უარესდება ძრავას დინამიკური, ეკონომიური და ეკოლოგიური მაჩვენებლები. საავტომობილო ძრავას მუშაობაზე, გარდა სიმაღლისა, ზღვის დონიდან გავლენას ახდენს ზღვის რელიეფიც.

ცნობილია, რომ პრაქტიკულად ყველა საექსპლუატაციო პირობებში საწვავებმა უნდა უზრუნველყონ: საწვავის ცილინდრში შეუფერხებელი მიწოდება; ცილინდრში მიწოდებული საწვავიდან აირსაწვავის მუშა ნარევის საიმედო მომზადება; მიღებული მუშა ნარევის კარგი აალება და სითბოს მაქსიმალური გამოყოფა; მუშა ნარევის წვა ბოლის გარეშე და ძრავას მდორე მუშაობა. ამასთან, დიზელის საწვავები არ უნდა იძლეოდნენ: ძრავას ცილინდრებში ნაწვის მიშენელოვან წარმოშობას; ძრავას ნაწილების გასანდალოზებას; ძრავას ნაწილების კოროზიას; არ უნდა იყვნენ ტოქსიკურნი და ხანგრძლივი შენახვის პირობებში ინარჩუნებდნენ პირვანდელ თვისებებს. გარდა ზემოხსენებულისა, სწრაფმავალი დიზელის ძრავებში საწვავის სრულად და ხარისხიანად დაწვის უზრუნველსაყოფად, მისდამი წაყენებულია შემდეგი უმნიშვნელოვანესი საექსპლუატაციო მოთხოვნები, როგორცაა: კარგი გატუმბვადობა, როგორც მაღალი წნევის ტუმბოს უწყვეტი და საიმედო მუშაობის უმნიშვნელოვანესი პირობა; წვრილად გაფრქვევის უზრუნველყოფა

და კარგი ნარევეწარმოქმნა; სარქველებზე, რგოლებსა და ღვუშებზე ნამწვეწარმოქმნის შემცირება, აგრეთვე ფრქვევანას საფრქვეველების ნემსის ჩაკიდება და დაკოქსვადება; რეზერვუარებზე, საწვავმომწოდებელ სისტემაზე და ძრავას დეტალებზე კოროზიული ზემოქმედების უქონლობა; ქიმიური სტაბილურობა. ამასთანავე ცნობილია, რომ შიგაწვის ძრავაში ენერჯის უმნიშვნელოვანესი დანაკარგები მოდის ღვუშსა და ცილინდრის მასრას შორის ხახუნზე. ამ ზონაში ხახუნით განპირობებულია კარბურატორიან და დიზელის ძრავებში ჯამური მექანიკური დანაკარგების 65-70% [6, 7, 10, 15].

აღსანიშნავია, რომ დიზელის საწვავის სიბლანტის და სიმკვრივის გაზრდა იწვევს მისი ფრქვევანას მიერ გაფრქვევისა და აალების დაყოვნების პერიოდში აორთქლების, აგრეთვე აირსაწვავის ნარევის წარმოქმნის პროცესის გაუარესებას, და შესაბამისად, ძრავას ეკონომიურობის შემცირებას. ასე მაგალითად, 7-65 მმ<sup>2</sup>/წმ-მდე სიბლანტის გაზრდა საწვავის სიმკვრივის შესაბამისი ცვლილებით ხელს უწყობს ძრავას საწვავეკონომიურობის გაუარესებას 180,0-დან 241,1 გ/კვტ.სთ-მდე. თუმცაღა დიზელის საწვავის სიბლანტითი მახასიათებლების ზომაზე მეტად შემცირება ასევე უარყოფითად აისახება ნარევეწარმოქმნის პროცესის განვითარებაზე წვის კამერაში საწვავის ჩირაღდნის სიგრძის შემცირების შედეგად, რის საფუძველზეც ადგილი აქვს აირსაწვავის ნარევის არასრულ წვას, რაც ზრდის ნამუშევარი აირების კვამლიანობას და შესაბამისად, ამცირებს ძრავას ეკონომიურობას [11,15].

