

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი ბუტიკაშვილი

„ხისტი საგზაო სამოსის დაპროექტება და კვლევა“

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2015წ.

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში,
სამშენებლო ფაკულტეტზე,
სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის ტექნოლოგიების
დეპარტამენტში.

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი ანზორ ნადირაძე

რეცენზენტები: სრული პროფესორი ალექსი ბურდულაძე
ტ.მ.კ. ვიქტორ კოპალიანი

დაცვა შედგება 2015 წლის ----- საათზე,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი I, აუდიტორია 507^ბ.
მისამართი: თბილისი 0175, კოსტავას 72.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ავტორეფერატის - სტუ-ს ვებ-გვერდზე.

სადისერტაციო საბჭოს

სწავლული მდივანი:

სრული პროფესორი დ. ტაბატაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალურობა: თანამედროვე საავტომობილო გზები წარმოადგენენ რთულ საინჟინრო ნაგებობებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ სხვადასხვა სახის სატრანსპორტო საშუალებების ნაკადის მოძრაობას მაღალი სიჩქარით. თანამედროვე საავტომობილო გზები ემსახურებიან როგორც სატვირთო გადაზიდვებს, ასევე მგზავრებს. გზით სარგებლობს მილიონობით ჩვეულებრივი მგზავრი და ტურისტი, საავტომობილო გზას მოეთხოვება მაღალი არქიტექტურულ-ესთეტიკური თვისებები, გზები უნდა აკმაყოფილებდეს როგორც კონსტრუქციულ, ასევე ხარისხობრივ მოთხოვნებს. საავტომობილო გზების მშენებლობა ზრდის ტვირთგადაზიდვების მოცულობებს, დაკავშირებულს ახალი ეკონომიკური პროექტების განხორციელებასთან, მაგისტრალური მილსადენებისა და ტერმინალების მშენებლობასთან, სატრანზიტო ტვირთების მოძრაობასთან, მეზობელ სახელმწიფოებთან გაზრდილ ტვირთბრუნვასთან, შიდა სახელმწიფოებრივ სატვირთო გადაზიდვებთან და სხვა. შესაბამისად, მაღალი სატრანზიტო ფუნქციები, ქვეყნის ეკონომიკის წარმატებული ფუნქციონირების მნიშვნელოვანი წინაპირობაა.

დღეისათვის არსებული საავტომობილო გზები ვერ აკმაყოფილებს იმ გაზრდილ მოთხოვნებს, რომელიც საქართველომ შეიძინა ბოლო წლების განმავლობაში, სატრანსპორტო დერეფნის ფუნქცია, საჭირო გახდა თანამედროვე ჩქაროსნული ავტომაგისტრალების, მაღალი ხარისხის საავტომობილო გზების დაპროექტება და მშენებლობა.

დისერტაციის მიზანს შეადგენს: ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ანალიზის საფუძველზე, შეფასდეს გაუმჯობესებული საგზაო ხისტი ფენილებისა და ჩქაროსნული ავტომაგისტრალების მოწყობა, კერძოდ, ცემენტობეტონის ფენილების დანერგვა, წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით და მათი გაუმჯობესება ახალი სტანდარტების გათვალისწინებით.

ექსპერიმენტული კვლევის ამოცანაა:

1. არსებული საგზაო ფენილების მდგომარეობის შესწავლა, თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით გაუმჯობესებული ხისტი საგზაო სამოსის

ოპტიმალური შემადგენლობის შერჩევა.

2. საგზაო სამოსის საფუძვ ბნლისა და დამატებითი ფენების წარმოების ტექნოლოგიის შესწავლა თანამედროვე მასალებისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით.
3. ხისტი საგზაო ფენილების, მათი მოწყობის წესისა და თავისებურები კვლევა.
4. თანამედროვე ჩქაროსნულ ავტომაგისტრალზე ცემენტბეტონის ფენილების მოწყობა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.

მეცნიერული სიახლე: ნაშრომში განხილულია საგზაო ფენილებში გამოყენებული ცემენტბეტონის ექსპერიმენტული კვლევების შედეგები, კვლევების შედეგად შერჩეულია ცემენტბეტონის ფენილების ნარევის ოპტიმალური შემადგენლობა და შესწავლილია კომპლექსური დანამატების და სუპერპლასტიფიკატორების გავლენა ფენილის სიმტკიცესა და ხანგამძლეობაზე. ეს სიახლე დანერგული იქნა ავტობანის მშენებლობებზე. ჩვენს მიერ გაანგარისებული ბეტონის შემადგენლობა გამოყენებული იქნა არაიანი-იგოეთის და ხაიში-მესტიის გზის მონაკვეთებზე.

საგზაო ბეტონის ხანგამძლეობისათვის მნიშვნელოვან როლს ასრულებს შემსვებების ხარისხი და გამოყენებული ცემენტის ტექნიკური მახასიათებლები. ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა ცემენტი, რომელიც კარგად ეწინააღმდეგება გარემოს მექანიკურ, ფიზიკურ და ქიმიურ ზემოქმედებებს, ასევე აქტიური მაპლასტიფიცირებელი და ჰიდროფობური ნივთიერებების რომლებიც ზრდის საგზაო ბეტონის ფენილის სიმტკიცესა და ხანგამძლეობას.

ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა სტუ-ს საშენი მასალებისა და ნაკეთობების ლაბორატორიაში.

მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საშენი მასალების და ნაკეთობების ლაბორატორიაში ჩვენს მიერ შესრულებული იქნა საერთაშორისო მნიშვნელობის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზისათვის

B 10/15, B 20/25, B 25/30 და B 30/35 კლასის ბეტონის შედგენილობის დაპროექტება და ლაბორატორიულ პირობებში ტექნიკური მახასიათებლების დადგენა, შესწავლილი იქნა მასალები: ცემენტები 400 და 500 მარკის, ქვიშა და ღორღი. გამოკვლეული მასალებით დამზადებული იქნა ბეტონი, რომელიც გამოყენებული იყო საერთაშორისო მნიშვნელობის საავტომობილო გზების E-60 ჩქაროსნული ავტომანქანების თბილისი-სენაკი-ლესელიძის, ალაიანი-იგოეთისა და ხაიში-მესტიის მონაკვეთებზე მშენებლობისას.

ნაშრომის აპრობაცია და გამოქვეყნებული პუბლიკაციები: სადისერტაციო ნაშრომის, ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ სამ სემინარზე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. გარდა ამისა სადისერტაციო ნაშრომის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 3 სამეცნიერო შრომა.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: დისერტაცია შედგება შესავლის, ოთხი თავის, ლიტერატურის მიმოხილვის, ძირითადი ნაწილის დასკვნების და გამოყენებული ლიტერატურისაგან. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება 125 გვერდისაგან, გამოყენებულია 34 დასახელების ლიტერატურა.

ნაშრომის შინაარსი

შესავალში წარმოდგენილია თემის აქტუალობა, მეცნიერული სიახლე და პრაქტიკული მნიშვნელობა.

