

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ოთარი ხატიაშვილი

საგზაო სამოსების რეაბილიტაცია ინფრაწითელი გამოსხივებით

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

სადოქტორო პროგრამა: საგზაო ინფრასტრუქტურა და მიწისქვეშა  
ხელოვნური ნაგებობები

შიფრი: 0406

თბილისი

2018 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამშენებლო ფაკულტეტი  
საგზაო დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი - დავით ბურდულაძე

რეცენზენტები: 1. თენგიზ პაპუაშვილი - პროფესორი  
2. რამინ ძნელაძე - ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატი

დაცვა შედგება 2018 წლის 20 თებერვალს, 14:00 საათზე,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის  
სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე  
კორპუსი I, აუდიტორია 505,  
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

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

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი

## შესავალი

**პრობლემის აქტუალობა:** საავტომობილო გზების, როგორც ყველა საინჟინრო ნაგებობის, საექსპლუატაციო ვადა განისაზღვრება გარკვეული დროით, რაც დამოკიდებულია: გზაზე მოძრაობის ინტენსიობაზე, ავტოპარკის შემადგენლობაზე, კლიმატურ პირობებზე და ა.შ.

სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობის ყოველწლიურ ზრდასა და საავტომობილო გზების მშენებლობის არასაკმარის ტემპებს, მივყავართ მოძრაობის ინტენსიობის მატებამდე და ტვირთის ნაკადის გაზრდამდე ქვეყნის ყველა მიმართულებით. ყოველწლიურად სატრანსპორტო საშუალებების რაოდენობა იზრდება 4..5%-ით. ერთდროულად იზრდება მათი ტვირთამწეობაც. ამ უკანასკნელის ზრდა, ცხადია, ხელს უწყობს გადაზიდვების ხარჯების შემცირებას, თუმცა, ხასიათდება ღერძული დატვირთვის გაზრდით საავტომობილო გზის სამოსზე (ეს ზოგადად დამახასიათებელია თანამედროვე სატრანსპორტო საშუალებებისათვის), რაც იწვევს გზის სარტანსპორტო-საექსპლუატაციო მახასიათებლების ცვლილებას და საავტომობილო გზების მდგომარეობის მკვეთრ გაუარესებას.

დღეისათვის საქართველოს საგზაო ქსელი მოიცავს:

- საერთაშორისო მნიშვნელობის გზებს - 1528 კმ. მათ შორის: ცემენტბეტონის საფარით - 78 კმ, ასფალტბეტონის საფარით - 1433 კმ, ღორღოვანი საფარით - 17 კმ.
- შიდასახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის გზებს - 5297 კმ. მათ შორის: ცემენტბეტონის საფარით - 156 კმ, ასფალტბეტონის საფარით - 3542 კმ, ღორღოვანი საფარით - 1364 კმ, გრუნტის გზა - 235 კმ.

ექსპლუატაციის შედეგად ასფალტბეტონის ფენილები ცვდება, განიცდის დაბერებას და საჭიროებს აღდგენას, რაც დაკავშირებულია მნიშვნელოვან საექსპლუატაციო დანახარჯებთან.

საქართველოში საავტომობილო გზების ექსპლუატაციაზე ყოველწლიურად იხარჯება 40-45 მლ. ლარი, რომლის აბსოლუტური უმრავლესობა მოდის საგზაო საფარების აღდგენაზე. შესაბამისად აქტუალურია საკითხი, მოიძებნოს

საფარების აღდგენის ეკონომიურად ხელსაყრელი ტექნოლოგია, რომლის განხორციელება შესაძლებელი იქნება მთელი წლის განმავლობაში.

ერთ-ერთ ასეთ ტექნოლოგიას წარმოადგენს ინფრაწითელი სხივების გამოყენება.

წარმოდგენილ ნაშრომში ექსპერიმენტალური კვლევების საფუძველზე მიღებული შედეგების მიხედვით შემოთავაზებულია:

- დამოკიდებულებები და დადგენილი კავშირები ორმოს ზედაპირის ტემპერატურისა და ცხელი ნარევის დაგებისას ჰაერის ტემპერატურას (ნარევისა და ბიტუმის ტიპის გათვალისწინებით) შორის.
- ცხელი ასფალტბეტონის ნარევით არახისტი საფარის ორმოული შეკეთებისას; ტექნოლოგიური რეჟიმის ამორჩევის მეთოდოლოგია.
- დამუშავებულია ასფალტბეტონის საფარზე ორმოების შეკეთების ტექნოლოგიები და რეკომენდაციები.

ინფრაწითელი სხივების გამოყენებით ასფალტბეტონის საფარების ორმოული შეკეთება იძლევა როგორც ეკონომიურ ასევე ეკოლოგიურ ეფექტიანობას.

#### **ეკონომიური ეფექტი განპირობებულია:**

- ინფრაწითელი გამოსხივების ტექნოლოგიის მცირე ენერგოტევადობით, ტრადიციული მეთოდების გამოყენებასთან შედარებით;
- სამუშაოების ჩატარების შესაძლებლობით მთელი წლის განმავლობაში, რაც საშუალებას გვაძლევს შევინარჩუნოთ გზის საექსპლუატაციო მაჩვენებლები (განსაკუთრებით ზამთრის პერიოდში) და ამით გავზარდოთ მისი სიცოცხლისუნარიანობა;
- მცირე შრომატევადობა, რაც გამოიხატება ორკაციანი ჯგუფის შესაძლებლობით შეაკეთოს 40 მ<sup>2</sup>-ზე მეტი ფართობი ერთი ცვლის განმავლობაში;
- ინფრაწითელი რემონტის პროცესის გამოყენება ხარისხით მიესადაგება ასფალტბეტონის საფარების კაპიტალურ რემონტს, რაც უზრუნველყოფს შეკეთებული უბნის ხანგრძლივ ექსპლუატაციას.

### **ეკოლოგიური ეფექტი განპირობებულია:**

- ინფრაწითელი გამოსხივების ტექნოლოგიის გამოყენება იძლევა უნარჩენო წარმოების შესაძლებლობას, რაც გამოიხატება იმაში, რომ არაა საჭირო ნარჩენების გატანა. ამით თავიდან ავიცილებთ ძველი ასფალტბეტონის ნარჩენებით, გარემოს დაბინძურებას;
- არსებული ძველი ასფალტბეტონი გამოიყენება მაქსიმალურად, შესაბამისად არ არის საჭირო დიდი რაოდენობით ახალი ასფალტბეტონის ნარევის მომზადება, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია გარემოში მავნე აირების გამოყოფასა და მის დაბინძურებასთან.

### **დისერტაციის მიზანი:**

- შევიმუშაოთ არახისტი საგზაო საფარების ორმოული შეკეთების ეფექტური, ეკონომიურად და ეკოლოგიურად რაციონალური ტექნოლოგიები;
- შევისწავლოთ ის ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს, საფარების შეკეთების ხარისხზე და დავამუშაოთ ღონისძიებები, რომლებიც გააუმჯობესებენ შეკეთებული უბნის საექსპლუატაციო მაჩვენებლებს და სიცოცხლისუნარიანობას.
- შევიმუშაოთ რეკომენდაციები ორმოული შეკეთების ტექნოლოგიური პროცესის სწორად წარმართვისთვის.

### **ძირითადი ამოცანები:**

- არახისტი საფარიანი საავტომობილო გზების მდგომარეობის ანალიზი;
- იმ ფაქტორების გამოვლენა და შესწავლა, რომლებიც გავლენას ახდენენ არახისტი ტიპის საფარის შეკეთების პროცესის ეფექტურობაზე;
- არახისტი ასფალტბეტონის საფარის ინფრაწითელი შეკეთების პროცესის შესწავლა და ანალიზი;
- არახისტი ტიპის საგზაო საფარის ორმოული შეკეთების რაციონალური ტექნოლოგიის შემუშავება;
- ცხელი ასფალტბეტონის გამოყენებით არახისტი ტიპის საგზაო საფარის ორმოული შეკეთების ტექნოლოგიის დამუშავება.

### **ნაშრომის მეცნიერული სიახლე:**

სადისერტაციო ნაშრომი განეკუთვნება საავტომობილო გზების ექსპლუატაციისა და მოვლა-შენახვის სფეროს. საგზაო სამოსი წარმოადგენს საავტომობილო გზების სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მდგომარეობის ძირითად განმსაზღვრელ ნაწილს.

სატრანსპორტო დატვირთვებისა და კლიმატური ფაქტორების ზემოქმედებით ასფალტბეტონის ფენილები ცვდება, მის ზედაპირზე ჩნდება სხვადასხვა სახის დეფორმაციები, რომლებიც საჭიროებენ აღდგენას. გარდა იმისა, რომ ეს დაკავშირებულია მნიშვნელოვან საექსპლუატაციო დანახარჯებთან, ხშირად სარემონტო სამუშაოების ჩატარება შეუძლებელია არახელსაყრელი კლიმატური ფაქტორების (ძირითადად დაბალი ტემპერატურების) გამო.

