

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ოთარ ხატიაშვილი

საგზაო სამოსების რეაბილიტაცია ინფრაწითელი გამოსხივებით

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა: საგზაო ინფრასტრუქტურა და
მიწისქვეშა ხელოვნური ნაგებობები

შ ი ფ რ ი : 0406

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

თებერვალი, 2018 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ოთარ ხატიაშვილის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: "საგზაო სამოსების რეაბილიტაცია ინფრასტრუქტურული გამოსხივებით" და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი

ხელმძღვანელი: ალექსი ბურდულაძე - პროფესორი

რეცენზენტი: თენგიზ პაპუაშვილი - პროფესორი

რეცენზენტი: რამინ ძნელაძე - ტ.მ.კ

ხარისხის უზრუნველყოფის
სამსახური: მ. ჯავახიშვილი - პროფესორი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2018 წელი

ავტორი: ოთარ ხატიაშვილი

დასახელება: საგზაო სამოსების რეაბილიტაცია ინფრაწითელი გამოსხივებით

ფაკულტეტი : სამშენებლო

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: თებერვალი, 2018 წ.

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

ასფალტბეტონის საფარი დღეისათვის წარმოადგენს ყველაზე გავრცელებულ საგზაო სამოსის ტიპს. მისი საექსპლუატაციო ვადა განისაზღვრება გარკვეული დროით, რაც დამოკიდებულია გზაზე მოძრაობის ინტენსიობაზე, ავტოპარკის შემადგენლობაზე, კლიმატურ პირობებზე და ა.შ.

საქართველოში საავტომობილო გზების საფარების რეაბილიტაციაზე ყოველწლიურად იხარჯება რამდენიმე ათეული მილიონი ლარი. შესაბამისად აქტუალურია საკითხი, მოიძებნოს საფარების აღდგენის ეკონომიურად ხელსაყრელი ტექნოლოგია, რომლის განხორციელება შესაძლებელი იქნება მთელი წლის განმავლობაში.

წარმოდგენილ სადისერტაციო ნაშრომში შესწავლილი და კრიტიკულად გაანალიზებულია არახისტი საგზო საფარების ორმოული შეკეთების ტრადიციული ტექნოლოგიები და შემოთავაზებულია რაციონალური ტექნოლოგია ინფრაწითელი სხივების გამოყენებით, რომელიც იძლევა, როგორც ეკონომიურ ასევე ეკოლოგიურ ეფექტურობას.

- ტრადიციული მეთოდებთან შედარებით ინფრაწითელი გამოსხივების ტექნოლოგია ხასიათდება მცირე ენერგოტევადობით,
- სამუშაოების ჩატარება შესაძლებელია მთელი წლის განმავლობაში, რაც საშუალებას გვაძლევს შევინარჩუნოთ გზის საექსპლუატაციო მაჩვენებლები და გავზარდოთ მისი სიცოცხლისუნარიანობა;
- ინფრაწითელი გამოსხივების ტექნოლოგია ხასიათდება მცირე შრომატევადობით - ორკაციან ჯგუფს შეუძლია აწარმოოს სამუშაოების სრული ციკლი;
- საფარის ინფრაწითელი შეკეთება ხარისხით მიესადაგება ასფალტბეტონის საფარების კაპიტალურ რემონტს, რაც უზრუნველყოფს შეკეთებული უბნის ხანგრძლივ სიცოცხლისუნარიანობას;
- ინფრაწითელი გამოსხივების ტექნოლოგიის გამოყენება იძლევა უნარჩენო წარმოების შესაძლებლობას, რაც გამორიცხავს გარემოს დაბინძურებას ძველი ასფალტბეტონის ნარჩენებით. ამასთანავე, რადგან ძველი ასფალტბეტონი გამოიყენება მაქსიმალურად, შესაბამისად არ არის საჭირო დიდი რაოდენობით ახალი ასფალტბეტონის ნარევის მომზადება, რაც თავის მხრივ თავიდან აგვარიდებს გარემოში მავნე აირების გამოყოფას და მის დაბინძურებას.