პირველ თავში განხილულია მრავალი ქვეყნის და მათ შორის საქართველოს საგზაო მეურნეობის განვითარების ისტორია გზებისადმი წაყენებული აუცილებელი მომთხოვნები, გზების მშენებლობის ალტერნატიული მეთოდები, რომელიც გაზრდიდა არსებული სამშენებლო სიმძლავრეების ეფექტურობას და გააიაფებდა გზების მშენებლობა-ექსპლუატაციის ღირებულებას. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ ახალი მარკის ცემენტებით ცემენტბეტონის ფენილის მოწყობა, ძვრისადმი მდგრადი კომპოზიციური მასალების გამოყენებით აგებული საგზაო ფენილები არის მტკიცე, ხანგამძლე და შედარებით იაფი.

ბოლო წლებში საქართველოს საგზაო მშენებლობის პრაქტიკაში დამკვიდრდა დაზიანებული ასფალტბეტონის საფარის მოხსნა სპეციალური "ფრეზების" გამოყენებით, მისი შემდგომი გადამუშავებით და დანამატების შერევით მიიღება მასა, რომლის საშუალებითაც, შესაძლებელია აიგოს ნახევრად ხისტი კომპოზიციური მასალა საგზაო ფენილის ასაგებად, რომელიც კიდევ უფრო გააიაფებს გზის მშენებლობას.

ცივი ასფალტბეტონებისა და ნახევრად ხისტი ფენილების გამოყენება ხასიათდება მთელი რიგი ტექნიკურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური უპირატესობით. ნაშრომში დამუშავებულია ცივი ასფალტბეტონის გამოყენების ხელსაყრელი მეთოდები, ნახევრად ხისტი საგზაო ფენილებში ცივი ასფალტბეტონის, შავი ღორღისა და ფრეზირებული გრანულატის გამოყენების საკითხები, შესაძლოა საგზაო მშენებლობაში ოპტიმალური ნარევის ვარიანტების შერჩევა. ძველი მეთოდებით არსებული გზების რეაბილიტაცია არამომგებიანია სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლების მიხედვით, იწვევს დანახარჯების ზრდას. ახალი გზების მშენებლობის ან ძველის მოდერნიზაცია-რეაბილიტაციის პროექტები ხშირად განიხილება მხოლოდ იმ თვალსაზრისით, რომ მათი

ექსპლუატაციით მიღებული შემოსავალი, აჭარბებს თუ არა კაპიტალ დანახარჯებს.

ცივი ასფალტბეტონისა და შავი ლორღისთვის ქვის მასალის გამოყენება შეზღუდულია ორგანულ შემკვრელ მასალებთან მიკვრის ხარისხის მიხედვით (განსაკუთრებით ეს ეხება გრანიტის ლორღს). ჩვენს მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ცივი ასფალტბეტონის ხარისხს განაპირობებს არა მხოლოდ მინერალური და შემკვრელი მასალების ფიზიკურ-ქიმიური ბუნება, არამედ ასფალტბეტონის სტრუქტურაც. ამასთან დაკავშირებით, ცივი ასფალტბეტონების გრანიტის ლორღით დამზადებისას, აუცილებელია სპეციალურად შევისწავლოთ მისი ბითუმით დამუშავების საკითხები, დავადგინოთ მიზანშეწონილი და ეფექტური ტექნოლოგიური მეთოდები. შავი ლორღის დამზადებისას ძირითადი მნიშვნელობა აქვს ბითუმის ფირფიტის წყალგაუმტარობის უზრუნველყოფის საკითხს, რადგანაც ცალკეულ მინერალურ ნაწილაკებს შორის შემკვრელის როლი შედარებით მცირეა.

ცივი ასფალტბეტონზე ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ არსებული ტექნიკური პირობების შესაბამისად ცივი ასფალტბეტონის თვისებების შეფასების მეთოდები საკმარისად არ ასახავს მისი გარე დატვირთვების მიმართ მდგრადობას განსაკუთრებული ყურადღების დაეთმობა საჭირო ცივი ასფალტბეტონის ხარისხის შეფასების მეთოდების შერჩევასა და დაზუსტებას.

ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილი, რომელიც ასფალტბეტონის ზედა ფენაში ცემენტქვიშის ხსნარს შეიცავს, გამოყენებული იყო საბურავების ჰორიზონტალური დატვირთვის ინტენსიური ზეგავლენის ადგილებში. ასფალტის მოზაიკა (ნახევრად ხისტი ფენილი), ანუ შავი ლორღის გამაგრებული ფენა, რომელიც თეთრი ცემენტქვიშის ხსნართაა გაჟღენთილი, გამოყენებული იყო ფენების მონიშვნისათვის.

ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილების პერსპექტიულობა განპირობებულია არა მხოლოდ დიდი მდგრადობით, არამედ ბითუმის მნიშვნელოვანი ეკონომიის შესაძლებლობით და ადგილობრივი ქვის მასალების ფართო გამოყენებით, რაც დიდად მნიშვნელოვანია სასოფლო-სამეურნეო გზების მშენებლობისათვის. საკმაოდ ფართოა ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილების გამოყენების სფერო. ისინი წარმატებით გამოიყენება I-V კატეგორიის საავტომობილო გზების, საქალაქო ქუჩების, ინდუსტრიული და სასოფლო-სამეურნეო გზების, აეროდრომების ასაფრენი ბილიკების, ასევე ქარხნების სამეურნეო მოედნების, პორტებისა და სასაწყობო სათავსოების მშენებლობაში.

მეორე თავში განხილულია ის მნიშვნელოვანი ფაქტორები, როგორცაა ცემენტბეტონის ფენილების კონსტრუქციები, მათი მოწყობის წესები და თავისებურებანი. ცემენტბეტონის საგზაო ფენილები ჩვეულებრივ ეწყობა სისქით 18-24 სმ. საერთო სარგებლობის საავტომობილო გზებზე რკინაბეტონის ფენილების სისქე ჩვეულებრივ ბეტონის ფენილებთან შედარებით, შემცირებულია 10-20 %-ით, ხოლო წინასწარ დამაბული ბეტონის ფენილების სისქე, რკინაბეტონის ფენილებთან შედარებით შემცირებულია 15-25 %-ით.

ცემენტბეტონის საგზაო ფენილი შედგება: ცემენტბეტონის ფილისაგან, გამასწორებელი ქვიშის ფენა, წვრილი ხრეშის ან ბითუმით დამუშავებული ქვიშის, ფუძე (ღორღის, ხრეშის, ცემენტით ან ბითუმით დამუშავებული), ფუძის დამატებითი ფენა, სადრენაჟო ფენა, (ღორღის, ხრეშის ან ქვიშისაგან) და მიწის ვაკისის გრუნტისაგან.

