



საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი
1922 წლიდან

თამაზ შილაკაძე

საქართველოს პირობებში ადგილობრივი ქვის
მასალების კვლევა მათი საგზაო მშენებლობაში
გამოყენების მიზნით

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა „მშენებლობა“

შიფრი 0732

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი თბილისი, 0160, საქართველო

2023 წ

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით თამაზ შილაკაძის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს საქართველოს პირობებში ადგილობრივი ქვის მასალების კვლევა მათი საგზაო მშენებლობაში გამოყენების მიზნით და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საინჟინრო, ტექნოლოგიური და საბუნებისმეტყველო საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

15 ივნისი 2023 წელი

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: პროფესორი ალექსი ბურდულაძე

რეცენზენტი: პროფესორი თენგიზ პაპუაშვილი

რეცენზენტი: აკ.დოქტორი მიხეილ კეჭაყმაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2023 წ

ავტორი: თამაზ შილაკაძე

დასახელება : საქართველოს პირობებში ადგილობრივი ქვის მასალების კვლევა მათი
საგზაო მშენებლობაში გამოყენების მიზნით

სადოქტორო პროგრამა: მშენებლობა

მისანიჭებელი კვალიფიკაცია : მშენებლობის ინჟინერიის დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: 17.07.2023

ინდივიდუალური პროცენტების ან ინსტიტუტების მიერ შემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

დღეისათვის საქართველოში საავტომობილო გზებზე აბსოლიტური უმრავლესობის საფარისთვის გამოიყენება არახისტი (ასფალტბეტონის) და ხისტი (ცემენტბეტონის) საფარები.

სამწუხაროდ, საქართველოში ასფალტბეტონის მოსამზადებლად საჭირო ერთ-ერთი ძირითადი მასალა ბიტუმი არ გაგვაჩნია. იგი საგზაო დარგისთვის დეფიციტური და ყველაზე ძვირადღირებული ინგრედიენტია, რომლის შემოტანაც ხდება საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან. სამაგიეროდ საქართველო მდიდარია მაღალი ხარისხის სხვა სახის საგზაო სამშენებლო მასალებით, განსაკუთრებით ხაზგასასმელია მტკიცე და მაღალი ხარისხის ქვის მასალები, რომელთა გამოყენება წარმატებით შეიძლება, როგორც საგზაო სამოსის საფუძვლის ფენებში ასევე ინერტული მასალების სახით, როგორც ასფალტობეტონებში ასევე ცემენტბეტონებში.

საავტომობილო გზების ექსპლუატაციის მრავალწლიანი გამოცდილება გვაჩვენებს, რომ საქართველოს საგზაო მშენებლობაში დღეისათვის დგას შემდეგი მნიშვნელოვანი პრობლემები:

- ნორმაზე მეტია ასფალტბეტონის ფენილის დეფექტები;
- ხშირად იზარება და იშლება ცემენტბეტონით აშენებულ ნაგებობათა, საგზაო და სააეროდრომო საფარების ზედაპირები;
- მდინარეთა კალაპოტიდან ბალასტის მოპოვებაზე დაწესებულმა შეზღუდვებმა გამოიწვია ქვის მასალების: ბალასტის, ქვიშის, ღორღის დეფიციტი;
- ორგანული შემკვრელი - ბიტუმი, დეფიციტური მასალაა საქართველოში, მისი ფასი ყოველწლიურად იზრდება, ძვირდება ტრანსპორტირების ხარჯები და შესბამისად ზრდადია მზა ასფალტბეტონის ნარევის თვითღირებულება.

ასეთ პირობებში განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს ადგილობრივი მასალების კვლევა საგზაო მშენებლობაში გამოყენების მიზნით.

ცხადია ადგილობრივი მასალის გამოყენება მნიშვნელოვნად შეამცირებს საგზაო მშენებლობის ღირებულებას, ძირითადად სატრანსპორტო ხარჯების მკვეთრად შემცირების საფუძველზე. აქედან გამომდინარე მნიშვნელოვანია მოხდეს კარიერების შესწავლა, ადგილობრივი მასალის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დადგენა და მიზნობრივი გაუმჯობესება, მათი საგზაო მშენებლობაში გამოყენების მიზნით.

ნაშრომში მოცემული საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში ადგილობრივი ქვის მასალის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევის შედეგები და საჭიროების შემთხვევაში, მათი მიზნობრივი გაუმჯობესების ღონისძიებები. დასაბუთებულია სოფელ ნასაკირალში საგზაო მშენებლობისთვის ვარგისი ქვის მასალის პოტენციური კარიერის გამოყენების ეფექტურობა.

ცალკეულ კარიერებზე გამოკვლეულია ქვის მასალის ფიზიკური თვისებები. ხოლო მდინარე არაგვის, მდინარე იორის, მდინარე კაბალის, მდინარე ხრამის და

მდინარე ლიახვის კარიერებზე ჩვენს მიერ ჩატარებულ იქნა გაფართოებული კვლევა - ასფალტბეტონის ნარევებში გამოყენებული მასალების ლაბორატორიული გამოცდა, მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დადგენის მიზნით. კერძოდ, ღორღის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი GOCT 8269.0-97 მოთხოვნების მიხედვით, ქვიშის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი GOCT 8735-88 მოთხოვნების მიხედვით, მინერალური ფხვნილის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი GOCT 12784-78 მოთხოვნების მიხედვით, ბიტუმის გამოცდა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით.

მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისა და მათი ნორმატიულ მნოთხოვნებთან, შესაბამისობის დადგენის შემდეგ, განხორციელდა ქვის მასალის ოპტიმალური გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრა და ასფალტბეტონის რეცეპტის (დაპროექტებული შემადგენლობის) შემუშავება როგორც წრილმარცვლოვანი ასევე მსხვილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ნარევებისთვის.

ნაშრომში გადმოცემულია აგრეთვე მთის კარიერებიდან აღებული ქვის ნიმუშების დამსხვრევის შედეგად მიღებული ღორღის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული კვლევუს შედეგები.

ამდენად, ტრადიციული საგზაო-სამშენებლო მასალები არ აკმაყოფილებენ თანამედროვე სატრანსპორტო დატვირთვებს, საგზაო მშენებლობაში, სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება ე.წ. კომპოზიციური მასალები. კომპოზიციური საგზაო-სამშენებლო მასალები წარმოადგენენ რამდენიმე სტრუქტურული დონისგან შემდგარ სისტემას, რომელიც გაერთიანებულია ფაზათა გამყოფი ზედაპირებით ერთიან მონოლით-კონგლომერატად. კომპოზიციურ მასალებში შენარჩუნებულია თითოეული კომპონენტის ინდივიდუალურობა, მაგრამ განსხვავებული კომპონენტები ქმნიან სინერგეტიკულ ეფექტს - მასალის ახალი თვისება, რომელიც განსხვავდება საწყისი კომპონენტების თვისებებისაგან.

ნაშრომში განხილულია ბაზალტის ბოჭკოვანი მასალების კვლევა, მათი საგზაო მშენებლობაში გამოყენების მიზნით. ბაზალტის ქანებს, გააჩნიათ ქიმიური და ფიზიკური ბუნებრივად მაღალი მედეგობა, მათი პირველადი დნობა, ჰომოგენიზაცია, შემადგენლობა, გამდიდრება განხორციელებულია ბუნებრივი ვულკანური პროცესებით. ბაზალტების კაზმის შერჩევის და პირველადი დნობის ძირითადი ენერგოდანახარჯები შესრულებულია ბუნების მიერ. ბაზალტის ქანები უწყვეტი ბოჭკოს წარმოებისათვის გამოსაყენებელი მზა ბუნებრივი ნედლეულია და მის ბაზაზე ტექსტილური ბოჭკოს მიღება განეკუთვნება მწვანე ტექნოლოგიას, რომელიც წარმოადგენს ქვის დნობის მხოლოდ ფიზიკურ პროცესს.

საბადოს ადგილმდებარეობის მიხედვით საგრძნობლად იცვლება ბაზალტების ქიმიური შემადგენლობა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები. მოთხოვნადი მახასიათებლების მქონე ბოჭკოების წარმოებისათვის საჭიროა შესაბამისი ბაზალტის ქანების გამოყენება.

საქართველოში გავრცელებული შპს „ბაზალტ ფაიბერსის“ მიერ წარმოებული პროდუქცია, რომელიც შეესაბამება მაღალ საერთაშორისო სტანდარტს. ნაშრომში განხილულია ბაზალტის მინერალურ ბოჭკოების გამოყენების ტენდეციები საქართველოში. მოცემულია ბაზალტის ბადით დაარმირებული საგზაო საფარის კონსტრუქცია და მისი გაამგარიშება. ამ მიზნით შეიქმნა საანგარიშო მოდელი პროგრამული კომპლექსი LIRA SAPR 9.17-სათვის. გაანგარიშებით დადასტურა, რომ ბეტონის საფარში, ბაზალტის ბოჭკოს საფუძველზე დამზადებული არმატურის ღეროებით შედგენილი ბადე, აკმაყოფილებს მოქმედი ნორმატული დოკუმენტებით განსაზღვრულ სიმტკიცისა და ბზარის გახსნის სიდიდეზე განსაზღვრულ პირობას.

ასფალტბეტონის საფარის არმირებაში ბაზალტბოჭკოვანი გეოგრიდების გამოყენებით შესაძლებელია ასფალტბეტონის კონსტრუქციული ფენის სისქის შემცირება, დაბზარვის შემცირება; იზრდება ძვრის დეფორმაციებისადმი მდგრადობა, ასფალტის ხანმედეგობა.

Abstract

Today, for the vast majority of the roads in Georgia, are used non-rigid (asphalt concrete) and rigid (cement concrete) pavements.

Unfortunately, in Georgia, we do not have bitumen, one of the main materials needed to prepare asphalt concrete. It is deficient and the most expensive ingredient for the road industry, which is imported from the foreign countries. Georgia, on the other hand, is rich in other high-quality road construction materials, especially firm and high-quality stone materials, which can be successfully used both in the base layers of the road pavement and as inert materials, both in asphalt concrete and in cement concrete.

Many years of the roads operation experience shows that today the roads construction in Georgia faces the following important problems:

- The defects of asphalt concrete layers are higher than normal;
- Surfaces of buildings, road and airfield pavements built with the cement concrete often crack and crumble;
- Restrictions on the production of ballast from the river beds caused a shortage of stone materials: ballast, sand, gravel;
- Organic binder - bitumen, is a scarce material in Georgia, its price is growing every year, transportation costs are increasing and, accordingly, the cost of the finished asphalt concrete mix is increasing.

Under such conditions, the study of local materials for the use in road construction is of particular interest.

Obviously, the use of local materials will significantly reduce the cost of road construction, mainly due to a sharp reduction in transport costs. Therefore, it is important to study the quarries, determine the physical and mechanical properties of the local material and improve them for use in road construction.

The article presents the results of a study of the physical and mechanical properties of local stone material in various regions of Georgia and, if necessary, measures for their purposeful improvement. The efficiency of using a potential quarry of stone material suitable for the construction of roads in the village of Nasakirali has been substantiated.

Physical properties of the stone material were investigated in separate quarries. And on the quarries of the Aragvi, Iori, Kabali, Khram and Liakhvi rivers, we conducted extensive research - laboratory tests of materials used in asphalt concrete mixtures to determine their physical and mechanical properties. In particular, testing crushed stone and determining the

granulometric composition in accordance with the requirements of გობტ 8269.0-97, valid in Georgia, testing sand and determining the granulometric composition in accordance with the requirements of GOST 8735-88, valid in Georgia, testing mineral powder and determining the granular composition according to the requirements GOST 12784-78, valid in Georgia, testing of bitumen according to valid norms in Georgia.

After determining the physical and mechanical properties of the materials and their compliance with the normative requirements, the determination of the optimal granulometric composition of the stone material was carried out and the asphalt concrete recipe (design composition) was developed for both fine-grained and coarse-grained asphalt concrete mixtures.

The paper also presents the results of a laboratory study of the physical and mechanical properties of gravel obtained by crushing stone samples taken from the mountain quarries.

Since traditional road construction materials do not meet modern traffic loads, so-called composite materials are used in road construction. Composite road building materials are a system consisting of several structural levels, which are combined by phase separation surfaces into a single monolith-conglomerate. In composite materials, the individuality of each component is preserved, but different components create a synergistic effect - a new material property that differs from the properties of the original components.

The article deals with the research of basalt fibrous materials for their use in road construction. Basalt rocks have a naturally high chemical and physical resistance, their primary melting, homogenization, composition, enrichment are carried out by natural volcanic processes. The main energy costs for the extraction of basalts and primary smelting are made by nature. Basalt rocks are a ready-made natural raw material for the production of continuous fiber, and the production of textile fiber based on it belongs to the green technology, which is only a physical process of melting stone.

Depending on the location of the deposit, the chemical composition and physical and mechanical properties of basalts change significantly. For the production of fibers with the required characteristics, it is necessary to use the appropriate basalt rocks.

The products of Basalt Fibers Ltd, distributed in Georgia, meet high international standards. The article discusses the trends in the use of basalt mineral fibers in Georgia. The design of the road surface, reinforced with basalt mesh, and its arrangement are given. For this, a reporting model was created for the LIRA SAPR 9.17 software package. In addition, it was confirmed that in a concrete pavement, a mesh consisting of reinforcing bars made on the basis of basalt fiber satisfies the condition determined by the current regulatory documents for strength and crack opening.

The use of basalt fiber geogrids in the reinforcement of asphalt concrete pavement makes it possible to reduce the thickness of the asphalt concrete structure layer, to reduce cracking; increases the resistance to shear deformations and the durability of asphalt.

სარჩევი

შესავალი.....	19
1. ლიტერატურული მიმოხილვა.....	25
1.1. ადგილობრივი ქვის მასალების გამოყენება საგზაო სამოსის კონსტრუქციებში	25
1.2. დაბალი სიმტკიცის ქვის მასალების გამაგრების მეთოდები	26
1.3. ადგილობრივი მასალების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტი	28
1.4. საქართველოს საგზაო მშენებლობაში არსებული პრობლემები	29
1.5. საქართველოს ტერიტორიის საინჟინრო გეოლოგიური პირობების მოკლე დახასიათება.....	31
2. კვლევების შედეგები და მათი განსჯა	38
2.1. ეფექტური საგზაო-სამშენებლო მასალები.....	38
2.2. ადგილობრივი მასალების კვლევა.....	40
2.2.1. ქვიშა-ხრეშოვანი კარიერების კვლევა	40
2.2.2. მდინარე აჭარისწყალის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარეგების რეცეპტები	57
2.2.3. მდინარე არაგვის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარეგების რეცეპტები	65
2.2.4. მდინარე იორის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარეგების რეცეპტები	77
2.2.5. მდინარე კაბალის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარეგების რეცეპტები	87
2.2.6. მდინარე ლიახვის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარეგების რეცეპტები	98
2.2.7. მდინარე მტკვრის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარეგების რეცეპტები	114
2.3. ქვიშა-ხრეშოვანი კარიერების კვლევა	129
2.4. სოფელ ნასაკირალში ქვიშა-ღორღის პოტენციური კარიერის კვლევა.....	131
2.5. ბაზალტის ბოჭკოვანი მასალების კვლევა, მათი საგზაო მშენებლობაში გამოყენების მიზნით	134
2.5.1. ბაზალტის ტექსტილური ბოჭკოების წარმოების ნედლეული, მისი ტექნიკური მახასიათებლები	134
2.5.2. ბაზალტის ბოჭკოს წარმოების განვითარების ისტორია საქართველოში.....	137

2.5.3. საფარის კონსტრუქციის გაანგარიშება.....	146
2.5.4. სხვადასხვა ბადე ქსოვილების შედარებითი ანალიზი	152
3. დასკვნა.....	154
4. გამოყენებული ლიტერატურა	154

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1	საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ძირითადი ქანები	30
ცხრილი 2.	სხვადასხვა სახის ბოჭკოს თვისებები	34
ცხრილი 3	ქვის მასალის ფიზიკური მახასიათებლები კარიერების მიხედვით	45
ცხრილი 4	მდინარე არაგვის (ციფწყარო) კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის ლაბორატორიული კვლევა	46
ცხრილი 5	მდინარე კაბალის კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის ლაბორატორიული კვლევა	47
ცხრილი 6	მდინარე კაბალის (ლაგოდები) კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის ლაბორატორიული კვლევა	48
ცხრილი 7	მდინარე ხრამის (იძირი)კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის ლაბორატორიული კვლევა	49
ცხრილი 8	მდინარე ლიახვი (გორი)კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის ლაბორატორიული კვლევა	50
ცხრილი 9	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-20)	51
ცხრილი 10	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 20-40)	52
ცხრილი 11	ქვიშის გამოცდის შედეგები	53
ცხრილი 12	მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები	53
ცხრილი 13	ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები	54
ცხრილი 14	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	55
ცხრილი 15	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	56
ცხრილი 16	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	57
ცხრილი 17	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	58
ცხრილი 18	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-10 (0-10))	59
ცხრილი 19	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-20)	60
ცხრილი 20	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 20-40)	61
ცხრილი 21	ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)	62

ცხრილი 22	ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)	63
ცხრილი 23	ქვიშის გამოცდის შედეგები (ბუნებრივი)	64
ცხრილი 24	მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები	65
ცხრილი 25	ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები	65
ცხრილი 26	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	67
ცხრილი 27	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	67
ცხრილი 28	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	69
ცხრილი 29	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	69
ცხრილი 30	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-10)	71
ცხრილი 31	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-20)	72
ცხრილი 32	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-40)	73
ცხრილი 33	ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)	74
ცხრილი 34	მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები	74
ცხრილი 35	ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები	75
ცხრილი 36	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	76
ცხრილი 37	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	77
ცხრილი 38	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	78
ცხრილი 39	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	79
ცხრილი 40	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-10 (0-10))	81
ცხრილი 41	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-20)	82
ცხრილი 42	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 20-40)	83
ცხრილი 43	ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)	84
ცხრილი 44	ქვიშის გამოცდის შედეგები (ბუნებრივი)	85
ცხრილი 45	მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები	86
ცხრილი 46	ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები	86
ცხრილი 47	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	88
ცხრილი 48	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური	88

	თვისებები	
ცხრილი 49	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	89
ცხრილი 50	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	90
ცხრილი 51	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-10)	91
ცხრილი 52	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-20)	92
ცხრილი 53	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 15-40)	93
ცხრილი 54	ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)	94
ცხრილი 55	ქვიშის გამოცდის შედეგები (ბუნებრივი)	95
ცხრილი 56	მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები	96
ცხრილი 57	ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები	96
ცხრილი 58	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	98
ცხრილი 59	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	98
ცხრილი 60	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	99
ცხრილი 61	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	100
ცხრილი 62	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	101
ცხრილი 63	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	102
ცხრილი 64	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	103
ცხრილი 65	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	104
ცხრილი 66	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	105
ცხრილი 67	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	106
ცხრილი 68	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-12)	107
ცხრილი 69	ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 12-20)	108
ცხრილი 70	ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)	109
ცხრილი 71	ქვიშის გამოცდის შედეგები	110
ცხრილი 72	მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები	110
ცხრილი 73	ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები	111

ცხრილი 74	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	112
ცხრილი 75	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	113
ცხრილი 76	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	114
ცხრილი 77	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	115
ცხრილი 78	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	116
ცხრილი 79	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	117
ცხრილი 80	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	118
ცხრილი 81	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	119
ცხრილი 82	ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა	120
ცხრილი 83	ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები	121
ცხრილი 84	ქვის ნიმუშების დამსხვრევის შედეგად მიღებული ღორღის გამოცდის შედეგები	122
ცხრილი 85	ღორღის (ხრეშის) გამოცდის შედეგები	124
ცხრილი 86	ბაზალტის უწყვეტი ბოჭკოს წარმოებისათვის რეკომენდებული ბაზალტის ღორღის ქიმიური შემადგენლობა	128
ცხრილი 87	აგრესიული ხსნარების ზემოქმედების შედეგად მინის, კვარცის და ბაზალტის ბოჭკოების გაჭიმვაზე სიმტკიცეთა დაქვეითების შედარება	131

ნახ. 13	ცხელი, ქვიშოვანი, მკვრივი, ტიპი „გ“ II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა	103
ნახ. 14.	ცხელი, ქვიშოვანი, მკვრივი, ტიპი „გ“ II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა	105
ნახ. 15.	ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა	112
ნახ. 16	ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, ფორიანი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა	114
ნახ. 17.	ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა	116
ნახ. 18.	ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა	118
ნახ. 19.	ცხელი, ქვიშოვანი, მკვრივი, ტიპი „გ“ II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა	119
ნახ. 20.	ლაბორატორიული კვლევა	125
ნახ. 21.	შპს „ბაზალტ ფაიბერსის“ ის წარმოების მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე-ქსოვილების ტესტირება	133
ნახ. 22.	ზარიძეები-ჟინვალის გზის მშენებლობა მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე-ქსოვილების გამოყენებით	134
ნახ. 23.	აეროპორტებში ასფალტბეტონის საფარის მშენებლობის მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე- ქსოვილებით	135
ნახ. 24.	ავტოსადგომის ფილის ტიპიური კვეთი	136
ნახ. 25.	დეფორმაციული ნაკერების მოწყობის სემა	136
ნახ. 26.	ფილის დაარმირება ბაზალტის ბადით	137
ნახ. 27.	ამოცანა 1. სივრცული საანგარიშო მოდელი	138
ნახ. 28.	K_1 -კოეფიციენტის განსაზღვრა	139

ნახ. 29.	გზის საფარში ვერტიკალური გადაადგილებები	139
ნახ. 30.	მლუნავი მომენტის იზოვლებები მანქანების სიმეტრიული დგომის შემთხვევაში	140
ნახ. 31.	მგრები მომენტის იზოვლებები მანქანების სიმეტრიული დგომის შემთხვევაში	140
ნახ. 32.	ამოცანა 2. სივრცული საანგარიშო მოდელი	140
ნახ. 33.	გზის საფარში ვერტიკალური გადაადგილებები	141
ნახ. 34.	მლუნავი მომენტის იზოვლებები	141
ნახ. 35.	მგრები მომენტის იზოვლებები	141

შესავალი

დღეისათვის საქართველოში საერთაშორისო და შიდასახელმწიფოებრივი გზების სიგრძე 6900 კმ-ს აღემატება (მათ შორის 1600 კმ საერთაშორისო და 5300 შიდასახელმწიფოებრივი) [1], ამას ემატება ადგილობრივი მნიშვნელობის გზებიც. გზების აბსოლუტური უმრავლესობის საფარისთვის გამოიყენება არახისტი (ასფალტბეტონის) და ხისტი (ცემენტბეტონის) საფარები.

სამწუხაროდ, საქართველოში ასფალტბეტონის მოსამზადებლად საჭირო ერთ-ერთი ძირითადი მასალა ბიტუმი არ გაგვაჩნია. იგი საგზაო დარგისთვის დეფიციტური და ყველაზე ძვირადღირებული ინგრედიენტია, რომლის შემოტანაც ხდება საზღვარგარეთის ქვეყნებიდან. სამაგიეროდ საქართველო მდიდარია მაღალი ხარისხის სხვა სახის საგზაო სამშენებლო მასალებით, განსაკუთრებით ხაზგასასმელია მტკიცე და მაღალი ხარისხის ქვის მასალები, რომელთა გამოყენება წარმატებით შეიძლება, როგორც საგზაო სამოსის საფუძვლის ფენებში ასევე ინერტული მასალების სახით, როგორც ასფალტბეტონებში ასევე ცემენტბეტონებში.

ცხადია როგორც ასფალტბეტონისა და ცემენტბეტონის ნარევები, ასევე მათი ნაკეთობანი ნორმირებულია. მათ წაყენებათ სხვადასხვა მოთხოვნები, მათ შორის დეფორმაციის გამომწვევ როგორც სტატიკურ, ასევე დინამიური ზემოქმედებისადმი გამძლეობა, ერთგვაროვნება, სისწორე, აგრესიული გაზებისა და სითხეებისადმი მდგრადობა, ცვეთამედეგობა, ყინვამედეგობა და სხვ.

სადისერტაციო თემის აქტუალურობა. საავტომობილო გზების ექსპლუატაციის მრავალწლიანი გამოცდილება გვაჩვენებს, რომ საქართველოს საგზაო მშენებლობაში დღეისათვის დგას შემდეგი მნიშვნელოვანი პრობლემები:

- ნორმაზე მეტია ასფალტბეტონის ფენილის დეფექტები, რაც ამცირებს საგზაო ნაგებობის ექსპლუატაციის დროს და გამოიხატება შემდეგში:
 - მცირე წყალმედეგობა,
 - ბზარების წარმოქმნა დაბალ ტემპერატურაზე,
 - ძვრის დეფორმაციები - მაღალ ტემპერატურაზე;

- ხშირად იზარება და იშლება ცემენტბეტონით აშენებულ ნაგებობათა, საგზაო და სააეროდრომო საფარების ზედაპირები;
- უსაფრთხოებისა და ეკოლოგიური მოსაზრებებით, დასახლებული პუნქტებისა და საინჟინრო ნაგებობათა სიახლოვეს, მდინარეთა კალაპოტიდან ბალასტის მოპოვებაზე დაწესებულმა შეზღუდვებმა გამოიწვია ქვის მასალების: ბალასტის, ქვიშის, ღორღის დეფიციტი;
- ორგანული შემკვრელი - ბიტუმი, დეფიციტური მასალაა საქართველოში, მისი სრული მოცულობის შესყიდვა ხდება საზღვარგარეთ, ფასი ყოველწლიურად იზრდება, ძვირდება ტრანსპორტირების ხარჯები და შესბამისად ზრდადია მზა ასფალტბეტონის ნარევის თვითღირებულება.

ასეთ პირობებში განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს ადგილობრივი მასალების კვლევა საგზაო მშენებლობაში გამოყენების მიზნით.

ზემოთაღნიშნულის გათვალისწინებით ჩვენს მიერ აღებულია კურსი, რაც შეიძლება მეტი ადგილობრივი ქვის მასალა იქნას გამოკვლეული და გამოყენებული საერთო სარგებლის საავტომობილო გზების, განსაკუთრებით შიდასახელმწიფოებრივი და ადგილობრივი მნიშვნელობის გზების მშენებლობის დროს.

შპს. „საქგზამეცნიერება“ უკვე რამდენიმე ათეული წელია სწავლობს აღნიშნულ საკითხს. კერძოდ, ადგილობრივი ქვის მასალებს, მისი გამოყენების სფეროს დადგენის მიზნით, მართალია ისინი ყველა მახასიათებლებს ვერ აკმაყოფილებენ მოქმედ სასახელმწიფო სტანდარტებს, მაგრამ ეს არ უნდა გახდეს მიზეზი მათი საგზაო მშენებლობაში გამოყენების უარსაყოფად, მითუმეტეს, რომ დღეს არის შესაძლებლობა მთელი რიგი დანამატების გამოყენებით გაუმჯობესებული იქნას მათი ესა თუ ის პარამეტრი. აუცილებელია ადგილობრივი ქვის მასალების ინტენსიურად კვლევა და მათი მასიურად გამოყენება საგზაო მშენებლობაში, თუნდაც ამან გამოიწვიოს შეკეთებათმორისი ვადების ნაწილობრივ შემცირება,

სამაგიეროდ მიღებული იქნება ბიტუმის მნიშვნელოვანი ეკონომია განსაკუთრებით რეგიონულ და ადგილობრივ საავტომობილო გზებზე.

ცხადია ადგილობრივი ქვის მასალის გამოყენება მნიშვნელოვნად შეამცირებს საგზაო მშენებლობის ღირებულებას, ძირითადად სატრანსპორტო ხარჯების მკვეთრად შემცირების საფუძველზე. თუმცა პარალელურად შესაძლებელია მოხდეს რემონტმორისი ვადების შემცირება, ძირითადად არაკონდიციონირებული მასალის გამოყენების გამო. აქედან გამომდინარე მნიშვნელოვანია მოხდეს კარიერების შესწავლა, ადგილობრივი მასალის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დადგენა და მიზნობრივი გაუმჯობესება, მათი საგზაო მშენებლობაში გამოყენების მიზნით, კერძოდ:

- საგზაო მშენებლობებისთვის საჭირო ცემენტბეტონისა და ასფალტბეტონის ნარების მოსამზადებლად;
- საგზაო სამოსის კონსტრუქციული ფენების მოსაწყობად;
- ბალასტად, მიწის ვაკისის მშენებლობისას.

სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილია საქართველოს სხვადასხვა რეგიონის სხვადასხვა კარიერებიდან მიღებული ადგილობრივი ქვის მასალების კვლევისა და ლაბორატორიული გამოცდების შედეგები კერძოდ - ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, განხილულია მათი მიზნობრივი გაუმჯობესების გზები და გამოყენების შესაძლებლობა საგზაო მშენებლობაში, რაც განაპირობებს, **სადისერტაციო თემის, როგორც აქტუალობას ასევე მის პრაქტიკულ მნიშვნელობას.**

სადისერტაციო ნაშრომის კვლევის სიახლეა საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებში ადგილობრივი ქვის მასალის კარიერების მოძიება, მოპოვებული ქვის მასალის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლა და საჭიროების შემთხვევაში, მათი მიზნობრივი გაუმჯობესების ღონისძიებების დასახვა, შემდგომში საგზაო მშენებლობაში გამოყენების მიზნით. კვლევებისა და ლაბორატორიული გამოცდების შედეგების გათვალისწინებით გამოყენების სფეროს დადგენა მაგალითად: ასფალტბეტონისა და ცემენტბეტონისა ნარების მოსამზადებლად, საგზაო სამოსის კონსტრუქციული ფენების მოსაწყობად და ბალასტის სახით გამოყენების მიზნით,

მინერალური ფხვნილის სახით ასფალტობეტონებში გამოსაყენებლად. გარდა ზემოთ აღნიშნულის უკვე დაძიებულ კარიერებში მოპოვებული ქვის მასალების ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუმჯობესება კვლევების შედეგად შერჩეული მეთოდების გამოყენებით როგორცაა გარეცხვა, გრანულომეტრიული შემადგენლობის შევსება ქვიშა-ხრეშისა და ქვიშა-ღორღის ოპტიმალური სტანდარტული ნარეგების მისაღებათ, შედარებით დაბალი სიმტკიცის ქვის მასალების საგზაო მშენებლობაში წარმატებით გამოყენების მიზნით მათი დამუშავება ორგანული და არაორგანული შემკვრელებით, ან სხვა და სხვა ქიმიური რეაგენტებით და ზედაპირლი აქტიური ნივთიერებებით (ზან) რაც ხელს შეუწყობს ბიტუმთან კრობადობის ამღლებას გარდა ამისა უკვე ბაზარზე სხვა და სხვა სახის გეოტექსტილის მასალის გამოყენება ფენებს შორის დასაგებად რა მნიშვნელოვნად გაზრდის საგზაო სამოსის მთლიანი პაკეტის სიმტკიცეს.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანია:

- გამოვავლინოთ საგზაო მშენებლობისთვის ვარგისიანი ქვის მასალის ახალი კარიერი;

- შევისწავლოთ მისი სიმძლავრე;

- ჩავატარო კარიერიდან აღებული ქვის მასალის ლაბორატორიული კვლევა;

- გავნსაზღვრო მათი ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლები, სიმტკიცე მსხვრევადობაზე, ფირფიტოვან და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობაზე, სუსტი ქანების მარცვლის შემცველობაზე, ყინვამედეგობაზე, მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობაზე, თიხის კომტების შემცველობაზე, დამვრეული მარცვლების შემცველობაზე, ჭეშმარიტ სიმკვრივეზე, საშუალო სიმკვრივეზე, ფორიანობაზე, წყალშთანთქმაზე, ბიტუმთან შეჭიდულობაზე ბუნებრივ მდგომარეობაში, ბიტუმთან შეჭიდულობაზე ადგეიური დანამატების გამოყენებით და ტენიანობაზე.

- განვსაზღვროთ ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების მიზნობრივი გაუმჯობესების შესაძლებლობა და გზები;

- დავადგინო მათი გამოყენების სფერო;

- მოვამზადო მასალები ახალი კარიერის რეესტრში ჩასართავად.
- საქართველოში უკვე დაძვირებული და ამავედროულად მოქმედი კარიერებიდან მოძიებული ქვის მასალების ხარისხობრივი მახასიათებლების გაუმჯობესება როგორც გრანულომეტრიული შემადგენლობისა და სისუფთავის გაუმჯობესების ისე ორგანული და არაორგანული რეაგენტებისა და ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების (ზენ)-ის გამოყენებით.

ჩვენს მიერ მოძიებული იქნება სოფელ ნასაკირალში საგზაო მშენებლობისთვის ვარგისი ქვის მასალის პოტენციური კარიერი, საკმაოდ დიდი სიმძლავრით. აუცილებელია აღნიშნული პოტენციური კარიერის დეტალური შესწავლა, ლაბორატორიული კვლევების ჩატარება, მომავალი კარიერიდან აღებული მასალების ყოველმხრივ გამოცდა, გამოცდის შედეგების გაანალიზება, საჭიროების შემთხვევაში მასალის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიზნობრივი გაუმჯობესება, კარიერიდან მიღებული მასალის გამოყენების სფეროს დადგენა და სათანადო იურიდიული დოკუმენტის გაფორმება ახალი კარიერი რეესტრში ჩასართავად.

ნასაკირალი მდებარეობს კოლხეთის დაბლობის ქვემო წელში მდინარე სუფსის მარცხენა სანაპიროზე, ზღვის დონიდან 105 მეტრზე, ოზურგეთიდან 5 კილომეტრში. არსებობს გადმოცემა რომ ამ ტერიტორიებზე მოიპოვებოდა კირი და აქედან წარმოიშვა დასახელება ნასაკირალი.

ჩვენს მიერ ლაბორატორიაში გადმოტანილი იქნა ნასაკირალიდან საკმაოდ მოცულობის ქვის ნიმუშები მოხდა მათი დახარისხება, დაჯგუფება და სინჯების მომზადება შემდგომი მრავალმხრივი გამოცდის ჩასატარებლად..

ადგილობრივი მასალის ეფექტურად მართვისა და მათი საგზაო მშენებლობაში მაქსიმალურად გამოყენების მიზნით **სადისერტაციო ნაშრომში გათვალისწინებულია შემდეგი ამოცანების გადაჭრა:**

- ამოცანა 1. ადგილობრივი კარიერების შესწავლა;
- ამოცანა 2. რამდენად ეფექტურია ადგილობრივი კარიერების გამოყენება ეკოლოგიური კუთხით და რა ზემოქმედებას მოახდენს მათი აქტიურად გამოყენება ეკოლოგიაზე;

- ამოცანა 3. რამდენად ეფექტურია ადგილობრივი კარიერების გამოყენება ფინანსური კუთხით და რამდენად შეამცირებს საგზაო მშენებლობის ხარჯებს.

- ამოცანა 4. უკვე დაძვინებული კარიერებიდან მიღებული ქვის მასალების ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაუმჯობესება.

მოსალოდნელი შედეგი:

- საგზაო მშენებლობაში აქტიურად გამოყენებული კარიერები და მოპოვებული ქვის მასალის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მიზნობრივი გაუმჯობესება, რაც დადებითად იმოქმედებს საავტომობილო გზების მშენებლობასა და ექსპლუატაციაზე და გახდის მშენებლობას იაფს და ეფექტურს.

