

# საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## საუნივერსიტეტო სამეცნიერო პროექტის № 60 „ნავთობიდან საბაზო ზეთების მიღება და ნამუშევარი ძრავული და ტრანსფორმაციული ზეთების რეგენერაცია“

### ანგარიში

პროექტი № 60-ის ხელმძღვანელი  
ქ.მ.კ., ასოცირებული პროფესორი

თ. შაქარაშვილი

თბილისი  
2012

## შემსრულებლები

1. შაქარაშვილი თინა სიმონის ას.,  
ხელმძღვანელი თ. შაქარაშვილი
2. ანდლუაძე მზია კასიანეს ას.,  
მენეჯერი მ. ანდლუაძე
3. კუციავა ნაზიბროლა ალექსანდრეს ას.,  
უფრ. მეცნ. თან. ნ. კუციავა
4. გოგუაძე ცისანა ამბროსის ას.,  
მეცნ. თან. ც. გოგუაძე
5. ზოდელავა გიორგი გიორგის ძე,  
მეცნ. თან. გ. ზოდელავა

**შინაარსი**

შესავალი .....	4
1. ლიტერატურული მიმოხილვა .....	6
2. შედეგები და მათი განსჯა .....	35
3. დასკვნა .....	54
4. ლიტერატურა .....	55

## შესავალი

ნავთობის ღრმა გადამუშავების ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს ისეთი ნავთობპროდუქტების წარმოება, რომლებიც დააკმაყოფილებენ საექსპლუატაციო, ეკონომიკური და ეკოლოგიური მახასიათებლებისადმი წაყენებულ თანამედროვე მოთხოვნებს.

გამკაცრებული საექსპლუატაციო მახასიათებლები მოითხოვენ ტექნიკის საიმედო და ეფექტურ მუშაობას.

გარემომცველი გარემოს დაცვის საკანონმდებლო აქტები მოითხოვებენ გაუმჯობესებული ეკოლოგიური თვისებების მქონე ნავთობპროდუქტების წარმოებას.

მოთხოვნების შესაბამისად ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვნად გაიზარდა ნავთობური მინერალური ზეთების ხარისხი, რაც განპირობებულია ნავთობის ღრმა გადამუშავების დროს ჰიდროკატალიზური პროცესების დანერგვით და მისართების ფართო გამოყენებით. ამ პირობებში წარმოებული ზეთები ხასიათდებიან მაღალი საექსპლუატაციო და ეკოლოგიური მახასიათებლებით.

მოტორული ზეთების მოხმარების სფერო საკმაოდ ფართოა და მათზე მოთხოვნა დღითიდღე იზრდება.

მოტორული ზეთები ძრავებსა და მექანიზმებში მუშაობისას წნევის, მაღალი ტემპერატურის, ელექტრული ველის, სინათლის, მეტალის კოროზიის და სხვა ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად იცვლის თვისებებს; განიცდის თერმულ დაშლას, პოლიმერიზაციას, საწვავებით განზავებას; მექანიკური მინარევებით და დაუანგვის პროდუქტებით გაჯირჯვას და ა.შ. ზეთებში მიმდინარე ცვლილებების ხარისხი და ხასიათი დამოკიდებულია მათი გამოყენების პირობებსა და ხანგრძლივობაზე.

ნამუშევარი მოტორული ზეთები, მიუხედავად მათი საფუძვლისა (ნავთობური თუ სინთეზური), მუშაობის პროცესში გამოყოფენ გარემოს დამაბინძურებელ მინარევებს, რაც ეკოლოგიური თვალსაზრისით დიდ საფრთხეს წარმოადგენს. მინარევები ხასიათდებიან ბიოდაშლისადმი და აორთქლებისადმი დაბალი უნარით, ტოქსიკურობით და კანცეროგენურობით. ასეთ ზეთებს ამოწურული აქვთ მომსახურების ვადა და მათ „დაძველებული“ ზეთები ეწოდებათ.

თანამედროვე ტექნოლოგიურ ლიტერატურაში ცნობილია „დაძველებული“ ზეთების აღდგენის მეთოდები, რომელთა შორის გამოყოფენ გაწმენდას სელექციური გამხსნელებით, რეგენერაციას და მეორად გადამუშავებას.

მთელ რიგ ქვეყნებში სამრეწველო მასშტაბით დანერგილია ნამუშევარი მოტორული ზეთების გადამუშავება – ალდგენის არაერთი მეთოდი, რომელიც დამყარებულია ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური, ქიმიური და მეორადი გადამუშავების პროცესების გამოყენებაზე. შედეგად შესაძლებელი ხდება ზეთების საექსპლუატაციო და ეკოლოგიური თვისებების ალდგენა. ალდგენილი ზეთები ექვემდებარება კვლავამოყენებას შესაბამისი მისართების დამატების შემდეგ.

ნამუშევარი ზეთების გამოყენების რაციონალური პრობლემის გადაწყვეტა ამჟამად განიხილება როგორც ეკონომიკური და ტექნიკური, ასევე გარემომცველი გარემოს სისუფთავის შესაძლებლობა. გარემომცველ გარემოში მოხვედრილი მავნე მინარევების მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილი გაუვნებლდება ბუნებრივი გზით – დაჟანგვით, ფოტოქიმიური რეაქციებით და ბიოდაშლით. ძირითადი ნაწილი კი გარემომცველი გარემოს ნიადაგის, წყალსაცავების და ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების მდგრად წყაროს წარმოადგენს. ზოგიერთი ზეთის ტოქსიკურობა და კანცეროგენურობა მნიშვნელოვნად ართულებს მათი გაუვნებლობის შესაძლებლობებს და ზღუდავს მათი რაციონალური გამოყენების გზებს. მსგავსი ნეგატიური ეკოლოგიური თვისებები გააჩნია ზიგიერთ ახალ პროდუქტსაც, მათ შორის მისართებსაც, რომელთა თვისებები უარესდება ზეთების ექსპლუატაციის პროცესში.

ამიტომ ნამუშევარი მოტორული ზეთებით მოსადლოდნელი ეკოლოგიური საფრთხეების განხილვის დროს გათვალისწინებულ უნდა იქნას როგორც ზეთების, ასევე მისართების წარმოებისა და ექსპლუატაციის პირობები.

## 1. ლიტერატურული მიმოხილვა

ნავთობური ზეთები წარმოადგენენ მაღალმოლეკულურ პარაფინულ, ნაფტენურ და ნაწილობრივ არომატულ ნახშირწყალბადებს, რომლებიც შერეულია მცირე რაოდენობით ფისოვან-ასფალტენურ ნაერთებთან [1-5].

გამოყენების სფეროების მიხედვით ზეთები საცხებ და სპეციალური დანიშნულების ზეთებად. საცხები ზეთები პრაქტიკულად ტექნიკის ყველა დარგში გამოიყენება. დანიშნულების მიხედვით საცხები ზეთები ასრულებენ შემდეგ ფუნქციებს: ამცირებენ სახუნის კოეფიციენტს მოხახუნე ზედაპირებს შორის; ამცირებენ მოხახუნე დეტალებს; აცილებენ ცვეთის პროდუქტებს.

სპეციალური დანიშნულების ზეთები გამოიყენება მუშა სითხეებად ჰიდრაულიკურ გადაცემებში; ელექტროსაიზოლაციო არედ ტრანსფორმატორებში, კონდენსატორებში, კაბელებში, ზეთოვან გამომთვლელებში ძირითად კომპონენტად პლასტიკურ საცხებში და მისართებში; ხელოვნური და სინთეზური ბოჭკოვანი ძაფების ფორმირებისათვის საჭირო საზეთში და აგრეთვე, როგორც ანტიადჰეზიური საშუალება წნეხფორმების შესახეთად პლასტიკური მასებიდან დეტალების დაწნეხვის დროს [5, 6, 28].

ჩვეულებრივ სასაქონლო ძრავულ ზეთებს იღებენ საბაზო ზეთებზე მისართების კომპოზიციის დამატებით. მისართები – ნივთიერებებია, რომლებიც აძლიერებენ საბაზო ზეთების დადებით თვისებებს ან მათ ანიჭებენ აუცილებელ ახალ თვისებებს [4, 5, 9]: განასხვავებენ საბაზო ზეთების სამ ტიპს: მინერალური, მიღებული ნავთობის გადამუშავებით; სინთეზური, მიღებული ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზით; ნაწილობრივ სინთეზური, მიღებული მინერალური და სინთეზური ზეთების შერევით.

მინერალური საბაზო ზეთები გამოყოფის მეთოდის მიხედვით განასხვავებენ: დისტილირებულ, ნარჩენ და კომპაუნდირებულ ზეთებს.

დისტილირებული საბაზო ზეთები მიიღება მაზუთის – ზეთოვანი ფრაქციის ვაკუუმური გამოხდის დროს 350-500°C ტემპერატურულ ინტერვალში. ხარისხიანი საბაზო ზეთების მისაღებად ზეთების ფართო ფრაქციის მრავალჯერადი გამოხდით მისგან გამოყოფენ ოთხ-ხუთ ვიწრო ზეთოვან ვიწრო ფრაქციებს გამოხდის ტემპერატურული ინტერვალებით 20-60°C.

ნარჩენი საბაზო ზეთები მიიღება გუდრონის პროპანით დეასფალტიზაციის შედეგად მიღებული დეასფალტიზატიდან. იგივე ზეთები შეიძლება მიღებულ იქნას

მაზუთის ღრმა ვაკუუმური გამოხდის დროს გამოყოფილი 500-560°C ფრაქციის გადამუშავებით.

კომპაუნდირებული (შერეული) საბაზო ზეთები მიიღება დისტილირებული და ნარჩენი ზეთების გარკვეული პროპორციებით შერევის შედეგად.

ზეთოვანი დისტილატები და დეასფალტიზატები შეიცავენ არასასურველ კომპონენტებს: პიდრაგლიკური არომატული ნახშირწყალბადების, ჰეტეროატომების შემცველი ასფალტ-ფისოვანი ნივთიერებების, ნავთობური მჟავების სახით, რომლებიც საჭიროებენ მოცილებას.

გაწმენდის მეთოდის მიხედვით განასხვავებენ სელექციური, ადსორბციული, მჟავა-ფუძის, მჟავა-კონტაქტური და ჰიდროგაწმენდის ზეთებს.

სელექციური გამსხნელით (ფენოლი, ფურფუროლი და *N*-მეთილპიროლიდონი) გაწმენდის დროს ზეთებს სცილდება პოლიციკლური არომატული ნაერთები, ფისები, ასფალტენები და ჰეტეროატომები, რომლებიც აუარესებენ ზეთების სიბლანტე-ტემპერატურულ და ანტიმჟავურ თვისებებს. ჰიდროგაწმენდის (ანუ კონტაქტური გაწმენდის) დროს ზეთებს ცილდება პოლარული ჰეტერონაერთები, რომლებიც აუარესებენ ფერს და სუნს [7, 8, 9, 10].

საცხი ზეთების ხარისხის ძირითად მახასიათებლებს წარმოადგენს: სიბლანტის დონე და სიბლანტე-ტემპერატურული თვისებები, გამყარების ტემპერატურა, ქიმიური სტაბილურობა, დამცავი და ანტიკოროზიული თვისებები [3, 4, 6, 11].

საუკეთესო სიბლანტე-ტემპერატურული თვისებები გააჩნია იზოპარაფინულ და ნაფტენურ ნახშირწყალბადებს, ქიმიურად სტაბილურ მონოციკლურ ნაფტენებს, ნაფტენურ-არომატულ კომპონენტებს და მაღალმოლეკულურ გოგირდის შემცველ ნაერთებს. მაგრამ არომატულ ნახშირწყალბადებს არ გააჩნიათ ანალოგიური თვისებები და საჭიროებენ მოცილებას.

ნაწილობრივ სინთეზური ზეთები მიიღება ღრმაგაწმენდილი მინერალური საბაზო და სინთეზური ზეთების შერევით. სინთეზურ ზეთებთან შედარებით მათ გააჩნიათ დაბალი ღირებულება. ნაწილობრივ სინთეზურ ზეთებს მიღებული აქვს სინთეზური ზეთების ნაკლოვანებები და შენარჩუნებული აქვს მათი უპირატესობები.

ძრავული ზეთები გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის შიგაწვის ძრავების (კარბურატორის, ინექტორის, დიზელის, ტურბორეაქტიული) შესაზეთად. მათი წილი ზეთების წარმოების საერთო მოცულობაში შეადგენს 50-60%-ს. საბაზო ზეთები კლასიფიცირდება სიბლანტის ინდექსის, ნაჯერი ნაერთების შედგენილობის და წარმოების ტექნოლოგიის მიხედვით [12, 29].

ძრავული ზეთების მისართები მრავალფუნქციურები არიან. მათი ჯამური რაოდენობა სასაქონლო ზეთებში აღწევს 15-20%-ს. ჩვეულებრივ ძრავული ზეთები შეიცავენ შემდეგ მისართებს: ბენზოლურ დისპერგენტებს, დეტერგენტებს (გამრეცხი მისართები), ანტიშაფურ, ცვეთისაწინააღმდეგო, ანტიკოროზიულ, აქაფების საწინააღმდეგო, დეპრესორულ.

ყველა სეზონის ზეთები შეიცავენ ენერგოდამზოგ შემასქელებელ (სიბლანტის გამზრდელ) მისართებს, ზეთში ამატებენ ანტიფრიქციულ მისართს – ხახუნის მოდიფიკატორს. საბაზო ზეთების ტრანსპორტირების, შენახვისა და მისართებთან შერევის გამარტივების მიზნით გამოიყენება მისართების პაკეტი, რომლის შედგენილობაში არ შედის მხოლოდ დეპრესორული და სიბლანტის მისართები. პაკეტის დოზირების ცვლილებისას მიიღება სხვადასხვა საექსპლუატაციო თვისებების მქონე ზეთები [13-17].

კვლევის ინტერესს წარმოადგენს როგორც ახალი საბაზო ზეთების მიღება, ასევე ნამუშევარი ძრავული ზეთების გაწმენდის და რეგენერაციის გამარტივებული მეთოდების შემუშავება. მიღებული კონდიციური საბაზო ზეთები მისართების დამატების შემდეგ იძენს იმ სასაქონლო თვისებებს, რომლებიც განაპირობებს მათ გამოყენებას ტექნიკის სხვადასხვა დარგში.

ექსპლუატაციის პროცესში ზეთებში გროვდება დაჟანგვის პროდუქტები, გამაჭუჭყიანებელი და სხვა მინარევები, რომლებიც მკვეთრად ამცირებენ ზეთების ხარისხის. ზეთები, რომლებიც შეიცავენ გამაჭუჭყიანებელ მინარევებს, ვერ აკმაყოფილებენ მათ მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებს და მოითხოვენ მათ შეცვლას ახალი ზეთებით. ნამუშევარ ზეთებს აგროვებენ და აწარმოებენ მათ რეგენერაციას საწყისი თვისებების აღდგენის მიზნით, რაც ეკონომიური თვალსაზრისით მომგებიანია [18-21].

ნავთობისა და საწვავებისაგან განსხვავებით, ნამუშევარ მოტორულ ზეთებს გააჩნიათ დაბალი აორთქლებადობის უნარი და მცირე ხარისხით ექვემდებარებიან ბიოდაშლას. ისინი იწვევენ გრუნტის გაჭუჭყიანებას ზედაპირზე დაღვრის ან გაჟონვისას. ამ დროს დაღვრილი ან გაჟონილი მასა შეადწევს გრუნტში და გრუნტის წყლებში [1].

ზეთები, დაღვრილი წყლის ზედაპირზე, თავდაპირველად განფენდება, იკეთებს აფსკს, შემდგომში კი ემულგირდება, დაიჟანგება ჰაერის ჟანგბადით და ნაწილობრივ დაექვემდებარება ბიოდაშლას.

ნიადაგში ზეთი შეადწევს ძირითადად სიმძიმის ძალისა და ზედაპირულად



აქტიური მოვლენების გავლენით. როგორც წყალში, ზეთი აქაც დაექვემდებარება ნაწლობრივ დაჟანგვას და ბიოდაშლას. ზეთის გაჟონვა ნიადაგის სიღრმეში და მისით გაჭუჭყიანება დამოკიდებულია ნიადაგის ქვეფენების ბუნებაზე, ჰიდროლოგიურ პირობებზე, თვით ზეთის შედგენილობასა და თვისებებზე. ამ უკანასკნელს მიეკუთვნება პირველ რიგში სიმკვრივე, სიბლანტე, შესველების უნარი, მისართის შემცველობა და ტიპი. ნავთობური ზეთების შეღწევადობა და გავრცელება ნიადაგის ფენებში შეადგენს  $10^{-2}$ – $10^{-5}$  მ/წმ და მცირდება მისი წყლით გაჯერების გაზრდისას.

ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება ხორციელდება ნამუშევარი მოტორული ზეთების წვის პროდუქტების: გოგირდის დიოქსიდის, ქლორის შემცველი ორგანული ნივთიერებების და მძიმე მეტალების გამოტყორცნისას.

ბოლო პერიოდში მოტორული ზეთები ამჟღავნებენ ახალი, სპეციფიური ტიპის გაჭუჭყიანებას, რაც დაკავშირებულია მათი შედგენილობის ცვლილებასთან, მიკროორგანიზმების სიცოცხლისუნარიანობასთან და სხვ. [2].

მოწყობილობის წყობიდან გამოსვლა იწვევს მომუშავე ზეთის გაჭუჭყიანებას ბაქტერიებით. ეს პრობლემა განსაკუთრებით მკაცრად დგას ტროპიკული კლიმატის პირობებში. ელექტროსაიზოლაციო ბიოდაშლა ჩქარდება წყლის, ქაღალდისა და ბამბეულის საიზოლაციო მასალების შემთხვევაში.

საექსპლუატაციო სპეციფიკურ პირობებში ზოგიერთ ზეთებში შეიძლება შეაღწიოს რადიაქტიურმა გაჭუჭყიანებამაც.

ბოლო პერიოდში დიდი ყურადღება ეთმობა ზეთების ტოქსიკურობას, რომელიც იზრდება მოლექულური მასის, მჟავური რიცხვის, მოლექულებში არენების, ფისების და გოგირდშემცველი ნაერთების შემცველობის გაზრდით [2, 3, 4].

