

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ხელნაწერის უფლებით

ოთარ აბაშიძე

საავტომობილო გზის საცვეთი ფენის სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო
თვისებების გაუმჯობესება სლარი ტიპის ნარევების გამოყენებით

სადოქტორო პროგრამა - „მშენებლობა“

შიფრი 0732

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2023 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში
სამშენებლო ფაკულტეტი
საავტომობილო გზების დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი თენგიზ პაპუაშვილი

რეცენზენტი: პროფესორი ალექსი ბურდულაძე

რეცენზენტი: აკ. დოქტორი ვახტანგ ჯღამაია

დაცვა შედგება 2023 წლის 12 ივლისს, 15 საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კოლეგიის სხდომაზე,
კორპუსი I, აუდიტორია 508
მისამართი: 0160, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი

/პროფ. დ. ტაბატაძე /

შესავალი

ნაშრომის აქტუალობა:

საავტომობილო გზების საექსპლუატაციო ვადების ძირითად განმსაზღვრელ ნაწილს საგზაო საფარის ხარისხი და მდგომარეობა წარმოადგენს. საფარის ხარისხია განმსაზღვრელი სწორედ ისეთი ძირითადი მახასიათებლებისა, როგორცაა: მოძრაობის სიჩქარე, შეჭიდულობა, უსაფრთხო გადაადგილება, ეკოლოგიურობა, სიმტკიცე, სისწორე და ა.შ.

საავტომობილო გზების საფარის ერთ-ერთ ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს საფარის ცვეთა, რადგან სწორედ ის თამაშობს მთავარ როლს საფარის საექსპლუატაციო ვადების განსაზღვრაში.

ბოლო წლებში საავტომობილო ტრანსპორტის ქსელის და ნაკადების ინტენსიურმა ზრდამ თანდათანობით დააჩქარა საფარების ცვეთის პროცესი. კაპიტალური რემონტის სიძვირის გამო კი ქვეყანაში აპრობირებულია საფარების პერიოდულად ზედაპირული დამუშავება, რაც საშუალებას გვაძლევს გავუხანგრძლივოთ მას ხანმედეგობა, საბოლოოდ მწყობრიდან გამოსვლამდე.

როგორც ქვეყნის მასშტაბით, ასევე მსოფლიოს მასშტაბით მიღებული გამოცდილებიდან გამომდინარე დაგროვილია მასალები, რაც წარმოადგენს საცვეთი ფენების შემადგენლობების პროექტირებას, ასევე მათ გაანგარიშებებს და შემდგომ საექსპლუატაციო ვადების ამაღლების საწყისებს.

ექსპერიმენტების საშუალებით დადგენილია, რომ საფარების ცვეთა დამოკიდებულია ფიზიკო-მექანიკურ და კლიმატურ ფაქტორებზე, ასევე მის შემადგენლობაში შემავალი მასალების ნაირსახეობასა და მახასიათებლებზე.

კვლევის საგანს წარმოადგენს:

- “სლარი სილის” ტიპის ნარევების ოპტიმალური შემადგენლობის კვლევა, მათ გამოსაყენებლად საავტომობილო გზების საცვეთ ფენაში, საექსპლუატაციო ვადების გასაზრდელად.

ნაშრომის მიზანი:

- დამუშავებულია ტექნოლოგია საცვეთი ფენის საექსპლუატაციო ვადების გაზრდისათვის, რომელიც აუმჯობესებს გზის ფუნქციონირებას, ახანგრძლივებს

საექსპლუატაციო დროს და ეფექტურად გამოიყენება როგორც ასფალტბეტონის, ისე ცემენტბეტონის საფარის ზედაპირზე;

სამეცნიერო სიახლე:

- საქართველოს საავტომობილო გზების ქსელზე ექსპერიმენტული დაკვირვებების საფუძველზე განხილული და გაანალიზებულია საგზაო საფარების ცვეთის მექანიზმი და მათი გამომწვევი ფაქტორები;

- სხვადასხვა კარიერში მოპოვებული ინერტული მასალების კვლევის საფუძველზე განსაზღვრულია „სლარი სილის“ ნარევის ოპტიმალური შემადგენლობა;

- დამუშავებულია ცვეთამედეგობის ამაღლების ტექნოლოგიური ღონისძიებები „სლარი სილის“ ნარევი სხვადასხვა ჰიდრაულიკური შემკვრელების გამოყენების საფუძველზე;

- ათწლიანი გაანგარიშებით ეკონომიკური შედეგების შეჯერების საფუძველზე, მოძრაობის ინტენსივობის და საავტომობილო დატვირთვებიდან გამომდინარე შემუშავებულია „სლარი სილის“ საფარების ოპტიმალური სისქეები.

ეკოლოგიურ ეფექტს განაპირობებს:

- საცვეთი ფენის გაზრდილი ცვეთამედეგობის ხარჯზე არ ხდება საჭირო ფენილების მრავალჯერადი განახლება, რაც თავისთავად ამცირებს ეკოლოგიურად ისეთი დამაბინძურებელი მასალის გამოყენებას, როგორცაა ბიტუმი;

ეკონომიკურ ეფექტს განაპირობებს:

- მნიშვნელოვნად იზრდება ასფალტბეტონის მომსახურეობის და რემონტთაშორისი ვადები, რაც იძლევა შემადგენელი მასალების მნიშვნელოვან ეკონომიას, როგორც საფარის მოწყობის საწყის ეტაპზე, ასევე საექსპლუატაციო პერიოდში. იზრდება ავტომანქანების საბურავების შეჭიდულობის კოეფიციენტი, რაც იძლევა ტრანსპორტის სწრაფად და უსაფრთხოდ გადაადგილების გარანტიას.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება:

- შემოთავაზებული ტექნოლოგია გამოიყენება როგორც მაღალი, ისე დაბალი ინტენსივობის გზებზე, მათ შორის დასახლებებში. უპირატესობა მდგომარეობს იმაშიც, რომ გზის ზედაპირის რეგულარული (ყოველ 5-6 წელიწადში) დამუშავებით, გრძელვადიან პერსპექტივაში, გზის მოვლა გაცილებით იაფია, ვიდრე კაპიტალური რემონტი ყოველ 7-10 წელიწადში;

- დამუშავებულია და მიღებულია ოპტიმალური შემადგენლობა “სლარი სილის” ნარევისათვის.

სამუშაოს აპრობაცია:

- სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილი მასალები მოხსენებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 100 წლის იუბილისადმი მიძღვნილ სტუდენტთა საერთაშორისო კონფერენციაზე „ინოვაციური ტექნოლოგიები ინჟინერიაში“ (2022წ) და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა საერთაშორისო კონფერენციაზე „ინოვაციური ტექნოლოგიები ინჟინერიაში“ (2023წ).

პუბლიკაციები:

- დისერტაციის მასალები გამოქვეყნებულია 3 სამეცნიერო ნაშრომში, სამეცნიერო-ტექნიკურ ჟურნალში „მშენებლობა“.

დისერტაციის სტრუქტურა:

- სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს შესავალს, ორ თავს, დასკვნას, ლიტერატურის სიას 42 დასახელებით, 10 ცხრილს და 62 ნახაზს. კვლევის შედეგები გადმოცემულია 103 ნახეჭდ თაბახზე.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები და ზოგადი დასკვნები:

პირველ თავში განხილულია:

საავტომობილო გზების ქსელის არსებული მდგომარეობის ზოგადი მიმოხილვა; საცვეთი ფენის არსი და მისი როლი გზების საექსპლუატაციო თვისებების გაუმჯობესებაში; “სლარი სილის” ტიპის ნარევეები და მათი გამოყენების სფეროები; ტრადიციული ზედაპირული დამუშავების ზოგადი ანალიზი და გამოყენების სფეროები.

მეორე თავში განხილულია:

ცვეთის გამომწვევი პროცესები და მათი ზოგადი ანალიზი.

საავტომობილო გზებზე სამოსის კონსტრუქციის შემუშავებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს მის სწორად დანიშვნას და მშენებლობის პროცესში შემადგენელი მასალების მეთოდურად და სწორად შერევას ლაბორატორიული კვლევებით დადგენილი რაოდენობებით. როგორც ზემოთ, ლიტერატურულ ნაწილშია მოცემული ჩვენი ქვეყნის გზების მაგალითების მიხედვით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ქვეყნის ქსელის ძირითადი ნაწილი, რომელიც უკვე საკმაოდ ხანია ექსპლუატაციაშია, ვეღარ უზრუნველყოფს გაზრდილი სიჩქარეების და ნაკადების ფონზე მასზე მოსული დატვირთვების მიღებას და გამოდის მწყობრიდან. ყოველივე ამას ემატება საფარის სისწორის დარღვევა, რაც კიდევ ერთი ხელშემწყობი ფაქტორია ცვეთის დაჩქარებისათვის.

ჩვენი დაკვირვებებით და მრავალწლიანი გამოცდილებით საქართველოს გზების პირობებში ყველაზე მეტად მწყობრიდან გამოდის საავტომობილო გზების ქსელის ის მონაკვეთები, სადაც დიდი ქანობი, ხშირი გაჩერებები და მთაგორიანი რელიეფია. ამ ადგილებში საფარის მწყობრიდან გამოსვლას ხელს უწყობს დამუხრუჭების და დამკრის ძალების უარყოფითი ზეგავლენა. ამ ფაქტორების გამომდინარეობა საფარებზე ბადისებრი, განივი და გრძივი ბზარები. რაც მეტად იზრდება ბზარები საფარზე, მით უფრო მეტად მცირდება უსაფრთხოდ გადაადგილების შანსები და იზრდება მოვლა-შენახვის სამუშაოების ღირებულება. ამის გადასაწყვეტად საჭიროა მივიღოთ ისეთი ტიპის საცვეთი ფენა, რომელიც რამდენადმე გააუმჯობესებს არსებული საფარების მდგომარეობას და მაქსიმალურად გაზრდის კაპიტალურ რემონტებს შორის ვადებს, ამავდროულად

იქნება ეკოლოგიურად უსაფრთხო და ეკონომიური. ამისათვის ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია “სლარი სილის” ტიპის ნარევები.

