

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

დავით დემეტრაშვილი

სპეციალობა: TUG.DC-05-8 - „სატრანსპორტო მშენებლობა“

მოდულიზირებული ბიტუმების გამოყენების ეფექტიანობის
კვლევა საგზაო სამოსების კონსტრუქციებში

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2012 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის
საგზაო დეპარტამენტის
საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი,
სრული პროფესორი ალექსი ბურდულაძე

რეცენზენტები: 1. ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, თამაზ შილაკაძე
2. ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, თამაზ ჭურაძე

დაცვა შედგება 2012 წლის 22 მაისს 15⁰⁰ საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და
მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს
კოლეგიის TUG.DC-05-8 სხდომაზე, კორპუსი I, აუდიტორია 640
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატის – სტუ-ს ვებგვერდზე
ავტორეფერატი დაიგზავნა 2012 წლის 1 მაისს

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული მდივანი
ასოცირებული პროფესორი

რევაზ ველიჯანაშვილი

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტიულობა ჩვენს ქვეყანაში ყოველწლიურად მწყობრიდან ნახევარ მლნ. ტონამდე სალტე (ავტომობილის საბურავი) და სხვა რეზინტექნიკური ნაკეთობა გამოდის. ნარჩენების მოხმარების დონე ბოლო 5 წლის განმავლობაში უმნიშვნელოდ გაიზარდა და შეადგენს არა უმეტეს 5%-ს მთელი მარაგიდან. გაცვეთილი სალტეების მოცულობის ნახარდი წელიწადში დაახლოებით 3%-ს შეადგენს, ე.ი. მათი დაგროვება მუდმივად მიმდინარეობს. ნარჩენების გარკვეული ნაწილი, განსაკუთრებით რეზინის ძვირფასი სახეებისგან დარჩენილი, წლების განმავლობაში ინახება საწყობებში, ნარჩენების დანარჩენი ნაწილი კი უკეთეს შემთხვევაში ექვემდებარება დამარხვას ან დაწვას, რითაც გარემოს მნიშვნელოვანი და ხანგრძლივი ზიანი ადგება.

გაცვეთილი საავტომობილო სალტეების უტილიზაციის ეკოლოგიური პრობლემა მწვავედ დგას მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების უმრავლესობაში, კერძოდ: გერმანიაში, იაპონიაში, აშშ-ში, სადაც უტილიზაციას დაქვემდებარებული ძველი სალტეების ყოველწლიური მოცულობა მილიონობით ტონას შეადგენს. გაცვეთილი სალტეების და უტილის რეზინ-ტექნიკური ნაკეთობების ეფექტიანი გადამუშავების პრობლემა ჯერ კიდევ არაა გადაჭრილი.

ნარჩენების დაწვრილმანება (დაქუცმაცება) გადამუშავების ყველაზე მარტივ და რაციონალურ ხერხადაა აღიარებული, ვინაიდან იძლევა რეზინის ფიზიკურ-მექანიკური და ქიმიური თვისებების მაქსიმალური შენარჩუნების საშუალებას. მაგრამ სწორედ ნაფხვენის ეკონომიკურად ეფექტიანი გამოყენების საბოლოო სტადია წარმოადგენს მთავარ დაბრკოლებას რეზინის ნარჩენების სრული რეციკლინგის პრობლემის გადაჭრაში.

განხილული ფაქტებიდან ლოგიკური დასკვნა იქნებოდა გვეცადა გადაგვეჭრა რეზინის რეციკლირებისა და ბიტუმის შემკვრელების ხარისხის გაუმჯობესების პრობლემა, ერთმანეთთან კავშირში.

აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტაზე მსოფლის მრავალ ქვეყანაში მუშაობენ. დღეისათვის შემუშავებულია რეზინის

ასფალტბეტონის ნარევებში პირდაპირი შეყვანის, საგზაო-სამშენებლო მასალებში რეზინის ნაფხვენის შემავსებლის სახით გამოყენების უამრავი ტექნოლოგიური სქემა. აშენებულ იქნა ასობით გზის ექსპერი-მენტული მონაკვეთი, ხიდებისა და აეროდრომების საფარი, რომლებიც თავიდან მაღალი სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლებით ხასიათდებოდნენ, მაგრამ შემდგომში სწრაფად იშლებოდნენ.

ამრიგად, საგზაო მშენებლობაში რეზინის ნარჩენების გამოყენების უარყოფითმა გამოცდილებამ მოახდინა საგზაო მასალებში რეზინის გამოყენების იდეის კომპრომენტირება საგზაო სპეციალისტების თვალში.

ცხადია, რომ საკვანძო რგოლად, რომელიც მოგვცემს აღნიშნული კომპლექსური პრობლემის ცალკეული ნაწილების დაკავშირების და დასახული ამოცანების გადაჭრის საშუალებას, უნდა იქცეს რეზინის ნარჩენების ნავთობის ბიტუმებთან შეერთების ტექნოლოგია, რომელიც გაითვალისწინებდა მიმდინარე პროცესების მთელ სირთულეს. თანაც ამოცანა უნდა გადაიჭრას გზის საფარის აუცილებელი და საკმარისი პარამეტრებიდან გამომდინარე. ასეთი ტექნოლოგიის გამოყენების შედეგად უნდა იქნეს კონსტრუირებული და მიღებული შემკვრელი მასალები, რომლებმაც შესამჩნევად და რაც მთავარია ხანგრძლივად უნდა გააუმჯობესონ გზების ასფალტბეტონის საფარები. მხოლოდ ამ შემთხვევაშია შესაძლებელი რეზინის ნარჩენების უტილიზაციის პრობლემის ეკონომიკურად და ტექნიკურად ეფექტიანი გადაჭრა.

ჩვენს მიერ მიღებული მონაცემების ანალიზი აჩვენებს, რომ რეზინისგან მიღებულ წვრილდისპერსულ (<0,5მმ) ნაფხვენს, როგორც ბიტუმების მოდიფიკატორებს, გააჩნია უდიდესი პოტენციური შესაძლებლობები.

დაგროვილი გამოცდილებისა და ცოდნის გამოყენებით, ფორმულირებული იქნა ზოგიერთი ძირითადი ზოგადი მოხთონა ახალი ტექნოლოგიისადმი:

- ის უნდა იყოს უფრო მარტივი, ეფექტიანი და ეკონომიური არსებულ ტექნოლოგიებთან შედარებით.
- ბიტუმების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესების გარდა, ის უნდა აუმჯობესებდეს შემკვრელი მასალის

ადჰეზიურ თვისებებს და მის მდგრადობას დაძველებისადმი გარემოს აგრესიული ფაქტორების მოქმედების ქვეშ.

ჩვენი აზრით, სწორედ ამ თვისებების კომპლექსია განმსაზღვრელი საგზაო ასფალტბეტონის საფარების ხარისხისა და ხანგამძლეობის ამადლებისათვის.

დისერტაციის კვლევის ობიექტს წარმოადგენს:

- ა/ბ-ს საფარების სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო თვისებების გაზრდა მოდიფიცირებული ბიტუმების გამოყენებით.
- ბიტუმები მოდიფიცირების ტექნიკურ-ეკონომიკურად ხელსაყრელი მეთოდების დამუშავება, რომლითაც მიიღწევა ასფალტბეტონის საგზაო ფენილების მაღალი საექსპლუატაციო მაჩვენებელი ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში.

დისერტაციის მიზანს წარმოადგენს: საგზაო მშენებლობისათვის მოდიფიცირებული ბიტუმების მიღების მეთოდების სრულყოფა, სხვადასხვა დანამატებით მოდიფიცირებული ბიტუმების გამოყენების არეალის გაზრდა, რეზინის ნარჩენების საგზაო მშენებლობაში გამოყენების რაციონალური მეთოდების დამუშავება. აღნიშნული მიზნის მისაღწევად დისერტაციაში დასმული და გადაწყვეტილია შემდეგი ამოცანები:

- ჩატარებულია ანალიზი და ჩამოყალიბებულია პრობლემები, რომელიც თან ახლავს სხვადასხვა მეთოდებით მოდიფიცირებული ბიტუმების გამოყენებას საგზაო მშენებლობაში;
- შესწავლილია და დასაბუთებულია ორგანული შემკრავი მასალების მოდიფიცირების უპირატესობა რეზინის ნარჩენების გამოყენებით;
- დამუშავებულია ის მიდგომები, რომელსაც უნდა აკმაყოფილებდეს მოდიფიცირებული ორგანული შემკრავი;
- ჩატარებულია მიღებული შედეგების საცდელ-საწარმოო გამოკვლევა;
- ჩატარებულია შემოთავაზებული ტექნოლოგიის ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასება.

სამეცნიერო სიახლე. წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომის სამეცნიერო სიახლე მდგომარეობს შემდგომში:

- დასაბუთებულია ორგანული შემკრავი მასალების წვრილად დისპერსირებული რეზინის ნარჩენებით მოდიფიცირების უპირატესობა;
- დამუშავებულია სხმული და ღორღ-მასტიკოვანი ასფალტბეტონების მიღებისა და გამოყენების მეთოდები რეზინით მოდიფიცირებული ორგანული შემკრავების საფუძველზე;
- ბიტუმ-რეზინის კომპოზიციურ შემკვრელიზე დამზადებული ასფალტბეტონების გამოყენების არეალი.

სამუშაოს პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს შემდგომში:

- გაზრდილია ბიტუმ-რეზინის კომპოზიციურ შემკვრელიზე დამზადებული ასფალტბეტონების გამოყენების არეალი;
- ჩატარებულია მოდიფიცირებული ბიტუმის გამოყენების ეკონომიკური მაჩვენებლების გაანგარიშება, ეკოლოგიური ეფექტურობის გათვალისწინებით.
- სამუშაოს რეალიზაცია:
 - საგზაო სამოსის რეაბილიტაცია წარმოდგენილი ტექნოლოგიით განხორციელდა განსხვავებული კლიმატური პირობების მქონე რამოდენიმე საცდელ მონაკვეთზე (თბილისში მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე; ქვემო სიმონეთი – ნავენახევის საავტომობილო გზაზე).
 - სადისერტაციო კვლევის შედეგები გამოყენებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების მიმართულების ბაკალავრებისა და მაგისტრანტების სასწავლო პროცესში.