გამასწორებელი ფენა კეთდება მაშინ, როდესაც საფუძველი უსწორმასწოროა და ტემპერატურისაგან ფენილის შემოკლება – დაგრძელების დროს იგი ადვილად გადაადგილდება ფუძეზე. ფუძის დანიშნულებაა ცემენტბეტონის ფენილის პირობების გაუმჯობესება, მისი თანაბრად დაყრდნობა ფუძეზე და გრუნტის საფუძველზე ვერტიკალური ქვების თანაბრად განაწილება, აგრეთვე ფენის დაბზარვისადმი მდგრადობა

და გრუნტის საფუძვლის მუშაობის პირობების გაუმჯობესება. ფუძის დამატებითი ფენა ეწყობა სადრენაჟო ჰიდროსაიზოლაციო და თბოსაიზოლაციო დანიშნულებით.

მოგეხსენებათ, რომ ტემპერატურის აწევის შემთხვევაში ფენილი ფართოვდება, სიგრძეში მატულობს და ამიტომ შეიძლება ზემოთ ამოიზნიქოს. ამის საწინააღმდეგოდ ეწყობა გაფართოების განივი ნაკერები.

შეკუმშვის ნაკერებს, იგივე მოსაზრებით ვაკეთებთ გრძივადაც, როცა ცემენტბეტონის ფენილის სიგანე მეტია 4,5 მ – ზე. შეკუმშვის ნაკერების გაკეთება მიზანშეწონილია ასევე ბეტონის, როგორც მასალის, ჯდენისაგან და გრუნტის საფუძვლის არათანაბარი შეკუმშვისაგან გამოწვეული ბზარების საკომპენსაციოდ.

გაფართოების ნაკერების ზომა იცვლება ფენილის დაბეტონების პერიოდში, ჰაერის ტემპერატურის და კლიმატის ხასიათის მიხედვით. 1.0მმ ÷ 20 მმ –ის ფარგლებში. მაქსიმალური მნიშვნელობა აიღება რბილი კლიმატის (+10⁰C – ზე მეტი ტემპერატურის მქონე გარემოში) და უფრო სქელი ფენების დაბეტონების შემთხვევის. შეკუმშვის განივი ნაკერის ზომა აიღება 4 ÷ 7 მმ –ის ფარგლებში.

ასევე განხილულია არმირებული ცემენტბეტონის საგზაო ფენილები, რომელსაც აწყობენ ისეთ გზებზე, სადაც მოძრაობა ინტენსიურია (მეტია 10000 ავტო/დღეში) ან სადაც, მოსალოდნელია საფუძვლის დეფორმაცია. ფენილის ფილების სიგრძე ასეთ შემთხვევაში, შეიძლება იყოს 10÷20მ. დაარმატურება ხდება გაანგარიშებით. სიმტკიცის კრიტერიუმად მიღებულია 0.2 მმ-ზე ნაკლები ბზარების წარმოქმნის პირობა. დაარმატურება ხდება არმატურის ბადით. ბადეს განალაგებენ ზედაპირიდან 5-სმ სიღრმეზე. ბადის არმატურის მავთულის დიამეტრი 5÷6 მმ-ია, არმატურის ხარჯი 1.5÷2.2 კგ/მ²-ზე. ზოგჯერ დაარმატურებას ვახდენთ ფილის კიდეზე გრძივად 7 ცალი არმატურის ღეროთი დიამეტრით (8÷12 მმ) გზის

ღერძის გასწვრივ ჩაწყობით, ერთმანეთისაგან 10÷12 სმ-ის დაცილებით. რეკომენდებულია აგრეთვე ფილებში ბადეების მოწყობა მთელ ფართზე. არმატურას განლაგებენ ფილის სიმაღლის ქვედა და ზედა ნაწილში. არმატურის დიამეტრი 12-მმ-ით ბადის ზომები შეიძლება იყოს 3X4 ან 3X5 მ. ტემპერატურული ნაკერიდან ბადე გადაცილებულია არანაკლებ 50 სმ-ის.

წინასწარ დამაბული რკინაბეტონის საგზაო ფენილისათვის გამოიყენება მაღალი სიმტკიცის არმატურა დიამეტრით 4÷5 მმ. არმატურებს შორის მანძილი აიღება 7÷10 სმ. დაარმატურებულ ფილებში ტემპერატურულ ნაკერებს შორის მანძილი უფრო მეტია, ვიდრე ცემენტბეტონის ფილებში და განისაზღვრება გაანგარიშებით.

მეორე თავში მოცემულია მაღალი სიმტკიცის ბეტონების გამოყენების შესაძლებლობა ცემენტბეტონის ფენილიანი გზების მშენებლობაში, რომ მაღალი ერთგვაროვანი, მაღალი სიმტკიცის ბეტონების დასამზადებლად, ხშირად გამოიყენებენ სხვადასხვა ქიმიურ დანამატებს ან კიდევ კომპლექსურ დანამატებს (ანუ რამდენიმე დანამატს ერთდროულად). ასეთი დანამატები სრულიად ცვლიან ბეტონის სტრუქტურას და თვისებებს. მაგრამ ხშირად ეს კომპლექსური დანამატები წარმოადგენენ დეფიციტს და ძვირადღირებულია.

მიუხედავად ამისა, აუცილებელია კომპლექსური დანამატის სწორად შერჩევა. წარმოუდგენელია ნომრალურ პირობებში დანამატის გარეშე მაღალი სიმტკიცის ბეტონების დამზადება. ბოლო ხანებში ყველაზე ეფექტურია სუპერპლასტიფიკატორებისა და მოდიფიცირებული ნახევრად ფუნქციონალური დანამატების გამოყენება. მაგრამ უკანასკნელის გამოყენება ძალიან ძვირად ღირებულია და ამავე დროს საკმაოდ დეფიციტურია. საინტერესოა სუპერპლასტიფიკატორისა და მეტაკაოლინის კომპლექსურ დანამატებზე მიღებული გამოცდის შედეგები, რომლიც მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

№	წყ/ც	ცემენტის რაოდ. მ ³	სუპერ-პლასტ. %	მეტაკაროლინი	ბეტონის ნარევის თვისებები			სიმტკიცის მახასიათებლ.	
					T	წყალშეუღწევადობა	ძვრადობა	R ₃ , მპა	R ₂₈ , მპა
1.	0,4	500	0,5	-	55	0.65	5,3	29,9	53,6
2.	0,4	450	0.75	10	147	0,12	2,5	39,2	63,9
3.	0,4	500	-	-	200	0.8	2,8	22,5	30,0
4.	0,35	500	-	-	180	0,7	3,2	25	35

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ბეტონის ძვრადობა ყველაზე დაბალია ბეტონებში, სადაც ქიმიური დანამატი მეტაკაროლინი. ბეტონის შემადგენლობაში წვრილდისპესიული დანამატის შეტანა ცემენტის მასის შემცირების ხარჯზე, იწვევს წყალის რაოდენობის გაზრდას ნარევაში. ამიტომ კონუსის ჯდენის შენარჩუნება წყალ/ცემენტის ფაქტორის შეუცვლელად მოითხოვს სუპერპლასტიფიკატორის რაოდენობის გაზრდას, რომელიც ჩატარებულმა ესპერიმენტულმა კვლევებმა დაადასტურეს.