როგორც ცნობილია, სამთო გზები ხასიათდება ტრასის კლაკნილობით, ხშირი და მკვეთრი მოსახვევებით (ზოგჯერ 10 მეტრ რადიუსამდე) და საკმაოდ ხანგრძლივი აღმართებით და დაღმართებით. გრძივი დახრები აღწევენ 9-10% და მეტიც, როდესაც გზის დახრილი მონაკვეთის სიგრძე 300-400 მეტრია. სამთო პირობებში ავტომობილის მუშაობა ხასიათდება მრავალი თავისებურებით, რომლებიც ავტომობილს და მის ძრავას უყენებს გარკვეულ მოთხოვნებს, რაც უმეტესად გამოიხატება მის ცვლად რელიეფში. ამას ემატება ისიც, რომ ჩვეულებრივი პირობებისთვის შერჩეული გადაცემათა რიცხვები, გადაცემათა კოლოფში და უკანა ხიდის რედუქტორში, სამთო პირობებში არარაციონალური ხდება. უნდა აღინიშნოს, რომ დიზელებში

გარემოს პირობები და ცილინდრებში მიწოდებული ჰაერის რაოდენობა გაველენას არ ახდენს საწვავის ტუმბოს მუშაობაზე და მაშასადამე საწვავის საერთო ხარჯზე. ამის შედეგად საწვავის ტუმბოს უცვლელი რეგულირების დროს, ზღვის დონიდან სიმაღლის ზრდასთან ერთად, სამუშაო ნარევი დიზელებში გამდიდრდება მეტი ინტენსივობით, ვიდრე ეს ხდება კარბურატორიან ძრავებში. ზღვის დონიდან სიმაღლის ზრდასთან ერთად ჰაერში წნევისა და ტემპერატურის შემცირების გამო იცვლება საწვავი ნარევის წარმოქმნისა და წვის პირობები. მრავალმხრივმა გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ზღვის დონიდან 4000 მეტრამდე დიზელის საწვავის თვითაალების ტემპერატურა სიმაღლის მომატებისას ყოველ ათას მეტრზე 5 ცელსიუსით იზრდება. კუმშვის წნევის შემცირება და საწვავის თვითაალების ტემპერატურის გადიდება ზრდის თვითაალების შეფერხების პერიოდს და ამით გაველენას ახდენს ძრავას მუშაობაზე. სხვადასხვა სიმაღლეებზე დიზელების სხვადასხვა მარკების ტესტირების (მათ შორის D54) დროს გამოირკვა, რომ ზღვის დონესთან შედარებით ათასი მეტრის სიმაღლეზე თვითაალების შეფერხების პერიოდი გაიზარდა საშუალოდ 16%-ით, 2000 მეტრ სიმაღლეზე – 51%-ით, ხოლო 3000 მეტრ სიმაღლეზე კი შესაბამისად 90%-ით. ამასთან, საშუალოდ 3000 მ-დე სიმაღლეებისათვის ყოველი ათასი მეტრი სიმაღლის მომატებისას, შეიძლება მივიღოთ დიზელის ძრავას სიმძლავრის ვარდნის და საწვავის კუთრი ხარჯის შემდეგი მნიშვნელობები: როდესაც საწვავის მნიშვნელობა არ იცვლება – სიმძლავრის შემცირება 4%-ით და საწვავის კუთრი ხარჯის გადიდება 4-5%-ით; როდესაც უზრუნველყოფილია ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის მუდმივობა – სიმძლავრის შემცირება 9-10%-ით, საწვავის კუთრი ხარჯის შემცირება 2-3%-ით; ძრავას მუშაობისას ყველა სიმაღლეზე ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის ოპტიმალური მნიშვნელობით – სიმძლავრის შემცირება 7%-ით და საწვავის კუთრი ხარჯის შემცირება 3-4% ით.