სამუშაოს აპრობაცია:

დისერტაციაში წარმოდგენილი მასალები მოხსენებულია:

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 78-ე ღია საერთაშორისო-სამეცნიერო კონფერენციაზე, თბილისი 2010 წელი;

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 79-ე ღია საერთაშორისო - სამეცნიერო კონფერენციაზე, თბილისი 2011 წელი;

პუბლიკაციები. დისერტაციის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია შემდეგი ნაბეჭდი შრომები:

1. „მოდულიზირებული ბიტუმების გამოყენების პერსპექტივები საქართველოს საგზაო მეურნეობაში“, - დ.დემეტრაშვილი, ა.ბურდულაძე, ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №1(20), თბილისი 2011 წ.;
2. „პოლიმერულად მოდიფიცირებული ბიტუმის გამოყენება ცივი რეციკლირების დროს“, - დ.დემეტრაშვილი, ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №1(23), თბილისი 2012 წ.;
3. „ბიტუმის მოდიფიკაციის სახეები და მათი გამოყენება საგზაო მშენებლობაში“, - დ.დემეტრაშვილი, გ.ჩუბინიძე. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(25), თბილისი 2012 წ.
4. „საავტომობილო გზების დიაგნოსტიკის თანამედროვე სისტემები“, - თ.პაპუაშვილი, ზ.მელაძე, დ.დემეტრაშვილი, პ.ნადირაშვილი, ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა №2(24), თბილისი 2012 წ.; (ჩაშვებულია სტამბაში გამოსაცემად).

დისერტაციის სტრუქტურა: სადისერტაციო ნაშრომი შეიცავს შესავალს, ოთხ თავს, დასკვნას, ლიტერატურის სიას 32 დასახელებით, 16 ცხრილს და 36 ნახაზს. კვლევის შედეგები გადმოცემულია 137 ნაბეჭდ თაბახზე.

ნაშრომის მოკლე შინაარსი

რეზიუმეში მოცემულია ნაშრომის შესახებ მოკლე ინფორმაცია და შესრულებული კვლევების საფუძველზე მიღებული ძირითადი შედეგები და მათი პრაქტიკული მნიშვნელობა

შესავალში დასაბუთებულია თემის აქტუალურობა, მოცემულია კვლევის ობიექტი და მოკლედაა გადმოცემული დისერტაციის არსი, მიზნები და ამოცანები

პირველ თავში მოცემულია საქართველოში საავტომობილო გზების განვითარების პერსპექტივები. აღნიშნულია, რომ საქართველოს საავტომობილო გზები ქვეყნის სატრანსპორტო სისტემის მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენს. საერთო სარგებლობის საავტომობილო გზების სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მდგომარეობისა და განვითარების დონეზე უშუალოდ არის დამოკიდებული ქვეყნის მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფა.

აღნიშნულია, რომ არასრულყოფილი საავტომობილო გზების ქსელი მნიშვნელოვნად აფერხებს ეკონომიკის სხვადასხვა დარგის განვითარებას და მთლიანობაში უარყოფითად მოქმედებს ქვეყნის შემდგომ განვითარებაზე. რაც უფრო დიდია სრულყოფილსაფარიანი საგზაო სისტემის მოცულობა, მით უფრო მაღალია ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების დონე. შესაბამისად აუცილებელია ახალი გზების მშენებლობა და არსებული საგზაო ქსელის რეაბილიტაცია, რომლის ერთ-ერთი ეფექტური და პერსპექტიული ტექნოლოგია დამუშავებულია წარმოდგენილ დისერტაციაში.

დასაბუთებულია, რომ აუცილებელია განხორციელდეს საქართველოს ტერიტორიის საგზაო კლიმატური დარაიონება.

ჩამოყალიბებულია ის ძირითადი ღონისძიებები, რომლის გატარებაც აუცილებელია საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე, რათა გაუმჯობესდეს და გაიაფდეს სატრანსპორტო გადაზიდვები.

ნახვენებია თუ რა სარგებლობის მოტანა და პრობლემების გადაწყვეტა შეუძლია რეზინის ნაწარმის ნარჩენების გამოყენებას საგზაო მშენებლობაში.

მეორე თავში მოცემულია საგზაო საფარის მოვლა – შენახვის თანამედროვე ტექნოლოგიები. საგზაო საფარის ექსპლუატაციის ვადის გაზრდის ერთ-ერთი გზა პროფილაქტიკურ-ტექნიკური მომსახურებაა.

საფარის დაშლის ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორია საგზაო საფარში წყლის შეღწევა. შედეგად საფუძველზე დატვირთვების გადანაწილება უარესდება, რაც იწვევს სამოსის დეფორმაციებს და დაშლას. გაყინვა-გაღებობა იწვევს ამ სიტუაციის დამძიმებას.

სარეაბილიტაციო სამუშაოების ეფექტურმა მეთოდებმა უნდა უზრუნველყოს საფარის წყალგაუმტარობა და გამორიცხოს სინესტის შეღწევა კონსტრუქციის ფენებს შორის.

ე.წ. სლარის ტიპის დამცავი საცვეთი ფენის მოწყობა არის საუკეთესო მეთოდი საფარის ზედა ფენის საექსპლუატაციო პარამეტრების აღსადგენად.

ასეთი საფარი შეიძლება დაპროექტდეს სხვადასხვა გრანულომეტრიული შემადგენლობით და ბიტუმის სხვადასხვა ტიპებისათვის, რაც იძლევა ნარევის ოპტიმიზაციის საშუალებას.

სლარის საფარი უზრუნველყოფს:

- საფარის წყალშეუღწევადობას;
- პროფილის მცირე კორექტირებას (გრძივი და განივი დეფორმაციების არსებობისას);
- ნაკვალევების შევსება;
- ზედაპირის ტექსტურირებას, შეჭიდულობის უზრუნველსაყოფად;
- გარეგნული მსგავსებას ასფალტბეტონის საფარებთან;
- ხმაურის დაბალ დონეს;
- მიმდინარე რემონტების ღირებულების შემცირებას 40%-მდე, საფარების საანგარიშო მომსახურების ვადებში

სლარის საფარის თხელი ფენა (სისქით საშუალოდ 1–1.5 ქვის მასალის მაქსიმალური ზომიდან) გამოიყენება საგზაო ფენილის აღსადგენად. შემკვრელი შეიძლება იყოს როგორც ჩვეულებრივი ასევე პოლიმერმოდირებული. მოდიფიკატორად გამოიყენება ლატექსი. მისი ფუნქცია არის სიმტკიცის სწრაფი მიღწევა, ელასტიურობისა და შემკვრელის დარბილების ტემპერატურის ამაღლება. ემულსიური სისტემები არსებობს როგორც ნელი არევე სწრაფშემკვრელი. მოძრაობა შეიძლება გახსნას 1–4 საათში.

სლარი სილის ნარევი გამოიყენება მცირე ზომის ქვის მასალა და ნარევის სისქე განისაზღვრება მაქსიმუმ 8 მმ-ით. სლარი სილი გამოიყენება:

- მტკიცე, მაგრამ უკვე დაუანგული ზედაპირის ჰერმეტიზაციისათვის;

- ზედაპირის ტექტურისა და შეჭიდების თვისებების აღსადგენად;
- გაცვეთილი ზედა ფენის აღსადგენად და ქვის მასალის შემდგომი ამოვარდნის თავიდან ასაცილებლად;
- ხმაურის შესამცირებლად;
- იმ ადგილებში, როცა სხვადასხვა მიზეზების გამო შეუძლებელია უფრო სქელი ფენების გამოყენება.

სლარის ტიპის მინერალურ-ემულსიური ნარევისაგან შესაძლებელია მოეწყოს მიკროსურფეისინგი (ზედაპირის მიკროპროფილირება), რაც საშუალებას გვაძლევს დავაგოთ ნარევი უფრო სქლად და რამდენიმე ფენად. ეს ტექნოლოგია გამოიყენება როგორც უმნიშვნელოდ დეფორმირებული ზედაპირების გასასწორებლად ასევე კვალის მოსასპობად. პოლიმერებით მოდიფიცირება საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ უფრო დიდი ზომის ქვის ფრაქცია. მაღალი კოჰეზია უფლებას გვაძლევს დავაგოთ უფრო სქელი ფენები რომლებიც აიტანენ უფრო მაღალ დატვირტვას დეფორმირების გარეშე. ესეთი მასალები იწარმოება სპეციალური ემულგატორების დამატებით რათა გაიზარდოს კოჰეზია და დაჩქარდეს გაქვავება. გარემონტებულ მონაკვეთებზე მოძრაობა შეიძლება დაიწყოს 30 წუთიდან 1 საათამდე დაგების შემდეგ. საკმაოდ დაბალ ტემპერატურებზე.

მიკროსურფეისინგი გამოიყენება:

- კვალის შესავსებად
- გვერდულების გასაფართოვებლად
- პროფილის უმნიშვნელო შესწორებისათვის
- ყველგან სადაც შესაძლებელია სლარისილის გამოყენება

მიკროსურფეისინგის და სლარი სილის ტიპის ფენილებს შეუძლიათ აიტანონ მაღალი დატვირტვები

ბიტუმის პოლიმერებით მოდიფიკაცია აუცილებელია ექსტრემალურ, მაღალ და დაბალ ტემპერატურებზე მუშაობისათვის. მოდიფიკატორად შეიძლება გამოვიყენოთ:

- რეზინის ფხვნილი დისპერგირებული სახით;
- ბუტადიენ-სტიროლი ბლოკ-თანაპოლიმერები (ხაზოვანი და რადიალური), შერეულ ბიტუმთან ემულგირებამდე;

- ბუტადიენ-სტიროლის შემთხვევითი თანაპოლიმერი ლატექსის ფორმის;

- ნეოპრენის ლატექსი.

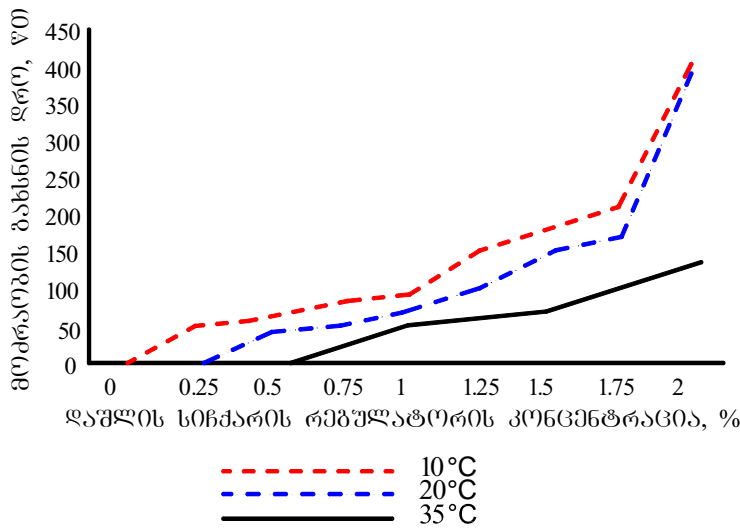
აუცილებელია რომ ბიტუმი მოდიფიცირდეს ნარეგებისადმი წაყენებული მოთხოვნების შესაბამისად. ცხრილში მოცემულია შემკრავის ტესტირების შედეგები, რომელიც დამზადებულია ნავთობის ბიტუმისაგან. ნაჩვენებია დინამიური ძვრის რეომეტრით ტესტირების შედეგები. რეომეტრით ტესტირების შედეგად მიღებულია დაბალი ტემპერატურის ეფექტური დიაპაზონი.