საქართველოს მასშტაბით „სლარი სილი“ გამოყენებული იქნა 2006 წელს შპს „დ და გ“-ს მიერ გერმანულ კომპანიებთან ერთად ქ. თბილისში, მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე. აღნიშნულმა ტექნოლოგიამ წარმატებით იმუშავა და მხოლოდ 2019-2020 წლებში მოხდა მარჯვენა სანაპიროს კაპიტალური რემონტი. თუმცა ამის შემდეგ საქართველოში ჯერჯერობით მსგავსი მეთოდით საფარის შეკეთება აღარ განხორციელებულა.

“სლარი სილის” ნარევის კომპონენტების შემადგენლობების ლაბორატორიული ანალიზი

ლაბორატორიაში ჩატარებული იქნა კვლევები, “სლარი სილის” ნარევის ოპტიმალური შემადგენლობის განსაზღვრად. ნარევის შემადგენლობის შერჩევისას აპრობირებული პორტლანდ ცემენტის მაგივრად ასევე გამოყენებული იქნა სხვადასხვა სახის შემკვრელები.

ნარევის ოპტიმალური შემადგენლობების მისაღებად ცდების დაწყებამდე ცალკეული მასალები გამოიცადა ლაბორატორიულ პირობებში.

ღორღი

ნიმუშისათვის გამოიცადა სამი სხვადასხვა კარიერიდან აღებული ღორღის მასალა - „იორის“, „ქსანის“ და „სააკამის“ კარიერებიდან.

ცვეთასთან ერთად ღორღზე ჩატარდა შემდეგი ლაბორატორიული კვლევები:

- ცვეთის განსაზღვრა ლოს ანჯელესის დანადგარზე
- ღორღის მსხვრევადობის მაჩვენებლის განსაზღვრა (სიმტკიცე წნეხზე)
- ნემსისებრი და ფირფიტისებრი მარცვლების შემცველობა
- დამტვრეული ნაწილაკების შემცველობა ღორღში
- მტვრისებრი და თიხისებრი ნაწილაკების შემცველობა
- წყალშთანთქმა
- ადჰეზიურობა

ცვეთაზე ცდის მიმდინარეობა შემდეგია (ცდის სტანდარტი ГОСТ 8269.0-97 (4.10) - ნიმუშს ავწონით, ვცრით, ვყრით ლოს ანჯელესის დანადგარში და ვცდით

500 ბრუნზე. შემდეგ დანადგარში დარჩენილ ნიმუშს ვწონით და ქვემოთ მოცემული ფორმულით ვანგარიშობთ ცვეთას:

$$\text{ცვეთა} = \frac{m - m_1}{m} * 100 \%$$

სადაც,

m – ნარევის თავდაპირველი მასაა, გრ

m_1 - ცდის დასრულების შემდეგ საცერზე დარჩენილი მასა, გრ.

ნიმუშის საწყის მასად აღებულია 5000 გრ.

#1 - ქსნის კარიერი

$$\text{ცვეთა} = \frac{m - m_1}{m} * 100 \% = \frac{5000 - 4300}{5000} * 100 \% = 14\%$$

#2 - სააკაძეს კარიერი

$$\text{ცვეთა} = \frac{m - m_1}{m} * 100 \% = \frac{5000 - 4400}{5000} * 100 \% = 12\%$$

#3 - იორის კარიერი

$$\text{ცვეთა} = \frac{m - m_1}{m} * 100 \% = \frac{5000 - 4350}{5000} * 100 \% = 13\%$$

მსხვრევაზე ცდის მიმდინარეობა შემდეგია (ცდის სტანდარტი ГОСТ 8269.0-97 (4.8) - ნიმუშს აწონით, ვცრით, სპეციალური 150 მმ დიამეტრის ცილინდრში ვყრით ღორღს, ხოლო შემდეგ მას აწვება წნეხი, რომელზეც თანდათანობით ვზრდით დატვირთვას და ვაღწევთ მაქსიმალურ 200 კნ-ს. ამის შემდეგ დამსხვრეული ღორღი გავცერთ საცერზე და ქვემოთ მოცემული ფორმულით ვიანგარიშებთ ცვეთას:

$$\text{მსხვრევადობა} = \frac{m - m_1}{m} * 100 \%$$

სადაც,

m – ნარევის თავდაპირველი მასაა, გრ

m_1 - ცდის დასრულების შემდეგ საცერზე დარჩენილი მასა, გრ.

ნიმუშის საწყის მასად აღებულია 5000 გრ.

#1 - ქსნის კარიერი

$$\text{მსხვრევადობა} = \frac{m - m_1}{m} * 100 \% = \frac{5000 - 4450}{5000} * 100 \% = 11\%$$

#2 - სააკაძეს კარიერი

$$\text{მსხვრევადობა} = \frac{m - m_1}{m} * 100 \% = \frac{5000 - 4550}{5000} * 100 \% = 9\%$$

#3 - იორის კარიერი

$$\text{მსხვერვალობა} = \frac{m - m_1}{m} * 100 \% = \frac{5000 - 4500}{5000} * 100 \% = 10\%$$

ნემსისებრი და ფირფიტისებრი მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის (ცდის სტანდარტი ГОСТ 8269.0-97 (4.7) ნიმუშის საერთო რაოდენობიდან (თავდაპირველად განსაზღვრული მასა) ამოვარჩიეთ მარცვლები, რომელთა სიგრძე 3-ზე მეტჯერ აღემატება დანარჩენის სიგანესა და სისქეს, შემდეგ კვლავ ავწონეთ დარჩენილი ნიმუშის მასა და პროცენტულობა ვიანგარიშეთ ფორმულით:

$$P = \frac{m_2}{m_1} * 100 \%$$

სადაც

m_2 - ნიმუშის საბოლოო მასა, გრ

m_1 - ნიმუშის საწყისი მასა, გრ

ნიმუშის საწყის მასად აღებულია 100 გრ.

1 - ქსნის კარიერი

$$P = \frac{m_2}{m_1} * 100 \% = \frac{9}{100} * 100 \% = 9\%$$

#2 - სააკაძეს კარიერი

$$P = \frac{m_2}{m_1} * 100 \% = \frac{7}{100} * 100 \% = 7\%$$

#3 - იორის კარიერი

$$P = \frac{m_2}{m_1} * 100 \% = \frac{9}{100} * 100 \% = 9\%$$

დამტკვერული ნაწილაკების შემცველობა (ცდის სტანდარტი ГОСТ 8269.0-97 (4.4) განვსაზღვრეთ ვიზუალური შეფასებით - ვითვლით თუ რამდენი მხარე აქვს ჩამოტეხილი ღორღის მარცვლებს და პროცენტულად ვაფასებთ მსხვერვალობას.

მტვრისებრი და თიხისებრი ნაწილაკების შემცველობა (ცდის სტანდარტი ГОСТ 8269.0-97 (4.5.1) განვსაზღვრეთ გარეცხვის მეთოდით. სპეციალურ ჭურჭელში ვათავსებთ წინასწარ აწონილ ნიმუშს და ვრეცხავთ იქამდე, სანამ წყალი არ გახდება გამჭვირვალე. შემდეგ ვწონით ყალიბში დარჩენილი ნიმუშის მასას და ვანგარიშობთ შემცველობას შემდეგი ფორმულით:

$$B = \frac{m - m_1}{m} * 100 \%$$

სადაც,

m – ნარევის თავდაპირველი მასაა, გრ

m_1 - ცდის დასრულების შემდეგ საცერზე დარჩენილი მასა, გრ.

ნიმუშის საწყის მასად აღებულია 500 გრ.

#1 - ქსნის კარიერი

$$B = \frac{m - m_1}{m} * 100 \% = \frac{500 - 498}{500} * 100 \% = 0.4\%$$

#2 - სააკაძეს კარიერი

$$B = \frac{m - m_1}{m} * 100 \% = \frac{500 - 499}{500} * 100 \% = 0.2\%$$

#3 - იორის კარიერი

$$B = \frac{m - m_1}{m} * 100 \% = \frac{500 - 498}{500} * 100 \% = 0.4\%$$

ღორღის წყალშთანთქმა განვსაზღვრეთ EN 1097-6 მიხედვით. პიკნომეტრში ვათავსებთ 2 კგ ღორღს $22^{\circ}\text{C} \pm 3$ ტემპერატურის წყალში 24 საათის განმავლობაში. შემდეგ გამოვდევნით ზედმეტ ჰაერს შენჯღრევის გზით, ვავსებთ პიკნომეტრს და ვიგებთ სიმკვრივეს. ამის შემდეგ ღორღის მარცვლებს გადმოვყრით ტენიან ნაჭერზე და მარცვლების ზედაპირზე შევამშრალეებთ ზედმეტ წყალს. შემდგომ გაჟღენთილი ღორღის მარცვლებს ვწონით და ვიმახსოვრებთ. ღორღს ვაშრობთ მუდმივ ტემპერატურამდე ღუმელში და კვლავ ვწონით. წყალშთანთქმა გამოვთვალეთ ფორმულით:

$$B = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100 \%$$

სადაც,

m_1 – ტენიანი ნიმუშის მასაა, გრ

m_2 - გამომშრალი ნიმუშის მასა, გრ.