როგორც მონაცემებიდან ჩანს, სამთო (სასიმაღლო) პირობებში დიზელის ძრავით აღჭურვილი სატრანსპორტო საშუალებათა ნორმალური მუშაობისათვის საჭიროა საწვავიმწოდებელი სისტემის რეგულირება იმ

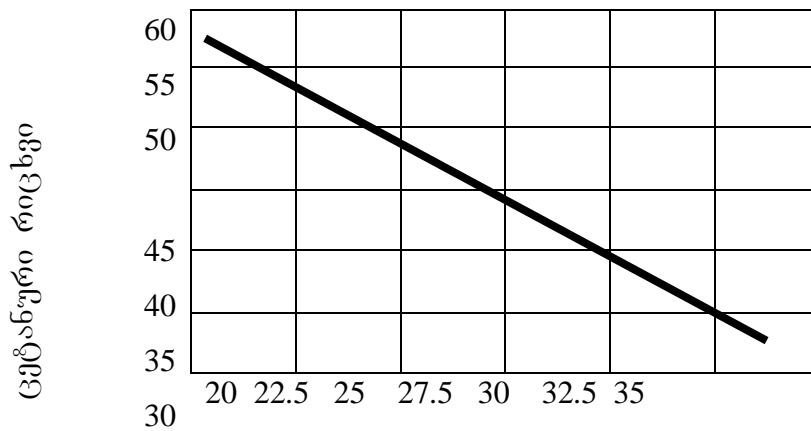
სიმაღლის შესაბამისად, რომელშიც ძრავას მოუხდება მუშაობა. ისეთი ძრავებისათვის, რომლებიც უცვლელ სასიმაღლო პირობებში მუშაობენ, ამგვარი პირობების დაცვა არ წარმოადგენს სირთულეს. ცვალებადი სასიმაღლო პირობების გამო საავტომობილო ძრავებში აღნიშნული საკითხი ცოტა გართულებულია. რაც მოითხოვდა ავტომატურად მოქმედი მოწყობილობების – კორექტორების გამოყენებას, თუმცადა კორექტორების როლს ამჟამად ასრულებენ ავტომობილის საბორტო კომპიუტერები, ასე რომ კორექტორები აღარ არის საჭირო. [8].

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო სექტორი გვევლინება გამოყენებული საწვავ-საპოხი და განსაკუთრებით კი დიზელის საწვავების (ვინაიდან სასოფლო-სამეურნეო ტექნიკის და საავტოტრაქტორო პარკის უმეტესი ნაწილი აღჭურვილია დიზელის ძრავებით) უმთავრეს მომხმარებლად.

ცნობილია, რომ გამოყენებული დიზელის საწვავების რაოდენობრივი დანაკარგები უმთავრესად დაკავშირებულია მათში სხვადასხვა მინარევების მოხვედრასთან და მანქანათა ნაწილების ცვეთის პროდუქტებით დაბინძურებასთან, დიზელის საწვავების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ცვლილებასთან, ხოლო რაოდენობრივი დანაკარგები კი უკავშირდება დანაკარგებს რეზერვუარების შემამჭიდროებლებიდან, მილსადენებიდან და მრავალ სხვა ფაქტორს. უნდა აღინიშნოს, რომ ნავთობპროდუქტების და კერძოდ კი, გამოყენებული დიზელის საწვავების გადმოტუმბვების, გადმოსხმებისა და ტრანსპორტირების რიცხვის ზრდას მიყვარათ დანაკარგების მკვეთრ ზრდასთან. რეზერვუარებიდან საწვავების აორთქლებადობა მით უფრო მეტია, რაც უფრო ნაკლებადაა ისინი შევსებული და რაც უფრო მაღალია მათი კედლების გარე ტემპერატურა. ყოველივე ამის აღმოსაფხვრელად კი სასოფლო-სამეურნეო სპეციალიზებულ საწარმოებს პირველ ყოვლისა უნდა გააჩნდეთ: კარგად აღჭურვილი ნავთობის საწყობები და საწვავ-საპოხი მასალებით ტექნიკის და საავტომობილო მოძრავი შემადგენლობის გამართვის პოსტები; მოახდინონ საწვავის ტრანსპორტირება მექანიზირებული ჩატუმბვისა და გადმოტუმბვის (გადმოქაჩვის) მექანიზმებით

აღჭურვილი ცისტერნებით; უზრუნველყონ რეზერვუარების ჰერმეტიკობა; თვალყური ადევნონ რეზერვუარების შევსების დონესა და ამ უკანასკნელთა სასუნთქი სარქველების გამართულობას [12].