ცხრილი1. პოლიმერმოდიფიცირებული შემკვრელების თვისებები.

ემულსია	(მპა) 20 °C 10რად/წმ	ფაზური კუთხე 50°C 10 რად/წმ	სიმტკიცე მაქს. 300მპა	ეფექტური დაბალი ტემპერატურა
3%SBR	3,2	55	-15°C	-25°C
5%SBR	5,7	52	-25°C	-30°C
10%SBR	6,4	43	-35°C	-45°C
3%SBS	2,3	52	-20°C	-30°C
5%SBS	3,1	49	-35°C	-40°C
5%SBS/ 3%SBR	3,6	43	-40°C	-45°C
5%SBS/ 3%ბოჭკო	3,9	47	-25°C	-30°C
5%SBR/ 5%RG-1	5,7	51	-25°C	-35°C

ნარეგის გამკვრივების დაჩქარებისათვის ვიყენებთ სხვადასხვა დანამატებს უმრავლესობაში ცემენტს, რათა დააჩქარდეს კათიონური ემულსიის სტაბილურობის შემცირების რეაქცია. ნახ.4 გვიჩვენებს თუ როგორ ეფექტს ახდენს დანამატების რაოდენობა მოძრაობის გახსნის

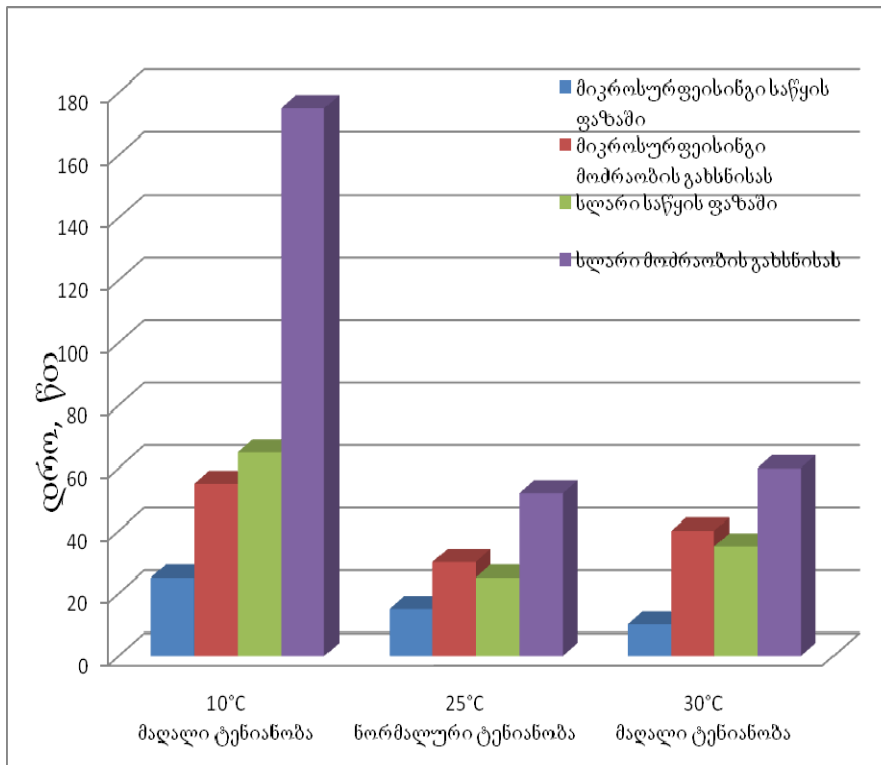
დროზე საქართველოს პირობებში სამი ტემპერატურული რეჟიმის შემთხვევაში.



ნახ. 4. დამატებების გავლენა ნარევის გამკვრივების სიჩქარეზე და მოძრაობის გახსნაზე

იმისათვის რომ სავალი ნაწილის გახსნა მოხდეს უმოკლეს ხანში საჭიროა ნარევის რეცეპტის კორექტირება ამინდის შესაბამისად. უმეტეს შემთხვევაში დაშლის სიჩქარის რეგულატორად შესაძლებელია გამოვიყენოთ ისეთი მასალები როგორცაა, ნატრის და კალციის მარილები, ქლორიდები, ბორის მარილი და სხვა ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები.

ნარევის ტემპერატურის შერჩევა ხდება ამინდისა და კლიმატის პირობების, მოძრაობის ინტენსივობის და საგზაო სამოსების საჭირო საექსპლუატაციო თვისებების (ცვეთამედგობის დეფორმაციებისადმი წინააღმდეგობა და გამტკიცების სისწრაფე) მიხედვით. გამტკიცების სიჩქარეზე დიდ გავლენას ახდენს ტემპერატურული რეჟიმი და ტენიანობა. მიკროსურფესინგის ნარევებზე მოძრაობა იხსნება უფრო ადრე სღარის ნარევენთან შედარებით. ნახ.5-ზე ნაჩვენებია გამტკიცების სიჩქარე სღარის და მიკროსურფესინგის შემადგენლობებისათვის გარკვეული ტემპერატურის დროს დატენიანების მიხედვით.

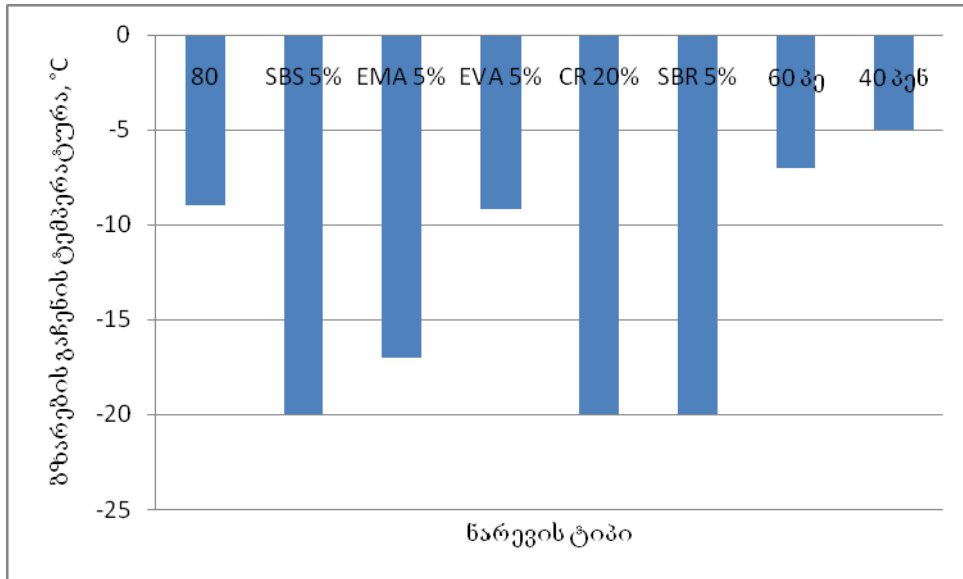


ნახ. 5. ტემპერატურის, დროისა და ტენიანობის გავლენა სლარი სილის და მიკროსურფეისინგის ფენილების გამტკიცებაზე

ნარევის შერჩევა დაბალი ტემპერისა და ჰაერის მაღალი ტენიანობის შემთხვევაში მეტად მნიშვნელოვანია. სამოსის კონსტრუქციებში პოლიმერების გამოყენება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მაღალმთიან ცივი კლიმატური პირობების მქონე რეგიონებში (გუდაური, ბახმარო, ბაკურიანი და ა.შ.). როგორც ნახვენებია ნახ.6-ზე პოლიმერები ხელს უწყობენ სამოსის მუშაობას დაბალ ტემპერატურაზე, უნარჩუნებენ რა მათ მოქნილობას.

მესამე თავში მოცემულია თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგები. კვლევებით დადგინდა, რომ საგზაო მშენებლობაში გამოყენებული მოდიფიცირებული ბიტუმი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

- მოდიფიცირებულმა ბიტუმმა საგზაო ფენილის საჭირო სიმტკიცე უნდა უზრუნველყოს სხვადასხვა ტემპერატურულ ინტერვალში ცვლადი დატვირთვების მოქმედების პირობებში;



ნახაზი 6. ბზარწარმოქმნის ტემპერატურები სხვადასხვა ტიპის ნარევებისათვის. ზედაპირის ტიპიური სახე

- მოდიფიცირებული ბიტუმი კარგად უნდა ასველებდეს და ეკვროდეს მინერალურ მასალის ზედაპირს წინასწარ განსაზღვრული თვისებების მქონე ასფალტბეტონის მისაღებად;
- მოდიფიცირებული ბიტუმი უნდა იყოს ხანგამძლე, ე.ი. მისი დაძველება (თვისებების ცვლილება ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პერიოდს) უნდა იყოს მინიმალური.

აღნიშნულ მოთხოვნათა შესრულება იძლევა მაღალხარისხოვან პროდუქციის მიღების გარანტიას, მაგრამ ამისათვის საჭიროა წინასწარ ვიცოდეთ საწყისი მასალების ძირითადი მახასიათებლები.

მასალამ რომ წინააღმდეგობა გაუწიოს დაღლილობისაგან გამოწვეულ დაშლას რომელიც გამოწვეულია საფუძვლის შერბილებისაგან და შესაბამისი მნიშვნელოვანი ჩაღუნვებისაგან. აუცილებელია მასალამ შეძლოს გაჭიმვა და ფორმების აღდგენა, აგრეთვე შეძლოს შეაჩეროს ბზარწარმოქმნა.

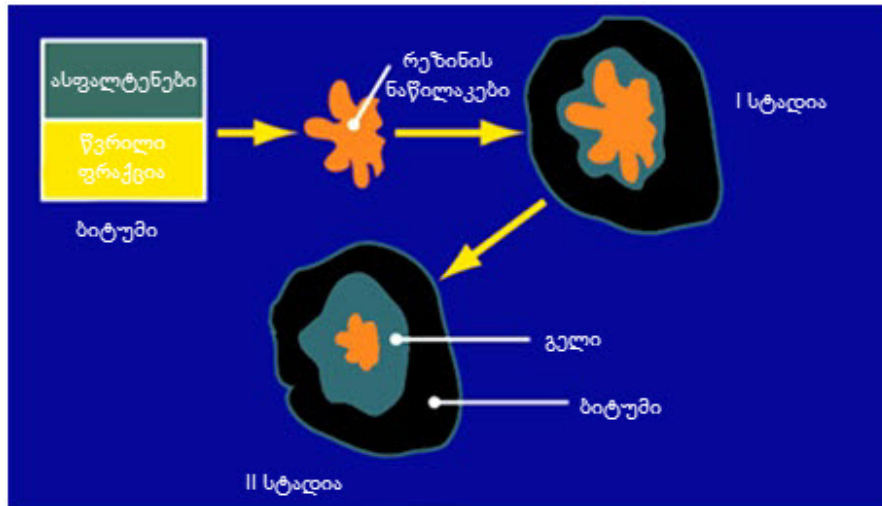
ამ შემთხვევაში მეტად ეფექტურია ძველი საბურავებისა და რეზინის სხვა ნარჩენებისაგან მიღებული ფხვნილის დამატება შემკრავზე (ე.წ. რეზინაბიტუმი). რეზინაბიტუმი იწარმოება ძველი საბურავების რეზინის გრანულების დამატებით ბიტუმთან. ემატება

მინიმუმ 15 % ჩვეულებრივ კი 18-20 % რეზინი. აქ მთავარი ფაქტორია ბიტუმისა და რეზინის შეთავსებადობა. რეზინის ფხვნილის გრანულომეტრია შერევის და ტემპერატურის დრო.