#1 - ქსნის კარიერი

$$B = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100 \% = \frac{2003 - 1995}{1995} * 100 \% = 0.4\%$$

#2 - სააკადემს კარიერი

$$B = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100 \% = \frac{2002 - 1998}{1998} * 100 \% = 0.2\%$$

#3 - იორის კარიერი

$$B = \frac{m_1 - m_2}{m_2} * 100 \% = \frac{2004 - 1996}{1996} * 100 \% = 0.4\%$$

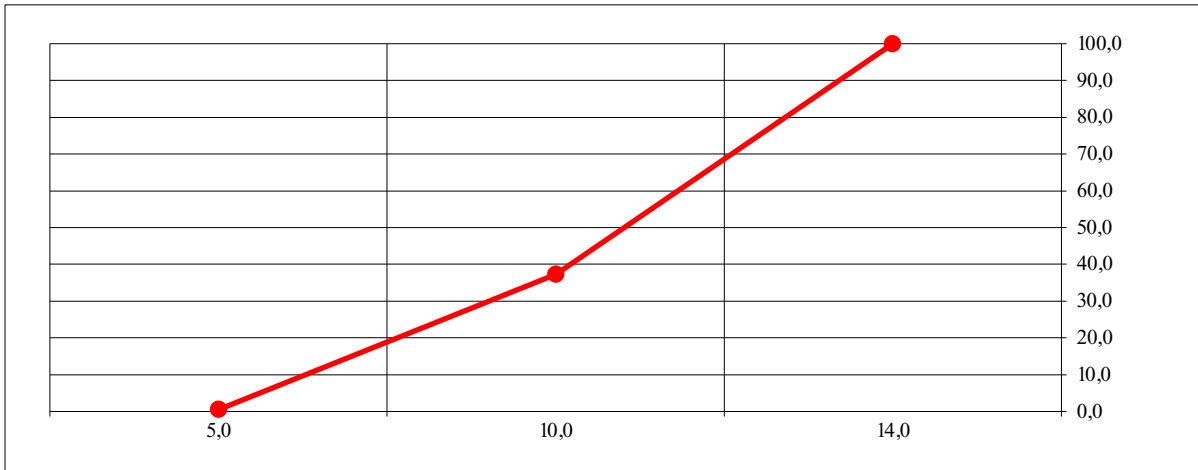
ღორღის ადჰეზიურობა ფასდება ვიზუალურად. გაცხელებულ ბიტუმში ამოვავლებთ ღორღის მარცვლებს და სპეციალური ცხაურებიანი საშრობის გამოყენებით ვაცხელებთ ლუმელში. შემდეგ კი შევაფასეთ ვიზუალურად რამდენად დაფარულია ღორღის ზედაპირი.

საცდელი მასალის გრანულომეტრიული შემადგენლობა (ღორღი ფრაქციით 5-15 მმ) მოცემულია ცხრილში. მაჩვენებლების მიხედვით აიგო გრანულომეტრიის გრაფიკი.

ღორღის მასალის გრანულომეტრიული ცხრილი.

ცხრილი 1.

მინერალური მასალის გრანულომეტრია	
საცრის ზომები, მმ	დასაშვები ზღვრები
	საცერში გასული %
15,0	100,0
10,0	37,3
5,0	0,5
<5	



ნახ.1. გრანულომეტრის გრაფიკი

ბიტუმი

კვლევის ფარგლებში გამოიცადა 3 სახეობის ბიტუმი -

- ბიტუმი БНД 60/90
- ბიტუმი БНД 60/90, მოდიფიცირებული ბუნებრივი ბიტუმით
- ბიტუმი БНД 60/90, მოდიფიცირებული მოდიფიკატორ SBS-ის გამოყენებით

ბიტუმის ძირითად თვისებებს წარმოადგენს პენეტრაცია (ნემსის შეღწევა), დუქტილუბა (წელვადობა) და დარბილების ტემპერატურა. ცდები ჩატარდა აღნიშნული თვისებების განსაზღვრისათვის.

მინერალური მასალები - შემავსებელი

შემავსებლის დამატება უმნიშვნელოვანეს ეფექტს გვაძლევს როგორც შერევის დროსა და დატანის პროცესზე, ასევე სუსპენზიის ხარისხზე. ჩვეულებრივ, შემავსებლად იყენებენ პორტლანდცემენტს, ასევე შეიძლება გამოყენებული იქნას ცემენტის სხვა სახეობები და ჩამქრალი კირი.

ძალიან მნიშვნელოვანია შეფასდეს დანამატის გავლენა შერევის პროცესზე. იგი დამოკიდებულია დანამატის შერჩევაზე და კონცენტრაციაზე.

ჩვენს მიერ ჩატარებული ცდების დროს შემავსებლად გამოყენებულია ცემენტი M400, დოროსოლი, დოროპორტი და კირი.

წყალი

ნარევეში გამოყენებულია წყალი მინერალურად სუფთა, რათა მასში მყოფმა ჭარბმა მარილებმა ან სხვა მინარევეებმა გავლენა არ მოახდინოს ნარევეების შეკვრის დროზე.

ლატექსი

ლატექსი გამოიყენება 30°C ტემპ-რის დიაპაზონში. ლატექსის გამოყენება ამაღლებს კოჰეზიურობას, ამაღლებს ძვრის მედეგობას, ზრდის შეჭიდულობას და ამცირებს მასალების დაძველების სიჩქარეს.

ბოჭკოები

ბოჭკოების გამოყენება სლარის ტიპის ნარევეებში გვაძლევს უფრო მაღალ შეჭიდულობას და მედეგობას. სტრუქტურისა და სიმტკიცის ზღვარის გაუმჯობესება გაჭიმვისას შესაძლებელია გაუმჯობესდეს პოლიპროპილენისა და სხვა ბოჭკოების დამატებით. ცდის ჩატარებისას გამოყენებულია პოლიპროპილენის ბოჭკო.

სლარი სილის ნარევის ოპტიმალური შემადგენლობის განსაზღვრა ლაბორატორიულ პირობებში

ნარევეების ოპტიმალური სისქეების განსაზღვრისათვის ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარდა ცდების ციკლი, რაც მოიცავდა “სლარი სილის” ნარევეების დამზადებას სხვადასხვა მინერალური მასალის პროცენტული რაოდენობებით. რადგან ლაბორატორიულად ნიმუშების დამზადება ძლიერ რთული და შრომატევადი პროცესია, რაც გამოწვეულია იმით, რომ ოპტიმალური ნიმუშების დამზადებამდე საჭიროა ათეულობით ნიმუშის გამოცდა, ცხრილებში მოცემულია მხოლოდ ის პროცენტული მაჩვენებლები, საიდანაც ნარევემა დაიწყო ფორმირება იქამდე, სანამ ზედმეტ სიმყიფეს არ მიაღწია და მსხვრევა არ დაიწყო.

ლაბორატორიული სამუშაო #1.

ნარევი 1 შემთხვევაში ცდების ჩატარებისას შეკვრა დაიწყო M400 მარკის ცემენტის 0,5% გამოყენებით. შემდეგ თანდათან მოვუმატეთ რაოდენობა და შევჩერდით 3%-ზე.

ნარევი 1-ის შემადგენლობა.

ცხრილი 2.

ნარევი	ლორღი	წყალი	პორტლანდ ცემენტი	SBS მოდღფიცირებული ბიტუმი	ბოჰკო	ლატექსის დანამატი
	1	100%	9%	0,5 %	12%	0,3
1 %						
2 %						
3 %						

მიუხედავად იმისა, რომ ოთხივე ნარევა ცვეთამდეგობის მხრივ საკმაოდ კარგი შედეგები გვაჩვენა, 2 % ცემენტის რაოდენობა არის ის ოპტიმალური ზღვარი, რაც საშუალებას გვაძლევს ბუნებრივ პირობებში მივაღწიოთ იდეალურ შედეგებს. შემავსებლის რაოდენობის ზრდა იწვევს ნარევის გამყიფებას, რაც თავის მხრივ, მსხვერვადობას იწვევს ნარევებით დამზადებული ძელაკების გამოცდისას.

ლაბორატორიული სამუშაო #2.

ნარევი 2 შემთხვევაში ცდები ჩატარდა ანალოგიურად. ამჯერად ნარევაში ცემენტის მაგივრად გამოყენებულია ჰიდრავლიკური შემკვრელი დოროსოლი. ნარევა შეკვრა დაიწყო 3%-დან და 5%-ის შემდეგ დაიწყო გამყიფება.

ნარევი 2-ის შემადგენლობა.

ცხრილი 3.

ნარევი	ლორღი	წყალი	დოროსოლი	SBS მოდღფიცირებული ბიტუმი	ბოჰკო	ლატექსის დანამატი
	2	100%	9%	3 %	12%	0,3
4 %						
4,5 %						
5 %						

ლაბორატორიული სამუშაო #3.

ნარევი 3 შემთხვევაშიც ცდები ჩატარდა ანალოგიურად. ამჯერად ნარევაში გამოყენებულია ჰიდრავლიკური შემკვრელი დოროპორტი. ნარევა შეკვრა დაიწყო დოროსოლის ანალოგიურად 3%-დან და 5%-ის შემდეგ დაიწყო გამყიფება.

ნარევი 3-ის შემადგენლობა.

ცხრილი 4.

ნარევი	ღორღი	წყალი	ღოროპორტი	SBS მოდიფიცირებული ბიტუმი	ბოჭკო	ლატექსის დანამატი
	3	100%	9%	3 %	12%	0,3
4 %						
4,5 %						
5 %						

ლაბორატორიული სამუშაო #4.

ნარევი 4 დამზადდა იგივე პროცენტული რაოდენობით, რაც წინა 3 ნარევი იყო გამოყენებული. ამჯერად შემკვრელად გამოყენებულია კირი. ნარევმა შეკვრა დაიწყო 1%-დან და 3%-ის შემდეგ დაიწყო გამყიფება.

ნარევი 4-ის შემადგენლობა.

ცხრილი 5.