როგორც ცნობილია, ბეტონის სიმტკიცეზე გავლენას ახდენს ასევე წყლის რაოდენობა, ნარევაში რაც მეტია წყალი, სიბლანტე დაბალია, როგორც საწყის ეტაპზე, ასევე მისი საბოლოო გამაგრებისას. სწორედ, დანამატების გამოყენებით მიიღწევა ბეტონის ნარევაში წყლის შემცირება, ისე რომ არ მოხდეს, შემდგომ ცემენტის ჰიდრატაციისათვის საჭირო რაოდენობის სითხის, წყლის, ნაკლებობა, რაც გამოიწვევს იზოთერმული რეაქციის შედეგად ბეტონში ბზარების გაჩენას.

მესამე თავში მოცემულია ფორმაციის მომზადებისა და ზედაპირული დამუშავების მეთოდები და ხერხები. საფუძვლის დრენაჟის დასრულების შემდეგ დამცავი ფენა უნდა მოშორდეს და რბილი ან დაზიანებული ადგილი გამოსწორდეს მათი ამოთხრით მასალის იდენტური მახასიათებლებისა და სიმყარის მქონე დასაშვები მასალით შეცვლით. ფორმაციის ზედაპირი საჭიროა მოპირკეთდეს და დაუყოვნებლივ

გაიწმინდოს ტალახისა და შლამისგან, რომელიც უნდა განიკარგოს დაუშვებელი მასალის სახით.

ფორმაცია დაუყოვნებლივ დაიტკეპნება ყრილისთვის აუცილებელ დატკეპნაზე დამატებით საჭირო ფენით. ეს დამატებითი დატკეპნა განხორციელდება, იმისათვის რომ დაიტკეპნოს 250 მმ-ის სისქის დასრულებული ფენა. დამატებითი დატკეპნის შემდეგ ფორმაცია დაუყოვნებლივ უნდა მოპირკეთდეს და შესაბამისობაში მოვიდეს განსაზღვრულ დასაშვებ გადახრებთან.

თუ ზედაპირი ძალიან მაღალია, ის უნდა მოპირკეთდეს და დაიტკეპნოს თავიდან; თუ ზედაპირი ძალიან დაბალია, ის უნდა შესწორდეს დასაშვები მასალებით, რომელსაც ექნება ისეთივე მახასიათებლები და სიმყარე, როგორც მის ქვემოთ განთავსებული ფენის მასალას, რომელიც უნდა განთავსდეს და დაიტკეპნოს მოთხოვნების შესაბამისად. როდესაც დაბალი ზედაპირი მდებარეობს ფორმაციის ქვეშ, 150 მმ-ზე ნაკლებ მანძილზე, დამატებითი მასალის განთავსებამდე და დატკეპნამდე ეს მასალა ამოღებული უნდა იყოს ფორმაციის ქვეშ, სულ მცირე, 150 მმ-ის სიღრმემდე.

განხილულია გრუნტის დაფარვის ხერხები ნიადაგის ზედა ფენებისათვის. რომელი მასალები უნდა იქნეს გამოყენებული და რა თანმიმდევრობით, მანქანა - იარაღები, რომელიც საჭიროა ასეთი სამუშაოების ჩასატარებლად. მათი გამოყენებისა და განთავსების ადგილები მუშაობის პროცესში, მუშათა ბრიგადის შემადგენლობა და ა.შ.

ჩამდინარებისა და ბუნებრივი წარმოშობის ღრმულების ამოვსებისა და მათი დამუშავების წესები. მიწის სამუშაოებისათვის განკუთვნილი მასალების სიმტკიცის მახასიათებლების დადგენისა და გამოყენების და მათი დამუშავების წესები. მიწის სამუშაოებისათვის განკუთვნილი მასალების სიმტკიცის მახასიათებლების დადგენისა და გამოყენების მეთოდები, როგორც ბუნებრივ ასევე გაუმშრალ მდგომარეობაში. საგზაო სამოსის შემადგენლობისა და მისი მოწყობისათვის მასალების შერჩევისა და სამოსის დამატებითი ფენების შეჩვევის მეთოდები. სამოსის ფენების

ზედაპირების სისწორის განსაზღვრისა და ყველა სხვა პარალელური მიმართულების კორექტირების ხერხები და დასაშვები გადახრები.

შესწავლილია ევროპული სტანდარტები, როგორც ხისტი, ასევე ხისტ-შერეული საგზაო ნარევებისათვის. შესწავლილია ნარევეში გამოყენებული ცემენტის ტიპებისა და კლასების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, მინარევეები, წყალი, შემავსებელი მასალების გამოყენების მოთხოვნები და ქიმიური აქტივობები. ბეტონის სახეობის მიხედვით შესწავლილია მისი სიმტკიცისა და კონსისტენციის მაჩვენებლები.

მესამე თავში განხილულია მონოლითური რკინაბეტონის ფილებისაგან დამზადებული გზების თავისებურებანი. გამოყენებული არმატურისა და დაარმატურების ზოგადი პრინციპები, გრძივი და განივი საკომპენსაციო ნაკერების მოწყობისა და განთავსების თავისებურებანი.

განხილულია მშენებლობის უწყვეტობისა და სხვადასხვა ტიპის ბეტონჩამომსხმელი მანქანების გამოყენებისა და მუშაობის რეჟიმის თავისებურებები.

მეოთხე თავში განხილულია ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდი, რომელიც საჭიროა დასახული ამოცანების გადასაწყვეტად.

საავტომობილო გზების ძირითად შემადგენელს წარმოადგენს მისი სავალი ნაწილი ანუ საგზაო ფენილი, რომლის სახეობა და დანიშნულება დაკავშირებულია საგზაო ტექნიკის განვითარების გარკვეულ ისტორიულ პერიოდებთან. წარსულში, როდესაც მოძრავი საშუალებები ძირითადად დაბალი სიჩქარის ავტომობილებისაგან შედგებოდა, გზის სავალი ნაწილი წარმოადგენდა ხრეშისა და ღორღის ფენილებს, რომლებიც თეთრი შოსე გზის სახელწოდებით იყო ცნობილი, გამოიყენებოდა ძირითადად საგზაო ქვაფენილები, განსაკუთრებით ქალაქის ქუჩებში. ქვაფენილებს აწყობდნენ როგორც რიყის ქვისაგან, ასევე ხელოვნურად გათლილი სხვადასხვა ქვის ძელაკებისაგან.