დისერტაციის მიზანი:

- შევიმოწყოთ არახისტი საგზაო საფარების ორმოული შეკეთების ეფექტური, ეკონომიურად და ეკოლოგიურად რაციონალური ტექნოლოგიები;

- შვეისწავლოთ ის ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს, საფარების შეკეთების ხარისხზე და დავამუშაოთ ღონისძიებები, რომლებიც გააუმჯობესებენ შეკეთებული უბნის საექსპლუატაციო მაჩვენებლებს და სიცოცხლისუნარიანობას.
- შევიმუშავოთ რეკომენდაციები ორმოული შეკეთების ტექნოლოგიური პროცესის სწორად წარმართვისათვის.

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.

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

მსოფლიო გამოცდილებისა და ჩატარებული ექსპერიმენტების გაანალიზების საფუძველზე გაკეთებულია მნიშვნელოვანი დასკვნები, რომლებსაც გააჩნიათ, როგორც მეცნიერული ასევე პრაქტიკული ღირებულება.

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.

შინაარსი

შესავალი	15
1. ლიტერატურის მიმოხილვა	20
1.1 არახისტ საფარიანი საავტომობილო გზების არსებული მდგომარეობა და ორმოული შეკეთების ტექნოლოგიების გამოყენება	20
1.1.1 არახისტ საფარიანი საავტომობილო გზების მდგომარეობის ანალიზი.....	20
1.1.2 არახისტ საფარიანი საავტომობილო გზების სატრანსპორტო - საექსპულატაციო მდგომარეობის ნორმატიული დოკუმენტებით გათვალისწინებული მოთხოვნები	21
1.1.3 მასალის თვისებების გავლენა არახისტი ტიპის საფარის შეკეთების ტექნოლოგიების შერჩევაზე	24
1.1.4 ფაქტორები, რომლებიც ზეგავლენას ახდენენ არახისტი ტიპის გზის საფარის დაშლის პროცესზე.....	31
1.1.5 არახისტ საფარზე ორმოების შეკეთების ტექნოლოგიების არჩევის დროს სამუშაოების წარმოების პირობების გავლენა.....	35
1.2 ასფალტბეტონის საფარის ინფრაწითელი შეკეთება	40
1.2.1 ძველი პრობლემების ახლებური გადაწყვეტა	40
1.2.2 ასფალტის ინფრაწითელი შეკეთების პროცესის საფუძვლები	41
1.2.3 ჩვეულებრივი და ინფრაწითელი ორმოული შეკეთების შედარება	43
1.3 გზის საფარის დეფორმაციის აღმოფხვრა(ნაკვალებები).....	47
1.4 ასფალტბეტონის ინფრაწითელი მეთოდით შეკეთების ტექნოლოგიები.....	48
2. შედეგები და მათი განსჯა	52
2.1 ტემპერატურის გავლენა ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის თერმოფიზიკურ მახასიათებლებზე.....	52
2.1.1 ცხელი ასფალტბეტონის ტემპერატურის გავლენა არახისტი ტიპის გზის საფარის შეკეთების სამუსაოების ხარისხზე	53
2.1.2 ტემპერატურის გავლენა ასფალტბეტონის ნარევის ხარისხზე	57
2.1.3 ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დატკეპნის ტექნოლოგიის თავისებურებანი.....	61
2.1.4 არახისტი ტიპის საფარზე ორმოული შეკეთებისათვის სატკეპნი მანქანების არჩევა.....	62
2.2 სითბური პროცესების მოდელირება ასფალტბეტონის საფარის შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს	66