ჩემ მიერ წარმოდგენილი ნაშრომის მეცნიერული სიახლეა საგზაო სამოსის ძირითადი საექსპლუატაციო მაჩვენებლების აღდგენა მინიმალური ღირებულების პირობებში, წლის ნებისმიერ დროს, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს:

- შესწავლილია და კრიტიკულად შეფასებული არახისტი საგზაო საფარების ორმოული შეკეთების არსებული ტექნოლოგიები;
- შესწავლილი და გაანალიზებულია არახისტი საფარების შეკეთების ინფრაწითელი ტექნოლოგია;
- დადგენილია ასფალტბეტონის საფარების ორმოული შეკეთების ხარისხზე სხვადასხვა ფაქტორების ზეგავლენა;

### **ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება:**

- შესწავლილია არახისტი საგზაო საფარების ორმოული შეკეთების თანამედროვე ტექნოლოგიები;
- დამუშავებულია მინიმალური ფინანსური დანახარჯებით საგზაო სამოსის შეკეთების მეთოდები ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით;

- დამუშავებულია ასფალტბეტონის ფენილის საექსპლუატაციო ნორმატიული მაჩვენებლების უზრუნველყოფის შესაძლებლობა მინიმალური ფინანსური დანახარჯებით;
- დამუშავებულია არახისტი საფარების შეკეთების რაციონალური ტექნოლოგიები საქართველოს სპეციფიკური პირობების გათვალისწინებით;
- დამუშავებულია ასფალტბეტონის საფარის ორმოების შეკეთების ტექნოლოგიები და რეკომენდაციები.

**ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა:**

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება: შესავალის, ორი თავის, დასკვნისა და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისაგან. ნაშრომი წარმოდგენილია 128 ნაბეჭდ გვერდზე, იგი შეიცავს 28 ნახაზს და 25 ცხრილს.

**ნაშრომის აპრობაცია:**

დისერტაციის მასალები მოხსენებულ იქნა:„

- VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ:ПРОБЛЕМЫ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ» г. Москва- 2017

**დისერტაციის ძირითადი შედეგები და ზოგადი დასკვნები:**

**პირველ თავში** განხილულია არახისტი საფარიანი საავტომობილო გზების არსებული მდგომარეობა და ორმოული შეკეთების ტექნოლოგიები.

საავტომობილო გზები სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მახასიათებლების მიხედვით დაყოფილია სამ ჯგუფად:

ჯგუფი A - საავტომობილო გზები, მოძრაობის ინტენსიობით 5000-8000 ავტ/დღე-ღამეში, რომლებიც განლაგებულია ქალაქებსა და დასახლებულ პუნქტებში. მას მიეკუთვნება საერთაშორისო და შიდასახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის ჩქაროსნული მაგისტრალური გზები და საქალაქო მნიშვნელობის მაგისტრალური ქუჩები უწყვეტი მოძრაობით;

ჯგუფი B - საავტომობილო გზები, მოძრაობის ინტენსიობით 1000-დან - 5000-მდე ავტ/დღე-ღამეში, რომლებიც განლაგებულია ქალაქებსა და დასახლებულ პუნქტებში. მას მიეკუთვნება შიდასახელმწიფოებრივი

მნიშვნელობის მაგისტრალური გზები მარეგულირებელი მოძრაობით, საქალაქო მნიშვნელობის მაგისტრალური ქუჩები მარეგულირებელი მოძრაობით და რაიონული მნიშვნელობის გზები;

ჯგუფი C - საავტომობილო გზები, მოძრაობის ინტენსიობით ნაკლები 1000 ავტ/დღე-ღამეში, განლაგებული ქალაქებსა და დასახლებულ პუნქტებში. მას მიეკუთვნება ადგილობრივი მნიშვნელობის ქუჩები და გზები;

ქალაქებსა და დასახლებულ პუნქტებში საავტომობილო გზებისა და ქუჩების პარამეტრები განისაზღვრება მოთხოვნილებებით СНиП 2.07.01-89\*. საავტომობილო გზების საექსპლუატაციო მდგომარეობა განისაზღვრება მოთხოვნილებებით ГОСТ Р 50597-93. საფარის დაზიანების ზღვრული დასაშვები მაჩვენებლები, აგრეთვე მისი ლიკვიდაციის ვადები მოყვანილია ცხრილში 1.<sup>12</sup>

**ცხრილი 1**

**საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პირობებით საექსპლუატაციო მდგომარეობის დაშვებული მოთხოვნები**

გზების და ქუჩების ჯგუფი	დაზიანება 1000 მ <sup>2</sup> არაუმეტეს მ <sup>2</sup>	დაზიანების სალიკვიდაციო ვადები, არაუმეტეს დღე
A	0,3 (1,5)	5
B	1,5 (3,5)	7
C	2,5 (7,0)	10

არახისტი ტიპის გზის საფარის დეფექტების აღმოსაფხვრელად ჩატარებული სამუშაოების ხარისხი, დამოკიდებულია არა მარტო გამოყენებულ ტექნოლოგიებზე, არამედ მასალის თვისებებსა და საავტომობილო გზის ექსპლუატაციის კონკრეტულ პირობებზე. საფარის დეფექტების აღმოსაფხვრელად იყენებენ მასალებს, რომლებიც ხასიათდება სხვადასხვა ფიზიკა-მექანიკური და თერმოფიზიკური ტექნოლოგიური მახასიათებლებით.

<sup>1</sup> ფრჩხილებში მოყვანილი მაჩვენებელი არის საგაზაფხულო პერიოდის დაზიანებები.

<sup>2</sup> ლიკვიდაციის ვადები მითითებულია სამშენებლო სეზონისთვის, რომელიც განისაზღვრება ამინდითა და კლიმატური პირობებით, მოყვანილი СНиП 3.06.03 კონკრეტული სახის სამუშაოებისთვის.



საავტომობილო გზის ექსპლუატაციისას საგზაო საფარზე დეფექტების გაჩენა მეტი ინტენსიობით ხდება გაზაფხულისა და შემოდგომის პერიოდში, როდესაც საგზაო სამოსში შეღწეული სისველის და გარემო ტემპერატურის ზემოქმედების შედეგად ხდება გზის ფენების მასალების პარამეტრების მდგრადობის შემცირება, რომლის შედეგად წარმოიშვება გზის საფარზე დეფექტები ორმოების სახით. მათ აღმოსაფხვრელად აწარმოებენ ორმულ შეკეთებას, რომლის დროსაც, გარემოს ტემპერატურასა და გამოყენებული მასალის მახასიათებლებზე დაყრდნობით, გამოიყენებენ სხვადასხვა ტექნოლოგიებს.

ორმოული შეკეთებისას ფართო გამოყენება ჰპოვა ცივი ასფალტბეტონის ნარევებმა, რომლებიც ნაკლებად არიან დამოკიდებული დაგებისა და დატკეპნის ტემპერატურულ რეჟიმზე. ცივ ნარევებს მიეკუთვნება ყველა ტიპის ნარევი (გამონაკლისია A ტიპი), დამზადებული თხევად ან გათხევადებულ ბიტუმზე, მარკა - CI 70/130 ან MI 70/130. ცივი ასფალტბეტონის ნარევი არის რამდენიმე სახეობის:

- ნარევი ემულსიაზე მყისიერი გამოყენებით;
- ცივი ემულსიურ - მინერალური ასფალტბეტონის ნარევები;
- ცივი დასაწყობებული (პაკეტირებული) ორგანულ-მინერალური ნარევები და სხვა სახის ნარევები.

ცივი ასფალტბეტონის ნარევები თავის სტრუქტურით წარმოადგენენ ტრადიციულ ასფალტს, რომელიც მზადდება სპეციალური ტექნოლოგიით და მასში გამოიყენება მოდიფიცირებული დანამატები, ან მოდიფიცირებული ბიტუმი (ბიტუმის შემადგენლობა ღორღის მასის 4,2-დან - 4,5%-მდეა). ასფალტბეტონის საფარის ასეთი ნარევებით შეკეთების ტექნოლოგია, საშუალებას გვაძლევს, შევასრულოთ გზის საფარზე ორმოული შეკეთების სამუშაოები მშრალ ამინდში, როდესაც დღე-ღამის ჰაერის საშუალო ტემპერატურა  $-10^{\circ}\text{C}$ -მდეა.

ორმოული რემონტისთვის ფართოდ გამოიყენება ცივი ასფალტბეტონის ნარევები, შემკვრელი ბიტუმის საფუძველზე დამზადებული ემულსიით, ასეთ ნარევებს ჰქვიათ ემულსიურ-მინერალურები (ემნ). გზის კატეგორიის და

მასალის სიმყარის დამოკიდებულებით ამოარჩევენ ემულსიის ტიპის და მის საფუძველზე ამზადებენ ცივ ნარევს, რომელიც შეიძლება იყოს დასაწყობებული და შენახული. გზის საფარის შეკეთების ასეთი ტექნოლოგია ეფექტურია გარემო ტემპერატურის დადებითი მაჩვენებლის დროსაც.