ბენზინიანი შიდაწვის ძრავის ავტომობილების გამოჩენამ ახალი მოთხოვნები წაუყენა გზის სავალ ნაწილს, რაც გამოიხატება საგზაო

ფენილების სიმტკიცისა და სისწორის მნიშვნელოვან ზრდაში. სწორედ ამან ჩაუყარა საფუძველი გაუმჯობესებული საგზაო ფენილების მშენებლობას, რამაც განაპირობა ფენილების მოსაწყობად, როგორც მინერალური (ცემენტი), ასევე ორგანული (ბიტუმი) შემკვრელების გამოყენება.

გაუმჯობესებული საგზაო სამოსი მთელი წლის განმავლობაში უნდა იყოს მტკიცე, რათა წინააღმდეგობა გაუწიოს დინამიკურ დატვირთვებს, რომლებიც გადაეცემა მას ავტომობილის მოძრაობის დროს, ამასთან იგი უნდა იყოს სწორი და არასრიალა.



ნახ.1 ქუთაისის საერთაშორისო დანიშნულების შემოვლითი გზის მშენებლობა

გზები ექსპლუატაციის პერიოდში განიცდიან მრავალრიცხოვან ბუნებრივი ფაქტორები ზეგავლენას: (გაცხელებას მზის სხივებით, გაყინვას და გაღობას, დატენიანებას ნალექებით, გრუნტის წყლებით და სხვა). მუშაობის ეს თავისებურებები გათვალისწინებული უნდა იქნეს დამპროექტებლების, მშენებლებისა და გზის მომსახურე პერსონალის მიერ,

რომლებიც ვალდებულნი არიან უზრუნველყონ გზის ნორმალური მუშაობა ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

საავტომობილო გზების ექსპლუატაციის მრავალწლიანი გამოცდილება, სრულყოფილი გზის საფარით, იძლევა იმის საფუძველს, რომ თანამედროვე მძიმე და სწრაფმავალი ტრანსპორტის მოძრაობისას, ასფალტბეტონის საფარი ხშირად დეფორმირდება, მის ზედაპირზე წარმოიქმნება ტალღები, ბზარები, ჯდენები და სხვა დეფექტები, რის გამოც ვასკვნით, რომ ასფალტბეტონის საფარი არ გამოირჩევა დიდი ხანგამძლეობით. შესაბამისად აღვნიშნავთ, რომ სრულყოფილი საგზაო საფარებიდან, ცემენტბეტონის საფარი გამოირჩევა მთელი რიგი ტექნიკურ-ეკონომიკური უპირატესობებით ასფალტბეტონთან შედარებით. მათ აქვთ მაღალი სიმტკიცე, რაც საშუალებას იძლევა გაატაროს ყველა სახის მძიმე საავტომობილო ტრანსპორტი. გარდა ამისა ცემენტბეტონის საფარის მაღალი ხორკლიანი ზედაპირის გამო ტრანსპორტის მოძრაობა დასაშვებია მაღალი სიჩქარით, ამასთან ნესტიან ამინდში, აღნიშნული საფარი ხასიათდება ზედაპირის მცირე ცვეთით, მოძრაობის მცირე წინააღმდეგობით, ქვის მასალების ეკონომიითა და კაპიტალურ შეკეთებამდე დიდი ვადით. გარდა ამისა უნდა აღინიშნოს, რომ ცემენტბეტონის საფარის მშენებლობის ყველა ეტაპზე შესაძლებელია გამოყენებული იქნას მშენებლობისათვის საჭირო მექანიზაციის ყველა საშუალება. ყოველივე ამის გათვალისწინებით ცემენტბეტონის გზის საფარი საკამოდ საიმედოა და შესაბამისად დღეისათვის მოიპოვა ჩვენს ქვეყანაში დიდი გავრცელება, რადგანაც სხვა მაღალი მახასიათებლების გარდა, ცემენტბეტონის საფარიანი გზები მოითხოვენ მკვეთრად შემცირებულ საექსპლუატაციო ხარჯებს. მაგრამ ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ გზის საფარად გამოყენებული ცემენტბეტონში აღიძვრება მნიშვნელოვანი ძაბვები მძიმე ტრანსპორტის ინტენსიური მოძრაობის გამო, ტემპერატურისა და ტენიანობის ცვალებადობით, ცემენტბეტონის შეკლებით და სხვა ფაქტორების გამო. გარდა ამისა, ბეტონის საგზაო საფარი განიცდის გარემოს აგრესიას, რომელთაგანაც

განსაკუთრებით აღსანიშნავია შენაცვლებით გაყინვა-გაღობა და დასველება-შრობა. აგრესიულ ფაქტორებს ასევე შეიძლება მივაკუთვნოთ მარილებისა და მინერალიზებული წყლების მოქმედება, რომლებიც გამოიყენება გზის საფარიდან ყინულის მოსაცილებლად.

იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც ცემენტბეტონის საფარი იმყოფება სხვადასხვა სახის აგრესიულ გარემო პირობებში, შესაძლებელია სპეციალური ქიმიური დანამატებით მიზანდასახულად ვარეგულიროთ საფარის ტექნიკური მახასიათებლები.

საგზაო ცემენტბეტონის ხანგამძლეობისათვის მნიშვნელოვან როლს ასრულებს შემკვებების ხარისხი და გამოყენებული ცემენტის ტექნიკური მახასიათებლები. დღეისათვის მზადდება ცემენტები, რომლებიც კარგად ეწინააღმდეგებიან გარემოს მექანიკურ, ფიზიკურ და ქიმიურ ზემოქმედებებს, რომლებზეც ზედაპირულ - აქტიური, მაპლასტიფიცირებელი და ჰიდროფობიზაციური ნივთიერებების დამატებით, კიდევ უფრო იზრდება საგზაო ბეტონის მედეგობა.

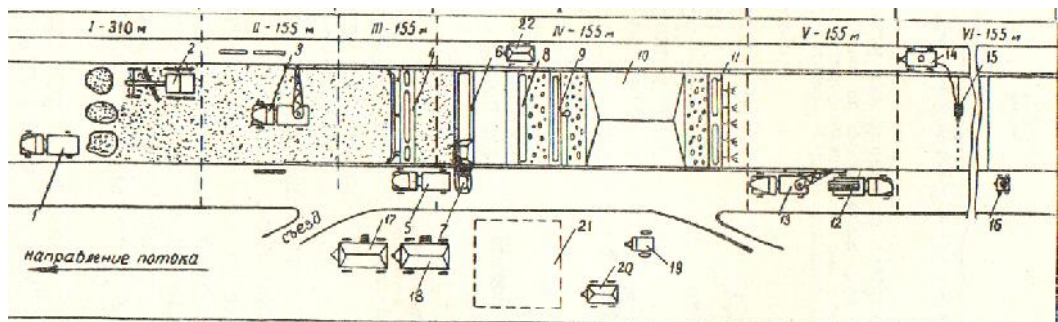
საგზაო ცემენტბეტონის ხანგამძლეობა დამოკიდებულია არა მარტო მის შემადგენლობაზე, გამოყენებულ მასალებზე და ზემოთ აღნიშნულ ფაქტორებზე, არამედ მისი დამზადების ტექნოლოგიურ ეტაპებზეც, როგორცაა ბეტონის ნარევის დამზადება და დატანა, საფუძვლის მომზადება, მისი შედგენილობა და ახლად დაგებული საფარის მოვლა.