2.3 საგზაო საფარის ორმოული შეკეთებისას, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის ტემპერატურის განსაზღვრა ექსპერიმენტალური გამოკვლევებით	73
2.4 სამუშაოს წარმოების პირობების გავლენა ცხელ ასფალტბეტონის ნარევის ტემპერატურულ რეჟიმებზე.....	80
2.4.1 ქარის სიჩქარის გავლენა გაციების ტემპზე ცხელი ა/ბეტონის ორმოში დაგების დროს.....	80
2.4.2 ნარევის ტემპერატურის გავლენა ორმოული შეკეთების სამუშაოს ხანგრძლიობაზე, ორმოში დაგების დროს	87
2.4.3 ცხელი ნარევის თერმო - ფიზიკური მახასიათებლების გავლენა საგზაო საფარის ორმოში ტემპერატურის განაწილებაზე.....	90
2.4.4 ჰაერის ტემპერატურის გავლენა, ტემპერატურის განაწილებაზე და ცხელი ნარევის სითბურ პროცესებზე ა/ბეტონის ორმოში დაგების დროს.....	92
2.5 შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, გამოყენებული ცხელი ა/ბეტონის ნარევის ტემპერატურული რეჟიმების ამორჩევის რეკომენდაციები.....	107
2.6 ნაშრომის მეცნიერული სიახლის შედეგები	109
2.7 ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენების დადებითი მხარეები	114
დასკვნა.....	118
გამოყენებული ლიტერატურა.....	121
დანართი.....	123

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1.	საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პირობებით საექსპულატაციო მდგომარეობის დაშვებული მოთხოვნები.....	22
ცხრილი 2.	მოთხოვნები გზის საფარის სისწორისთვის.....	23
ცხრილი 3.	ნაკვალევის სიღრმის დასაშვები ზღვრები.....	23
ცხრილი 4.	საავტომობილო გზის კონსტრუქციაში დასაშვები დეფექტების მაჩვენებლები.....	25
ცხრილი 5.	გზის დეფექტის გამოსწორების ტიპური წუთობრივი ქრონოლოგია.....	48
ცხრილი 6.	ბიტუმის კუთრი თბოშემცველობის დამოკიდებუება ტემპერატურაზე.....	57
ცხრილი 7.	ნარევის კუთრი თბოშემცველობის მნიშვნელობები მასალების (გრანიტის ღორღი) პროცენტული შემადგენლობიდან სხვადასხვა ტემპერატურის დროს..	58
ცხრილი 8.	ნარევის კუთრი თბოშემცველობაზე დამოკიდებული ფენის გაციების ხანგრძლიობა დაგების სხვადასხვა ტემპერატურაზე.....	59
ცხრილი 9.	მასალის სიმკვრივის გავლენა ასფალტბეტონის თერმო - ფიზიკურ მახასიათებლებზე.....	60
ცხრილი 10.	ქარის დასაშვები ზღვრული სიჩქარე ცხელი ნარევის დაგებისას, ჰაერის(გარემოს) დაბალი ტემპერატურის დროს.....	81
ცხრილი 11.	ქარის სიჩქარის გავლენა ცხელი ნარევის ტემპერატურაზე ჰაერის ტემპერატურის გათვალისწინებით.....	82
ცხრილი 12.	ორმოს ზედაპირზე ნარევის ტემპერატურის განაწილება.....	85
ცხრილი 13.	ქარის სიჩქარეზე დამოკიდებული ტემპერატურის განაწილება ასფალტბეტონში.....	86
ცხრილი 14.	ქარის სიჩქარის დასაშვები მნიშვნელობები, რომლებიც	