- ეკონომიური ეფექტი განპირობებულია - ადგილობრივ ქვის მასალების გამოყენებით, ზიდვის მანძილების კვეთრად შემცირებისა და შესაბამისად ტრანსპორტირების ხარჯის მნიშვნელოვანი შემცირებით, ნაკლები საწვავ საცხები მასალების დანახარჯებით და მთლიანობაში პროდუქციის ერთეული ფასის მნიშვნელოვანი შემცირების გზით. გარდა ამისა მაღალი სიმტკიცის ქვის მასალების გამოყენების ხარჯზე საგზაო სამოსის იდენტური მზიდუნარიანობის პირობებში შესაძლებელია მიღწეული იქნას ბიტუმის როგორც ორგანული შემკვრელის მნიშვნელოვანი ეკონომია.

- ეკოლოგიური ეფექტი განპირობებულია ქვის მასალებით ტრანსპორტირების მოკლე მანძილებზე, რაც განაპირობებს ტერიტორიის და ჰაერის ნაკლებ დაჭუჭყიანებას მტვრით, ამასთანავე მცირდება გამონაბოლქვი და ხმაური, რაც დადებითად აისახება ადგილობრივი მოსახლების ჯანმრთელობაზე.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. ადგილობრივი ქვის მასალების გამოყენება საგზაო სამოსის კონსტრუქციებში

საავტომობილო გზების მშენებლობისას, ადგილობრივ სამშენებლო მასალებს მიეკუთვნება:

- სამშენებლო ობიექტის სიახლოვეს განლაგებული სხვადასხვაგვარი ბუნებრივი მასალები (ქვის ბუნებრივი მასალები, მათ შორის დაბალი სიმტკიცის კირქვები, მერგელები, ქვიშაქვები, ხრეშოვანი მასალები და ა.შ.);[1]
- მრეწველობის, ენერგეტიკის, ტრანსპორტის სხვადასხვა ნარჩენები პროდუქტები (ნაცარი, წიდა, სამთო მრეწველობის ნარჩენები, ქვის კარიერების ნარჩენები და სხვა);[2]
- ხელოვნური მასალები, რომლებიც მიიღება სამშენებლო ობიექტის სიახლოვეს განლაგებული ადგილობრივი ბუნებრივი მასალის დამუშავებით (ადგილობრივი შემკრავი მასალები და სხვ.).[3]

იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს ადგილობრივი მასალის გამოყენება, იგი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს:

1. თვისებების მიხედვით აკმაყოფილებდეს გარკვეულ ტექნიკურ მოთხოვნებს;
2. ხელმისაწვდომი იყოს მოპოვებისა და გადამუშავებისათვის;
3. ჰქონდეს გარკვეული მარაგი, რათა ეკონომიკურად მომგებიანი იყოს მისი მოპოვება-დამუშავება.[4]

ადგილობრივი საგზაო სამშენებლო მასალების გამოყენების მიზანშეწონილობა დასაბუთებული უნდა იყოს ტექნიკურ-ეკონომიკური გათვლებით. ამისთვის საჭიროა შედარდეს გზის მშენებლობის ღირებულება (იდენტური სიმტკიცის და გამძლეობის საგზაო სამოსების ღირებულება) ადგილობრივი სამშენებლო მასალებით და შემოტანილი მასალით. [5,6]

თუ ადგილობრივი მასალების გამოყენების შედეგად კლებულობს საფარის მომსახურების ვადა, მაშინ ეს გარემოება ტექნიკურ-ეკონომიკურ გათვლებში მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული. ამასთანავე საფარის მომსახურების ვადის

შემცირება კომპენსირებული უნდა იყოს მშენებლობის ღირებულების შემცირებით. გარდა ამისა, გათვალისწინებული უნდა იყოს საექსპლუატაციო ხარჯებიც, საწყისი და პერსპექტიული ინტენსივობა, გზაზე გადაზიდვების ღირებულება და ა.შ.[7]

ადგილობრივი მასალებისთვის ტექნიკური მოთხოვნები, განსაკუთრებით დაბალი სიმტკიცის მასალის მიმართ, უნდა ითვალისწინებდეს მასალის ტიპს; კონსტრუქციას, რომელშიც ის იქნება გამოყენებული; გზის კატეგორიას; კლიმატურ პირობებს; ჰიდროლოგიურ პირობებს და ა.შ. [8]

სხვადასხვა ადგილობრივი მასალების გამოყენების ზოგადი პირობა ისაა, რომ მათგან აგებული (ან მათი გამოყენებით აგებული) საფარის ფენების სიმტკიცე შეესაბამებოდეს იმ მექანიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ ზემოქმედებას, რაც მოსალოდნელია ამ ფენაში.[9,10]

ზედა ფენებში გამოყენებული მასალები უნდა ხასიათდებოდეს გაზრდილი ცვეთამდეგობით და სიმტკიცით კუმშვაზე, გაზრდილი შეჭიდულობით ნაწილაკებს შორის. საფუძველში გამოყენებულ მასალებს შეიძლება ჰქონდეთ უფრო დაბალი მაჩვენებლები ამ მხრივ, მაგრამ უნდა შეესაბამებოდნენ საფუძვლის რეალურ სამუშაო პირობებს მოცემული კლიმატური პირობებისათვის.

იმ შემთხვევაში თუ, ადგილობრივ მასალებს არ გააჩნიათ საჭირო ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ბუნებრივ მდგომარეობაში, საკმარისი სიმტკიცის საგზაო კონსტრუქციის მისარებად, საჭიროა განვახორციელოთ მათი სპეციალურ დამუშავება არაორგანული ან ორგანული შემკვრელებით, ასევე შესაბამისი ქიმიური რეაგენტებით.[11,12,13]

1.2. დაბალი სიმტკიცის ქვის მასალების გამაგრების მეთოდები

დაბალი სიმტკიცის ქვის მასალები შეიძლება გამაგრდეს, ანუ მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები შეიძლება გაიზარდოს სამი მეთოდით:

1. ფხვიერი ქვის მასალების გამაგრება შემკვრელებით;
2. ქვის მასალის ზედაპირული დამუშავება გარე ფაქტორებისგან დასაცავად;

3. ქვის მასალების კომპლექსური გამაგრება - შემკრავებით და მათი ზედაპირის დამუშავება კლიმატური და სხვა ფაქტორებისაგან დასაცავად.

შემკვრელებით ფხვიერი ქვის მასალების გამაგრების შემთხვევაში, წარმოიქმნება ხელოვნური მტკიცე ბმები ქვის მასალის ნაწილაკებს შორის, რაც ზრდის საფარის მზიდუნარიანობას და ამცირებს ცვეთას მოძრაობის დატვირთვის გავლენით, ამინდის ფაქტორების გათვალისწინებით.

შემკვრელად შესაძლებელია გამოყენებული იყოს მინერალური და ორგანული ნაერთები. შემკვრელის სახეობიდან გამომდინარე, მიიღება მასალები სხვადასხვა ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით, განსხვავებული სიხისტის ბმებით (კრისტალიზაცია ცემენტით დამუშავებისას და კონდენსაცია-კოაგულაცია ბიტუმით დამუშავებისას).[14]

ბოლო დროს, დაბალი სიმტკიცის ქვის მასალების გამაგრების მიზნით, სულ უფრო ხშირად გამოიყენება ცემენტები (საფუძვლის ფენების ასაგებად).

გასათვალისწინებელია, რომ ადგილობრივი მასალების გამოყენება სპეციალური დამუშავების გარეშე ყოველთვის მნიშვნელოვნად ამცირებს საფარის მშენებლობის ღირებულებას. თუმცა, ხარჯების მიღწეული დანაზოგი, შეიძლება სწრაფად დაიკარგოს, თუ სამოსის მომსახურების ვადა მკვეთრად შემცირდება ან გაიზრდება საფარის მოვლა-შეკეთების ხარჯები. ამასთან, იზრდება ტვირთების გადაზიდვის სატრანსპორტო ხარჯები საფარის ზედაპირის სისწორის გაუარესების, ამონატეხების (ორმოების) გაჩენისა და პლასტიური დეფორმაციების წარმოქმნის გამო, რაც საბოლოო ჯამში იწვევს მოძრაობის სიჩქარის შემცირებას და საწვავის მოხმარების ზრდას. რაც უფრო მაღალია საპროექტო მოთხოვნები საგზაო სამოსისადმი, მით უფრო მნიშვნელოვანია ადგილობრივი მასალების ტექნიკურად სწორად გამოყენება და მათი თვისებების გაუმჯობესება; შესაბამისი ხარჯების განხორციელების მიზანშეწონილობა უნდა დადასტურდეს დეტალურ ტექნიკურ-ეკონომიკურ გათვლებში.

მრეწველობის განვითარება სულ უფრო მეტ შესაძლებლობებს ხსნის დაბალი სიმტკიცის ქვის მასალის გამოყენებისთვის. ადგილობრივი მასალების გამოყენების

გაფართოებას ასევე ხელს უწყობს საგზაო სამუშაოების მექანიზაციის მუდმივი ზრდა და ახალი მაღალეფექტური საგზაო-სამშენებლო მანქანების გაჩენა, მათ შორის ამრევები, მძიმე სატკეპნები პნევმატური საბურავებზე და ვიბრაციული სატკეპნები.[15,16]

1.3. ადგილობრივი მასალების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტი

ადგილობრივი მასალები განსაკუთრებით მომგებიანია, თუ ისინი განლაგებულია სამშენებლო მოედანთან ახლოს, რადგან ტრანსპორტირების ხარჯები საგრძნობლად მცირდება.

გადაზიდვების ეკონომიურად ეფექტური მანძილის მაქსიმალური მნიშვნელობა განისაზღვრება მასალის საგზაო სამშენებლო თვისებებით, აგრეთვე სამშენებლო ტერიტორიის სხვა ადგილობრივი მასალებით უზრუნველყოფის შესაძლებლობით.

საგზაო სამშენებლო მასალების ფიზიკური და მექანიკური თვისებების დასადგენად, ადგილზე ვიზუალური აღწერის გარდა, აუცილებელია ჩატარდეს ადგილზე შერჩეული ან სპეციალურად დამზადებული ნიმუშების ლაბორატორიული კვლევა, რის შედეგადაც შესაძლებელია დადგინდეს, მასალის ამა თუ იმაში კონსტრუქციაში გამოყენების შესაძლებლობა, მოცემული კლიმატური პირობები გათვალისწინებით, ასევე მასალის წინასწარი დამუშავების აუცილებლობა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ამჟამად ადგილობრივი მასალების მიზანშეწონილი გამოყენების მრავალი საკითხი ჯერ კიდევ არ არის საკმარისად შესწავლილი. მაგალითად ძალიან მწირი ინფორმაციაა ადგილობრივი საგზაო სამშენებლო მასალების გავრცელების არეალზე, მარაგებზე, მათ თვისებებზე. არასაკმარისად არის დამუშავებული და დასაბუთებული ამ მასალების საგზაო მშენებლობაში გამოყენების რაციონალური გზები და მეთოდები. ბევრი ადგილობრივი მასალისათვის არ გააჩნიათ მათი ხარისხის შეფასების საკმარისად დასაბუთებული და დადასტურებული მეთოდები.[17]

მნიშვნელოვანი ამოცანაა ადგილობრივი მასალების ხარისხის შეფასების და შესაძლო გაუმჯობესების ეფექტური მეთოდების შემდგომი შემუშავება, აგრეთვე გზების მშენებლობაში მათი გამოყენების გამოცდილების განზოგადება.

სხვადასხვა სიმტკიცის ადგილობრივი ქვის მასალების გამოყენებისას, ზოგიერთ შემთხვევაში მიზანშეწონილია მათი თვისებების გაუმჯობესება სიმტკიცის თვალსაზრისით, რაც გულისხმობს საწარმოო ოპერაციების ერთობლიობას, რომელიც უზრუნველყოფს მივიღოთ საჭირო სიმტკიცის და გამძლეობის მასალა. მასალის გამაძლიერებელი პროცესები შეიძლება შედგებოდეს ისეთი ოპერაციებისგან, რომლებიც მიზნად ისახავს იმ ნაწილაკების განცალკევებას, რომლებიც ამცირებენ მასალის ხარისხს, დარჩენილი მასალის დაყოფისგან სიმტკიცის კლასებად, რათა გამოივიყენოთ ისინი საფარის სხვადასხვა კონსტრუქციულ ფენებში.[18,19]

სამშენებლო ზონაში ადგილობრივი მასალების არარსებობის შემთხვევაში, საგზაო სამოსები შესაძლებელია დაპროექტდეს სხვადასხვა გზით გამაგრებული გრუნტებისაგან. ეს მნიშვნელოვნად ამცირებს მშენებლობის ღირებულებას იმპორტირებული მასალების გამოყენებასთან შედარებით და მნიშვნელოვნად ზრდის მშენებლობის ტემპს.

გრუნტების სტაბილიზაციისა და საფარის კონსტრუქციულ ფენებში გამაგრებული გრუნტების გამოყენება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ადგილობრივი და სასოფლო-სამეურნეო გზებისათვის.[20,21]

1.4. საქართველოს საგზაო მშენებლობაში არსებული პრობლემები

საქართველოში საგზაო მშენებლობაში (გზები, გვირაბები, ხიდები, მცირე ხელოვნური ნაგებობები, აეროდრომები) იყენებენ ნორმირებულ ცემენტებს, ცემენტბეტონის ნარევეს, ცემენტბეტონის საფარებს, ასევე სტანდარტის შესაბამის ასფალტბეტონის ნარევესა და ასფალტბეტონებს.

საავტომობილო გზის, აეროდრომის საფარს, საფუძველის კონსტრუქციულ ფენებს, სხვადასხვა კონსტრუქციულ ელემენტებს, მცირე ხელოვნურ ნაგებობებს და სხვა, ნორმებით მოეთხოვებათ: დეფორმაციების გამომწვევ სტატიკურ და დინამიურ ზემოქმედებაზე გამძლეობა, ერთგვაროვნება, სისწორე, აგრესიული გაზებისა და სითხეებისადმი მედეგობა, ცვეთამედეგობა, ყინვისადმი მდგრადობა, ხანმედეგობა და ა.შ.[22,23]

ცემენტბეტონისა და ასფალტბეტონის, ნარეგებისა და ნაკეთობა-ნაგებობათა დამზადების პროცესებში, ბალასტად და შემავსებლად შესაძლებელია გამოყენებული იყოს ბუნებრივი ქვის მასალები: გრანიტი, გაბრო, დიორიტი, ბაზალტი, დიაბაზი, ანდეზიტი, კირქვები, კაჟიანი ქვიშაქვები, მდინარისეული ჭერები, კვარციტი და ა.შ. [24,25]

ბალასტად, შემავსებლად აგრეთვე გამოიყენება ტექნოგენური წარმოშობის წიდა, ნაცარი.

საქართველოში საამშენებლო პროექტთა უზრუნველყოფას წლიურად ჭირდება 17,0-19,0 მლნ.ტ. მდინარეთა კალაპოტიდან მოპოვებული ბალასტი და მისგან დამზადებული ქვიშა-ღორღი. ამ მოცულობის მასალის მოპოვება, ცხადია ნეგატიურად მოქმედებს მდინარეთა კალაპოტებზე და ზოგადად გარემოზე. [26,27]

საქართველოს ბაზარზე სატრანსპორტო მშენებლობებზე გამოიკვეთა რისკ-პრობლემები:[28,29]

- ცემენტბეტონის ნაგებობათა, საგზაო და სააეროდრომო საფარების ზედაპირები ხშირად იზარება:[30,31,32]

- ასფალტბეტონის ფენილები ნორმაზე ნაკლებ მდგრადია: არაწყალმედეგია, იზარება დაბალ ტემპერატურაზე, დეფორმირდება (ძვრადია) მაღალ ტემპერატურაზე, რაც გამოწვეულია ბიტუმსა და მინერალურ კომპონენტებს შორის საკონტაქტო ზონის დეფექტებით:[33]

- დეფიციტურია ქვის მასალები, ბალასტი, ცემენტბეტონისა და ასფალტბეტონის შემავსებელი ქვიშა-ღორღი, რაც გამოიწვია დასახლებული პუნქტებისა და საინჟინრო ნაგებობათა სიახლოვეს, უსაფრთხოებისა და ეკოლოგიური მოსაზრებებით - მდინარეთა კალაპოტიდან ბალასტის მოპოვებაზე დაწესებულმა შეზღუდვებმა;

- ქვის მასალათა დეფიციტის, მოპოვების შეზღუდვის პირობებში, მეტად საინტერესო და მნიშვნელოვანია ადგილობრივი მასალების გამოყენების შესაძლებლობები.

1.5. საქართველოს ტერიტორიის საინჟინრო გეოლოგიური პირობების მოკლე დახასიათება

საქართველოს ტერიტორია ხასიათდება რთული საინჟინრო-გეოლოგიური პირობებით, რომელიც განპირობებულია ქანების ლითოლოგიური შემადგენლობის ნაირსახეობით, მათი ინტენსიური ტექტონიკური დაშლილობით, გეომორფოლოგიური ფორმების მრავალფეროვნებით და თანამედროვე გეოლოგიური პროცესების ფართო გავრცელებით. ტერიტორიაზე შეიმჩნევა სრული შერწყმა ძირითადი გეომორფოლოგიური და გეოსტრუქტურული ერთეულებისა.

საქართველოს საინჟინრო გეოლოგიური დარაიონების სქემის თანამად (გ. არემიძე 1970) ტერიტორია, გეოსტრუქტურული ნიშნების მიხედვით, დაყოფილია შვიდ მსხვილ ოლქად. ოლქები მათ საზღვრებში გავრცელებული ქანების გეოლოგიურ-გენეტიკური კომპლექსების საინჟინრო გეოლოგიური თავისებურებების მიხედვით დაყოფილია რაიონებად. ხოლო ზოგიერთი რაიონი ტერიტორიული თავისებურებების მიხედვით დაყოფილია ქვერაიონებად.

დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდის მაღალმთიანი ნაოჭა სისტემის ოლქი წარმოადგენს ყველაზე რთულ გეოსტრუქტურულ ერთეულს; მის ფარგლებში გამოყოფილია ექვსი რაიონი. რელიეფი ტექნომორფული, გლაციალური, ეროზიულია. აგებულია პალეოზოური, იურული და ცარცული ასაკის კლდოვანი და ნაწილობრივ ნახევრადკლდოვანი ქანებით. გამოფიტვის ზონის სიმძლავრე 5-20 მ-ის ფარგლებში მერყეობს. დასავლეთ ნაწილში, ძირითადად ქვედა იურული ფიქლებრივი ქანების და ბაიოსის პორფირიტული წყებების გავრცელების ზოლში, ფართოდაა გავრცელებული ზვავური მოვლენები. ოლქის აღმოსავლეთ ნაწილში ქვედა იურული ფიქლებრივი ქანების ინტენსიური გამოფიტვა იწვევს მდინარეთა ზემო წელში ნატეხოვანი პროდუქტების ინტენსიურ აკუმულაციას, რაც ხშირად იწვევს მძლავრი სელური ნაკადების ჩამოყალიბებას.

დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდის ნაოჭა სისტემის საშუალომთიანეთის დასავლეთ ნაწილის ოლქი წარმოადგენს გარდამავალ ზონას კავკასიონის ნაოჭა სისტემასა და საქართველოს ბელტს შორის. ოლქში გამოყოფილია ექვსი რაიონი.

მნიშვნელოვანი ნაწილი უკავია მეზოკაინოზურ კლდოვან და ნახევრადკლდოვან კარბონატულ ქანებს, რომელთაც აასიათებთ მაღალი ტექტონიკური ნაპრალიანობა,, კარსტის და მძლავრი მეწყერების ინტენსიური განვითარება, ფერდების ჯდენები და აქტიური სეისმური ზონების არსებობა, რომლებიც დაკავშირებულია სიღრმითი რღვევების სისტემებთან. იურული და ცარცული ასაკის ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების და იურული ტერიგენული ქანების გავრცელების რაიონებისთვის ხელშემწყობი გეომერფოლოგიური პირობების დროს დამაასიათებელია ვიწრო კანიონისებური ხეობების არსებობა, რომლებიც კარგ პირობებს ქმნის ჰიდროენერგეტიკული მშენებლობებისათვის.

საქართველოს ბელტის დასავლეთ დაძირვის ოლქი მოიცავს კოლხეთის დაბლობსა და მასთან მიბჯენილ დაბალმთიან ბორცვიან მჭიდროდ დასახლებულ რაიონებს. გეოლოგიურ-სტრუქტურული თვალსაზრისით დამახასიათებელია ფართე სინკლინური დეპრესიების (კოლხიდის, ცენტრალური სამეგრელოს, გურიის) და ვიწრო მკვეთრად გამოხატული ქედებისა (300-600მ) ბრაზიანტიკლინების (ურთა, აბედათი, სატანჯიო) არსებობა.

ოლქი პერიფერიების აგებულებაში მონაწილეობს პალეოგენ-ნეოგენური ასაკის თიხა-ქვიშოვანი ნალექების წყებები, ხოლო მეოთხეული ალუვიურ ზღვიური მეწყერები, დაჭაობება, ეროზია, აბრაზია და სხვა. პალეოგენ-ნეოგენის თიხა-ქვიშოვან წყებებთან დაკავშირებულია მეწყერები. თიხებისა და თიხნარების გავრცელება და კოლხიდის ზღვისპირა ნაწილის დაჭაობება იწვევს ნაგებობათა საფუძველში გრუნტების ხელოვნური გამაგრების აუცილებლობას. განსაკუთრებით აქტუალურია აბრაზიასთან ბრძოლის პრობლემა, რომელიც ართულებს შავიზღვისპირეთის საკურორტო და სახალხომეურნეობით ათვისებას.

ძირეული კრისტალური მასივის ოლქს - წარმოადგენს საქართველოს ბელტის აზევებულ ნაწილს, რომელიც აგებულია პალეობოური და მეზოზოური ასაკის მაგმური, მეტამორფული და ვულკანოგენურ-დანალექი ფორმაციებით. კრისტალური ქანების (კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი) ინტენსიური გამოფიტვა და მაღალი ნაპრალიანობა ხელს უწყობს მძლავრი მეწყერებისა და ზვავების განვითარებას,

რომლებიც ართულებენ დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს დამაკავშირებელი გზების ექსპლუატაციასა და მშენებლობას.

საქართველოს ბელტის აღმოსავლეთით დამირვის ოლქში განვითარებულია ვაკე-აკუმულაციური რელიეფი. მთათაშორისი ქვაბულები აგებულია მეოთხეულის არვურ პროლუვიური წარმონაქმნებით (ფხვიერი და პლასტიური) და შემოსაზღვრულის ბორცვიან-დენუდაციური წინამატებით სიმაღლით 500-800მ და აგებული არიან პალეოგენ-ნეოგენური ზღვიური და კონტინენტალური ნალექებით (ნახევრადკლდოვანი და პლასტიკური). ოლქში გამოყოფილია ორი რაიონი და რვა ქვერაიონი.

ჯდენადი და დამარილიანებული დელუვიურ-პროლუვიური თიხნარების ფართე გავრცელება ართულებს ტერიტორიის ათვისების პირობებს სახალხო მეურნეობისა, წარმოების მშენებლობისა და სასოფლო სამეურნეო საქმიანობისათვის.

აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ოლქი წარმოდგენილია ზედა ცარცული და შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექი (კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი), პალეოგენ-ქვედა ეოცენის ფლიშური (კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი) და ზედა ეოცენ-ოლიგოცენის თიხა-ქვიშოვანი (ნახევრადკლდოვანი) ნალექებით. მორფოლოგიურად განვითარებულია საშუალომთიან (2000-2700მ) მთები, ღრმად დანაწევრებული ხეობებით. ოლქი დაყოფილია ოთხ რაიონად და ორ ქვერაიონად.

ფართო გავრცელებით სარგებლობს შვავურ-მეწყრული მოვლენები, ხოლო ოლქის დასავლეთ ნაწილში მათთან ერთად სელური ნაკადებიც.

ართვინ-სომხითის ბელტის ოლქი იყოფა ორ ზონად: ბოლნისის, რომელიც აგებულია პალეოზოური კრისტალური ფერანტიტები, დიორიტები) და მეზო-კაინოზოური ვულკანოგენურ-დანალექი (ტუფები, ტუფბრექჩიები და ალბიტოფირები) კომლექსებით და ჯავახეთის, რომელიც წარმოდგენილია ნეოგენ-მეოთეული (დოლერიტ-ბაზალტები, ანდეზიტ-დაციტები) ლავური ნაფენებით. ყველა აღნიშნული ქანები განეკუთვნება კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი ჯგუფის მაღალი სიმტკიცის მახასიათებლებით.

ოლქი ხასიათდება საქართველოსათვის ყველაზე მაღალი სეისმური აქტივობებით, დაკავშირებული ახალგაზრდა ვულკანიზმთან. ფართოდაა გავრცელებული ზვავები და შვავები, ნაკლებად მეწყერები.

ყველა საინჟინრო გეოლოგიური ოლქის ფარგლებში გავრცელებული დელუვიურ, ელუვიურ, პროლუვიურ წარმონაქმნებში რომლებიც საკმაოდ მრავალფეროვანია, დაქანების შედგენილობიდან გამომდინარე გავრცელებას პოვებს თანამედროვე გეოლოგიური პროცესები: მეწყერები, ზვავები, შვავები, დიდი მდინარეთა ხეობებში და განსაკუთრებით მთათაშორისი დეპრესიის ფარგლებში ინტენსიური გამოვლინება აქვს ეროზიულ პროცესებს.

ქვემოთ წარმოდგენილია საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ძირითადი ქანები (ცხრილი 1).

ჩვენი ამოცანაა ამ ნაშრომის ძირითადი პრინციპები მივუსადაგოთ ქვეყნის ტერიტორიის ვერტიკალურ დარაიონებას და დავახასიათოთ ზონები იმისდა მიხედვით თუ რომელ ზონაში რა ქანებია გავრცელებული.

ცხრილი 1

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ძირითადი ქანები

ოლქი, რაიონი, ქვერაიონი	ქანების დასახელება
1	2
I	პორფირის მაგვარი მსხვილმარცვლოვანი გრანიტოიდები, ქარსოვანი მეტამორფიზებული
II ₁	რქავანი ინექციურული კვარციტ, თიხოვანი ფიქალები, კვარციტები, მარმარილოს ლინზები, ძლიერ დისლოცირებული
II ₂	იასპური და თიხოვანი ფიქალები ქვიშაქვების იშვიათი შუაშრეებით და კვარციტები, დისლოცირებული
II ₃	პორფირიტები და მათი ტუფი, ტუფობრეკჩიები, ტუფოქვიშაქვები, ტუფოარგილიტები, გრაუვაკი, დისლოცირებული
II ₄	მერგელები, მერგელური ქარსები, კირქვები და ქვიშაქვები მორიგეობით, დისლოცირებული
II ₅	გრანიტოიდები, სიენიტები, დიორიტები, გაბროიდები, თანაბარმარცვლოვანი
II ₆	ანდეზიტების ლავა

1	2
III ₁	მასიური, დოლომიტიზირებული, ბრექჩიის მაგვარი, რიფული კირქვები, იშვიათად მერგელები და ქვიშავეები, დისლოცირებული, მაგარი და ლოდის მაგვარი კირქვებისა და მერგელების მორიგეობით, სუსტად დისლოცირებული
III ₂	პორფირიტები და მათი ტუფო, ტუფობრექჩიები, ტუფოქვიშაქვები, ტუფოარგილიტები, გრაუვაკი დისლოცირებული
III ₃	ფურცლოვანი არგილიტები, არკოზოული და გრაუვაკული ქვიშაქვები, ქვანახშირის ფენა, ძლიერ დისლოცირებული
III ₄	პორფირიტები, კვარცპორფირი, ალბიტოფრები და მათი ტუფები, ტუფობრექჩია, ტუფოქვიშაქვები, დისლოცირებული
III ₅	სუბარგილიტები, რომლებიც შეიცავენ პირიტსა და თაბაშირს, არკოზოულ გრაუვაკული ქვიშაქვების იშვიათი შუაშრეებით, ქვიშაქვები თიხოვან ცემენტზე და თიხოვან ნიჟარქვებისა და კონგლომერატების შუაშრეებით
IV ₁	სუბარგილიტები, რომლებიც შეიცავენ პირიტსა და თაბაშირს, არკოზოულ გრაუვაკული ქვიშაქვების იშვიათი შუაშრეებით
IV ₂	მოლურჯო-რუხი ფერის თიხის მერგელების, ქვიშაქვების და თიხოვან კარბონატულ ცემენტზე კონგლომერატების მონაცვლეობით; _ კარბონატული თიხები, მოლურჯო-რუხი ფერის ქვიშაქვები თიხები _ ვიშაქვების, მიკროკონგლომერატებისა და მერგელების თხელი შუაშრეებით _ კონგლომერატები კირქვ-თიხის ჩემენტზე თიხის იშვიათი შუაშრეებით _ კონგლომერატები, ქვიშაქვები, ქვიშები, თიხები
IV ₃	კენჭნარი, ქვიშნარი და ქვიშოვანი შემავსებლებით
IV ₄	ფორფნარის, თიხისმაგვარი და ქვიშნარი გრუნტის მონაცვლეობა
IV ₅ ¹	აფაზეთის კენჭნარი
IV ₅ ²	კოლხიდის ქვიშები
IV ₅ ³	აჭარის კენჭნარი
V ₁	მსხვილი მარცვლოვანი გრანიტოიდები, პოფირისმაგვარი, ქარსისებური, მეტამორფიზებული, გრანიტოიდები, თანაბარმარცვლოვანი გრანიტოიდები, გნაისები, კრისტალური ფიქალები
V ₂	პორფირიტები და მათი ტუფები, კვარცპორფირები, ალბიტოფირები და მათი ტუფები
V ₃	სქელფენოვანი კირქვები, მერგელური კირქვები, მერგელები, გლაუვაკური ქვიშაქვები
V ₄	სუბარგილიტები, თიხები, სუსტად შეცემენტებული ქვიშები, ქვიშაქვები თიხოვან და კარბონატული ცემენტზე და კონგლომერატები

1	2
VI ₁	კირქვული ქვიშაქვები, ალევროლიტური თიხები და მერგელების შუაშრებიანი ალევროლიტების მონაცვლეობა, რუხი-მურა ფერის თიხები ქვიშაქვების შუაშრებით. თიხები, ქვიშაქვები და კონგლომერატები თიხოვან და თიხოვან კარბონატულ ცემენტზე კონგლომერატები თიხების იშვიათი შუაშრებით
VI ₂	კენჭნარი (ტირიფონის დაბლობი)
VI ₂ ²	თიხები და თიხნარები (ხაშური-ზემოავჭალა)
VI ₂ ³	თიხები და თიხნარები (მუხრანის ქვაბულის)
VI ₂ ⁴	ლიოსები და ლიოსისებური გრუნტები (ბაზალეთის ზეგანი)
VI ₂ ⁵	მლაშე გრუნტები (რუსთავი-მარნეული)
VI ₂ ⁶	მლაშე გრუნტები (ერწოსა და თიანეთის ქვაბული)
VI ₂ ⁷	მსხვილი ღორღი, ხვინჭა, ქვიშა და კენჭი ქვიშნარი შემავსებლებით (იორის დაბლობზე)
VI ₂ ⁸	იგივე (ალაზნის დაბლობზე)
VII ₁	ფენოვანი და უხეშნამტვრევებიანი ანდეზიტური ტუფობრექიები, ტუფო ქვიშაქვები, ანდეზიტების საფარები, ტუფები, დისლოცირებული არგილიტები, პორფირიტები, კვარცპორფირი, ალბიტოფირი და მათი ტუფები, ტუფობრექიები, ტუფოქვიშაქვები
VII ₂	თხელ ფენოვანი კირქვები, ჭრელი ფერის მერგელები და არგილიტები
VII ₃ ¹	მერგელები, არგილიტები, კირქვები, ქვიშაქვები, სუბარგილიტები, რომელებიც შეიცავენ პირიტსა და თბაშირს (მანგლისი-თბილისი)
VII ₃ ²	არგილიტები, ქვიშაქვები, მერგელები, ბელტური ბრექიები, ბაზალტები, ტრაიტები და მათი პიროკლასტოლიტები რუხი და ჭრელი ფერის სუბარგილიტები და ქვიშაქვები თიხოვან კირქვოვან ცემენტზე
VII ₄	ქვიშაქვები, კონგლომერატები, ტუფები, ტუფობრექიები, ტუფოკონგლომერატები, ანდეზიტურ-დაფიციტური ლავა, სუსტად დისლოცირებული. ბაზალტების დოლორიტების და ანდეზიტო-დაციტების ლავა
VIII ₁ ¹	გრანიტოიდები, გრანოდორიტები, რისტალური ფიქლები, ფილიტები, ძლიერ დისლოცირებული (ხრამის კრისტალური მასივის)
VIII ₁ ²	იგივე (ლოკის კრისტალური მასივი)
VIII ₂	პორფირიტები, კვარც-პორფირი, ალბიტოფირები და მათი ტუფები, ტუფობრექიები
	ანდეზიტური ტუფობრექიები, ტუფოქვიშაქვები, ქვიშაქვები და არგელიტები

1	2
	პორფირიტები და მათი ტუფები, ტუფობრეჭიები, ტუფოქვიშაქვები, დისლოცირებული
VIII ₃	ბაზალტების დოლორიტების ანდეზიტო-დეციტების ლავები

2. კვლევების შედეგები და მათი განსჯა

2.1. ეფექტური საგზაო-სამშენებლო მასალები

ზემოთ აღნიშნული იყო, რომ ტრადიციული საგზაო-სამშენებლო მასალები არ აკმაყოფილებენ თანამედროვე სატრანსპორტო დატვირთვებს. ამიტომ მკვლევრებმა მიმართეს მასალების ახალ კლასს, რომლებიც დაფუძნებულია მათ დისპერსიულ არმირებაზე.

კომპოზიციური საგზაო-სამშენებლო მასალები წარმოადგენენ რამდენიმე სტრუქტურული დონისგან შემდგარ სისტემას, რომელიც გაერთიანებულია ფაზათა გამყოფი ზედაპირებით ერთიან მონოლით-კონგლომერატად. კომპოზიციურ მასალებში შენარჩუნებულია თითოეული კომპონენტის ინდივიდუალურობა, მაგრამ განსხვავებული კომპონენტები ქმნიან სინერგეტიკულ ეფექტს - მასალის ახალი თვისება, რომელიც განსხვავდება საწყისი კომპონენტების თვისებებისაგან.

კომპონენტი, რომელიც უწყვეტია მთელი მოცულობის მიხედვით, ითვლება მატრიცად. მატრიცის სახით შეიძლება გამოყენებული იქნას ორგანული და არაორგანული შემკვრელები.

სხვა კომპონენტი - დისკრეტული, რომელიც დაყოფილია კომპოზიტის მოცულობაში, ითვლება გამამტკიცებელ ან დამარმირებელ კომპონენტად. გამამტკიცებელ კომპონენტად გამოიყენება წვრილად დისპერსული ფხვნილისმაგვარი ნაწილაკები ან განსახვავებული ბუნების მქონე, ბოჭკოვანი მასალები.