„ბიტუმპოლიმერის“ სისტემის შეთავსებადობა შეიძლება განვსაზღვროთ რამდენიმე ხერხით:

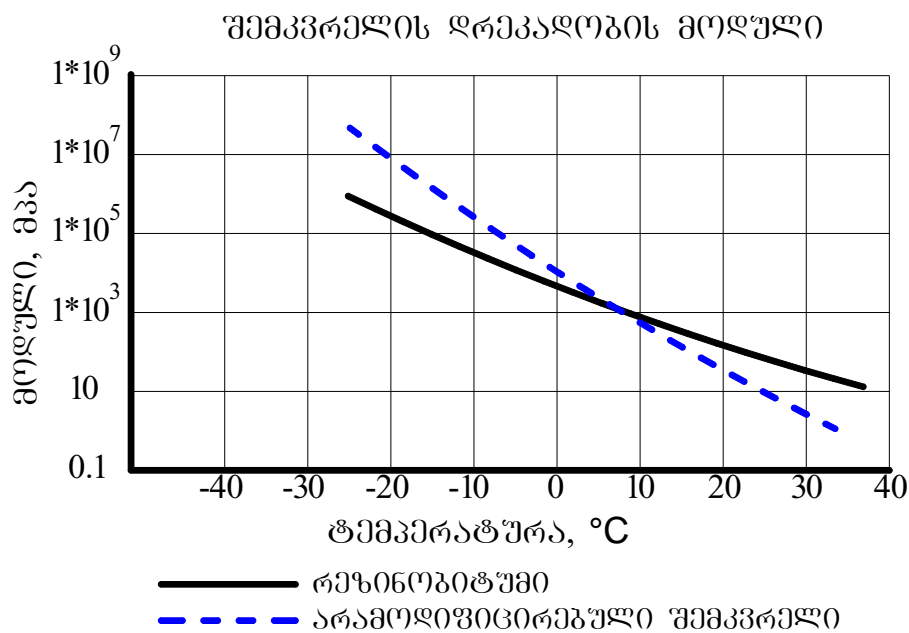
- გარკვეული მორფოლოგიის მიღების თვალსაზრისით ანუ პოლიმერული ნაწილაკების სტრუქტურული სქემით ბიტუმის მატრიცაში.
- თერმოდინამიკური სტაბილურობის მიხედვით-აუცილებელია განვსაზღვროთ პოლიმერული ნაწილაკები ან მათი ჯაჭვები იმყოფებიან თუ არა დაბალენერგეტიკულ მდგომარეობაში, ანუ არის თუ არა მამოძრავებელი ძალა ენტროპიის გაზრდისათვის.
- შენახვის სტაბილურობის მიხედვით ხომ არ იყოფიან ამოსავალი კომპონენტები შენახვის პერიოდში.
- რომელიმე თვისებების ან თვისებათა კომბინაციის შენარჩუნებით ხანგძლივი პერიოდის განმავლობაში (დაგების მომენტამდე).

როდესაც რეზინის ნაწილაკები ერევა ბიტუმში ნაწილაკები იფარებიან გელით, რაც ანალოგიურ პოლიმერბიტუმის სისტემებში გაფუების ანალოგიურია. შედეგად ვიღებთ დამოუკიდებელ რეზინა-ბიტუმის მატრიცას, რომელიც წარმოადგენს სამფაზიან სისტემას: რეზინა, რეზინისა და ბიტუმის ნაზავი და ბიტუმი. ნარევი შედგება პოლარული ტიპის შეკავშირებული მოლეკულებისაგან დისპერსიულ გარემოში. ნედლეულის ტიპი და გაწმენდის პროცესი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ბიტუმის შემადგენლობაზე და შესაბამისად რეზინისა და ბიტუმის შეთავსებადობაზე. რეზინის გაფუება გამოწვეულია არომატული და ნაფტენური ზეთებისაგან, ამიტომაც ნედლეულის წყარო და გაწმენდის პროცესი გავლენას ახდენს რეზინაბიტუმის ფორმულაზეც.



ნახ.19.: ბიტუმისა და რეზინის ნაწილაკების რეაქციის სტადიურობა

რეზინის ფხვნილის გამოყენების ძირითადი ეფექტი მდგომარეობს სიბლანტის გაზრდასა და თერმული მგძნობელობის გაუმჯობესებაში. იხილეთ ნახ.20.

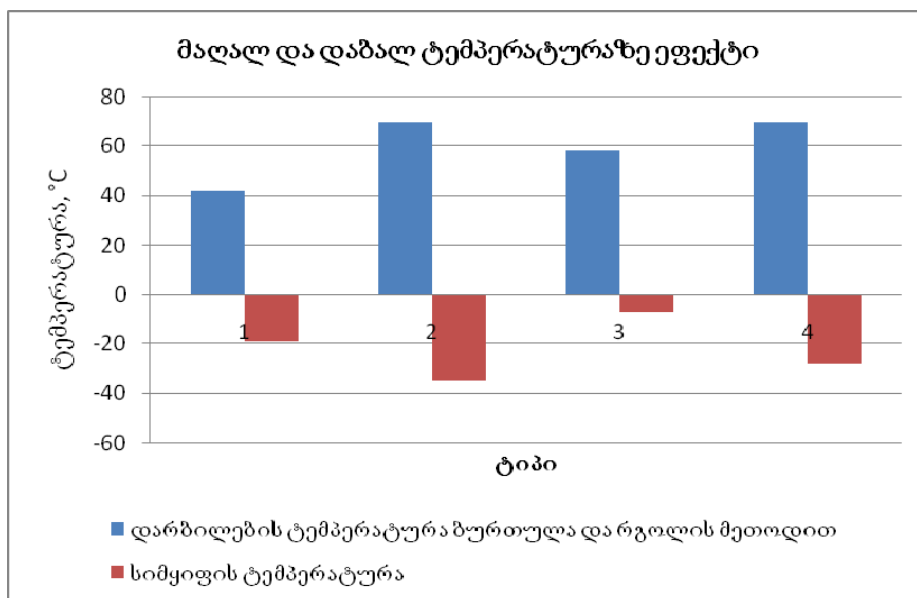


ნახ.20 თერმული მგძნობელობის გაუმჯობესება რეზინის დამატებით.

ნახ.20 გვიჩვენებს მრუდეთა გადაკვეთის წერტილის არამოდიფიცირებული და მოდიფიცირებული ბიტუმების თვისებათა იდენტიფიკაციას, მაგრამ მხოლოდ $+10^{\circ}\text{C}$ -ზე. დაბალ ტემპერატურაზე რეზინობიტუმის დრეკადობის მოდული მცირეა და ამიტომ შემკვრელი გაცილებით

ელასტიურია. მაღალ ტემპერატურაზე რეზინაბიტუმის დრეკადობის მოდული პირიქით უფრო მაღალია. როგორც ვხედავთ რეზინაბიტუმის გამოყენება საკმაოდ ეფექტურია საქართველოსათვის დამახასიათებელი ექსტრემალურ პირობებში.

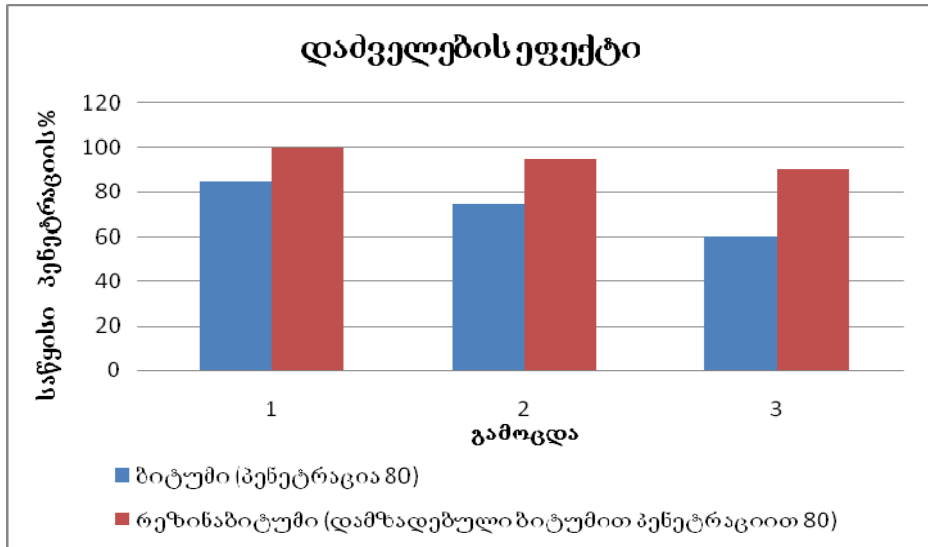
ნახ.21-ზე ნაჩვენებია დარბილების ტემპერატურის შედარება სიმეიფის ტემპერატურასთან. ეს გვიჩვენებს, რომ ასეთი შემკვრელები ნაკლებად მყიფენი არიან უარყოფითი ტემპერატურისას და ნაკლებად ექვემდებარებიან დეფორმაციას მაღალი ტემპერატურისას. შესაბამისად მათი სატრანსპორტო საექსპლუატაციო მაჩვენებლები იქნება საუკეთესო და სტაბილური წლის ნებისმიერ დროს საქართველოსთვის დამახასიათებელ კლიმატურ პირობებში.