	უზრუნველყოფენ ასფალტბეტონის მოთხოვნილ საექსპულატაციო პარამეტრების მიღწევას, საგზაო საფარის შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს.....	86
ცხრილი 15.	ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ზონის სიგანეზე ნარევის დაწეული ტემპერატურით.....	94
ცხრილი 16	ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ცხელი ა/ბეტონის ზონის სიგანეზე, დასაშვებზე ნაკლები ტემპერატურით დაგების დროს ნარევის ტემპერატურის გავლენის გათვალისწინებით.....	96
ცხრილი 17.	ჰაერის ტემპერატურის და ბიტუმის მარკის გავლენა ორმოს დაწეული ტემპერატურის ზონის სიგანეზე.....	98
ცხრილი 18.	ბიტუმის მარკაზე დამოკიდებული სხვადასხვა ტიპის მკვრივი ა/ბეტონის დატკეპნის რეკომენდირებული ტემპერატურული რეჟიმები.....	100
ცხრილი 19.	ორმოში დაგებისას ცხელი ნარევის ყოფნის დროს.....	100
ცხრილი 20.	საფუძვლის გაცხელების ტემპერატურის გავლენა დაწეული ტემპერატურის ზონის სიგანეზე.....	104
ცხრილი 21.	საგზაო საფარის ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, ა/ბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნის ხანგრძლიობა, წთ.....	105
ცხრილი 22.	საფარის შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს ცხელი ნარევის მინიმალური ტემპერატურა, რომლის ქვემოთ მასალის მთელი მოცულობა არ შეესაბამება ა/ბეტონის ცხელი ნარევის ტემპერატურულ რეჟიმებს..	106
ცხრილი 23.	ა/ბეტონის გამოყენების სფერო საავტომობილო გზების და ქალაქის ზედა ფენების მოწყობისთვის.....	107
ცხრილი 24.	ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ზონის სიგანეზე ნარევის დაწეული ტემპერატურით.....	110
ცხრილი 25.	საგზაო საფარის ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, ა/ბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნის ხანგრძლიობა, წთ.....	113

ნახაზების ნუსხა

ნახ. 1	გზის საფარის დანგრევა საფარის საფუძვლის არასაკმარისი დატკეპნის გამო	33
ნახ. 2	გზის საფარის შეკეთებისათვის მთელი წლის მანძილზე ტექნოლოგიების ეფექტიურობის შედარება.....	36
ნახ. 3	ასფალტბეტონის საფარის ორმოული შეკეთების პროცესი ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით.....	41
ნახ. 4	ასფალტბეტონის საფარის ტრადიციული შეკეთება.....	44
ნახ. 5	ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენება ასფალტბეტონის საფარის შეკეთებისათვის (საფუძვლის პრობლემების გარეშე).....	46
ნახ. 6	ასფალტბეტონის ინფრაწითელი შეკეთების პროცესის თანმიმდევრობა.....	49
ნახ. 7	დატკეპნის კოეფიციენტის დამოკიდებულება ასფალტბეტონის ნარევის დატკეპნის დაწყების ტემპერატურაზე, სატკეპნების ერთნაირი წონის დროს.....	53
ნახ. 8	ბიტუმის თბოშემცველობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე.....	58
ნახ. 9	ასფალტბეტონის დატკეპნის კოეფიციენტის დამოკიდებულება გავლების რაოდენობასთან.....	65
ნახ. 10	ბადისებრი მოდელის ტოპოლოგია.....	69
ნახ. 11	მოდელის ელემენტი.....	70
ნახ. 12	ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი დროის მიხედვით ,როდესაც ფენის სისქეა 0,05მ და ჰაერის ტემპერატურა 0°C.....	72
ნახ. 13	საგზაო საფარის ორმოში, ასფალტბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი.....	72
ნახ. 14	საგზაო საფარის ორმოში, ცხელი ნარევის ტემპერატურის განაწილება დროის მიხედვით.....	74
ნახ. 15	ცხელი ნარევის ტემპერატურის ცვლილება ორმოს ცენტრიდან საგზაო საფარის საზღვრამდე, რომელიც	