კომპოზიციური საგზაო-სამშენებლო მასალების ხანმედეგობა და საექსპლუატაციო თვისებები განისაზღვრება საწყისი მასალების სწორი შერჩევით და წარმოების რაციონალური ტექნოლოგიით.

კომპოზიციური მასალების სტრუქტურა ფიზიკურ-მექანიკური და სხვა თვისებები განისაზღვრება პირველ რიგში:

- შეკავშირების სიმტკიცით მატრიცა-გამამტკიცებლის, მატრიცა-შემავსებლის საზღვარზე.

კავშირის სიმტკიცე განისაზღვრება ადგეზიით - ფიზიკო-ქიმიური პროცესებით გაყოფის საზღვარზე და დამოკიდებულია ზედაპირის ხორკლიანობაზე.

ქვამასალებთან ადგეზიის საუკეთესო თვისებებით და საუკეთესო არაორგანული გამამტკიცებელი თვისებებით გამოირჩევა არაორგანული შემკვრელები როგორებიცაა, ხსნადი მინა, მაგნეზიური ცემენტი, პორტლანდ ცემენტი და თიხამიწოვანი ცემენტი. უარესი თვისებებით ხასიათდება - პუცოლანური და წიდაპორტლანდ ცემენტი.

სამშენებლო დუღაბები პორტლანდ ცემენტზე $2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$ -ის მაღალი შემცველობით ავლენს გაცილებით მაღალ შეჭიდულობის, ვიდრე პორტლანდ ცემენტი, ჩვეულებრივი მინერალოგიური შემადგენლობით ან $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ -ის მაღალი შემცველობის. ორგანულ შემკვრელებში ადგეზიური თვისებები განისაზღვრება მოლეკულაში შემავალი ფუნქციონალური ჯგუფებით: ჰიდროქსილური - OH, კარბოქსილური - CO-OH, ნიტრილური - NO₂ და სხვა.

მაღალი ადგეზიური თვისებებით გამოირჩევიან ეპოქსიდური, პოლიეფირული, მინაორგანული და სხვა ფისები.

ეფექტური კომპოზიციური საგზაო-სამშენებლო მასალების შექმნისათვის ჩვეულებრივ იყენებენ დაჭრილ ბოჭკოებს, რომელიც ახდენს მასალის მთელი მოცულობის არმირებას. ბოჭკოების თვისებები წარმოდგენილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2

სხვადასხვა სახის ბოჭკოს თვისებები

ბოჭკოს სახე	სიმტკიცე გაგლეჯაზე, მპა	წაგრძელება გაგლეჯისას %	დრეკადობის მოდული მპა
მინა ბოჭკო	3,4-4,0	4,0-5,0	1,5-1,7
ნახშირბადოვანი ბოჭკო	2,0-4,0	1,0-1,3	180-220
ბაზალტის ბოჭკო	2,7-3,5	2,8-3,2	2,8-3,2
პოლიამილური ბოჭკო	0,9-1,1	18,0-20,0	0,4-0,5
ლითონის ბოჭკო	3,0-3,2	1,9-2,0	180-200

მატრიცასა და დამარმირებელ ელემენტებს შორის გაყოფის საზღვრის არ არსებობა არსებითად ამღლებს მასალის ბზარმდეგობას, რაც აიხსნება საშიში

დეფექტების გავრცელების ალბათობის შემცირებით (ბზარები, გადატეხვები და ჩამონამტვრევები), რაც მიიღწევა დამაარმირებელი ბოჭკოების „გადაფარვის“ მეშვეობით.

2.2. ადგილობრივი მასალების კვლევა

2.2.1. ქვიშა-ხრეშოვანი კარიერების კვლევა

საქართველოში, საავტომობილო გზების მშენებლობაში ძირითადად გამოყენებულია ადგილობრივი ქვის მასალა, განსაკუთრებით მდინარის კალაპოტიდან ამოღებული ქვიშა-ხრეშოვანი მასალა, რომელიც იმტვრევა სპეციალურ სამსხვრევ-დამხარისხებელ დანადგარებში და საჭიროების შემთხვევაში ხდება მათი გარეცხვა.

მდინარის ქვიშა-ხრეშოვანი მასალებით მდიდარია როგორც დასავლეთი, ასევე აღმოსავლეთ საქართველო. მაგრამ იმ რეგიონებში, სადაც ვერ ხდება მდინარიდან მასალის ამოღება ან საერთოდ არ არის მდინარე, იყენებენ მთის კარიერებს.

კერძოდ, საქართველოში საგზაო მშენებლობაში გამოყენებული ძირითადი კარიერებია:

- მდინარე მტკვარზე:
 - ახალციხის რაიონში, ქალაქ ახალციხესთან;
 - ხაშურის რაიონში, სოფ. ოსიაურთან;
 - კასპის რაიონში, სოფ. მეტეხთან;
 - მცხეთის რაიონში, სოფ. ძეგვთან;
 - გარდაბნის რაიონში, სოფ. გაჩიანთან.
- მდინარე ხრამზე:
 - მარნეულის რაიონში, სოფ. იმირთან.
- მდინარე დებედაზე:
 - მარნეულის რაიონში, სოფ. არაფლოსთან.
- მდინარე იორზე:
 - საგარეჯოს რაიონში, სოფ. ხაშმთან.
- მდინარე თურდოზე:

- თელავის რაიონში, სოფ. ვარდისუბანთან.
- მდინარე ილტოზე:
- ქალაქ ახმეტასთან.
- მდინარე ლიახვზე:
- გორი-შინდისის გზატკეცილი, მე-4 კმ.
- მდინარე ქსანზე:
- კასპის რაიონში, სოფ. ალაიანთან.
- მდინარე კაბალზე:
- ლაგოდეხის რაიონში, სოფ. კაბალთან.
- მდინარე არაგვზე:
- დუშეთის რაიონში, სოფ. ცივწყაროსთან.
- ფასანაურის რაიონში:
- ქვეშეთთან
- მდინარე ყვირილაზე:
- ზესტაფონის რაიონში, სოფ. საქარასთან.
- მდინარე რიონზე:
- ამბროლაურის რაიონში, სოფ. შარდომეთთან.
- ქ.ქუთაისთან:
- სოფ. ვარციხე.
- მდინარე ცხენისწყალზე:
- ქალაქ სამტრედიასთან.
- მდინარე სუფსაზე:
- ლანჩხუთის რაიონში, სუფსასთან.
- მდინარე ტეხურაზე:
- სენაკის რაიონში, სოფ. ძველ სენაკთან.
- მდინარე ენგურზე:
- ზუგდიდის რაიონში, სოფ. ჯვართან.
- მდინარე ჭანისწყალზე:

- ქალაქ წალენჯიხასთან.
- მდინარე ნატანებზე;
- ოზურგეთთან.
- მდინარე ჭოროხზე;
- დაბა ხელვაჩაურთან;
- სოფ. გონიოსთან.

მთის კარიერებიდან აღსანიშნავია:

- დედოფლისწყაროს კირქვების კარიერი
- მარნეულის ბაზალტის კარიერი
- ახალქალაქის აბულის მთის კარიერი

ხრეშოვანი მასალის დამტვრევით მიღებული ინერტული მასალები მაღალი ხარისხისაა, გააჩნია მაღალი სიმტკიცე (მარკით „1000“) და ბიტუმთან კარგი კრობადობა, მაგრამ მაღალი ხარისხის დამტვრეული მარცვლების ღორღის მისაღებად საჭიროა 100-150 მმ-ზე მსხვილი ხრეშის დამტვრევა.

იქიდან გამომდინარე, რომ ყოველწლიურად ხდება მდინარის კარიერების ახალი მასალით შევსება, საჭირო ხდება მათი ყოველწლიური გამოცდა (მინიმუმ წელიწადში ერთხელ).

მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რო მდინარეებში წყლის დინება ცვლის მის კალაპოტს, რამაც შესაძლებელია გარკვეული პრობლემები შექმნას, განსაკუთრებით ხიდების სიახლოვეს, ამიტომ რეგლამენტირებულია მასალების ამოღების რაოდენობა და ადგილი, რაც ბუნებრივია ქმნის გარკვეულ დეფიციტს საგზაო მშენებლობის ქვის მასალებით მონარაგებაში. ამიტომ, ბოლო დროს, მიზანშეწონილი ხდება მთის კარიერების დამუშავება.

დღეისთვის არსებობს დედოფლისწყაროს კირქვების საბადო, აბული მთისა და მარნეულის ბაზალტის კარიერები. უნდა აღინიშნოს, რომ აღნიშნული მთის კარიერებიდან მოპოვებული მასალები სიმტკიცით ჩამოუვარდება მდინარის კარიერის მასალებს (მარკა 800 - 1000). არსებობს მთის მასალების გრანიტის კარიერები, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი სიმტკიცით (მარკა 1200 და მეტი),

მაგრამ მათი ბიტუმთან კრობადობა არადამაკმაყოფილებელია და მათი გამოყენება ასფალტბეტონის ნარევის დასამზადებლად შესაძლებელია მხოლოდ „ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების“ დამატებით.

რაც შეეხება ასფალტბეტონის ნარევის დასამზადებლად გამოყენებულ მნიშვნელოვან კომპონენტს - მინერალურ ფხვნილს, მისი წარმოებისთვის გამოიყენება კარბონატული ჯიშის მთის ქანები, რომლებიც მოიპოვება დედოფლისწყაროს, თერჯოლისა და წყალტუბოს რაიონებში.

ადგილობრივი მასალები გამოყენებულია როგორც ასფალტბეტონების, ასევე ცემენტბეტონების წარმოებაში, გზის საფარის საფუძვლის, შემასწორებელი და სადრენაჟო ფენების მოსაწყობად და ა.შ. საქართველოში ფუნქციონირებს რამოდენიმე სპეციალიზირებული სტაციონალური ლაბორატორია, მათ შორის ინსტიტუტ „საქგზამეცნიერებაში“ არსებული უახლესი ხელსაწყო-იარაღებით აღჭურვილი ცენტრალური ლაბორატორია თბილისში და 4 ტერიტორიალური საგზაო ლაბორატორია ქვეყნის მსხვილ ქალაქებში (ბათუმი, ქუთაისი, გორი, თელავი).

ჩვენს მიერ, კვლევები ჩატარებულია გზათა სამეცნიერო კვლევითი და საწარმოო ტექნოლოგიური კომპლექსური ინსტიტუტ „საქგზამეცნიერება“-ში, რომელის შემადგენლობაში შედის საგზაო სამშენებლო მასალების, ასფალტბეტონისა და ცემენტბეტონის ნარევებისა და ნაკეთობები გამოსაცდელი, აკრედიტირებული ახალი თაობის სტაციონალური ლაბორატორიები. შპს „საქგზამეცნიერება“ რამდენიმე ათეული წელია (გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან) ახორციელებს საგზაო დარგის ორგანიზაციებისთვის, საგზაო სამშენებლო მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლას, მათი გამოყენების სფეროს დასაგდენად.

ინსტიტუტი დღესაც აქტიურ დახმარებას უწევს ფირმებსა და კომპანიებს, რომლებიც ემსახურებიან საგზაო დარგს. მაგალითად, შპს „საქგზამეცნიერების“ მიერ გასულ წელს 70-მდე სხვადასხვა საგზაო-სამშენებლო ორგანიზაციებისთვის შერჩეული იქნა 77 ასფალტბეტონის და 37 ცემენტბეტონის რეცეპტი და გამოცდილი იქნა მათი შემადგენელი ინერტული მასალები. ასევე გამოცდილი იქნა: ქვიშა-ხრემოვანი და ღორღოვან-ქვიშოვანი ნარევები, ღორღი, მინერალური ფხვნილი და ა.შ.

ინსტიტუტი ასევე მუშაობს პერსპექტიულ საკითხებზე:

1. ასფალტბეტონის საფარის მოწყობის თანამედროვე ტექნოლოგიებზე, კერძოდ:

– სხმული ღორღოვანი ასფალტბეტონის, ფორიანი საცვეთი ფენის და ღორღოვან-მასტიკური ასფალტის წარმოებისა და დაგების ტექნოლოგიებზე.

– გზის საფარის მაღალი სიმტკიცისათვის ნავთობ-ბიტუმებში მოდიფიკატორების გამოყენებაზე.

2. ცემენტბეტონის ნარევებში მიკროსილიკის გამოყენების საკითხებზე.

გარდა სტაციონარული ლაბორატორიებისა ინსტიტუტს გააჩნია მობილური საგზაო-სატრანსპორტო პრობლემათა შემსწავლელი დიაგნოსტიკური ლაბორატორია.

კარიერებიდან მოპოვებული მასალებს ჩაუტარდათ ლაბორატორიული კვლევა ГОСТ 8269.0-97 მოთხოვნების შესაბამისად (კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილებში 3-7):

- სიმტკიცე მსხვრევალობაზე;
- ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობაზე;
- სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობაზე;
- ყინვაგამძლეობაზე;
- მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობაზე;
- თიხის კომტების შემცველობაზე;
- დამტვრეული მარცვლების შემცველობა;
- ჭეშმარიტი სიმკვრივე;
- საშუალო სიმკვრივეზე (მარცვლების მოცულობითი წონა);
- ფორიანობაზე;
- წყალშთანთქმაზე;
- ნაყარი სიმკვრივეზე;
- ტენიანობაზე.

კვლევები ჩატარდა შემდეგი მეთოდოლოგიით:

სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე - ავიღეთ ღორღის ნიმუში, რომელიც გამოვაშრეთ საშრობ ღუმელში 110°C-ზე მუდმივ წონამდე. გავცარით 20 და 10 მმ საცერებში. 3800 გრამი 10-20 მმ ფრაქცია, ჩავყარეთ 15სმ დიამეტრის სპეციალურ ცილინდულ ფოლადის ჭურჭელში, მოვათავსეთ წნეხში და მოვახდინეთ დაწოლა 20 ტონა ძალით 3 წუთის განმავლობაში. დამტვრეული მასალა გავცერით საკონტროლო საცერში (2,5 მმ). საცერზე ნარჩენი მასალა ავწონეთ და გამოვიანგარიშეთ 2,5 მმ საცერში გასული მარცვლების %-ული რაოდენობა ფორმულით:

$$მსხვრ = \frac{m - m_1}{m} 100,$$

სადაც: m არის მასალის საწყისი წონა, გრ., m_1 - 2,5 მმ საკონტროლო საცერზე დარჩენილი მასალის წონა, გ.

ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა - ავიღეთ 1000 გრ წინასწარ გამომშრალი ღორღის 10-20 მმ ფრაქცია, გავშალეთ ბრტყელ ჭურჭელზე და გადვარჩიეთ მარცვლები, რომელთა სიგრძე 3-ჯერ და მეტჯერ აღემატებოდა სიგანეს (უმცირეს ზომას). გაზომვები ჩავატარეთ სპეციალური შტანგენფარგალით. გადარჩეული ფირფიტოვანი და ნემსისებული მარცვლები ავწონეთ სასწორზე და გამოვიანგარიშეთ ფირფიტოვანი და ნემსისებული მარცვლების %-ული რაოდენობა ფორმულით:

$$პლ = \frac{m_1}{m} 100,$$

სადაც: m არის მასალის საწყისის წონა, გრ., m_1 - ფირფიტოვანი და ნემსისებული მარცვლების წონა, გრ.

სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა - ავიღეთ 1000 გრ წინასწარ გამომშრალი ღორღის 10-20 მმ ფრაქცია, გავშალეთ ბრტყელ ჭურჭელზე და გადარჩეული იქნა ისეთი მარცვლები, რომლებიც ადვილად იმტვრეოდა ჩაქურჩის მსუბუქად დარტყმით და ფოლადის ნემსით გაკაწვრისას ტოვებდა საგრძნობ კვალს.

გადარჩეული სუსტი მარცვლები ავწონეთ სასწორზე და გამოვიანგარიშეთ სუსტი ქანების მარცვლების %-ული რაოდენობა ფორმულით:

$$სქ = \frac{m_1}{m} 100,$$

სადაც: m არის მასალის საწყისის წონა, გრ., m_1 - სუსტი მარცვლების წონა, გრ.

ყინვაგამძლეობა - ავიღეთ 1500 გრ წინასწარ გამომშრალი ღორღის 10-20 მმ ფრაქცია, და ჩავყარეთ ბრტყელ ჭურჭელში ერთ ფენად. დავასხით წინასწარ მომზადებული გოგირდმჟავა ნატრიუმის ხსნარი მარცვლების სრული დაფარვით და გავაჩერეთ 20 სთ-ის განმავლობაში. რის შემდეგ ხსნარი გადმოვასხით და მასალა გავაშრეთ საშრობ კარადაში 4 სთ-ის განმავლობაში. გაშრობის შემდეგ მასალა გავაცივეთ ოთახის ტემპერატურამდე და კვლავ დავასხით გოგირდმჟავა ნატრიუმის ხსნარი და დავაყოვნეთ 4 საათით. შემდეგ კვლავ გადმოვასხით ხსნარი და მასალა გავაშრეთ 4 საათის განმავლობაში. ეს ბოლო პროცედურა გავამეორეთ კიდევ 8-ჯერ. შემდეგ მასალა გავრეხეთ, გავაშრეთ, გავცერით 10 მმ საცერში და ავწონეთ. ამის შემდეგ პროცედურა კიდევ გავიმეორეთ 5-ჯერ (სულ 15 ციკლი). ბოლოს საკონტროლო საცერზე დარჩენილი მასალა ავწონეთ და დავადგინეთ მასის დანაკარგის %-ული რაოდენობა ფორმულით:

$$მსხვრ = \frac{m - m_1}{m} 100,$$

სადაც: m არის მასალის საწყისის წონა, გრ., m_1 - საკონტროლო საცერზე დარჩენილი მასალის წონა, გრ.

მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა (განლექვის მეთოდით) - ავიღეთ 1000 გრ წინასწარ გამომშრალი ღორღის 10-20 მმ ფრაქცია და ჩავყარეთ ცილინდრულ სპეციალურ განლექვის ჭურჭელში. დაესხა წყალი ღორღის მარცვლების ზედაპირიდან 3 სმ-ით ჩაძირვამდე. დავაცადეთ კარგად დარბილება, შემდეგ გავავსეთ წყლით, კარდგად მოვურიეთ და დავაყოვნეთ 2 წთ-ით. შემდგომ სპეციალური გამოსაშვებიდან გამოვუშვით ამღვრეული წყალი. ამის შემდეგ კვლავ დავასხით წყალი, მოვურიეთ, დავაცადეთ 2 წუთი და გამოვუშვით წყალი. ეს პროცესი

განმეორდა რამოდენიმეჯერ, სანამ გამოშვებული წყალი არ გახდა სუფთა და გამჭვირვალე. ამის შემდეგ ღორღი გავაშრეთ საშრობ კარადაში, გავაცივეთ, ავწონეთ და გამოვიანგარიშეთ მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების %-ული შემცველობა ღორღში ფორმულით:

$$m_{\text{ტვერი}} = \frac{m - m_1}{m} 100,$$

სადაც: m - არის მასალის საწყისის წონა, გრ., m_1 - მასალის წონა განლექვის შემდეგ, გრ.

თიხის კომპტების შემცველობა - ავიღეთ 1000 გრ წინასწარ გამომშრალი ღორღის 10-20 მმ ფრაქცია, გავშალეთ ბრტყელ ჭურჭელზე და დავნამეთ მარცვლები. სინჯიდან გამოვაცალკევეთ დანამვის შედეგად მარცვლების ზედაპირებზე კომპტებად შეკრული თიხა, გავაშრეთ, ავწონეთ და გამოვიანგარიშეთ თიხის კომპტების %-ული რაოდენობა ფორმულით:

$$m_{\text{თიხა}} = \frac{m_1}{m} 100,$$

სადაც: m არის მასალის სინჯის წონა, გრ., m_1 - ათიხის კომპტების წონა, მუდმივ წონამდე გაშრობისას, გრ.

დამტვრეული მარცვლების შემცველობა - ავიღეთ 1000 გრ წინასწარ გამომშრალი ღორღის 10-20 მმ ფრაქცია, გავშალეთ ბრტყელ ჭურჭელზე და გადავარჩიეთ ისეთი მარცვლები, რომელთაც ზედაპირის ფართობის ნახევარზე მეტი ჩამომტვრეული აქვს. გადარჩეული მარცვლები ავწონეთ სასწორზე და გამოვიანგარიშეთ ფირფიტოვანი და ნემსისებული მარცვლების %-ული რაოდენობა ფორმულით:

$$m_{\text{დამტვრ. მარცვლ.}} = \frac{m_1}{m} 100,$$

სადაც: m არის მასალის საწყისის წონა, გრ., m_1 - დამტვრეული მარცვლების წონა, გრ.

ჭემმარიტი სიმკვრივე - წინასწარ გამომშრალი ღორღის ნიმუში დავამტვრიეთ, გადავიტანეთ სანაყში და დავაქუცმაცეთ სანამ არ მივიღეთ მტვროვანი მასა, რომელიც კვლავ გამოვაშრეთ მუდმივ წონამდე. აქედან ავიღეთ 10-10 გრამი მასა და ჩავყარეთ გამომშრალ პიკნომეტრებში. ჩავასხით გამოხდილი წყალი პიკნომეტრის ნახევრამდე და ჩავდგით ვაკუუმ-დანადგარში, სადაც დავაყოვნეთ 20 წთ-ის განმავლობაში. ჰაერის მოცილების შემდეგ პიკნომეტრები შევაგვსეთ გამოხდილი წყლით ჭდემდე და ავწონეთ. შემდეგ გავანთავისუფლეთ პიკნომეტრები, გავრეცხეთ, ჩავასხით გამოხდილი წყალი ჭდემდე, კვლავ ავწონეთ და გამოვიანგარიშეთ ჭემმარიტი სიმკვრივე ფორმულით:

$$\rho = \frac{m\rho_{\text{წყ}}}{m + m_1 - m_2} 100,$$

სადაც m არის მასალის საწყისის წონა, რ., $\rho_{\text{წყ}}$ - წყლის სიმკვრივე, m_1 - დამტვრეული მარცვლების წონა, გრ., m_2 - პიკნომეტრის წონა, გ.

ღორღის მარცვლების საშუალო სიმკვრივე - ავიღეთ 2500 გრ წინასწარ გამომშრალი ღორღის 10-20 მმ ფრაქცია, გაბცერით და ავიღეთ ორი სინჯი 1000-1000 გრ. სინჯი ჩავყარეთა წყლიან ჭურჭელში ისე, რომ მთლიანად დაიფარა წყლით 2 სმ-ით. წყალში დავაყოვნეთ 2 სთ-ით. შემდეგ ამოვიღეთ და გავაშრეთ ნოტიო ტილოთი და ავწონეთ. შემდეგ ჩავყარეთ სპეციალურ კალათაში და ავწონეთ წყალში და გამოვიანგარიშეთ ღორღის მარცვლების საშუალო სიმკვრივე ფორმულით:

$$\rho_{\text{საშ}} = \frac{m}{m_1 - m_2} 100,$$

სადაც: m არის მასალის საწყისის წონა, რ., m_1 - არის წყალგაჯერებული მასალის წონა ჰაერზე, გრ., m_2 - წყალგაჯერებული მასალის წონა წყალში, გრ.

ღორღის ფორიანობა - ფორიანობა გამოითვლება საშუალო სიმკვრივისა და ჭემმარიტი სიმკვრივის დადგენის შემდეგ, ფორმულით:

$$V_{\text{ფორ}} = \left(1 - \frac{\rho_{\text{საშ}}}{\rho}\right) 100,$$

სადაც: $\rho_{\text{საშ}}$ არის ღორღის საშუალო სიმკვრივე, გ/სმ³, ρ - ღორღის ჭემმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ³.

ღორღის მარცვლების წყალშთანქემა - ავიღეთ 1500 გრ. ღორღის 10-20 მმ ფრაქცია, გავრეცხეთ და გავაშრეთ. სინჯი ჩავყარეთ წყლიან ჭურჭელში ისე, რომ მთლიანად დაიფარა წყლით 2 სმ-ით. წყალში დავაყოვნეთ 48 სთ-ით. შემდეგ ამოვიღეთ და გავაშრეთ ნოტიო ტილოთი, ავწონეთ ჰაერზე და გამოვიანგარიშეთ წყალშთანქემა ფორმულით:

$$W_{\text{შთ}} = \frac{m - m_1}{m} 100,$$

სადაც: m არის მასალის საწყისის წონა, გრ., m_1 - მასალის წონა წყალგაჯერების შემდეგ, გრ.

ბიტუმიან შეჭიდულობა - ავიღეთ ღორღის 20-40 მმ ფრაქცია, კარგად გავრეცხეთ და გავაშრეთ. შევარჩიეთ 6 ცალი ღორღის მსხვილი მარცვალი, გავაცხელეთ 150°C-ზე, ამოვავლეთ 140°C-ზე გახცელებულ სტანდარტულ საგზაო ბიტუმში და დავაცადეთ რომ ზედმეტი ბიტუმი ჩამოწრეტილიყო. გაცივების შემდეგ ბიტუმიანი ღორღის მარცვლები ჩავკიდეთ ცხელ წყალში და ვადულეთ 0,5 სთ-ის განმავლობაში. შემდეგ ამოვიღეთ და გავაშრეთ ოთახის ტემპერატურაზე.

ვიზუალური დათვალიერებით შევაფასეთ ბიტუმის მიკვრის ხარისხი ღორღის მარცვლებთან.

ღორღის ტენიანობა - ავიღეთ 1500 გრ. ღორღის 10-20 მმ ფრაქცია, მოვათავსეთ საშრობ კარადაში 105°C ტემპერატურაზე. 3 სთ-ის შემდეგ გამოვიღეთ, გავაცივეთ ექსიკატორში ოთახის ტემპერატურამდე და ავწონეთ. შემდგომ კვლავ მოვათავსეთ საშრობ კარადაში 1 საათით, რის შემდეგ გამოვიღეთ, გავაცივეთ ექსიკატორში ოთახის ტემპერატურამდე და კვლავ ავწონეთ. წონებს შორის სხვაობამ შეადგინა 0,1%-ზე ნაკლები. დაფიქსირდა ბოლო წონა.

მიღებული მონაცემებით გამოანგარიშებული იქნა ტენიანობა ფორმულით:

$$W = \frac{m_{\text{სგ}} - m}{m} 100,$$

სადაც: $m_{სვ}$ არის მასალის წონა ბუნებრივ მდგომარეობაში, გრ., m - მასალი წონა მშრალ მდგომარეობაში, გრ.

მარცვლოვანი შემადგენლობა (გრანულომეტრია) - ავიღეთ ღორღის ნიმუში, გამოვაშრეთ საშრობ ლუმელში 110°C-ზე მუდმივ წონამდე. შემდეგ ავწონეთ 10 კგ მასალა და გავცერით 20 მმ, 10 მმ და 5 მმ საცრებში. ავწონეთ თითოეულ საცერზე ნარჩენი მასალა. გამოვიანგარიშეთ მისი %-ული რაოდენობა ფორმულით:

$$a_i = \frac{m_i}{m} 100,$$

სადაც: m არის მასალის საწყისი წონა, გრ., m_i - მოცემულ საცერზე დარჩენილი მასალის წონა, გრ.

ამ ეტაპზე ცალკეულ კარიერებზე გამოკვლეულია ქვის მასალის ფიზიკური თვისებები. შედეგები მოცემულია ცხრილებში 3-8.

გარდა ამისა, მდინარე არაგვის, მდინარე იორის, მდინარე კაბალის, მდინარე ხრამის და მდინარე ლიახვის კარიერებზე ჩვენს მიერ ჩატარებულ იქნა გაფართოებული კვლევა, რომლის შედეგადაც შერჩეულ იქნა ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი თითოეული კარიერისთვის.

ცხრილი 3

ქვის მასალის ფიზიკური მახასიათებლები კარიერების მიხედვით

მდინარე	მდებარეობა	სიმტკიცე	კუთრი წონა	ყინვამედეგობა	ბიტუმთან შეჭიდულობა
1	2	3	4	5	6
მდ. მტკვარი	ხაშური, ოსიაური	1000	2.70	F200	კარგი
	კასპი, მეტეხი	1000	2.70	F200	კარგი
	მცხეთა, ძეგვი	1000	2.70	F200	კარგი
	რუსთავი, გაჩიანი	1000	2.70	F200	კარგი
მდ. არაგვი	სოფ. ციფწყარო	1000	2.70	F200	კარგი
	სოფ. ქვეშეთი	1000	2.70	F200	კარგი
მდ. ქსანი	სოფ. ალაიანი	1000	2.69	F200	კარგი
მდ. ლიახვი	ქ. გორი	1000	2.68	F200	კარგი
მთის ბალასტი	სოფ. სააკაძე	1000	2.68	F200	კარგი

1	2	3	4	5	6
მდ. იორი	სოფ. ხაშმი	1000	2.68	F200	კარგი
მდ. ილტო	ახმეტა	1000	2.69	F200	კარგი
მდ. თურდო	ვარდისუბანი	1000	2.68	F200	კარგი
მდ. ჭერმისხევი	გურჯაანი	1000	2.68	F200	კარგი
მდ. კაბალი	სოფ. კაბალი	1000	2.82	F200	კარგი
მთის კარიერი	დედოფლისწყარო	800	2.74	F150	კარგი
მდ. ხრამი	სოფ. იმირი	1000	2.71	F200	ცუდი
მდ. დებედა	სოფ. არაფლო	1000	2.69	F200	დამაკმაყ.
მთის კარიერი	ახალქალაქი, აბული	600	2.58	F200	კარგი
მდ. ფოცხოვი	ახალციხე, ვალე	1000	2.63	F200	კარგი
მდ. ყვირილა	სოფ. არგვეთა	1000	2.71	F200	კარგი
მთის კარიერი	წყალტუბო, სოფ. გუმბრა	600	2.70	F100	კარგი
მდ. რიონი	სოფ. ვარციხე	1000	2.72	F200	კარგი
	ამბროლაური, სოფ. შარდომეთი	1000	2.70	F200	კარგი
	ვანი	1000	2.71	F200	კარგი
მდ. ენგური	სოფ. ჯვარი	1000	2.74	F200	კარგი
	ზუდგიგი, სოფ. შამგონა	1000	2.74	F200	კარგი
მდ. ცხენისწყალი	მარტვილი	1000	2.71	F200	კარგი
	სამტრედია	1000	2.71	F200	კარგი
მდ. ხობისწყალი	ხობი	1000	2.70	F200	კარგი
მდ. ტეხურა	სენაკი	1000	2.70	F200	კარგი
მდ. სუფსა	სუფსა	1000	2.70	F200	კარგი
მდ. ნატანები	ოზურგეთი	1000	2.82	F200	კარგი
მდ. აჭარისწყალი	ხელვაჩაური	1000	2.70	F200	კარგი

ცხრილი 4

მდინარე არაგვის (ცივწყარო) კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის
ლაბორატორიული კვლევა

გამოცდის მეთოდები: ГОСТ 8269.0-97				
#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი		სიდიდე	
1	2	3	4	5
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	8.5
		მარკა	1000	1000

1	2	3	4	5
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	10.8
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<10	6.1
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 15 ციკლის შემდეგ, %	2-3	2.3
		მარკა	F200	F200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		<1.0	0.1
6	თიხის კომპტების შემცველობა, % მასიდან		<0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		>80	94
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³		-	2.70
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		-	2.67
10	ფორიანობა, % მასიდან		-	1.11
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		-	0.7
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		-	1363
13	ტენიანობა, % მასიდან		-	0.4

მარცვლოვანი შემადგენლობა								
საცრის ხერტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	8	5	2.5	1
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	68.5	36.9	9.4				
<p>ღორღი, რომელიც მიღებულია მდ. არაგვის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, ფაქტიურად არის 10-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს. ბიტუმთან მიკვრის ხარისხი დამაკმაყოფილებელია.</p>								

ცხრილი 5

მდინარე კაბალის კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის ლაბორატორიული კვლევა

გამოცდის მეთოდები: GOCT 8269.0-97			
#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	

1	2	3	4	5
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	8.7
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	16.6
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<10	7.5
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა- ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 15 ციკლის შემდეგ, %	2.5	2.3
		მარკა	F200	F200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		<1.0	0.1
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		<0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		>80	95
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³		-	2.83
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		-	2.78
10	ფორიანობა, % მასიდან		-	1.07
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		-	0.6
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		-	1556
13	ტენიანობა, % მასიდან		-	0.2

მარცვლოვანი შემადგენლობა								
საცრის ხერტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	8	5	2.5	1
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	56.0	30.8	16.8	9.2	0.0		
<p>ღორღი, რომელიც მიღებულია მდ. კაბალის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, ფაქტიურად არის 7-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს. ბიტუმთან მიკვრის ხარისხი დამაკმაყოფილებელია.</p>								

ცხრილი 6

მდინარე კაბალის (ლაგოდეხი) კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის
ლაბორატორიული კვლევა

გამოცდის მეთოდები: ГОСТ 8269.0-97				
#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი		სიდიდე	
1	2	3	4	5
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	8.5
		მარკა	1000	1000
2	ფორფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	16.5
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		7.3	7.3
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 15 ციკლის შემდეგ, %	2.5	2.3
		მარკა	F200	F200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		<1.0	0.1
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		<0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		95	95
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³		-	2.82
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		-	2.79
10	ფორიანობა, % მასიდან		-	1.06
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		-	0.6
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		-	1554
13	ტენიანობა, % მასიდან		-	0.2

მარცვლოვანი შემადგენლობა								
საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	8	5	2.5	1
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	56.0	30.8	16.8	9.2	0.0		
<p>ღორღი, რომელიც მიღებულია მდ. კაბალის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, ფაქტიურად არის 7-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს. ბიტუმთან მიკვრის ხარისხი დამაკმაყოფილებელია.</p>								

ცხრილი 7

მდინარე ხრამის (იმირი)კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის ლაბორატორიული კვლევა

გამოცდის მეთოდები: ГОСТ 8269.0-97								
#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი				
	მაჩვენებელი		სიდიდე					
1	2	3	4	5				
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	7.7				
		მარკა	1000	1000				
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	<25				
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		7.3	8.2				
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 15 ციკლის შემდეგ, %	2-3	2.1				
		მარკა	F200	F200				
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		<1.0	<1.0				
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		<0.25	<0.25				
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		95	96				
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³		-	2.82				
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		-	2.79				
10	ფორიანობა, % მასიდან		-	1.06				
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		-	0.6				
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		-	1554				
13	ტენიანობა, % მასიდან		-	0.2				
მარცვლოვანი შემადგენლობა								
საცერის ხვრეტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	8	5	2.5	1
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								

1	2	3					4	5
გამოცდის შედეგი	100.0	64.5	34.8	5.3	0.1	100.0		
<p>ღორღი, რომელიც მიღებულია მდ. ხრამის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, ფაქტიურად არის 10-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს. ბიტუმთან მიკვრის ხარისხი დაბალია, მაგრამ მისი გაუმჯობესება შესაძლებელია ადგილობრივი დანამატების გამოყენებით (მაგ. АЗМОЛ БП-3-ით)</p>								