ნამუშევარი ნავთობური ზეთების ტოქსიკურობა და კანცეროგენურობა განისაზღვრება ზეთების მოლექულების კონდენსაციით ექსპლუატაციისას. ტოქსიკურ გაჭუჭყიანებას მიაკუთვნებენ ტყვიის ანტიდეტონატორებს და მოტორულ ზეთებში საწვავის არასრული წვის პროდუქტებს, სხვადასხვა გამხსნელებს, ბაქტერიებს და სოკოებს. ტოქსიკური ნივთიერებები წარმოიქმნებიან საცხების დაჟანგვისა და ნიტრირებისას მათი თერმული დაშლისას. ნამუშევარ მოტორულ ზეთებში მნიშვნელოვანი რაოდენობით ტოქსიკური ნივთიერებების წარმოქმნას ხელს უწყობს მათი შერევა შეგროვებისას, ტრანსპორტირება, შენახვისა და სხვადასხვა ტიპის ზეთებისა და ქიმიური პროდუქტების მეორადი გადამუშავება.

ეკოლოგიური და მედიცინის თვალსაზრისით ნამუშევარი მოტორული

ზეთები სამ ძირითად პრობლემას განაპირობებს [4-6]:

1. დერმატიტების გაჩენას, რომელიც იწვევს კანის გაუცხიმოვნებას, ნახეთქების წარმოქმნას და დამაინფექციურების დამცველი საშუალების არ არსებობს. პრობლემა დაკავშირებულია პირადი ჰიგიენის საკითხებთან ახალ და ნამუშევარ ზეთებთან მუშაობისას.

2. საკმაოდ ნათლად დადგენილია ზოგიერთი ზეთოვანი ფრაქციის და საცხი მასალების კანცეროგენურობა, რომელსაც იწვევს ახალ პროდუქტებში არსებული რიგი ნივთიერება. ეს ფაქტი ნამუშევარი ზეთების მეორედ გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა.

3. ბოლო პერიოდში წარმოიშვა ნამუშევარი მოტორული ზეთების მიერ ჰალოგენებით გაჭუჭყიანების პრობლემა, რომელიც დაკავშირებულია მეორადი გადამუშავების და უტილიზაციის შედეგებთან.

სამივე პრობლემის განხილვა მოიცავს როგორც საბაზო ზეთების, ასევე მისართების მოხმარების სფეროსა და გამოყენების პირობების კვლევას [7].

დერმატოლოგიურ და ალერგიულ დაავადებებს ძირითადად იწვევენ ნამუშევარი ნავთობური ზეთები. ბოლო პერიოდში აღნიშნული დაავადებები პრაქტიკულად აღარ არსებობს პირადი ჰიგიენის გაუმჯობესების გამო.

კანცეროგენურობა და მასთან დაკავშირებული ეკოლოგიური საფრთხე დადგენილია არომატული ნახშირწყალბადების შემცველი ახალი და ნამუშევარი ზეთების გამოყენებისას.

### **ნამუშევარი მოტორული ზეთების გაწმენდა, რეგენერაცია და მეორეული გადამუშავება**

მორატული ზეთების წარმოებასა და გამოყენებაში წამყვანი ადგილი უკავია ნავთობურ ზეთებს. ნავთობური ზეთების წარმოების გაზრდა თავის მხრივ ზრდის ნამუშევარი მოტორული ზეთების რაოდენობას.

ნამუშევარი მოტორული ზეთების თვისებების აღსადგენად გამოიყენება გაწმენდა, რეგენერაცია და მეორეული გადამუშავება. ამასთან დაკავშირებით მკვეთრი ზღვარი უნდა იყოს გავლებული აღნიშნული პროცესების გამოყენების მნიშვნელობასა და სფეროს შორის.

გაწმენდა გულისხმობს პერიოდულ ან არაპერიოდულ გაწმენდას მომქმედ მოწყობილობაში დამყოვნებლებით, ფილტრებით, ცენტრიფუგებით და ადსორბერებით. ასეთი გაწმენდით ხშირად არ მიიღება ხარისხიანი ზეთი, ახალი

(უხმარი) ზეთის თვისებების მქონე. მსგავსი ღონისძიებები უზრუნველყოფენ ნამუშევარი ზეთების არა მარტო რაციონალურ უტილიზაციას, არამედ მათი მომსახურების ვადის გაგრძელებას. მომუშავე ზეთების გაწმენდა მოწყობილობიდან ჩამოუსხმელადაც შეიძლება, თუ წარმოება აღჭურვილია საცირკულაციო სისტემით.

რეგენერაცია ძირითადად გამოიყენება ისეთი ნამუშევარი მოტორული ზეთების გაწმენდა – აღდგენისთვის ახალ ზეთამდე, რომელიც არ შეიცავს მისართებს.

გაწმენდაში იგულისხმება დაყოვნება, გაფილტვრა, ცენტრიფუგირება და ადსორბცია. გაწმენდა მიეკუთვნება ფიზიკურ მეთოდებს.

რეგენერაციაში იგულისხმება ზეთის საექსპლუატაციო თვისებების აღდგენა მათი ხელმეორედ გამოყენების მიზნით.

ზეთების რეგენერაციის არსებული მეთოდები შეიძლება დაიყოს ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ და ქიმიურ მეთოდებად.

ფიზიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება სეპარაცია, ფილტვრა და დაყოვნება.

ფიზიკური მეთოდებით შესაძლებელია ზეთებიდან მყარი ნაწილაკების, წყლის მიკროწვეთების და ნაწილობრივ ფისოვან- და კოქსაწმომქმნელი ნივთიერებების მოცილება, ხოლო აორთქლების მეშვეობით – დაბალმდულარე მინარეგების. ფიზიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება აგრეთვე მასა- და თბოცვლის პროცესები, რომელთა საშუალებით ხდება ზეთებიდან ნახშირწყალბადების დაჟანგვისა, წყლისა და დაბალმდულარე ფრაქციების მოცილება.

გაფილტვრა გულისხმობს მექანიკური მინარეგებისა და ფისოვანი ნივთიერებების მოცილებას ზეთის გატარებით ბადისებრ ან ფოროვან ღობურებიან ფილტრებში. ფილტრის სახით გამოიყენება მეტალის ან პლასტმასის ბადეები, ქსოვილები, ქაღალდი, თიხამიწები, ცეოლითები.

ცენტრიფუგვა ხორციელდება ცენტრიფუგის საშუალებით და უფრო ეფექტური მეთოდია მექანიკური მინარეგებისა და წყლის მოსაცილებლად. ეს მეთოდი ეფუძნება სხვადასხვა ფრაქციის არაერთგვაროვანი ნარეგების ცენტრიდანული ძალის მოქმედებას. ამ მეთოდის გამოყენების შემდეგ მექანიკური მინარეგების რაოდენობა ზეთში მცირდება 0.005%-მდე.

ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს მიეკუთვნება: ადსორბცია (სილიკაგელის, ალუმინის ოქსიდის, და სხვ. სორბენტების საშუალებით); კოაგულაცია ზეთში ხსნადი ფისოვან-ასფალტენური ნივთიერებისა და კოლოიდებისა, რომლებიც არ განცალკევდებიან ფილტრაციითა და სეპარაციით (კოაგულატორების სახით

იყენებენ თხევად მინას, სახამებლის წყალხსნარს, თუთიის ქლორიდს და სხვ.); სელექციური გამსხნელებით გაწმენდა; იონმიმოცვლითი გაწმენდა. კოაგულაცია ანუ ზეთში კოლოიდური ან დისპერსული სისტემების სახით არსებული დაბინძურების პროდუქტების გამსხვილება, რომელიც ხორციელდება სპეციალური ნივთიერებების – კოაგულანტების დამატებით. მათ მიეკუთვნება: არაორგანული და ორგანული წარმოშობის ელექტროლიტები, ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები (ზან-ები), ჰიდროფილური მაღალმოლეკულური ნაერთები.

აღსორბციული გაწმენდა – გულისხმობს ისეთი ნივთიერების გამოყენებას, რომელსაც აღსორბციის უნარი გააჩნია და გრანულების ზედაპირზე ახდენს ზეთში არსებული მინარევების შეკავებას. აღსორბენტებად გამოიყენება ბუნებრივი წარმოშობის (მათეთრებელი თიხები, ბოქსიტები, ბუნებრივი ცეოლიტები) და ხელოვნური გზით მიღებული (სილიკაგელი, ალუმინის ოქსიდი, ალუმინ-სილიკატური ნაერთები, სინთეზური ცეოლიტები) და სხვა ნივთიერებები.

აღსორბციული გაწმენდა შეიძლება განხორციელდეს კონტაქტური მეთოდით – ზეთის შერევით დაწვრილმანებულ აღსორბენტთან; პერკოლაციური მეთოდით – ზეთის გატარებით აღსორბენტზე, ზეთი და აღსორბენტი მოძრაობენ ერთმანეთის საპირისპირო მიმართულებით.

კონტაქტური გაწმენდის ნაკლია ის, რომ პროცესი საჭიროებს დიდი რაოდენობით აღსორბენტის უტილიზაციას, რომელიც აბინძურებს გარემოს. პერკოლაციური გაწმენდის დროს აღსორბენტის სახით ხშირად გამოიყენება სილიკაგელი, რაც მეთოდს აძვირებს. უფრო პერსპექტიულია ზეთის აღსორბციული წმენდა აღსორბენტის მოძრავ ფენაში, რომლის დროსაც პროცესი მიმდინარეობს უწყვეტად – აღსორბენტის პერიოდული შეცვლის, რეგენერაციის გარეშე. ამ პროცესის გამოყენება დაკავშირებულია საკმაოდ რთული მოწყობილობების გამოყენებასთან, რაც აფერხებს მის ფართო გამოყენებას პრაქტიკაში.

იონ-მიმოცვლითი გაწმენდა ეფუძნება იონიტების (იონმიმოცვლითი ფისების) შესაძლებლობას შეაკავონ მინარევები ხსნად მდგომარეობაში მათი იონებად დისოცირების შედეგად. იონიტები წარმოადგენენ მყარ ჰიგროსკოპულ გელებს, რომლებიც მიიღება ორგანული ნივთიერებების (წყალში და ნახშირწყალბადებში უხსნადი) პოლიმერიზაციისა და პოლიკონდენსაციით. გაწმენდა შეიძლება განხორციელდეს კონტაქტური მეთოდით: ნამუშევარი ზეთების შერევით იონიტთან, რომლის მარცვლების დიამეტრია 0.3-2.0 მმ ან პერკოლაციური მეთოდით ზეთის გატარებით იონიტით არსებულ კოლონაში. შედეგად მოძრავი იონები იცვლება

მინარევეების იონებით. იონიტების თვისებების აღდგენა ხდება მათი გამორეცხვით გამხსნელით, შრობით და აქტივაციით ნატრიუმის ტუტის 55%-იანი ხსნარის საშუალებით. იონმიმოცვლითი გაწმენდა საშუალებას იძლევა ზეთს მოსცილდეს მუავა მინარევეები და არ ახდენდეს ფისოვანი ნაერთების მოცილებას.

სელექციური გაწმენდა ეფუძნება ნამუშევარი ზეთის გაწმენდას მასში შემავალი დამაბინძურებელი და სიბლანტე-ტემპერატურული თვისებების გამაუარესებელი ცალკეული ნივთიერებების (ჟანგბად-, გოგირდ- და აზოტშემცველი ნაერთები და აგრეთვე აუცილებლობის შემთხვევაში პოლიციკლური ნახშირწყალბადები) მოცილებას წინასწარ შერჩეული გამხსნელებით.

სელექციური გამხსნელების სახით გამოიყენება ფურფუროლი, ფენოლი და მისი ნარევი კრეზოლთან, ნიტრობენზოლი, სხვადასხვა სპირტი, აცეტონი, მეთილკეტონი და სხვ. სითხეები. სელექციური გაწმენდა შეიძლება ჩატარდეს “შემრევ - დამაყოვნებელი” ტიპის აპარატში (საფეხურებრივი ექსტრაქცია) ან ორ კოლონაში: საექსტრაქციო აპარატში – ზეთისგან მინარევეების მოშორების მიზნით და სარექტიფიკაციო აპარატში – გამხსნელის გამოხდის (უწყვეტი რექტიფიკაცია) მიზნით. მეორე მეთოდი უფრო ეკონომიურია და ფართო გამოყენება ჰპოვა.

სელექციური გაწმენდის სახეობად ითვლება ნამუშევარი ზეთის დამუშავება პროპანით, რომლის დროსაც ზეთის ნახშირწყალბადები იხსნება პროპანში, ხოლო კოლოიდურ მდგომარეობაში არსებული ფისოვან-ასფალტენური ნაერთები გამოილექება [8].

ქიმიურ მეთოდებს მიეკუთვნება: გოგირდმჟავური და ტუტით გაწმენდა. ქიმიური მეთოდებით გაწმენდა ეფუძნება ზეთში არსებული მინარევეებისა და იმ ნივთიერებებს შორის ქიმიურ ურთიერთქმედებაზე, რომელიც შეყავთ მასში გაწმენდის მიზნით. რეაქციის შედეგად მიიღება ზეთიდან ადვილად მოსაშორებელი ნივთიერებები. ქიმიური გაწმენდის მეთოდებს მიეკუთვნება ჟანგბადით დაჟანგვა, ჰიდროგენიზაცია, აგრეთვე შრობა და გაწმენდა მეტალების ოქსიდებით, კარბიდებითა და ჰიდრიდებით. ეს პროცესი ყველაზე ხშირად გამოიყენება.

გოგირდმჟავური გაწმენდის შედეგად მიიღება დიდი რაოდენობით მჟავე გუდრონი, რომლის უტილიზაცია რთულია და იგი წარმოადგენს ეკოლოგიურად საშიშ ნარჩენს. გარდა ამისა, გოგირდმჟავური გაწმენდა არ უზრუნველყოფს ზეთებიდან პოლიციკლური არენებისა და ქლორის მაღალტოქსიური ნაერთების მოცილებას.

### ჰიდროგაწმენდა

პროცესი ხშირად გამოიყენება ნამუშევარი ზეთების რეგენერაციაში. პროცესი უზრუნველყოფს როგორც მაღალხარისხიანი ზეთების მიღებას და მათ მაღალ გამოსავლიანობას, ასევე მაღალ ეკოლოგიურ სისუფთავეს გოგირდმჟავური და აღსორბციული გაწმენდის პროცესებისგან განსხვავებით.

ჰიდროგენიზაციის პროცესის ნაკლია – დიდი რაოდენობით წყალბადის გამოყენების აუცილებლობა.

### **ნატრიუმისა და მისი მარილებით მიმდინარე პროცესები**

ზეთების გასაწმენდად პოლიციკლური (ფისოვანი) ნაერთებისაგან, ქლორის მაღალტოქსიური დაჟანგვის პროდუქტებისა და მისართებისაგან, გამოიყენება მეტალური ნატრიუმით მიმდინარე პროცესები. ამ დროს მიიღება ნატრიუმის მარილები და პოლიმერები დუღილის მაღალი ტემპერატურით, რაც იძლევა ზეთის გამოხდის საშუალებას. გამოხდილი ზეთის გამოსავალი შეადგენს 80-85%-ს. პროცესი არ საჭიროებს კატალიზატორს და წნევას, არ ხდება ქლორ- და გოგირდწყალბადის გამოყოფა.

რეგენირებული ზეთის ხარისხის ნორმები, როგორც წესი რამდენადმე დაბალია ვიდრე ჩვეულებრივის.

**მეორადი გადამუშავება** – მრავალრიცხოვან სამრეწველო პროცესებს შორის გამოყოფენ გასუფთავების შემდეგ მეთოდებს: გოგირდმჟავური, აღსორბციული, ჰიდროგაწმენდა, ექსტრაქციული, ულტრაფილტრაცია. ცალკე განიხილება კომბინირებული პროცესი, რომელშიც გამოიყენება ნამუშევარი ზეთების დემეტალიზაცია.

არსებობს გოგორდმჟავით გაწმენდის სხვადასხვა პროცესი, მათ შორის აღსანიშნავია:

1. მჟავურ-კონტაქტური გაწმენდა;
2. მჟავურ-კონტაქტური გაწმენდა ატმოსფერულ-ვაკუუმურ გამოხდასთან შეთავსებით;
3. პროცესი ნედლეულის თერმული დამუშავების სტადიით.

ზეთებში მისართების შემცველობის გაზრდით მჟავურ-კონტაქტური პროცესის დროს მჟავისა და სორბენტების დანახარჯი იზრდება. შესაბამისად იზრდება ეკოლოგიურად საშიში ნარჩენების რაოდენობა. გარდა ამისა გოგორდმჟავური გაწმენდა არ უზრუნველყოფს პოლიციკლური არენებისა და ქლორის

მაღალტოქსიური ნაერთების მოცილებას. საფრანგეთის ნავთობის ინსტიტუტმა დაამუშავა ნამუშევარი ზეთების მეორადი გადამუშავების სქემა თხევადი პროპანის გამოყენებით, რაც საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს მჟავის დანახარჯი ბოლო სტადიაზე. საბოლოო პროდუქტის გამოსავალი აჭარბებს 80%-ს.

ნამუშევარი ზეთების ნარევის რეგენერაცია (მეორადი გადამუშავება) გამოიყენება ნამუშევარი ზეთების ნარევებისათვის საწყისი თვისებების მისანიჭებლად. ასეთი ნედლეულიდან შეიძლება მიღებულ იქნას განსხვავებული შედგენილობის და დანიშნულების მქონე საბაზო ზეთები. ამავე დროს მიზანშეწონილია პროცესების კომპლექსის გამოყენება: გოგირდმჟავური გაწმენდა, ჰიდროგაწმენდა, ექსტრაქცია, ვაკუუმური გამოხდა და სხვა ფიზიკური და ქიმიური მეთოდები.

ნამუშევარი ზეთების ნარევის რეგენერაციის პროცესისაგან დამოკიდებულებით მიიღება საბაზო ზეთების 2-3 ფრაქცია, რომელთა კომპაუნდირებით და მათში მისართების შეყვანით შესაძლებელია სასაქონლო ზეთების მომზადება.

მაღალი გამაჭუჭყიანების ხარისხის მქონე და დაჟანგული ზეთები ჩვეულებრივ განიცდიან რეგენერაციას სპეციალური სამრეწველო დანადგარებზე. რეგენერაცია გულისხმობს ფიზიკურ-ქიმიურ დამუშავებას, რომლის შედეგად ზეთებიდან პრაქტიკულად სრულად გამოიყოფა სუსპენდირებული და გახსნილი მავნე ნივთიერებები, წვის პროდუქტები და აგრეთვე ზეთებში ჩარჩენილი მისართები.

მეორადი გადამუშავების სხვადასხვა სამრეწველო პროცესებს შორის გამოიყოფენ გაწმენდის ძირითად მეთოდებს: გოგირდმჟავურ გაწმენდას, აღსორბციულ გაწმენდას, ჰიდროგაწმენდას, ექსტრაქციულ გაწმენდას, თხელაფსკურ აირთქლებას, ულტრაფილტრაციას და სხვა მეთოდებს.