- 1-ბიტუმი პენეტრაციით 120 (ნემსის შეღწევალობა 0.1 მმ 25⁰C -ზე
- 2-რეზინაბიტუმი, დამზადებული ბიტუმით პენეტრაციით 120
- 3-ბიტუმი პენეტრაციით 80
- 4-რეზინაბიტუმი, დამზადებული ბიტუმით პენეტრაციით 80

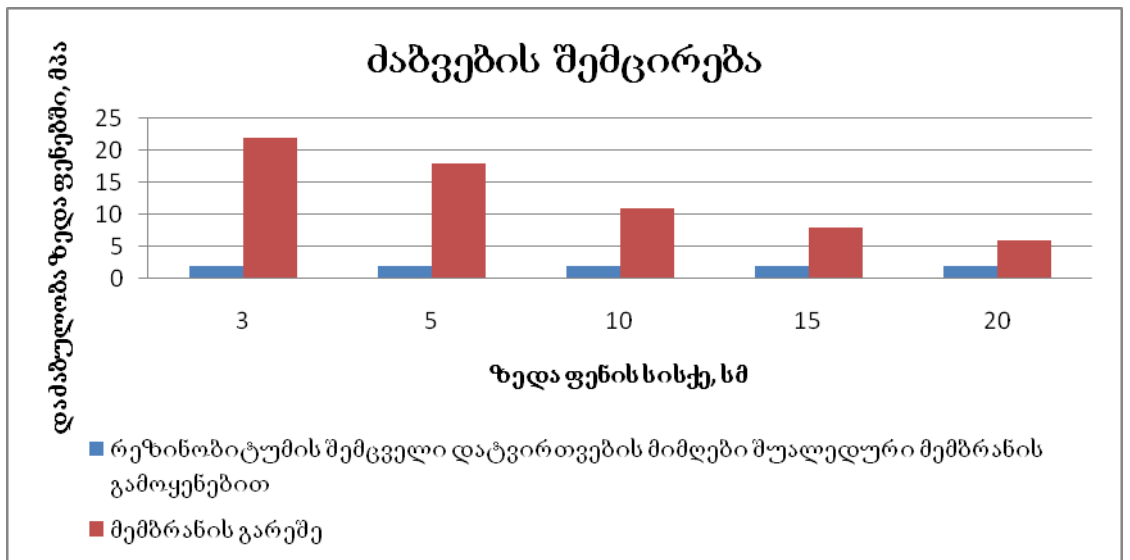
ნახ.21 დარბილების ტემპერატურასა და სიმეიფის ტემპერატურას შორის დამოკიდებულება.

ნახ.22 გვიჩვენებს რეზინაბიტუმის დაძველებისადმი მდგრადობას, ჩვეულებრივ ბიტუმთან შედარებით.



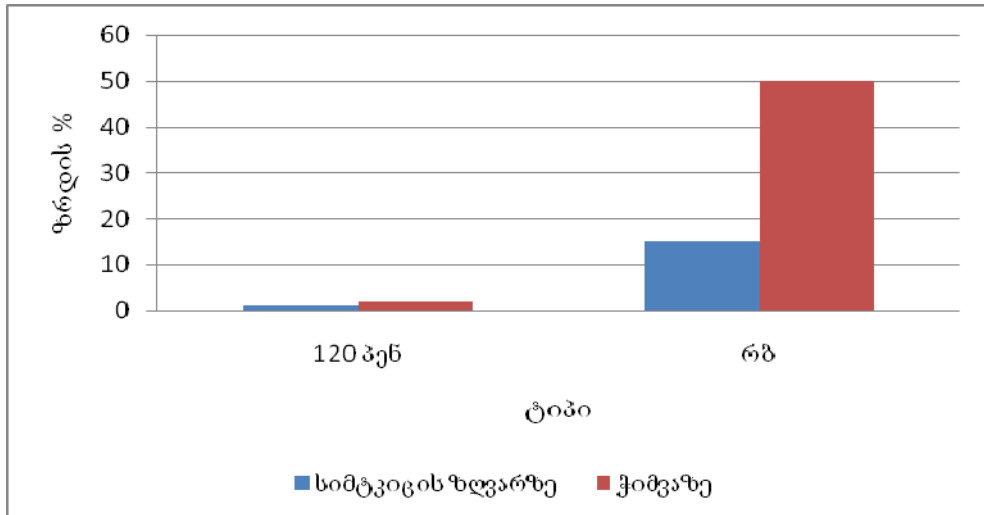
ნახ. 22. რეზინაბიტუმის შემკვრელთა დაბერების ეფექტი ღუმელში და ამინდის პირობების სიმულატორში. 1-1 დღე; 2-5 დღე; 3-8 დღე

რეზინაბიტუმის გამოყენებით შექმნილ მემბრანებში მცირდება ბზარების რაოდენობა, რაც გამოწვეულია ფენილის ზედა ფენაში ძაბვის შემცირებით. ნახ.23



ნახ.23 რეზინაბიტუმის გამოყენების გავლენა ზედა ფენების დაძაბულობაზე.

ტემპერატურული ძაბვების შემცირება მოითხოვს სიმტკიცის ზღვრის გაზრდას გახლეჩვაზე და გაგრძელების ზღვრის გაზრდას გაწყვეტაზე რაც ნაჩვენებია ნახ.24-ზე.

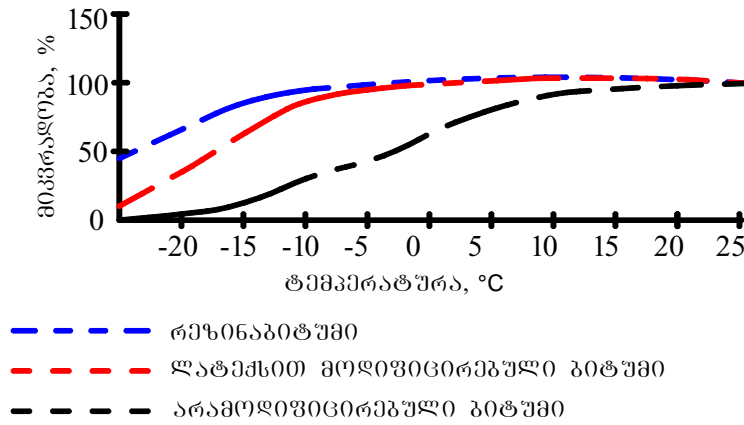


ნახ. 24. ბიტუმის მოლიფიცირების გავლენა წყვეტაზე, სიმტკიცის ზღვარზე და ჭიმვაზე გაწვევებისას-ბენსონის ტესტი

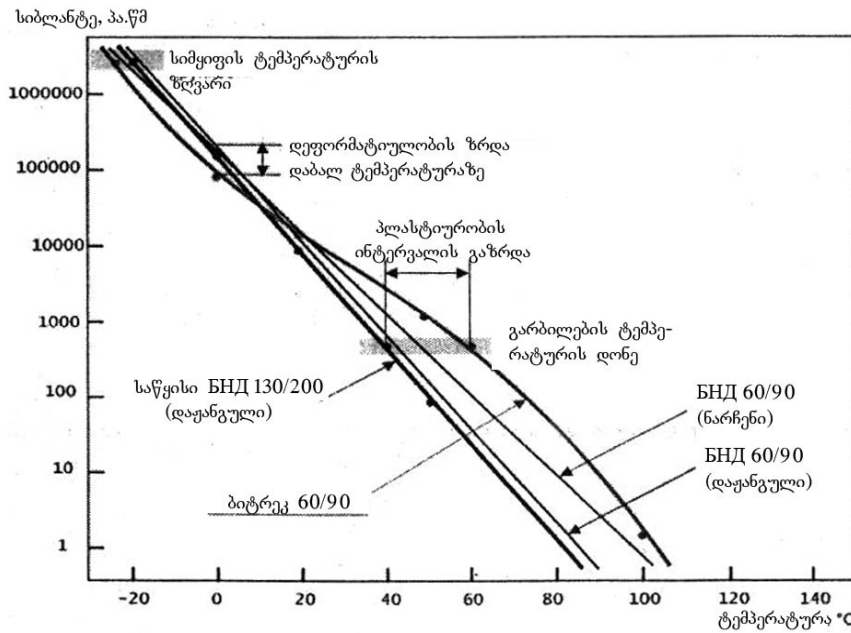
მინერალური მასალის ზედაპირის დამუშავების სახეობა დამოკიდებულია შემკრავის ზემოთაღწერილ თვისებებზე. ძაბვისმშთანთქავ მემბრანებში ზემოთაღნიშნულ მოთხოვნებზე მისი მოქნილობას დაბალ ტემპერატურებზე და მდგრადობას წყვეტაზე ემატება მოთხოვნა ადჰეზიის მასალასთან. ნახ.25 სადაც მოყვანილია ვიალიტის გამოცდის მაგალითი სხვადასხვა დაბალ ტემპერატურაზე. ნათელია რომ რეზინაბიტუმს აქვს განსაკუთრებული კოჰეზია დაბალ ტემპერატურაზე და ადჰეზია ქვის მასალაზე.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე შემოთავაზებული ტექნოლოგია, ექსპერიმენტალური და საცდელი საწარმოო სამუშაოების ჩატარების შემდეგ საგზაო სფეროს ობიექტებზე იძლევა საშუალებას მკვეთრად განვასხვავოთ ბიტუმორეზინის ეკოლოგიურად სუფთა კომპოზიციური მასალები (ბირკ), სხვა შემკვრელებისაგან ფართო პლასტიკურობის ინტერვალით - 85°C და მეტი. განსხვავებით ჩვეულებრივი საგზაო ბიტუმების პლასტიკურობის ინტერვალის როგორც წესი 60-65°C-ია, რომელიც არასაკმარისია საფარის ზედა ფენების მოსაწყობად საქართველოს უმეტეს რეგიონებში კლიმატური პირობების გამო.

ვიალიტის სხვადასხვა შემკვრელთან
სხვადასხვათემპერატურული სხვაობისას
მიკვრადობის ამსახველი მრუდები



ნახ.25 ღორღის მიკვრადობა რეზინაბიტუმის შემკვრელთან



ნახ. 26. სხვადასხვა ბიტუმების კინემატიკური სიბლანტის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

ჩატარებულმა გამოკვლევამ ა/ბ-ის ბირკ-ზე გვიჩვენა, რომ:

1. შემკვრელის ხარჯი ნარევიში არ გაიზარდა;
2. საშუალო სიმკვრივე დაეცა 0.01გ/სმ³ ;
3. ფიზიკა-მექანიკური მაჩვენებლები ა/ბ-ის აკმაყოფილებს მოთხოვნებს ГОСТ 9128-97;

4. საკმაოდ დაეცა სიმტკიცის ზღვარის მაჩვენებელი კუმშვაზე. 0°C- 12.4მ.პას პირველადი ბიტუმის, 8.69-9.23 მეგ.პას ბირკ ნარევის;
5. გაიზარდა წყალმედვობის კოეფიციენტი 0-0.62 პირველადი ბიტუმის, 0.85 ბირკ ნარევის;
6. გაიზარდა სიმტკიცის მაჩვენებელი 500 -ზე 1,9 მპა-დან 2.16 მპა-მდე და მაჩვენებელი ძვრისადმი სიმტკიცის- 2.17მპა-დან 2.51 მპა-მდე.