ცხრილი 8

**მდინარე ლიახვი (გორი)კალაპოტიდან ამოღებული ქვის მასალის
ლაბორატორიული კვლევა**

გამოცდის მეთოდები: ГОСТ 8269.0-97								
#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით						გამოცდის შედეგი	
	მაჩვენებელი					სიდიდე		
1	2	3					4	5
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %					<10	7.7
		მარკა					1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან					<25	<25	
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან					<10	<10	
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 15 ციკლის შემდეგ, %					2-3	2.1
		მარკა					F200	F200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან					<1.0	<1.0	
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან					<0.25	<0.25	
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან					>80	>80	
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³					-	2.68	
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .					-	2.66	
10	ფორიანობა, % მასიდან					-	0.75	
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან					-	0.4	
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .					-	1362	
13	ტენიანობა, % მასიდან					-	0.1	
მარცვლოვანი შემადგენლობა								
საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	8	5	2.5	1

1	2	3					4	5
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	64.5	34.8	5.3	0.1	100.0		
<p>ღორდი, რომელიც მიღებულია მდ. ხრამის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, ფაქტიურად არის 10-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორდი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს. ბიტუმთან მიკვრის ხარისხი დაბალია, მაგრამ მისი გაუმჯობესება შესაძლებელია ადგილობრივი დანამატების გამოყენებით (მაგ. АЗМОЛ БП-3-ით)</p>								

2.2.2. მდინარე აჭარისწყალის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარევების რეცეპტები

ასფალტბეტონის ნარევებში გამოყენებული მასალების გამოცდის შედეგები

ჩვენს მიერ ჩატარდა ასფალტბეტონის ნარევებში გამოყენებული მასალების ლაბორატორიული გამოცდა, მათი ფიზიკურ მექანიკური თვისებების დადგენის მიზნით. კერძოდ, ღორდის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8269.0-97 მოთხოვნების მიხედვით, ქვიშის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8735-88 მოთხოვნების მიხედვით, მინერალური ფხვნილის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 12784-78 მოთხოვნების მიხედვით, ბიტუმის გამოცდა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით. გამოცდის შედეგები მოცემულია ცხრილებში 9-13

ცხრილი 9

ღორდის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-20)

#	მაჩვენებელი		გამოცდის შედეგი
1	სიმტკიცის მარკა	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	5.8
	მსხვრევადობაზე	მარკა	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		9.5
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		6.8

4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	1.8
		მარკა	>F50
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		0.1
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		96
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³		2.70
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		2.67
10	ფორიანობა, % მასიდან		1.11
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		0.6
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		1365
13	ტენიანობა, % მასიდან		0.7

მარცვლოვანი შემაღენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	77.4	57.3	36.8	20.2	1.7	0.0	

წარმოდგენილი ღორღი, რომელიც მიღებულია მდ. აჭარისწყლის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 5-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 10

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 20-40)

#	მაჩვენებელი		გამოცდის შედეგი
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	5.9
		მარკა	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		8.7
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		6.2
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	1.9
		მარკა	>F50
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		0.1
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0

7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	92
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	2.70
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .	2.67
10	ფორიანობა, % მასიდან	1.11
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან	0.5
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .	1470
13	ტენიანობა, % მასიდან	0.5

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცერის ხვრეტის ზომა, მმ	40	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	7.3	0.0					

წარმოდგენილი ღორღი, რომელიც მიღებულია მდ. აჭარისწყლის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 20-40 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 11

ქვიშის გამოცდის შედეგები

#	მაჩვენებელი	გამოცდის შედეგი
1	სიმსხოს მოდული	2.12
2	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	0.0
3	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5.7
4	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	22.3
5	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	37.9
6	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	9.2
7	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან	0
8	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	1615
9	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	2.69
10	ტენიანობა, % მასიდან	1.8

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცერის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100	94.3	83.3	72.5	58.6	35.8	21.0	9.5
გაცხავებული 5 მმ საცერში		100	88.3	76.9	62.1	38.0	22.3	10.1

წარმოდგენილი ქვიშა, რომელიც მიღებულია მდ. აჭარისწყლის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევით, აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 „ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 12

მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები

#	მაჩვენებელი	გამოცდის შედეგი
1	მოცულობითი წონა (400კგ/სმ ² დატვირთვით დატკეპნისას)	2.07
2	ფორიანობა, % მოცულობიდან	24.2
3	ბიტუმტევადობის მაჩვენებელი, გ	38
4	მინერალური ფხვნილისა და ბიტუმისაგან დამზადებული ნიმუშების გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	1.5
5	კუთრი წონა(ჭეშმარიტი სიმკვრივე), გ/სმ ³	2.73
6	ტენიანობა, % მასიდან	0.8

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული ნაწილაკების რაოდენობა, % მასიდან					
გამოცდის შედეგი	100.0	98.6	93.3	85.3	71.2

წარმოდგენილი მინერალური ფხვნილი აკმაყოფილებს გოსტ 16557-78 „მინერალური ფხვნილი ასფალტბეტონის ნარევეებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

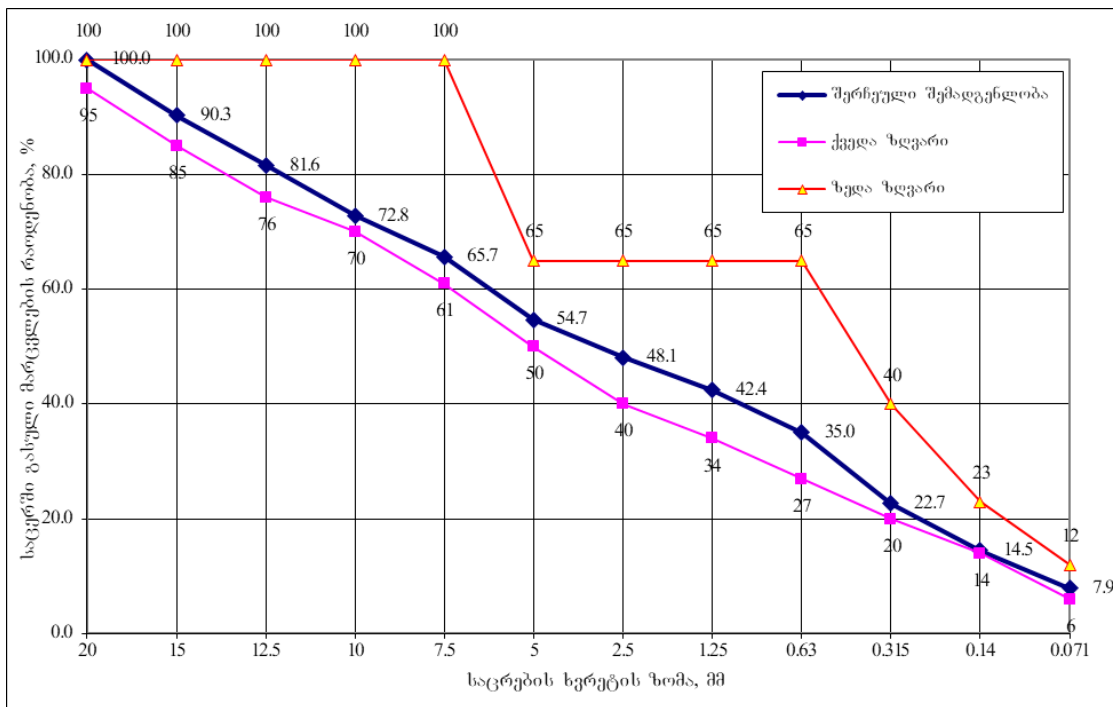
ცხრილი 13

ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები

#	მაჩვენებლები		გამოცდის შედეგები	გამოცდის მეთოდები
1	ნემსის შეღწევის სირღმე (პენეტრაცია), 0,1 მმ	25°C t	65	ГОСТ 11501-78
		0°C t	21	
2	დარბილების ტემპერატურა (რგოლი და ბურთულით), 0C		52	ГОСТ 11506-78
3	ჭიმვადობა (დუქტილუბა), სმ,	+25°C t	>100	ГОСТ 11505-75
		0°C t		
4	პენეტრაციის ინდექსი		-0.1	ГОСТ 22245-90

წარმოდგენილი ბიტუმის გამოცდის შედეგები აკმაყოფილებს გოსტ 22245-90 „ნავთობის საგზაო ბლანტი ბიტუმები. ტექნიკური პირობები“-ს БНД 60/90 მარკის ბიტუმის ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისა და მათი ნორმატიულ მნოთხოვნებთან, შესაბამისობის დადგენის შემდეგ, ჩვენს მიერ, განხორციელდა ქვის მასალის ოპტიმალური გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრა და ასფალტბეტონის რეცეპტის (დაპროექტებული შემადგენლობის) შემუშავება როგორც წრილმარცვლოვანი ასევე მსხვილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ნარევისთვის. შედეგები მოცემულია ცხრილებში 14-17 და ნახაზებზე 1-2.



ნახ. 1. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 1-2 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ცხრილი 14

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 12-20 მმ.	27.2	25.6	256
ღორღი ფრაქციით 5-12 მმ.	18.1	17.0	170
ქვიშა	45.7	43.0	430
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	5.0	4.7	47
მინერალური ფხვნილი	4.0	3.8	38
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	6.3	5.9	59
სულ	106.3	100.0	1000

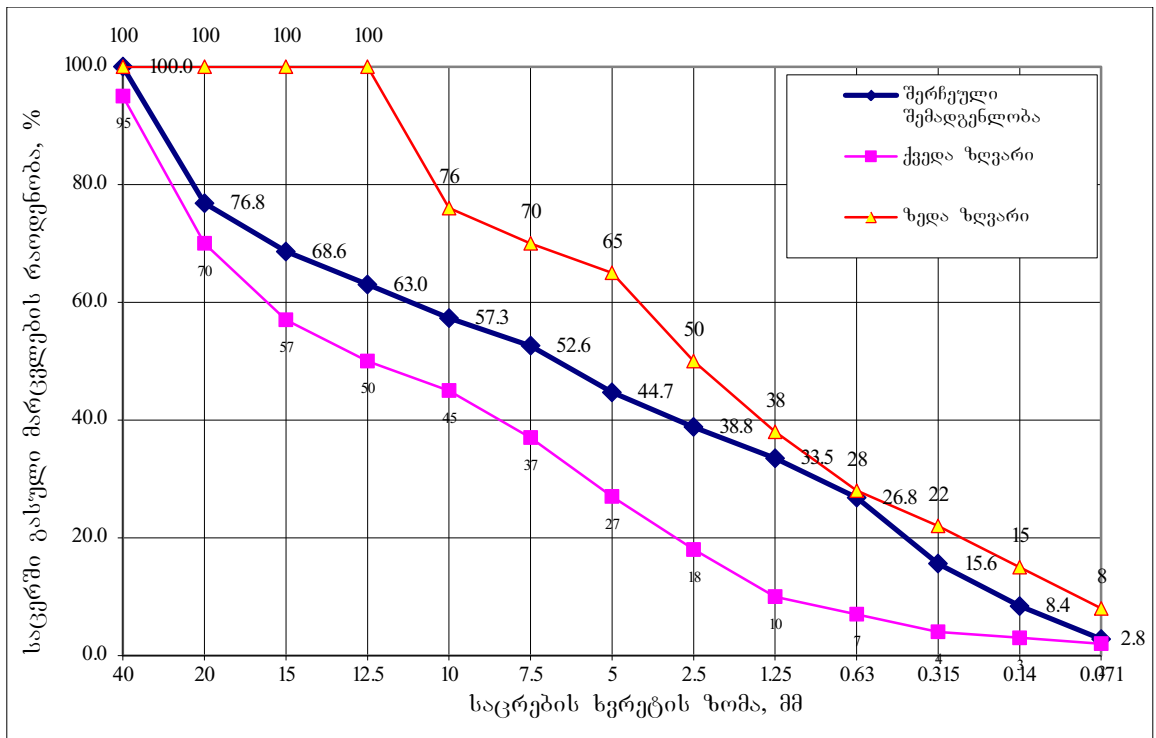
ცხრილი 15

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	17.9
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.0
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	2.5-6.0	2.7
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	123
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	56
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 12	21
6	წყალმედევობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.93
7	წყალმედევობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.86
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.352
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.213
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.450
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.696

შერჩეულია II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის მოსაწყობად.



ნახ. 2. ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი, ფოროვანი II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 1-2 მოცემულია ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი, ფორიანი, II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ქვედა ფენებისათვის.

ცხრილი 16

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემაღენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 20-40 მმ.	23.2	22.1	221
ღორღი ფრაქციით 10-20 მმ.	19.5	18.5	185
ღორღი ფრაქციით 5-10 მმ.	12.6	12.0	120
ქვიშა	41.9	39.8	398
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	2.8	2.7	27
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.2	4.9	49
სულ	105.2	100.0	1000

ცხრილი 17

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	≤ 23	20.0
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	7.0-12.0	8.8
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	≤ 12	7.6
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 2	0
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	ა) 0°C ტემპერატურაზე	–	–
	ა) +20°C ტემპერატურაზე	≥ 15	37
	ა) +50°C ტემპერატურაზე	≥ 5	12
6	წყალმედვობის კოეფიციენტი	≥ 0.7	0.81
7	წყალმედვობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.6	0.73
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.268
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.156

- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.487
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.696

შერჩეულია II მარკის, ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი (40 მმ-მდე), ფორიანი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ქვედა ფენის მოსაწყობად.

2.2.3. მდინარე არაგვის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტები

ასფალტბეტონის ნარევებში გამოყენებული მასალების გამოცდის შედეგები

ჩვენს მიერ ჩატარდა ასფალტბეტონის ნარევებში გამოყენებული მასალების ლაბორატორიული გამოცდა, მათი ფიზიკურ მექანიკური თვისებების დადგენის მიზნით. კერძოდ, ღორღის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8269.0-97 მოთხოვნების მიხედვით, ქვიშის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8735-88 მოთხოვნების მიხედვით, მინერალური ფხვნილის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 12784-78 მოთხოვნების მიხედვით, ბიტუმის გამოცდა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით. გამოცდის შედეგები მოცემულია ცხრილებში 18-25

ცხრილი 18

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-10 (0-10))

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით		სიდიდე	გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი			
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევალობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	8.6
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	10.4
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	5.8

4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა- ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2-3	2.2
		მარკა	F-20--0	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0.05
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	95
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.70
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .			2.67
10	ფორიანობა, % მასიდან			1.1
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან			0.7
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .			1423
13	ტენიანობა, % მასიდან			0.6

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხერტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
სტანდარტით				90-100		<10		
წარმოდგენილი				100	92.3	69.6	40.9	29.9
გამოცხავებული				100	74.7	0.0		

წარმოდგენილი მასალა(0-8მმ), რომელიც მიღებულია მდ. თეთრი არაგვის კარიერის ხრეშოვანი მასალის ცივწყაროს სამსხვრევ-დამხარისხებელი დანადგარზე დამტვრევის შედეგად, არის 0-10 მმ ფრაქციის. მისგან გამოცხავებული ღორღი ფრ. 5-10მმ აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 `ღორღი და ხრეში მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები~ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ღორლის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-20)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი		სიდიდე	
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	8.5
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	10.8
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	6.1
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2.3	2.2
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0.1
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	94
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.70
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .			2.67
10	ფორიანობა, % მასიდან			1.1
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან			0.7
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .			1363
13	ტენიანობა, % მასიდან			0.4

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
სტანდარტით	90-100	20-70		<10				
ფაქტიურად	100.0	68.5	36.9	9.4	1.2	0.1		

წარმოდგენილი ღორლი(8-16მმ), რომელიც მიღებულია მდ. თეთრი არაგვის კარიერის ხრემოვანი მასალის ცივწყაროს სამსხვრევ-დამხარისხებელი დანადგარზე დამტვრევის შედეგად, არის 10-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93

დორღი და ხრემი მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები~ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 20

დორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 20-40)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი		სიდიდე	
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	8.7
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	9.2
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	5.9
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2.3	2.3
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0.1
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	94
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.70
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .			2.67
10	ფორიანობა, % მასიდან			1.1
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან			0.5
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .			1362
13	ტენიანობა, % მასიდან			0.3

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
სტანდარტით	90-100	20-70		<10				
ფაქტიურად	100.0	68.5	36.9	9.4	1.2	0.1		

წარმოდგენილი ღორდი(16-20მმ), რომელიც მიღებულია მდ. თეთრი არაგვის კარიერის ხრეშოვანი მასალის ცივწყაროს სამსხვრევ-დამხარისხებელი დანადგარზე დამტვრევის შედეგად, არის 10-30 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 `ღორდი და ხრეში მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები~ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 21

ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-IT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	სიმსხოს მოდული	3.0-3.5	3.36
	ქვიშის ჯგუფი	მომატებული სიმსხოსი	მომატებული სიმსხოსი
	ქვიშის კლასი	II	II
2	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	0.0
3	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	20	30.4
4	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	13.5
5	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	65-75	71.6
6	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	10	8.2
7	თიხის კომტების შემცველობა, % მასიდან	2	0
8	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	–	1423
9	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.68
10	ტენიანობა, % მასიდან	–	0.8

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100	69.6	40.9	29.9	19.8	13.8	9.4	6.7
გაცხავებული 5 მმ საცერში		100.0	58.8	43.0	28.4	19.8	13.5	9.6

წარმოდგენილი მდ. თეთრი არაგვის კარიერის ხრეშოვანი მასალის ცივწყაროს სამსხვრევ-დამხარისხებელი დანადგარზე დამტვრევით მიღებული ნარევი არის 0-10 მმ ფრაქციის. მისგან გამოცხავებული ქვიშა აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 `ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები~ს ზემოთ აღნიშნული მაჩვენებლების მოთხოვნებს, გარდა 0.14 მმ-ზე წვრილი ნაწილაკების შემცველობისა,

რომლებიც ნორმაზე მეტია (ეს ფრაქციები გამოყენებული იქნება ასფალტბეტონში როგორც მინერალური შემავსებელი).

ცხრილი 22

ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-IT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	სიმსხოს მოდული	2.0-2.5	2.40
2	ქვიშის ჯგუფი	საშუალო	საშუალო
3	ქვიშის კლასი	II	II
4	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	0.0
5	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	15	7.1
6	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	15	21.0
7	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	30-45	49.9
8	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	10	13.0
9	თიხის კომპტების შემცველობა, % მასიდან	10	0
10	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	2	1351
11	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.68
12	ტენიანობა, % მასიდან	–	1.1

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100.0	92.9	78.6	66.3	46.5	30.7	19.5	13.7
გაცხავებული		100.0	84.6	71.4	50.1	33.0	21.0	14.7
მტვროვანი ნაწილაკების გარეშე		100.0	82.3	67.1	42.6	23.0	9.2	2.0

წარმოდგენილი მდ. თეთრი არაგვის კარიერის ხრეშოვანი მასალის ცივწყაროს სამსხვრევ-დამხარისხებელი დანადგარზე დამტვრევით მიღებული ქვიშა აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 `ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები~ს ზემოთ აღნიშნული მაჩვენებლების მოთხოვნებს, გარდა 0.14 მმ-ზე წვრილი და მტვროვანი ნაწილაკების შემცველობისა, რომლებიც ნორმაზე მეტია (ეს

ფრაქციები გამოყენებული იქნება ასფალტბეტონში როგორც მინერალური შემავსებელი).

ცხრილი 23

ქვიშის გამოცდის შედეგები (ბუნებრივი)

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-IT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	სიმსხოს მოდული	2.0-2.5	2.41
2	ქვიშის ჯგუფი	საშუალო	საშუალო
3	ქვიშის კლასი	II	II
4	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	0.0
5	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	15	5.3
6	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	15	4.0
7	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	30-45	40.8
8	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	3	0.6
9	თიხის კომპტების შემცველობა, % მასიდან	0.5	0
10	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	–	1473
11	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.68
12	ტენიანობა, % მასიდან	–	1.5

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100.0	94.7	86.0	78.2	56.1	21.6	3.8	1.0
გაცხავებული		100.0	90.8	82.6	59.2	22.8	4.0	1.1

წარმოდგენილი მდ. თეთრი არაგვის ხრეშოვანი მასალიდან ცივწყაროს სამსხვრევ-დამხარისხებელი დანადგარზე გამოცხავებული ქვიშის გამოცდის შედეგები აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 `ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები~ს მოთხოვნებს.

მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები

#	მოთხოვნები გოსტ 16557-78-iT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	მოცულობითი წონა (400კგ/სმ ² დატვირთვით დატკეპნისას)	–	2.11
2	ფორიანობა, % მოცულობიდან	35	23.0
3	ბიტუმტევადობის მაჩვენებელი, გ	65	49
4	მინერალური ფხვნილისა და ბიტუმისაგან დამზადებული ნიმუშების გაჯირჯევა, % მოცულობიდან	2.5	1.6
5	კუთრი წონა(ჭეშმარიტი სიმკვრივე), გ/სმ ³	–	2.74
6	ტენიანობა, % მასიდან	1	0.3

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული ნაწილაკების რაოდენობა, % მასიდან					
სტანდარტით, არა ნაკლებ	100	–	90	–	70
ფაქტიურად	100.0	98.1	92.4	78.8	71.0

წარმოდგენილი მინერალური ფხვნილი აკმაყოფილებს გოსტ 16557-78 „მინერალური ფხვნილი ასფალტბეტონის ნარევებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

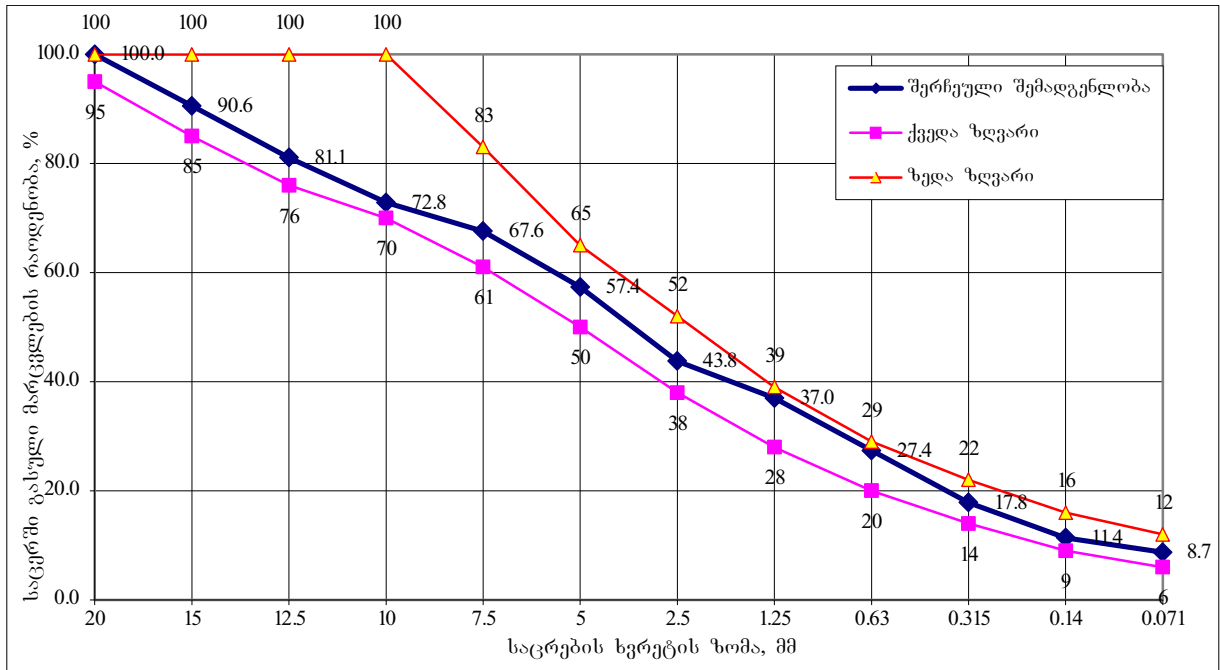
ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები

#	მაჩვენებლები		გამოცდის შედეგები	გამოცდის მეთოდები
1	ნემსის შეღწევის სირღმე (პენეტრაცია), 0,1 მმ	25°C t	63	ГОСТ 11501-78
		0°C t	21	
2	დარბილების ტემპერატურა (რგოლი და ბურთულით), 0C		51,5	ГОСТ 11506-78
3	ჭიმვადობა (დექტილება), სმ,	+25°C t	>100	ГОСТ 11505-75
		0°C t		

4	პენეტრაციის ინდექსი		-0.3	ГОСТ 22245-90
---	---------------------	--	------	---------------

წარმოდგენილი ბიტუმის გამოცდის შედეგები აკმაყოფილებს გოსტ 22245-90 „ნავთობის საგზაო ბლანტი ბიტუმები. ტექნიკური პირობები“-ს БНД 60/90 მარკის ბიტუმის ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისა და მათი ნორმატიულ მნოთხოვნებთან, შესაბამისობის დადგენის შემდეგ, ჩვენს მიერ, განხორციელდა ქვის მასალის ოპტიმალური გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრა და ასფალტბეტონის რეცეპტის (დაპროექტებული შემადგენლობის) შემუშავება როგორც წრილმარცვლოვანი ასევე მსხვილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ნარევისთვის. შედეგები მოცემულია ცხრილებში 26-29 და ნახაზებზე 3-4.



ნახ. 3. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 1-2 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 15-20 მმ.	9.5	8.9	44
ღორღი ფრაქციით 10-15 მმ.	17.7	16.7	83
ღორღი ფრაქციით 5-10 მმ.	15.5	14.6	73
ქვიშა	46.9	44.1	221
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	4.5	4.2	21
მინერალური ფხვნილი	6.0	5.6	28
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	6.2	5.8	29
სულ	106.2	100.0	500

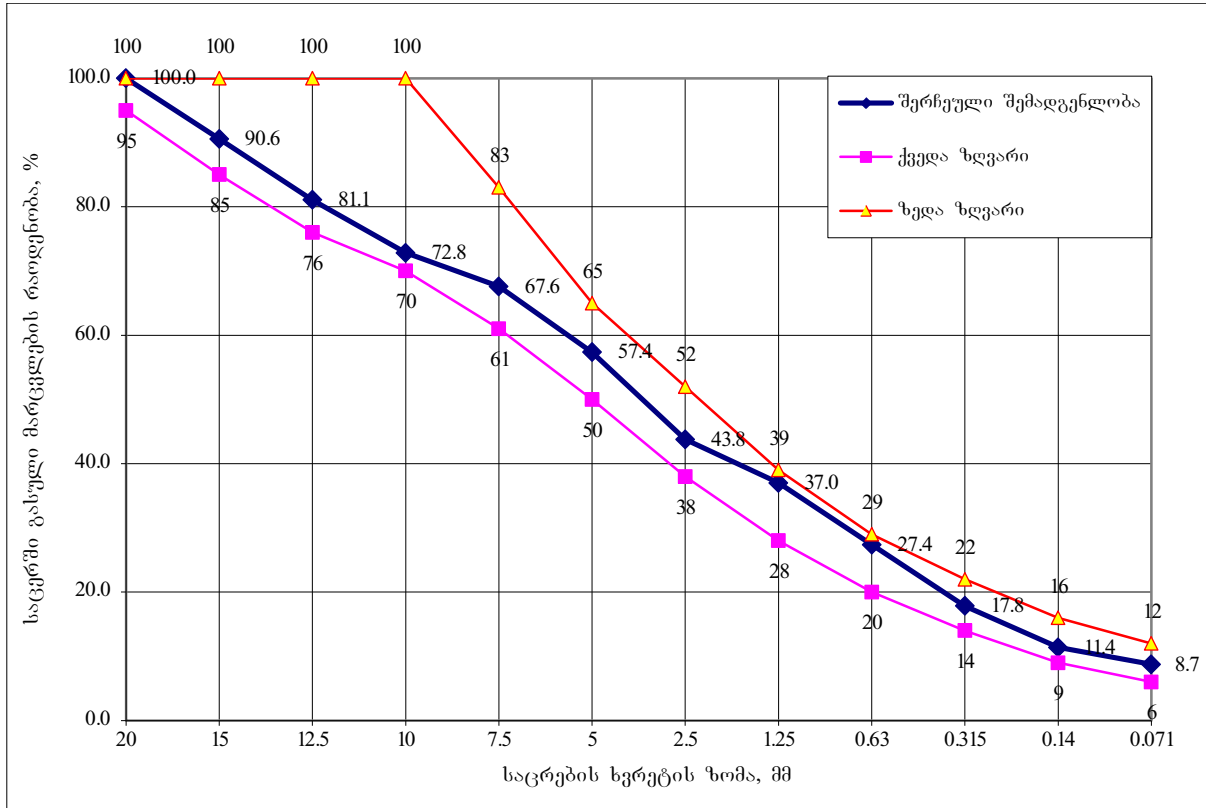
ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	17.7
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.0
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	2.5-6.0	2.6
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0.1
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.მ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	124
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	59
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 12	21
6	წყალმედვეობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.92
7	წყალმედვეობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.86
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.352
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.215

- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.450
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.692

შერჩეულია II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის მოსაწყობად.



ნახ. 4. ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი, ფოროვანი II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 1-2 მოცემულია ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი, ფორიანი, II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ქვედა ფენებისათვის.

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 20-40 მმ.	5.4	5.1	26
ღორღი ფრაქციით 15-20 მმ.	28.3	26.9	134
ღორღი ფრაქციით 10-15 მმ.	16.1	15.3	76
ღორღი ფრაქციით 5-10 მმ.	9.6	9.1	46
ქვიშა	37.3	35.4	177
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	3.4	3.2	16
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.2	4.9	25
სულ	105.2	100.0	500

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის
	მაჩვენებელი	სიდიდე	შედეგი
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	≤ 23	20.0
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	7.0-12.0	8.9
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	≤ 12	74
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 2	0,3
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	ა) 0°C ტემპერატურაზე	–	–
	ა) +20°C ტემპერატურაზე	≥ 15	37
	ა) +50°C ტემპერატურაზე	≥ 5	11
6	წყალმდეგობის კოეფიციენტი	≥ 0.6	0.81
7	წყალმდეგობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.5	0.73
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.263

- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.151
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.484
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.692

შერჩეულია II მარკის, ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი (30 მმ-მდე), ფორიანი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ქვედა ფენის მოსაწყობად.

2.2.4. მდინარე იორის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტები

ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებული მასალების გამოცდის შედეგები

ჩვენს მიერ ჩატარდა ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებული მასალების ლაბორატორიული გამოცდა, მათი ფიზიკურ მექანიკური თვისებების დადგენის მიზნით. კერძოდ, ღორღის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი GOCT 8269.0-97 მოთხოვნების მიხედვით, ქვიშის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი GOCT 8735-88 მოთხოვნების მიხედვით, მინერალური ფხვნილის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი GOCT 12784-78 მოთხოვნების მიხედვით, ბიტუმის გამოცდა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით. გამოცდის შედეგები მოცემულია ცხრილებში 30-35

ცხრილი 30

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-10)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით		სიდიდე	გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი			
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	7.0
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, %		<25	6.5

	მასიდან		
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	7.7
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2-3
		მარკა	F-20--0
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	1	0.1
6	თიხის კომპეტების შემცველობა, % მასიდან	0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	80	96
8	ქეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³		2.68
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		2.65
10	ფორიანობა, % მასიდან		1.12
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		0.6
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		1347
13	ტენიანობა, % მასიდან		1.2

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25	0.63	0.31
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	87.4	40.6	5.1				

წარმოდგენილი ღორღი(5-10მმ), რომელიც მიღებულია მდ. იორის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, ფაქტიურად არის 5-12 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 31

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-20)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევალობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10
		მარკა	1000
			7.2
			1000

2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	<25	6.5
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	7.2
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2.3
		მარკა	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	1	0.1
6	თიხის კომპტების შემცველობა, % მასიდან	0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	80	97
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³		2.68
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		2.65
10	ფორიანობა, % მასიდან		1.12
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		0.6
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		1426
13	ტენიანობა, % მასიდან		0.3

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხერტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	67.6	33.2	10.4	1.9			

წარმოდგენილი ღორღი(10-16 მმ), რომელიც მიღებულია მდ. იორის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, ფაქტიურად არის 7.5-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 32

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-40)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე		
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	7,1
		მარკა	1000	1000

2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	<25	7.8
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	6.7
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2.3
		მარკა	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	1	0.1
6	თიხის კომპეტების შემცველობა, % მასიდან	0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	80	95
8	ქეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³		2.68
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		2.66
10	ფორიანობა, % მასიდან		0.75
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		0.5
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		1446
13	ტენიანობა, % მასიდან		0.2

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	40	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	84.1	56.2	39.9	21.5	9.5	2.5	

წარმოდგენილი ღორღი(10-30მმ), რომელიც მიღებულია მდ. იორის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, ფაქტიურად არის 5-40 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 33

ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-იТ		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	სიმსხოს მოდული	3.0-3.5	2,7
	ქვიშის ჯგუფი	მომატებული სიმსხოსი	მომატებული სიმსხოსი
	ქვიშის კლასი	II	II
2	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	0.0

3	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	20	15.0
4	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	10.0
5	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	65-75	52.8
6	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	10	4.0
7	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან	2	0
8	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	–	1511
9	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.67
10	ტენიანობა, % მასიდან	–	1.4

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100.0	85.0	67.8	56.4	40.1	22.4	8.5	4.1
გაცხავებული 5 მმ საცერში		100.0	79.8	66.4	47.2	26.4	10.0	4.8

წარმოდგენილი ქვიშა, რომელიც მიღებულია მდ. იორის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევით, აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 „ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 34

მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები

#	მოთხოვნები გოსტ 16557-78-IT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	მოცულობითი წონა (400კგ/სმ ² დატვირთვით დატკეპნისას)	–	2.08
2	ფორიანობა, % მოცულობიდან	35	24.1
3	ბიტუმტევადობის მაჩვენებელი, გ	65	42
4	მინერალური ფხვნილისა და ბიტუმისაგან დამზადებული ნიმუშების გაჯირჯევა, % მოცულობიდან	2.5	2.2
5	კუთრი წონა(ჭეშმარიტი სიმკვრივე), გ/სმ ³	–	2.74
6	ტენიანობა, % მასიდან	1	0.6

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული ნაწილაკების რაოდენობა, % მასიდან					
სტანდარტით, არა ნაკლებ	100	–	90	–	70
ფაქტიურად	100.0	100.0	98.6	91.7	72.4

წარმოდგენილი მინერალური ფხვნილი აკმაყოფილებს გოსტ 16557-78 „მინერალური ფხვნილი ასფალტბეტონის ნარევებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

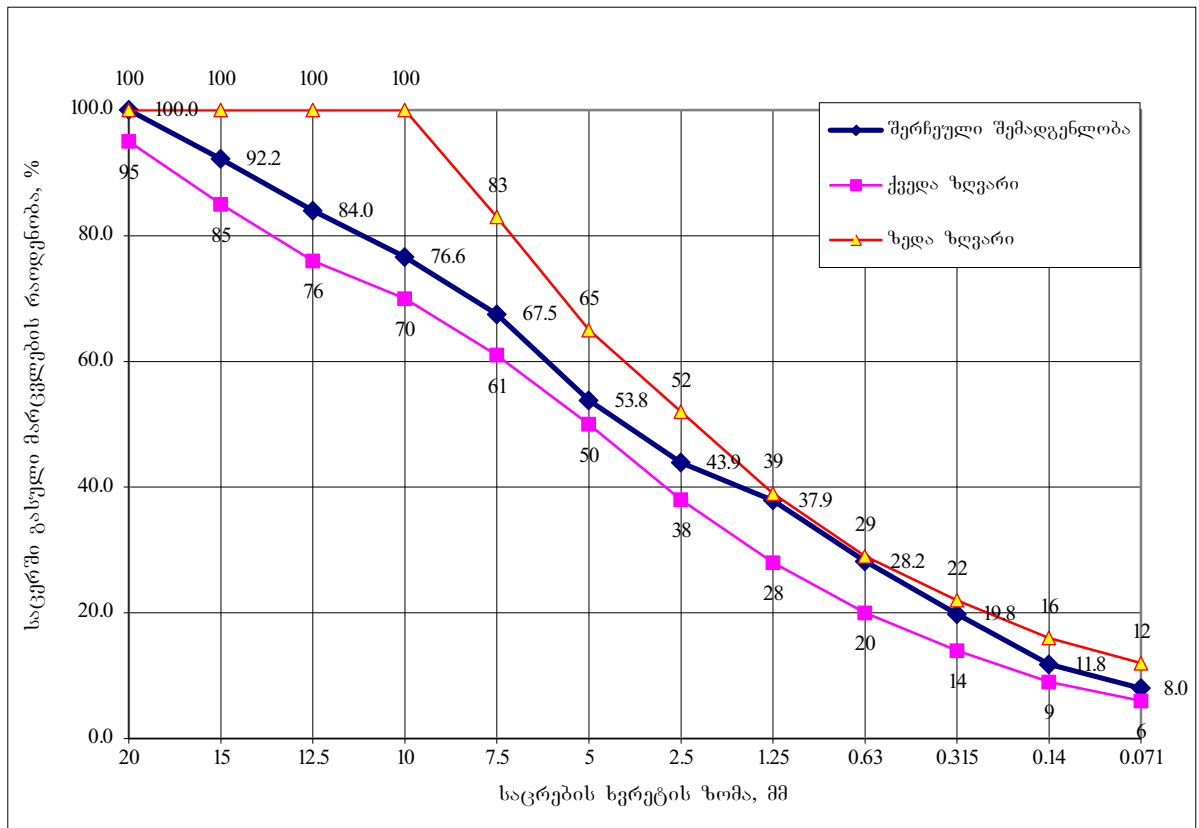
ცხრილ 35

ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები

#	მაჩვენებლები		გამოცდის შედეგები	გამოცდის მეთოდები
1	ნემსის შეღწევის სიღრმე (პენეტრაცია), 0,1 მმ	25°C t	64	ГОСТ 11501-78
		0°C t	21	
2	დარბილების ტემპერატურა (რგოლი და ბურთულით), 0C		52,5	ГОСТ 11506-78
3	ჭიმვაღობა (დექტილება), სმ,	+25°C t	>100	ГОСТ 11505-75
		0°C t		
4	პენეტრაციის ინდექსი		0.0	ГОСТ 22245-90

წარმოდგენილი ბიტუმის გამოცდის შედეგები აკმაყოფილებს გოსტ 22245-90 „ნავთობის საგზაო ბლანტი ბიტუმები. ტექნიკური პირობები“-ს БНД 60/90 მარკის ბიტუმის ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისა და მათი ნორმატიულ მნოთხოვნებთან, შესაბამისობის დადგენის შემდეგ, ჩვენს მიერ, განხორციელდა ქვის მასალის ოპტიმალური გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრა და ასფალტბეტონის რეცეპტის (დაპროექტებული შემადგენლობის) შემუშავება როგორც წრილმარცვლოვანი ასევე მსხვილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ნარევებისთვის. შედეგები მოცემულია ცხრილებში 36-39 და ნახაზებზე 5-7.