ცივი ტექნოლოგიის ამორჩევის დროს, როდესაც საჭიროა, მე-3 და უფრო დაბალი კატეგორიის გზების საფარის შეკეთება, იყენებენ აგრეთვე ტენიან ორგანულ-მინერალურ ნარევს (ტომნ). ეს მასალა პლასტიურია, მდგრადია ნაპრალების გაჩენისადმი და რეკომენდირებულია I და II კლიმატურ ზონაში, ამასთან, დასაგები მასალის ფენის სისქე უნდა იყოს არაუმცირესი 3 სმ. ამ მასალის გამოყენება შეიძლება არასასურველი ამინდის პირობებში და გადაუდებელი საავარიო ორმოული სამუშაოებისას. „ტომნ“-ი შედგება კირის ან დოლამიტის ღორღისაგან, ფრაქცია 5 - 20მმ (40%-მდე), ქვიშა სიმსხვილის მოდულით, არაუმცირეს 1,0, მინერალური ფხვნილი (6 - 12%), შემკვრელი (თხევადი ან გათხევადებული შემკვრელი ბიტუმი), რაოდენობით - 6 - 7% და წყალი. ღორღის მაგივრად დასაშვებია გადარჩეული ნატეხების გამოყენება, დატეხილი შლაკი. ეს ნარევები მზადდება ცივი სახით ასარევ დანადგარებში, ასფალტბეტონის ქარხნებში, რომლებიც აღჭურვილია წყლის დოზირებითა და ასარევი მოწყობილობით. არევის შემდეგ მზა ნარევს, გაცხელებულს 25-40 °C-ზე, მიაწვდიან საწყობს, სადაც ისინი შტაბელურად ინახება რამდენიმე თვის განმავლობაში. ასეთი ნარევის გამოყენება დაშვებულია ორმოში, რომლის სიღრმე 3 - 4სმ-ია. მისი დადებითი მხარეა - გამოყენება ჰაერის ტემპერატურის -10°C-ზე და არ არის დამოკიდებული ორმოს ზედაპირის ტენიანობაზე. მისი ნაკლი ის არის, რომ ზამთრისა და ადრე გაზაფხულის პერიოდში „ტომნ“-ის მყარი სტრუქტურის ჩამოყალიბება ხდება ნელა, ტემპერატურის ხშირი ცვლილების გამო. ყველაზე მეტ სიმყარეს მასალა იძენს მთლიანად გაშრობის შემდეგ, მაგრამ ეს სიმყარე 1,5-2-ჯერ მცირეა ცივის და 2,5-3-ჯერ მცირეა ცხელი ასფალტბეტონის სიმყარეზე.

სარემონტო სამუშაოების წარმოებისას, ინტენსიური მოძრაობისა და სატრანსპორტო საშუალებებით გამოწვეული მნიშვნელოვანი ღერძული დატვირთვის გზებზე, გამოიყენებენ ცხელ ასფალტბეტონის ნარევს, რომლის

შემადგენლობაში 50-დან -80%-მდე არის ღორღი, იგი შემადგენლობით ანალოგიურია A ტიპის ცხელ ასფალტბეტონის ნარევისა. ბოლო დროს ამ მიზნებისათვის გამოიყენებენ ღორღოვან-მასტიკურ ნარევეს, რომლებიც ხასიათდება გზის საფარის წყალშეკავების, ყინვაგამძლე, გაცვეთის მდგრადობის მაღალი მახასიათებლებით. ასეთი ნარევები ხასიათდება გაციების მაღალი ტემპით, რაც ხელს უწყობს დაგებისა და დატკეპნის პროცესის დროის შემცირებას. გარდა ამისა, ასეთი ნარევების გამოყენება წარმოადგენს გარკვეულ სიმწვანეებს სამუშაოს წარმოების დროს, რადგან ისინი ხასიათდება დაგებისას მაღალი სიხისტით, მომზადებისა და დაგების დროს სჭირდებათ უფრო დიდი ტემპერატურა. ამ ნარევის მაღალი სიხისტის გამო, სამუშაოს წარმოებისას, აუცილებელია გამოვიყენოთ მაღალი სიმძლავრის დასატკეპნი მანქანები და მკაცრად დავიცვათ დაგებისა და დატკეპნის ტემპერატურული რეჟიმი.

აღნიშნული ნაკლის აღმოსაფხვრელად, ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოს წარმოებისას, გამოიყენებენ სხმულ ასფალტბეტონის ნარევეს, რომელიც შეიცავს 50 - 55% ღორღს (ღორღის ნაწილაკები 5მმ-ზე მეტია) და 10 - 12% ბიტუმს და მინერალური ფხვნილის ნაწილაკებს. ამ ნარევის მოსამზადებლად გამოიყენებენ შემაერთებელ ბიტუმს, რომელიც ხასიათდება დაგებისას მაღალი ტემპერატურით (190-200 °C ). საფარის შესაკეთებელი ფენის მოწყობა მთავრდება შავი ღორღის განაწილებით და ჩატკეპნით, მისი ხარჯია - 5 - 6 კგ/მ<sup>2</sup>. ამ მასალის ნაკლს წარმოადგენს ცხელი ნარევის მომზადებისა და დაგების მაღალი ტექნოლოგიური რეჟიმი. სარემონტო სამუშაოების, ასეთი ტექნოლოგიური რეჟიმის გამოყენების გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ ნარევი ბიტუმის დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო, ექსპლუატაციის პროცესში გარემოს მაღალი ტემპერატურის დროს, ხდება ბიტუმის გამოყოფა საფარის ზედაპირზე, რაც აუარესებს გზის საფარის შეჭიდების ხარისხს.

მაღალი წებოვნების ბიტუმის გამოყენება ასფალტის მომზადებაში საჭიროებს მაღალ ტემპერატურებს (220-250 ° C ), რასაც მივყავართ დიდ ენერგოხარჯებთან. საგრძნობი ნაკლი სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლების თვალსაზრისით არის დაბალი მოჭიდების მაჩვენებლები, რასაც მივყავართ დამატებითი ოპერაციებისაკენ, ხორკლიანობის მოსამატებლად

(დაგებულ ცხელ ასფალტბეტონის ფენაში წვრილი ღორღის ჩატკეპნა).

ზოგიერთ შემთხვევაში, მატერიალური რესურსების ეკონომიის მიზნით, საფარის აღდგენისას გამოიყენებენ თერმოპროფილირების მეთოდს, რომლის დროსაც ძველ ასფალტბეტონის მასალას, ფრეზირების შემდეგ, უმატებენ ახალ ასფალტბეტონის ნარევს (20 - 50კგ/მ<sup>2</sup>). ძველი ასფალტბეტონის გამოყენების ასეთი მეთოდი, არა მარტო შეამცირებს მატერიალურ რესურსებს, არამედ საშუალებას მოგვცემს, გავუკეთოთ კორექტირება აღსადგენი საფარის შემადგენლობას და გამოვრიცხოთ ბიტუმის დაძველება.

არახისტი ტიპის გზის საფარის მშენებლობისას გზის-კლიმატურ ზონაზე დამოუკიდებლად, ძირითად მასალად იყენებენ მკვრივ და ძალიან მკვრივ ასფალტბეტონს - მარკა 1, მასში ღორღის მაღალი შემცველობით (60%). მაგრამ პრაქტიკაში, შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოებისას, იმის გამო, რომ A ტიპის ნარევი ფლობს უფრო მაღალ სიხისტეს მასში არსებული ღორღის დიდი რაოდენობის გამო, უპირატესობას ანიჭებენ B, B, Γ ტიპის ნარევებს. ცხელი ნარევის მოსამზადებლად იყენებენ ბიტუმის სხვადასხვა მარკას, იმის მიხედვით, რომელ კლიმატიულ ზონაში არის საავტომობილო გზა. ნარევების მომზადების და დატკეპნის დაწყებისთვის საჭირო ტემპერატურა რეგლამენტირებულია ნორმატიული დოკუმენტებით. უნდა აღვნიშნოთ, რომ ცხელი ნარევის დატკეპნის დამთავრების პროცესის ტემპერატურა არ არის დადგენილი. რომ უზრუნველყოთ ცხელი ნარევის დატკეპნის ხარისხი, აუცილებელია, მასალაზე განვახორციელოთ დატვირთვა გარკვეული დროით, რაც განსაზღვრავს სატკეპნი მანქანის გავლის საჭირო რაოდენობას ერთ ზოლზე. სატკეპნი მანქანის მუშაობის ეფექტურობა დამოკიდებულია ცხელი ნარევის ტემპერატურულ რეჟიმზე, რომელიც შეირჩევა ნარევის ტიპისა და ბიტუმის მარკის მიხედვით. შემოთავაზებული ტემპერატურული რეჟიმების საფუძველზე, შეიძლება დავადგინოთ ოპერაციის შესრულების ხანგრძლიობა გზის საფარის სარემონტო სამუშაოების წარმოების დროს დასაგები ნარევის მოცულობის მიხედვით.

მეტად გავრცელებული მეთოდი, არახისტი ტიპის საგზაო საფარის შესაკეთებლად, არის მეთოდი, რომლის დროსაც გამოიყენებენ ცხელ

ასფალტბეტონის ნარევის, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, უზრუნველყოთ ასფალტბეტონის მოთხოვნილი საექსპლუატაციო მაჩვენებლები ორმოში, სარემონტო უბნის მოცემული სამსახურის ვადა და უზრუნველყოთ ტექნოლოგიის დაცვის პირობები, სამუშაოს შესრულება მაღალი ხარისხით. მაგრამ ასეთი მეთოდით შესრულებული სამუშაოს ხარისხი, მეტწილად, დამოკიდებულია ამინდის პირობებზე, მოთხოვნილი ტექნოლოგიის შესრულებაზე, ტემპერატურული რეჟიმის უზრუნველყოფაზე, შესაბამისი დასატკეპნი მანქანის პარამეტრებზე.