რეგენირებული ზეთის საშუალო გამოსავალი ნამუშევარი ზეთიდან, რომელიც შეიცავს დაახლოებით 10% მყარ გამაჭუჭყიანებელ მინარევებს და წყალს, 2-4% განზავებულ საწვავს, გაწმენდილი რეგენირებული ზეთის სახით შეადგენს 70-85%-ს.

ნამუშევარ ძრავულ ზეთებს გააჩნიათ დაბალი აორთქლების უნარი, ტოქსიკურობა, კარცეროგენობა და განიცდიან ბიოდაშლას.

ტოქსიკურობა ძირითადად განისაზღვრება ზეთების დაშლით ექსპლუატაციის დროს. ტოქსიკურ გამაჭუჭყიანებელს მიეკუთვნება ტყვიის ანტიდეტონატორები და ძრავულ ზეთებში საწვავის არასრული წვის პროდუქტები. ტოქსიკური ნივთიერებები

შეიძლება წარმოიქმნან საწვავების თერმული დაშლის დროს მათი დაჟანგვით და ნიტრირებით [22, 23].

ეკოლოგიური და სამედიცინო თვალსაზრისით ნამუშევარი მინერალური ზეთები ხასიათდებიან პრინციპული პრობლემებით [6]: დერმატიტების წარმოქმნით, რომლებიც იწვევენ კანის გაუცხიმოვნებას, ნახეთქების წარმოქმნას და ინფექციის შეჭრას დამცავი საშუალების არ არსებობის შემთხვევაში;

დადგენილია ზოგიერთი ზეთოვანი ფრაქციის კანცეროგენობა, რომელსაც იწვევს ნამუშევარ ზეთებში წარმოქმნილი ზოგიერთი ნივთიერება. აღნიშნული ნივთიერებები არ არსებობს ახალ ზეთებში.

ბოლო დროს პრობლემას წარმოადგენს ნამუშევარი მინერალური ზეთების გაჭუჭყიანება ჰალოგენებით, რაც განპირობებულია ძირითადად მეორადი გადამუშავებით და უტილიზაციით.

ყველა პრობლემის განხილვა გულისხმობს საბაზო ზეთების შედგენილობის, მათი გამოყენების სფეროების (დარგების) და პირობების, აგრეთვე მისართების კვლევას.

დერმატოლოგიურ და ალერგიულ დაავადებებს ძირითადად იწვევენ ნამუშევარი ნავთობური ზეთები, განსაკუთრებით კი მეტად რთული შედგენილობის მქონე ზეთები.

თანამედროვე ტექნიკურ ლიტერატურაში ნამუშევარი ზეთების ხარისხის აღდგენისთვის გამოიყენება სხვადასხვა ტერმინები – გაწმენდა, რეგენერაცია, მეორადი გადამუშავება. ამასთან დაკავშირებით აუცილებელია ზუსტად დაიყოს, ამ პროცესების დანიშნულება და გამოყენების დარგები, რომლებიც ხორციელდება დაწლობის, ფილტრაციის, ცენტრიფუგის და აღსორბენტების დახმარებით. მსგავსი ზომები უზრუნველყოფენ საცხი მასალების მუშაობის დროის გახანგრძლივებას.

რეგენერაცია ახორციელებს ინდივიდუალური, ნამუშევარი საცხი მასალის ხარისხის აღდგენას ახლის დონემდე; აღადგენს ნამუშევარი ზეთების თვისებებს. რეგენერაციის ჩასატარებლად გამოიყენებენ შედარებით რთულ ფიზიკურ და ქიმიურ პროცესებს – კოაგულაციას, გოგირდმჟავურ და აღსორბციულ გაწმენდას.

სხვადასხვა ნამუშევარი ზეთების ნარეგების გადამუშავების შემთხვევაში გამოიყენება მეორადი გადამუშავების მეთოდი, რომელიც გვთავაზობს პროცესების კომპლექსის გამოყენებას – მინიმუმ ორჯერად ვაკუუმურ გამოხდას, ექსტრაქციას, პოდროგაწმენდას და სხვ.

გაწმენდის და რეგენერაციის თანამედროვე მეთოდებს შორის უპირატესობა



ენიჭება ფიზიკურ მეთოდებს – დაწდობას, ცენტრიფუგას, ფილტრაციას, ვაკუუმურ შრობასა და გამოხდას [25, 26, 27, 28].

მეორადი გადამუშავების სამრეწველო მეთოდებს შორის გამოყოფენ გაწმენდის ძირითადი მეთოდების ჯგუფს: გოგირდმჟავურ, ადსორბციულ, ჰიდროგაწმენდის, ექსტრაქციული, თხელაფსკურ აორთქლებას. ცალკე განიხილება ნამუშევარი ზეთების დემეტალიზაციის კომბინირებული ქიმიური პროცესი. ამ პროცესებიდან ძირითადებს წარმოადგენს:

მჟავურ-კონტაქტური გაწმენდა;

მჟავურ-კონტაქტური გაწმენდა, რომელიც ითავსებს ატმოსფერულ-ვაკუუმურ გამოხდას.

ბოლო დროს მისართების გაზრდილი შემცველობის მქონე ზეთების მჟავურ-კონტაქტური მეთოდით გაწმენდის შემთხვევაში იზრდება მჟავას და სორბენტის ხარჯი, რაც არასასურველია.

ბევრ ქვეყანაში გამოიყენება მჟავურ-კონტაქტური გაწმენდის პროცესის მოდიფიცირებული ვარიანტები, რომლებიც ითავსებს ნედლეულის თერმული გადამუშავების სტადიას მჟავას ხარჯის შემცირების მიზნით. ზეთების გამოსავალი ამ შემთხვევაში დაახლოებით 66% (მას.) შეადგენს. ზოგიერთ შემთხვევაში მჟავურ-კონტაქტური გაწმენდა კომბინირებულია ვაკუუმური გამოხდასთან, ფურფუროლით და და სორბენტების დამუშავებასთან. ამჟამად ხორციელდება მჟავების გარეშე პროცესების შემუშავება [7, 8].

საკმაოდ სტაბილური და მაღალი ხარისხის საბაზო ზეთები მიიღება ძირითადად ადსორბციული გაწმენდის გამოყენებით (კონტაქტური და პერკოლაციური მეთოდით). შემდეგ საბაზო ზეთებს შეურევენ ახალ ზეთებს და შეიყვანენ მისართებს.

ტექნოლოგიის ნაკლად ითვლება სიბლანტის და მისადები პროდუქტის დუღილის ტემპერატურის ზღვრის კონტროლის არ არსებობა და ზეთის მნიშვნელოვანი დანაკარგები სორბენტთან.

განსაზღვრული სირთულეები წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით ნამუშევარი სორბენტის უტილიზაციის აუცილებლობით.

მეთოდის ნაკლოვანებების ნაწილობრივი აცილება შესაძლებელია სქემაში ნედლეულის ვაკუუმური გამოხდის ჩართვით.

ალტერნატიულ ადსორბციულ გამწმენდ მეთოდად ითვლება ჰიდრირების პროცესები. ამ შემთხვევაში აუცილებელია ისეთი სორბენტების გამოყენება,

რომლებიც დაიცავს ჰიდროგაწმენდის კატალიზატორებს მეტალებით და ფისოვანი ნივთიერებებით გამოწვეული ნაადრევი დეზაქტივაციისაგან.

ამჟამად ცნობილი სამრეწველო ჰიდროგაწმენდის პროცესები ჩვეულებრივ შეთავსებულია ვაკუუმურ გამოსდასთან. ზოგ შემთხვევაში ჰიდროგენიზაციური პროცესები გამოიყენება სამიზნე პროდუქტების ზედმიწევნით გასაწმენდად. ჰიდროგაწმენდას უთავსებენ პროპანით ექსტრაქციის პროცესს.

ძრავული ზეთების მეორადი გადამუშავების პერსპექტიულ პროცესად ითვლება თხელაფსკური აორთქლება. უდიდესი პრაქტიკული მნიშვნელობა ენიჭება როტორულ ამორთქლებელს.

რიგ ქვეყნებში მუშაობს დანადგარები, რომელთა ძირითად სტადიებს წარმოადგენს ატმოსფერული და ვაკუუმური გამოსდები, მაღალვაკუუმური თხელაფსკური აორთქლება, ჰიდროგაწმენდა და დაფრაქციონირება. პროცესი უზრუნველყოფს ნამუშევარი ზეთების გადამუშავებას 60-65%-ის რაოდენობით ზეთის კომპონენტის და საერთო სასარგებლო პროდუქტების 95%-ით მიღებას. ნარჩენი შეიძლება გამოყენებულ იქნას საქვებში საწვავად ან ასფალტის კომპონენტად.

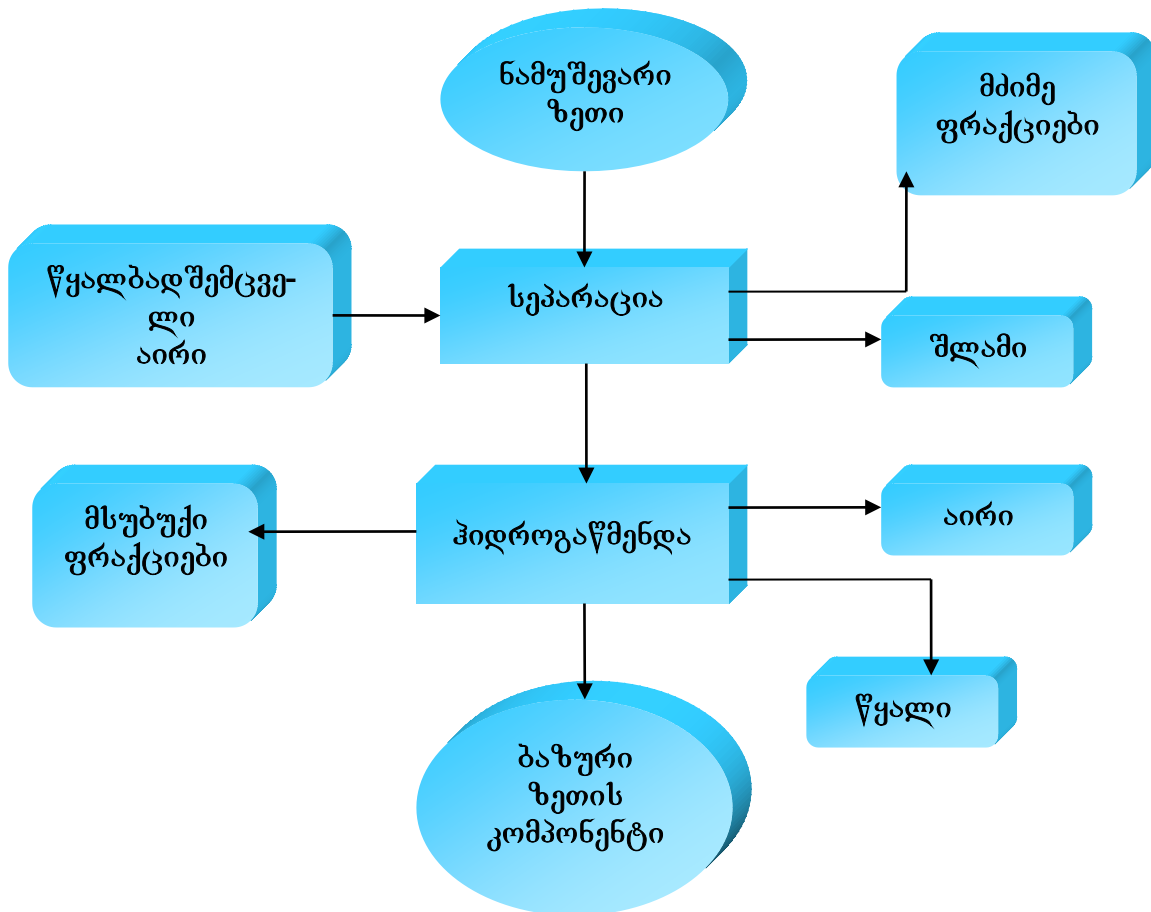
გამოიყენება აგრეთვე პროცესი, რომელიც გულისხმობს ნედლეულის ერთჯერად აორთქლებას, ვაკუუმურ გამოსდას, ორსაფეხურიან გამოსდას თხელაფსკურ ამორთქლებლებში და ჰიდროგაწმენდას შემდგომში ზეთის ნატრიუმის ჰიდროქსიდით დამუშავებას. მეთოდის ღირსებას წარმოადგენს სამიზნე (საბოლოო) პროდუქტის მაღალი ხარისხის, რომელიც ახალი ზეთის იდენტურია. კარგი ეკოლოგიური თვისებები უზრუნველყოფენ მათ გამოყენებას გზებზე მტვრის წარმოქმნის დათრგუნვისთვის.

გამოყენებულ სამრეწველო პროცესებს შორის გამოყოფენ ტექნოლოგიას, სადაც პირველ სტადიაზე ატარებენ ნამუშევარი მინერალური ზეთის დემეტალიზაციას **დიამონიუმფოსფატის** ხსნარის შეყვანით. ფილტრაციის შემდეგ ზეთს უტარებენ ჰიდროგაწმენდას. პროცესის უპირატესობას წარმოადგენს სასაქონლო ძრავული ზეთების მიღება, სამიზნე პროდუქტების საფუძველზე ახალი ზეთების დამატების გარეშე.

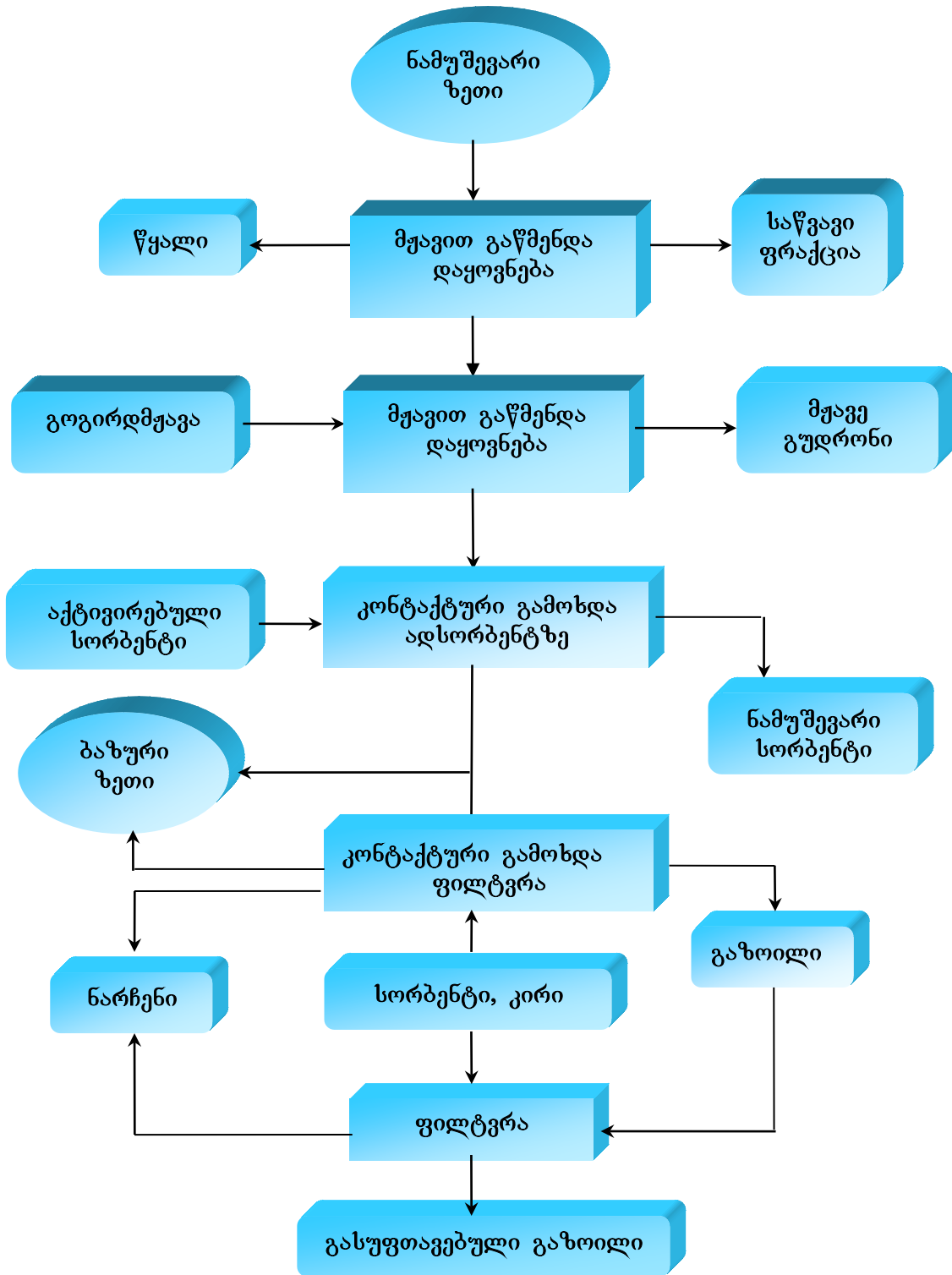
ნამუშევარი ზეთების რეგენერაციის პროცესი, რომელიც შემუშავებულია ფირმა UOP-ის მიერ: ნედლეული ჰიდრირდება წინასწარი მომზადებისა და გაუწყლოების გარეშე. ნამუშევარ ზეთებს ურევენ გამთბარ წყალბადშემცველ აირს და გაატარებენ სეპარატორში, სადაც ხდება მეტალის, მყარი მინარევებისა და

მცირე რაოდენობით მძიმე ფრაქციების (სტაბილიზაციის შემდეგ მძიმე ნარჩენი) დაყოფა. ნახშირწყალბადური კომპონენტები წყალთან ერთად ექვემდებარება კატალიზურ ჰიდრირებას რეაქტორში. ამორთქლებელში ზეთს სცილდება წყლის ფაზა და აირები. მსუბუქი პროდუქტები ფრაქციონირდება, წყალი ექვემდებარება სპეციალურ გაწმენდას. ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით ამ პროცესს შეუძლია კონკურენცია გაუწიოს ნავთობური ნედლეულიდან მიღებული ზეთების პროცესს [9, 10].

### UOP-ის ტექნოლოგიური სქემა



ეკონომიური და ეკოლოგიური თვალსაზრისით შედარებით ეფექტურია „Meinken“-ის ფირმის პროცესი, რომელიც ასევე ეფუძნება მჟავებისა და სორბენტების გამოყენებას.