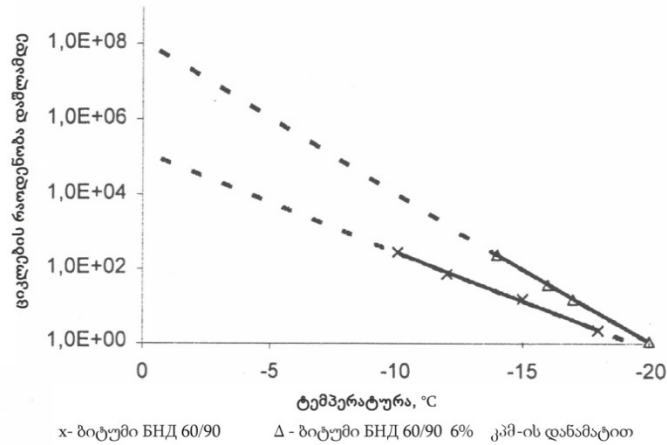
ცხრ.2-ში მოყვანილია ორი ტიპის შემკვრელი ბირკ და საწყისის სახით გამოყენებული ჩვეულებრივი საგზაო ბიტუმების თვისებების მაჩვენებელთა შედარებითი მახასიათებლები ГОСТ22245-90-ის მიხედვით.

ბიტუმის შემკვრელების ნიმუშების მახასიათებელთა შედარება

ცხრილი 2.

თვისებების მაჩვენებლები	შემკვრელების რეალური ნიმუშების მაჩვენებელთა მნიშვნელობები			
	БНД90/130 (საწყისი)	ბიტრეკ 60/90	БНД60/90 (საწყისი)	ბიტრეკ 40/60
1	2	3	4	5
ნემსისშედწევის სიღრმე, 0,1მმ				
25°C-ზე	100	78	69	40
0°C-ზე	24	34	20	17
დარბილების ტემპერატურა, °C	46	65	50	72
სიმყიფის ტემპერატურა, °C	-23	-26	-20	-24
პლასტიურობის ინტერვალი, °C	69	91	70	96
ჭიმვადობა 0°C-ზე, სმ	3,5	8	2,4	6
ელასტიურობა °C-ზე, %	არა ნორმ.	50	არა ნორმ.	45
ჩაჭიდება მუავე ქვიშასთან	<ნიმ. №3	>ნიმ. №2	<ნიმ. №3	>ნიმ. №2
ფარდობითი ადჰეზიური უნარის მაჩვენებელი, %	35	98	47	99

შემკრავთა დაღლილობის ხანგძლივობა გამოკვლეული იქნა ბ. გ. პეჩენი-ს მეთოდით. შედეგების ანალიზმა გვაჩვენა რომ შემკრავის თხელი აპსკის დამანგრეველი ციკლების რაოდენობა დამოკიდებულია ტემპერატურაზე და მას აქვს ხაზოვანი სახე. ნახ.27.



ნახ.27 ბიტუმი БНД 60/90–სა და 6% კმ-ის დანამატით მოდიფიცირებული ბიტუმის დაღლილობის ხანმედევობაზე დამოკიდებულება.

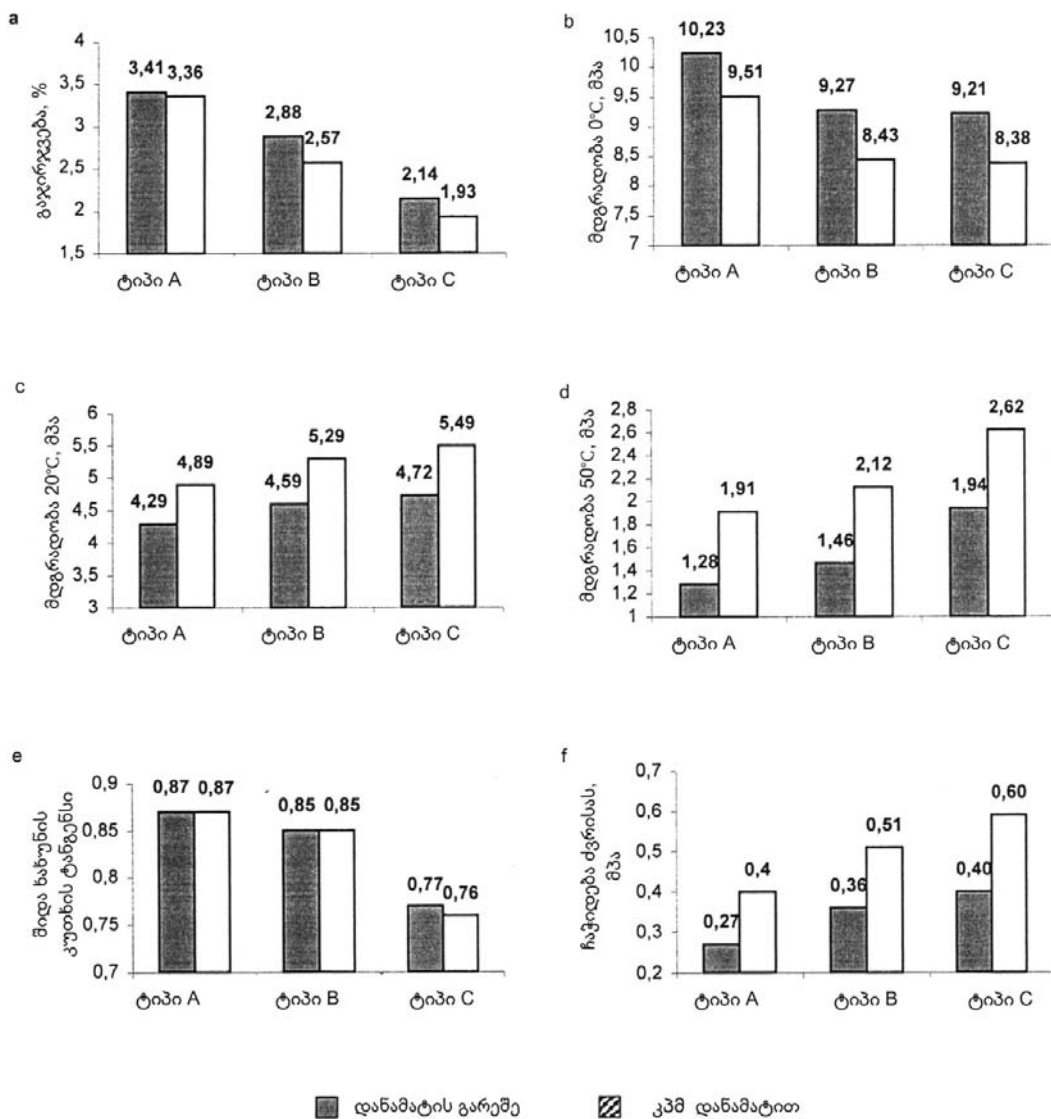
ეს თანხვედა ი. მ. რუდენკოს მიღებულ შედეგებს, რომელთა მიხედვით დარბილების ტემპერატურის ქვემოთ დამოკიდებულება $\log \eta = f\left(\frac{1}{T^0 K}\right)$ გამოიხატება სწორი ხაზით და შესწავლილი ბიტუმის შემკრავებისათვის

$$\eta = A e^{\frac{U}{RT}}$$

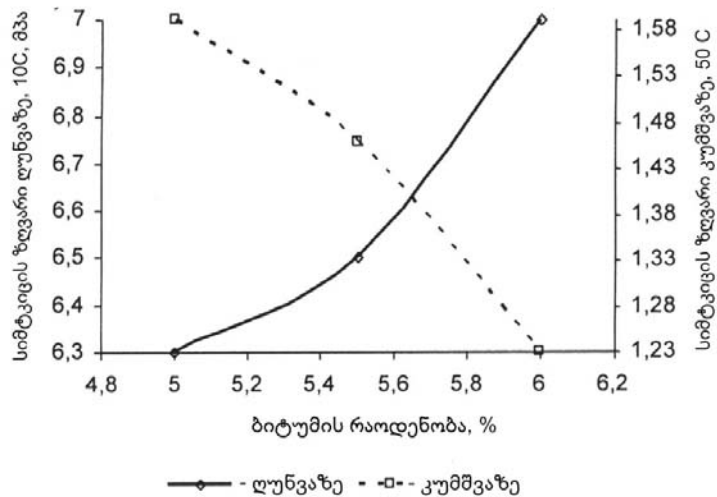
გამოკვლეული იქნა ასფალტბეტონის სტანდარტული თვისებები დანამატით და მის გარეშე. ცდების შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა რომ დანამატის შეყვანა ასფალტბეტონში დადებითად მოქმედებს მის ფიზიკომექანიკურ მაჩვენებლებზე: მნიშვნელოვნად მცირდება წყალჟღენთვა და ნარჩენი ფორიანობა, იზრდება წყალმდევობის კოეფიციენტი რაც ახასიათებს ასფალტბეტონის კოროზიულ მდგრადობას. ეს აიხსნება მოდიფიცირებული შემკვრელის მაღალი ადჰეზიით, ვინაიდან შეიქმნა მტკიცე აფსკი და წყალს გაუძნელდა მისი ქვის მასალისგან განცალკევება. დანამატის გავლენა იგრძნობა შემკვრელის სიბლანტესთან და კოჰეზიუ სიმტკიცესთან დაკავშირებულ ყველა მაჩვენებელზე.

40-50% იზრდება სიმტკიცე კუმშვაზე 50°C-ზე და მხოლოდ 5-10 % ით მცირდება სიმტკიცე კუმშვაზე 0°C-ზე.

მიღებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ნარევებში შემკრავის ოპტიმალური რაოდენობის შერჩევის მეთოდი. ვინაიდან ბიტუმის რაოდენობის გაზრდით ხდება ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო ტენდენცია: მცირდება სიმტკიცე კუმშვისას და იზრდება სიმტკიცე ჭიმვაზე, ამიტომ მოცემული მეთოდის მიზანი იყო ოპტიმალურად დაგვეკავშირებინა ეს ორი მნიშვნელოვანი მახასიათებლები.



ნახ.29 კპმ-ის დანამატის გავლენა ასფალტბეტონის თვისებებზე: ა-წყალუღენთვა; ბ-სიმტკიცე კუმშვაზე 0°C-ზე; გ-სიმტკიცე კუმშვაზე 20°C-ზე; დ-სიმტკიცე კუმშვაზე 50°C-ზე; ე-შიდა ტანგენსის ხახუნის კუთხე; ფ-შეჭიდულობა ასფალტბეტონის გაცურების დროს.



ნახ.31. ბიტუმის ოპტიმალური რაოდენობის შერჩევა ბ ტიპის ასფალტბეტონის გრაფო-ანალიზური მეთოდით.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ტექნოლოგია, რომელიც გვაძლევს საშუალებას გავაუმჯობესოთ და მოდიფიცირება გავუკეთოთ უხარისხო დაუანგულ საგზაო ბიტუმებს, იაფი მოდიფიკატორების დახმარებით, ძირითადად ამორტიზირებული საბურავის რეზინით. ამის შედეგად ვიღებთ რეზინაბიტუმის ნარევის ბირკ-ს, რომელშიც რეზინა იკვრება ბიტუმის კომპონენტებთან მტკიცე მაგრამ საკმაოდ მოძრავი ქიმიური კვანძებით და ავლენენ თავის მაღალ ექსპლუატაციურ თვისებებს უკვე ახალ კომპოზიციურ მასალების შემადგენლობაში. არაერთჯერაღმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ თავისი სანიტარულ ჰიგიენური თვისებებით ბირკ-ის ნარევის მასალები ბევრად სუფთაა ვიდრე ბიტუმის და რეზინის ცალცალკე. ეს კომპოზიცია ყველაზე მკაცრ ეკოლოგიურ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს.