ნარევი	ღორღი	წყალი	კირი	SBS მოდიფიცირებული ბიტუმი	ბოჭკო	ლატექსის დანამატი
	4	100%	9%	1 %	12%	0,3
2 %						
2,5 %						
3 %						

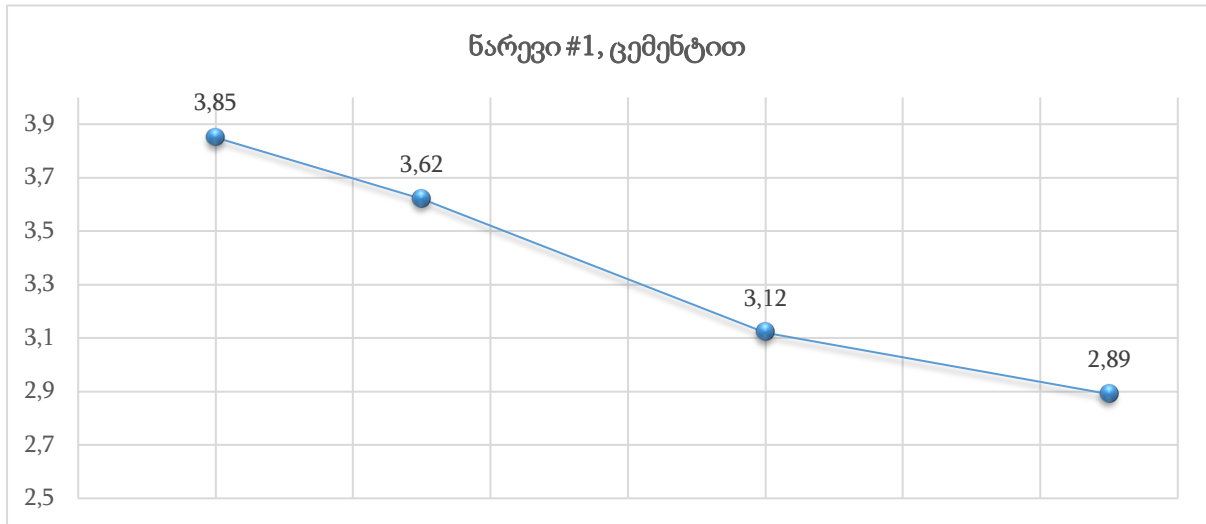
ასფალტბეტონის ცვეთასა და შეჭიდულობაზე გამოცდის მექანიზმი

ლაბორატორიულ პირობებში

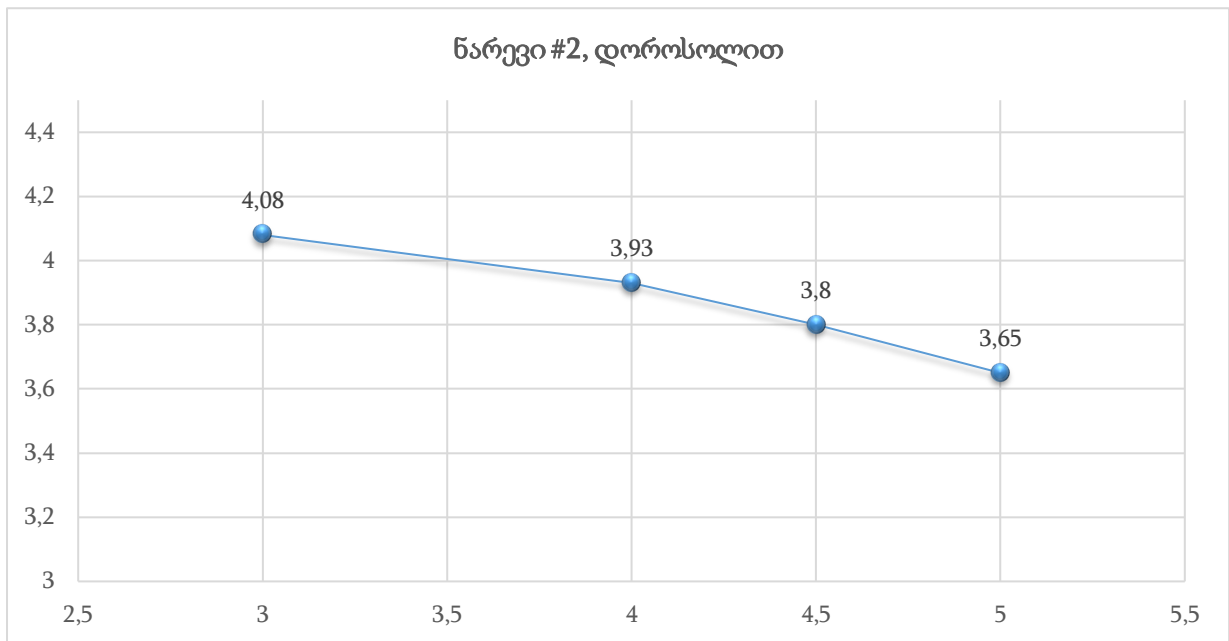
ნიმუშები დამზადების შემდეგ გამოიცადა ცვეთამედეობაზე, ჰამბურგის ბორბლის გამოყენებით. დამზადებული ნარევი დაყალიბდა 150 მმ ზომის ყალიბში. ყალიბიდან ამოღების შემდეგ ნიმუშები მოთავსდა წყლის რეზერვუარში, 4 სთ-ის განმავლობაში. წყლიდან ამოღების შემდეგ ნიმუში მოთავსდა ჰამბურგის

აპარატში და გამოიცადა სველ ცვეთაზე (წყლის ტემპერატურა 60°C) 20 000 გავლაზე, სტანდარტის EN 12697-22 მიხედვით.

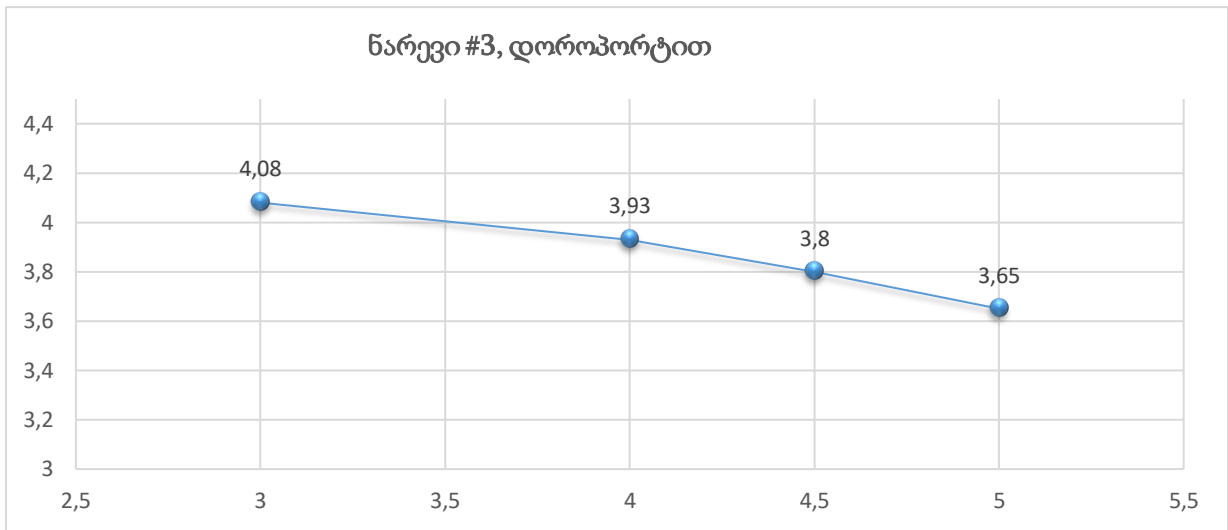
ნიმუშების მიხედვით ცვეთის მაჩვენებლის დამოკიდებულება მიცემულია გრაფიკების სახით.



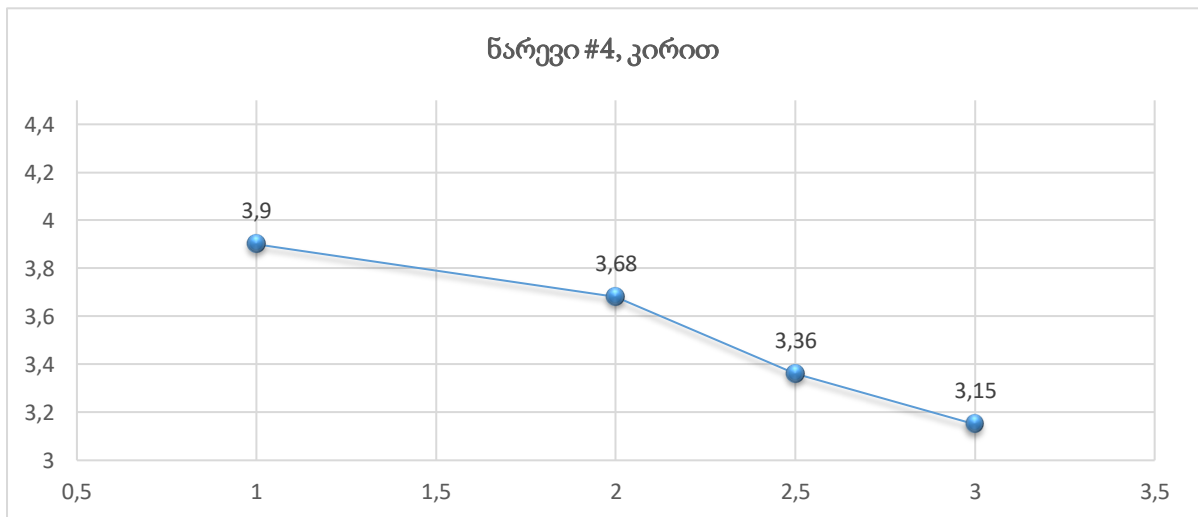
ნახ. 2. ცემენტით დამზადებული ნარევის გამოცდა ჰამბურგის ბორბალზე