ბოლოს შეიძლება ვთქვათ, რომ ცუდი გზების მიზეზი ეს არის წვიმისა და თოვლის დროს ტრადიციული ტექნოლოგიით სარემონტო სამუშაოების ჩატარება. ამ დროს, შეუძლებელი, ან ძნელია, გასუფთავდეს ორმოები წყლისგან, მტვრისგან და ნაგვისგან, რის გამოც, ორმოული შეკეთების ტექნოლოგია ირღვევა. ეს იწვევს შეკეთებული ადგილის ექსპლუატაციის ვადის შემცირებას. ის იშვიათად ძლებს რამდენიმე თვეზე მეტს.

საავტომობილო გზების მშენებლობა და მათი ექსპლუატაცია უნდა შეესაბამებოდეს ნორმატიულ მოთხოვნებს, რომლებიც მიმართულია სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. მოძრაობის ინტენსივობის გაზრდასთან ერთად, გზის კონსტრუქციაზე სატრანსპორტო საშუალებების ღერძული დატვირთვის გაზრდა, ხელს უწყობს საავტომობილო გზის სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლების შემცირებას. მათ ასამაღლებლად აუცილებელია, დროულად და ხარისხიანად განხორციელდეს გზის საფარის შეკეთების სამუშაოები. უწყვეტი სატრანსპორტო მოძრაობის გამო, აუცილებელი ხდება საგზაო საფარის ხარისხიანი შეკეთება წელიწადის ნებისმიერი დროსა და ამინდის პირობებში, რაც მოითხოვს საგზაო საფარის შესაკეთებელი ტექნოლოგიების დონის ამაღლებას. არახისტი ტიპის საგზაო საფარის შესაკეთებელად არსებული ტექნოლოგიები, ძირითადად, გათვლილია ჰაერის დადებითი ტემპერატურის პირობებისთვის, მაგრამ პრაქტიკაში ხშირად საჭირო ხდება, შესაკეთებელი სამუშაოები ჩატარდეს ჰაერის უარყოფითი ტემპერატურის დროს. შემკვრელ მასალად ნავთობის ბიტუმის გამოყენება წარმოშობს მშენებლობის ტექნოლოგიების სპეციფიკურ მოთხოვნებს.

ბიტუმის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გამო, შესაკეთებელი სამუშაოების ჩატარებისას, ყველა ეტაპზე დაცული უნდა იყოს ტემპერატურული რეჟიმი.

აღსანიშნავია, რომ ყველა ზემოთ განხილული პრობლემების გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა ასფალტბეტონის საფარის ინფრაწითელი შეკეთება.

ასფალტბეტონის ინფრაწითელი შეკეთების პროცესი (ნახ. 1) განკუთვნილია მიმდინარე და ავარიული სარემონტო სამუშაოებისთვის და საგზაო საფარის დეფექტების ლიკვიდაციისთვის. ინფრაწითელი შეკეთება შეიძლება განხორციელდეს მთელი წლის განმავლობაში, სწრაფად, უხმაუროდ და ეფექტურად.



**ნახ. 1 ასფალტბეტონის საფარის ორმოული შეკეთების პროცესი ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით**

ინფრაწითელი გამოსხივება, ვებსტერის ახალი მსოფლიო ლექსიკონის თანახმად, წარმოადგენს “სინათლის სხივებს, რომლებიც მდებარეობენ წითელი სპექტრის ოდნავ ქვემოთ. ისინი უხილავია და აწარმოებენ ობიექტის შიგნიდან გათბობას“.

ინფრაწითელი გამოსხივება - ელექტრომაგნიტური გამოსხივებაა, რომელიც სპექტრულ სივრცეში იკავებს ადგილს ხილულ სინათლის წითელ დაბოლებასა (ტალღის სიგრძე = 0,74 მკმ) და მიკროტალღურ გამოსხივებას შორის (1-2მმ). გაცხელების ინფრაწითელ მეთოდს აქვს არსებითი უპირატესობა ტრადიციულ, კონვერციულ მეთოდთან შედარებით. პირველ რიგში, ეს ეკონომიური ეფექტია - გაცხელების სიჩქარე და დახარჯული ენერგია ინფრაწითელ გაცხელებისას ბევრად ნაკლებია იმ მაჩვენებლებზე, რომლებსაც ვხარჯავთ ტრადიციული მეთოდით.

ამ ლექსიკონის თანახმად, ტერმინი „გაცხელება“ განისაზღვრება როგორც „ენერგიის ფორმა, რომელიც გამოწვეულია მოლეკულების მოძრაობის აჩქარებით“. სითბოს რაოდენობა იზომება კილოკალორიებში (კკალ) ან ბრიტანულ თერმულ ერთეულებში (ბ.თ.ე.) - ეს სითბოს რაოდენობის საზომი ერთეულია. ინფრაწითელი სხივები იზომება სპექტომეტრით, და არა კკალ და ბ.თ.ე-ში.

გვინდა, თქვენი ყურადღება გავამახვილოთ რამდენიმე მომენტზე. პირველ რიგში, ასფალტბეტონის საფარის რემონტისა და რეგენერაციის დროს, ზედმეტი გაცხელება მავნებელია ასფალტბეტონისათვის. იმ შემთხვევაში, როცა ასფალტბეტონის შეკეთებისთვის და რეგენერაციისთვის ვიყენებთ ინფრაწითელ გამოსხივებას, წარმოებული სითბური ენერგიის რაოდენობა არის ფარდობითი, განსაზღვრულ ხარისხამდე. არც თუ ისე მნიშვნელოვანია გამოყოფილი კალორიების მაქსიმალური რაოდენობა, არამედ, წარმოებული ინფრაწითელი სხივების მაქსიმალური რაოდენობის მიღება, მინიმალური რაოდენობის თერმული ენერგიის დახარჯვით.

როგორც მოგვახსენებს ვებსტერის ცნობარი ზემოთ აღნიშნულ განსაზღვრებაში, ინფრაწითელ სხივებს აქვთ უნარი „აწარმოონ სითბო ღრმად საგნის შიგნით“. ამ მიზეზით ასფალტბეტონის საფარის შეკეთების და რეგენერაციის დროს დაიშვება ღრმა გაცხელება ადულების, ფენებად დაყოფისა და ბიტუმის შემავსებლისგან განცალკევების გარეშე. აქედან გამომდინარე, ინფრაწითელი გაცხელების პროცესი არ ცვლის ასფალტბეტონის მახასიათებლებს.

ასფალტბეტონის საფარის შეკეთების დროს ღია ცეცხლისა და გადამეტებული გაცხელების მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში, შედეგად გვექნებოდა გადამშრალი და გადამწვარი ასფალტბეტონი, რაც გამოიწვევდა შეკეთებული უბნის მოკლე დროში დანგრევასა და დაშლას. ამის მიზეზი არის ის, რომ ღია მეთოდით გაცხელების დროს, სითბო აღწევს და ძალიან აცხელებს ზედა ფენას, რაც უფრო ღრმად არის საჭირო სითბოს მიწოდება, მით უფრო ძლიერად ცხელდება ზედაპირი სითბოს წყაროდან და ამის შედეგად ხდება ასფალტბეტონის გადაწვა.

აღნიშნულისგან განსხვავებით, ინფრაწითელი გამოსხივება სხვაგვარად მუშაობს. რაც უფრო ღრმად გინდათ გაათბოთ ასფალტბეტონი, მით უფრო მაღლა უნდა დამონტაჟდეს ზედაპირიდან ინფრაწითელი პანელი. ყველაფერი, რაც სითბოს წარმოქმნის, არ წარმოადგენს ნამდვილ ინფრაწითელ გამოსხივებას. ინფრაწითელი გაცხელების ტიპურ სისტემაში გაზისა და ჰაერის ნარევი მიეწოდება წნევით ენერჯის გარდამქმნელში, სადაც წარმოიქმება ინფრაწითელი გამოსხივება. მასალები, რომლებიც გამოიყენება კონვენტორების დამზადებისას, განსაკუთრებულ ტექნოლოგიურ პროცესებთან გაერთიანებით, გვამღევს საშუალებას, ვაწარმოოთ სხივების მაქსიმალური რაოდენობა, კონვერციული სითბური დინების მინიმალური გამომუშავებით. სხივები მიემართება საჭირო მიმართულებით რიგი ამრეკვლადი პანელების დახმარებით. განსაზღვრულ მონაკვეთზე ღრმა შეღწევისთვის და თანაბარი დარბილების პროცესისთვის საჭიროა სხივების მაღალი კონცენტრაცია. ამასთან ერთად კონვერციული სითბო მეტწილად გადის სავინტილაციო ხვრელიდან.

ქვემოთ აღწერილია ასფალტბეტონის საგზაო სამოსების ინფრაწითელი მეთოდით შეკეთების პროცესის თანმიმდევრობა.