ამასთანავე გასათვალისწინებელია დიზელის საწვავის თვითააღებადობის მთავარი მაჩვენებელი – ცეტანური რიცხვი. იგი განსაზღვრავს დიზელის ძრავას ამუშავების სიადვილეს, მუშაობის სიხისტის ხარისხს, საწვავის ხარჯსა და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობას. თუ მისი სიდიდე ოპტიმალურზე (რომელზეც ძრავაში წნევის ზრდის სინქარე ნორმალურია ე.ი. არ არემატება  $0,26\text{მნ/მ}^2\text{1}^0$  –ს) მეტია, მაშინ ძრავას საწვავის ეკონომიურობა საშუალოდ 0,2-0,3%-ით უარესდება და გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობა ცეტანური რიცხვის ერთეულზე ხარჯის 1-1,5 ერთეულით იზრდება. ამასთან, თუ ცეტანური რიცხვი 53-დან 38-მდე მცირდება, მაშინ ძრავას გაშვების დრო იზრდება 3-დან 45-50 წამამდე, რაც ასევე განაპირობებს საწვავის ხარჯისა და გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობის გაზრდას. გამომდინარე ზემოხსენებულიდან, ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ 40-ზე ნაკლები ცეტანური რიცხვის მქონე დიზელის საწვავების გამოყენება იწვევს ძრავას ხისტ მუშაობას, ხოლო თუ მისი სიდიდე 50-ს არ აღემატება, მაშინ ადგილი აქვს ძრავას საწვავის ეკონომიურობისა და ეკოლოგიურობის გაუარესებას [8, 9].



საწვავში არომატული ნახშირწყალბადების შემცველობა, %

ნახ. 1. ცეტანური რიცხვის დამოკიდებულება დიზელის საწვავში არომატული ნახშირწყალბადების შემცველობისაგან [2].

უცხოეთის ქვეყნებში ცეტანურ რიცხვთან ერთად იხმარება მაჩვენებელი – დიზელის ინდექსი (დ.ი.), რაც განისაზღვრება ფორმულით:

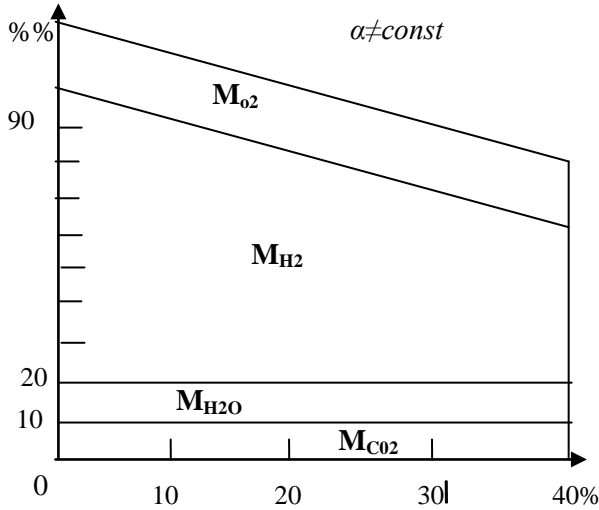
$$\text{დ.ი.} = t_{56} \frac{d}{100}, \quad (1)$$

სადაც  $t_{56}$ -არის ანილინის წერტილი (ისაზღვრება °C-ში და გადაიანგარიშება °F-ში ( $^{\circ}\text{F} = 9/5 \text{ }^{\circ}\text{C} + 32$ ));  $d$  – სიმკვრივე API-ის გრადუსებში [2].