პროცესი მოიცავს ნედლეულის თერმულ კრეკინგს 320-340°C, რაც იძლევა საშუალებას გოგირდმჟავის რაოდენობა შემცირდეს 15-20%-მდე, აქტივირებული თიხის 1-6%-მდე ანუ 2-ჯერ მცირდება განსხვავებით წინასწარი კრეკინგით მიმდინარე პროცესსაგან [10].

სამრეწველო გამოყენებას ჰპოვებს პროცესები, რომელშიც ძირითადი სტადიაა აღსორბციული გაწმენდა (კონტაქტური ან პერკოლაციური მეთოდით).

აშშ-ში ამ მეთოდს ხშირად იყენებენ. სქემა გულისხმობს წყლისა და საწვავი ფრაქციების მოცილებას გაწმენდით. სორბენტების სახით ფართოდ გამოიყენება აქტივირებული თიხა, რომელიც ბევრ ქვეყანაში ხელმისაწვდომია. ამ სქემით ადსორბენტის დანახარჯი შეადგენს 120-160 კგ/მ<sup>3</sup> ე.ი. აღწევს 40%-ს, გაწმენდის ტემპერატურა 40-65°C-ით მეტია ჩვეულებრივთან შედარებით.

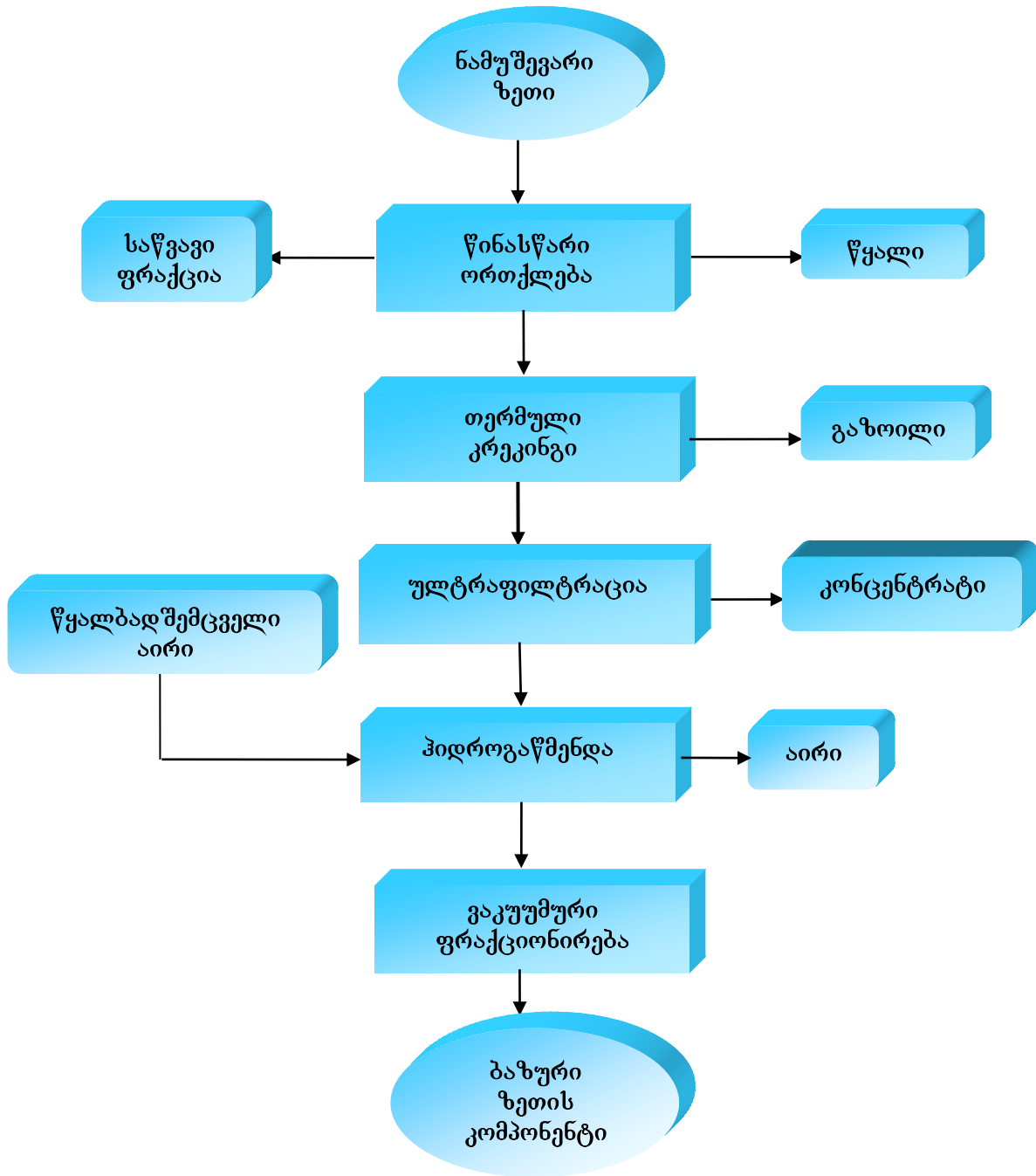
აშშ-ში საბაზო ზეთების 55%-ზე მეტი ამ მეთოდით მიიღება, რადგანაც ეს ზეთები საკმაოდ სტაბილური და მაღალი ხარისხისაა, მათ როგორც წესი ურევენ ახალ ზეთებს და ამატებენ მისართებს. აღნიშნული პროცესის ნაკლია ის, რომ არ ხდება სიბლანტისა და მიღებული პროდუქტების ფრაქციული შედგენილობის კონტროლი, აგრეთვე ადგილი აქვს სორბენტებთან ზეთის დანაკარგს. ამ პროცესში ვაკუუმური გამოხდის სტადიის ჩართვით აღნიშნული ნაკლოვანებები ნაწილობრივ აღმოიფხვრება.

Regelub-ის ფირმის მიერ შემოთავაზებული მეორადი გადამუშავების პროცესისათვის დამახასიათებელია ულტრაფილტრაციის გამოყენება. ეს ეკოლოგიურად სუფთა პროცესია. ტექნოლოგია შედგება საწვავი ფრაქციისა და გამხსნელის თერმული დამუშავებით (380°C) მისართების დაშლის, ცხელი ულტრაფილტრაციის (300°C) და კატალიზური ჰიდროგაწმენდის სტადიებისაგან. საჭირო სიბლანტის ზეთების მისაღებად ბოლო ეტაპზე ახდენენ ვაკუუმურ გამოხდას.

ამ პროცესის უპირატესობაა მაღალი გამოსავლიანობა, აგრეთვე ნარჩენების უტილიზაციის სიმარტივე. ზეთის კვალიფიციურად თერმოდამუშავებისას ულტრაფილტრაციის ხარისხი პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული ნამუშევარი ზეთის ხარისხზე. ეს კი იმის გარანტიაა, რომ არ მოხდება ჰიდროგაწმენდის კატალიზატორის დეზაქტივაცია დროზე ადრე.

ბოლო დროს ტენდენციად იქცა იაფი ორგანული წარმოშობის სორბენტების გამოყენება.

ადსორბციულ წმენდას ანაცვლებენ ჰიდროგენიზაციური პროცესებით. ამ დროს სორბენტები აუცილებელია ჰიდროგაწმენდის კატალიზატორების დასაცავად ფისოვანი ნაერთებით დეზაქტივაციისაგან. ჰიდროგენიზაციურ პროცესებს სულ უფრო ხშირად იყენებენ ნამუშევარი ზეთების მეორადი გადამუშავების პროცესში. ეს უკავშირდება მაღალხარისხიანი ზეთების მიღებას, მათი გამოსავლის გაზრდას, ასევე ეკოლოგიური თვალსაზრისითაც გამართლებულია, რადგან პროცესი დიდი ეკოლოგიური სისუფთავით ხასიათდება განსხვავებით სხვა პროცესებისაგან [10,11].



### ზეთების მუშაობის რეჟიმი ძრავში

საზეთი მოქმედება – ზოგიერთი ნივთიერების თვისება შეამციროს შინაგანი ხახუნისა და მოხახუნე სხეულების ცვეთა. იმ შემთხვევებში როდესაც მოხახუნე მყარი სხეულების ზედაპირებს შორის შემზეთავის ფენა ქმნის საკმარის სისქეს იმისათვის, რომ წარმოიქმნას თხევადი ფაზა, ამ შემთხვევაში ასეთი სისქის შემზეთავის მოქმედება უკვე განისაზღვრება არა მისი მოლეკულის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებითა და მათი ადსორბციული ურთიერთმოქმედებით მყარი

სხეულების ზედაპირთან, არამედ სრულიად ექვემდებარება თერმოდინამიკის რეჟიმს, იმდენად რამდენადაც ამ შემთხვევაში შინაგანი ხასუნის გადადის სითხის შიგა ხასუნში. დადგენილ იქნა, რომ ძირითადი სითხის პარამეტრი რომელიც განსაზღვრავს მის შემზეთავ მოქმედებას, არის სიბლანტე.

ნებისმიერი ფუნქციონალური დანიშნულების ზეთის საექსპლუატაციო თვისებები გამოყენების პროცესში უარესება, რაც განაპირობებს ზეთის შეცვლისა და ნამუშევარი პროდუქტების უტილიზაციის აუცილებლობას. პროცესების ერთობლიობას, რომლებიც მიმდინარეობს მინერალურ ზეთებში მათი ექსპლუატაციის დროს, ზეთის „დაბერება“ ეწოდება.

ზეთის „დაბერება“ მასზე სხვადასხვა სახის ზემოქმედების შედეგია. ამ ზემოქმედების ხარისხი და ხასიათი დაკავშირებულია შესაზეთი ობიექტის სამუშაო რეჟიმთან და თავისებურებებთან. ზეთის ფუნქციონალური დანიშნულებისაგან დამოუკიდებლად, იმ ძირითად პროცესებს შორის, რომელიც არსებით გავლენას ახდენს საექსპლუატაციო თვისებების გაუარესებაზე, არის დაუანგვითი გარდაქმნები.

ძრავაში ზეთის „დაბერებაზე“ მოქმედ ძირითად ფაქტორებს მიეკუთვნება ზეთის ხარისხი, ძრავას კონსტრუქცია, ზეთის მუშაობის პირობები, ავტომობილის მომსახურების კულტურა და რემონტის ხარისხი.

ძრავებში ზეთის თერმოქიმიურ გარდაქმნებში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საწვავის არასრული წვის პროდუქტები ჭვარტლი, აზოტის ოქსიდები, საწვავში გოგირდის შემცველობა და სხვ.

მუშაობის პროცესში ზეთის ხარისხის ცვლილება გავლენას ახდენს შესაზეთი ობიექტის საიმედოობაზე. ძრავაში მუშაობის დროს ზეთში მიმდინარეობს დანამატების კონცენტრაციის შემცირება, უპირველეს ყოვლისა კი ტუტე დანამატებისა, რაც იხარჯება ზეთის დაუანგვისა და საწვავის წვის პროდუქტების ნეიტრალიზაციაზე. ზეთის გამანეიტრალელებელი უნარის შემცირება დამოკიდებულია ძრავას კონსტრუქციულ თავისებურებასა და ტექნიკურ მდგომარეობაზე, გამოყენებული ზეთის ხარისხსა და მუშაობის ხანგრძლივობაზე [10-12].

### **ზეთების გამოყენების ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა**

მრავალრიცხოვან თვისებას შორის, რომლის საშუალებით ხდება ძრავული ზეთების შეფასება, მთავარი ეკოლოგიური თვისებაა.

ბაზური ნავთობური ზეთი ხასიათდება დაბალი ტოქსიურობით არაუშუალო კონტაქტისას. ხანგრძლივი ზემოქმედებისას ბაზური ზეთი, როგორც გამხსნელი, კანიდან აცილებს ცხიმს, იწვევს გაღიზიანებას, დასივებას და დერმატიტს. კმნის ტოქსიკოლოგიურ საფრთხეს, ვინაიდან ჭარბი რაოდენობით შეიცავს აქტიურ ელემენტებს; გოგირდს, ფოსფორს, ქლორს, ტყვიას და სხვ. მაგრამ ზეთებში მისართების მცირე შემცველობის გამო მათი უარყოფითი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე უმნიშვნელოა.

მაღალი ტოქსიურობის გამო აკრძალულია ნაფტენისა და სხვა ორგანული მჟავების ტყვიის მარილების გამოყენება. ზეთების მუშაობის პროცესში სხვადასხვა სახის თერმოდაქანებით პროცესის შედეგად მათი კანცეროგენურობა და ტოქსიურობა იზრდება. ამ თვალსაზრისით ზეთების გაჭუჭყიანების ხარისხი განისაზღვრება მათი გამოყენების პირობებით. მაგალითად, ძრავის ზეთებისათვის ძირითადად დამახასიათებელია საწვავის წვის პროდუქტებით დაჭუჭყიანება, რის შედეგად იზრდება მათი ტოქსიურობა [16].

ახალ ზეთთან შედარებით ნამუშევარი ან მუშაობაში მყოფი ზეთის კანცეროგენურობის ხარისხი მეტია, რადგან მუშაობისას ზეთში „ზან“-ის შემცველობა იზრდება.

დიდია ზეთის დანახარჯები მისი ჩასხმის, ავტომობილების გაწეობის, ზეთის შეცვლისა და ნამუშევარი პროდუქტების შეგროვების პროცესში. აღსანიშნავია, რომ თითქმის ყველა ზეთი მავნეა ნიადაგისა და წყლებისათვის.

ეკოლოგიური უსაფრთხოების ამაღლების ამოცანები განისაზღვრება საკანონმდებლო წესით ბუნების დაცვის ღონისძიებათა რეალიზაციის აუცილებლობით, რაც მიზნად ისახავს გარემოს გაჯანსაღებას.

ზეთების გამოყენების ეკოლოგიური უსაფრთხოების გაზრდას დიდი მნიშვნელობა აქვს და მიიღწევა შემდეგი გზებით:

ზეთის აორთქლებისა და გარემოს გაჭუჭყიანების შემცირებით; ზეთების გაუონვის შემცირებით ექსპლუატაციის პროცესში; ნამუშევარი ზეთების უნარჩუნო უტილიზაციის უზრუნველყოფით [10].

### მოტორული ზეთების კლასიფიკაცია

მოტორული ზეთები კლასიფიცირდება შემდეგი სისტემების მიხედვით: FOCT- (რუსეთი) - SAE - (აშშ საავტომობილო საზოგადოება) - API (აშშ-ს ნავთობის



ინსტიტუტი) - ILSA (შემზეთავი მასალების საერთაშორისო კომიტეტი) ACEA- (ევროპული ასოციაცია) [7].

თანამედროვე ეტაპზე მოტორული (ძრავის) ზეთები დანიშნულების მიხედვით ხასიათდება ორი ძირითადი ნიშნით: 1. სიბლანტის მიხედვით, რომელიც შემოღებულია აშშ საავტომობილო ინჟინერიის საზოგადოების მიერ (SAE). 2. ექსპლოატაციური დანიშნულების მიხედვით, რომელიც მოწონებულია: (API) – ამერიკის ნავთობის ინსტიტუტის; (ACEA)-ავტომობილის მწარმოებელი ევროპული ასოციაციის; (ILSAC) – საერთაშორისო სტანდარტიზაციის კომიტეტის; (IAML) – იაპონიის ავტომშენებელი ასოციაციის; (MIL)-აშშ-ს სპეციალური სამხედრო უწყების და (FOCT)-17479-85 რუსეთის ფედერაციის მიერ.

მოტორული ზეთები გამოიყენება დღეშიანი ძრავებისათვის. ასეთი ძრავებით აღჭურვილია სატრანსპორტო და სასოფლო სამეურნეო წარმოებისათვის საჭირო მანქანები. 50% გამოშვებული ზეთებისა წარმოადგენს ძირითადად მოტორულ ზეთებს. მოტორული ზეთები, SAE-ს მიხედვით კლასიფიცირდება 3 ჯგუფად:

1. ზამთრის ზეთები, რომელიც უზრუნველყოფს ზეთის საიმედო ექსპლოატაციას დაბალ, უარყოფით ტემპერატურაზე. იგი აღინიშნება ასო W-თი (WINTER).

2. ზაფხულის ზეთები გამოიყენება მაღალ ტემპერატურაზე, მაგრამ არასაიმედოა მისი გამოყენება დაბალ ტემპერატურაზე.

3. ზეთები ყველა სეზონისათვის, იგი გამოიყენება ზამთარში და ზაფხულშიც, თავისი თვისებებიდან გამომდინარე.

SAE-ს მიხედვით მოტორული ზეთები სიბლანტის ინდექსის საფუძველზე იყოფა 10 კლასად. ზამთრის ზეთების ტიპური აღნიშვნებია: 0W, 5W, 10W, 15W, 20W და 25W. ზაფხულის 20, 30, 40 და 50W.

– რაც უფრო დაბალია ზამთრის ზეთის კლასის მაჩვენებელი რიცხვი, მით უფრო დაბალია გარემოს ტემპერატურა, რომელზედაც ინარჩუნებს ზეთი მუშაობის უნარს.

– რაც უფრო მეტია ზაფხულის ზეთის კლასის მაჩვენებელი სიდიდე, მით მეტ მაღალ ტემპერატურაზე ინარჩუნებს სიბლანტეს და მუშაობის უნარს. სიბლანტის კლასი აღინიშნება დეფისით (-) მაგ. 10W-40. რაც უფრო მეტია სხვაობა 1-ლ და 2-ე ციფრს შორის, მით მეტად ფართო დიაპაზონში შეუძლია ზეთს იმუშაოს.

API-ის (აშშ-ს ნავთობის ინსტიტუტის) მიხედვით, ზეთის გამოყენების პირობები აღინიშნება 2 ასოთი. პირველი ასო აღნიშნავს ძრავის ტიპს, მაგ. ასო S ნიშნავს ზეთს, კარბურატორის ძრავისათვის, ხოლო C ნიშნავს ზეთს, დიზელის ძრავისათვის.

მეორე ასო (A, B, C, D, E, F, G, H) აღნიშნავს ზეთის ექსპლოატაციური თვისებების დონეს. აღფავიტის თანმიმდევრობის მიხედვით მცირდება ზეთის გამოყენების შესაძლებლობები. მაგ. S და C – გათვალისწინებულია არაფორსირებული ძრავისათვის, ხოლო SD და CD მაღალფორსირებული მრავალსარქველიანი ძრავებისათვის. იგი გათვალისწინებულია მაღალი დატვირთვის სამუშაო რეჟიმისათვის. სასაქონლო ზეთის მარკირებისას, ხშირად იყენებენ ორივე სისტემის ნიშნებს. ქვემოთ მოგვყავს ძრავის ზეთების მარკების შესაბამისობა სხვადასხვა სისტემისათვის.