გამოკვლევების შედეგად შესაძლებელი გახდა საქართველოში ხისტი ცემენტბეტონის ფენილების გამოიყენება საავტომობილო გზების სავალი ნაწილის, ქალაქის ქუჩების, აეროდრომების ასაფრენი ბილიკების, სამრეწველო ობიექტების მოედნების და ა.შ. მოსაწყობად. ხისტი ცემენტბეტონის ფენილების გამოყენების ეფექტურობა მაქსიმალურად ვლინდება მათი რთული რელიეფისა და ცხელი კლიმატის პირობებში გამოყენებისას, განსაკუთრებით ინტენსიური საბურავების ჰორიზონტალური ზემოქმედების ადგილებში.

როგორც ცნობილია საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული გზების განახლება-რეკონსტრუქცია დიდი მასშტაბით მიმდინარეობს. ეს ეხება როგორც მაგისტრალურ გზებს, ასევე რეგიონებში შიდა გზებს. წარმატებით ხორციელდება ქალაქების ცენტრალური გზების და ტროტუარების განახლება. დასახულია სოფლის მაგისტრალური და შიდა გზების განახლებაც.

ყოველივე ამის განხორციელება შესაძლებელია ახალი სამშენებლო მასალების და ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ცემენტბეტონის საფარიანი გზები.

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია ცემენტბეტონის საფარიანი გზების მოწყობის ტექნოლოგიური პროცესების სქემა და პროცესის განხორციელებისათვის საჭირო მანქანა-მექანიზმები.



ნახ.2. ცემენტბეტონის საფარიანი გზების მოწყობის ტექნოლოგიური სქემა:

- 1-თვითმცლელი ავტომობილი;
- 2- ავტოგრეიდერი D- 144;
- 3-ავტო ამწე K-51;
- 4-საპირკველის პროფილის მოწყობის დანადგარი D-345;
- 5-თვითმცლელი ავტომობილი ცემენტბეტონის ნარევით;
- 6- ბეტონის ნარევის გამანაწილებელი D-375;
- 7-განმტვირთავი კოვში D-375;
- 8-ბეტონის მომპირკეთებელი მანქანა D-376 (ნახ.;

- 9-ნაკერების ჩამჭრელი PHHC-60;
- 10-ტენტი;
- 11-ავსკისებური მასალის გამშლელი მანქანა ЭНЦ-3;
- 12-ავტომობილი;
- 13-ავტომწე K-51;
- 14-წყლის ავზი (ცისტერნა);
- 15-ჩამყრელი D-903 (DC-570);
- 16-ბითუმის მასტიკის კასრი;
- 17-მისაბმელიანი რონოდა ИТП და საკუჭნაო;
- 18-მისაბმელიანი რონოდა მუშახელისათვის;
- 19-ჭურჭელი სასმელი წყლისათვის;
- 20-გადასაადგილებელი ტუალეტი;
- 21-მექანიზმების სადგომი მოედანი;
- 22- გადასაადგილებელი ელექტრო სადგური ЖЭС-15;

გზის საფარის მოსაწყობად საჭიროა შესრულდეს შემდეგი სამუშაოები: ქვიშის გამასწორებელი ფენის მოწყობა, გზის პროფილის საბოლოო დაზუსტება და ღორღის გამასწორებელი ფენის დატკეპნა, ბიტუმის გაჟღენთილი ქალაღის ფენის გაშლა და გაფართოების ნაკერის მოწყობა, ბეტონის ნარევის დატკეპვნა და ზედაპირის მოპირკეთება, ნაკერების მოწყობა; ცემენტბეტონის საფარის ნაკერში მასტიკის ჩასხმა და ბოლოს ახლადდაგებული ბეტონის მოვლა. უნდა აღინიშნოს, რომ ცემენტბეტონის ფენილებმა საქართველოში ფართო გავრცელება ჯერ ვერ ჰპოვა, რადგანაც იმ პერიოდისათვის წარმოებამ ვერ აითვისა მაღალი ხარისხის ფენილების მშენებლობა, განსაკუთრებით კი ტემპერატურული ნაკერების მოწყობა.

საშენ მასალებს გააჩნიათ თავისი მოთხოვნები, ცემენტბეტონის ფენილებისათვის ვიყენებთ ბეტონს, რომლის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას $R_b=10...50 \text{ МПа}$, გაჭიმვისას $R_{bt}= 0.2\div 5,5 \text{ МПа}$ ($2\div 55 \text{ კგ/სმ}^2$), დრეკადობის მოდული $E_b=(19..38)\cdot 10^3 \text{ МПа}$. ცემენტბეტონის საგზაო ფენილისათვის რეკომენდირებულია სიმტკიცე გაჭიმვაზე $R_{bt} = 5 \text{ МПа}$.

$R_b = 50 \text{ MPa}$ I-XI — კატეგორიის გზისათვის და $R_{bt} = 4,5 \text{ MPa}$;

$R_b = 2 \dots 5,5 \text{ MPa}$ დანარჩენი გზებისთვის.

ცემენტბეტონის დამზადებისას იყენებენ ზედაპირულ აქტიურ დანამატებს, პლასტიფიკატორებს, რომელთა რაოდენობა აიღება 0.01 ± 0.25 % ცემენტის მასიდან, ასევე იყენებენ ჰიდროფობულ დანამატებს.

საგზაო ცემენტბეტონი უნდა გამოირჩეოდეს მაღალი სიმტკიცით, ცვეთამდეგობით, ყინვამდეგობით, დეფორმირების უნარიანობით და მაღალი სიმკვრივით. მასში შემავსებლად გამოყენებულია ღორღი და ხრეში. ღორღის მისაღებად გამოიყენება მაგარი ქანები (არანაკლებ 1000 კგ/სმ^2). ღორღის მაქსიმალური ზომა არ უნდა აღემატებოდეს 20 მმ-ს ზედა ფენაში და 40 მმ-ს ქვედა ფენაში. ქვიშა უნდა იყოს მსხვილმარცვლოვანი ან საშუალომარცვლოვანი, იყოს სუფთა თიხის და მტვრის ნაწილაკების რაოდენობა; არ უნდა აღემატებოდეს; 3 % -ს. უმჯობესია ხელოვნური ქვიშის გამოყენება.