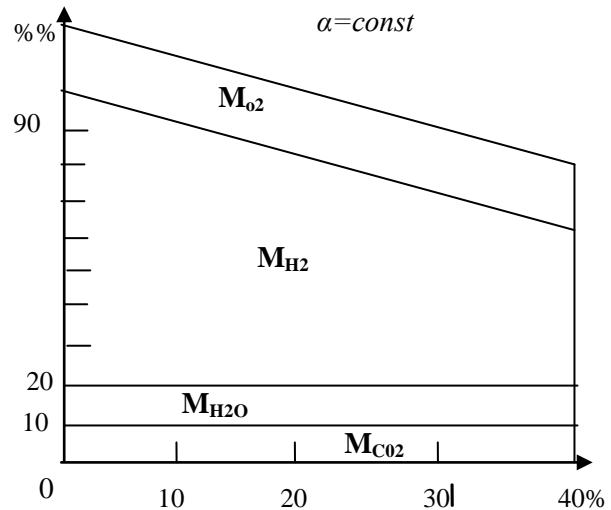
ცნობილია, რომ ატმოსფერული ჰაერის  $P_o$  წნევის შემცირების დროს კლებულობს წვის პროდუქტების რაოდენობა, ხოლო მათი შედგენილობა დამოკიდებულია ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის სიდიდეზე.

საწვავის უცვლელი მიწოდების დროს ( $\alpha \neq \text{const}$ )  $P_o$  წნევის ვარდნასთან ერთად  $\text{CO}_2$  -სა და  $\text{H}_2\text{O}$  -ის საერთო რაოდენობა მუდმივი რჩება, ხოლო  $\text{N}_2$ -სა და  $\text{O}_2$ -ის საერთო რაოდენობა კლებულობს (იგულისხმება, რომ  $\alpha$  მუდამ მეტია 1-ზე). საწვავის მიწოდების ცვალებადობისა და  $\alpha$ -ს მუდმივობის დროს კლებულობს წვის პროდუქტების თითქმის ყველა კომპონენტი [13, 14].

ატმოსფერული ჰაერის  $P_0$  წნევისაგან დამოკიდებულებით წვის პროდუქტების რაოდენობის ცვალებადობის ხასიათი გამოსახულია 2ა ( $\alpha \neq \text{const}$ ) და 2ბ ( $\alpha = \text{const}$ ) ნახაზებზე.



$P_0$ -ის შემცირება. 2ა



$P_0$ -ის შემცირება. 2ბ

ნახ.2 წვის პროდუქტების რაოდენობის ცვალებადობა [14].

წვის პროდუქტების ცალკეული კომპონენტები შეიძლება გამოთვლილ იქნეს შემდეგი თანაფარდობებიდან

$$M_{CO_2} = \frac{C}{12} \text{ g}; \quad M_{H_2O} = \frac{H}{18} \text{ g}; \quad M_{N_2} = 0,79 \text{ M}_3;$$

$$M_{O_2} = 0,21 (\alpha - 1) \text{ Log} = 0,21 \text{ M}_3 - 0,21 \text{ Log}.$$

შესაბამისად წვის პროდუქტების საერთო რაოდენობა იქნება:

$$M_{\text{პრ}} = \frac{C}{g} + \frac{H}{g} + 0,79 M_{\text{ჰ}_2\text{O}} + 0,21 M_{\text{ჰ}_2\text{O}} - 0,21 \text{ Log} \quad (2)$$

დიზელის საწვავებისათვის შეიძლება მივიღოთ:

$$M_{\text{პრ}} = 0,0329 g + M_{\text{ჰ}} \quad (3)$$

მოცემულ გამოსახულებებში C და H წარმოადგენენ საწვავებში ნახშირბადისა და წყალბადის რაოდენობას.

ცხრილებში (1, 2) მოცემულია Po წნევის ვარდნის დროს წვის პროდუქტების რაოდენობის პროცენტული ცვალებადობა. აქ 100%-მდე მიღებულია რაოდენობები შემთხვევებისათვის როცა Po = 760 მმ.ვერცხ.წყლ.სვ.

ცხრ. 2

Po წნევის ვარდნის დროს წვის პროდუქტების რაოდენობის პროცენტული ცვალებადობა [13].

PH მმ.ვერცხ.წყლ.სვ.	M <sub>ჰ</sub>		მათ შორის							
			M <sub>CO2</sub>		M <sub>H2O</sub>		M <sub>N2</sub>		M <sub>O2</sub>	
	α ≠const	α =const	α ≠const	α =const	α ≠const	α =const	α ≠const	α =const	α ≠const	α =const
760	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
675	88,6	88,2	100,0	88,7	100,0	88,7	88,2	88,2	74,4	89,0



595	79,0	78,0	100,0	78,5	100,0	78,5	78,0	78,0	49,4	78,6
525	69,8	68,7	100,0	68,9	100,0	68,9	68,7	68,7	25,0	69,0
450	60,7	59,2	100,0	59,4	100,0	59,4	59,2	59,2	2,7	59,2

ცხრ 3

PH წნევისათვის წვის პროდუქტების საერთო რაოდენობიდან პროცენტულად გამომავალი წვის პროდუქტების რაოდენობა [13].