ცხრილი 1

მოტორული (ძრავის) ზეთების სხვადასხვა კლასიფიკაციის შესაბამისობა

ზეთის დანიშნულება	ACEA	API	ILSAC	ГОСТ
ზეთი ბენზინის ძრავისათვის	A1-01 (A1-98)	SH	CF-1	-
	A2-98	SH	-	Д <sub>1</sub>
	A3-01 (A3-98)	SJ	-	-
	A4-00	SJ	GF-2	-
	A5-01	SL	GF-3	-
	-	-	GF-4	-
	B1-01	SH/CD	-	-
ზეთი მსუბუქი დიზელის ძრავისათვის	B2-98	SH/CF	-	Д
	B3-98	SJ/CF	-	-
	B4-01	SJ/CG-4	-	-
	B5-01	SL/CH-4	-	-
	E1-96	CD	-	E <sub>2</sub>
ზეთი მძიმე დიზელის ძრავისათვის, სატვირთო მანქანებისათვის და ტრაქტორებისათვის	E2-96	CE	-	Д <sub>2</sub>
	E3-96	CF-4	-	Д <sub>2</sub>
	E4-99	CG-4	-	-
	E5-99	CH-4	-	-

ზეთის ფასები და ექსპლუატაციური თვისებები ძირითადად დამოკიდებულია ზეთის დამზადების ტექნოლოგიაზე. ამიტომ მოტორული ზეთების ექსპლუატაციისას ხშირად მიუთითებენ ზეთის დამზადების ტექნოლოგიას.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ძრავის ზეთები იყოფა

1. მინერალური (ნავთობური ფრაქციებიდან მიღებული);
2. სინთეზური;

### 3. ნახევრად სინთეზური.

აღნიშნული ზეთები მკაფიოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან საექსპლუატაციო თვისებებით. კეროდ სიბლანტის ინდექსითა და გამოყენების სფეროთი. ხაზი უნდა გაესვას იმას, რომ სინთეზური ზეთები უფრო ძვირია ვიდრე მინერალური ზეთები.

## რეგენერაციის მეთოდები

ნამუშევარი მოტორული ზეთების რეგენერაცია გულისხმობს, ნამუშევარი მოტორული ზეთების ექსპლუატაციური თვისებებისა და ხარისხის მაჩვენებლის ფიზიკურ-ქიმიური იმ პარამეტრების აღდგენას, რომელიც მას გააჩნდა თავდაპირველად სახელმწიფო სტანდარტის მოთხოვნების შესაბამისად. ნამუშევარი ნავთობური ზეთების რეგენერაციისათვის გამოყენებულია შემდეგი ტრადიციული და თანამედროვე მეთოდები:

1. **ფიზიკური მეთოდები:** დაყოვნება, ფილტრაცია, ცენტრიფუგირება, გამოხდა;
2. **ქიმიური მეთოდები:** დამუშავება, მჟავა-ტუტით, სელექციური გამსხნელებით, ჰალოგენწარმოებულებით, პერ-სულფატებით, თხევადი მინით და სხვა;
3. **ადსორბციული მეთოდები:** ბუნებრივი მათეთრებელი თიხებით და ცეოლიტებით;
4. **<Lubrex>-ის პროცესი.** იგი ითვალისწინებს მეტალური Na-ის სუსპენზიის გამოყენებას;
5. **მემბრანული ტექნოლოგიები.** ულტრაფილტრაცია, ბარო მემბრანების გამოყენებით.

აშშ და ევროპულ ქვეყნებში (გერმანია, უნგრეთი, იტალია, ინგლისი) დიდი ყურადღება ექცევა ნამუშევარი ზეთების შეგროვებას და მის რეგენერაციას. მაგ. გერმანიაში ნავთობურ ზეთებზე მოთხოვნილების 23% შეივსო რეგენირებული ზეთების ხარჯზე.

**იტალიაში** რეგენერაცია ტარდება ჰალოგენწარმოებულებით, როგორცაა (ცინკის ქლორიდი, პერსულფატებთან ერთად). საზღვარგარეთელი მეცნიერების აზრით ზეთების რეგენერაცია ჰალოგენწარმოებულებით და პერსულფატებით ეფექტურია სხვა მეთოდებთან შედარებით.

**უნგრეთის** რესპუბლიკაში ზეთების რეგენერაცია ითვალისწინებს ნამუშევარი ზეთების ვაკუუმურ გამოხდას, რათა მოცილებული იქნეს ფრაქციები 300°C-ის ზემოთ, ხოლო შემდეგ ხდება მათი დამუშავება მჟავათი (5%), შემდეგ კირიანი წყლით 100-120°C-ის პირობებში თანაფარდობით (0,8-1,4%) და ბოლოს მათეთრებელი თიხების გამოყენებითა (5-7%), შემდგომი ფილტრაციით.

**გერმანიაში** ზეთების რეგენერაციას აწარმოებენ SEAB-ის მეთოდით, რომელიც გულისხმობს ნამუშევარ ზეთში ჰაერის ჭავლის შეყვანას, რის შედეგადაც ასფალტ-ფისოვანი ნაერთები (მინარევეები) იჟანგება და ილექება ნალექის სახით. გარდა ამისა ისინი იყენებენ სელექციურ გამსხნელებს, თხევად პროპანთან ერთად, რაც უზრუნველყოფს ზეთის სრულფასოვან გაწმენდას.

**რუსეთში** ნამუშევარი ზეთების რეგენერაციას აწარმოებენ ეტაპობრივად. თავდაპირველად მჟავა-ტუტის ხსნარისა და სელექციური გამსხნელებით გამოყენებით, ხოლო შემდეგ აწარმოებენ დამატებით გაწმენდას მათეთრებელი თიხების გამოყენებით. ასევე წარმატებით გამოიყენება ჰიდროგენიზაციური მეთოდები, რომელიც გულისხმობს ნავთობური ზეთების დამუშავების წყალბადის ნაკადით.

**შვეიცარიაში** ნამუშევარი ზეთების გასაწმენდად, მეტალური Na-ის სუსპენზიას იყენებენ, რაც უზრუნველყოფს ზეთის მაღალხარისხოვან გაწმენდას.

### **ნამუშევარი ზეთები რეგენერაციის აღსორბციული მეთოდები**

ნავთობური ზეთების რეგენერაციის ერთ-ერთ მეთოდად აღიარებულია აღსორბციული მეთოდი, რომელიც ემყარება ბუნებრივი და სინთეზური აღსორბტების გამოყენებას. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ხელოვნური აღსორბენტები დეფიციტია და ძვირადღირებული, რაც განაპირობებს მათი გამოყენების შეზღუდვას. ბუნებრივ სორბენტთა რიცხვს მიეკუთვნება: სილიკაგელი, ალუმინის ჟანგი, ბენტონიტური მათეთრებელი თიხები და სხვა, რომელთა გამოყენება განპირობებულია მათი ზედაპირის ფოროვანი სტრუქტურით. აღსორბენტის ეფექტურობა ისაზღვრება ხვედრითი ზედაპირის ფართობით, რომელიც ცალკეული აღსორბენტისათვის, სხვადასხვა მნიშვნელობას შეადგენს. მაგ. სილიკაგელისათვის იგი ტოლია 300-450 მ<sup>2</sup>/გრ.; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-სათვის 180-370 მ<sup>2</sup>/გრ.; ნახშირისათვის 1000 მ<sup>2</sup>/გ.; მათეთრებელი თიხებისათვის 100-300 მ<sup>2</sup>/გრ. თუ აღსორბენტის ფორების ზომა ნაკლებია სარეგენერაციო ნივთიერების მოლეკულის ზომებზე, მაშინ აღსორბენტის გამოყენება არაეფექტურია. რეგენერაციისათვის ძირითადად იყენებენ მსხვილ ფოროვან აღსორბენტებს, რაც უფრო მეტია აღსორბენტის დაჭუცმაცების ხარისხი (დისპერსულობა) მით, მეტია მისი აღსორბენტის უნარი ანუ ზედაპირის ფართობი.

ადსორბციის პროცესზე ასევე მოქმედებს ადსორბენტის **სელექტიურობა**, შერჩევითობა მაგ. ადსორბენტი  $Al_2O_3$  – უკეთესად ადსორბირებს ორგანულ მჟავებს, ვიდრე ასფალტფისოვან ნაერთებს, ხოლო სილიკატული კარგად ადსორბირებს ასფალტ-ფისოვან ნაერთებს და ცუდად ორგანულ მჟავებს. აღნიშნულიდან გამომდინარე ნავთობის წარმოებებში ხშირად იყენებენ ალუმინსილიკატებს, რომელიც წარმოადგენს  $Al_2O_3$ -სა და სილიკატების ნარევს. იგი შედგება:

$SiO_2$  – 84,7%,  $Al_2O_3$  – 7,6,  $Fe_2O_3$  – 0,5%,  $CaO$  – 0,7%,  $MgO$  – 0,3%,  $SO_3$  – 0,2%.

მათეთრებელი თიხების გამოყენების უპირატესობას განაპირობებს, მათში შემაჯავლი კომპონენტების  $SiO_2$ - და  $Al_2O_3$ -ის რაოდენობის თანაფარდობა. რაც მეტია ეს თანაფარდობა, მით მეტია მათეთრებელი ეფექტი, რაც აიხსნება, ბუნებრივი თიხების შედგენილობაში სილიციუმმჟავას არსებობით.

ნამუშევარი ნავთობური ზეთების რეგენერაციისას უპირატესობა ენიჭება **ბენტონიტურ მათეთრებელ** თიხებს, რომლის შედგენილობა წარმოდგენილია:

$Al_2O_3$  –16,58;  $SiO_2$  –52,2;  $TiO_2$  –0,98;  $K_2O$  –0,92;  $Na_2O$  –1,92;  $P_2O_3$  –0,12.

ბუნებრივი თიხა, საწყის მდგომარეობაში შეიცავს წყლის მნიშვნელოვან რაოდენობას, რომელიც გროვდება ადსორბენტის ფორებში და ამცირებს მის აქტივობას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, თიხა თავდაპირველად ექვემდებარება თერმულ გამოშრობას ელექტრო კარადაში, რომელიც მერყეობს 350-400°C, ზოგიერთი თიხებისათვის საკმარისია 120-200°C 3-4 საათის განმავლობაში.

**თიხების გააქტიურება** ბუნებრივი მათეთრებელი თიხები, ისევე როგორც სხვა ადსორბენტები ექვემდებარება გააქტიურებას. არსებობს ადსორბენტების გააქტივების რამდენიმე მეთოდი: თერმული აქტივაცია, მჟავური აქტივაცია, აქტივაცია ამიაკის ხსნარით და კალცინირებული სოდით. ადსორბენტის ფორების ზედაპირის გააქტიურების მიზნით ადსორბენტის ზედაპირს, თერმული გამოშრობის შემდეგ, ამუშავებენ გოგირდმჟავას  $H_2SO_4$ -ის სუსტი ხსნარით. (15-20%-იანი) თანაფარდობით 100 გრ – ადსორბენტზე 5-8% მჟავას ხსნარით. ბოლო წლებში ადსორბენტის გააქტიურებას ახდენენ – აირადი ( $NH_3$ )-ის სუსტი ხსნარით. (15-20%-იანი) თანაფარდობით 100გრ – ადსორბენტზე 5-8% მჟავას ხსნარით.

$NaOH$ -ის ხსნარის გამოყენებით – შესაძლებელი გახდა ადსორბენტში არსებული მჟავე პროდუქტების ნეიტრალიზაცია, გარდა ამისა იგი ამცირებს ადსორბენტის ხარჯვის კოეფიციენტს. უნდა აღინიშნოს, რომ რეაგენტის გამოყენება არ იწვევს რეგენირებული ზეთის პარამეტრების გაუარესებას. ზეთის

რეგენერაცია აუცილებელია ვაწარმოთ გააქტივებული ადსორბენტით, ადსორბენტის გააქტიურებას ახდენენ აირადი  $NH_3$ -ის ხსნარით (მუავას ლიკვიდაციის მიზნით). ყურადღების ღირსია, ასევე გააქტიურება კალცინირებული სოდის ხსნარის გამოყენებით. მისი კონცენტრაცია შეადგენს – 20%-ს.

**კალცინირებული სოდის** ხსნარით გააქტიურება წარმოებს შემდეგნაირად: მეტალურ თევზზე ვერთ ფხვნილისებურ ადსორბენტს, რომელზედაც ვახდენთ მორწყვას სოდის წყალხსნარით. 1 კგ ადსორბენტზე საშუალოდ იხარჯება 200 გრ.  $NaOH$ -ის ხსნარი, რის შემდეგადაც ადსორბენტი ექვემდებარება თერმულ გამოშრობას საშრობ კარადაში  $110-120^{\circ}C$ -ზე. როგორც ვხედავთ კვლევის ძირითად ობიექტს ადსორბენტები წარმოადგენს. მათი შერჩევა და კვალიფიციური გამოყენება კარგი შედეგების მიღების წინაპირობაა. ბუნებრივი ადსორბენტების რიცხვს ეკუთვნის **ბენტონიტური თიხები**. როგორიცაა, გუმბრინი, ასკანგელი, ასკანთისა, **სილიციუმიან თიხებს** ეკუთვნის დიატომიტი, ტრეპელები, რომელიც 10%-მდე შეიცავს ტუტეს.

**სინთეზური ცეოლიტები** წარმოადგენს პოლი-ჰიდრატებს, რომლებსაც გააჩნია ფოროვანი სტრუქტურა და უნარი შესწევთ გააცალკაონ რთული ნარევები მოლეკულის დონეზე. ამიტომ სხვანაირად მათ მოლეკულურ საცრებს უწოდებენ.

სინთეზური ცეოლიტების ქიმიური შედგენილობა ძირითადად წარმოადგენილია სილიციუმისა და ალუმინის ჟანგის ტეტრაედრების სახით. იგი ატარებს უარყოფით ელექტრულ მუხტს, რომელიც კათიონებთან წარმოქმნის კომპლექსურ ნაერთს. სტრუქტურიდან გამომდინარე, ცეოლიტების სახეობები აღინიშნება ლათინური ასოებით  $Na$ ,  $Ca$ ,  $X$ ,  $Y$  თითოეული ასოს წინ წერენ იმ კათიონს, რომელსაც აქვს კომპლექსის წარმოქმნის უნარი, უარყოფითად დამუხტულ ტეტრაედრთან. მაგ. ცეოლოტი  $X$ , თუ მის სტრუქტურაში ჭარბობს ნატრიუმის იონები. მაშინ მას აღნიშნავენ  $NaX$ -ით. ქიმიური მრეწველობა უშვებს სინთეზურ ცეოლიტს, ფორების დიამეტრით 4-დან 10-ანგსტრემამდე. რაც აისახება მის სიმბოლურ აღნიშვნაში –  $4X$ ,  $5X$ . სინთეზური ცეოლიტები წარმოადგენენ ალუმისილიკატების კერძო სახეობას – კრისტალურ პოლიჰიდრატებს, რომელთა ქიმიური ჟანგვითი ფორმაა:  $(R',R)DAI_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot mH_2O$ .

ყველა ცეოლიტის საერთო თვისებას წარმოადგენს  $H_2O$ -ის ადვილად მოცილების უნარი. თერმული დეჰიდრატაციის შედეგად ცეოლიტები არ დეფორმირებს. ამ დროს თავისუფლდება მოლეკულების ზომის მქონე ფორები,

რომელთაც უნარი შესწევთ მოახდინოს ადსორბირდება ადსორბენტის ზედაპირიდან. ცეოლიტებს გააჩნიათ მაღალი აქტივობა და სელექტიურობა მაღალი აქტივობით გამოირჩევა  $NaX$  და  $CuX$ -ის მარკები. აღნიშნული ცეოლიტების გვერდით წარმატებით იქნა გამოყენებული ბუნებრივი ცეოლიტები, რომელიც ცნობილია ტუფების სახელწოდებით. როგორცაა მინერალ კლინოპტილოლიტი.

საქართველოში მდებარე თეძამის საბადოს ცეოლიტი ერთ-ერთი საუკეთესოა მსოფლიოში, ის გამოირჩევა მინერალ კლინოპტილოლის მაღალი შემცველობით, რომელიც აღწევს 80%-ს.

თეძამის ცეოლიტის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები:

ქიმიური შემადგენლობა წონით პროცენტებში:  $SiO_2$ -59,8;  $Al_2O_3$ -12,3;  $Fe_2O_3$ -3,6;  $P_2O_5$ -0,13;  $TiO_2$ -0,31;  $CaO$ -5,7;  $MgO$ -1,6;  $Na_2O$ -2,0;  $K_2O$ -1,3;  $H_2O$ -13,0; ფარდობა  $SiO_2/Al_2O_3$ -8,01; ფორიანობა 28-30,2%; სიმკვრივე 2,18 გ/სმ<sup>3</sup>; ფორების ზომა 0,4 ნმ; შთანთქმული ნივთიერებები:  $SO_2$ ;  $CO_2$ ;  $H_2S$ ;  $NH_3$ ;  $CH_3OH$ ;  $C_6H_6$ ;  $CH_4$ ;  $HCHO$ ;  $RSH$  და ბევრი სხვა.

### მისართები სასაქონლო ზეთებისათვის და მათი დანიშნულება

სასაქონლო ზეთების წარმოებისას, მისი ხარისხისა და სპეციფიკური თვისებების (ექსპლუატაციური თვისებების) გაუმჯობესების მიზნით უმატებენ კომპოზიციურ ინგრედიენტებს, ანუ მისართებს. მისართები ეს არის ისეთი ნივთიერებები, რომელიც აძლიერებს ბაზური ზეთების დადებით თვისებებს, ან ანიჭებს სასაქონლო ზეთებს, ახალ ფუნქციონალურ დატვირთვას.