	დამოკიდებულია ზედაპირის ფორმაზე ნარევის საფართან კონტაქტისას.....	76
ნახ. 16	ნარევის დაწეული ტემპერატურის ორმოს ზონის ცვლილება დროში.....	77
ნახ. 17	საგზაო საფარის ორმოში ცხელ ნარევში დაგების დროს ტემპერატურის განაწილება.....	78
ნახ. 18	გზის საფარის ორმოში ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დაგებისას ტემპერატურის განაწილება.....	78
ნახ. 19	ცელი ასფალტბეტონის ნარევის დატკეპნის კოეფიციენტის განაწილება ორმოს საფარის მთელ ფართობზე.....	79
ნახ. 20	ასფალტბეტონის დანგრევა ორმოში, საფარის საკონტაქტო ზონაში.....	79
ნახ. 21	ქარის სიჩქარის გავლენა ცხელი ნარევის ტემპერატურაზე.....	83
ნახ. 22	ნარევი ზონა დაწეული ტემპერატურით ორმოს მთელ პერიმეტრზე.....	95
ნახ. 23	ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ნარევის ტემპერატურაზე რომლის ქვემოთ ეფექტური დატკეპნა არ არის უზრუნველყოფილი.....	97
ნახ. 24	საფუძვლის გაცხელების ტემპერატურის გავლენა.....	104
ნახ. 25	ასფალტის გამაცხელებელი Crack Jet II.....	110
ნახ. 26	ორმოში ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონა.....	111
ნახ. 27	ა) ცხელი ა/ბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი კაპიტალური შეკეთების დროს. ბ) ცხელი ა/ბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი ორმოში ტრადიციული მეთოდით შეკეთების დროს. გ) ცხელი ა/ბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი ორმოს საფუძვლისა და გვერდების გაცხელების შემდეგ.....	112
ნახ. 28	მობილური „hot box” ა/ბეტონის რეგენერატორი.....	116

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.

დღეისათვის საქართველოს საგზაო ქსელი მოიცავს [11]:

- 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 აბსოლიტური უმრავლესობა მოდის საგზაო საფარების აღდგენაზე. შესაბამისად აქტუალურია საკითხი, მოიმეზნოს 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.

ინფრაწიელი 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 მ²-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:

- არახისტ 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.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. არახისტ საფარიანი საავტომობილო გზების არსებული მდგომარეობა და ორმოული შეკეთების ტექნოლოგიების გამოყენება

1.1.1. არახისტ საფარიანი საავტომობილო გზების მდგომარეობის ანალიზი

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 [8.15].

სავტომობილო გზის სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლების შემცირება ექსპლუატაციის პროცესში შეიძლება ხდებოდეს სხვა მიზეზების გამოც. მაგალითად, მიწის ვაკისის და გზის სამოსის მშენებლობის დროს გამოყენებული უხარისხო მასალით, ასევე სამუშაოს შესრულების დროს დაშვებული ტექნოლოგიების დარღვევით. სატრანსპორტო საშუალებების ღერძული დატვირთვის ზეგავლენისას, საგზაო საფარზე წარმოიქმნება პლასტიკური დეფორმაციები და ნგრევები ორმოების, ნაპრალების, ჯდენების და ტაღების სახით, რასაც მივყავართ სატრანსპორტო საშუალებების სიჩქარის მაჩვენებლების შემცირებასთან.

მანქანის ტრანსმისიაზე დატვირთვის გაზრდისას ხშირად ხდება საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევები.

იმისათვის, რომ სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის უსაფრთხოება იყოს დაცული, გზების შენახვისათვის ნორმებით გათვალისწინებულ მდგომარეობაში, აუცილებელია, დამატებითი ხარჯების გაღება.

გზის სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლებისა და საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად, მათი შეკეთებისა და მოვლა-შენახვისათვის საგზაო ორგანიზაციები ასრულებენ დიდი მოცულობისა და ღირებულების სამუშაოებს.

1.1.2. არახისტ საფარიანი საავტომობილო გზების

სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მდგომარეობის ნორმატიული დოკუმენტებით გათვალისწინებული მოთხოვნები

საავტომობილო გზები სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მახასიათებლების მიხედვით დაყოფილია სამ ჯგუფად [5.20.22]:

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.