	<p><b>ნაბიჯი #1</b> გაიწმინდოს უბანი ნაგვისგან და დამდგარი წყლისგან.</p>
	<p><b>ნაბიჯი #2</b> ინფრაწითელი გამათბობელის ჩართვა და დამონტაჟება სარემონტო უბანზე. მნიშვნელოვანია დატოვებულ იქნას 30სმ ყოველი მხრიდან, ორმოს გაცხელების კიდედან კიდემდე.</p>
	<p><b>ნაბიჯი #3</b> ხელსაწყო თბება 5-7 წუთის განმავლობაში. ეს სითბოს მისცემს საშუალებას ღრმად შეაღწიოს ზედაპირში. 7 წუთის გასვლის შემდეგ, მოწმდება გაცხელებული ასფალტბეტონის ზედაპირი ინფრაწითელი თერმომეტრით, ხოლო შემდგომ მოწმდება ყოველ წუთში საჭირო ტემპერატურის მისაღწევად (190<sup>0</sup>– 200<sup>0</sup>C).</p>
	<p><b>ნაბიჯი #4</b> ცილდება გამათბობელი და ფხვიერდება შერბილებული ასფალტბეტონის შესაბამისი ხელსაწყოთი (ფორცხი). მნიშვნელოვანია დარჩეს ხელუხლებელი 15სმ ყოველი მხრიდან გაფხვიერებული ნაპირიდან გამთბარ ნაპირამდე.</p>



### ნაბიჯი #5

გაცხელებული ასფალტბეტონის ზედაპირზე ეფრქვევა ალმდგენი, რომელიც შეიძლება იყოს: ბიტუმის ემულსია ან მოდიფიცირებული ბიტუმი.



### ნაბიჯი #6

რეგენერატორიდან ემატება ახალი, ცხელი ასფალტბეტონის ნარივი, რომელიც უნდა მოსწორდეს შესაბამის ნიშნულამდე.



### ნაბიჯი #7

უბანი მზად არის დატკეპნისთვის ხელის ვიბროსატკეპნით.



### ნაბიჯი #8

უბნის დატკეპნა იწყება ნაპირიდან. მნიშვნელოვანია თავდაპირველად დაიტკეპნოს უბნის ნაპირები, რადგან მოხდეს ახალი და ძველი ნაწიბურის ერთმანეთთან იდეალური შერწყმა.



**ნაბიჯი #9**

მიუხედავად იმისა რომ გარემონტებული ასფალტბეტონის უბნის ფერი განსხვავდება, იგი ნაკერის გარეშე არის დაგებული. მთელი პროცესი მიმდინარეობს 20 წუთს განმავლობაში სამუშაოს დაწყებიდან დამთავრებამდე.

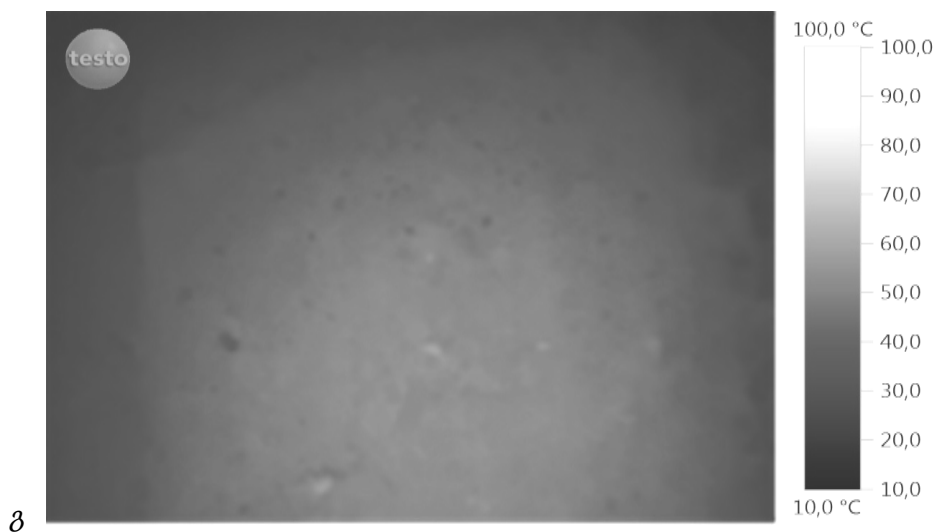
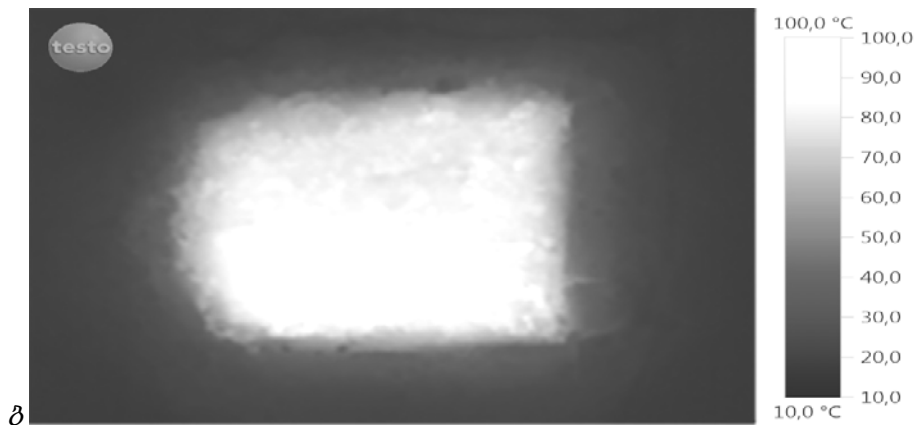
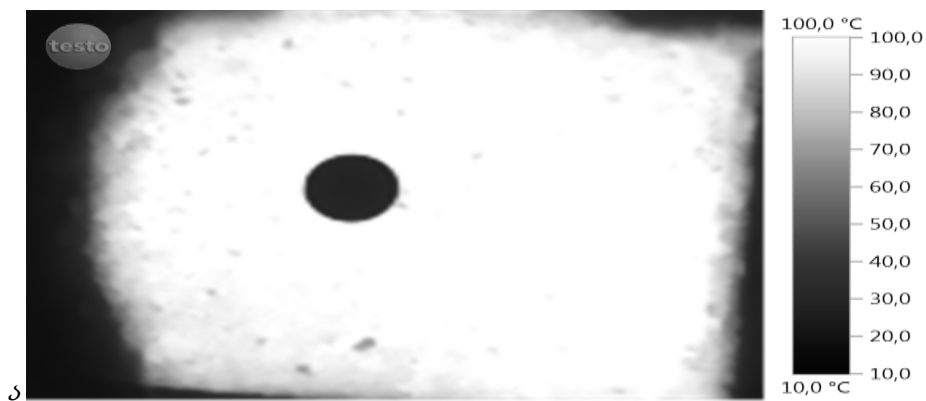
**ასფალტბეტონის ინფრაწითელი შეკეთების პროცესის თანმიმდევრობა.**

მეორე თავში განხილულია შედეგები და მათი განსჯა.

იმ მიზნით, რომ საგზაო საფარის ორმოული შეკეთებისას განსაზღვრულიყო ცხელი ნარევის დაგება-დატკეპნის ტემპერატურის განაწილება, ჩავატარეთ ლაბორატორიული და საწარმოო გამოკვლევები, რომლის შედეგად განისაზღვრებოდა ტემპერატურის განაწილების ხასიათი იმის და მიხედვით, თუ როგორი იყო ორმოს ფორმა და ცხელი ნარევის ტემპერატურა. კვლევის ობიექტებად ამორჩეული იყო ორმოების სხვადასხვა ზომები და საფარის სხვადასხვა ზედაპირები (სწორი კუთხე, სწორი ხაზი, მრუდხაზოვანი ზედაპირი). +10-დან -2°C-მდე ჰაერის ტემპერატურის ინტერვალში.

საგზაო საფარზე დეფექტის აღმოსაფხვრელად გამოიყენებოდა B-ტიპის ცხელი ასფალტბეტონის ნარევი, 140-120°C დაგების ტემპერატურაზე, ტემპერატურის გაზომვა ხორციელდებოდა ორმოს მთლიან ფართობზე და დასაგები ნარევის მთელ სისქეზე, ტემპერატურის მაჩვენებლის საზომით და თბობედვის კამერის გამოყენებით (testo 880).

ნახ.2 წარმოდგენილია ცხელი ნარევის ტემპერატურის გადაღების შედეგები ორმოში დაგების შემდეგ, როდესაც ნარევის საწყისი ტემპერატურა 120°C -ია, ჰაერის ტემპერატურა +10°C, ხოლო ორმოს საფარის ზომები 0,27მ X 0,27 მ და სიღრმე 0,06 მ-ია.