**მისართების პაკეტი** სასაქონლო ზეთებისათვის. ისმის კითხვა რატომ არის საჭირო სასაქონლო ზეთებში მისამართების შეყვანა? საქმე იმაშია, რომ ბაზური ზეთების მიღების ტექნოლოგია ითვალისწინებს ზეთოვანი დისტილატების გაწმენდის სხვადასხვა მეთოდებს, როგორცაა: დეასფალტიზაცია, დეპარაფინიზაცია, სულფატური კომპონენტების მოცილებასთან ერთად კარგავს ზეთის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელ, საჭირო თვისებებს. ამ თვისებებიდან აღსანიშნავია, სიბლანტე, სტაბილურობა ჰაერის ჟანგბადის მიმართ, გამყარების ტემპერატურის მატება და ბევრი სხვა. აღნიშნულიდან გამომდინარე უნდა ვიცოდეთ, თუ რა დანიშნულების ზეთი უნდა დავამზადოთ, რა ფუნქციების მატარებელი უნდა იყოს. მისართების წარმოება წარმოადგენს ნავთობქიმიის ერთ-

ერთ წამყვან დარგს. ფუნქციონალური დანიშნულების მიხედვით გამოყენებული მისართები იყოფა შემდეგ კლასებად:

1. სიბლანტის ასამაღლებელი (შემასქელებელი) მისართები. სიბლანტის ასამაღლებელი მისართების შერჩევისას გამოყენებულ მისართს უნდა ჰქონდეს მაღალი სიბლანტის ინდექსი. ასეთ ნივთიერებად აღიარებულია პოლიიზობუთილენი და ვოლტოლი (დსთ). პოლიიზობუთილენი მიიღება იზობუთილენის  $AlCl_3$ -ის თანაობისას დაბალი ტემპერატურის პირობებში ( $-30^{\circ}C$ -დან  $100^{\circ}C$ -მდე). აშშ-ის ნავთობგადამამუშავებელ საწარმოში შემასქელებლად საცხები ზეთებისათვის იყენებენ იზობუთილენის პოლიმერებს, როგორცაა ტოპანოლი და ჰექსანოლი, ეს მისართები წყალში არ იხსნება, მაგრამ იხსნება ზეთში ნებისმიერი თანაფარდობით. იგი ზეთში შეჰყავთ 5-10%-ის რაოდენობით.

2. გამყარების ტემპერატურის დამწვევი მისართების რიცხვს ეკუთვნია სინთეზური წარმოშობის დეპრესატორი –  $A_3H44$  (დსთ-ს ქვეყნებში, ხოლო საზღვარგარეთ – პარაფლოუ და სანტოპური). დეპრესატორი  $A_3H44$  და პარაფლოუ მიიღება პარაფინის და ნაფტალინის ქლორირებით, კატალიზატორის  $AlCl_3$ -ის თანაობისას, ხოლო სანტოპური მიიღება პარაფინის და ფენოლის ქლორირებით. საცხებ ზეთებზე დეპრესატორის დამატებისას იგი აღსორბირებს ზეთში არსებულ პარაფინების და ცერეზინების წვრილ კრისტალებს, რაც ხელს უშლის ზეთში კრისტალური ბადის წარმოქმნას და ზეთის დენადობა შენარჩუნებულია.

3. ანტიდამყანგველი მისართი საცხებ ზეთების, ძრავაში ხანგრძლივი მუშაობისას, ზეთი ცხელდება მაღალ ტემპერატურამდე და იჟანგება ჰაერის ჟანგბადით. რის შედეგადაც ზეთი იცვლის ფერს და ხარისხს. მასში შეჰყავთ ანტიდამყანგავი მისართი, რომელიც მნიშვნელოვნად ზრდის დაჟანგვის ინდექსურ პერიოდს. ანტიდამყანგავი მისართების სახით გამოიყენება გოგირდოვანი ნაერთები, მეთილ ორგანული და ალკილფენოლური ნაერთები. ბუნებრივი ნაერთებიდან აღსანიშნავია – პოლიფენოლები. სინთეზური ნაერთებიდან – აგიდილი, ტოპანოლ-1 და ტოპანოლ-2.

4. ანტიკოროზიულ მისართებად დღესდღეობით გამოიყენება ფოსფორის ორგანული ნაერთები: ტრიბუთილფოსფატი, ტრიიზოამილფოსფატი. აღნიშნული მისართების შეყვანა საცხებ ზეთებში პირველად შეისწავლა ნი. ჩერნოუკოვმა, რომლის საფუძველზეც დადგინდა, რომ ფოსფატებიანი ზეთები ეფექტურად ეწინააღმდეგებიან მეტალურ კოროზიას. ხშირ შემთხვევაში ადგილი აქვს მეტალური აფსკის წარმოქმნას, რომელიც იხავს მეტალის ზედაპირს კოროზიისაგან.



ფოსფატური მისართები ამცირებენ საცხებ ზეთების მჟავიანობას, ხოლო გოგირდიანი ზეთების შემთხვევაში, პირიქით ზრდის მჟავურ რიცხვს. ანტიკოროზული მისართი გაუგოგირდებულ ზეთს ემატება 1%-ის რაოდენობით.

**CASTROL-ის ფირმის მინერალური და სინთეზური ზეთების  
სტანდარტული მახასიათებლები**

სტანდარტები; ზეთის მარკები	სიბლანტე 40°C, სსტოქსი	სიბლანტე 100°C სსტოქსი	სიმკვრივე 15°C, გ/სმ <sup>3</sup>	ფეთქებადობის ტემპერატურა, °C	გამყარების ტემპერატურა, °C
SAE 0W-40 ACEA AP B3 B4 API SL CF	73,6	12,9	0,843	236	-66
SAE 5W-40 ACEA AP B3 B4 API SL CF	84,9	13,7	0,853	218	-39
SAE 10W-60 ACEA AP B3 B4 API SL CF	159,4	22,8	0,849	208	-42
SAE 10W-30 API SL CF ACEA AP B3 B4	72,8	11,9	0,849	230	-45
SAE 15W-40 ACEA A3 B3 API SL CF	121	15,1	0,885	191	-33
SAE 15W-50 API SG CD	146,6	18,5	0,880	200	-24
SAE 10W-30 API SG CD	97,4	12,3	0,875	200	-30

5. ზეთების საცხებუნარიანობის გაზრდის მიზნით, იყენებენ მისართებს: ოლეინის მჟავას და სტეარინის მჟავას. გამოკვლევებმა ცხადყო, ზეთი, რომელიც მეტი რაოდენობით შეიცავს ასფალტ-ფისოვან ნაერთებს (ნარჩენული ზეთები) ხასიათდება უფრო მაღალი საცხები თვისებებით, ვიდრე დისტილაციური ზეთები.

6. ზეთის გამრეცხუნარიანობა ერთ-ერთი მთავარი ექსპლოატაციური პარამეტრია მოტორული ზეთებისათვის. ასეთი სახის მისართებს ეკუთვნის Ca-ის, Mg-ის, Ba-ის და ალუმინის მარილები, ზოგიერთი ფოსფორშემცველი მარილები და სხვა. საქართველოში, სტუ-ს ორგანულ ნაერთთა ქიმიური ტექნოლოგიის კათედრაზე ძრავის ზეთებისათვის შემუშავებული იქნა ანტიადგეზიური მისართი.

7. ქაფსაწინააღმდეგო მისართებიდან ცნობილია სიკილონური ნაერთები, რომელთა სიბლანტე 38°C-ზე შეადგენს – 7,5-დან 43-მდე სანტისტოქს. გამყარების

ტემპერატურაა  $T = -70^{\circ}\text{C}$ . ფეთქებადობის ტემპერატურაა  $132^{\circ}\text{C}$ , დუდილის ტემპერატურაა  $100-160^{\circ}\text{C}$ . კუთრი წონა  $0,896-0,918$  გ/სმ<sup>3</sup>. მას იყენებენ ავიაციურ ძრავებში.

8. მრავალფუნქციური მისართები ანიჭებს ზეთს მდგრადობას დაჟანგვისადმი, გამძლეობას მეტალის ცვეთისადმი მაღალი დატვირთვის დროს ან აგრეთვე და აუმჯობესებს ზეთის რამდენიმე თვისებას ერთდროულად. კომპლექსური მოქმედების მისართებია: „ვოლტოლი“, „ციატიმ“-3310 და სხვები.

მისართები გამოიყენება არა მარტო სასაქონლო ზეთების წარმოების დროს, არამედ ექსპლუატაციაში მყოფი რეგენირებული ზეთის დამზადების დროსაც.

## 2. კვლევის შედეგები და მათი განსჯა

სხვადასხვა კონსტრუქციის თანამედროვე შიგაწვის ძრავები ნავთობური საბაზო და მოტორული ზეთების მიმართ აყენებენ მნიშვნელოვან საექსპლუატაციო, ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ მოთხოვნებს.

წარმოდგენილი საგრანტო პროექტის კვლევის მიზანს შეადგენდა: 1. ნამუშევარი მოტორული ზეთების გაწმენდა-რეგენერაცია; 2. საქართველოს ორი ახალი ჭაბურღილის ნავთობიდან (მირზაანი, თელეთი) საბაზო ზეთების მიღება; 3. მათგან სასაქონლო მოტორული ზეთების მომზადება სხვადასხვა მისართის დამატებით.

საბაზო ზეთები მიიღება ნავთობის ღრმა გადამუშავების გზით, კერძოდ მისი მრავალჯერადი ვალუშური გამოხდით, გამოსახადის დეპარაფინიზაციით და ნაწილობრივი დეარომატიზაციით.

ზეთების პარამეტრების დადგენის შემდეგ, იგი კომპაუნდირდა წინასწარ შერჩეული, სპეციფიური, ადვილადმოსაპოვებელი იაფი მისართებით და გარდაიქმნა სასაქონლო მოტორულ ზეთებად. მოტორული ზეთების პარამეტრები განისაზღვრა თანამედროვე ინსტრუმენტული მეთოდებით და გამოიცადა პრაქტიკაში.

ნავთობური საბაზო და მოტორული ზეთების მიღებასთან ერთად შემუშავდა ნამუშევარი მოტორული ზეთების გაწმენდა-რეგენერაცია პირდაპირი დანიშნულებით მათი კვლავ გამოყენების მიზნით.

რეგენირებული ზეთები კომპაუნდირდა ჩვენს მიერ წინასწარ შერჩეული ფუნქციონალური დანიშნულების მისართებით.

პროექტის მიზანი მეტად აქტუალურია ეკოლოგიური და ეკონომიკური თვალსაზრისით. დამუშავებული საბაზო და რეგენირებული ნამუშევარი მოტორული ზეთების გამოყენება უზრუნველყოფს გარემომცველი გარემოს დაცვას სხვადასხვა გამაჭუჭყიანებლისაგან; რაც შეეხება ეკონომიკურ მხარეს, საკმარისია მოვიყვანოთ მაგალითი ხელოვნური და სინთეზური ბოჭკოს ძაფის შემზუთავში სილოქსანის სითხის ნაცვლად იმავე რაოდენობის საბაზო ზეთის გამოყენების შესახებ. ამ შემთხვევაში ეკონომიკური ეფექტი ხუთ-ექვს ათასს დოლარს შეადგენს (წინასწარი გათვლებით) ყოველი ერთი ტონა სილოქსანის სითხის ნაცვლად ჩვენს მიერ წარმოებული ზეთის გამოყენების შედეგად.

პროექტით დაგეგმილი სამუშაოების შესასრულებლად შესწავლილ იქნა მცირეგოგირდიანი საქართველოს ახალი ჭაბურღილების ნავთობები: თელეთი და მირზაანი. ნავთობების პარამეტრები და ქიმიურ-ფიზიკური შედგენილობა წარმოდგენილია ცხრილებში 1 და 2.

ცხრილი 1. თელეთის № 8 და მირზაანის № 17 ჭაბურღილის ნავთობების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები

ნავთობები	პარამეტრების დასახელება	სიბლანტე მმ <sup>2</sup> /წმ 50°C	სიმკვრივე კგ/მ <sup>3</sup>	ბამყარების ტემპერატურა, °C	კოქსი %	წყალი %	გოგირდი %
1.	თელეთი	3,2	839	-17	1,63	0,7	0,019
2.	მირზაანი	6,3	888	-12,5	1,9	1,2	0,02

ნ-პარაფინული ნახშირწყალბადების შემცველობა განისაზღვრება კარბამიდური მეთოდით; ციკლოპარაფინული (ნაფტენური) და იზოპარაფინული ნახშირწყალბადების – თერმოდეფიზური დაყოფის მეთოდით; არომატული ნახშირწყალბადები ადსორბციულ-ქრომატოგრაფიული მეთოდით: სილიკაგელზე და უწყლო ალუმინის ოქსიდზე.

ცხრილი 1. თელეთის № 8 და მირზაანის № 17 ჭაბურღილის ნავთობების ქიმიური-ფიზიკური შედგენილობა

ნავთობი	ნ. პარაფინული ნახშირწყალბადები, %	არომატული ნახშირწყალბადები, %	ციკლოპარაფინული ნახშირწყალბადები, %	იზოპარაფინული ნახშირწყალბადები, %	
1.	თელეთი	24,6	21,1	41,2	13,1
2.	მირზაანი	22,9	42,4	34,7	10,0

ნავთობების ატმოსფერული გამოხდით 360°C ტემპერატურამდე მოცილებული იქნა საწვავები – (ნათელი ფრაქციები). დარჩენილი მასიდან – მაზუთიდან ვაკუუმის ქვეშ (ნარჩენი წნევა, 1 მმ ვერცხ. წყ. სვ.) გამოიხდა ზეთის ფართო ფრაქცია დუღილის ტემპერატურული ინტერვალით 350-500°C.

ზეთის ფართო ფრაქციას გამოხდით (ასევე ვაკუუმის ქვეშ) გამოეყო მსუბუქი ფრაქცია დუღილის ტემპერატურული ინტერვალით 350-420°C, ხოლო დარჩენილი ზეთის საშუალო და მძიმე ფრაქციები დუღილის ტემპერატურული ინტერვალით 420-

500°C დაექვემდებარა: ჰიდროგაწმენდას, დეპარაფინიზაციას კარბამიდური მეთოდით და დეარატიზაციას პერკოლაციური მეთოდით საბაზო ზეთის მისაღებად.

კონდიციამდე მიყვანილი საბაზო ზეთების პარამეტრები დადგენილ იქნა თანამედროვე ინსტრუმენტული მეთოდებით. ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილი 3.

კონდიციური ზეთებისათვის საექსპლუატაციო თვისებების მისანიჭებლად და ხარისხის გასაუმჯობესებლად, ე.ი. სასაქონლო მოტორული ზეთების მისაღებად, საბაზო ზეთებს ემატება ანტიკოროზიული, ანტიდამუანგველი, ცვეთისსაწინააღმდეგო, ტემპერატურის მიხედვით სიბლანტის დამარეგულირებელი, გამაკეთილშობილებელი, გამათეთრებელი, შემდეგავი და, აგრეთვე კლასიკური მისართები: OJIOA-4594 CA; OJIOA-19803, PARATONE-8900; იაფდირებული მისართების პაკეტი „ავსტაბი“.

ანტიკოროზიული მისართი იცავს ძრავების მეტალურ ზედაპირებს მუავე პროდუქტებისა და ნესტის მოქმედებისაგან;

ანტიდამუანგველი – ზრდის ზეთების ანტიდამუანგველ მდგრადობას;

ცვეთისა და ხვრელების წარმოქმნის საწინააღმდეგო – აუმჯობესებს ზეთების შემზეთავ თვისებებს;

შემასქელებლები – ზრდიან სიბლანტეს და აუმჯობესებენ ზეთების ბლანტ-ტემპერატურულ თვისებებს;

გამრეცხი – დისპერგირებადი მისართები ზღუდავს დაუანგული პროდუქტების დალექვას და უნარჩუნებს ძრავებსა და მექანიზმებს ფუნქციონალურ ნაწილებს სუფთა სახით;

დეპრესორული – ამცირებს ზეთის გაყინვის ტემპერატურას;

ანტიაქაფებადი – ეწინააღმდეგება ზეთების აქაფებას.

ზოგიერთი მისართი აუმჯობესებს ერთდროულად ზეთების რამდენიმე თვისებას. ასეთ მისართებს ეწოდება მრავალფუნქციონალური ანუ პოლიფუნქციონალური.

ანტიკოროზიული და ანტიდამუანგველი მისართები იცავენ ანტიფრიქციულ მასალას (ტყვიის ბრინჯაო), რომელიც დეტალის ზედაპირზე წარმოქმნის მდგრად დამცავ საფარს. საფარი ეწინააღმდეგება წარმოქმნილი აგრესიული მუავების მოქმედებას. ანტიკოროზიულ თვისებას ამჟღავნებს აგრეთვე დეზაქტივატორები, რომლებიც წარმოქმნიან სპილენძ-კომპლექსურ ნაერთებს. წარმოქმნილი კომპლექსები იცავენ ძრავების ზედაპირებს კოროზიული მოქმედებებისაგან.

ანტიდამუანგველი მისართები ხელს უშლიან ზეთების დაძველებას. ზეთის დაუანგვა და დაძველება ძრავაში განსაკუთრებით ადვილად მიმდინარეობს

დეტალის ზედაპირზე ზეთის თხელი საფარისა და დეტალის გაცხელების შემთხვევაში მაღალ ტემპერატურაზე. ზეთის სქელი ფენა ნაკლები ინტენსივობით

ცხრილი 3. კონდიციამდე მიყვანილი საბაზო ზეთების მახასიათებლები

პარამეტრების დასახელება	კინემატიკური სიბლანტე მმ <sup>2</sup> /წმ 40° და 100°C-ზე შესაბამისად	მუავური რიცხვი, KOH-ის რაოდენობა მგ-ში 1 გ ნივთიერებაზე	გოგირდის მასური წილი, %	ნაცრიანობა, %	მექანიკური მინარეგების შემცველობა, %	სინესტე %	სიმკვრივე 20 კმ/კმ <sup>3</sup>	გამყარების ტემპერატურა °C	ფერი IIHT	ფოქვის ტემპ. ღია ტიგელში °C	ვისების შემცველობა, %
ნავთობები											
თელეთის ნავთობიდან	35 5-7	0,01	0,02	0,001	0,1	კვალი	891	-20	2,5	195	1,0
მირზაანის ნავთობიდან	35,1 6	0,015	0,019	0,001	0,12	კვალი	900	-25	3,0	198	1,02

იუანგება, რადგან გადაცემის ხაზზე და დეტალების ძირზე ტემპერატურები დაბალია და ზეთის კონტაქტი დამუანგველ არესთან შემცირებულია.

დაუანგვის სიჩქარეზე და სიღრმეზე გავლენას ახდენს ზეთში მოხვედრილი არასრული წვის პროდუქტები და მეტალები რომლებიც ზეთში გროვდება დეტალის ცვეთის შემთხვევაში.