ნახ. 5. ცხელი, ქვიშოვანი, მკვრივი „დ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა ქვემოთ, ცხრილებში 36-37 მოცემულია ცხელი, ქვიშოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ცხრილი 36

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

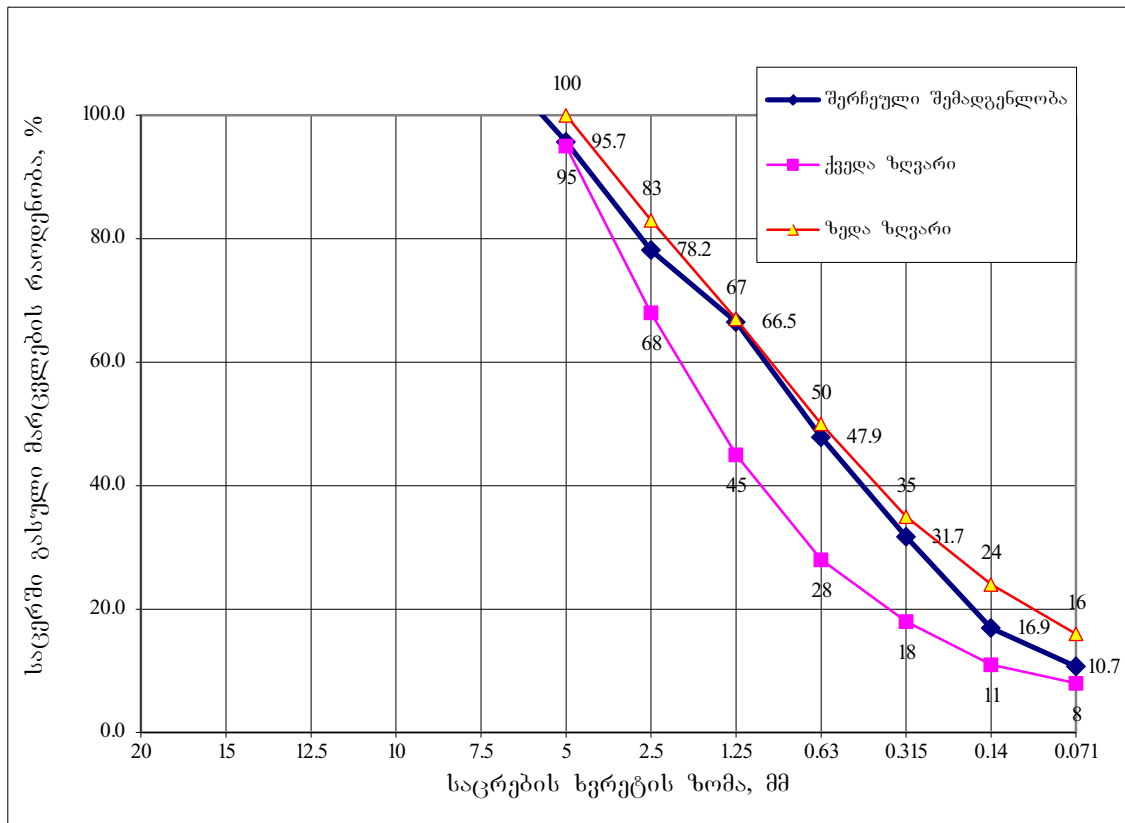
კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 5-7,5 მმ.	4.3	4.0	32
ქვიშა	82.5	76.5	612
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	4.2	3.9	31
მინერალური ფხვნილი	9.0	8.3	67
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	7.8	7.2	58
სულ	107.8	100.0	800

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	18-22	21.3
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.9
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	2.5-6.0	3.2
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0.2
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	122
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	55
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 12	20
6	წყალმდეგობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.93
7	წყალმდეგობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.85
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.270
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.106
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.387
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.677

შერჩეულის II მარკის, „დ“ ტიპის ცხელი, ქვიშოვანი (5 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის ან ტროტუარების მოსაწყობად.



ნახ. 6. ცხელი, ქვიშოვანი, მკვრივი, ტიპი „გ“ II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 38-39 მოცემულია ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი, ფორიანი, II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ქვედა ფენებისათვის.

ცხრილი 38

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 20-35 მმ.	7.9	7.5	75
ღორღი ფრაქციით 12-20 მმ.	22.1	21.0	210
ღორღი ფრაქციით 7,5-12 მმ.	15.2	14.5	145
ქვიშა	52.7	50.2	502
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	2.1	2.0	20

ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.1	4.9	49
სულ	105.1	100.0	1000

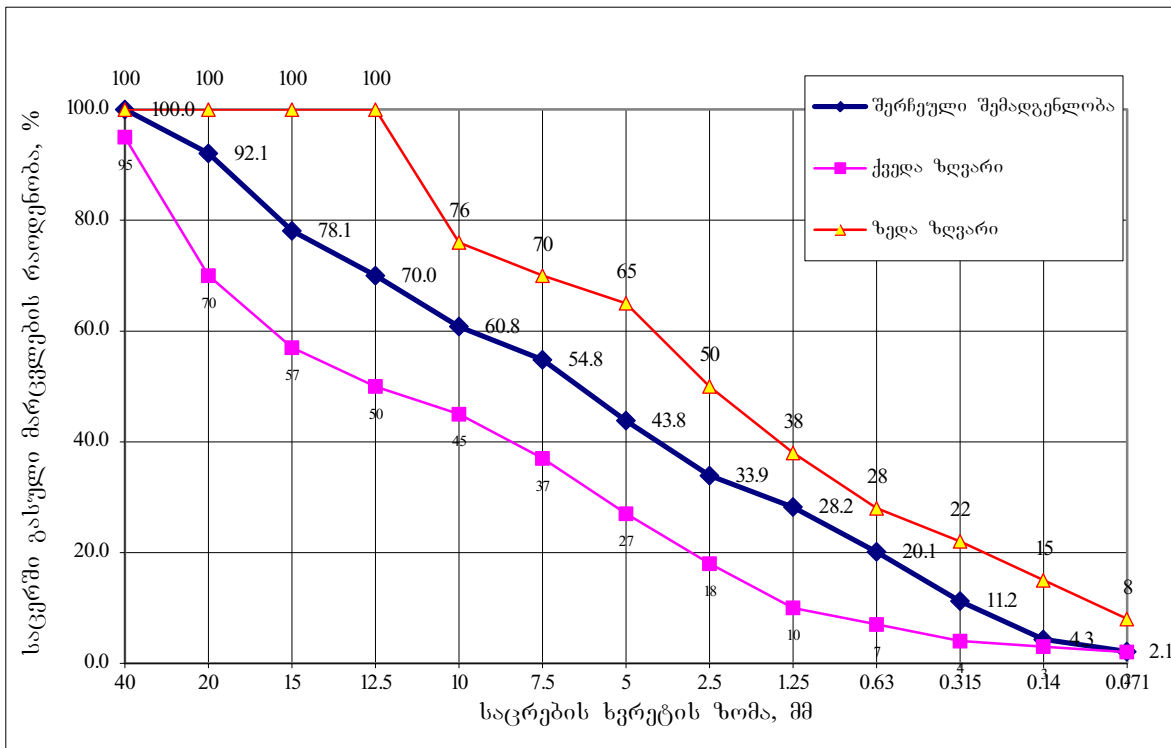
ცხრილი 39

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის
	მაჩვენებელი	სიდიდე	შედეგი
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	≤ 23	19.3
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	7.0-12.0	8.3
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	≤ 12	7.5
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 2	0
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	ა) 0°C ტემპერატურაზე	–	–
	ა) +20°C ტემპერატურაზე	≥ 15	39
	ა) +50°C ტემპერატურაზე	≥ 5	12
6	წყალმედვეობის კოეფიციენტი	≥ 0.7	0.82
7	წყალმედვეობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.6	0.72
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.270
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.160
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.475
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.676

შერჩეულის II მარკის, ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი (40 მმ-მდე), ფორიანი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ქვედა ფენის მოსაწყობად.



ნახ. 7. ცხელი, ქვიშოვანი, მკვრივი, ტიპი „გ“ II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

2.2.5. მდინარე კაბალის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტები

ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებული მასალების გამოცდის შედეგები

ჩვენს მიერ ჩატარდა ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებული მასალების ლაბორატორიული გამოცდა, მათი ფიზიკურ მექანიკური თვისებების დადგენის მიზნით. კერძოდ, ღორღის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8269.0-97 მოთხოვნების მიხედვით, ქვიშის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8735-88 მოთხოვნების მიხედვით, მინერალური ფხვნილის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 12784-78 მოთხოვნების

მიხედვით, ბიტუმის გამოცდა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით. გამოცდის შედეგენი მოცემულია ცხრილებში 40-46

ცხრილი 40

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-10 (0-10))

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი		სიდიდე	
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	4.7
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	<25
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	7.1
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2-3	2.4
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	1
6	თიხის კომპტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	94
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.82
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .			2.79
10	ფორიანობა, % მასიდან			1.06
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან			0.7
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .			1581
13	ტენიანობა, % მასიდან			1.2

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხერტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
სტანდარტით		90-100		20-70		<10		
წარმოდგენილი		100.0	92.4	80.3	64.3	44.7	30.2	21.3
გამოცხავებული		100.0	86.3	64.4	35.4	0.0		

წარმოდგენილი მასალა, რომელიც მიღებულია მდ. კაბალის კარიერის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 0-15 მმ ფრაქციის. მისგან გამოცხადებული ღორღი ფრაქციით 5-15 მმ აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 `ღორღი და ხრეში მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები~ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 41

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-20)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი		სიდიდე	
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	4.7
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	16.5
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	7.3
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2-3	2.5
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0,1
6	თიხის კომტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	95
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.82
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .			2.79
10	ფორიანობა, % მასიდან			1.06
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან			0.6
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .			1554
13	ტენიანობა, % მასიდან			0.2

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხერტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
სტანდარტით	90-100		20-70			<10		
ფაქტიურად	100.0	56.3	30.8	16.8	9.2	5.3		

წარმოდგენილი 12-16 მმ ღორღი, რომელიც მიღებულია მდ. კაბალის კარიერის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 5-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 42

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 20-40)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი		სიდიდე	
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	4,6
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	11.7
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	6.6
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2.3	2.5
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0.1
6	თიხის კომტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	94
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.82
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .			2.79
10	ფორიანობა, % მასიდან			1.06
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან			0.5
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .			1462
13	ტენიანობა, % მასიდან			0.1

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხერტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
სტანდარტით	90-100		<10					
ფაქტიურად	100.0	61.3	9.2	0.0				

წარმოდგენილი 16-40 მმ ღორღი, რომელიც მიღებულია მდ. კაბალის კარიერის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 15-40 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 43

ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-IT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	სიმსხოს მოდული	3.0-3.5	3.36
	ქვიშის ჯგუფი	მომატებული სიმსხოსი	მომატებული სიმსხოსი
	ქვიშის კლასი	II	II
2	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	19.7
3	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	20	55.3
4	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	15.2
5	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	65-75	68.2
6	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	10	9.3
7	თიხის კომპონენტების შემცველობა, % მასიდან	2	0
8	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	–	1578
9	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.80
10	ტენიანობა, % მასიდან	–	1.8

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხერტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	80.3	44.7	30.2	21.3	14.2	9.8	6.8	5.5
გაცხავებული 5 მმ საცერში		100.0	67.6	47.7	31.8	21.9	15.2	12.3

წარმოდგენილი მასალა, რომელიც მიღებულია მდ. კაბალის კარიერის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 0-15 მმ ფრაქციის. მისგან გამოცხავებული და გარეცხილი ქვიშა აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 `ქვიშა

სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები~ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ნარევში არსებული მტვროვანი ნაწილაკები გამოყენებული იქნება ასფალტბეტონის წვრილ შემავსებლად.

ცხრილი 44

ქვიშის გამოცდის შედეგები (ბუნებრივი)

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-IT		ფაქტიური
	მაჩვენებლები	სიდიდე	სიდიდე
1	სიმსხოს მოდული	3.0-3.5	3.09
2	ქვიშის ჯგუფი	მომეტებული სიმსხოსი	მომეტებული სიმსხოსი
3	ქვიშის კლასი	II	II
4	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	0.0
5	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	20	5.7
6	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	4.5
7	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	65-75	64.6
8	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	3	1.2
9	თიხის კომტების შემცველობა, % მასიდან	0.5	0
10	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	–	1604
11	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.80
12	ტენიანობა, % მასიდან	–	1.5

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100.0	94.3	72.5	55.3	33.4	14.7	4.2	2.1
გაცხავებული		100.0	76.9	58.6	35.4	15.6	4.5	2.2

წარმოდგენილი მასალა, რომელიც მიღებულია მდ. კაბალის კარიერის ხრეშოვანი მასალიდან გამოცხავების შედეგად, არის 0-5 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 `ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები~ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები

#	moTxovnebi გოსტ 16557-78-iT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	მოცულობითი წონა (400კგ/სმ ² დატვირთვით დატკეპნისას)	–	2.07
2	ფორიანობა, % მოცულობიდან	35	24.5
3	ბიტუმტევადობის მაჩვენებელი, გ	65	48
4	მინერალური ფხვნილისა და ბიტუმისაგან დამზადებული ნიმუშების გაჯირჯევა, % მოცულობიდან	2.5	1.5
5	კუთრი წონა(ჭეშმარიტი სიმკვრივე), გ/სმ ³	–	2.74
6	ტენიანობა, % მასიდან	1	0.1

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული ნაწილაკების რაოდენობა, % მასიდან					
სტანდარტით, არა ნაკლებ	100	–	90	–	70
ფაქტიურად	100.0	97.8	92.6	82.2	70.4

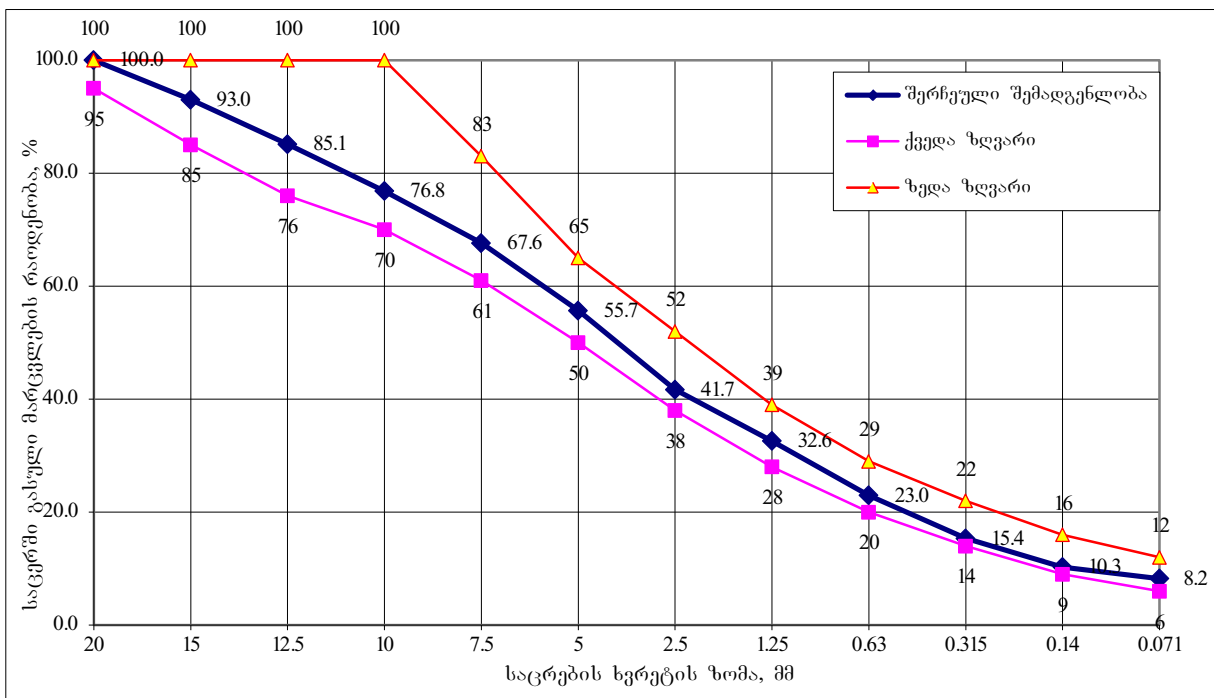
წარმოდგენილი მინერალური ფხვნილი აკმაყოფილებს გოსტ 16557-78 „მინერალური ფხვნილი ასფალტბეტონის ნარევებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები

#	მაჩვენებლები		გამოცდის შედეგები	გამოცდის მეთოდები
1	ნემსის შეღწევის სირღმე (პენეტრაცია), 0,1 მმ	25°C t	63	ГОСТ 11501-78
		0°C t	21	
2	დარბილების ტემპერატურა (რგოლი და ბურთულით), 0C		52	ГОСТ 11506-78
3	ჭიმვადობა (დექტილება), სმ,	+25°C t	>100	ГОСТ 11505-75
		0°C t		
4	პენეტრაციის ინდექსი		-0.14	ГОСТ 22245-90

წარმოდგენილი ბიტუმის გამოცდის შედეგები აკმაყოფილებს გოსტ 22245-90 „ნავთობის საგზაო ბლანტი ბიტუმები. ტექნიკური პირობები“-ს БНД 60/90 მარკის ბიტუმის ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისა და მათი ნორმატიულ მნოთხოვნებთან, შესაბამისობის დადგენის შემდეგ, ჩვენს მიერ, განხორციელდა ქვის მასალის ოპტიმალური გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრა და ასფალტბეტონის რეცეპტის (დაპროექტებული შემადგენლობის) შემუშავება როგორც წრილმარცვლოვანი ასევე მსხვილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ნარევისთვის. შედეგები მოცემულია ცხრილებში 6-10 და ნახაზებზე 1-5.



ნახ. 8. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 47-48 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 15-20 მმ.	7.0	6.6	33
ღორღი ფრაქციით 10-15 მმ.	16.2	15.3	76
ღორღი ფრაქციით 5-10 მმ.	21.2	20.0	100
ქვიშა	45.3	42.8	214
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	3.3	3.1	16
მინერალური ფხვნილი	7.0	6.6	33
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	6.0	5.7	28
სულ	106.0	100.0	500

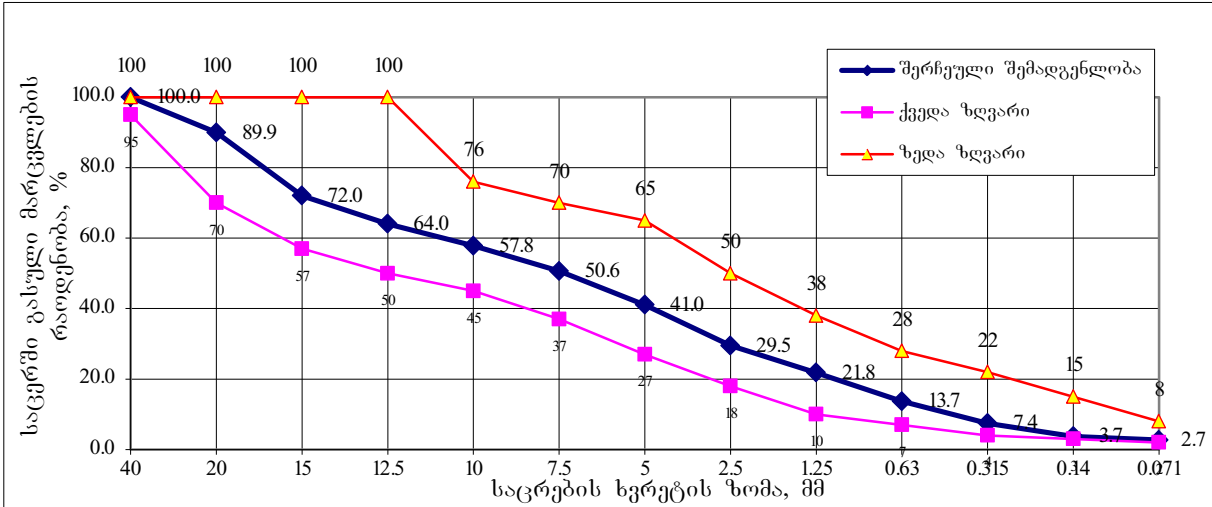
ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	18.2
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.4
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	2.5-6.0	3.1
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0.1
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	124
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	59
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 12	20
6	წყალმედვეობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.93
7	წყალმედვეობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.85
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.432

- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.294
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.545
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.805

შერჩეულია II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის მოსაწყობად.



ნახ. 9. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 49-50 მოცემულია ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი, ფორიანი, II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ქვედა ფენებისათვის.

ცხრილი 49

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 20-40 მმ.	10.1	9.6	48
ღორღი ფრაქციით 15-20 მმ.	17.9	17.0	85
ღორღი ფრაქციით 10-15 მმ.	14.2	13.5	68
ღორღი ფრაქციით 5-10 მმ.	16.8	15.9	80

ქვიშა	38.3	36.4	182
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	2.7	2.6	13
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.2	4.9	25
სულ	105.2	100.0	500

ცხრილი 50

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის
	მაჩვენებელი	სიდიდე	შედეგი
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	≤ 23	19.9
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	7.0-12.0	8.2
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	≤ 12	7.0
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 2	0.1
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	ა) 0°C ტემპერატურაზე	–	–
	ა) +20°C ტემპერატურაზე	≥ 15	40
	ა) +50°C ტემპერატურაზე	≥ 5	11
6	წყალმედეგობის კოეფიციენტი	≥ 0.7	0.83
7	წყალმედეგობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.6	0.75
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.370
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.253
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.581
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.812

შერჩეულია II მარკის, ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი (40 მმ-მდე), ფორიანი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ქვედა ფენის მოსაწყობად.

2.2.6. მდინარე ლიახვის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარეგების რეცეპტები

ასფალტბეტონის ნარეგებში გამოყენებული მასალების გამოცდის შედეგები

ჩვენს მიერ ჩატარდა ასფალტბეტონის ნარეგებში გამოყენებული მასალების ლაბორატორიული გამოცდა, მათი ფიზიკურ მექანიკური თვისებების დადგენის მიზნით. კერძოდ, ღორღის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8269.0-97 მოთხოვნების მიხედვით, ქვიშის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8735-88 მოთხოვნების მიხედვით, მინერალური ფხვნილის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 12784-78 მოთხოვნების მიხედვით, ბიტუმის გამოცდა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით. გამოცდის შედეგები მოცემულია ცხრილებში 51-57

ცხრილი 51

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-10)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე		
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	7,1
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	6,2
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	8,2
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2-3	2.2
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0.7
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	98
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.68
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .			2.66

10	ფორიანობა, % მასიდან		0.75
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		0.5
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		1380
13	ტენიანობა, % მასიდან		0.3

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგები		100.0	97.6	64.4	17.5	1.1	0.7	0.7

წარმოდგენილი მასალა, რომელიც მიღებულია მდ.ლიახვის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 5-12 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 52

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 10-20)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე		
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	7,3
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	6,8
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	7,5
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2-3	2,3
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0.5
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	97
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.68
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .			2.66
10	ფორიანობა, % მასიდან			0.75
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან			0.6
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .			1390

13	ტენიანობა, % მასიდან		0.2
----	----------------------	--	-----

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	25.1	3.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

წარმოდგენილი მასალა, რომელიც მიღებულია მდ.ლიახვის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 10-20 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 53

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 15-40)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი		სიდიდე	
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	6,2
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	5,5
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	6.5
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2.3	2.2
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	91
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.70
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .			2.68
10	ფორიანობა, % მასიდან			0.74
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან			0.4
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .			1366
13	ტენიანობა, % მასიდან			0.2

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	40	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	34.6	2.2	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9

წარმოდგენილი მასალა, რომელიც მიღებულია მდ.ლიახვის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 15-40 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 54

ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-iT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	სიმსხოს მოდული	3.0-3.5	3.36
	ქვიშის ჯგუფი	მომატებული სიმსხოსი	მომატებული სიმსხოსი
	ქვიშის კლასი	II	II
2	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	0.0
3	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	20	15.9
4	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	14.7
5	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	65-75	69.4
6	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	10	8.9
7	თიხის კომპეტების შემცველობა, % მასიდან	2	0
8	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	–	1465
9	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.67
10	ტენიანობა, % მასიდან	–	2.7

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100.0	84.1	53.3	39.0	25.7	18.2	12.4	8.7
გაცხავებული 5 მმ საცერში		100.0	63.4	46.4	30.6	21.6	14.7	10.3

წარმოდგენილი ქვიშა, რომელიც მიღებულია მდ. ლიახვის ხრეშოვანი მასალის დამტვრევის შედეგად, არის 0-7 მმ ფრაქციის. მისგან გამოცრილი ქვიშა(0-5მმ) აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 „ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 55

ქვიშის გამოცდის შედეგები (ბუნებრივი)

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-IT		ფაქტიური
	მაჩვენებლები	სიდიდე	სიდიდე
1	სიმსხოს მოდული	3.0-3.5	2,97
2	ქვიშის ჯგუფი	მომეტებული სიმსხოსი	მომეტებული სიმსხოსი
3	ქვიშის კლასი	II	II
4	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	0.0
5	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	20	9.3
6	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	6.6
7	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	65-75	59.4
8	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	3	2.2
9	თიხის კომტების შემცველობა, % მასიდან	0.5	0
10	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	–	1621
11	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.67
12	ტენიანობა, % მასიდან	–	0.0

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100.0	90.7	67.8	54.6	36.8	18.7	6.0	2.5
გაცხავებული		100.0	74.8	60.2	40.6	20.6	6.6	2.8

წარმოდგენილი ქვიშა, რომელიც მიღებულია მდ. ლიახვის ხრეშოვანი მასალიდან გამოცხავების შედეგად, არის 0-5 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 „ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 56

მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები

#	მოთხოვნები გოსტ 16557-78-iT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	მოცულობითი წონა (400კგ/სმ ² დატვირთვით დატკეპნისას)	–	2.04
2	ფორიანობა, % მოცულობიდან	35	25.5
3	ბიტუმტევადობის მაჩვენებელი, გ	65	37
4	მინერალური ფხვნილისა და ბიტუმისაგან დამზადებული ნიმუშების გაჯირჯევა, % მოცულობიდან	2.5	1.3
5	კუთრი წონა(ჭეშმარიტი სიმკვრივე), გ/სმ ³	–	2.74
6	ტენიანობა, % მასიდან	1	0.8

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული ნაწილაკების რაოდენობა, % მასიდან					
გამოცდის შედეგი	100.0	100.0	100.0	98.0	81.5

წარმოდგენილი მინერალური ფხვნილი აკმაყოფილებს გოსტ 16557-78 „მინერალური ფხვნილი ასფალტბეტონის ნარევებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

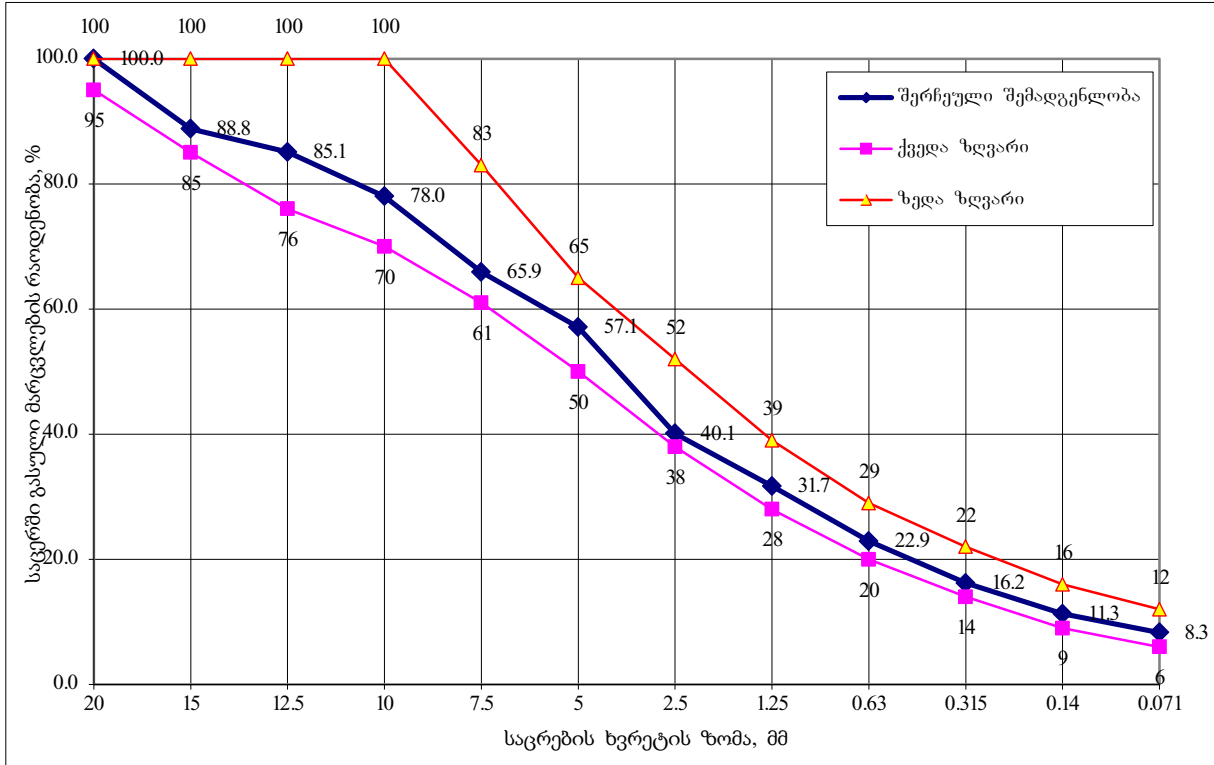
ცხრილი 57

ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები

#	მაჩვენებლები		გამოცდის შედეგები	გამოცდის მეთოდები
1	ნემსის შეღწევის სირღმე (პენეტრაცია), 0,1 მმ	25°C t	45	ГОСТ 11501-78
		0°C t		
2	დარბილების ტემპერატურა (რგოლი და ბურთულით), 0C		52	ГОСТ 11506-78
3	ჭიმვადობა (დექტილება), სმ,	+25°C t	>100	ГОСТ 11505-75
		0°C t		
4	პენეტრაციის ინდექსი		-1,0	ГОСТ 22245-90

წარმოდგენილი ბიტუმის გამოცდის შედეგები აკმაყოფილებს გოსტ 22245-90 „ნავთობის საგზაო ბლანტი ბიტუმები. ტექნიკური პირობები“-ს БНД 40/60 მარკის ბიტუმის ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისა და მათი ნორმატიულ მნოთხოვნებთან, შესაბამისობის დადგენის შემდეგ, ჩვენს მიერ, განხორციელდა ქვის მასალის ოპტიმალური გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრა და ასფალტბეტონის რეცეპტის (დაპროექტებული შემადგენლობის) შემუშავება როგორც წრილმარცვლოვანი ასევე მსხვილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ნარევისთვის. შედეგები მოცემულია ცხრილებში 58-59 და ნახაზებზე 9-10.