საგზაო ცემენტბეტონის დასამზადებლად ძირითადად გამოიყენება პორტლანდცემენტები, რომლის გამყარების დრო 2 საათზე მეტია. ფენილის ქვედა ფენებში შეიძლება წიდაპორტლანდცემენტის გამოყენება, მარკით არანაკლებ 400 -ისა. ბეტონის სისქე უნდა იყოს 1.5...2 სმ სტანდარტული კონუსის მიხედვით, შესაბამისად წყალცემენტის ფაქტორი აიღება 0.40 ... 0.45. ბეტონის გამყარების პერიოდში, სათანადო ტენიანობის უზრუნველყოფის მიზნით გამოიყენება აფსკის წარმომქმნელი ორგანული სითხეების, ისეთების როგორცაა ბითუმის ემულსია, პომაროლი, “qM 86”, ეთინოლის ლაქი და სხვა.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, საშენი მასალებისა და ნაკეთობების ლაბორატორიაში, ჩვენს მიერ შესრულებული იქნა საერთაშორისო მნიშვნელობის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის ჩქაროსნული საავტომობილო გზისათვის B 10/15, B 20/25, B 25/30 და B 30/35 კლასის ბეტონის შედგენილობების დაპროექტება და მათი სიმტკიცეების დადგენა ლაბორატორიულ პირობებში. ამიტომ შესწავლილი იქნა შემდეგი

სამშენებლო მასალები: 400 და 500 მარკის ცემენტები; საგზაო მსენებლობებში ფენილებში გამოსაყენებელი ქვიშა და ღორღი. დამზადებული იქნა ოთხი შედგენილობის ბეტონის ნიმუშები, რომელიც გამოიცადა სიმტკიცეზე, მიღებული სიმტკიცეები სავსებით აკმაყოფილებენ მათ მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებს.

გამოცდის შედეგები კი ასეთია:

1. ქვიშა:

1.1 ქვიშის სიმკვრივე - 2,35 გ/სმ³

1.2 ქვიშის მოცულობითი მასა - 1555 კგ/მ³

1.3 ქვიშის ფრაქციის მოდული - 3,14, რის მიხედვითაც იგი მიეკუთვნება მსხვილ ქვიშას.

1.4 ქვიშის გაცრის მრუდი თავსდება სტანდარტულ დაშტრიხულ ფიგურაში, აქედან გამომდინარე იგი აკმაყოფილებს მასზე წაყენებულ მოთხოვნებს, შესაბამისად მისი გამოყენება შესაძლებელია კორექტირების გარეშე.

2. ღორღი:

2.1 ღორღის სიმკვრივე - 2.3 გ/სმ³

2.2 ღორღის მოცულობითი მასა - 1450 კგ/მ³

2.3. ღორღის ცარიელობა -0,44

2.4 ღორღის ფრაქციები : 5-10, 10-20, და 20-40 მმ, აქედან ბეტონებში გამოყენებული იქნა ფრაქციების ნარევი 5-10 მმ -40 %; 10-20 მმ -40 % და 20-40 მმ -20 %.

3. ცემენტები:

გამოცდილი იქნა 400 და 500 მარკის ცემენტები 7 დ/ლ ასაკში, რაც გადაანგარიშებული იქნა 28 დ/ლ ასაკისათვის, შესაბამისად 400 მარკის ცემენტის სიმტკიცემ საშუალოდ შეადგინა 41,5 მპა, ხოლო 500 მარკის სიმტკიცე აღმოჩნდა 51,0მპა .

4. გაანგარიშებული ბეტონის შედგენილობები შემდეგი კლასებისათვის :

4.1 B 10/15 კლასის 1 მ³ ბეტონისათვის, 400 მარკის ცემენტის გამოყენების შემთხვევაში :

ცემენტი : 230 კგ

წყალი : 170 ლიტრი

ქვიშა : 500 კგ

ღორღი : 1200 კგ

$$f/c = 0,74$$

4.2 B 25/30 კლასის 1 მ³ ბეტონისათვის, 400 მარკის ცემენტის გამოყენების შემთხვევაში :

ცემენტი : 320 კგ

წყალი : 180 ლიტრი

ქვიშა : 580 კგ

წ/ც = 0,56

ღორღი : 1250 კგ

4.3 B 25/30 კლასის 1 მ³ ბეტონისათვის, 400 მარკის ცემენტის გამოყენების შემთხვევაში :

ცემენტი : 365 კგ

წყალი : 170 ლიტრი

ქვიშა : 570 კგ

წ/ც = 0,47

ღორღი : 1220 კგ

4.4 B 30/35 კლასის 1 მ³ ბეტონისათვის, 500 მარკის ცემენტის გამოყენების შემთხვევაში :

ცემენტი : 360 კგ

წყალი : 165 ლიტრი

ქვიშა : 565 კგ

წ/ც = 0,46

ღორღი : 1250 კგ

შემდგომ ეს ბეტონები გამოყენებული იქნა საერთაშორისო მნიშვნელობის ჩქაროსნული საავტომობილო გზის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის ადიაანი-იგოეთის მონაკვეთის მშენებლობაზე (იხ. ნახ.2).



ნახ.2. თბილისი -სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზა.

ცხრილი 2

ცხრილში N 2 მოცემულია სხვადასხვა საფარით შესრულებული საავტომობილო გზების ქსელი 2012 წლისათვის

N	გზის დანიშნულება	საერთო სიგრძე	მათ შორის		ღორღოვანი და ხრეშოვანი საფარი	ყამიროვანი საფარი
			ცემენტბეტონი	ასფალტბეტონი		
		კმ	კმ	კმ	კმ	კმ
1	საერთაშორისო	1528	81.5	1418.5	28.0	-
2	შიდასახელმწიფოებრივი	5306	149.0	3188.0	1802.0	167.0
3	სულ	6834	230.5	4606.5	1830.0	167.0

შიდასახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის ჯვარი-ხაიში-მესტიის მონაკვეთის მშენებლობის პროცესი





ნახ.3. დასრულებული ხაიში-მესტიის საავტომობილო გზა.

ნახ. 3. -ზე წარმოდგენილია შიდა სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის ცემენტბეტონის საფარით შესრულებული სვანეთის რეგიონის ხაიში-მესტიის მონაკვეთი, რომელიც შესრულებულია შესწავლილი მასალებისაგან დაპროექტებული გზის საფარით.

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში ამჟამად, მეცნიერული დასაბუთებით, დიდი წარმატებით მიმდინარეობს ცემენტბეტონის საერთაშორისო მნიშვნელობის E-60 ჩქაროსნული ავტომაგისტრალის მშენებლობა, რომელიც 2016 წელს უნდა დამთავრდეს.