**ნახ. 2. საგზაო საფარის ორმოში, ცხელი ნარევის ტემპერატურის განაწილება დროის მიხედვით**

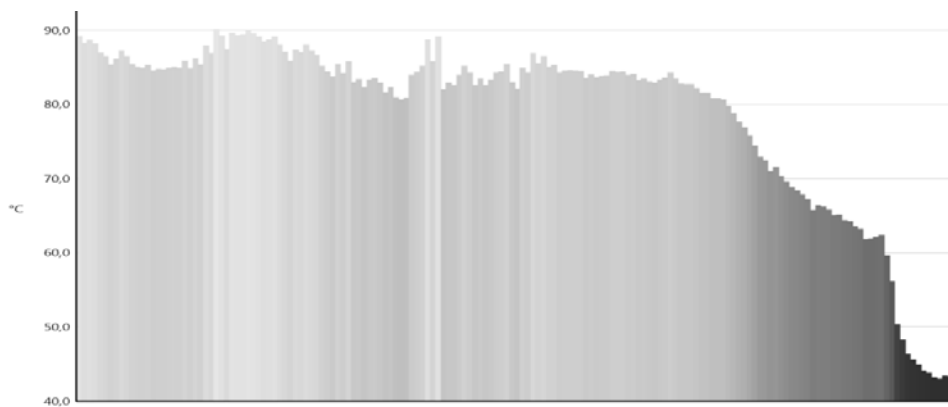
ა - დაგებისთანავე; ბ- 5წთ-ის შემდეგ; გ - 10წთ-ის შემდეგ

წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ორმოს ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე ტემპერატურის განაწილება დროთა განმავლობაში იცვლება. დასაგები ცხელი ნარევის მცირე მოცულობის გამო, ნარევის გაციების ტემპი უფრო მაღალია ვიდრე გზის საფარის მოწყობის დროს.

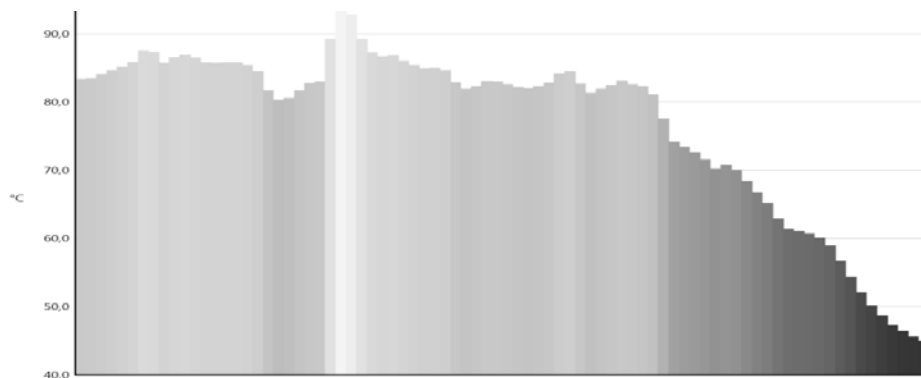


ნახ.3 წარმოდგენილია ცხელი ნარევის ტემპერატურის განაწილება ორმოს ცენტრიდან, ადრე დაგებულ ასფალტბეტონის საფარის შეხების წერტილამდე ზედაპირის კონტაქტის გათვალისწინებით. მონაცემებიდან ჩანს, რომ ორმოს ფორმაზე დამოუკიდებლად, ცხელი ნარევის და საფარის კონტაქტის ზონაში ტემპერატურა მკვეთრად მცირდება. დადგენილია, რომ ცხელი ნარევის გაციების ხასიათი ემორჩილება ექსპონენციალურ დამოკიდებულებას და უფრო ინტენსიურად ნარევი ცივდება დაგების შემდეგ რამდენიმე წუთის განმავლობაში. თუ საწყის ეტაპზე ცხელი ნარევის დაგების შემდეგ ორმოს ზედაპირზე არის მასალის უმნიშვნელო ზონა ნარევის დაწეული ტემპერატურით, შემდეგ ეტაპზე ანუ რამოდენიმე წუთის შემდეგ, მასალის დაწეული ტემპერატურის ზონა მნიშვნელოვნად იზრდება. დაწეული ტემპერატურის ასფალტბეტონის ნარევის მონაკვეთი დამოკიდებულია ორმოს ჭრილის ფორმაზე.

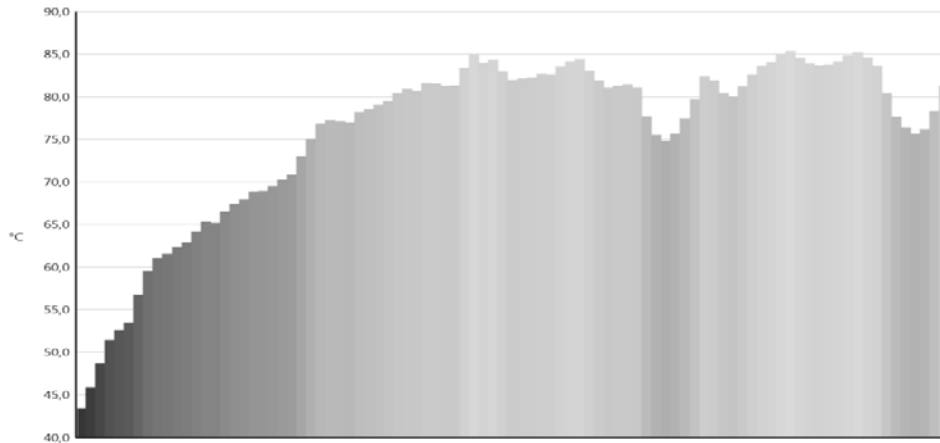
ა) მინიმუმი 43°C . მაქსიმუმი 90,2 °C . საშუალო მნიშვნელობა 79,1°C



ბ) მინიმუმი 45°C . მაქსიმუმი 94,6 °C . საშუალო მნიშვნელობა 77,2°C



გ) მინიმუმი 41,5 °C . მაქსიმუმი 85,3 °C . საშუალო მნიშვნელობა 25,9°C



**ნახ. 3. ცხელი ნარევის ტემპერატურის ცვლილება ორმოს ცენტრიდან საგზაო საფარის საზღვრამდე, რომელიც დამოკიდებულია ზედაპირის ფორმაზე ნარევის საფართთან კონტაქტისას :**

ა- ორმოს ცენტრიდან წრფივად ორმოს საზღვრამდე; ბ- ორმოს ცენტრიდან წრფივად ორმოს საზღვრამდე, შესრულებული ნახევარ რკალის სახით; გ- ორმოს ცენტრიდან წრფივად ორმოს საზღვრამდე, შესრულებული სწორი კუთხის სახით

დადგენილია, რომ უფრო ინტენსიურად გაციების პროცესი ხდება ორმოს სწორ კუთხეში და ის ხასიათდება როგორც გაციებული მასალის მაქსიმალური ზონად. ორმოს სხვა ფორმები ექვემდებარებიან ცხელი ნარევის გაციების პროცესის საერთო კანონზომიერებას და უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან დაწეული ტემპერატურის ნარევის ზონების ფორმირების მიხედვით

დადგინდა, რომ ასფალტბეტონის საექსპლუატაციო მონაცემების უზრუნველყოფა დამოკიდებულია დატკეპნისას ნარევის ტემპერატურაზე. ცხელი ნარევის ტემპერატურის ასეთ ცვლილებას ორმოს ფართობზე, მიყვართ დატკეპნის, წყალგაუმტარობის და ა/ბეტონის სიმკვრივის სხვადასხვა კოეფიციენტებამდე. ამის გამო, იმ უბნებზე სადაც ასფალტბეტონის საექსპლუატაციო პარამეტრები არ შეესაბამება მოთხოვნებს, საფარის ექსპლუატაციის პროცესის დროს ხდება მასალის დანგრევა და ისევ წარმოიშვება ორმოები (ნახ. 4).



#### ნახ. 4. ასფალტბეტონის დანგრევა ორმოში, საფარის საკონტაქტო ზონაში

წარმოდგენილი კვლევების შედეგების საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოდ დასკვნა, რომ სამუშაოების წარმოებისას, ცხელი ა/ბეტონის ნარევის მომზადების მაღალი ხარისხის და გამოყენებული დასატკეპნი მანქანების მიუხედავად, თუ არ იქნება დაცული ტემპერატურული რეჟიმები, ორმოული შეკეთება უხარისხოდ ჩატარდება. ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებით, ორმოს შეკეთების დროს, რომ მივალწიოთ სამუშაოს შესრულების მოთხოვნილ ხარისხს, აუცილებელია უზრუნველყოთ ცხელი ნარევის ორმოში დაგება-დატკეპნის ტემპერატურული რეჟიმების დაცვა, განსაკუთრებით ჰაერის დაბალი ტემპერატურის დროს. ეს უზრუნველყოფს ტემპერატურის თანაბარ განაწილებას დაგებულ ნარევის მთელ მოცულობაზე და ზრდის სამუშაოს ხანგრძლიობას ცხელი ნარევის დასატკეპნად.

დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ ცუდი გზების მიზეზი ეს არის წვიმისა და თოვლის დროს ტრადიციული ტექნოლოგიით სარემონტო სამუშაოების ჩატარება. ამ დროს, შეუძლებელი, ან ძნელია, გასუფთავდეს ორმოები წყლისგან, მტვრისგან და ნაგვისგან, რის გამოც, ორმოული შეკეთების ტექნოლოგია ირღვევა. ეს იწვევს შეკეთებული ადგილის ექსპლუატაციის ვადის შემცირებას. ის იშვიათად ძლებს რამდენიმე თვეზე მეტს.

როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ ა/ბეტონის ნარევის ორმოში ჩაგების დროს სითბო გაიცემა სამი მიმართულებით 1. ორმოს ზედაპირზე; 2. ორმოს გვერდებზე; და 3. ორმოს საფუძველში. მიმდინარე პროცესის დროს ნარევის სითბო

ნაწილდება ცენტრიდან გვერდების მიმართულებით და ამ დროს სწრაფი გაციების შედეგად ორმოში წარმოიქმნება დაწეული ტემპერატურის ზონა. იხილეთ ცხრილი 2.

ცხრილი 2

ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ზონის სიგანეზე  
ნარევის დაწეული ტემპერატურით

ჰაერის ტემპერატურა, °C	-20	-10	0	10	20	30	40	50
ზონის სიგანე ასფალტბეტონის დაწეული ტემპერატურით, ნაზ.	3,5	3,2	3,1	3,0	2,2	1,5	1,4	0,5

ინფრაწითელი მეთოდის გამოყენების უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ სხივებს არ შეუძლიათ შეუძლიათ შეაღწიონ წყლის გუბესა და ტალახში. დღეისათვის მსოფლიოში აპრობირებული ა/ბეტონის ინფრაწითელი მეთოდით შეკეთების პროცესის დროს ორმოს საფუძვლისა და გვერდების გასუფთავება ხდება ხელის ჯაგრისის საშუალებით, რაც სრულად ვერ უზრუნველყოფს ორმოს გაწმენდას ჭუჭყის, ტალახისა და სინესტისაგან. ჩვენს შემთხვევაში ორმოს გასასუფთავებლად გამოვიყენეთ გამაცხელებელი Crack Jet II. იხილეთ ნახაზი 5.

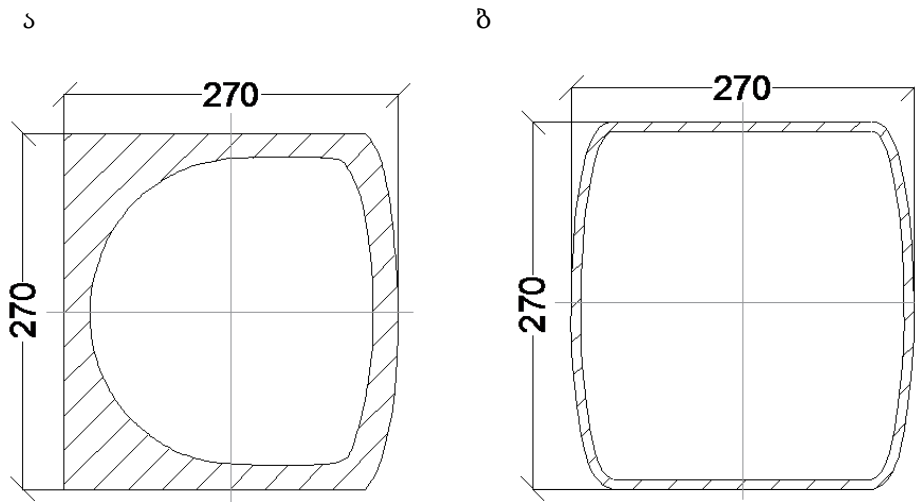


ნახ. 5 ასფალტის გამაცხელებელი Crack Jet II

ასფალტის გამაცხელებელი Crack Jet II მუშაობს პროპანზე რომლის ხარჯიც უმნიშვნელოა და მას შეუძლია მაღალი წნევით ცხელი ჰაერის დაბერვა, ამ



შემთხვევაში ერთდროულად ხდება როგორც ორმოს გასუფთავება ჭუჭყის, სინესტის, ტალახისა და ნარჩენებისგან, ასევე მისი გვერდებისა და საფძვლის გაცხელება სასურველ კონდინციამდე, რაც საშუალებას გვაძლევს ორმოში ჩაგების დროს მინიმუმამდე შევამციროთ ა/ბეტონის ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონა. იხილეთ ნახაზი 6.



**ნახ. 6 ორმოში ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონა**

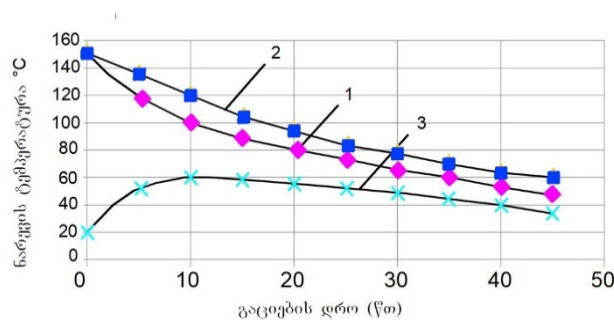
ა. ორმოს გაცხელებამდე;

ბ. ორმოს გაცხელების შემდეგ

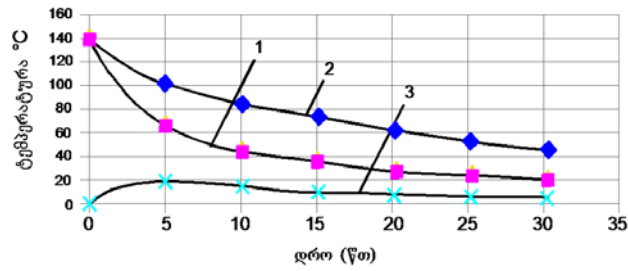
ხოლო რაც შეეხება ორმოს გაცხელების შემდეგ უმნიშვნელოდ დარჩენილ ა/ბეტონის ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონას, მას სრულიად აღმოფხვრის ინფრაწითელი დანადგარის მუშაობის შესაძლებლობები.

ნახაზ 7 - ზე წარმოდგენილია ცხელი ა/ბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი სარემონტო სამუშაოების დროს.

**ნახ. 7**

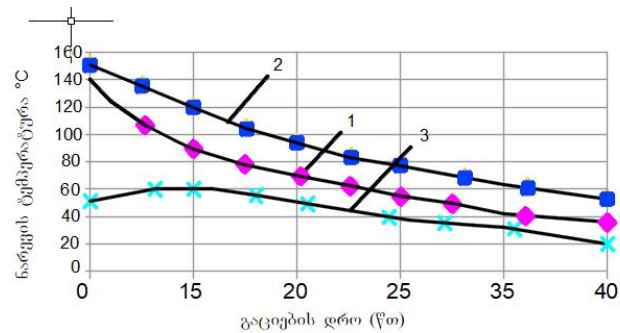


ა.) ცხელი ა/ბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი კაპიტალური შეკეთების დროს  
 1-ფენის ზედაპირზე; 2-1,5სმ სიღრმეში ზედაპირიდან ; 3 - ფუძის ტემპერატურა



**ბ.) ცხელი ა/ზეტონის ნარევის გაციების ხასიათი ორმოში ტრადიციული მეთოდით შეკეთების დროს**

1-ფენის ზედაპირზე; 2 -1,5სმ სიღრმეში ზედაპირიდან; 3- ფუძის ტემპერატურა



**გ.) ცხელი ა/ზეტონის ნარევის გაციების ხასიათი ორმოს საფუძვლისა და გვერდების გაცხელების შემდეგ**

1-ფენის ზედაპირზე; 2 -1,5სმ სიღრმეში ზედაპირიდან; 3- ფუძის ტემპერატურა

ამრიგად ჩვენ შევძელით ორმოში ა/ზეტონის ნარევის მინიმალურ მნიშვნელობამდე გაციების დრო გაგვეთანაბრებია კაპიტალური შეკეთების ზედა ფენის დაგების გაციების დროის მინიმალურ მნიშვნელობამდე.

ამავე დროს ავტომატურად გაიზარდა საგზაო საფარის ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს ა/ზეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნის ხანგრძლიობა. იხილეთ ცხრილი 3.<sup>1</sup>

შესაბამისად გახანგრძლივდა გზის საფარის ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, ცხელი ნარევის მინიმალური ტემპერატურა, რომლის ქვემოთ მასალის მთელი მოცულობა არ შეესაბამება ა/ზეტონის ხელი ნარევის ტემპერატურის რეჟიმებს.

საგზაო საფარის ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, ა/ბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნის ხანგრძლიობა,წთ

ნარევის ტიპი	ბიტუმის მარკა	ჰაერის ტემპერატურა, °C					
		-10	0	10	20	30	40
A	40/60	11,0	12,0	12,5	13,0	13,5	15,0
	60/90	12,5	13,0	14,0	14,5	15,0	17,5
	90/130	13,0	13,5	15,0	16,5	17,5	19,0
	130/200	12,0	13,0	14,0	15,0	17,5	20,0
	200/300	15,0	16,0	17,5	20,0	22,5	25,0
B	40/60	12,5	13,0	14,0	14,5	15,0	17,5
	60/90	13,0/18	13,5/18,5	15,0/20	16,5/21,5	17,5/22,5	19,0/24
	90/130	14,0	15,0	16,0	17,5	19,0	21,0
	130/200	13,5	14,0	16,0	17,5	20,0	22,5
	200/300	17,0	18,0	20,0	21,5	25,0	30,0
B	40/60	13,0	13,5	15,0	16,5	17,5	19,0
	60/90	14,0	15,0	16,0	17,5	19,0	21,0
	90/130	15,0	16,0	17,5	19,0	20,0	24,0
	130/200	15,0	16,0	17,5	20,0	22,5	25,0
	200/300	17,5	19,0	21,0	24,0	27,5	32,0

<sup>1</sup> ცხრილში მოცემული წილადის მნიშვნელობები არის ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგები.