ნახ. 10. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 58-59 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

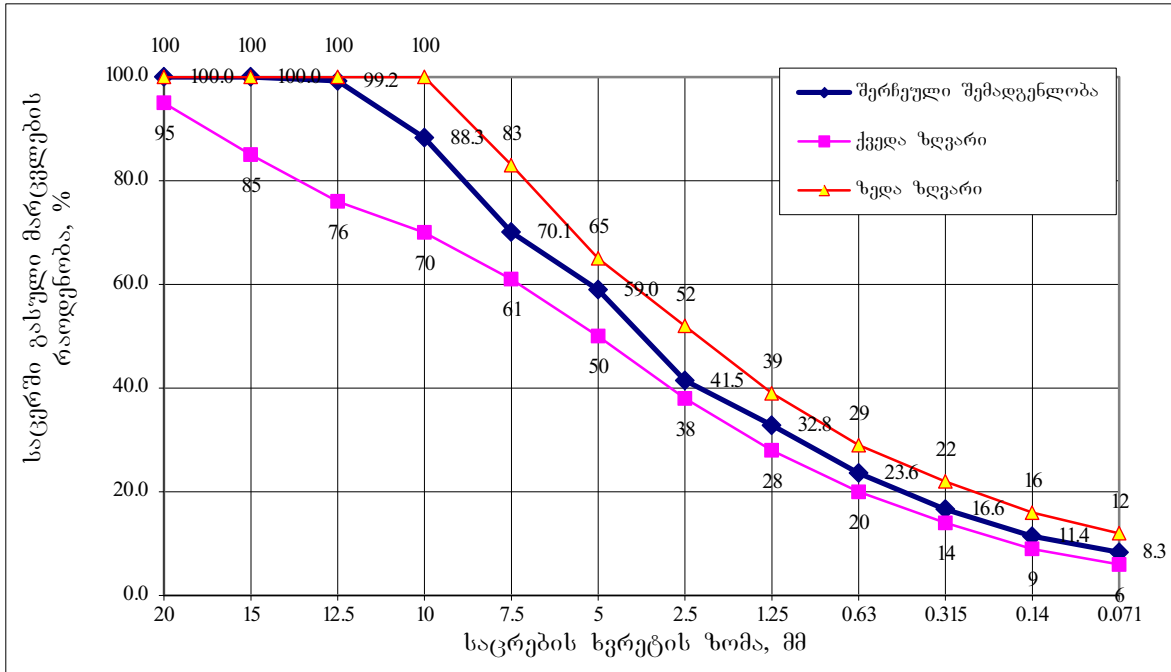
კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 12-20 მმ.	14.9	14.1	240
ღორღი ფრაქციით 5-12 მმ.	28.0	26.5	450
ქვიშა	47.9	45.3	770
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	4.2	4.0	67
მინერალური ფხვნილი	5.0	4.7	80
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.7	5.4	92
სულ	105.7	100.0	1700

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	16.9
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.2
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	2.5-6.0	3.3
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0
5	სიმკვრივის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	122
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	64
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 12	23
6	წყალმედვობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.91
7	წყალმედვობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.84
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.347
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.220
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.451
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.672

შერჩეულია II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის მოსაწყობად.



ნახ. 11. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 60-61 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ცხრილი 60

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	% მინერალური ნაწილის მასიდან	% ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 5-12 მმ.	41.0	38.8	659
ქვიშა	49.7	47.0	799
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	4.3	4.0	68
მინერალური ფხვნილი	5.0	4.7	80

ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.8	5.5	93
სულ	105.8	100.0	1700

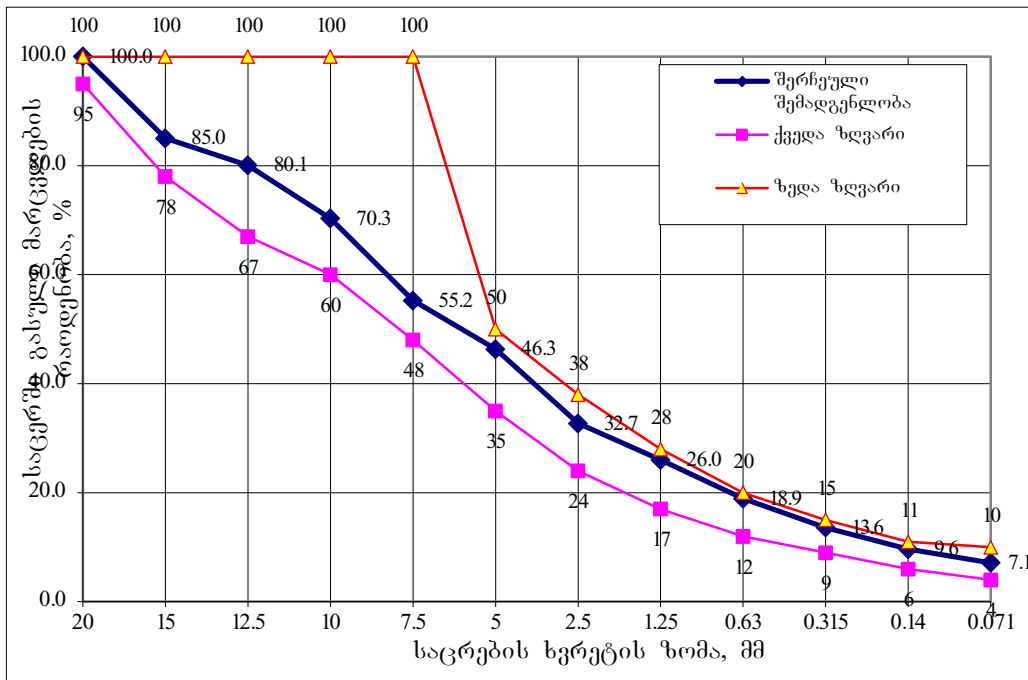
ცხრილი 61

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	17.3
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.5
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	2.5-6.0	3.0
4	გაჯირჯება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	125
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	61
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 12	21
6	წყალმდეგობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.90
7	წყალმდეგობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.85
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.337
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.209
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.48
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.672

შერჩეულია II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (12.5 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის ან ერთფენიანი საფარის მოსაწყობად.



ნახ. 12. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა ქვემოთ, 62-63 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ცხრილი 62

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

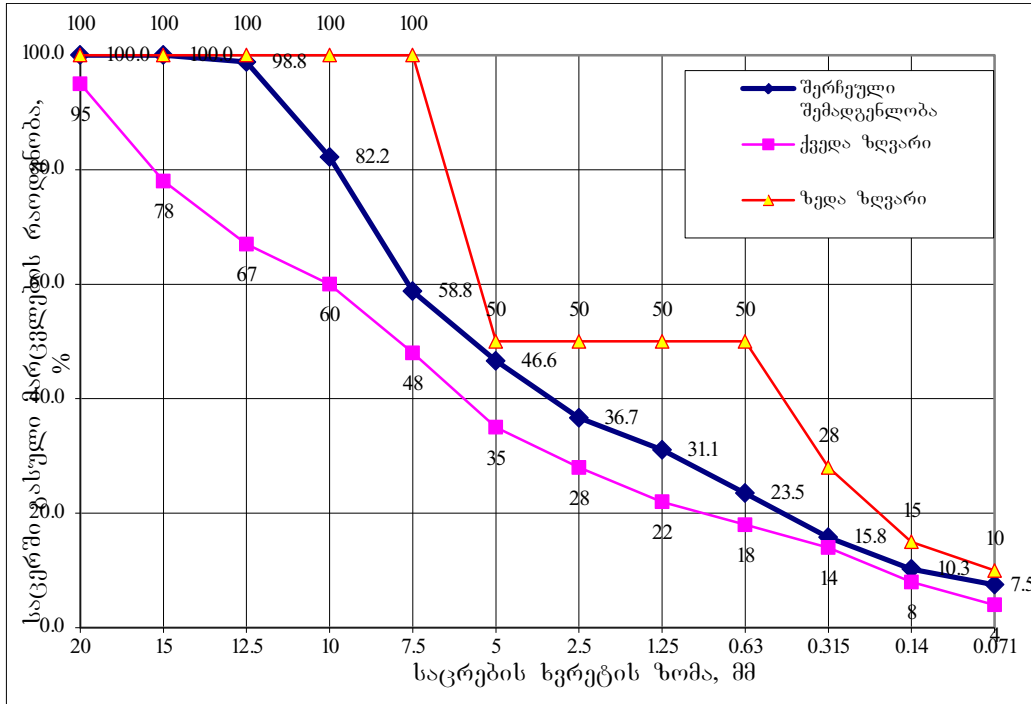
კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 15-20 მმ.	19.9	18.9	322
ღორღი ფრაქციით 5-12 მმ.	33.7	32.0	545
ქვიშა	38.4	36.4	619
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	3.5	3.3	56
მინერალური ფხვნილი	4.5	4.3	73
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.3	5.0	86
სულ	105.3	100.0	1700

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	16.4
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.5
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	3.0-7.0	3.2
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0.1
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	125
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	58
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 8	22
6	წყალმდეგობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.90
7	წყალმდეგობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.84
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.355
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.236
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.466
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.676

შერჩეულის II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის ან ერთფენიანი საფარის მოსაწყობად.



ნახ. 12. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 64-65 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ცხრილი 64

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

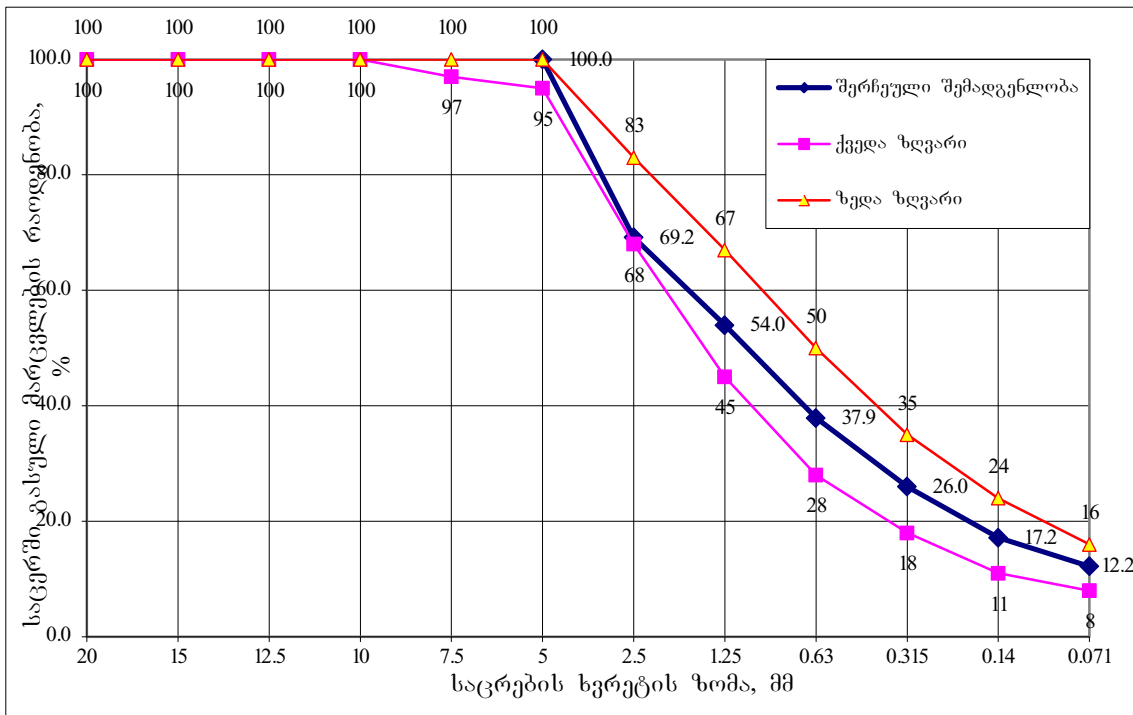
კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევაში
ღორღი ფრაქციით 5-12 მმ.	53.4	50.6	861
ქვიშა	37.7	35.7	607
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	1.4	1.3	23
მინერალური ფხვნილი	7.5	7.1	121
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.5	5.2	89
სულ	105.5	100.0	1700

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	17.0
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.8
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	3.0-7.0	3.6
4	გაჯირჯევა, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	120
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	55
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 8	21
6	წყალმდეგობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.93
7	წყალმდეგობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.85
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.345
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.223
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.463
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.679

შერჩეულია II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის მოსაწყობად.



ნახ. 14. ცხელი, ქვიშოვანი, მკვრივი, ტიპი „გ“ II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 66-67 მოცემულია ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი, ფორიანი, II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ქვედა ფენებისათვის.

ცხრილი 66

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ქვიშა	86.7	80.3	1364
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	7.3	6.8	115
მინერალური ფხვნილი	6.0	5.6	94
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	8.0	7.4	126
სულ	108.0	100.0	1700

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის
	მაჩვენებელი	სიდიდე	შედეგი
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	18-22	21.1
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.2
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	2.5-6.0	2.8
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0.1
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	≤ 130	118	–
	≥ 22	57	40
	≥ 14	20	11
6	წყალმედვობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.91
7	წყალმედვობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.86
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.272
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.104
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.372
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.665

შერჩეულის II მარკის, „გ“ ტიპის ცხელი, ქვიშოვანი (5 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის ან ტროტუარების მოსაწყობად.

2.2.7. მდინარე მტკვრის მასალების გამოცდის შედეგები და მათი გამოყენებით დაპროექტებული ასფალტბეტონის ნარეგების რეცეპტები

ასფალტბეტონის ნარეგებში გამოყენებული მასალების გამოცდის შედეგები

ჩვენს მიერ ჩატარდა ასფალტბეტონის ნარეგებში გამოყენებული მასალების ლაბორატორიული გამოცდა, მათი ფიზიკურ მექანიკური თვისებების დადგენის მიზნით. კერძოდ, ღორლის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8269.0-97 მოთხოვნების მიხედვით, ქვიშის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 8735-88 მოთხოვნების მიხედვით, მინერალური ფხვნილის გამოცდა და მარცვლოვანი შემადგენლობის დადგენა საქართველოში მოქმედი ГОСТ 12784-78 მოთხოვნების მიხედვით, ბიტუმის გამოცდა საქართველოში მოქმედი ნორმების მიხედვით. გამოცდის შედეგები მოცემულია ცხრილებში 68-73

ცხრილი 68

ღორლის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 5-12)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით		სიდიდე	გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი			
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	7,3
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	6,5
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	7,8
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2-3	2,5
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0.06
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	98
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³			2.70

9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		2.67
10	ფორიანობა, % მასიდან		1.11
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		0.8
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		1375
13	ტენიანობა, % მასიდან		0.2

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5	1.25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგები		100.0	99.3	79.7	46.6	3.1		

წარმოდგენილი ღორღი, რომელიც მიღებულია სოფ. აგარებთან მდებარე მდ.მტკვრის კარიერიდან აღებული ხრემოვანი მასალის დამტკრევით, არის 5-12 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრემი მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 69

ღორღის გამოცდის შედეგები (ფრაქცია 12-20)

#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით			გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე		
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %	<10	8,7
		მარკა	1000	1000
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		<25	6,7
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		10	10,8
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 10 ციკლის შემდეგ, %	2-3	2,4
		მარკა	F-200	F-200
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან		1	0.07
6	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან		0.25	0
7	დამტკრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან		80	96

8	ჭემმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³		2.70
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .		2.67
10	ფორიანობა, % მასიდან		1.11
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან		0.6
12	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³ .		1397
13	ტენიანობა, % მასიდან		0.2

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	40	20	15	12.5	10	7.5	5	2.5
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი	100.0	84.8	35.1	13.5	2.8			

წარმოდგენილი ღორღი, რომელიც მიღებულია სოფ. აგარებთან მდებარე მდ.მტკვრის კარიერიდან აღებული ხრეშოვანი მასალის დამტკვრევით, არის 10-30 მმ ფრაქციის. იგი აკმაყოფილებს გოსტ 8267-93 „ღორღი და ხრეში მთის მკვრივი ქანებისაგან სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 70

ქვიშის გამოცდის შედეგები (0-8)

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-IT		ფაქტიური სიდიდე
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	სიმსხოს მოდული	3.0-3.5	3.57
	ქვიშის ჯგუფი	მომატებული სიმსხოსი	მომატებული სიმსხოსი
	ქვიშის კლასი	II	II
2	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	0.0
3	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	20	13.0
4	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	3.2
5	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	65-75	77.2
6	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	10	1.3
7	თიხის კომტების შემცველობა, % მასიდან	2	0
8	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	–	1390
9	ჭემმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.68
10	ტენიანობა, % მასიდან	–	0.0

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100.0	87.0	55.4	37.3	19.8	8.8	2.8	1.5
გაცხავებული 5 მმ საცერში		100.0	63.7	42.9	22.8	10.1	3.2	1.7

წარმოდგენილი ქვიშა, რომელიც მიღებულია სოფ. აგარებთან მდებარე მდ.მტკვრის კარიერიდან აღებული ხრეშოვანი მასალის დამტკრევით, აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 „ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 71

ქვიშის გამოცდის შედეგები

#	მოთხოვნები გოსტ 8736-93-IT		ფაქტიური
	მაჩვენებლები	სიდიდე	სიდიდე
1	სიმსხოს მოდული	3.0-3.5	2,86
2	ქვიშის ჯგუფი	მომეტებული სიმსხოსი	მომეტებული სიმსხოსი
3	ქვიშის კლასი	II	II
4	10 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	5	0.0
5	5 მმ-ზე მსხვილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	20	8.6
6	0.14 მმ-ზე წვრილი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან	10	7.1
7	მთლიანი ნარჩენი #063 საცერზე, % მასიდან	65-75	53.0
8	მტკროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან	3	2.8
9	თიხის კოშტების შემცველობა, % მასიდან	0.5	0
10	ნაყარი სიმკვრივე, კგ/მ ³	–	1476
11	ჰუმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³	–	2.68
12	ტენიანობა, % მასიდან	–	2.0

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
წარმოდგენილი	100.0	91.4	68.9	58.1	43.0	19.4	6.5	3.8
გაცხავებული		100.0	75.4	63.6	47.0	21.2	7.1	4.2

წარმოდგენილი ქვიშა, რომელიც მიღებულია სოფ. აგარებთან მდებარე მდ.მტკვრის კარიერიდან აღებული ხრეშოვანი მასალიდან გამოცხავების შედეგად, აკმაყოფილებს გოსტ 8736-93 „ქვიშა სამშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

ცხრილი 72

მინერალური ფხვნილის გამოცდის შედეგები

#	moTxovnebi გოსტ 16557-78-iT		ფაქტიური
	მაჩვენებელი	სიდიდე	სიდიდე
1	მოცულობითი წონა (400კგ/სმ ² დატვირთვით დატკეპნისას)	–	2.02
2	ფორიანობა, % მოცულობიდან	35	26.3
3	ბიტუმტევადობის მაჩვენებელი, გ	65	25
4	მინერალური ფხვნილისა და ბიტუმისაგან დამზადებული ნიმუშების გაჯირჯევა, % მოცულობიდან	2.5	1.1
5	კუთრი წონა(ჭეშმარიტი სიმკვრივე), გ/სმ ³	–	2.74
6	ტენიანობა, % მასიდან	1	0.4

მარცვლოვანი შემადგენლობა

საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
საცერში გასული ნაწილაკების რაოდენობა, % მასიდან					
გამოცდის შედეგი	100.0	98.3	92.5	72.5	57.6

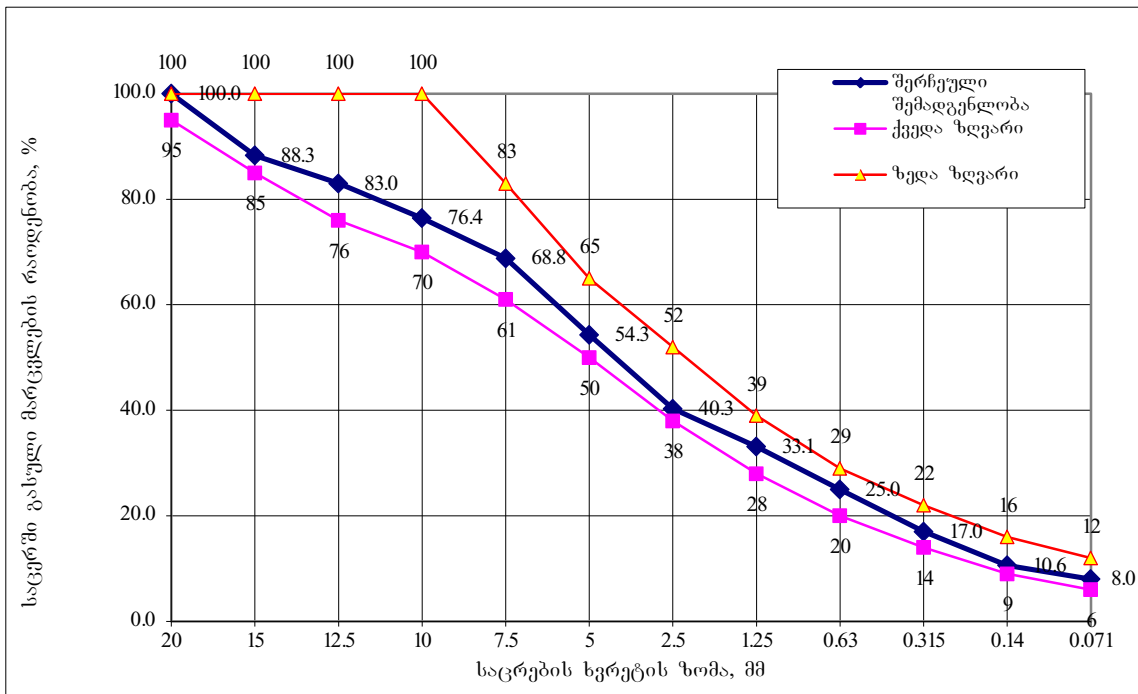
წარმოდგენილი მინერალური ფხვნილი აკმაყოფილებს გოსტ 16557-78 „მინერალური ფხვნილი ასფალტბეტონის ნარევებისათვის. ტექნიკური პირობები“-ს ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს, გარდა 0.071 მმ საცერში გასული მარცვლების რაოდენობისა, რაც გამოიწვევს ასფალტბეტონში მისის ხარჯის გადიდებას.

ბიტუმის ნიმუშის გამოცდის შედეგები

#	მაჩვენებლები		გამოცდის შედეგები	გამოცდის მეთოდები
1	ნემსის შეღწევის სირღმე (პენეტრაცია), 0,1 მმ	25°C t	55	ГОСТ 11501-78
		0°C t		
2	დარბილების ტემპერატურა (რგოლი და ბურთულით), 0C		52	ГОСТ 11506-78
3	ჭიმვალობა (დექტილება), სმ,	+25°C t	>100	ГОСТ 11505-75
		0°C t		
4	პენეტრაციის ინდექსი		-0,5	ГОСТ 22245-90

წარმოდგენილი ბიტუმის გამოცდის შედეგები აკმაყოფილებს გოსტ 22245-90 „ნავთობის საგზაო ბლანტი ბიტუმები. ტექნიკური პირობები“-ს БНД 40/60 მარკის ბიტუმის ზემოთ ჩამოთვლილი მაჩვენებლების მოთხოვნებს.

მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისა და მათი ნორმატიულ მნოთხოვნებთან, შესაბამისობის დადგენის შემდეგ, ჩვენს მიერ, განხორციელდა ქვის მასალის ოპტიმალური გრანულომეტრიული შემადგენლობის განსაზღვრა და ასფალტბეტონის რეცეპტის (დაპროექტებული შემადგენლობის) შემუშავება როგორც წრილმარცვლოვანი ასევე მსხვილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ნარეგებისთვის. შედეგები მოცემულია ცხრილებში 74-75 და ნახაზე 15.



ნახ. 15. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 1-2 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ცხრილი 74

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

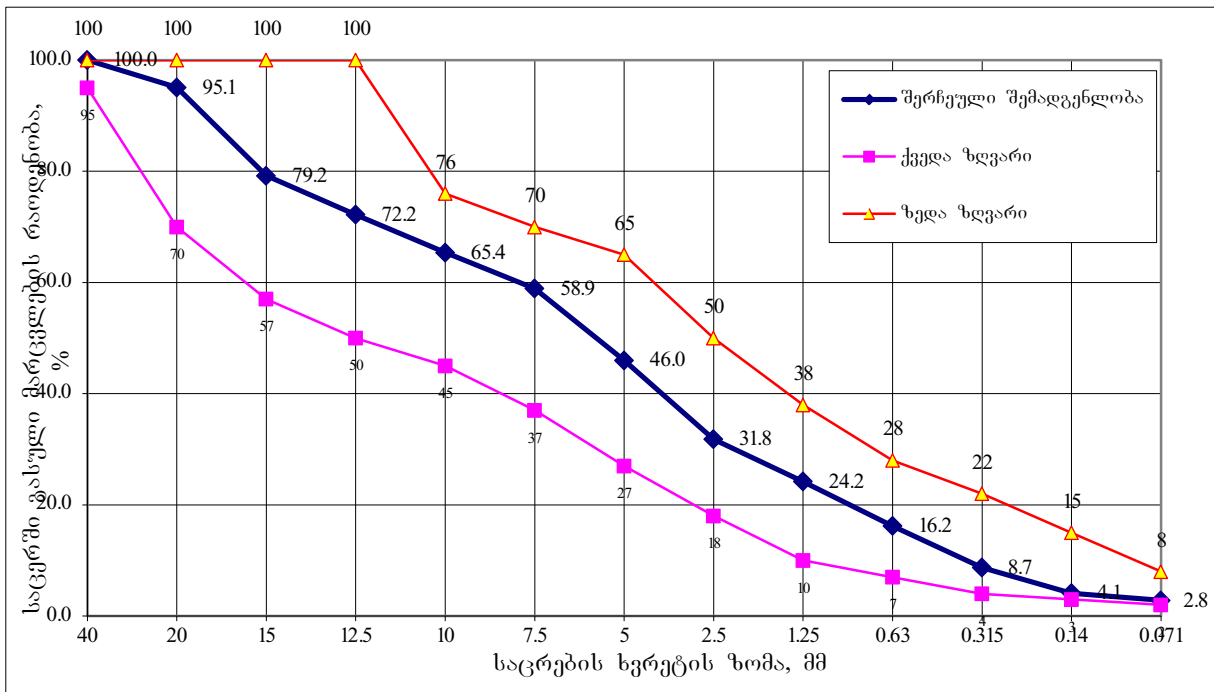
კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევაში
ღორღი ფრაქციით 10-20 მმ.	17.0	16.0	160
ღორღი ფრაქციით 5-10 მმ.	28.7	27.1	271
ქვიშა	41.2	38.9	389
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	1.1	1.0	10
მინერალური ფხვნილი	12.0	11.3	113
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	6.0	5.7	57
სულ	106.0	100.0	1000

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	17.5
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.2
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	2.5-6.0	2.7
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	125
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	54
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 12	19
6	წყალმედვობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.91
7	წყალმედვობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.83
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.352
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.219
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.455
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.690

შერჩეულია II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის მოსაწყობად.



ნახ. 16. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, ფორიანი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 76-77 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საფზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ცხრილი 76

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

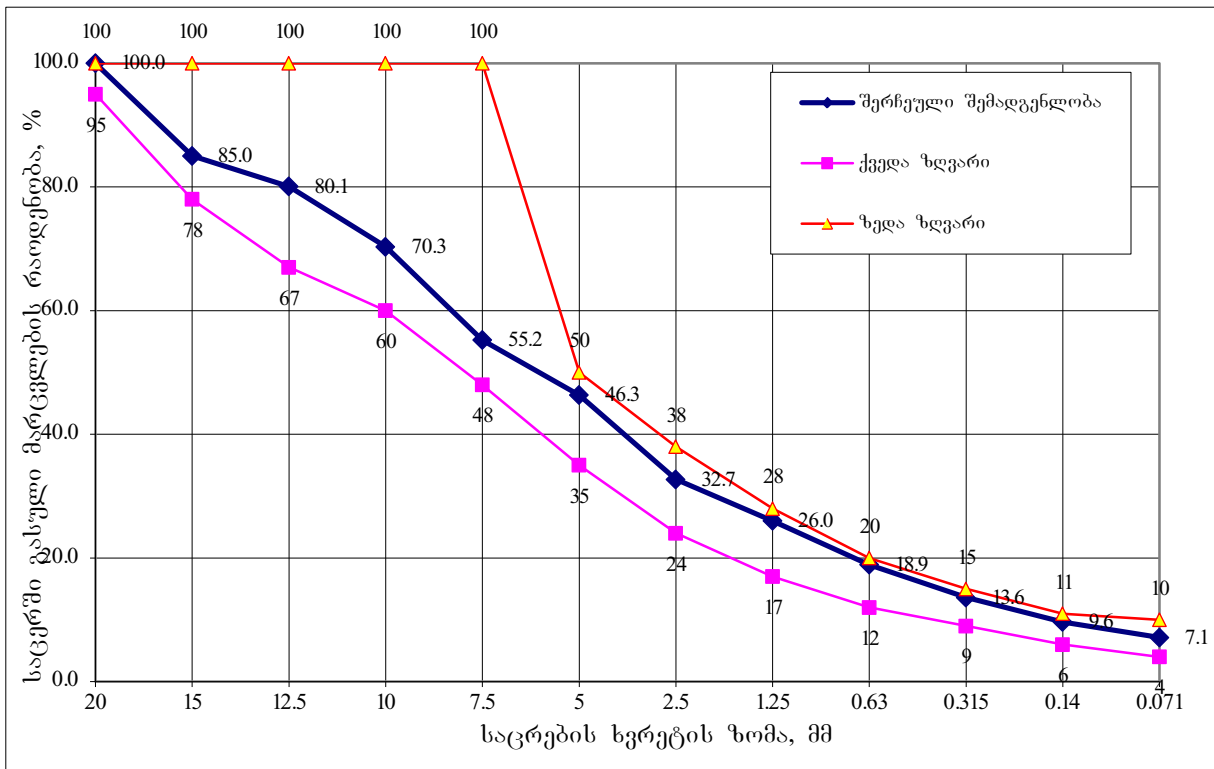
კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 20-25 მმ.	4.9	4.7	47
ღორღი ფრაქციით 10-20 მმ.	29.7	28.2	282
ღორღი ფრაქციით 5-10 მმ.	19.4	18.4	184
ქვიშა	41.9	39.8	398
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	1.1	1.0	10
მინერალური ფხვნილი	3.0	2.9	29
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.2	4.9	49
სულ	105.2	100.0	1000

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	≤ 23	19.7
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	7.0-12.0	8.4
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	≤ 12	7.0
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 2	0.1
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	–	–
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 15	36
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 5	12
6	წყალმედვეობის კოეფიციენტი	≥ 0.7	0.78
7	წყალმედვეობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.6	0.72
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.273
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.161
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.483
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.690

შერჩეულის II მარკის, ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), ფორიანი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ქვედა ფენის მოსაწყობად.



ნახ. 17. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა ქვემოთ, ცხრილებში 78-79 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ცხრილი 78

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

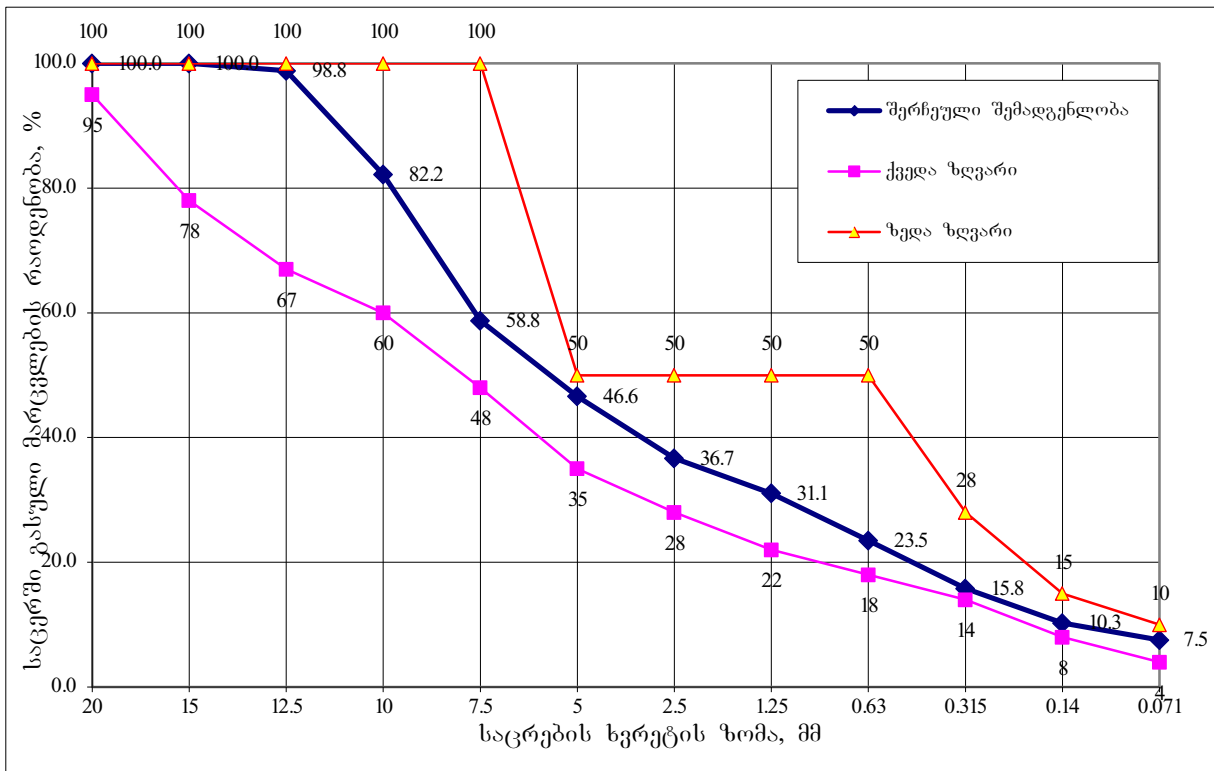
კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	% მინერალური ნაწილის მასიდან	% ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევში
ღორღი ფრაქციით 15-20 მმ.	19.9	18.9	322
ღორღი ფრაქციით 5-12 მმ.	33.7	32.0	545
ქვიშა	38.4	36.4	619
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	3.5	3.3	56
მინერალური ფხვნილი	4.5	4.3	73
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.3	5.0	86
სულ	105.3	100.0	1700

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	16.4
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.5
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	3.0-7.0	3.2
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0.1
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	125
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	58
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 8	22
6	წყალმედვობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.90
7	წყალმედვობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.84
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.355
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.236
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.466
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.676

შერჩეულის II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის ან ერთფენიანი საფარის მოსაწყობად.



ნახ. 18. ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 80-81 მოცემულია ცხელი, წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი „ბ“ ტიპის II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენებისათვის.