ცხრილი 1

საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პირობებით საექსპლუატაციო მდგომარეობის დაშვებული მოთხოვნები¹

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

გზის სავალი ნაწილის საფარის სისწორე უნდა შეესაბამებოდეს იმ მოთხოვნებს, რომლებიც მოყვანილია ცხრილში 2.

¹ ფრჩხილებში მოყვანილი მაჩვენებელი არის საგაზაფხულო პერიოდის დაზიანებები.

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

ცხრილი 2

მოთხოვნები გზის საფარის სისწორისთვის

გზა და ქუჩების ჯგუფი მათი სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მახასიათებლებით	გზის სისწორის მაჩვენებლები ПКРС-2 მოწყობილობით, არა უმეტეს, სმ/კმ	3 მეტრიანი ლარტყის ქვეშ, არა უმეტეს, %
A	660	7
B	860	9
C	1200	14

საფარის შეჭიდულობის კოეფიციენტმა უნდა უზრუნველყოს მოძრაობის უსაფრთხოების პირობები დაშვებული სიჩქარით. საავტომობილო გზის ექსპლუატაციის პროცესში გზის საფარზე სატრანსპორტო საშუალებების დატვირთვისა და ამინდის პირობების ზემოქმედების გამო ჩნდება ნაკვალევი, რომელიც მოქმედებს მოძრაობის უსაფრთხოებაზე. ამ დოკუმენტით დადგენილია კვალის სიღრმის დაშვებული ზღვარი, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილში 3.

ცხრილი 3

ნაკვალევის სიღრმის დასაშვები ზღვრები

მოძრაობის საანგარიშო სიჩქარე, კმ/სთ	ნაკვალევის სიღრმე, მმ					
	გაზომვა გამარტივებული მეთოდით		გაზომვა ვერტიკალური მონიშვნის მეთოდით			
			მარცხენა მხარე		მარჯვენა მხარე	
	დაშვებული	ზღვრული დაშვებული	დაშვებული	ზღვრული დაშვებული	დაშვებული	ზღვრული დაშვებული
>120	4	20	არ დაიშვება	4	9	20
120	7	20	3	5	16	25
100	12	20	6	9	27	40
80	25	20	15	18	50	50
≤60	30	35	50	50	50	50

შესაკეთებელი სამუშაოების დროს ნაკვალევის აღმოსაფხვრელად პირველ რიგში, სამუშაოებს ასრულებენ გზის იმ მონაკვეთებზე, სადაც კვალის სიღრმე დაშვებულ ზღვრულზე მეტია. არ არის რეკომენდირებული გზის სავალ ნაწილზე ნაკვალევი იყოს 3 სმ-ზე ზემოთ, როდესაც მოძრაობის ინტენსიობა 6000 ავტომობილზე მეტია და არაუმეტეს 4 სმ-სა, როდესაც ინტენსიობა უფრო ნაკლებია.

1.1.3. მასალის თვისებების გავლენა არახისტი ტიპის საფარის შეკეთების ტექნოლოგიების შერჩევაზე

არახისტი ტიპის გზის საფარის დეფექტების აღმოსაფხვრელად ჩატარებული სამუშაოების ხარისხი, დამოკიდებულია არა მარტო გამოყენებულ ტექნოლოგიებზე, არამედ მასალის თვისებებსა და საავტომობილო გზის ექსპლუატაციის კონკრეტულ პირობებზე. ცხრილში 4 მოცემულია დეფექტების დასაშვები მაჩვენებლები. საფარის დეფექტების აღმოსაფხვრელად იყენებენ მასალებს, რომლებიც ხასიათდება სხვადასხვა ფიზიკა-მექანიკური და თერმოფიზიკური ტექნოლოგიური მახასიათებლებით.

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.