ტექნოლოგია განსხვავდება სხვა ცნობილ ტექნოლოგიებისაგან (ბიტუმების რეზინის ნამცვევებით, სინთეტიკური კაუჩუკით) იმით, რომ არ მოითხოვს სპეციალურ მოწყობილობას დიდი ძვრის ძალით ინტენსიური არევისათვის. მოდიფიკაცია მიმდინარეობს სტანდარტულ გამაცხელებელ ბიტუმის შესანახ აგზაში. რეზინის ნაწილაკების არევისათვის იყენებენ ჩვეულებრივ ბიტუმის ნასოსებს ან შეკუმშულ ჰაერს, რაც შეუძლებელია თერმოელასტოპლასტების შემთხვევაში. შემდგომი არევა არ არის საჭირო. მოდიფიკაციის ქიმიური პროცესი

მიმდინარეობს რეაქციული გაზების გამოყოფის გარემოში, რომელიც მთელი ნარევის მოცულობას ითვისებს. ეს საგრძნობლად აადვილებს ტექნოლოგიურ პროცესს და ზრდის მისი გამოყენების ეკონომიკურ ეფექტს. პერსონალის გადამზადება არაა საჭირო, რადგანაც ტექნოლოგია უბრალოა გამოყენებაში და მისი მეთოდები არ განსხვავდება ჩვეულებრივი ა/ბ-ის ქარხნის მეთოდებისაგან.

შემოთავაზებულია ბიტუმის კომპლექსური შემადგენელი დანამატი AKZONOBEL Wetfix BE, Wetfix AD4F. ამ ადგეზიურ დანამატს გააჩნია კომბინირებული გავლენა მასალების შეჭიდულობაზე და მნიშვნელოვნად ანელებს კონსტრუქციის სიბერეს გზის ექსპლუატაციის პირობებში, აგრეთვე ზრდის ეკონომიკურ ეფექტს სხვა ადგეზიურ დანამატებთან შედარებით.

ცხრილში 3 მოცემულია ბირკ ნარეგებისადმი დამატებითი ტექნიკური მოთხოვნები

ცხრილი 3

მაჩვენებლის დასახელება	მარკების ნომრები			გამოცდის მეთოდი
	БНД 90/130	БНД 60/90	БНД 40/60	
ნარევის დარღვევის დატვირთვის ციკლების რიცხვი არა ნაკლები	4 000			რეომეტრის ექსპლუატაციის სახელმძღვანელო Rotov sco RT20
სიბლანტე 500 პას.წმ არა ნაკლები	3.0X102	4.0X102	5.0X102	

ბირკ-ის ნარევის მომზადებისას გამოვიყენეთ საგზაო ბლანტ პირველად ბიტუმებს მარკით БН, БНД ГОСТ 22245-90 მოთხოვნებით და თხევადი ბიტუმები მარკით და ГОСТ 11955-82 მოთხოვნებით. დაწესებული იყოს ტექნიკური კონტროლი:

სისტემატურად უნდა მოწმდებოდეს შემკვრელის დამზადების ტემპერატურა; გაცხელების დრო; საწყისი მასალების დოზირება; მიღებული პროდუქციის სიბლანტე.

ბირკ-ის ნარევის მომზადებისას გამოვიყენეთ საერთო მოხმარების რეზინი, ამასთან ერთად გაცვეთილი საბურავების დაქუცმაცებისაგან მიღებული რეზინის და სხვა რეზინა-ტექნიკური ნაკეთობებისგან მიღებული ფხვნილები, ფრაქციის ზომით 0.3-0.6მმ უნდა აკმაყოფილებდეს 38.108035-97 მოთხოვნებს ფხვნილის მარკით - 0,5;

რეზინის ფხვნილი ნარევიში განაწილებული უნდა იყოს ბიტუმის ზედაპირზე თანაბრად, არ უნდა რჩებოდეს ბიტუმით გადაუკრედი ნაწილაკები, რეზინის ფხვნილის კოშტები და სხვა უცხო შენაერთები.

ცხრილში 4 მოცემულია რეზინაბიტუმის ნარევის გამოშვების ტემპერატურა

ცხრილი 4

ნარევის სახე	ტემპერატურა ნარევის °C		
	ტემპერატურა ჰაერის °C		
	+10°C მაღლა	+10°C-დან +5°C-მდე	+5°C-დან 0°C-მდე
დასატკეპნი ნარევი	180-190	190-200	-
ლორდ. მასტ. ა/ბ	190-200	200-210	-
სხმული ტიპის ა/ბ ნარევი	200-210	210-220	220-230

ლორდ-მასტიკიანი აბეტონი ბირკ-ის შემკვრელით გამოირჩევა შემდეგი მახასიათებლებით:

- აქვს დიდი მომსახურების ვადა საგზაო ბიტუმებზე დამზადებულ აბეტონს (5-7-ჯერ მეტი საფარის დადლილობის და სიცოცხლის უნარიანობის);
- ГОСТ 31015-2002 მოთხოვნილობებზე გაუმჯობესებულია;
- შესაძლებელია გამოყენება თხელი ფენის დასაგებად სისქით 1.5-3სმ;
- ნარევი მზადდება სტანდარტული აბეტონის ქარხნებში სტრუქტურული დამატებითი დანამატების გარეშე, როგორც არის ცელულოზის ქსოვილი, ბოჭკო ან “Viatop”-ი;
- ნარევის ტემპერატურა დატკეპნის დასაწყისში უნდა იყოს არა ნაკლები 180°C

ბირკის შემკვრელზე დამზადებული ღორღ-მასტიკოვანი ა/ბეტონის ნიმუშების გამოცდის შედეგები

ცხრილი 5

მაჩვენებლის დასახელება	მაჩვენებლის სიდიდე
წყალგაუღენთვა, %	0.1-0.4
სიმტკიცის ზღვარი შეკუმშვაზე, მპა	
50 ⁰ C	1.3-1.5
20 ⁰ C	3.0-3.5
0 ⁰ C	6.0-8.0
წყალგამძლეობა	0.95-0.98
საშუალო სიმკვრივე, გ/სმ ³	4.5-5.0
სიმტკიცის ზღვარი გახლეჩვაზე 0 ⁰ C, მპა	4.5-5.0

ბირკ ნარეგებზე შესაძლებელია დამზადდეს სხმული ასფალტბეტონი, რომელის გამოყენების არეალი საკმაოდ ფართოა (ცხრილი 6).

აუცილებლობისას, როდესაც საჭიროა ხანგრძლივი შენახვა რეზინა-ასფალტბეტონის ნარევის დამგროვებელ ბუნკერში ან აგრეთვე დიდ მანძილზე ტრანსპორტირებისას, ნარეგების დაბერების სიჩქარის შემცირების მიზნით რეკომენდირებულია გამოვიყენოთ ნარევის სახეები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მინიმალურ ნარჩენ ფორონებას ა/ბეტონში. შენახვის მაქსიმალური დრო დგინდება ცდების გამოკვლევების მიხედვით.

სხმული ა/ბეტონის თვისებები ბირკ შემკვრელზე

ცხრილი 6

ნარევის გამძლეობა 200 ⁰ C	20-30
შტამპის შეღწევის სიღრმე 500 მმ	2-5
წყალგაუღენთვა	0
სიმტკიცე კუმშვაზე მპა	
50 ⁰ C-ზე	0.8-1.0
0 ⁰ C-ზე	5.0-6.0

საშუალო სიმტკიცე გ/სმ ³	2.20-2.25
------------------------------------	-----------

ნარევის ტიპების დასაშვები შენახვის დრო

ცხრილი 7

დარჩენილი ფოროვნობა ა/ბ-ის %	მაქსიმალური დასაშვები დრო შენახვის და ტრანსპორტირების ნარევის ტიპებისათვის, საათი			
	დორღოვ -ანი მასტიკის ა/ბ	მკვრივი		
		ტიპი I	ტიპი II	ტიპი III
1-დან 2.5-მდე	5.0	-	-	-
2.5-დან 3.5-მდე	-	4.0	3.5	2.0
3.5-დან 5.0-მდე	-	3.0	2.0	1.5

ეროვნული სტანდარტის დამუშავებამდე ბირკ-ის ნარევებისგან დამზადებული საფარები უნდა მოეწყოს СНИП 30603-85 მოთხოვნილებების მიხედვით.

ბირკ ტექნოლოგიით დამზადებული ა/ბ ნარევის გაშლისას საფარის სიმაღლე საპროექტო სიმაღლესთან შედარებით უნდა იყოს 10-15%-ით მეტი. პირველად იტკეპნება გლუვზედაპირიანი სატკეპნებით (2-3 გავლა) ერთ კვალზე, შემდეგ თვითმავალი პნევმატიური სატკეპნებით, მასით 16ტ (4-5 გავლა), შესაძლებელია ჩართული ვიბრატორებით. საფარის ნარევის დასატკეპნად სატკეპნების ამორჩევის ბოლო ვარიანტი უნდა იყოს განხილული ამინდის და ნარევის ტემპერატურის მიხედვით. ბირკ ნარევის საფარების დატკეპნა პლასტიკურობის გამო უფრო ადვილი და იოლია ვიდრე ჩვეულებრივი ბიტუმებისაგან მომზადებული საფარების, ძვრები, ტალღები, ბზარები, გახლეჩები, ნარევის დაგების დროს არ წარმოიშობა, იმის და მიუხედავად სატკეპნების ვიბრატორი ჩართულია თუ არა. ნორმატიულთან შედარებით მცირდება სატკეპნების გავლის რაოდენობა ერთ კვალზე ნარევის დიდი ადგეხიის ხარჯზე. საფარს უმეტეს შემთხვევებში არ სჭირდება არსებული საფუძვლის და ნაწიბურების წინასწარი დაგრუნტვა.

მეოთხე თავში მოცემულია საწარმო-კვლევითი შემოწმების შედეგები და მათი განსჯა.

შემუშავებული ასფალტბეტონის ნარევი შეესაბამება ყველაზე ხისტი ნორმატიულ მოთხოვნებს, თუმცადა მზადდება ჩვეულებრივი, ხშირად არაკონდიციონირებადი, საგზაო ბიტუმების БНД 60/90 და 90/130 ტიპის საფუძველზე.