ნახ. 3. დოროსლით დამზადებული ნარევის გამოცდა ჰამბურგის ბორბალზე

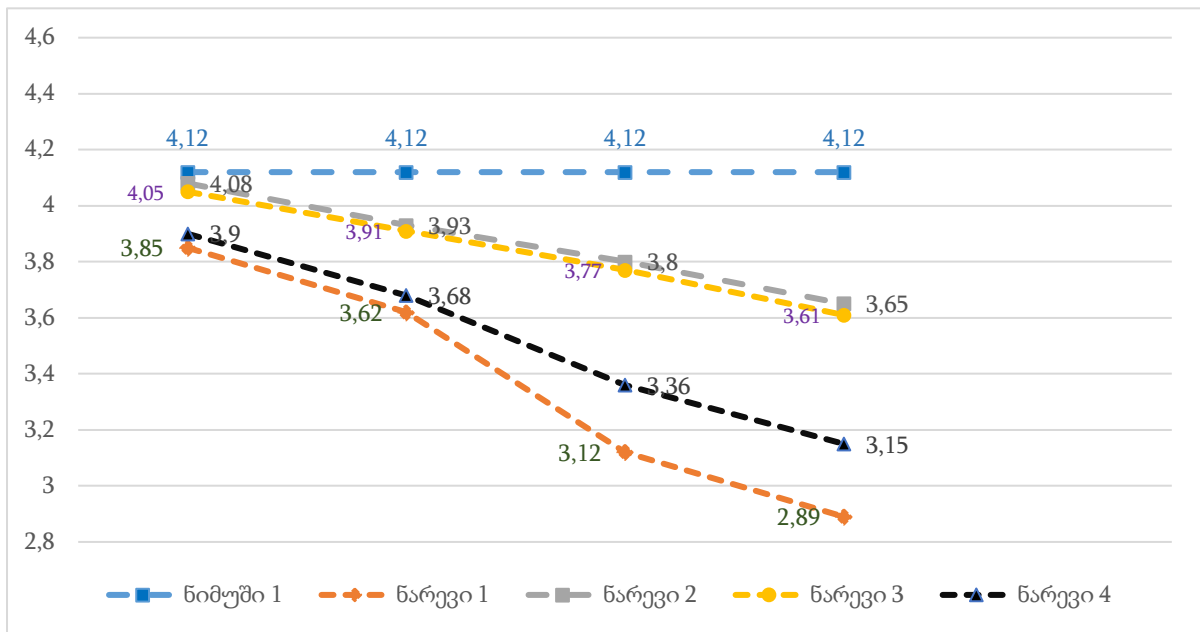


ნახ. 4. დოროპორტით დამზადებული ნარევის გამოცდა ჰამბურგის ბორბალზე



ნახ. 5. კირით დამზადებული ნარევის გამოცდა ჰამბურგის ბორბალზე

ლაბორატორიაში დამზადებულ ნიმუშებთან ერთად შედარების მიზნით გამოიცადა არსებული ასფალტის საფარიდან ამოჭრილი კერნი, რომლის ცვეთამაც შეადგინა 4,12 მმ. საერთო შედარებითი მაჩვენებლები მოცემულია გრაფიკის სახით.

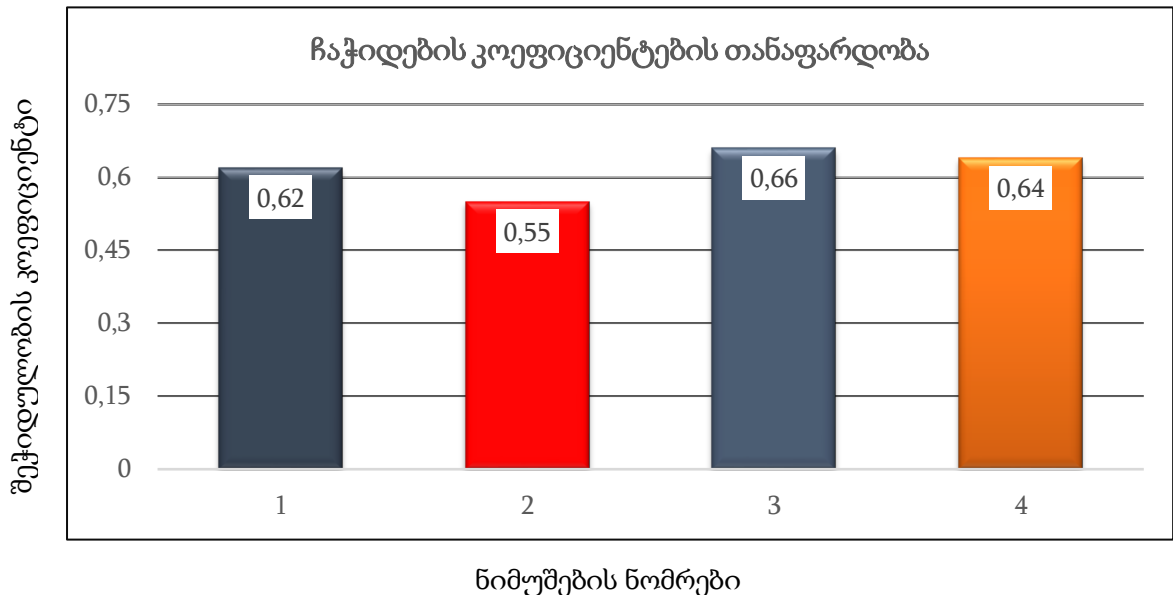


- ასფალტიდან ამოჭრილი ნიმუში
- ◆— ნარევი #1, ცემენტით
- ნარევი #2, დოროსოლით
- ნარევი #3, დოროპორტით
- ▲— ნარევი #4, კირით

ნახ.6. ნარევების საერთო მახასიათებლების შედარება

სრიალის მიმართ საფარის მდგრადობა უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელია საფარებისათვის, ამიტომ ჰამბურგის ბორბალთან ერთად ნიმუშები ლაბორატორიულ პირობებში გამოიცადა შეჭიდულობაზე, Wessex-ის ქანქარის გამოყენებით, სტანდარტ EN 13036-4 მიხედვით, რომლის მიხედვითაც კოეფიციენტი დგინდება საფარის ზედაპირზე სველ მდგომარეობაში.

ცდა ჩატარდა არსებული საფარიდან ამოჭრილ ნიმუშზე, შემდეგ იგივე ნიმუშზე ჰამბურგის ბორბალზე ჩატარებული ცდის შემდეგ (უკვე გაცვეთილ მდგომარეობაში), ნიმუშზე გირატორის დახმარებით დავტკეპნეთ საუკეთესო მაჩვენებლების მქონე 2 ნარევი - ცემენტისა და კირის დანამატით და გამოიცადა შეჭიდულობაზე. მაჩვენებლები მოცემულია გრაფიკის სახით.



ნახ.7. შეჭიდულობის მაჩვენებლების შედარება

- 1 – არსებული საფარიდან ამოჭრილი კერნი
- 2 - ამოჭრილი კერნი ცვეთაზე გამოცდის შემდგომ
- 3 - ამოჭრილ კერნზე დატანილი “სლარი სილის” ფენა ცემენტით (ნარევი #1)
- 4 - ამოჭრილ კერნზე დატანილი “სლარი სილის” ფენა კირით (ნარევი #4)

სლარი სილის ნარევების სამუშაო სისქის განსაზღვრა საექსპლუატაციო ვადების მიხედვით

“სლარი სილის” საცვეთი ფენის ანგარიშისას აუცილებელია მისი მახასიათებლები განისაზღვროს ასფალტბეტონის ძირითადი ფენილების სამსახურის ვადების ანალოგიურად. “სლარი სილის” საცვეთი ფენის სავარაუდო სისქე იანგარიშება ქვემოთ მოცემული მეთოდით, BCH 41-88-ში მოყვანილი ფორმულის გამოყენებით.

იმისათვის, რომ საცვეთი ფენა “სლარი სილი” ასფალტბეტონის საფარის საცვეთი ფენის თანაბარზომიერად განვსაზღვროთ და ზუსტი შედეგი მივიღოთ, აუცილებელია ფორმულის საშუალებით სისქე h მიღებულ იქნას შემდეგნაირად:

$$h = aT + \frac{bN_q}{1000} * \frac{(kq_1)^T - 1}{kq_1 - 1}$$

სადაც,

- a - პარამეტრია, რომელიც დამოკიდებულია საფარის ამინდმედეგობაზე და კლიმატურ პირობებზე (აღნიშნული პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 1);
- b - მაჩვენებელი, რომელიც დამოკიდებულია საფარის ამინდმედეგობაზე (ანალოგიურად);

N_1 - მოძრაობის ინტენსივობა წელიწადში, ავტ./დღე-ღამე;

K - $1,05 \pm 1,07$ კოეფიციენტი, დამოკიდებული მოძრაობის შემადგენლობის ცვლილებაზე;

q_1 - მოძრაობის წლიური ზრდის მაჩვენებელი.

საანგარიშო წლების რაოდენობა აიღება რემონტთაშორისი წლების ტოლი, ხოლო პარამეტრები BCH 41-88-ში მოცემული ცხრილის მიხედვით.

საანგარიშო პარამეტრების მნიშვნელობები.

ცხრილი 6.

	a , მმ	b, მმ/მლნ.ტ. ბრ	h_0
ა/ბ ღორღოვანი და ხრეშოვანი , დამუშავებული ორგანული შემკვრელით	0,4-0,6	0,25-0,55	10
ორმაგი დამუშავებით	1,3-2,7	3,5-5,5	25
ერთმაგი დამუშავებით	1,4-2,8	4,0-6,0	12

ცხრილიდან საქართველოს პირობებისათვის (IV საგზაო -კლიმატური ზონა) a და b მნიშვნელობები აიღება დაბალი ზღვრებით.

იმ შემთხვევაში, თუ სავალი ნაწილის სიგანე აღემატება 7 მ-ს, b-ს მნიშვნელობა უნდა შემცირდეს 15% -ით, ხოლო თუ 6 მ-ზე ნაკლებია, უნდა გაიზარდოს 15%-ით.

გაანგარიშება ვაწარმოთ ასფალტის საფარიანი გზების ორი ტიპისათვის:

- II კატეგორია - ინტენსივობით 5000 ავტ./დღე-ღამეში, სავალი ნაწილის სიგანით 9,0 მ;
- III კატეგორია- ინტენსივობით 3000 ავტ./დღე-ღამეში, სავალი ნაწილის სიგანით 6,0 მ;

საფარის სამსახურის ვადად კაპიტალურ რემონტებს შორის მიღებულია 10 წელი, ქვეყანაში მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტის BCH 46-83 თანახმად.