**დასკვნა**

ინფრაწითელი გამოსხივების ტექნოლოგიით ასფალტბეტონის შეკეთება წარმოადგენს ძველი პრობლემების თანამედროვე გადაწყვეტას. მისი გამოყენება აღმოფხვრის იმ უმეტეს ტექნოლოგიურ ხარვეზებს, რომლებიც წარმოიქმნება ასფალტბეტონის შეკეთებისას ტრადიციული მეთოდის გამოყენებით, მაგალითად: ცივი შეერთება, მაღალი ხმაურის მაჩვენებელი, სამუშაოს შესრულების დაბალი სიჩქარე, ენერგორესურსების მაღალი ხარჯვა, ძველი მასალის არასრულად უტილიზაცია, ნარჩენების გატანის საჭიროება და სხვა.

მსოფლიო გამოცდილებისა და ჩატარებული ექსპერიმენტების გაანალიზების საფუძველზე შესაძლებელია გავაკეთოთ დასკვნები:

1. სამუშაოების წარმოებისას ტრადიციული მეთოდით, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის მომზადების მაღალი ხარისხისა და გამოყენებული სატკეპნების მიუხედავად, თუ არ იქნება დაცული ტემპერატურული რეჟიმები, ორმოული შეკეთების ხარისხი იქნება დაბალი.
2. წარმოდგენილ ნაშრომში დადგენილია, რომ ასფალტბეტონის ინფრაწითელი მეთოდით შეკეთების ტექნოლოგიას გააჩნია მნიშვნელოვანი უპირატესობა სხვა მეთოდებთან შედარებით, რაც გამოიხატება შემდეგში:
  - შესაძლებელია სამუშაოების ჩატარება უარყოფით ტემპერატურაზე (-15°C ნაცვლად +5°C -ისა);
  - დაახლოებით 2-ჯერ მცირდება ენერგოდანახარჯები (პროპანის ხარჯი შეადგენს 2-3 ლიტრს საათში);
  - სულ მცირე 4-ჯერ მცირდება შრომატევადობა (2 ადამიანს შეუძლია დაამუშაოს და დააგოს 2 ტონა ასფალტი 8 საათის განმავლობაში);
  - სამუშაოების ჩატარება შესაძლებელია მთელი წლის განმავლობაში;
  - სამუშაოები მიმდინარეობს ნარჩენების გარეშე: არ სჭიროებს ნარჩენების გატანას და შეუძლია აწარმოოს ასფალტბეტონის ხელახალი გადამუშავება 100%-ით;
  - მაქსიმალურადაა შესაძლებელი არსებული ძველი ასფალტბეტონის გამოყენება (არ სჭიროებს ახალი ასფალტბეტონის დამატებას ან ემატება მხოლოდ იმ რაოდენობის ნარევი, რომელიც აუცილებელია გზის სისწორისა და საჭირო ნიშნული მისაღწევად).
3. წარმოდგენილ ნაშრომში ჩვენ მიერ შემუშავებულია ინფრაწითელი მეთოდით სარემონტო სამუშაოების ჩატარების ახალი ტექნოლოგია, რომელიც ხარისხით მიესადაგება ასფალტბეტონის საფარების კაპიტალურ რემონტს, რაც გამოიხატება შემდეგში:

- ორმოს საფუძვლისა და გვერდების წინასწარი გაცხელების საშუალებით 4-5 - ჯერ შემცირდა ა/ბეტონის ცხელი ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონა, შედეგად ინფრაწითელი ხელსაწყოს გაცხელების საშუალებით ა/ბეტონის ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონა სრულად აღმოიფხვრა.
  - ორმოში ა/ბეტონის ნარევის მინიმალურ მნიშვნელობამდე გაციების დრო გაიზარდა 1,5-ჯერ და თითქმის გაუთანაბრდა კაპიტალური შეკეთების ზედა ფენის დაგების გაციების დროის მინიმალურ მნიშვნელობას.
  - 1,5-ჯერ გაიზარდა საგზაო საფარის ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს ა/ბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნის ხანგრძლიობა.
  - 10-15%-ით გახანგრძლივდა გზის საფარის ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, ცხელი ნარევის მინიმალური ტემპერატურა, რომლის ქვემოთ მასალის მთელი მოცულობა არ შეესაბამება ა/ბეტონის ცხელი ნარევის ტემპერატურის რეჟიმებს.
4. საგზაო საფარის ორმოული შეკეთების დროს ინფრაწითელი მეთოდის გამოყენებით მნიშვნელოვნად(20-30%)-ით იზრდება საფარის საექსპლუატაციო პარამეტრები, ხოლო მომსახურების ვადა იზრდება სულ მცირე 1,5-ჯერ.
  5. ხარჯების ეკონომია ა/ბეტონის ინფრაწითელი მეთოდით შეკეთების დროს აღწევს 30% - ს ჩვეულებრივ რემონტთან შედარებით.

### **დისერტაციის თემასთან დაკავშირებული პუბლიკაციები**

1. ა.ბურდულაძე. ო.ხატიაშვილი. ასფალტბეტონის ორმოული შეკეთება. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“.
2. ო.ხატიაშვილი. ასფალტბეტონის ორმოული შეკეთება ინფრაწითელი პრაქტიკით. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“.

3. Алекси Бурдуладзе, Отар Хатиаშვილი. РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ ДОРОГИ ИНФРАКРАСНЫМ МЕТОДОМ. НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ "CHRONOS" МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ СБОРНИК НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ
4. ხატიაშვილი ო., ასფალტბეტონის საგზაო სამოსის ორმოული შეკეთების უახლესი ტექნოლოგია ინფრაწითელი გამოსხივებით. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“. წელი 2017. №3(46). გვ 83 - გვ 86

## Abstract

The asphalt strip is now the most common type of road type. Its operational term is determined for a certain time depending on the road traffic intensity, the equipment composition, climatic conditions, etc.

Tens of millions of GEL is spent annually on road rehabilitation in Georgia. It is therefore relevant to find the economically advantageous technology for restoration of the cover, which will be possible throughout the year.

In the presented dissertation thesis traditional technologies of irregular tarring covering are studied and critically analyzed and rational technologies using infrared rays that provide economical and ecological efficiency.

Compared to traditional methods, infrared radiation technology is characterized by small energy efficiency,

- Works can be done throughout the year, allowing us to keep track of road performance and increase its viability;
- Infrared radiation technology is done with a small amount of work - a two-persons group can produce complete cycle of work;
- Repairing the pavement with infrared with quality corresponds to the capital repair of asphalt concrete pavements that will ensure long-term viability of the repaired area;
- The use of infrared radiation technology gives the possibility of non-waste production that excludes environmental pollution with old asphalt pieces. At the same time, the old asphalt concrete is used maximally, the preparation of a new asphalt concrete mixture, which in turn relates to the discharge of dangerous gases and pollution of the environment.

The purpose of the thesis:

- Develop efficient, economical and ecologically rational technologies of non-hard road covers;
- Learn about the factors affecting the quality of the pavement and the measures to improve the reproductive characteristics of the repaired area and the viability.
- Make recommendations for correctly conducting the technological process of hole repairs.

Main tasks:

- Analyzing the condition of non-hard paved motor roads;
- Identify and study the factors affecting the efficiency of non-radiation repair process;
- Study and analysis of infrared repair process of non-hard concrete cover;
- Development of rational technology for repair of non-radiation road cover;
- Development of non-hard road cover paving repair technology using hot asphalt concrete.

Scientific novelty of the thesis:

The dissertation work belongs to the area of exploitation and maintenance of motor

roads. The pavement is a major determinant of the road transport-operational state of the road.

As a result of transport loads and climatic factors, the asphalt-concrete layers become worn out, the upper surface appears to have different kinds of deformations that require restoration. Apart from the fact that it is associated with significant operating expenses, it is impossible to repair works due to adverse climatic factors (mostly low temperatures).

The scientific novelty of the work presented by me is the restoration of the main operational characteristics of the road garment in the minimum value, at any time of the year which is as follows:

- The existing technologies for the irregular repair works of non-hard road covers are studied and critically evaluated;
- The infrared technology for non-hard pavement is studied and analyzed;
- The impact of various factors on the quality of the repairing with the asphalt concrete is determined;

Practical value of the work:

- Modern technologies of non-hard repair works of pavements are studied;
- Methods for repairing road covering with minimal financial expenditures have been developed using infrared radiation;
- the possibility of providing normative indicators of asphalt concrete layer with minimal financial expenses are ensured;
- Processed rational technologies for repairing hard and non-hard covering with regard to specific conditions of Georgia;
- Technologies and recommendations for repairing of asphalt concrete pavement holes are processed.

In the dissertation work, it is clear that the repair of asphalt concrete with infrared radiation technology is a modern solution of old problems. Its use will eliminate most of the technological shortcomings that are formed during asphalt concrete repair using a traditional method - cold connection, high noise, low speed of performance, high cost of energy, utilization of old materials, waste removal.

On the basis of analyzing world experiences and conducted experiments, significant conclusions are made which has both scientific and practical value.