ძრავული ზეთების მდგრადობა დაუანგვისადმი იზრდება ზეთებში ანტიდამუანგველების შეყვანით. საუკეთესო ანტიდამუანგველ ევექტს იძლევა მისართები, რომელთაც გააჩნიათ სხვადასხვა მოქმედების მექანიზმი. ძრავულ ზეთებში ანტიდამუანგველი მისართის სახით გამოიყენება თუთიის და დიალკილ-დიარილდიტიოფოსფატები, რომლებიც აუმჯობესებენ ანტიკოროზიულ და ცვეთის საწინააღმდეგო თვისებებს. ხშირად ახდენენ მათ კომბინირებას ერთმანეთთან და ბენზოლის ბირთვის შემცველ ანტიდამუანგველებთან. საკმაოდ ენერგიულ ანტიდამუანგველს წარმოადგენს გამრეცხ-მადისპერგირებადი მისართები, კერძოდ ალკილსალიცილის და ალკილფენოლის ნაერთები. ანტიდამუანგველ მისართად შეიძლება გამოყენებულ იქნას ტურბინული, ტრანსფორმატორული, ინდუსტრიული და სხვა მაღალხარისხიანი და მაღალი სისუფთავის ზეთები. ძრავულ ზეთებში შეყავთ ძირითადად მაღალტემპერატურული ანტიდამუანგველები თუთიის დიტიოფოსფორმუავას რთული მარილების სახით, განსაკუთრებით თუთიის დიტიოფოსფატები.

ანტიკოროზიულ მისართებად შეიძლება გამოყენებულ იქნას უჯერი ცხიმოვანი მუავები და მათი ეთერები; ნაფტენური სულფომუავების მარილები, დაუანგული პეტროლეუმი და სხვა.

გამრეცხ-მადისპერგირებად მისართებს გააჩნიათ გამრეცხი თვისებები. ისინი თავის მოლეკულებში შეიცავენ პოლარულ ჯგუფებს, რომლებიც ადვილად ადსორბირებენ ნახშირბადოვან პროდუქტებს, რითაც ხელს უშლის ზეთების დაძველებას. ისინი მოქმედებენ ზეთებში როგორც ტუტე-საპნები. მისართები ამავე დროს ურთიერთმოქმედებენ ძრავების მუშაობისას წარმოქმნილ მუავე შუალედურ დამუანგველ პროდუქტებთან, ანეიტრალებენ მათ და ხელს უშლიან ძრავების ზედაპირზე მათ დალექვას არასასურველი ნივთიერებების სახით.

ყველაზე კარგ და ფართო მოხმარების გამრეცხ მისართებს წარმოადგენს კალციუმისა და ბარიუმის სულფონატები.

ყველა მისართი კარგად უნდა გაიხსნას ზეთებში სხვადასხვა ტემპერატურაზე და არ უნდა წარმოქმნას ნალექი ტრანსპორტირებისას და ხანგრძლივი დროით შენახვისას.



მისართებისათვის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების გარდა ლაბორატორიული მეთოდებით უნდა განისაზღვროს შემდეგი საექსპლუატაციო თვისებები: მდგრადობა თერმოდაქანგვისადმი, კოროზიულობა და გამრეცხი თვისებები ცხრილი 4.

OJIOA-4594 CA წარმოადგენს ბენზინის და დიზელის ძრავებისთვის საჭირო მოტორული ზეთების მისართების პაკეტ-გამრეცხი, დეპრესორული, ცვეთისსაწინააღმდეგო, აგრეთვე დაქანგვის და კოროზიის ინჰიბიტორული თვისებების მქონე მისართს. OJIOA-4594 CA სპეციალურად ემატება მოტორულ ზეთს, როგორც მაღალხარისხიანი არადისპერსული ტიპის სიბლანტის მქონე მისართი.

OJIOA-19803 წარმოადგენს დეპრესორულ მისართს და გამოყენება ძრავულ ზეთებშიმ ჰიდრავლიკურ სითხეებში და ტრანსმისიურ ზეთებში. მისართი OJIOA-19803 იწარმოება თანამედროვე ტექნოლოგიით, რომლითაც შესაძლებელია გამყარების ტემპერატურის შემცირება და მდგრადი და დაბალტემპერატურული თვისებების მქონე კომპონენტებით შემზეთავეებისა და საბაზო ზეთების უზრუნველყოფა.

OJIOA-19803 წარმოადგენს პოლიალკილ მეტაკრილატის ბლანტ კონცენტრატს სელექციურად გაწმენდილ ნეიტრალურ ზეთებში.

OJIOA-19803 ინახება 1°C-დან 85°C-მდე ტემპერატურულ ინტერვალში. უფრო დაბალ ტემპერატურაზე მისი შენახვა ზრდის მის სიბლანტეს, რაც პრობლემატურია. მოსარიდებელია აგრეთვე მაღალ ტემპერატურაზე დიდხანს შენახვა გამუქების თავიდან აცილების მიზნით.

PARATONE-8900 წარმოადგენს მოგუნდულ (გუნდად შეკრულ) ხაზოვან ოლეფინურ თანაპოლიმერს, რომელიც ძირითადად გამოიყენება ძრავულ ყველა-სეზონის ზეთებში. შესაბამისი საბაზო ზეთში მისი გახსნა ცვლის ზეთის სიბლანტის მაჩვენებელს, უზრუნველყოფს კარგ მდგრადობას ძვრადობისას და შესანიშნავი დაბალტემპერატურული თვისებების მინიჭებას.

PARATONE-8900 ინახება დახურულ შენობაში მზის სხივებისაგან თავდაცვის მიზნით. ზეთებში მისი გახსნა ხორციელდება 110°-140°C ტემპერატურულ ინტერვალში ენერგიული მორევის პირობებში.

საბაზო ზეთების კომპაუნდირება მისართებით განხორციელდა 50°C ტემპერატურის პირობებში ენერგიული მორევის პირობებში. რაც შეეხება კლასიკური

ცხრილი 4. მისართების მახასიათებლები

№	მახასიათებლის დასახელება	თანფენჯიანი სიჩქარე	თანფენჯიანი სიჩქარე	საფენჯიანი	საფენჯიანი სიჩქარე	საფენჯიანი სიჩქარე	საფენჯიანი სიჩქარე	საფენჯიანი სიჩქარე	საფენჯიანი სიჩქარე	საფენჯიანი სიჩქარე	გამოცდის მეთოდი, გოსტი
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	გარეგნული სახე	გამჭვირვალე სითხე ღია ყვითლიდან მოყავისფ- რომდე	ერთგვარო- ვანი სით- ხე მოყა- ვისფრო შავამდე	-	გამჭვირ- ვალე სითხე	გამჭვირ- ვალე სითხე ყვითლიდან მუქ ყავის- ფრამდე	-	უფერო ზეთი- სებური	გამჭვირ- ვალე ყვითელი- ყავის- ფერი	151710-70	
2	სიბლანტე, 100°C, სსტ	10-25	მაღალი სიბლანტის	40-45	15-70-120	4,5-50	1000	40-350	32-60	33-66	
3	ნაცრიანობა, %	11-14	-	11-16	7-14,5	6,5	0,08-0,2	-	0,06-5,55	12417-73	
4	შემცველობა,% ფოსფორის, ა/ნ	1,7	-	-	0,8	1,4-6,0	-	-	-	9827-75	
	გოგირდის, ა/ნ	-	-	-	4,0-5,5	-	-	-	3-4,5	1431-64	
	თუთიის, ა/ნ	3,5	-	-	0,6	-	-	-	-	13538-68	
	ბარიუმის, ა/ნ	3,1	-	3,7-12	5,0-8,0	-	-	-	2,0	13538-68	
	კალციუმის, ა/ნ	2,0	-	3,0-6,6	2,0	12-40	-	-	-	13538-68	
	ქლორის, ა/ნ	-	-	-	-	0,1-0,5	-	-	1,6-2,0	-	
	მექანიკური მინარეგები, ა/უ	0,15	0,12-0,15	0,05-0,1	0,05-0,25	0,05-0,2	0,1-0,3	არ არის	0,1-0,15	6370-59	
წყლის, ა/უ	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	კვალი	-	არ არის	0,15-0,2	2477-65		
სილიციუმი, ა/ნ	-	-	-	-	-	-	-	36-39	-	ტპ 6.02- 618-72	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	ტუტთანობა, მგ KOH/გ, 100 გ, ზეთში, ა/ნ	15-20	–	70-130	30-65	–	–	–	–	11362-76
6	სისუფთავის ხარისხი – გა- ჭუჭყიანება, მგ/100 გ, ა/უ	150-300	–	150-5000	–	–	–	–	–	12275-66
7	მისართის pH სპირტ-ბენზო- ლურ ან სპირტ- ტოლუოლურ ნარევიში, ა/ნ	2,7-5,5	2,0-2,8	–	–	–	–	–	–	ტექნიკური პირობები 38 101684- 77
8	ფეთქვის ტემ- პერატურა, °C, არა დაბალი	165-170	–	165-190	150-170	60-170	150-165	290	165-210	4333-48
9	კოროზია	–	იჭერს	–	–	იჭერს	–	–	–	10584-63
10	მისართის შემ- ცველი საბაზო ზეთის მდგრადობა პაპოკის მეთოდით 250°C-ზე, წთ ა/ნ	45-60	–	–	50	–	–	–	–	9352-60
11	მისართის შემ- ცველი საბაზო ზეთის კოროზია C1 და C2 მარ- კის ტყვიის	3,5-4,5	–	–	15(3)- 20(10)	–	–	–	6-13	20502-75
12	ოთსბურთულიან მანქანებში ცვე- თის გავლენა საბაზო ზეთის გაცვეთაზე ცვე- თის ლაქის	არ ნორმირ- დება	არ ნორ- მირდება	–	–	0,4 23-37	–	–	–	ოსტო 28 129-73 პუნქტი 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	დიაგნოზიკური ქვემო ბურთულეზზე, მმ, ა/უ									
13	გამყარების ტემპერატურა, °C, არა უმაღლეს	–	(–10)–(–16)	–	–	–	–	–	38	20287-74
14	მუავეური რიცხ- ვი, მგ KOH/გ, ა/უ	–	15-75	–	–	–	–	–	0,3-0,5	5985-59
15	მოლეკულური მასა	–	–	–	–	–	4000- 25000	–	–	
16	შემასქელებელი	–	–	–	–	–	3,5-8,5	–	–	ტექნიკური პირობები 38 10209-72 პუნქტი 2.5
17	დეპოლიმერიზა- ცია, ა/ნ, სიბლანტის დაცემა 100°C	–	–	–	–	–	2,4	–	–	

მისართების ნაკრების OJIOA-4594 CA, OJIOA-19803 და PARATONE-8900 გამოყენებას, მათი კომპაუნდირება კონდიციურ საბაზო ზეთთან მოხდა 110-140°C დროს ენერგიული მორევის პირობებში. კომპაუნდირება ჩატარდა ორ საფეხურად. დადგენილ იქნა კომპაუნდირების რეჟიმის და პირობები. თავდაპირველად ერთ ჭურჭელში (კოლბაში) მოთავსდა საბაზო ზეთი 20%-ის რაოდენობით, გაცხელდა 130°C-მდე ენერგიული მორევის პირობებში და ულუფობით დაემატება 0,8% PARATONE-8900. მისართის სრულად გახსნის მიზნით ენერგიული მორევა გაგრძელდა 3-4 სთ-ის განმავლობაში 110-130°C ტემპერატურულ ინტერვალში. პარალელურად მეორე ჭურჭელში (კოლბაში) მოთავსდა საბაზო ზეთი 80%-ის რაოდენობით, გაცხელდა 60°C-მდე და თანმიმდევრობით ენერგიული მორევის პირობებში ზეთს დაემატება მისართები OJIOA-4594 CA 12%-ის და OJIOA-19803 0,3%-ის რაოდენობით. 60°C-ზე 1-2 სთ-ის ენერგიული მორევის შემდეგ მეორე ჭურჭელში არსებულ მასას დაემატა 60°C-მდე გაცივებული PARATONE-8900-ით კომპაუნდირებული ზეთი პირველი ჭურჭლიდან. ენერგიული მორევა გაგრძელდა 2-4 სთ-ის განმავლობაში 60-70°C ტემპერატურაზე.

ორივე ნავთობიდან (თელეთი, მირზაანი) მიღებული საბაზო ზეთები კომპაუნდირდა ერთიდაიგივე რაოდენობის მისართებით ლაბორატორიულ პირობებში. მისართებად გამოყენებულ იქნა როგორც ზემოთ აღნიშნული კლასიკური მისართები, ასევე იაფადღირებული მისართი „აფტაბი“. მიღებულ იქნა სასაქონლო მოტორული ზეთები.

სასაქონლო მოტორული ზეთები გაანალიზდა, გაიარა პრაქტიკული გამოცდა ლითონთა ცვეთადობაზე და ღერძულ დატვირთვაზე. ანალიზის შედეგები შედარებულ იქნა სტანდარტული ზეთის პარამეტრებთან. შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 5.

ცხრილი 5-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნავთობებიდან (თელეთი, მირზაანი) ჩვენს მიერ მიღებული მზა მოტორული ზეთების პარამეტრები სტანდარტული ზეთის პარამეტრების თითქმის იდენტურია.

ნავთობებიდან მიღებული საბაზო ზეთი და მის საფუძველზე კლასიკურ მისართებთან: OJIOA-4594 CA, OJIOA-19803, PARATONE-8900 კომპაუნდირებით მიღებული მოტორული ზეთები გამოიცადა ლითონის ცვეთადობაზე. გამოცდის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 6.

ცხრილი 5. ნავთობიდან მიღებული მოტორული და სტანდარტული ზეთების პარამეტრები

პარამეტრების დასახელება	კინემატიკური სიბლანტე მმ <sup>2</sup> /წმ 40° და 100°C-ზე	მჟავური რიცხვი, KOH-ის რაოდენობა მგ-ში 1 გ ნიუთიერებაზე	სიბლანტის ინდექსი	მექანიკური მინარეგები	ფეთქის ღია ტიპი °C	ტურბინის რიცხვი მგ KOH-ის რაოდენობა 1 გ ნუვითიერებაზე	ფერი	გამყარების ტემპერატურა °C	სიღებო კვ/გ 20°C	% ნაცრისა და ნაქვი
ნავთობებიდან მიღებული და სტანდარტული ზეთები										
თელეთის ნავთობიდან	35,5 7-8	0,01	95	0,011	200	4,2	2,5	-20	895	1,1
მირზაანის ნავთობიდან	35,1 7-8	0,01	97	0,012	207	4,3	2,6	-22	900	1,1
TOS-591-2002 SAE 20W-20API SO/CB	7,8-8,5	-	95 ა/ნ	0,015 ა/უ	215 ა/ნ	4,0 ა/ნ	2,5 ა/უ	-20 ა/უ	900 ა/უ	-

ცხრილი 6. ნავთობებიდან წარმოებული საბაზო და სასაქონლო ზეთების გამოცდის შედეგები ლითონის ცვეთადობაზე და ღერძულ დატვირთვაზე

საბაზო ზეთი მისართის გარეშე				სასაქონლო ზეთი				
ღერძული დატვირთვა	166	182	200	266	282	297		
მუშაობის ხანგრძლივობა	10 წმ	10 წმ	10 წმ	10 წმ	10 წმ	10 წმ		
ბურთულების ცვეთის კვალი დიამეტრი, მმ								
1.	4.20	4.05	შედუღდა	გაიჭედა	3,71	3,75	შედუღდა	გაიჭედა
2.	4.03	4.05			3,73	3,76		
3.	4.15	4.18			3,74	3,73		
საშუალო	4.11				3.74			

როგორც ცხრილი 6-დან ჩანს ჩვენს მიერ დადგენილმა მისართების რაოდენობებმა კარგი შედეგი მოგვცა, გაუძლო 282 კგ ღერძულ დატვირთვას და გაიჭედა 297 კგ-ზე ღერძული დატვირთვის დროს.

ნავთობებიდან მიღებული საბაზო ზეთების შემთხვევაში (მისართების გარეშე) ლითონის ცვეთადობამ გაუძლო 182 კგ-ს, ხოლო 200 კგ დატვირთვის დროს გაიჭედა. აქედან გამომდინარე საბაზო ზეთები აუცილებლად მოითხოვენ მისართების დამატებას სასურველი თვისებების მქონე ზეთების მისაღებად.

შემდგომ ეტაპს შეადგენდა ნამუშევარი მოტორული ზეთების ფრაქციის – 420-500°C გაწმენდა-რეგენერაცია პირდაპირი მნიშვნელობით მათი კვლავამოყენების მიზნით. ნამუშევარი მოტორული ზეთი დამუშავდა ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით, რაც გულისხმობს მის დაწდობას, დეკანტაციას, ტუტით დამუშავებას მჟავური კომპონენტების მოცილების მიზნით, გაუწყლოებას, ცენტრიფუგვას და გაფილტვრას.

ნამუშევარი მოტორული ზეთების რეგენერაცია გულისხმობს ახალი საბაზო ზეთის თვისებების მქონე ზეთების მიღებას, რომელთა კომპაუნდირებით მისართებთან მიიღება სასაქონლო ზეთი. რეგენირებული საბაზო ზეთის მახასიათებლები:

1. კინემატიკური სიბლანტე, მმ<sup>2</sup>/წმ, 40°C – 39,5;
2. სიბლანტის ინდექსი
3. რეფრაქცია,  $n_D^{20}$  – 1,4752;
4. სიმკვრივე,  $\rho_4^{20}$ , კგ/მ<sup>3</sup> – 881;

5. გამყარების ტემპერატურა, °C	– –14;
6. ფეთქვის ტემპერატურა ღია ტიგელში, °C	– 204;
7. გოგირდის შემცველობა, %	– 0,02;
8. მჟავური რიცხვი, მგ KOH/1გ ზეთზე	– 0,01;
9. ფერი, ЦРТ-ს მიხედვით	– 3;
10. სიბლანტე, %	–
11. გამოსავლიანობა, %	– 61.

ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით დამუშავებული ნამუშევარი მოტორული ზეთი გამოიხადა ვაკუუმის ქვეშ სხვადასხვა ნარჩენი წნევის პირობებში: თავდაპირველად ნარჩენი წნევა იყო 40 მმ ვერცხ, წყ. სვ.; შემდეგ – 10 მმ ვერცხლ. წყ. სვ. და ბოლოს 1 მმ ვერცხლ. წყ. სვ.

ნამუშევარი ზეთის ვაკუუმის ქვეშ გამოხდის შედეგად მიღებულ იქნა ბენზინისა და დიზელის ფრაქციები 8-9%-ის რაოდენობით; ზეთის ფართო ფრაქცია 73-75% და ნარჩენი შეადგენდა ~8%-ს.

ზეთი ფართო ფრაქციას, ანუ რეგენირებულ ნამუშევარ საბაზო ზეთს შეეერთა კლასიკური მისართები ზემოთ აღწერილი პირობების და რეჟიმის თანახმად.