შემკვრელის მაღალი ადჰეზიისა და სპეციფიკური ქიმიური და სტრუქტურული თვისებების ხარჯზე აღინიშნება დაგებული საფარების მახასიათებლების, დროთა განმავლობაში გაუმჯობესების ეფექტი. ჩვეულებრივი ბიტუმების საფუძველზე დამზადებული სხმული და ვიბროსხმული ასფალტბეტონებისაგან განსხვავებით მნიშვნელოვნად შემცირებულია ძვრის დეფორმაციები (ლიანდწარმოქმნა) საფარებში მათი ექსპლუატაციისას. ასეთ საფარებს ავტომობილის ბორბალთან ჩაჭიდების მაღალი კოეფიციენტი აქვთ, რაც იძლევა დამატებით ზედაპირულ დამუშავებაზე უარის თქმის საშუალებას. შეინიშნება კარგი ჩაჭიდება ძველ საფართან რაიმე დამატებითი დამუშავებისა და შეგრუნტვის გარეშე, რაც იძლევა გზების რემონტის ტექნოლოგიის გამარტივების საშუალებას. ამის, და ასევე სხმული საფარის დაბალ ტემპერატურებზე მომატებული დეფორმაციულობის ხარჯზე არ შეინიშნება ძველი საფარების მიმდებარე მონაკვეთების მომდევნო გაბზარვა ექსპლუატაციის პროცესში.

ხანგამძლეობის ჩვეულებრივ და მოდიფიცირებულ ბიტუმებზე დამზადებული ასფალტბეტონების დადლილობითი ჩატარებული შედარებითი ანალიზი აჩვენებს, რომ საგზაო ასფალტბეტონის საფარების ხანგამძლეობისა და ბზარმედეგობის გაზრდა შემკვრელი ბიტრეკების გამოყენების შედეგად იძლევა საფარების სამსახურის ვადის როგორც მინიმუმ 3-ჯერ გახანგრძლივების შესაძლებლობას. სამსახურის ვადის ასეთი გაზრდა იძლევა სარემონტო სამუშაოებზე ხარჯების არსებითად შემცირების შესაძლებლობას, იძლევა სახსრებისა და მატერიალური რესურსების (იმავე ბიტუმისა და ღორღის) მნიშვნელოვან ეკონომიას აუცილებელი სარემონტო სამუშაოების მოცულობათა შემცირების ხარჯზე.

დასკვნები და საერთო შედეგები

1. ექსპერიმენტულად დადასტურებულია სატრანსპორტო და კლიმატური ზემოქმედებისადმი გაზრდილი მდგრადობის მქონე საგზაო ასფალტბეტონების მიღების შესაძლებლობა შემუშავებული კომპლექსურ კაუჩუკ-პოლიელეფინის მოდიფიკატორის (კპმ) გამოყენების ხარჯზე.

2. შემუშავებულია მოდიფიკატორის შემადგენლობა, რომელიც პოლიოლელეფინებისა და ელასტომერების უპირატესობებს ითავსებს, რაც იძლევა საშუალებას ასფალტბეტონებს ერთდროულად მიენიჭოს აუცილებელი სიხისტე მაღალ საექსპლუატაციო ტემპერატურებზე და ასევე ელასტიურობა და ბზარმდეგობა დაბალი ტემპერატურების არეში.

3. გამოვლენილია ბიტუმების სტრუქტურაზე შემუშავებული მოდიფიკატორის ზემოქმედების კანონზომიერებები. ინფრაწითელი სპექტროსკოპიისა და მიკროსკოპიის მეთოდების მეშვეობით დადასტურებულია მიღებულ შემკვრელში ელასტიური ასფალტენ-პოლიმერული ბადეების წარმოქმნის ჰიპოთეზა. გამოკვლეულია კაუჩუკ-პოლიოლელეფინის მოდიფიკატორის შემცველი ბიტუმების ქცევის თავისებურებები მცირე დეფორმაციებისა და დატვირთვების მრავალჯერადი მოდების პირობებში შემკვრელთა დაურღვეველი სტრუქტურის სიბლანტისა და დაღლილობითი ხანმდეგობის განსაზღვრის გზით.

4. დადგენილია ასფალტბეტონების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე ბიტუმის, ღორღისა და მოდიფიკატორის შემადგენლობის ზემოქმედების კანონზომიერებები და მათი ვარირების ზღვრები. ასფალტბეტონის ნარევებში შემუშავებული დანამატის შეყვანისას სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე 50°C-ზე 40-50%-ით იზრდება 0°C-ზე სიმტკიცის ზღვარის 5-10%-ით ერთდროულ შემცირებასთან ერთად, უმჯობესდება წყალმდეგობა და მცირდება ასფალტბეტონის წყალგაჯერება.

5. შესწავლილია მოდიფიკატორის გავლენა სხვადასხვა ტიპის ასფალტბეტონების ბზარმდეგობაზე პრიზმისმაგვარი ნიმუშების ღუნვისას ჭიმვადობაზე გამოცდის გზით. დადგენილია, რომ კომპლექსურად მოდიფიცირებულ ასფალტბეტონებს დინამიური

ღუნვისას გააჩნიათ სიმტკიცის მომატებული ზღვრები; სიბლანტე დაძაბულობასა ღუნვისას 1,5-2-ჯერ იზრდება, ხოლო დაღლილობითი ხანმედეგობა – 1,5-ჯერ.

6. შესწავლილია ასფალტბეტონების სიბლანტის განსაზღვრის მეთოდი ძვრის დეფორმაციების დაგროვების სიჩქარის მახასიათებლისთვის 60°C-ის ტემპერატურაზე გვერდითი გაფართოების შეზღუდვის პირობებში. კომპლექსური მოდიფიკატორის შეყვანა იძლევა ღუნვისას ასფალტბეტონების სიბლანტის 2-5-ჯერ გაზრდის შესაძლებლობას, მათი ტიპიდან გამომდინარე.

7. დადგენილია, რომ მიღებულ მოდიფიცირებულ ასფალტბეტონებს აქვთ მომატებული მედეგობა თერმოჟანგვითი ზემოქმედებისადმი.

8. საწარმოო შემოწმებამ დაადასტურა კაუჩუკ-პოლიოლეფინის მოდიფიკატორის გამოყენების ხარჯზე სატრანსპორტო და კლიმატური ზემოქმედებისადმი მომატებული მედეგობის მქონე საგზაო ასფალტბეტონების მიღების შესაძლებლობა. გაანგარიშებულმა წლიურმა ეკონომიკურმა ეფექტმა, რომელიც მიიღწევა შემუშავებული მოდიფიცირებული ასფალტბეტონის ნარეგების გამოყენების შედეგად დანამატების არმქონე იმავე ნარეგებთან (სისქით 4 სმ) შედარებით 2011 წლის ფასებში 1 მ2-ზე 1.7 ლარი შეადგინა.

Abstract

Topicality of the issue. Half a million tons of rubber (auto-tire) and other rubber-technical products comes out of action every year in our country. The level of residue recovery in the course of last 5 years is significantly increased and comprises no more than 5% from total reserves (stock). The increase in worn-out tires volume equals to approximately 3% per year, i.e. their accumulation occurs permanently. The certain part of the residues, especially those remained from expensive kinds of rubber, is kept in the storages for years, while the other part of the residues at the best case experiences dumping of burning, that inflicts important and long-term harm to the environment.

The environmental problem of worn-out auto-tires utilization is especially acute in the most developed countries worldwide, namely in Germany, Japan, USA, where annual volume of old tires pertained to utilization comprises of million tons. The problem of effective treatment of worn-out tires and waste rubber-technical products still is not solved.

Braking-up (disintegration) of the residues is recognized as the most simple and rational method of treatment, since allows to preserve to the maximum extent physical-mechanical and chemical properties of the rubber. Though namely the last stage of economically effective application of the crumb is a key obstruction to the solution of the problem of rubber wastes' full recycling.

Proceeding from the discovered evidence it would be logical to try to solve the problems of rubber recycling and improvement of bitumen binding materials' quality in relation to each other.

The work on the solution of mentioned problem is carried out in many countries worldwide. Today plenty of process scheme are elaborated concerning direct addition of the rubber in the asphalt concrete mixture and application of rubber crumb in road construction materials as of filler. Hundreds of experimental road sections, bridge and aerodrome pavement are constructed, which have been distinguished by high transport and operation parameters at the start, but were rapidly worn out hereafter.

Therefore, the negative experience of rubber wastes application in the road construction compromised the idea of rubber use in road materials in the eyes of road specialists.

It is clear that the key aspect that will allow us to connect the particular parts of mentioned complex problem and to solve the assigned task should be the technology of rubber wastes' binding with oil bitumen that would foresee the whole complexity of current processes. At the same time this task should be accomplished based on the necessary and sufficient parameters of the road carpet. As a result of the application of such technology the binding materials should be designed and received, which should improve asphalt concrete road carpets noticeably and, the most important thing, for a long time. Only in this case is possible to find economically and technically effective solution of the problem of rubber wastes utilization.

The analysis of data obtained by us shows that finely dispersed (<0,5mm) crumb (received from rubber) as bitumen modifier has the huge potentiality.

With the use of accumulated experience and knowledge have been formulated some basic general requirements to the new technology:

- it should be simple, effective and cost-effective in comparison with current technologies;

- except for the improvement of bitumen's physical and mechanical properties, it should improve adhesive properties of the binding material and its ageing resistance under the influence of aggressive environmental factors;

In our opinion namely the following complex of properties is crucial for improvement of quality and durability of asphalt concrete road carpets:

- improvement of asphalt concrete road carpets properties with the use of modified bitumen;
- elaboration of technically and economically profitable methods of bitumen's modification, as a result of which the high operating parameters will be achieved during the whole time of their exploitation.

The research subject is: the elaboration of technically and economically profitable methods of bitumen's modification, as a result of which the high operating parameters will be achieved during the whole time of their exploitation.

The objective of the thesis work is: the perfection of methods of modified bitumen's receipt for road construction, expansion of area of modified bitumen's application, elaboration of rational use of rubber wastes in the road construction. In order to accomplish this objective the following tasks has been assigned and solved in the thesis work:

- the analysis is carried out and problems are defined that accompany the application in road construction of bitumen modified by different methods;
- the advantage of organic binding materials modification with the use of rubber wastes is studied and theoretically substantiated;
- those approaches are elaborated, which should be satisfied by modified organic binding materials;
- pilot-productive research of obtained results is carried out;
- technical and economical assessment of the offered technology is carried out.

Scientific novelty. The scientific novelty of the represented thesis work is as follows:

- the advantage of organic binding materials modification by finely dispersed rubber wastes rubber wastes is substantiated;
- the methods of receipt and application of poured asphalt concrete and broken stone-mastic asphalt concrete on the basis of rubber-modified organic binding materials are elaborated;
- the sphere of application of asphalt concretes manufactured on the basis of bitumen-rubber composite binding material is determined.

The practical importance of the work is as follows:

- the sphere of application of asphalt concretes manufactured on the basis of bitumen-rubber composite binding material is expanded;
- the calculation of economic indexes of modified bitumen's application is carried out, by taking ecological efficiency into account.