ცხრილი 80

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

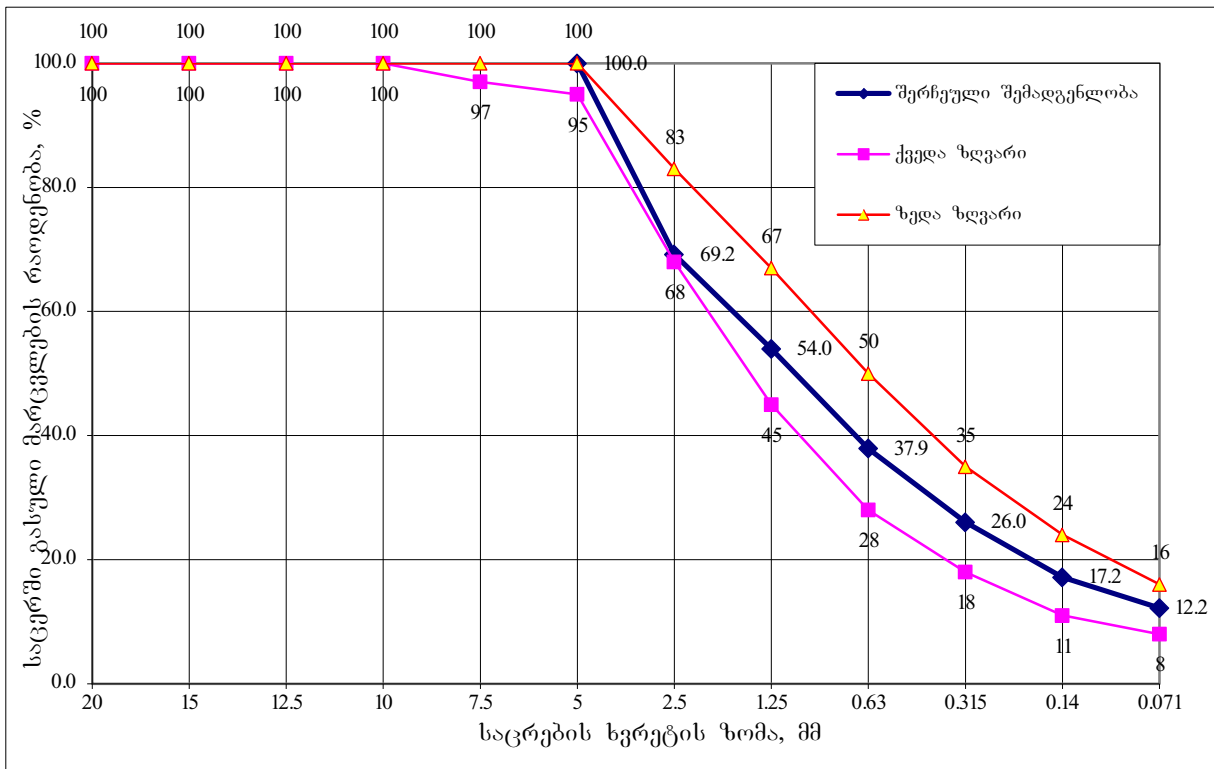
კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევაში
ღორღი ფრაქციით 5-12 მმ.	53.4	50.6	861
ქვიშა	37.7	35.7	607
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	1.4	1.3	23
მინერალური ფხვნილი	7.5	7.1	121
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	5.5	5.2	89
სულ	105.5	100.0	1700

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი	სიდიდე	
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	15-19	17.0
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.8
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	3.0-7.0	3.6
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	• 0°C ტემპერატურაზე	≤ 130	120
	• +20°C ტემპერატურაზე	≥ 22	55
	• +50°C ტემპერატურაზე	≥ 8	21
6	წყალმედვობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.93
7	წყალმედვობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.85
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.345
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.223
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.463
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.679

შერჩეულია II მარკის, „ბ“ ტიპის ცხელი, წვრილმარცვლოვანი (20 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის მოსაწყობად.



ნახ. 19. ცხელი, ქვიშოვანი, მკვრივი, ტიპი „გ“ II მარკის ასფალტბეტონის ნარევისათვის მინერალური ნაწილის გრანულომეტრიული (მარცვლოვანი) შემადგენლობა

ქვემოთ, ცხრილებში 82-83 მოცემულია ცხელი, მსხვილმარცვლოვანი, ფორიანი, II მარკის ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, საგზაო სამოსის ასფალტბეტონის საფარის ქვედა ფენებისათვის.

ცხრილი 82

ასფალტბეტონის ნარევის შემადგენლობა

კომპონენტების დასახელება	შემადგენლობა		
	%, მინერალური ნაწილის მასიდან	%, ასფალტბეტონის ნარევის მასიდან	წონა 1700 კგ. ერთ ანარევაში
ქვიშა	86.7	80.3	1364
ქვის მტვერი (მტვერდამჭერიდან)	7.3	6.8	115
მინერალური ფხვნილი	6.0	5.6	94
ბიტუმი მარკით „БНД 60/90“	8.0	7.4	126
სულ	108.0	100.0	1700

ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

#	მოთხოვნები გოსტ 9128-84-ით		გამოცდის
	მაჩვენებელი	სიდიდე	შედეგი
1	მინერალური ნაწილის ფორიანობა, % მოცულობიდან	18-22	21.1
2	ნაჩენი ფორიანობა, % მოცულობიდან	3.0-7.0	4.2
3	წყალგაჯერება, % მოცულობიდან	2.5-6.0	2.8
4	გაჯირჯვება, % მოცულობიდან	≤ 1.5	0.1
5	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, კგ.ძ/სმ ²		
	≤ 130	118	–
	≥ 22	57	40
	≥ 14	20	11
6	წყალმდეგობის კოეფიციენტი	≥ 0.8	0.91
7	წყალმდეგობის კოეფიციენტი ხანგრძლივი წყალგაჯერებისას	≥ 0.7	0.86
8	ბიტუმის შეჭიდულობა მინერალურ ნაწილთან	მდგრადი	მდგრადი

- ასფალტბეტონის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.272
- მინერალური ნაწილის საშუალო სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.104
- ასფალტბეტონის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.372
- მინერალური ნაწილის ჭეშმარიტი სიმკვრივე (გ/სმ³) -2.665

შერჩეულის II მარკის, „გ“ ტიპის ცხელი, ქვიშოვანი (5 მმ-მდე), მკვრივი ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნეს საავტომობილო გზის საფარის ზედა ფენის ან ტროტუარების მოსაწყობად.

2.3. ქვიშა-ხრეშოვანი კარიერების კვლევა

ჩვენს მიერ ჩატარდა მთის კარიერებიდან აღებული ქვის ნიმუშების დამსხვრევის შედეგად მიღებული ღორღის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული გამოცდა, მიღებული შედეგები მოცემულია ქვემოთ და ცხრილში

კარიერი - „გოხნარი 1“

- სიმტკიცის მარკა მსხვრევაზე - „800“
- კუთრი წონა - 2.89 გ/სმ³
- მოცულობითი წონა - 2.68 გ/სმ³
- ფორიანობა - 7.3 %
- ბიტუმთან კრობადობა - არადამაკმაყოფილებელი

კარიერი - „გოხნარი 2“

- სიმტკიცის მარკა მსხვრევაზე - „600“
- კუთრი წონა - 2.82 გ/სმ³
- მოცულობითი წონა - 2.56 გ/სმ³
- ფორიანობა - 9.2 %
- ბიტუმთან კრობადობა - არადამაკმაყოფილებელი

კარიერი - „ბეშთაშენი“

- სიმტკიცის მარკა მსხვრევაზე - „800“
- კუთრი წონა - 2.87 გ/სმ³
- მოცულობითი წონა - 2.68 გ/სმ³
- ფორიანობა - 6.3 %
- ბიტუმთან კრობადობა - არადამაკმაყოფილებელი

ამჟამად მიმდინარეობს გამოცდები ყინვამედეგობაზე.

ასევე ბიტუმთან კრობადობის გაუმჯობესების მიზნით ტარდება გამოცდები სხვადასხვა სახის ადგეზიური დანამატის (А3МОЛ ВП-3 და სხვა) გამოყენებით. კვლევის შედეგები ასახული იქნება სადისერტაციო ნაშრომში.

ცხრილი 84

ქვის ნიმუშების დამსხვრევის შედეგად მიღებული ღორღის გამოცდის შედეგები

#	კარიერის დასახელება	სიმტკიცის მარკა მსხვრევაზე	კუთრი წონა, გ/სმ ³	მოცულობითი წონა, გ/სმ ³	ფორიანობა, %	ბიტუმთან კრობადობა
1	„გოხნარი 1“	800	2.89	2.68	7.3	არადამ.
2	„გოხნარი 2“	600	2.82	2.56	9.2	არადამ.
3	„ბეშთაშენი“	800	2.87	2.68	6.3	არადამ.

2.4. სოფელ ნასაკირალში ქვიშა-ღორღის პოტენციური კარიერის კვლევა

ჩემს მიერ მოძიებული იქნება სოფელ ნასაკირალში საგზაო მშენებლობისთვის ვარგისი ქვის მასალის საკმაოდ დიდი სიმძლავრის პოტენციური კარიერი.

ნასაკირალი მდებარეობს კოლხეთის დაბლობის ქვემო წელში მდინარე სუფსის მარცხენა სანაპიროზე, ზღვის დონიდან 105 მეტრზე, ოზურგეთიდან 5 კილომეტრში. არსებობს გადმოცემა რომ ამ ტერიტორიებზე მოიპოვებოდა კირი და აქედან წარმოიშვა დასახელება ნასაკირალი. [33]

გადმოტანილი იქნა საკმაოდ მოცულობის ქვის ნიმუშები მოხდა მათი დახარისხება, დაჯგუფება და სინჯების მომზადება.[34]

გამოცდა ჩატარდა შპს „საქართველოს გზათა სამეცნიერო-კვლევითი და საწარმოო-ტექნოლოგიური კომპლექსური ინსტიტუტი „საქგზამეცნიერება“-ის აკრედიტირებულ ლაბორატორიაში. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში 85.

კვლევის შედეგებით გაირკვა რომ ღორღის სიმტკიცის მარკამ მსხვრევადობაზე შეადგინა „1200“, რაც საკმაოდ კარგი მაჩვენებელია. [35]

ყინვამედეგობა გამოიცადა დაჩქარებული მეთოდით გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში. შედეგების მიხედვით ღორღი მიეკუთვნება F100 მარკას. მასალა გამოიცადა ასევე ბიტუმთან შეჭიდულობაზე, რომელიც ბუნებრივ პირობებში არ იყო საკმარისად კარგი, რის გამოც გამოვიყენეთ ადგეზიური დანამატი „აზმოლ ბჰ-3“, რომელმაც კარგი შედეგი მოგვცა და მიკვრის ხარისხი გაუმჯობესდა.[36]

ამ ეტაპზე კვლევები გრძელდება შემდეგი მიმართულებით:

- მასალის ბიტუმთან კრობადობის ამაღლების მიზნით, შერჩეული იქნება დანამატი ადგეზიური თვისებების ასამაღლებლად, რაც შესაძლებლობას მოგვცემს, წარმატებით გამოვიყენოთ მასალა ასფალტბეტონის ნარეგების დასამზადებლად;

- ყინვამედეგობის დაზუსტებისა და მისი ამაღლების მეთოდების შემუშავების კუთხით, შედეგად დადგენილი იქნება მასალის გამოყენების რეგიონები.

- დადგენილი იქნება კარიერის სიმძლავე.

- დაზუსტებული იქნება მასალის გამოყენების სფეროს ყველა მიმართულება.

ღორღის (ხრეშის) გამოცდის შედეგები

გამოცდის მეთოდები: ГОСТ 8269.0-97								
#	მოთხოვნები გოსტ 8267-93-ით							გამოცდის შედეგი
	მაჩვენებელი				სიდიდე			
1	სიმტკიცის მარკა მსხვრევადობაზე	მასის დანაკარგი მსხვრევაზე გამოცდისას, %			<10			8.9
		მარკა			1000			1200
2	ფირფიტოვანი და ნემსისებრი მარცვლების შემცველობა, % მასიდან				<25			2
3	სუსტი ქანების მარცვლების შემცველობა, % მასიდან				<10			4
4	ყინვაგამძლეობა	მასის დანაკარგი გოგირდმჟავა-ნატრიუმის ხსნარში გამოცდის 15 ციკლის შემდეგ, %			2-3			4.8
		მარკა			F200			F100
5	მტვროვანი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობა, % მასიდან				<1.0			0.1
6	თიხის კომპეტების შემცველობა, % მასიდან				<0.25			0
7	დამტვრეული მარცვლების შემცველობა, % მასიდან				>80			100
8	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ ³				-			2.69
9	საშუალო სიმკვრივე (მარცვლების მოცულობითი წონა), გ/სმ ³ .				-			2.65
10	ფორიანობა, % მასიდან				-			1.5
11	წყალშთანთქმა, % მასიდან				-			0.3
12	ბიტუმთან შეჭიდულობა ბუნებრივ მდგომარეობაში				-			საშუალო
13	ბიტუმთან შეჭიდულობა ადგეზიური დანამატების გამოყენებით							კარგი
14	ტენიანობა, % მასიდან				-			0.1=2
მარცვლოვანი შემადგენლობა								
საცრის ხვრეტის ზომა, მმ	80	40	20	15	10	5	2.5	1,25
საცერში გასული მარცვლების რაოდენობა, % მასიდან								
გამოცდის შედეგი			100.0	56.4	0			



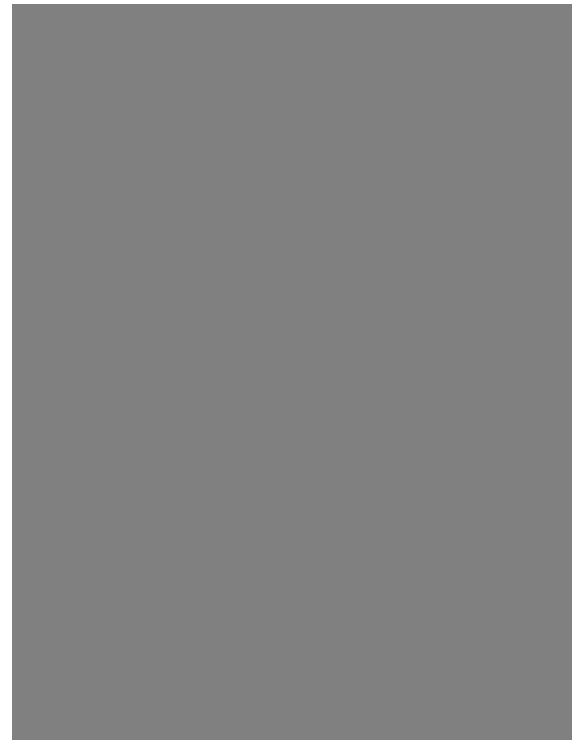
ა. სოფელ ნასაკირალიდან ჩამოტანილი მასალა



ბ. ლაბორატორიული კვლევა ყინვამედეგობაზე



გ. ლაბორატორიული კვლევა ბიტუმთან შეჭიდულობაზე



ნახ. 20. ლაბორატორიული კვლევა

2.5. ბაზალტის ბოჭკოვანი მასალების კვლევა, მათი საგზაო

მშენებლობაში გამოყენების მიზნით

2.5.1. ბაზალტის ტექსტილური ბოჭკოების წარმოების ნედლეული, მისი ტექნიკური მახასიათებლები

ბაზალტის ტექსტილური, ეკოლოგიურად სუფთა ბოჭკოს ნედლეულად გამოიყენება ბაზალტის სამთო ქანების დაქუცმაცემული მასა.

ბაზალტის ქანები, რომელთაც გააჩნიათ ქიმიური და ფიზიკური ბუნებრივად მაღალი მედეგობა, წარმოადგენს ნედლეულს, რომელთა პირველადი დნობა, ჰომოგენიზაცია, შემადგენლობა, გამდიდრება განხორციელებულია ბუნებრივი ვულკანური პროცესებით. ბაზალტების კაჟმის შერჩევის და პირველადი დნობის ძირითადი ენერგოდანახარჯები შესრულებულია ბუნების მიერ. [37]

ამდენად, მინის ბოჭკოს წარმოებისგან განსხვავებით, სწორად შერჩეული ბაზალტის ქანები უწყვეტი ბოჭკოს წარმოებისათვის გამოსაყენებელი მზა ბუნებრივი ნედლეულია და მის ბაზაზე ტექსტილური ბოჭკოს მიღება განეკუთვნება მწვანე ტექნოლოგიას, რომელიც წარმოადგენს ქვის დნობის მხოლოდ ფიზიკურ პროცესს.

მიუხედავად დედამიწის ქერქში ბაზალტოიდების ფართოდ გავრცელებისა (დედამიწის ქერქში ბაზალტის მასური წილი აღემატება 30 %-ს), ყველა საბადო არ გამოიყენება უწყვეტი ბოჭკოს ფორმირებისათვის. დიდი მნიშვნელობა აქვს დედამიწის ქერქში ბაზალტური ქანების განლაგების სიღრმეს, საბადოს გეოლოგიურ მახასიათებლებს, ბაზალტების დნობის და ნადნობთა პარამეტრებს, პირველადი ბოჭკოს გამოწევის უნარს, ბოჭკოს ხარისხს და სხვა.

საბადოს ადგილმდებარეობის მიხედვით საგრძნობლად იცვლება ბაზალტების ქიმიური შემადგენლობა და ფიზიკო-მექანიკური თვისებები. სიმტკიცის, ქიმიური და თერმული მდგრადობის, თბო და ელექტროსაიზოლაციო თვისებების მოთხოვნადი მახასიათებლების მქონე ბოჭკოების წარმოებისათვის საჭიროა შესაბამისი ქიმიური შემადგენლობის და ფორმირებადობის უნარის მქონე ბაზალტის ქანების გამოყენება.

ადგილმდებარეობის მიხედვითვე იცვლება აგრეთვე ქანების ტექსტურა. ძირითადად გვხვდება მკვრივი, მასიური, წვრილფოროვანი და მსხვილფოროვანი ბაზალტები. შედგენილობისა და ტექსტურის მიხედვით ძირითადად გვხვდება რუხი, მუქი რუხი, მოლურჯო და შავი ფერის ბაზალტები, რიგ შემთხვევაში სხვადასხვა ფერის ჩანართებით. სხვადასხვა საბადოს ბაზალტების ფიზიკო-მექანიკური თვისებებიც მკვეთრად განსხვავებულია და დამოკიდებულია როგორც მათ ქიმიურ და სტრუქტურულ შემადგენლობაზე, ასევე ქანების ფორიანობაზე.

წარმოშობის მიხედვით ბაზალტის ქანების ტექნიკური მახასიათებლები იცვლებიან შემდეგ ფარგლებში:

- სიმკვრივე 2520 - 2970 კგ/მ³;
- ფოროვანობის კოეფიციენტი 0,6 - 19%;
- წყალშთანთქმა 0,15 - 10,2%;
- სიმტკიცე კუმშვაზე 60 - 400 მპა;
- დნობის ტემპერატურა 1100 - 1450 °C;
- ხვედრითი სითბოტევადობა 0,5 – 2,1 ჯოული/კგ*K;
- იუნგის მოდული 6,2 - 11,3*10⁴ მპა;
- წანაცვლების მოდული 2,7 - 3,46*10² მპა;
- თბოგადაცემის კოეფიციენტი

ამ მახასიათებლებიდან გამომდინარე, სხვა მინერალებთან შედარებით, ბაზალტის გამოყენებას სხვადასხვა სფეროში მნიშვნელოვანი უპირატესობები აქვს შემდეგი მახასიათებლების გამო:

- ხმაურშთანთქმის მაღალი უნარი;
- მედეგობა სხვადასხვა აგრესიული გარემოში;
- მედეგობა მაღალი ტემპერატურების და ტემპერატურების მკვეთრი ცვლილებების მიმართ;
- ეკოლოგიური უსაფრთხოება;
- მაღალი სიმტკიცე;
- კარგი თბოსაიზოლაციო მახასიათებლები;

- მაღალი დიელექტრიკული მახასიათებლები;
- ნაკეთობათა ექსპლუატაციის ხანგრძლივი პერიოდი და სხვა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის საშენ მასალათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მინის ლაბორატორიის ნაშრომების საფუძველზე, საქართველოს გეოლოგიის დეპარტამენტის მიერ ბაზალტის უწყვეტი ბოჭკოს წარმოებისათვის რეკომენდებული ბაზალტის ღორღის ქიმიური შემადგენლობა მოცემულია ცხრილში #9

ცხრილი 86

ბაზალტის უწყვეტი ბოჭკოს წარმოებისათვის რეკომენდებული ბაზალტის ღორღის ქიმიური შემადგენლობა

კომპონენტი	ფორმულა	მასური წილი - %
სილიციუმის ოქსიდი	SiO ₂	47,5 – 52,5
ალუმინის ოქსიდი	Al ₂ O ₃	14,0 – 18,0
რკინის ოქსიდი	FeO; Fe ₂ O ₃	7,0 – 13,0
კალციუმის ოქსიდი	CaO	8,0 – 11,0
მაგნიუმის ოქსიდი	MgO	3,5 – 8,0
ნატრიუმის და კალიუმის ოქსიდები	Na ₂ O; K ₂ O	2,5 – 6,0
ტიტანის ოქსიდი	TiO ₂	0,2 – 2,0
მანგანუმის ოქსიდი	MnO	≤ 0,2
გოგირდის ოქსიდი	SO ₃	≤ 0,2

მარნეულის ბაზალტის პარამეტრები სავსებით აკმაყოფილებს ტექსტილური ბოჭკოს გამომუშავებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს, რაც საშუალებას იძლევა ბოჭკოს ფორმირების პროცესი წარიმართოს მაღალი სტაბილურობით, წყვეტის

გარეშე, ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში, რაც ერთერთი აუცილებელი პირობა ნალღობის სიბლანტის ცვლილებით ელემენტარული ბოჭკოს დიამეტრის სარეგულირებლად.[38]

მარნეულის ბაზალტისგან მიღებულ ელემენტარულ ბოჭკოებს ახასიათებთ მაღალი ფიზიკო-მექანიკური მაჩვენებლები: თერმოდგრადობა, სიმტკიცე წყვეტაზე, დრეკადობის მოდული, ტუტემდეგობა, რაც მკვეთრად გამოარჩევს მას ტრადიციული ალუმობოროსილიკატური E-მინის ბოჭკოსაგან.

2.5.2. ბაზალტის ბოჭკოს წარმოების განვითარების ისტორია საქართველოში

საქართველოში, ბაზალტის სამთო ქანების საფუძველზე ტექსტილური ბოჭკოს მიღების კვლევებს და წარმოებას მდიდარი ისტორია გააჩნია.

როგორც ცნობილია, ბაზალტის ტექსტილური, ეკოლოგიურად სუფთა ბოჭკოს ნედლეულად გამოიყენება ბაზალტის სამთო ქანების დაქუცმაცემული მასა.

ბაზალტის ქანებში სილიციუმის დიოქსიდის ბუნებრივად მაღალმა შემცველობამ, ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლების უნიკალურმა ერთობლიობამ და ბუნების მიერ უკვე განხორციელებულმა პირველადი დნობისა და ჰომოგენიზაციის პროცესმა, მეოცე საუკუნის შუაწლებში ინიცირება გაუკეთა ბაზალტის სამთო ქანებიდან სხვადასხვა დანიშნულების მინერალური ბოჭკოს მიღებას.

საწყისი კვლევითი სამუშაოები და კვლევების სამომავლო მიმართულებები განხორციელებული იყო გასული საუკუნის ორმოცდაათიან წლებში პროფ. კ. ქუთათელაძის და ქ.მ.კ. ე. ვასერმანის მიერ. ეს განაპირობა როგორც გეოლოგიურად შესწავლილი ბაზალტის საბადოების მრავალფეროვნებამ საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, ასევე მინის ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიის დარგებში შესაბამისი კვალიფიკაციის მქონე სამეცნიერო კადრების არსებობამ.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის საშენი მასალების სამეცნიერო - კვლევითი ინსტიტუტის მინის და საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრის ლაბორატორიებში საწყისმა კვლევებმა აჩვენა

ბაზალტის ქვისგან ტექსტილური ბოჭკოს მიღების შესაძლებლობა. კვლევების გაგრძელების მიზნით 60-იან წლებში დაიწყო საქართველოს ბაზალტების ინტენსიური შესწავლა მათი მინერალური ბოჭკოს წარმოებაში გამოყენების თვალსაზრისით.

პროექტს ხელმძღვანელობდა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრის გამგე, სილიკატების დარგის სამეცნიერო სკოლის ფუძემდებელი საქართველოში, პროფესორი კ. ქუთათელაძე.

წარმატებული აღმოჩენის შესახებ 1963 წელს გამოქვეყნდა პირველი ნაშრომების ციკლი. კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ საქართველოში არსებული ბაზალტის ქანები წარმოადგენენ კომპლექსური შემადგენლობის მზა კაზმებს, რომელებიც გაღობით, ყოველგვარი კორექტირების გარეშე (მონოკაზმი), გადადის მინისებურ მდგომარეობაში და იძლევა ბოჭკოს წარმოებისათვის საჭირო ხარისხოვან მასას.

1960-1968 წლებში „საქსაშენმასალები“-ს მინის ლაბორატორიის მეცნიერ თანამშრომელების მიერ (რ.ვერულაშვილი, ლ.ხართიშვილი, ლ.გაბუნია, ნ.გაბუნია, ი.ქამუშაძე, ქ. კველია, ვ. მაისურაძე, ც.ნაფეტვარიძე,) ჩატარდა ჭიათურის (პერევი) და ახალციხის ბაზალტების კვლევა, რის შედეგადაც გამოვლინდა მინერალური ბოჭკოს წარმოებისათვის მათი უპირატესობები მინის ტრადიციულ შემადგენლობებთან შედარებით.

ინფორმაცია ბაზალტის სხვადასხვა საბადოებზე წარმატებით ჩატარებული კვლევის შედეგებზე, დაწყებული 1963 წლიდან, მოცემულია საქართველოს საშენ მასალათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მინის ლაბორატორიის ნაშრომების ციკლში (იხ. ფოტო 1 და 2), ლაბორატორიის ანგარიშებში, პატენტებში და მკვლევართა სამეცნიერო პუბლიკაციებში.

ყოველივე ამის გათვალისწინებით ჭიათურის (პერევის), ახალციხის, ჯავახეთის და მარნეულის ბაზალტები შესწავლილ იქნა ბოჭკოვანი მასალის მიღების მიზნით. დადგინდა, რომ თავისი ქიმიური, მინერალოგიური შემადგენლობით და ტექნოლოგიური პარამეტრებით ისინი აკმაყოფილებენ უწყვეტი ბოჭკოს

წარმოებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს და მათი გამოყენება შეიძლება მონოკაზმის სახით. [39]

ნახევრად საწარმოო პირობებში ადგილობრივი ნედლეულიდან მიღებული იქნა ბაზალტის უწყვეტი ბოჭკოს პირველი ნიმუშები. მიღებული ნიმუშების ქიმიური მედეგობის და ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლების საფუძველზე დადგინდა მათი გამოყენების შესაძლებლობა ბოჭკოს წარმოებაში.

მინერალური ბოჭკოს საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის უკრაინის ფილიალის ნახევრად საქარხნო პირობებში პერევის ბაზალტისგან მიღებულ იქნა უწყვეტი ბოჭკო და მისგან მოიქსოვა ტექნიკური ქსოვილი.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ბაზალტის ტექსტილური ბოჭკო, თავისი ბუნებრივი თვისებებით ბეტონის აგრესიულ, ალკალურ გარემოში კარგ მედეგობას ამჟღავნებს, იგი თავიდანვე იყო განსაზღვრული ბეტონის საარმირე მასალად და პირველი ბაზალტის ტექსტილური ბოჭკოს ბაზაზე ქ. პოლოცკის საშენ მასალათა კომბინატის საქარხნო პირობებში, პერევის ბაზალტისგან მიღებული უწყვეტი ბოჭკოსგან დამზადდა ბაზალტის არმატურის პირველი საცდელი ნიმუშები. ამ საცდელი ნიმუშების ფიზიკო-მექანიკური პარამეტრები არ ჩამოუვარდებოდა ლითონური არმატურის მაჩვენებლებს.

ცხრილში 87 ნაჩვენებია აგრესიული ხსნარების ზემოქმედების შედეგად მინის, კვარცის და ბაზალტის ბოჭკოების გაჭიმვაზე სიმტკიცეთა დაქვეითების შედარება

ცხრილი 87

აგრესიული ხსნარების ზემოქმედების შედეგად მინის, კვარცის და ბაზალტის ბოჭკოების გაჭიმვაზე სიმტკიცეთა დაქვეითების შედარება

მინა ბოჭკო	აგრესიული ხსნარის ზემოქმედების ხანგრძლიობა, თვე.	Ca(OH) ₂ ნაჯერი ხსნარის ზემოქმედების შედეგად		პორტლანდცემენტის თხევადი ფაზის ზემოქმედების შედეგად	
		სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე MPa	გაჭიმვაზე სიმტკიცის ზღვარის დაქვეითება, %	სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე MPa	გაჭიმვაზე სიმტკიცის ზღვარის დაქვეითება, %
უტუტო	- 6	18,77 7,74	- 58,6	18,77 59,8	- 68,1

	12	0,44	97,7	1,44	92,3
ტუტოვანი	-	6,38	-	6,38	-
	6	1,62	74,1	1,25	80,3
	12	1,10	82,8	0,86	86,5
კვარცის	-	18,37	-	18,37	-
	6	13,59	25,7	11,92	35,2
	12	9,41	48,8	10,64	40,0
ბაზალტის	-	28,15	-	28,15	-
	6	22,63	19,3	20,35	28,1
	12	14,65	48,1	13,32	52,6
ცირკონიუ- მიანი	-	22,97	-	22,97	-
	6	22,71	0,9	22,28	2,5
	12	10,87	52,6	12,25	46,6

როგორც 85-ე ცხრილიდან ჩანს, ყველა გამოცდილი ბოჭკო, მისი ქიმიური შემადგენლობისგან დამოუკიდებლად, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ნაჯერი ხსნარის და პორტლანდცემენტის თხევადი ფაზის ზემოქმედების შედეგად, მეტად თუ ნაკლებად კარგავენ სიმტკიცეს. მინებთან შედარებით, გაცილებით მტკიცენი არიან კვარცის, ცირკონიუმიანი მინის და ბაზალტის ბოჭკოები.

მარნეულის ბაზალტის მინის პარამეტრებმა სავსებით დააკმაყოფილა ტექსტილური ბიჭკოს გამომუშავებისადმი წაყენებული მოთხოვნები, რაც საშუალებას იძლევა ბოჭკოს ფორმირების პროცესი წარმართოს მაღალი სტაბილურობით, წყვეტის გარეშე, ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში. დადგინდა, რომ მარნეულის ბაზალტის გამოყენების შემთხვევაში პლატინა - როდიუმის ფილერული მკვებავების ექსპლუატაციის ხანგრძლივობა ორჯერ გაიზარდა უკრაინაში მომქმედი ბაზალტის საბადოების გამოყენებასთან შედარებით.

ქართული ბაზალტის მადნის ნედლეულით ბაზალტის ტექსტილური ბოჭკოს წარმოების პირველი ტექნოლოგიური ხაზი ამოქმედდა უკრაინაში (ქ.ბუჩა) 1985 წელს. საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდგომ საქართველოში დამოუკიდებლად გაგრძელდა ბაზალტის ტექსტილური ბოჭკოს წარმოების ტექნოლოგიის განვითარება.

გასული საუკუნის ოთხმოციანი წლების ბოლოს დაიწყო ბაზალტის ტექსტილური ბოჭკოს წარმოების და ტექნოლოგიის დაბრუნება უკრაინიდან

საქართველოში. 1998 წელს, გამოცდილი ტექნოლოგის და მეწარმის, საქართველოს ტექნიკური აკადემიის საპატიო წევრის გიორგი გოგოლაძის და ქიმიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორის პაატა გოგოლაძის ინიციატივით, ქ. რუსთავში, მარნეულის ბაზალტისთვის შემუშავებული უწყვეტი ბოჭკოს წარმოების ტექნიკური დოკუმენტაციის საფუძველზე, გამართული იქნა ბაზალტის უწყვეტი (ტექსტილური) ბოჭკოს წარმოების ტექნოლოგიური ხაზი. იმავე წელს საწარმოს მიერ გამოშვებული იქნა საბაზრო პროდუქციის პირველი პარტია. [40]

90-იანი წლებიდან მოყოლებული კომპანიის საინჟინრო პერსონალის მიერ ტექნოლოგიაში ახალი ინოვაციების და პრინციპიალურად ახალი მოწყობილობების ჩართვით განხორციელდა არსებული ტექნოლოგიების მნიშვნელოვანი განვითარება. ყოველივე ამან მნიშვნელოვნად გაზარდა უწყვეტი ტექსტილური ბოჭკოს ხარისხობრივი მაჩვენებლები, 2,5-ჯერ შეამცირა პროდუქციის თვითღირებულება და ახალი იმპულსი მისცა როგორც ბაზალტის ტექსტილური ბოჭკოების წარმოების შემდგომ განვითარებას, ასევე მის საფუძველზე წარმოებული კომპოზიციური პროდუქციის წარმატებულ გატანას სამომხმარებლო ბაზარზე.

საქართველოში გავრცელებული შპს „ბაზალტ ფაიბერსის“ მიერ წარმოებული პროდუქტის ტექნოლოგია ეყრდნობა საერთაშორისო პატენტს # PCT/GE02/00005 GE 04 993

შპს „ბაზალტ ფაიბერსის“ მიერ წარმოებული გეოგრიდები ხასიათდებიან შემდეგი თვისებებით:

- მექანიკური სიმტკიცის ფართო დიაპაზონი 20 - 400 კნ/მ;
- მჟავა და ტუტე მედეგი (EN14030);
- ტემპერატურამედეგი;
- ექვემდებარებიან რეციკლირებას;
- გააჩნიათ დაბალი წაგრძელების კოეფიციენტი < 1.5%;
- მდგრადია ნებისმიერი სახის დასხივების მიმართ;
- წარმოება არის ტექნოლოგიურად უნარჩუნო და გამოიჩევა CO₂ -ის დაბალი ემისიით.

შპს „ბაზალტ ფაიბერსის“ ის წარმოების მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე-ქსოვილების ტესტირება პირველად ბერლინში ჩატარდა (იხ. ნახ.21)



ნახ. 21. შპს „ბაზალტ ფაიბერსის“ ის წარმოების მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე-ქსოვილების ტესტირება

საქართველოში პირველი საცდელი მონაკვეთი მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე-ქსოვილების გამოყენებით განხორციელდა ზარიძეები-ჟინვალის გზაზე 2016 წელს (ნახ.22).