ანგარიში №1

II კატეგორიის გზებისათვის, სადაც გზის სიგანე 7 მ-ზე მეტია, პარამეტრი b-ს მნიშვნელობა უნდა შემცირდეს 15%-ით. ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$h = aT + \frac{bN_q}{1000} * \frac{(kq_1)^T - 1}{kq_1 - 1} = 0.4 * 10 + \frac{0.22 * 5000}{1000} * \frac{(1.05 * 1.04)^{10} - 1}{1.05 * 1.04 - 1} = 17.3 \text{ მმ}$$

“სლარი სილის” გამოყენებისას საფარის საცვეთ ფენად 10 წლიანი საექსპლუატაციო ვადის შემთხვევაში საჭირო სისქე შეადგენს 17,3 მმ-ს.

ანგარიში №2

III კატეგორიის გზებისათვის, სადაც გზის სიგანე 6 მ-ია, პარამეტრი b აიღება უცვლელად. ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს :

$$h = aT + \frac{bN_q}{1000} * \frac{(kq_1)^T - 1}{kq_1 - 1} = 0.4 * 10 + \frac{0.25 * 3000}{1000} * \frac{(1.05 * 1.04)^{10} - 1}{1.05 * 1.04 - 1} = 15.5 \text{ მმ}$$

“სლარი სილის” გამოყენებისას საფარის საცვეთ ფენად 10 წლიანი საექსპლუატაციო ვადის შემთხვევაში საჭირო სისქე შეადგენს 15,5 მმ-ს.

საქართველოს მასშტაბით მიღებული გამოცდილებიდან გამომდინარე, ზედაპირული შეკეთების ვადებს შორის დროდ მიღებულია 2 წელი ერთმაგი და 3 წელი ორმაგი ზედაპირული დამუშავებისთვის. ზედაპირული დამუშავების სისქე შეადგენს : ერთმაგი - 2 სმ, ორმაგი - 4 სმ. “სლარი სილის” ნაანგარიშები სისქის მიხედვით მოწყობისას კი ეს ვადა 10 წელს შეადგენს. ამის გარდა, სლარი ტიპის საფარის გამოყენებას უპირატესობა აქვს ისიც, რომ ის არამარტო იცავს ზედაპირს გარემო ფაქტორების ზემოქმედებისაგან და ზრდის საექსპლუატაციო ვადებს, არამედ ეფექტურია არსებულ ზედაპირზე წარმოქმნილი ბზარებისა და ნაპრალების სალიკვიდაციოდაც.

წარმოდგენილი ფორმულები საშუალებას იძლევა ტრადიციული ზედაპირული დამუშავების ნაცვლად გამოვიყენოთ “სლარი სილის” ტიპის ნარევი, რითაც მნიშვნელოვნად შემცირდება ფინანსური ხარჯები და ამავდროულად გაიზრდება საფარის სამსახურის ვადა

“სლარი სილის” ნარევის ეკონომიკური შედარება ჩვეულებრივი ტიპის

ზედაპირულ დამუშავებასთან

საქართველოს მასშტაბით აპრობირებული საგზაო სამუშაოების მიხედვით, იმ სახეობების მიხედვით რაც ყველაზე ხშირად გამოიყენება, ჩვენ ერთმანეთს შევადარეთ რამოდენიმე ტიპის ტრადიციული დამუშავების სახეობა ჩვენს მიერ ლაბორატორიაში დაყენებული ნიმუშებიდან ორი საუკეთესო შედეგის მქონეს, რომელთა ფასები მოცემულია ქვემოთ ცხრილებში, სახეობების მიხედვით. ყველა

სამუშაოში ერთეულ განფასებად მიღებულია 1000 მ². ცხრილებში ასევე მოყვანილია 1 მ²-ზე დაყვანილი ღირებულება.

1) პირველ საცვეთ ფენად გაანგარიშებულია უკვე არსებულ საფარზე საცვეთ ფენად ერთფენიანი ღორღოვან-მასტიკური ასფალტის მოწყობა, სისქით 3 სმ.

ტრადიციული ერთფენიანი საფარის ღირებულება.

ცხრილი 7.

ტრადიციული ერთფენიანი საცვეთი ფენის მოწყობა სისქით 3 სმ					
1	თხევადი ბიტუმის მოსხმა 0,3 ლ/მ ²	ტ	0,300	1453,73	436,12
2	საფარის მოწყობა წვრილმარცვლოვანი, ღორღოვან-მასტიკური ასფალტობეტონის ცხელი ფენით, სისქით 3 სმ	მ ²	1000,00	21,67	21670,0
	სულ ჯამი 1000 მ²-ზე				22106,11
	1 მ²-ის ღირებულება				22,11

2) არსებული საფარების შეკეთების გავრცელებული ტიპი, ზედაპირული ერთმაგი დამუშავება 3 სმ სისქით, წვრილმარცვლოვანი ასფალტობეტონით. ამ მეთოდის უარყოფითი მხარე ისაა, რომ მისი გამოყენება მიუღებელია ქალაქის პირობებში.

ტრადიციული ერთფენიანი ზედაპირული დამუშავების ღირებულება. ცხრილი 8.

ტრადიციული ერთფენიანი ზედაპირული დამუშავება სისქით 3 სმ					
1	თხევადი ბიტუმის მოსხმა 0,3 ლ/მ ²	ტ	0,300	1453,73	436,12
2	ზედაპირული დამუშავება საშუალო სისქით 3 სმ	ტ	72,9	204,71	14923,36
	სულ ჯამი 1000 მ²-ზე				15359,48
	1 მ²-ის ღირებულება				15,35

3) ჩვენს მიერ ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე შემუშავებული "სლარი სილის" ნარევის ტიპი #1, რომელიც მივიღეთ ცემენტის დანამატით. ნარევის საორიენტაციო სისქედ აღებულია 15 მმ.

ცემენტის დანამატიანი “სლარი სილით” დამუშავების ღირებულება. ცხრილი 9.

“სლარი სილით” დამუშავება, სისქით 15 მმ, ცემენტის დანამატით					
1	“სლარი სილის” ფენის მოწყობა სისქით 15 მმ, ყველა სამუშაოს ჩათვლით	მ ²	1000,00	17,76	17768,81
	სულ ჯამი 1000 მ²-ზე				17768,81
	1 მ²-ის ღირებულება				17,76

4) ჩვენს მიერ ლაბორატორიული კვლევების საფუძველზე შემუშავებული “სლარი სილის” ნარევის ტიპი #2, რომელიც მივიღეთ კირის დანამატით. ნარევის საორიენტაციო სისქედ აღებულია 15 მმ.

კირის დანამატიანი “სლარი სილით” დამუშავების ღირებულება. ცხრილი 10.

“სლარი სილით” დამუშავება, სისქით 15 მმ, კირის დანამატით					
1	“სლარი სილის” ფენის მოწყობა სისქით 15 მმ, ყველა სამუშაოს ჩათვლით	მ ²	1000,00	17,62	17623,23
	სულ ჯამი 1000 მ²-ზე				17623,23
	1 მ²-ის ღირებულება				17,62

ზემოთ მოყვანილი შედეგების შეჯერებიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ერთჯერადად შესასრულებლად ყველაზე იაფი სამუშაო ზედაპირული დამუშავებაა ტრადიციული მეთოდით. თუმცა იმის გათვალისწინებით, რომ ამ სახის დამუშავება საჭიროა ყოველ 1-2 წელიწადში, რაც 10 წლის ვადაში მინიმუმ 4 დამუშავებას შეადგენს, ხოლო იგივე სამუშაოსათვის 2-ჯერ გვჭირდება საცვეთი ფენის მოწყობა 3 სმ სისქით, ამავე სამუშაოს საჭიროება “სლარი სილის” ნარევის გამოყენებისას დგება ყოველ 5-7 წელში, რაც საგრძნობლად აიაფებს სამუშაოებს. ამასთან ერთად, მიუხედავად იმისა რომ კირის დანამატით მიღებული ნარევი ყველასთან შედარებით იაფია, პერსპექტივაში უმჯობესია ცემენტის დანამატით მიღებული “სლარი სილის” ნარევის გამოყენება, რადგან იგი ავლენს ყველაზე კარგ საექსპლუატაციო თვისებებს.

“სლარი სილის” ნარევით აღდგენილი საფარის მაჩვენებლების შედარება

ტრადიციული ტიპის ზედაპირულ დამუშავებასთან

ღირებულებასთან ერთად ჩვენს მიერ გაანგარიშებულია ფენილების მოწყობის შემდეგ მიღებული საფარის მაჩვენებლები. მახასიათებლების შედარებისათვის 3 ტიპის საგზაო სამოსი გაანგარიშებულია ПНСТ 542-2021 მიხედვით, მასში მოცემული საანგარიშო ფორმულების გამოყენებით. საწყისი საანგარიშო მონაცემები სამივე ტიპის სამოსისათვის ერთნაირია.