M	PH მმ. ვერცხ.წელ.სვ									
	760		675		595		525		450	
	$\alpha \neq \text{const}$	$\alpha = \text{const}$	$\alpha \neq \text{const}$	$\alpha = \text{const}$	$\alpha \neq \text{const}$	$\alpha = \text{const}$	$\alpha \neq \text{const}$	$\alpha = \text{const}$	$\alpha \neq \text{const}$	$\alpha = \text{const}$
M <sub>CO<sub>2</sub></sub>	8,00	8,00	9,00	8,00	10,00	8,00	11,50	8,00	13,00	8,00
M <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	7,50	7,50	8,40	7,50	9,45	7,50	10,70	7,50	12,30	7,50
M <sub>N<sub>2</sub></sub>	76,10	76,10	75,70	76,10	75,40	76,10	74,80	76,10	74,30	76,10
M <sub>O<sub>2</sub></sub>	8,40	8,40	6,90	8,40	5,15	8,40	3,00	8,40	0,40	8,40
სულ M <sub>კრ</sub>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

როგორც ცხრილებიდან ჩანს, როცა  $\alpha \neq \text{const}$ , CO<sub>2</sub>-სა და H<sub>2</sub>O-ს საერთო რაოდენობა Po წნევის ვარდნის დროს რჩება მუდმივი, ხოლო მათი %-ული რაოდენობა წვის პროდუქტებში მატულობს. მაგალითად, ატმოსფერული ჰაერის წნევის 760-დან 450 მმ. ვერცხ.წელ.სვ-მდე შემცირებისას CO<sub>2</sub>-ის პროცენტული რაოდენობა გაიზარდა 8-დან 13%-მდე, ხოლო H<sub>2</sub>O –ს

ანალოგიური მაჩვენებელი შესაბამისად, 7,5-დან 12,3%-მდე. აზოტისა და ქანგბადის შემთხვევაში კი წნევის ვარდნის დროს წვის პროდუქტებში მცირდება როგორც მათი აბსოლუტური, ასევე პროცენტული რაოდენობა [13, 14].

ნაშრომში მოტანილი მასალების ანალიზის შედეგად შეიძლება სარწმუნო აღბათობის დიდი სიზუსტით დავადგინოთ, რომ:

1. გამოსაყენებელი საავტომობილო-საექსპლუატაციო მასალების ეკოლოგიური მახასიათებლების და საერთოდ ხარისხის უზრუნველყოფის პრობლემის გადაჭრა მოითხოვს ქმედითი ღონისძიებების გატარებას სახელმწიფოს მხრიდან.
2. შესაბამისმა სატრანსპორტო ფორმებმა უნდა უზრუნველყონ ნავთობის საწვობების კარგად არჭურვა და საწვავ-საპოხი მასალებით გამართვის ნორმალური პროცესი.
3. მოახდინონ საწვავის ტრანსპორტირება მექანიზირებული ჩასხმა-გადმოსხმის (ჩატუმბვა-ამოტუმბვის) თანამედროვე მექანიზმებით აღჭურვილი სპეციალური ცისტერნებით და უზრუნველყონ რეზერვუარებს ჰერმეტიულობა; თვალყური ადევნონ რეზერვუარების შევსების დონესა და ამ უკანასკნელთა სასუნთქი სარქველების გამართულობასა და წესიერულობას.
4. ძრავების საწვევეკონომიურობისა და ეკოლოგიური მახასიათებლების მკვეთრად გაუმჯობესების მიზნით გამოიყენონ კომპანიების „ვისოლი“-ს, „რომპეტროლი“-სა და „ლუკოილი“-ს უგოგირდო დიზელის საწვავები, რომლებიც წარმოებულია იტალიის, რუმინეთისა და ბულგარეთის ნავთობგადამამუშავებელ ქარხნებში, სრულად შეესაბამება ევროპის უმკაცრეს ეკოლოგიურ მოთხოვნებს (ევრო 6), არ შეიცავს ტყვიის დანამატებს და მათში არსებული არომატული ნახშირწყალბადების შემცველობა სრულად პასუხობს მათდამი წაყენებული თანამედროვე სტანდარტების მოთხოვნებს.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ვ. წვერავა, თ. გელაშვილი, თ. ედილაშვილი, მ. ბეგიაშვილი. საქართველოში საავტომობილო-საექსპლუატაციო მასალების ეფექტიანი გამოყენების საკითხისათვის. სამეცნიერო ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“, თბილისი, 2012 №1 (23)
2. ჯ. იოსებძე, გ. აბრამიშვილი, გ. მიქაძე, თ. აფაქიძე, ა. ჩხეიძე, ხ. მღებრიშვილი. შაავტომობილო საწვავ-საზეთი მასალების გამოყენება და ეკოლოგია. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2009
3. რ. დვალი. ავტომობილი და ჰაერის გაჯუჭყიანების პრობლემა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია. მანქანათა მექანიკის ინსტ-ტი. მეცნიერება, თბილისი, 1981
4. ГОСТ 305-82. Топливо дизельное. Технические условия, взамен - ГОСТ 305-73. ГОСТ 4749-73 – М.: ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ СССР, 1982.
5. გ. წიფურია. საქართველოს საერთაშორისო გადაზიდვების ორგანიზაცია, თბილისი 1999.
6. ვ. მაღალაშვილი. საავტოტრაქტორო საექსპლუატაციო მასალები. განათლება, თბილისი, 1975
7. თ. აფაქიძე, ჯ. იოსებძე, კ. მეტრეველი, რ. კუსიანი. ვტომობილების ეკონომიურობისა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ზეთების საშუალებით ამალეების გზები. თექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 1996.
8. გ. ფხალაძე, ი. ქონიაშვილი. ვტომობილების ექსპლუატაციისა და რემონტის საფუძვლები. განათლება, თბილისი, 1976
9. ჯ. იოსებძე, გ. აბრამიშვილი, თ. აფაქიძე, ლ. ზურაბიშვილი, ნ. დიასამიძე. ლოგისტიკური სისტემის „ავტომობილების ეკოლოგიური

უსაფრთხოება-დიზელის საწვავის თვისებები“ მოდელის დამუშავება. სტუ-ს შრომები, №1, (475), 2010.

10. Л.С. Васильева. Автомобильные эксплуатационные материалы. М., Транспорт, 1986.
11. Е.П. Серегин. Экономия горючего. М., Военное изд-во, 1986
12. В.З. Бубнов, М.В. Кузьмин. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М., Изд-во Колос, 1980.
13. ვ. მახალდიანი. გამოკვლევები საავტომობილო და სატრაქტორი ძრავების დარგში. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა. თბილისი, 1961
14. Р. Р. Двали, В. В. Махалдиани. Механическая тяга в горной местности. М., изд-во Наука, 1970.
15. ვ.წვერავა და სხვ. სამთო პირობებში მომუშავე ავტომობილების ტექნიკურ-საექსპლუატაციო მახასიათებლების გამოკვლევა. <http://dspace.nplg.gov.ge/handle/1234/287162>
16. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B2%D1%80%D0%BE-6#cite\\_note-2](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%B2%D1%80%D0%BE-6#cite_note-2)

**РАЗРАБОТКА ВОПРОСА УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ТОПЛИВНОЙ  
ЭКОНОМИЧНОСТИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ ИХ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ**

**Владимир Цверава, Зураб Асатиани, Рамаз Двалишвили, Георгий  
Цверава, Звиад Цулая, Ираклий Саникидзе, Леван Петриашвили, Рати  
Харdziани, Кахабер Гвилава, Давид Джавахадзе, Шота Гачава, Борис  
Беришвили**

**Резюме**

В работе на основе обобщенных показателей проанализированы технико-эксплуатационные характеристики как дизельных топлив, так и двигателей работавших в горных условиях.