ნახ.1 ქუთაისის საერთაშორისო დანიშნულების შემოვლითი გზა

ძირითადი დასკვნები

1. ცემენტბეტონის საფარიანი საავტომობილო გზების საექსპლუატაციო სიმტკიცე და ხანგამძლეობა შეადგენს 20-25 წელს. ამიტომ ცემენტბეტონის ასეთი საფარიანი საავტომობილო გზების მოწყობას უპირატესობა ენიჭება, აგებისათვის საჭირო ხარჯები ბევრად შემცირებულია.
2. დადგენილია გაუმჯობესებული ცემენტბეტონის ფენილის შემადგენლობა და მისი ხანგამძლე მუშაობისათვის აუცილებელი მოთხოვნები: ფუძეზე თანაბრი დაყრდნობა და გრუნტის საფუძველზე ძაბვების სწორი გადანაწილების უზრუნველყოფა.
3. დადგენილია ფუძის დამატებითი ფენის მოწყობის წესები: სადრენაჟო, ჰიდროსაიზოლაციო და თბოსაიზოლაციო ფენების მოწყობის თანმიმდევრობა და მათი განლაგების თავისებურებანი.
4. დადგენილია ნორმალურ პირობებში საგზაო ფენილებში ნაკერების მინიმალური რაოდენობის განთავსების წესები, სხვადასხვა ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობებისათვის დამატებითი სამუშაოების თავიდან აცილების მიზნით, რამაც შესაძლებელია მშენებლობისას დამატებითი ხარჯები წარმოშვას.
5. ცნობილია, რომ ნაკერები საგზაო ფენილის ყველაზე სუსტ უბნებს წარმოადგენს, ამიტომ მათი რაოდენობა აუცილებელია იყოს მინიმალური, და უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: ნაკერებმა უნდა უზრუნველყონ ფილების ერთნაირი ჰორიზონტალური გადაადგილება ერთმანეთის მიმართ, არ შეასუსტოს ფენილის სიმტკიცე და არ შექმნას უთანაბრო ზედაპირი, რაც ჩვენს მიერ იქნა მიღწეული. ჩვენს მიერ დაპროექტებული ბეტონებით მოწყობილ 28სმ-იან ცემენტბეტონის ფენილებში გრძივი და განივი ნაკერების რაოდენობა შემცირებულია 10-15%-ით, რაც ზრდის ფენილების სიმციკიცესა და ხანგამძლეობას.

6. დამუშავებულია ცემენტბეტონის ფენილის საექსპლუატაციო ნორმატიული მაჩვენებლების უზრუნველყოფის შესაძლებლობა მინიმალური ფინანსური დანახარჯებით.

7. ჩვენს მიერ გაანგარიშებული ბეტონის ოპტიმალური შემადგენლობა B 10/15; B 25/30 და B 30/35 კლასებისათვის, სუპერპლასტიფიკატორის გამოყენებით დაგებულ იქნა ალაიანი-იგოეთისა და ხაიში-მესტიის გზის მონაკვეთებზე.

**დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ
შრომებში**

1. Надирадзе А. Д. Бутикашвили Г. Строительство бетонных автомобильных дорог в Грузии. Технический журнал , Транспорт, №3-4 (43-44) г. Тбилиси 2011 г.
2. ა.ნადირაძე, გ.ბუტიკაშვილი–ცემენტბეტონის ფენილიანი საავტომობილო გზის მშენებლობა, სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „ENERGY“,N2 . 2012 წ. თბილისი.გვ.81–84.
3. გ.ბუტიკაშვილი– ცემენტბეტონის ფენილების კონსტრუქციები, მათი მოწყობის ტექნოლოგია და თავისებურებები, სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ N1(32), თბილისი 2014, გვ.133–136.

Abstract

Modern motor roads represents complex engineering structures, which provide a high-speed traffic of variety of vehicles.

The construction of motor roads stipulates and determines the potential and level of country, because it increases the volume of freight traffic that is related to the implementation of new economic projects, increased turnover with the neighboring countries, domestic freight traffic, and more. In addition, high transit functions, is an important prerequisite for the successful functioning of the economy of country.

Motor roads basic component represents by its carriageway or road carpet, which is type and destination is related to historical periods of motor road equipment development. In the past, when the vehicles were mainly consisting from carriages and low-speed cars, that carriageway was presented by gravel and crushed stone layer of the road, which was known as of White Highways road. During this period mainly were used stone road carpets, especially in the urban streets. The stone road carpets were constructed by cobble stones as well as from artificially cutted stone rocks rods.

The appearance of modern motor road transport makes new requirements for carriageway, which takes into account significant improvement of the strength and other characteristics of road carpet, exactly it ensures improvement in arrangement of road carpet, for that became necessary the application of a mineral (cement) and organic (bitumen) binders.

The improved motor road surface must be of high strength to resist the dynamic loads caused by motor transport traffic, in addition to withstand natural factors (sun heat, freeze and melt, moisture precipitation, ground water, etc.). These features must be incorporated into the work of designers, builders and road maintenance service by employees who are required to ensure the normal operation of a long period of time.

The actuality of the topic: the modern motor roads represent complex engineering structures, which provide high speed traffic of different modes of vehicles. Modern roads serve the freight traffic as well as passengers. The roads are used by of millions of ordinary passengers and tourists, so the road will be satisfy the high architectural and aesthetic requirements, the roads must to meet the structural as well as the qualitative requirements. The construction of motor roads increases volumes of freight traffic that is related to the implementation of new economic projects, in particular, the construction of trunk pipelines and terminals, increased turnover transit cargo movements in the neighboring states, domestic freight traffic, and more. Consequently, a high transit functions are an important prerequisite for the successful functioning of the economy.

The existing motor roads cannot meet the increased demands that have gained by Georgia in recent years. It required design and construction of modern highway, high-quality motor roads.

The aim of dissertation is: Grounded on the results of analysis of carried out theoretical and experimental studies, to assess an arrangement of improved motor road and highway carpets, in particular, modern technologies of cement-concrete layer production and their improvement due a new standards.

Experimental research task is:

1. The study of the road carpet state and due application of modern technological processes selection of improved cement-concrete optimal composition.

2. The study of road surface base and technology of the additional layers processing with application of modern materials and technologies.
3. The cement-concrete carpet structures, their arrangement and features.
4. The arrangement of modern highways, in particular, the modern technologies of application in construction of cement-concrete layers.

Scientific novelty: In the durability of road concrete an essential role plays the quality of fillers and technical characteristics of used cement. Due this in the modern period are developed cements that can resist to the environment mechanical, physical and chemical impacts, Due adding on that surface-active, plasticizing and hydrophobization agent, more will be increasing road concrete strength and durability.

The road concrete durability depends not only on its structure, the used materials and the above mentioned factors, but also on its technological stages of production, such as the making of a concrete mix and its placing, preparing of base, its composition and maintaining of newly concreted carpet.

In the work is considered the results of experimental investigations of applied in road carpets cement-concrete, by using of modern technological processes. As a result of studies, is selected optimal composition of applied in cement-concrete layer mixture and is studied impact of complex additives on the strength and durability of the carpet.

Experimental studies were conducted on the laboratory of building materials and items of GTU.

The application of obtained results: In the laboratory of building materials and items of Georgian Technical University by us were conducted for international importance Tbilisi-Senaki-Leselidze motor road design and determination under laboratory conditions composition for B 10/15, B 20/25, B 25/30 and B 30/35 grade concrete and their strength; also were studied the materials: 400 and 500 grades of cements, sand and gravel. Exactly such concrete were used at construction of E-60 international highway of Tbilisi-Senaki-Leselidze, Agaiani-Igoeti, Khaishi-Mestia road sections.