ნახ. 22. ზარიძეები-ყინვალის გზის მშენებლობა მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე-ქსოვილების გამოყენებით

შპს „ბაზალტ ფაიბერსის“ ის წარმოების მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე-ქსოვილები გამოყენებულია თბილისის აეროპორტებში ასფალტბეტონის საფარის მშენებლობისა და რეაბილიტაციის პროცესში (ნახ. 23)

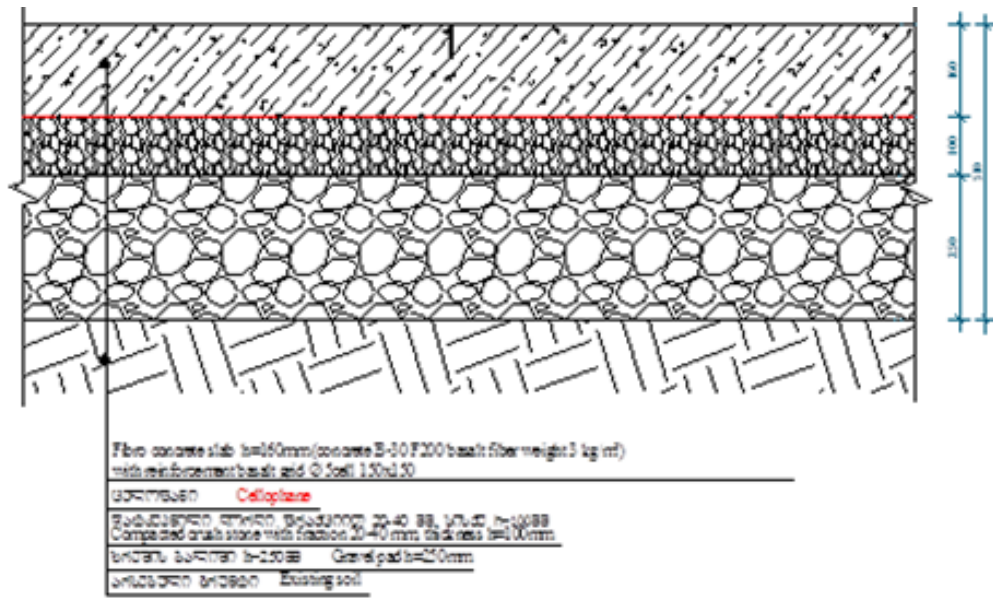
შპს „ბაზალტ ფაიბერსის“ წარმოების მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე-ქსოვილები ასევე გამოყენებული იყო შპს. „საქგზამეცნიერება“-ს მიერ სოფელ კობში მრავალფუნქციური პარკინგისთვის 2019 წელს. საბაგრო გზის ქვედა სადგურის ტერიტორიაზე ავტოსადგომის საფარის კონსტრუქციის რაციონალური გადაწყვეტის მიზნით გადაწყდა რომ ცემენტბეტონის ხისტი საფარის კონსტრუქციაში გამოყენებული ყოფილიყო ბაზალტის ბოჭკოს საფუძველზე დამზადებული არმატურის ღეროები, რაც საშუალებას მოგვცემდა ერთი მხრივ გაზრდილიყო ბეტონის საფარის საიმედოობა, გამორიცხულიყო არმატურის კოროზია, საერთო ჯამში კი შემცირებულიყო დანახარჯები ბეტონის საფარის მოწყობაზე.



ნახ. 23. აეროპორტებში ასფალტბეტონის საფარის მშენებლობის მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადე-ქსოვილებით

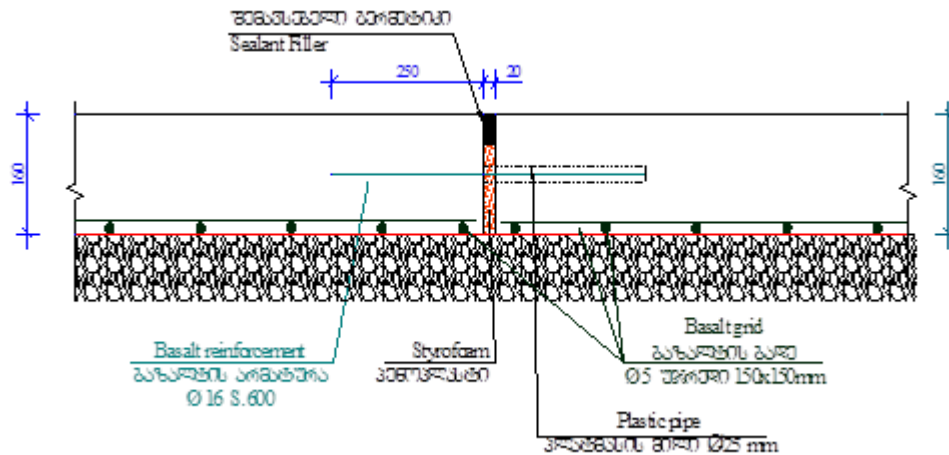
ავტოსადგომის ფართობი შეადგენს 24308.75მ^2 . იგი გათვალისწინებულია 722 ავტომობილზე. მათ შორის მსუბუქი -702, ავტობუსი-5, მიკროავტობუსი-15.

ავტოსადგომის საფარი ხისტი ტიპისაა (ნახ. 24), იგი წარმოადგენს ცემენტბეტონის $h=16$ სმ სისქის ფილას, რომელიც 10სმ სისქის ღორღისა და 25სმ დატკეპნილი ხრეშის ბალიშით ეფუძნება არსებულ გრუნტს - კენჭნარი ქვიშის შემავსებლით, რომლის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებია: სიმკვრივე $p=2.12-2.13$ გ/სმ³; შინაგანი ხახუნის კუთხე $\varphi=27-33^\circ$; შეჭიდულობა $C=9.90-9.93$ კპა; დეფორმაციის მოდული $E=47.63-50.0$ მპა; გრუნტის პირობითი საანგარიშო წინაღობა $R_0=5$ კგძ/სმ².



ნახ. 24. ავტოსადგომის ფილის ტიპური კვეთი

გზის საფარში გათვალისწინებულია ტემპერატურულ-დეფორმაციული ნაკერები, რომლებიც ეწყობა ყოველ 40 მეტრში, დამაკავშირებელი მანჭვალის ღეროების გათვალისწინებით (ნახ. 25.).

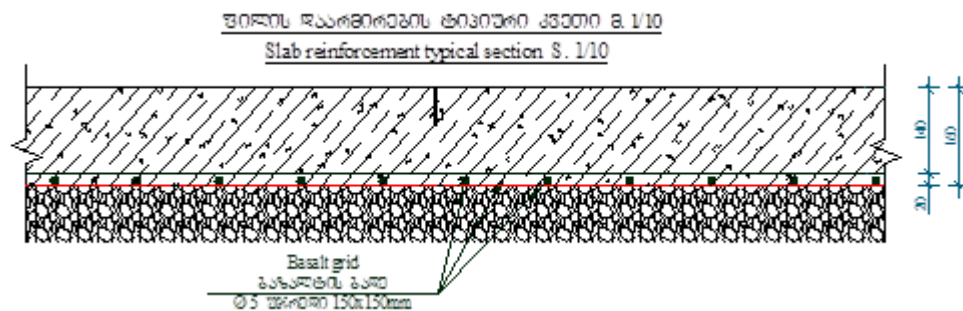


ნახ. 25. დეფორმაციული ნაკერების მოწყობის სემა

საფარის კონსტრუქციაში და ტროტუარებში გამოყენებულია ფიბრობეტონი, (ბეტონი კუმშვაზე სიმტკიცით B30, ყინვაგამძლეობაზე კლასით F200, ფიბრა -

ბაზალტის ბოჭკო 3 კგ/მ³) ქვედა შრეში დაარმირებული ბაზალტის ბოჭკოს საფუძველზე დამზადებული ბადეებით d=5მმ უჯრედი 150x150 მმ.

ბეტონის საფარში სისქით h=16 სმ. ბაზალტის ბოჭკოს საფუძველზე დამზადებული არმატურის Ø5 ღეროებით შედგენილი ბადე, უჯრედის ზომებით 150X150 მილიმეტრი ძირითადად აკმაყოფილებენ მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტებით განსაზღვრულ სიტვაციასა და ბზარის გახნის სიდიდეზე ნორმატიული დოკუმენტის განსაზღვრულ პირობას.



ნახ. 26. ფილის დაარმირება ბაზალტის ბადით

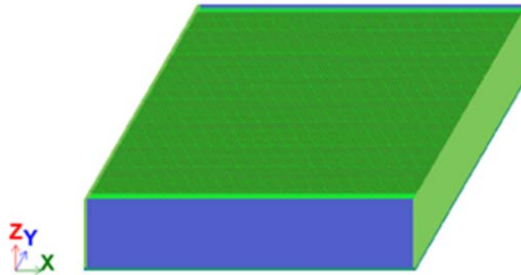
2.5.3. საფარის კონსტრუქციის გაანგარიშება.

კობი-გუდაურის საბაგირო გზის ქვედა სადგურის ტერიტორიაზე ავტოსადგომის საფარის პროექტში წარმოდგენილი კონსტრუქციული გადაწყვეტა ხისტი ტიპისაა. მისი საანგარიშო მოდელი მხოლოდ სამგანზომილებიანი უნდა იყოს. ჩვენს მიერ შეიქმნა ასეთი მოდელი საანგარიშო პროგრამული კომპლექსი LIRA SAPR 9.17-სათვის. ცემენტბეტონის საფარის მუშაობა აღიწერება დრეკადი ფილის სასრულო ელემენტებით, კონსტრუქციის ქვეშა გრუნტის მუშაობა კი აღიწერება დრეკადი სივრცული სასრულო ელემენტებით. გაანგარიშება განხორციელდა სასარგებლო დატვირთვებზე (ავტომანქანების დატვირთვა) და ტემპერატურულ ზემოქმედებაზე. ავტომობილების დატვირთვა აღებულია ოთხბორბლიანი ურიკის სახით ბორბლებს შორისი მანძილით 2.4 და 1.8 მეტრია.

გზის საფარი ტემპერატურულ-დეფორმაციული კუმშვითი ნაკერები

მოწყობილია ყოველ 40.0 მეტრაში. განხილულია ორი ამოცანა. ერთი ნაკერებს შორის მთლიანი ფილა და მეორე ავტომანქანების ნაკერებთან მიმართებაში დგომის სახვადასხვა შემთხვევა.

განიხილება ურიკის სამი დგომა, ერთი ნაკერის უშუალო სიახლოვეს, მეორე გზის კიდესთან და მესამე ნაკერებს შორის ბლოკის შუაში.



ნახ. 27. ამოცანა 1. სივრცული საანგარიშო მოდელი

ბორბლებიდან მოსულ დატვირთვების განსაზღვრისათვის დადგინდა ბორბლის ანაბეჭდის ზომა, ნორმატული დოკუმენტ [3]-ში მოყვანილი ფორმულის მიხედვით:

$$R = J \frac{10Pk_{din}}{nq}$$

ბორბლის ანაბეჭდის რადიუსი მსუბუქი ავტომანქანებისათვის $R=10.8$ სმ, ავტობუსებისათვის $R=20.0$ სმ

დატვირთვების საანგარიშო დაყვანილი გამეორადობა N_r , რომელიც დამოკიდებულია კონსტრუქციის ქვეშა გრუნტების ფიზიკურ მახასიათებლებზე და ითვალისწინებს მის დაღლილობით დეფორმაციებს, განისაზღვრება მოცემული პირობიდან, კერძოდ:

2.6 ტონიანი მსუბუქი ავტომობილის (ჯიპი “ჩეროკი”) 10 0გავლა დღეღამეში, რაც საფარის 25 წლის ექსპლუატაციის შემთხვევისთვის შეადგენს $N_r = 912500$.

ბეტონის საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე ღუნვის დროს, გამოითვლება

ფორმულით:

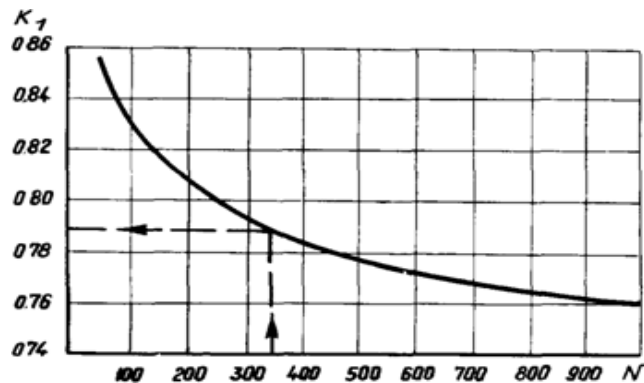
$$R_{p\text{საან}} = R_p K_1 K_2$$

სადაც: R_p - ბეტონის ნორმატული წინაღობაა გაჭიმვაზე ღუნვის დროს, B30კლასის ბეტონისათვის $R_p=4.28$ მპა;

K_1 -კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დატვირთვების განმეორადობას და ხანგძლიობას და განისაზღვრება ნახ. 3-ზე მოყვანილი გრაფიკით;

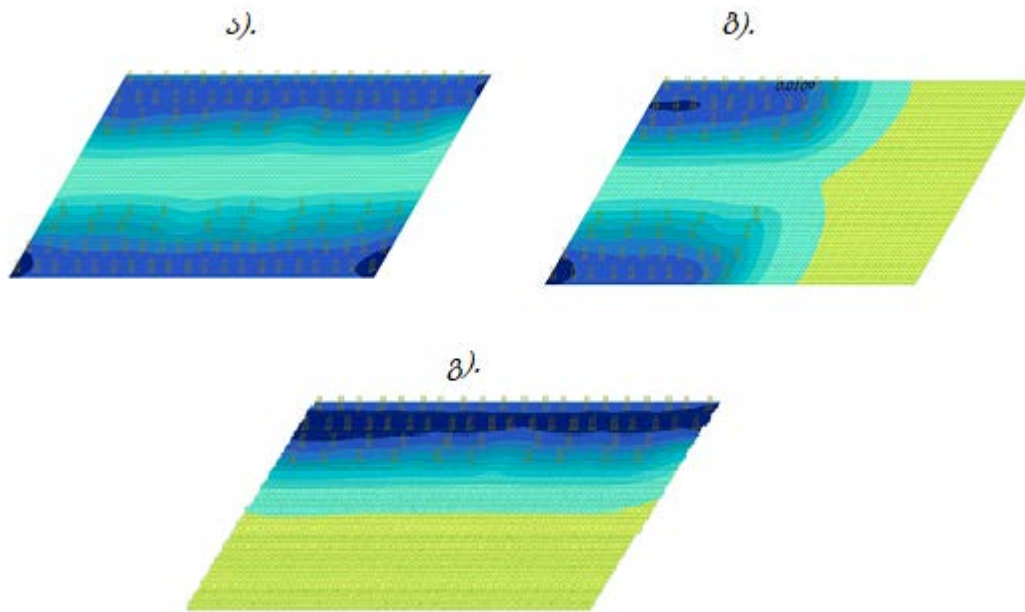
N - ტრანსპორტის მოძრაობის დღელამური ინტენსიობა;

K_2 - ბეტონის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი და განისაზღვრება ცხრილით და ჩვენს შემთხვევაში $K_2=0.968$.



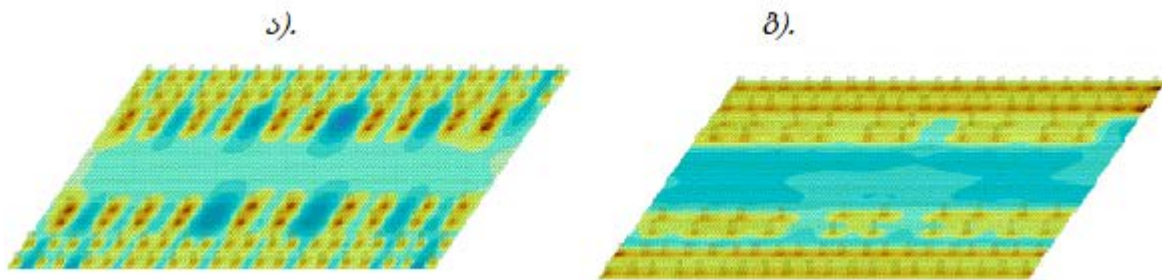
ნახ. 28. K_1 -კოეფიციენტის განსაზღვრა

გაანგარიშების შედეგები. ქვემოთ მოყვანილია გაანგარიშების მხოლოდ ის შედეგები, რომლებიც მონაწილეობას იღებენ გზის ხისტი საფარის ბაზალტის ბოჩკოს საფუძველზე დამზადებული არამეტალური არმატურით დაარმირებული ბეტონის კონსტრუქციის სიმტკიცისა და სიხისტის პირობების დადგენაში.



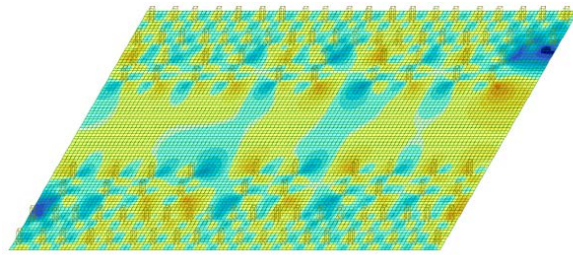
ნახ. 29. გზის საფარში ვერტიკალური გადაადგილებები

ა). მანქანების სიმეტრიული დგომის შემთხვევაში, ბ). მანქანების არასიმეტრიული დგომის შემთხვევაში Y ღერძის მიმართ, გ). მანქანების არასიმეტრიული დგომის შემთხვევაში X ღერძის მიმართ.

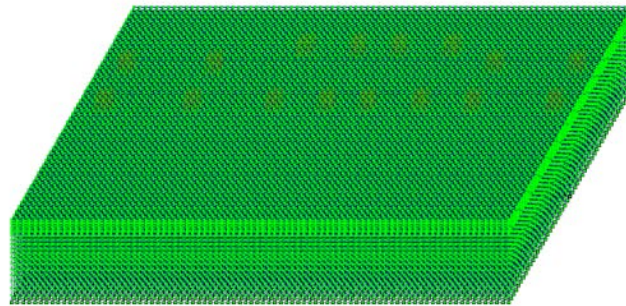


ნახ. 30. მლუნავი მომენტის იზოველები მანქანების სიმეტრიული დგომის შემთხვევაში

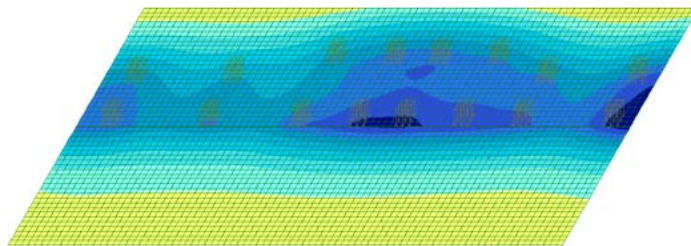
ა). X ღერძის მიმართულებით, ბ). Y ღერძის მიმართულებით



ნახ. 31. მგრები მომენტის იზოველები მანქანების სიმეტრიული დგომის შემთხვევაში

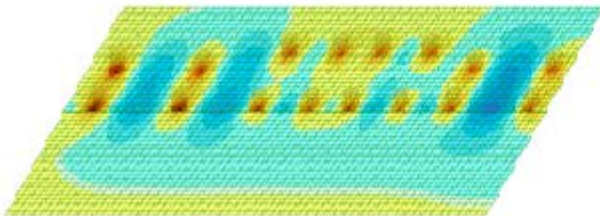


ნახ. 32. ამოცანა 2. სივრცული საანგარიშო მოდელი ბორბლების ნაკერის კიდესთან დგომის შემთხვევა.

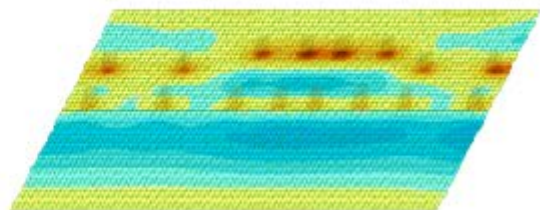


ნახ. 33. გზის საფარში ვერტიკალური გადაადგილებები

ა).

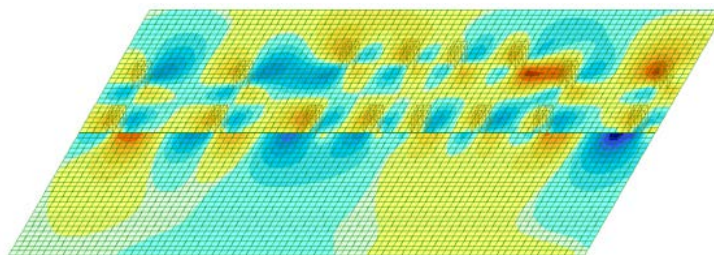


ბ).



ნახ. 34. მლუნავი მომენტის იზოველები

ა). X ღერძის მიმართულებით, ბ). Y ღერძის მიმართულებით



ნახ. 35. მგრები მომენტის იზოვლები

დასკვნა კობი-გუდაურის საბაგრო გზის ქვედა სადგურის ტერიტორიაზე ავტოსადგომის არამეტალური არმატურით დაარმირებული ბეტონის საფარის კონსტრუქციის გაანგარიშების შედეგების ანალიზიდან გამომდინარეობს:

1. ბეტონის საფარში, სისქით 16 სმ, ბაზალტის ბოჭკოს საფუძველზე დამზადებული არმატურის Ø5 ღეროებით შედგენილი ბადე, უჯრედის ზომებით 150X150 მილიმეტრი ძირითადად აკმაყოფილებენ მოქმედი ნორმატული დოკუმენტებით განსაზღვრულ სიმტკიცისა და ბზარის გახსნის სიდიდეზე განსაზღვრულ პირობას.

2. ნაკერის დამაკავშირებელი მანქვალის ღეროში, გაანგარიშების შედეგებიდან გამომდინარე, მაქსიმალური გადამჭრელი ძალა შეადგენს $Q=12.9$ კნ, მისი საანგარიშო დიამეტრიც განისაზღვრება ნორმატული დოკუმენტ [3]-ის 3.14 პუნქტში მოყვანილი მეთოდით

$$d = \sqrt{\frac{10P}{ARnK}}$$

კუმშვის პირობებისათვის $d_{ავსჯ} = 14.6$ მმ, რაც ნაკლებია პროექტში დანიშნულზე $d=16$ მმ-ზე.

2.5.4. სხვადასხვა ბადე ქსოვილების შედარებითი ანალიზი

ბაზალტობოჭკოვანი გეოგრიდების უპირატესობები ასფალტბეტონის საფარის არმირებაში.

ასფალტბეტონის საფარის არმირებაში ბაზალტობოჭკოვანი გეოგრიდების გამოყენების უპირატესობა შემდეგია:

- 3% წაგრძელების კოეფიციენტის მქონე ბადე-ქსოვილებით არმირებით შემთხვევაში შესაძლებელია ასფალტბეტონის კონსტრუქციული ფენის სისქის შემცირება 4სმ-მდე.
- თბური და სტრესული ზემოქმედებით გამოწვეული დაბზარვის შემცირება;
- ამცირებს ასფალტის ზედაპირზე ძვრის დეფორმაციების „ნაოჭების“ გაჩენას, რომელიც გამოწვეულია მაღალი ტემპერატურებით და ავტომობილის ბორბლებისგან გამოჭვეული ჰორიზონტალური დატვირთვებით;
- ასფალტის ხანმედეგობის გაზრდა, სუსტი გრუნტების პირობებშიც კი;
- ამცირებს ხარჯებს ასფალტის სამუშაო ციკლის განმავლობაში;
- სწრაფი, მარტივი ინსტალაცია და რეციკლირებადობა.

გეოგრიდების სახეობების შედარებითი ანალიზი.

1. მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებულ ბადე-ქსოვილებს გააჩნიათ გამოყენების მზარდი დინამიკა და ყველაზე ფართო არეალი, რამდენადაც ხასიათდებიან შემდეგი უპირატესი თვისებებით:

- ✓ წარმოადგენენ ეკოლოგიურად უსაფრთხო პროდუქციას;
- ✓ არ განიცდიან კოროზიას;
- ✓ ხასიათდებიან წაგრძელების დაბალი კოეფიციენტით;
- ✓ გამოირჩევიან დასხივების მიმართ მდგრადობით;
- ✓ მარტივად ექვემდებარებიან რეციკლირებას;
- ✓ ხასიათდებიან ცეცხლმედეგობით და მცირე თბოტევადობით.

2. სინთეტიკური ბადე-ქსოვილებს მსოფლიო ბაზრის 75% უკავიათ კლებადი დინამიკით შემდეგი უარყოფითი თვისებების გამო:

- ✓ წარმოადგენენ ეკოლოგიურად პრობლემატურ პროდუქციას;

- ✓ ხასიათდებიან მაღალი წაგრძელების კოეფიციენტით;
- ✓ განიცდიან დასხივებით სტრუქტურულ დაშლას;
- ✓ არ არიან ცეცხლმედეგები;
- ✓ რთულია მათი რეციკლირება.

ლითონის ბადე-ქსოვილები.

ლითონის ბადე-ქსოვილებს შედარებით შეზღუდული ზონა აქვთ ყველა გამოყენებად სეგმენტში რამდენადაც ისინი ხასიათდებიან:

- ✓ CO₂-ის მაღალი ემისიით;
- ✓ კოროზიის მაღალი მაჩვენებლით;
- ✓ მაღალი თბოტევადობიდან გამომდინარე ცვლადი წაგრძელების კოეფიციენტით;
- ✓ არ ექვემდებარებიან რეციკლირებას.

3. დასკვნა

1. დადასტურებულია, რომ ადგილობრივი ქვის მასალის გამოყენება იძლევა მნიშვნელოვან ეკონომიას საგზაო მშენებლობაში, რაც ძირითადად განპირობებულია ზიდვის მანძილების მკვეთრად შემცირებით და შესაბამისად, სატრანსპორტო ხარჯების ნაკლები საწვავ-საცხები მასალების დანახარჯებით. მთლიანობაში მცირდება პროდუქციის ერთეული ფასი, რამაც კონკრეტული პირობებიდან გამომდინარე შესაძლებელია მიაღწიოს მნიშვნელოვან სიდიდეს.

2. დადგინდა, რომ აუცილებელია, თიოეული კონკრეტულ შემთხვევისათვის, ადგილობრივი საგზაო სამშენებლო მასალების გამოყენების მიზანშეწონილობა დასაბუთებული იყოს ტექნიკურ-ეკონომიკური გათვლებით.

3. საგზაო კონსტრუქციების ზედა ფენებში გამოყენებული მასალები უნდა ხასიათდებოდეს გაზრდილი ცვეთამედეგობით და სიმტკიცით კუმშვაზე. ხოლო საფუძველში გამოყენებულ მასალები უნდა შეესაბამებოდნენ საფუძვლის რეალურ სამუშაო პირობებს მოცემული კლიმატური რეგიონისთვის.

4. ექსპერიმენტებით დადგინდა, რომ იმ შემთხვევაში თუ, ადგილობრივ მასალებს არ გააჩნიათ საჭირო ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ბუნებრივ მდგომარეობაში, საკმარისი სიმტკიცის საგზაო კონსტრუქციის მისაღებად, საჭიროა განვახორციელოთ მათი სპეციალურ დამუშავება არაორგანული ან ორგანული შემკვრელებით, ასევე შესაბამისი ქიმიური რეაგენტებით. დამუშავების სახეობა კონკრეტულ შემთხვევაში დასაბუთებული უნდა იყოს შესაბამისი ლაბორატორიული კვლევებით.

5. საგზაო მშენებლობაში გამოყენებული ქვის მასალების მნიშვნელოვანი ნაწილის მოპოვება ხდება მდინარის კალაპოტიდან, ვინაიდან მათი ხარისხობრივი მაჩვენებლები ხშირად იცვლება ატმოსფერული ნალექებსა და წყალდიდობების გამო, მათი ყოველი ახალი გამოყენების დროს უნდა ჩატარდეს კვლევა და ლაბორატორიული გამოცდები ხარისხობრივი მაჩვენებლების ნორმატიულ დონემდე მისაყვანად.

6. სამშენებლო ზონაში ადგილობრივი ქვის მასალების არარსებობის შემთხვევაში, საგზაო სამოსები შესაძლებელია დაპროექტდეს სხვადასხვა გზით გამაგრებული გრუნტებისაგან. ეს მნიშვნელოვნად ამცირებს მშენებლობის ღირებულებას იმპორტირებული მასალების გამოყენებასთან შედარებით და ზრდის მშენებლობის ტემპს.

ასფალტბეტონის საფარის არმირებაში ბაზალტოჭკოვანი გეოგრიდების გამოყენების უპირატესობა შემდეგია:

7. ჩატარებული ექსპერიმენტებისა და შესაბამისი გათვლების შედეგად, დადგინდა, რომ ბადე-ქსოვილებით არმირების შემთხვევაში:

- შესაძლებელია ასფალტბეტონის კონსტრუქციული ფენის სისქის შემცირება 4სმ-მდე.
- მცირდება ფენილის თბური და სტრესული ზემოქმედებით გამოწვეული დაბზარვა;
- მცირდება ასფალტის ზედაპირზე ძვრის დეფორმაციების „ნაოჭების“ გაჩენა;
- იზრდება ასფალტის ხანმედეგობა, სუსტი გრუნტების პირობებშიც კი;
- მცირდება, მოვლა-შენახვის ხარჯების ფენილის სამუშაო ციკლის განმავლობაში.

4. გამოყენებული ლიტერატურა

1. <https://www.researchgate.net/publication/350979473> . Materials and technologies in road pavements -an overview. February 2021. გადამოწმებულია 13.02.2013;
2. <https://trid.trb.org/view/1060424>. THE USE OF LOCAL MATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION. გადამოწმებულია 13.02.2013;
3. <https://www.researchgate.net/publication/330412100>. USING LOCALLY AVAILABLE MATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION - PROBLEMS & POSSIBILITIES;
4. <https://constrofacilitator.com/>. Alternative materials used for road construction;
5. <https://www.academia.edu/>. A CONCEPT OF USING LOCAL MATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION;
6. Innovative Technologies for Construction of Rural Road Pavements using Local Resources. Adarsh Kumar Tiwari, Shashwat Nagar, A.K.Shukla. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT) ISSN: 2249 – 8958 (Online), Volume-9 Issue-5, June 2020;
7. Use of Marginal Materials in Highway Construction. Dr . Quentin L. Robnett. School of Civil Engineering Georgia Institute of Technology Atlanta, Georgia
8. Use of New,alternative Material and Technology in construction of Highways. Government of India Ministry of RoadTransport & Highways (S&RZone) No.1, Parliament Street, Transport Bhavan, New Delhi-110001. Dated: 1stecember, 2020
9. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ СНиП 2.05.02-85, Москва 1997
10. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд (взамен ВСН 46-83). Дата введения 2001.01-01
11. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД. ВСН 197-91. МОСКВА 1992;
12. МЕТОДИКА РАСЧЕТА АРМИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ НА УКРЕПЛЕННЫХ ОСНОВАНИЯХ. ОДМ 218.3.030-2013. МОСКВА 1012;
13. СП 63.13330.2012 и СНиП 52-01-2003) раздел «Расчет конструкций с композитной полимерной арматурой». Москва, 2016
14. ГОСТ 9128-2013 СМЕСИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ АЭРОДРОМНЫЕ И АСФАЛЬТОБЕТОН Технические условия
15. ГОСТ 9128-1984 СМЕСИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ АЭРОДРОМНЫЕ И АСФАЛЬТОБЕТОН Технические условия
16. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд (взамен ВСН 46-83). Дата введения 2001.01-01

17. USING LOCALLY AVAILABLE MATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION - PROBLEMS & POSSIBILITIES. U.K.Guru Vittal & Dr I.K.Pateria.
18. A CONCEPT OF USING LOCAL MATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION. Anjani Kumar Shukla, Shivam Singh Patel. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). Oct -2017. Page 531-536
19. https://www.researchgate.net/publication/330412100_USING_LOCALLY_AVAILABLE_MATERIALS_IN_ROAD_CONSTRUCTION_-_PROBLEMS_POSSIBILITIES/link/5c3f0288299bf12be3cb7a04/download
20. Method for Increasing the Use of Locally Available Materials for Road Construction in Ethiopia by Allowing for Climatic Variations. Andrew Otto, Alemayehu Ayele Endale, P. A. K. Greening. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. January 1, 2015. <https://journals.sagepub.com/doi/10.3141/2474-13>
21. Использование местных материалов в конструкциях дорожных одежд Савуха А.В., Солодкая М.Г. Белорусский национальный технический университет Минск, Беларусь.
22. ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД. ВСН 197-91. МОСКВА 1992;
23. МЕТОДИКА РАСЧЕТА АРМИРОВАННЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ НА УКРЕПЛЕННЫХ ОСНОВАНИЯХ. ОДМ 218.3.030-2013. МОСКВА 1012;
24. СП 63.13330.2012 и СНиП 52-01-2003) раздел «Расчет конструкций с композитной полимерной арматурой». Москва, 2016
25. TECHNICAL SPECIFICATIONS – QUALITY CONTROL PLAN FOR LABORATORY TESTING FOR MATERIALS AND STRUCTURES , Edition: Revision Number 02 Belgrade, 2017, Road Rehabilitation and Safety Project Republic of Serbia.
26. ASTM D6951 – Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone penetrometer in Shallow pavement applications
27. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ СНиП 2.05.02-85, Москва 1997
28. BS EN 197-1:2011. Cement. Composition, specifications and conformity criteria for common cements;
29. BS EN 206: 2013+AI:2016. Concrete. Specification, performance, production and conformity;
30. BS EN 138-1:2013. Concrete pavements. Materials;
31. გსტ 9128-97. ASPHALTIC CONCRETE MIXTURES FOR ROADS AND AERODROMES AND ASPHALTIC CONCRETE. Specifications.
32. გსტ R 55224-2012. Cements for transport construction. Specifications;

33. კარიერების უსაფრთხოების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე დადგენილება №450. 2013 წ.
34. საქართველოს კანონი „წიაღის შესახებ“. საქართველოს პარლამენტის უწყებანი № 16,1996 წ; საბოლოო რედაქტირება 16.12.2021
35. საქართველოს კანონი № 2260-III, „ნიადაგთა კონსერვაცია/ნაყოფიერების აღდგენა-გაუმჯობესება“.2003 წ.8.5;
36. საქართველოს მთავრობის დადგენილება № 136, 2005 წ. 11 აგვისტო. „სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების და ლიცენზიის გაცემის წესისა და პირობების შესახებ დებულების დამტკიცების თაობაზე;
37. The use of basalt fiber products in construction. <https://basfiber.com/application/construction;>
38. Basalt fiber concrete as a new construction material for roads and airfields. K Krayushkina, T Khymeryk and A Bieliatynskiy. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 708 (2019) 012088. TRANSBUD-2019;
39. basalt rock fibres-new construction material. Vishal Kumbhar. https://www.researchgate.net/publication/302987042_An_overview_basalt_rock_fibres-new_construction_material;
40. Application of Basalt and it's Products in Civil engineering. Juby Elsa Sunny, Riya Ann Varghese, Sagar S, Sujin P John, Reshma Kassim. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT).2020
41. “High Reactivity Metakaolin(HRM). ”[http:// metakaolin.com/metakaolin/alkalisilica-reaction-asr](http://metakaolin.com/metakaolin/alkalisilica-reaction-asr). Alkali-Silica Reaction (ASR). Metakaolin.Retrieved Oct 22,2010.] [Metakaolin concrete+558332521116-YouTube.<https://www.youtube.com/watch?v=PUPkWkp4gpk>];
42. BS EN 138-2:2013. Concrete pavements. Functional requirements for concrete pavements;
43. <http://www.georoad.ge/?lang=geo&act=pages&func=menu&pid=1386667041>
44. <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/108458/122-127.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
45. ა. ბურდულაძე, თ. შილაკაძე, ტ. ჯიშიაშვილი. საგზაო მშენებლობაში ბაზალტის ბოჭკოვანი მასალების გამოყენების ეფექტურობა 2022 სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ #4(64) 2022 გვ. 108-113
46. ა.ბურდულაძე, თ. შილაკაძე. საგზაო სამოსის მშენებლობა ადგილობრივი მასალის გამოყენებით, 2023 სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ #1(65) 2023 გვ. 104-115

47. ა.ბურდულაძე, ტ. ჯიშიაშვილი, თ. შილაკაძე. საგზაო სამოსის საექსპლუატაციო მდგომარეობის შეფასება. 2022 სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ #4(64) 2022 გვ. 113-118
48. თ. შილაკაძე. მინერალური ბოჭკოების ბაზაზე დამზადებული ბადექსოვილების გამოყენება საგზაო კონსტრუქციებში. 2023 სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ #1(65) 2023 გვ. 27-33