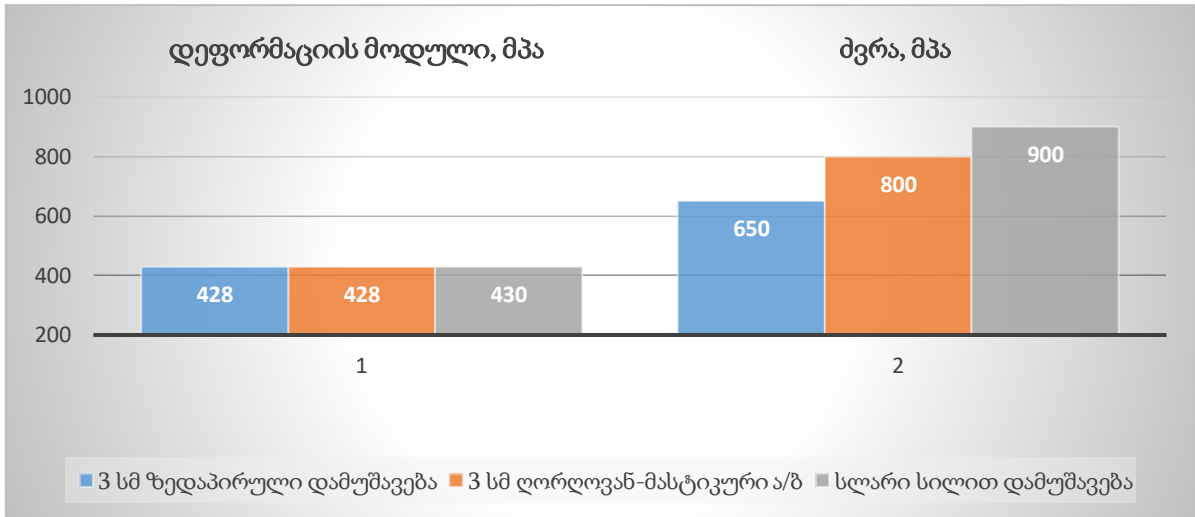
საწყისი საანგარიშო მონაცემები:

- საგზაო-კლიმატური ზონა - IV
- დატენიანების სქემა: 1 სქემა (ზედაპირული წყლები)
- პროექტირების რაიონი - საქართველო
- ავტომობილების დაყვანილი საანგარიშო ინტენსივობა - 3000 ავტ.

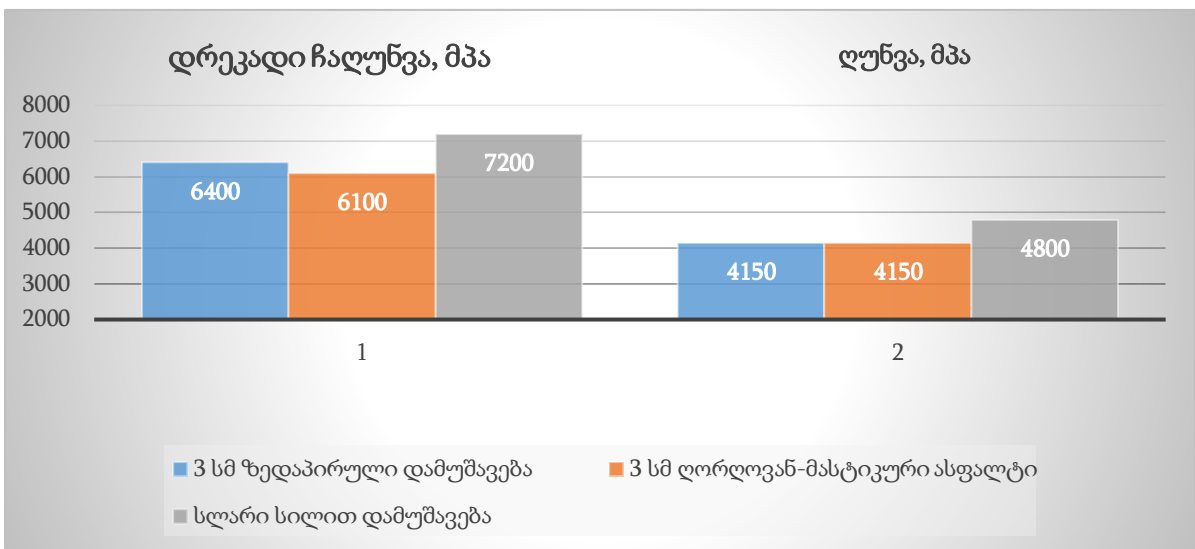
დღე/ღამეში

- საანგარიშო სამსახურის ვადა - 10 წელი
- სამომხრად ზოლების რაოდენობა - 2 ზოლი
- საანგარიშო დღეების რაოდენობა - 205
- ინტენსიურობის ზრდის მაჩვენებელი - 1,04
- საანგარიშო დატვირთვის ჯგუფი A10
- საბურავში წნევა p, მპა; 0,8
- თვლის ანაბეჭდის დიამეტრი $D_{\text{ფინ.}}$, სმ; 37,1
- სტატიკური დატვირთვა საბურავისგან საფარის ზედაპირზე $Q_{\text{ფ.}}$, კნ; 50,0

გაანგარიშებების ძირითადი პარამეტრის შედარებების შეჯერების ხარჯზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ “სლარი სილით” საცვეთი ფენის მოწყობა ოპტიმალური გადაწყვეტაა საფარის საექსპლუატაციო თვისებების გასაუმჯობესებლად.



ნახ.8. დეფორმაციის მოდულისა და ძვრის თანაფარდობა



ნახ.9. დრეკადი ჩალუნვებისა და ლუნვის თანაფარდობა

“სლარი სილის” ნარეგების გამოყენება აეროდრომების საფარებისათვის

აეროდრომების მოწყობისას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა საფარის ექსპლუატაციის პირობებს, რათა თვითმფრინავებმა უსაფრთხოდ შეძლონ აფრენა-დაშვება. ეს პროცესი მოითხოვს საფარის ისეთი მაღალი მაჩვენებლების ქონას, როგორცაა: სიმტკიცე და მისი შემადგენელი მასალების ხანმედეგობა. რადგანაც თვითმფრინავისაგან გადაცემული დატვირთვები საკმაოდ აღემატება საავტომობილო ტრანსპორტისაგან გადაცემულს, შესაბამისად აეროდრომების საფარებში იყენებენ რამოდენიმე ფენიან კონსტრუქციებს.

ძირითადი მრღვევი ძალა აეროდრომების საფარებში მოდის საფარის ზედა ფენებში, რომლების უშუალოდ იღებენ საკუთარ თავზე ბორბლისაგან გადაცემულ დატვირთვებს, ასევე განიცდიან კლიმატური ფაქტორების ზემოქმედებას და

ქიმიური ფაქტორების უარყოფით გავლენას - განსაკუთრებით ზამთრის პერიოდში, როდესაც აეროდრომებზე გამოიყენება ლიპინულის წარმოქმნის საწინააღმდეგო ნივთიერება, რომლის ქიმიური შემადგენლობა განსაკუთრებულად ცუდად მოქმედებს საფარის ხანმედეგობაზე.

აეროდრომებზე საფარის მოწყობისას ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს ფენებს შორის მაღალი შეჭიდულობა. შეჭიდულობა განისაზღვრება ლოიტნერის ხელსაწყოთა გამოყენებით, შემდეგი პრონციპით - ერთი ფენა უძრავად მაგრდება დანადგარში, ხოლო მეორე ფენაზე ხდება ზემოქმედება წნეხის საშუალებით, მაქსიმალურ დატვირთვამდე, სანამ არ მოხდება ფენების განშრევა. ცდის შედეგია ის მაქსიმალური მნიშვნელობა, როდესაც შეჭიდულობის კარგვა იწყება.

ექსპერიმენტი #1.

შეჭიდულობის განსაზღვრის მიზნით არსებული საფარიდან ამოვჭერთ 150 მმ დიამეტრის კერნი და მოვათავსეთ ლოიტნერის ყალიბში და მაქსიმალურ ძალაზე დავაწეეთ წნეხით. როდესაც ფენებმა დაიწყო განშრევა, ცდა შევწყვიტეთ. მაჩვენებელმა შეადგინა 0,72 მპა.

ექსპერიმენტი #2.

ლაბორატორიულ პირობებში არსებული საფარიდან ამოჭრილ ბეტონის კერნზე დავტკეპნეთ ასფალტი, რითაც მივიღეთ დამცავი ფენა. ნიმუში გამოიცადა იგივე პრინციპით და შედეგი 0,70 მპა-ია.

ექსპერიმენტი #3.

ლაბორატორიულ პირობებში არსებული საფარიდან ამოჭრილ ასფალტბეტონის კერნზე დავტკეპნეთ “სლარი სილის” ნარევი, მიღებული ცემენტის დანამატით. ცდა ანალოგიურია წინა ცდებისა და მიღებული შედეგი 0,82 მპა-ია.

ექსპერიმენტი #4.

ლაბორატორიულ პირობებში არსებული საფარიდან ამოჭრილ ბეტონის კერნზე დავტკეპნეთ “სლარი სილის” ნარევი, მიღებული ცემენტის დანამატით. ცდა ანალოგიურია წინა ცდებისა და მიღებული შედეგი 0,80 მპა-ია.

მიღებული მაჩვენებლების შედარების შედეგად შეგვიძლია ვთქვათ, რომ “სლარი სილი” მნიშვნელოვნად კარგ შედეგს აჩვენებს არსებული ასფალტისა და

ბეტონის ფენილების დამუშავების დროს და მნიშვნელოვნად ზრდის იმ ძირითად მახასიათებელს, რასაც შეჭიდულობა წარმოადგენს.

“სლარი სილის” ნარევის ეკონომიკური შედარება ჩვეულებრივი ტიპის

ზედაპირულ დამუშავებასთან

საქართველოს მასშტაბით აპრობირებული საგზაო სამუშაოების მიხედვით, იმ სახეობების მიხედვით რაც ყველაზე ხშირად გამოიყენება, ჩვენ ერთმანეთს შევადარეთ რამოდენიმე ტიპის ტრადიციული დამუშავების სახეობა ჩვენს მიერ ლაბორატორიაში დამზადებული ნიმუშებიდან ორი საუკეთესო შედეგის მქონეს.

ერთეული ფასების შედეგების შეჯერებიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ერთჯერადად შესასრულებლად ყველაზე იაფი სამუშაო ზედაპირული დამუშავებაა ტრადიციული მეთოდით. თუმცა იმის გათვალისწინებით, რომ ამ სახის დამუშავება საჭიროა ყოველ 1-2 წელიწადში, რაც 10 წლის ვადაში მინიმუმ 4 დამუშავებას შეადგენს, ხოლო იგივე სამუშაოსათვის 2-ჯერ გვჭირდება საცვეთი ფენის მოწყობა 3 სმ სისქით, ამავე სამუშაოს საჭიროება “სლარი სილის” ნარევის გამოყენებისას დგება ყოველ 5-7 წელში, რაც საგრძნობლად აიაფებს სამუშაოებს. ამასთან ერთად, მიუხედავად იმისა რომ კირის დანამატით მიღებული ნარევი ყველასთან შედარებით იაფია, პერსპექტივაში უმჯობესია ცემენტის დანამატით მიღებული “სლარი სილის” ნარევის გამოყენება, რადგან იგი ავლენს ყველაზე კარგ საექსპლუატაციო თვისებებს.