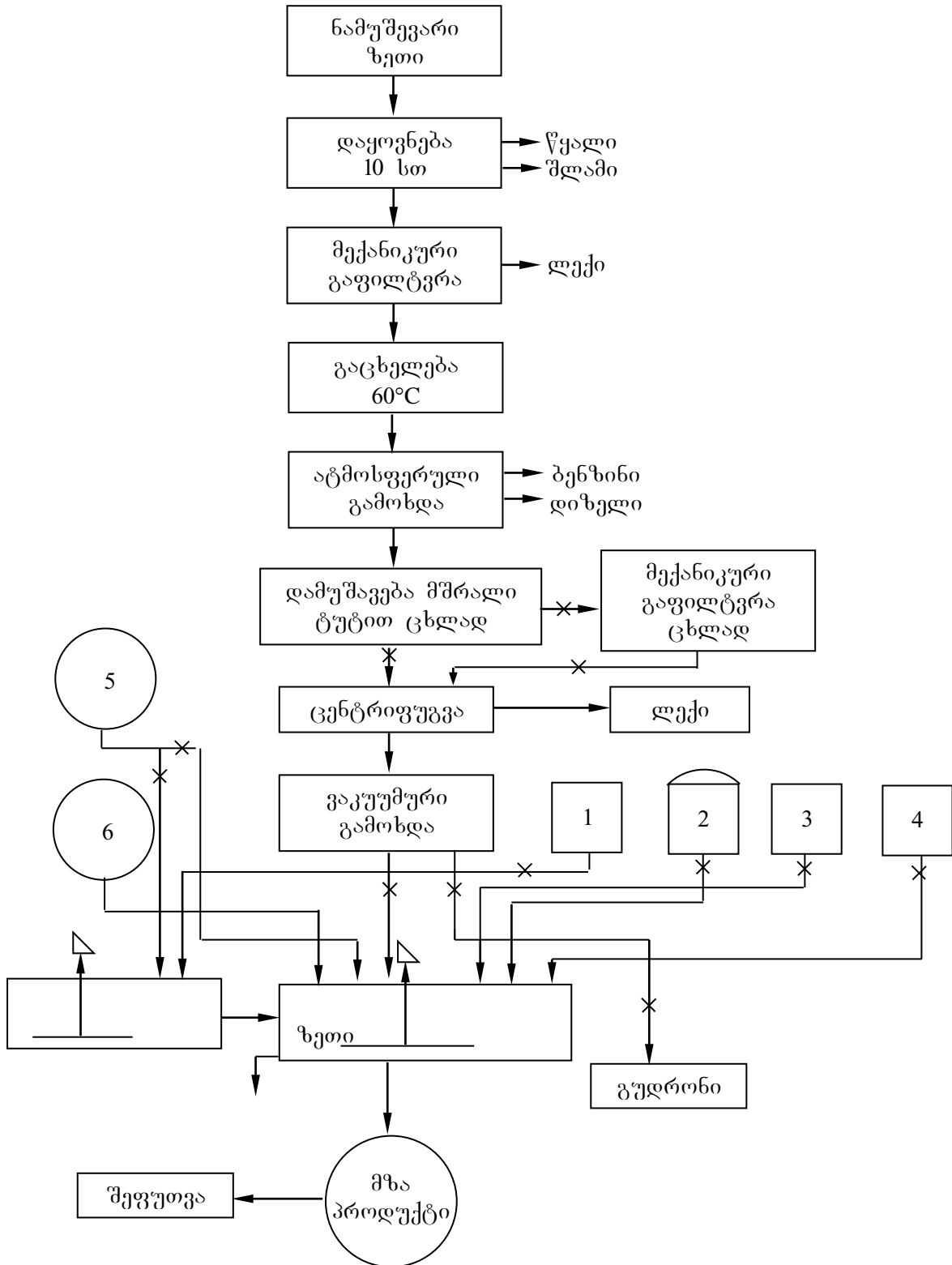
ნამუშევარი მოტორული ზეთის რეგენერაციის ეტაპები წარმოდგენილია სქემაზე.

ნამუშევარი მოტორული ზეთის რეგენერაციის მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ისიც, რომ მათგან გამოიყოფა მოხვედრილი ბენზინისა და დიზელის ფრაქციების.

რეგენირებული ნამუშევარი მოტორული და მათ საფუძველზე დამზადებული (მისართებ დამატებული) სასაქონლო მოტორული ზეთების ანალიზისა და ლითონის ცვეთადობაზე ანუ ღერძულ დატვირთვაზე გამოცდის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში 8 და 9. მისართებად გამოყენებულ იქნა კლასიკური მისართები და იაფადღირებული „აფტაფი“.



სქემა. ნამუშევარი მოტორული ზეთის რეგენერაციის საფეხურები



ცხრილი 7. მზა ზეთების მახასიათებლები

პარამეტრების დასახელება	კინემატრიკური სიბლანტე მმ <sup>2</sup> /წმ 40° და 100°C-ზე	მუდური რიცხვი, KOH-ის რაოდენობა მგ-ში 1 გ ნიუთონზეზე	მექანიკური მინარეგები, %	ნაცრიაანობა, %	სიბლანტის ინდექსი	მექანიკური მინარეგები, %	ტუტის რიცხვი მგ KOH/ განივთოვებაზე	სიმკვრივე, კგ/მ <sup>3</sup> 20°C-ზე	გამყარების ტემპერატურა, °C	ფერი, ЦНТ	ფოქვა ღია ტიგელში, °C
მზა მოტორული ზეთები											
თელეთის ნავთობიდან	35,5 7-8	0,01	0,5	0,003	95	0,015	5,7	895	>20	3,0	201
მირზაანის ნავთობიდან	35,1 7-8	0,01	0,8	0,005	97	0,015	5,5	903	>20	3,0	205

ცხრილი 8. რეგენირებული ზეთის მისართების გარეშე ლითონის ცვეთაზე გამოცდის შედეგები

დერძული დატვირთვა, კგ	20		100		120		124		166		182	200
მუშაობის ხანგრძლივობა	1სთ		10წმ		10წმ		10წმ		10წმ		10წმ	10წმ
ბურთულების ცვეთის კვალის დიამეტრი, მმ	1	1.01	0.99	3.36	3.50	3.55	3.50	3.80	3.95	4.20	4.05	შეღწევა გაიჭყვია
	2	1.87	0.96	3.40	3.45	3.65	3.88	3.86	3.90	4.03	4.05	
	3	0.90	0.95	3.45	3.42	3.65	3.70	3.90	3.94	4.15	4.18	
საშუალო, მმ	0.92		3.45		3.70		0.05		4.15			

ცხრილი 9. კლასიკურ მისართებდამატებული რეგენირებული ზეთის ლითონის ცვეთაზე გამოცდის შედეგები

დერძული დატვირთვა, კგ		20		168		200		224		266	282	299	315
მუშაობის ხანგრძლივობა		1სთ		10წმ		10წმ		10წმ		10წმ	10წმ	10წმ	10წმ
ბურთულების ცვეთის კვალის დიაგნოზი, მმ	1	1.01	1.10	2.71	2.69	3.2	3.19	3.38	3.35	რ-მ-ა 8 წმ-ის შედეგად შექმნილი	რ-მ-ის 8 წმ-ის შედეგად შექმნილი	რ-მ-ა 8 წმ-ის შედეგად შექმნილი	გაიყვანა
	2	1.07	1.10	2.76	2.74	3.04	3.00	3.16	3.15				
	3	1.50	1.25	2.72	2.68	3.05	3.01	3.04	3.13				
საშუალო, მმ		1.20		2.72		3.05		3.10					

ცხრილი 10. რეკენირებული ზეთის მისართით „აფტაბი“ ლითონის ცვეთაზე გამოცდის შედეგები

ღერძული დატვირთვა, კგ		20		133		150		168		178		200	224	250
მუშაობის ხანგრძლივობა		1სთ		10წმ		10წმ		10წმ		10წმ		10წმ	10წმ	10წმ
ბურთულების ცვეთის კვალის დიამეტრი, მმ	1	1.0	1.04	1.90	2.00	2.51	2.65	2.95	2.90	3.15	3.12	ფენცენ, რი-გა 9 ათწმთმც	ათწმთმც	ათწმთმც
	2	1.10	1.04	1.98	2.12	2.68	2.66	3.362.98	2.96	2.18	3.17			
	3	1.10	1.03	1.95	2.15	2.75	2.70	3.342.99	3.02	3.16	3.17			
საშუალო, მმ		1.03		2.02		2.66		2.97		3.74				

ცხრილებიდან 8, 9, 10 ჩანს, რომ რეგენირებული ნამუშევარი ზეთი მისართების გარეშე ლითონის ცვეთამედეობაზე გამოცდის დროს შედუღდა 182 კგ ღერძული დატვირთვის შედეგად, გაიჭედა კი 200 კგ ღერძული გამოცდის შემთხვევაში.

რაც შეეხება მისართების დამატებას, მათი გავლენით რეგენირებული ნამუშევარი ზეთის თვისებები გაუმჯობესდა.

კერძოდ, იაფადღირებული „აფტაბდამატებული“ რეგენირებული ზეთის შემთხვევაში ლითონები შედუღდა 282 კგ ღერძული დატვირთვის პირობებში, ხოლო გაიჭედა 297 კგ-ზე.

კლასიკურ მისართებ დამატებული რეგენირებული ზეთის შემთხვევაში ლითონები შედუღდა 299 კგ ღერძული დატვირთვის პირობებში, ხოლო გაიჭედა 315 კგ-ზე დატვირთვის დროს.

### 3. დასკვნა

1. შესწავლილია საქართველოს – თელეთის და მირზაანის ახალი ჭაბურღილების ნავთობები. დადგენილია მათი პარამეტრები და ქიმიურ-ფიზიკური შედგენილობა;
2. აღნიშნული ნავთობებიდან გამოყოფილია ზეთის ფრაქციები ტემპერატურული ინტერვალით 420-500°C. მათი დეპარაფინიზაციის და დეარომატიზაციის შემდეგ მიღებულ საბაზო ზეთისათვის დადგინდა პარამეტრები;
3. ნავთობური სასაქონლო ზეთის მისაღებად საბაზო ზეთებს დაემატა მისართების პაკეტი იაფადღირებული მისართი „აფტაბი“ და კლასიკური მისართები;
4. ნავთობურმა სასაქონლო ზეთმა გაიარა პრაქტიკული გამოცდა ღერძულ დატვირთვაზე. ყველაზე კარგი შედეგი მიღებულ იქნა კლასიკური მისართების გამოყენების დროს;
5. გასამართ სადგურიდან აღებული ნამუშევარი მოტორული ზეთების ნარევი დამუშავდა, როგორც ფიზიკური, ასევე ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით;
6. მექანიკური დამუშავების შემდეგ ნამუშევარი მოტორული ზეთების ნარევი დაექვემდებარა გამოხდას ვაკუუმის (40 მმ ვერცხლ. წყ.სვ., 10 მმ ვერცხლ. წყ.სვ. და 1 მმ ვერცხლ. წყ. სვ.) ნარჩენი წნევის ქვეშ;
7. დადგენილია გამოხდილი რეგენირებული ნამუშევარი ზეთის პარამეტრები;
8. რეგენირებული ნამუშევარი ზეთს შეერია კლასიკური მისართები „OLIOA-4594 CA, OLIOA-29803, PARATONE-8900“ და იაფადღირებული „აფტაბი“. წინასწარ დადგენილ ოპტიმალურ პირობებში;
9. მიღებული სასაქონლო ზეთები გამოიცადა ლითონის ცვეთადობაზე ღერძული დატვირთვით;
10. ყველაზე კარგი შედეგები მიღებულ იქნა კლასიკური „OLIOA-4594 CA“ – 12%, „OLIOA-19803“ – 0,3%, „PARATONE-8900“ – 0,8% დამატებით;
11. მისართების აღნიშნულმა რაოდენობებმა განაპირობა ლითონის მაღალი გამძლეობა ღერძული დატვირთვის დროს, კერძოდ შედგება 282 კგ-ზე, და გაჭედვა 315 კგ-ზე, რაც აყენებს მას საზღვარგარეთული ზეთების დონეზე.

## ლიტერატურა

1. Каминский Э.Ф., Хавин В.А. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспект. – М.: Техника, 2001. – 384 с.
2. Брагинский О.Б., Шлихер Э.Б. Мировая нефтепереработка: экологическое измерение. М.: РАН, Академия, 2002. – 261 с.
3. Школьников В.М., Резников В.Д., Мещерин Е.М. Новые требования к моторным маслам // Тяжелое машиностроение. 2005. № 3. С. 28-30.
4. Технология переработки нефти. ч. первая. Под ред. О.Ф. Глаголевой, В.М. Капустина. – М.: «Химия», «Колос». 2005, 239 с.
5. Ломухин В.Б., Супгин В.В. Параметры моторного масла и их влияние на экологические и ресурсные показатели // Вестник Новосибирского Государственного аграрного университета. 2009. № 9. С. 59-64.
6. Цветков О.Н. Обеспечение отечественного производства моторных масел высококачественными базовыми маслами // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2009. № 4. С. 22-23.
7. Резников В.Д., Шипулина Э.Н. Новое в зарубежных классификациях моторных масел // Химия и технология топлив и масел. 2005. № 5. С. 32-38.
8. Овчаренко С.М. Моделирование работы и оценка эффективности систем очистки моторного масла различных серий терловозов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2006. № 1. С. 21-27.
9. Перминов Б.Н. Новые схемы и эффективность косбинированной очистки моторного масла в судовых тронковых дизелях // Судостроение. 2005. № 2. С. 37-41.
10. Корнеев С.В., Дудкин В.М., Колугин А.В. Обводнение и коллоидная стабильность моторных масел // Химия и технология топлив и масел. 2006. № 4. С. 33-34.
11. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник / Под редакцией В.М. Школьников. – М.: Техинформ, 1999. – 596 с.
12. Остриков В.В., Тупотилов Н.Н., Корнев А.Ю. Влияние углеродных примесей на смазывающую способность моторных масел // Химия и технология топлив и масел. 2006. № 6. С. 22-23.
13. Коваленко К.В., Кривохижа С.В., Ракаева Г.В. Контроль качества нефтяных масел с композициями присадок // Химия и технология топлив и масел. 2007. № 1. С. 34-49.
14. Мамыкин С.М., Куксенова Л.И., Лаптева В.Г., Хренникова И.А. Влияние Металлоплакирующей присадки на триботехнические характеристики моторного масла



- М-14В // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2006. № 2. С. 69-74.
15. Цветков Ю.Н., Румянцев Д.С. Влияние металлоплакирующих препаратов, содержащих высокодисперсный порошок оловянистой бронзы, на окисляемость моторного масла // Трение и смазка в машинах механизмах. 2008. № 10. С. 12-18.
  16. Овчаренко С.М. Моделирование процесса накопления продуктов износа в моторном масле дизеля // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2005. № 1. С. 39-42.
  17. Кязимова Н.С., Кязимзаде А.К. Влияние алкоксилосанов на вязкостные свойства нефтяных масел // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. 2008. № 1. С. 30.
  18. Бойков Д.В., Бугай Т.Б., Мальков Ю.П. Особенности старения моторного масла в газовом двигателе // Химия и технология топлив и масел. 2007. № 4. С. 24-27.
  19. Михеева Э.А. Способ регенерации отработанных нефтяных масел и их смесей // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2005. № 3. С. 16-18.
  20. Розбах О.В. Эффективность контроля качества моторных масел // О.В. Омский научный вестник. 2006. № 1. С. 119-120.
  21. Ковальский Б.И., Ереско С.П., Гаврилов В.В. Результаты исследования механизма старения моторных масел // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2005. № 3.
  22. Болденко А.А., Щербинин В.М. Исследование процессов трения и изнашивания пары алюминиевый сплав – сталь в моторных маслах // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. 2008. № 3. С. 57-59.
  23. Пинцев С.В., Пронин М.Д., Точенов М.Н. Сравнительное исследование трибологических свойств моторных масел на типовой машине трения // Известия Высших учебных заведений. Машиностроение. 2005. № 12. С. 23-28.
  24. Остриков В.В., Тупотилов Н.Н., Матыцин Г.Д., Жилин В.В. Восстановление свойств работающих моторных масел // Химия и технология топлив и масел. 2005. № 6. С.24-27.
  25. Прохоренков В.Д., Князева Л.Г., Остриков В.В., Вигдорович В.И. Носители защитной эффективности отработавших моторных масел // Химия и технология топлив и масел. 2006. № 1. С. 26-28.
  26. Остриков В.В., Туполитов Н.Н., Корнеев А.Ю., Власов С.В. Смазочная композиция на основе отработавшего моторного масла // Химия и технология топлив и масел. 2006. № 4. С. 35-37.

27. Малышева Н.Н., Ковальский Б.И. Температурная стойкость моторных и трансмиссионных масел // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2006. № 5. С. 237-241.
28. Шакаршвили Т.С., Андгуладзе М.К. Нефтенно-парафиновое нефтяное масло в аэрозольной упаковке // Химия и технология топлив и масел. 2006. № 4. С. 47.
29. Спиркин В.Г., Назаркин А.П., Митин И.В., Корчагин В.В. Моторные масла низкой испаряемости. Разработка и производство // Химия и технология топлив и масел. 2005. № 3. С. 28-31.
30. Касумова А.М., Алиева В.М. Экологически чистая технология получения топлив и масел. Тезисы докладов научно-технической конференции «Нефтепереработка и нефтехимия-2002», посвященная 90-летию памяти ученого-нефтепереработчика Эйгенсона А.С. – Уфа. – 2002.
31. Гасанова Р.З., Кадымалиева Н.З. Способ получения синтетического масла. Решение от 30.04.2001 о выдаче патента по заявке 2001. 0085 от 18.07.02.
32. Разработка технологии получения высокоиндексных масел на основе продуктов вторичных процессов. Тезисы докладов VIII Международной научно-технической конференции «Разработка, производства и применение смазочных материалов и присадок к ним». – ОАО «Азмол». – Бердянск. – 2003.
33. Рустамов М.И., Фарзалиев В.М. Моторное масло. Решение от 27.02.96 о выдаче патента по заявке.
34. Гасанова Р.З., Алиев Б.М. Компонентный состав базового масла нетрадиционного способа очистки. Материалы V Международной конференции по химии нефти и газа. – Томск. – 2003. – с. 525.
35. Гасанова Р.З. Гидрогенизационные процессы в производстве базовых масел. Процессы нефтехимии и нефтепереработки. – 2002. - № 2(9). – с. 49-57.
36. Экологические проблемы в производстве масел и пути их устранения. Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 2005. - № 2. – с. 52-58.
37. Гасанова Р.З., Кадымалиева Н.З. Высокоиндексные масла из нефти месторождения «Чыран». Нефтепереработка и нефтехимия. – 200. – №10. – с. 44-46.
38. Гасанова Р.З., Кадымалиева Н.З. Новый способ регенерации отработанных масел. Мир нефтепродуктов. 2007. № 6. – с. 22-26.