ქალაქის ფარგლებში მიუღებელია ზედაპირული დამუშავების გამოყენება, აუცილებელი ხდება ასფალტის ფრეზირება და კაპიტალური ფენის მოწყობა, რაც სხვადასხვა სამუშაოებთან ერთად საკმაო დანახარჯებთან ასოცირდება. ამ პრობლემის მოხსნა შესაძლებელია “სლარი სილის” გამოყენებით;

ეს ტექნოლოგია გამოიყენება როგორც მაღალი, ისე დაბალი ინტენსივობის გზებზე, მათ შორის ქალაქის ტიპის დასახლებებში. ამ ტექნოლოგიის ეკონომიკური მიზანშეწონილობა მდგომარეობს იმაშიც, რომ გზის ზედაპირის რეგულარული (ყოველ 5-7 წელიწადში) დამუშავებით, გრძელვადიან პერსპექტივაში, გზის მოვლა გაცილებით იაფია, ვიდრე კაპიტალური რემონტი ყოველ 7-10 წელიწადში.

დასკვნა

1. ლაბორატორიული კვლევებით დადგენილია ნარევის ოპტიმალური შემადგენლობა მასში სხვადასხვა სახის მასალების გამოყენებით.

2. ნაშრომში შემოთავაზებული საფარის მოწყობისას, ტრადიციული წესით მოწყობილი ზედაპირული დამუშავებისაგან განსხვავებით მიიღება ერთგვაროვანი საფარი, რომელიც შესაძლებელია დაიგოს 10°C ტემპერატურაზე და ფაქტობრივად სრულად გამორიცხავს ზედაპირიდან მარცვლების ამოცვენას, ასევე გზის ხორკლიანობა უზრუნველყოფს ავტომობილის ფარიდან წამოსული სინათლის თანაბრად გაბნევას ზედაპირზე, რაც გამორიცხავს მძღოლის „დაბრმავებას“.

3. ბიტუმ БНД 60/90 ლაბორატორიული კვლევის შედეგების შეჯერების შემდეგ დადგინდა, რომ SBS დანამატით მოდიფიცირებული ბიტუმის ყველაზე მნიშვნელოვანი მაჩვენებელი - დარბილების ტემპერატურა 1,4-ჯერ აღემატება ჩვეულებრივ მდგომარეობაში მყოფ ბიტუმ БНД 60/90-ის, ხოლო 1,25-ჯერ ბუნებრივი ბიტუმებით მოდიფიცირებული ბიტუმ БНД 60/90-ის ანალოგიურ მაჩვენებლებს.

4. ჰამბურგის დანადგარზე ცვეთის ლაბორატორიული ექსპერიმენტების შეჯერების შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ცემენტის დანამატით მიღებული „სლარი სილის“ ტიპის ნარევი 1,26-ჯერ უკეთეს ცვეთამედეგობის მაჩვენებელს აფიქსირებს სხვა გამოცდილ ნარევებთან შედარებით.

5. შეჭიდულობაზე ლაბორატორიული ექსპერიმენტების შეჯერების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ „სლარი სილის“ მოწყობით უკვე გაცვეთილ საფარზე 1,1÷1,2-ჯერ ამაღლება ჩაჭიდების კოეფიციენტის მაჩვენებელი, რაც თავისთავად იწვევს სამუხრუჭე მანძილის შემცირებას და შესაბამისად, უსაფრთხოდ გადაადგილების გარანტიაა;

6. ლოიტნერის ტესტის შედეგებზე დაყრდნობით სლარი სილი 1,2-ჯერ უკეთეს შედეგს გვაძლევს ფენებს შორის შეჭიდულობაზე.

7. სამოსის ანგარიშის მიხედვით, სლარი სილის ნარევით აღდგენილი ფენილების 1,4-ჯერ უფრო მედეგია ძვრაზე, 1,2-ჯერ ღრეკად ჩალუნვაზე და 1,15-ჯერ მედეგია ღუნვაზე. ტრადიციულ ფენილებთან თითქმის ანალოგიურ შედეგებს გვაჩვენებს დეფორმაციის მოდულის განსაზღვრის და კვალწარმოქმნის მხრივ.

8. ეკონომიკური შედეგების შეჯერების საფუძველზე ვასკვნით, რომ კაპიტალურ რემონტებს შორის ვადის პერიოდში ათწლიანი გაანგარიშებით „სლარი სილით“ ფენილების აღდგენისას სამუშოთა ღირებულება 1,9-ჯერ იაფია 3 სმ სისქის ღორღოვან-მასტიკური ასფალტბეტონით და 1,7-ჯერ იაფი ტრადიციულ ზედაპირულ დამუშვებასთან შედარებით.

9. ეკოლოგიურობის განვითარების მხრივ არის სტრატეგიული პერსპექტივები, რის გამოც ტექნოლოგია “სლარი სილი” საცვეთი ფენის მოსაწყობად ოპტიმალურად მიიჩნევა. მისი ხანმედეგობის გამო ზედაპირის დამუშავება იშვიათადაა აუცილებელი, რაც ბიტუმინერალური ნარეგების ნაკლებად გამოყენებას საჭიროებს.

დისერტაციის თემასთან დაკავშირებული პუბლიკაციები

1. პაპუაშვილი თ., აბაშიძე ო., სლარი სილის დამზადების ტექნოლოგია და გამოყენების პერსპექტივები; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 100 წლის იუბილისადმი მიძღვნილი სტუდენტთა საერთაშორისო კონფერენცია „ინოვაციური ტექნოლოგიები ინჟინერიაში“, 2022 წ, გვ. 20-30;
2. პაპუაშვილი თ., აბაშიძე ო., საავტომობილო გზის საცვეთი ფენის ხანმედეგობის გაზრდა სლარი ტიპის ნარევების გამოყენებით; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა II საერთაშორისო კონფერენცია „ინოვაციური ტექნოლოგიები ინჟინერიაში“, 2023 წ, გვ. 23-28;
3. პაპუაშვილი თ., აბაშიძე ო., - სლარი სილის ნარევების სამუშაო სისქის განსაზღვრა საექსპლუატაციო ვადების მიხედვით, სამეცნიერო - ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, 2023, № 1(65), გვ. 89-92;
4. აბაშიძე ო., - სლარი სილის ნარევის ოპტიმალური შემადგენლობის განსაზღვრა ლაბორატორიულ პირობებში, სამეცნიერო - ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, 2023, № 1(65), გვ. 53-57;
5. პაპუაშვილი თ., აბაშიძე ო., ხეცურიანი ბ., - სლარი სილის გამოყენების უპირატესობები საავტომობილო გზის საფარის საცვეთი ფენის გასაუმჯობესებლად, სამეცნიერო - ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, 2022 წ, № 4 (64), გვ. 28-32.

Abstract

The multi-kilometer road network operating in the country is covered with a capital coating, which ensures unhindered, safe and comfortable movement of passenger and cargo flows. Observing the condition of the Georgian road network, we can say that the most common types of injuries, such as longitudinal and transverse cracks, frequent cracks, block cracks, tracks and pits on the surface of the coating, are mainly caused by the fact that due to the increased loads on the road surface of the road network, existing coatings can no longer match requirements.

One of the priorities in the country is to improve the condition of the road network along with the growth of the road network, which means improving its operational characteristics and maximizing the extension of service life in order to avoid large capital repair costs.

Due to the fact that Georgia is characterized by difficult terrain and large slopes are often found on the roads, asphalt pavement often fails before the reporting period, which is facilitated by braking and pushing forces in such places. The more cracks there are on the coating, the more the chances of safe movement decrease and the cost of maintenance work increases. Therefore, it is necessary to improve the operational properties of roads, which in itself implies the absence of costs and the improvement of economic and environmental conditions. As usual, traditional surface treatment, which is used in such cases, more or less provides a solution to the mentioned problem, although its service life is limited to 2-3 years.

To solve this problem, our article suggests an analogue of the traditional surface treatment technology - a way to improve the wear layer with mixtures of the "Slurry seal" type, which will minimize the time between major repairs and will be both relatively environmentally friendly and cost-effective.

Thus, the purpose of experimental and theoretical studies of this work was to consider the following issues:

Determination of the nature of road surface wear and identification of the causes;

Replacing the traditional surface treatment with the "Slurry seal" technology, determining the scope of its application;

Determining the optimal composition of the "Slurry seal" mixture, determining the optimal amount of the tested filler - cement and replacing it with analog materials - dorosol, doroport and lime, taking this into account, designing the composition of the mixture.

Testing of the manufactured mixture for various characteristics in the laboratory, limiting the characteristics of existing coatings and comparing them;

Calculation of the construction of road clothes for a new type of mixture and its comparison with the traditionally used layers of underwear;

Definition and comparison of economic indicators with traditional works.

Based on the conducted experimental and theoretical studies, we can say that the use of "Slurry seal" to improve the performance properties of the finishing layers of the coating is much better than similar work using traditional surface treatment technology.

The mixtures discussed in our article will allow us to protect existing layers and increase the main characteristics, which are the wear resistance of the layers, the creation of a waterproof surface, etc., thus we extend the service life. In addition, due to the fact that we have to use it twice less than with traditional surface treatment, before the expiration of the period between major repairs, the environmental situation is significantly improved.

Considering that during the same reporting period we used mixtures of the "Slurry seal" type twice, and traditional surface treatment - at least 4 times, from an economic point of view, the difference between prices is important in the future.

Based on the above, the use of "Slurry seal" has a number of advantages that will significantly improve the basic performance of the layers, significantly reduce the level of environmental pollution and are financially beneficial.