სავტომობილო გზის კონსტრუქციაში დასაშვები დეფექტების
მაჩვენებლები

გზის კონსტრუქციული ელემენტების მაჩვენებლები	დაშვებული მნიშვნელობები მსუბუქ ავტომობილზე დაყვანილი მოძრაობის ინტენსიობა, ავტ/დღე-ღამე				
	> 6000	2000-6000	1000-2000	200-1000	<200
დაზიანება (ორმოს) ზომით ფართობი, არაუმეტეს 15X60X5 სმ, 1000მ ² /საფარზე, მ ²					
ა). ზაფხულში	0,3	1,0	1,5	2,0	2,5
ბ). გაზაფხულზე	1,5	3,0	4,5	6,0	7,0
გ). ზამთარში	1,5	3,0	4,5	6,0	7,0
საფარზე არსებული ცალკეული ბზარები, სიგანით > 5 მმ. გრძ.მ 1000მ ² -ზე	10	20	30	40	40
საფარზე ბიტუმით გაოფლიანებული ადგილები, მ ² 1000მ ² -ზე	7	10	15	20	25
საფარის კიდეებზე (სიგანით 0,5მ-მდე) დაბინძურებული ზოლების არსებობა. საფარის საერთო ფართობის არაუმეტეს, %	არა	3	5	8	10

ორმული 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 - CF 70/130 ან MF 70/130 . ცივი ასფალტბეტონის ნარევი არის რამდენიმე სახეობის [7.11]:

- 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 ორმული შეკეთების სამუშაოები მშრალ ამინდში, როდესაც დღე-ღამის ჰაერის საშუალო ტემპერატურა -10°C -მდეა. ნარევის მომზადების პროცესში, მისი გაგრილების ხარჯზე, მინერალური მარცვლების ზედაპირზე, ბიტუმი კარგავს წებოვნებას და გარკვეული დროის შენახვის შემდეგ, ნარევი აღარ იგება. დაგების შემდეგ, იმისათვის რომ წარმოიქმნას მონოლითური ფენა, ასეთი ნარევი უნდა გაცხელდეს გარემოს ტემპერატურის ხარჯზე, მასთან ერთად საჭიროა, სატკეპნებითა და ტრანსპორტით ერთდროული დატკეპნა 2 - 3 კვირის განმავლობაში. გზის საფარის შეკეთების ასეთი ტექნოლოგია ეფექტურია ჰაერის ტემპერატურის დადებითი მაჩვენებლების დროს, სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის ინტენსიობით არაუმეტეს 1000 - 3000ავტ/დღე-ღამეში მე-3 და მე-4 კატეგორიის გზებზე. შეკეთების ეს ტექნოლოგია და ოპერაციების შესრულება ცხელი ნარევების გამოყენების ანალოგიურია. ასეთი ტექნოლოგიისას არ არსებობს ნარევის დაგების და დატკეპნის დროის შეზღუდვა, ხოლო ცხელი ტექნოლოგიებისას ნარევი ჩქარა ცივდება და მცირდება მისი შეჭიდულობა.

ორმული 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 ნარევეს, 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 შტაბელეზად 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 ლორღვან - მასტიკურ ნარევეს, რომლებიც ხასიათდება გზის საფარის წყალშეკავების, ყინვაგამძლე, გაცვეთის მდგრადობის მაღალი მახასიათებლებით. ასეთი ნარევეები ხასიათდება გაციების მაღალი ტემპით, რაც ხელს უწყობს დაგებისა და დატკეპნის პროცესის დროის შემცირებას. გარდა ამისა, ასეთი ნარევეების გამოყენება წარმოადგენს გარკვეულ სიძნელეებს 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% ლორღს (ლორღის 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 ლორღის განაწილებით და ჩატკეპნით, მისი ხარჯია - 5 - 6 კგ/მ². ამ მასალის ნაკლს წარმოადგენს ცხელი ნარევის მომზადებისა და დაგების მაღალი ტექნოლოგიური რეჟიმი. სარემონტო სამუშაოების, ასეთი ტექნოლოგიური რეჟიმის გამოყენების გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ ნარევეში ბიტუმის დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო, ექსპლუატაციის პროცესში გარემოს მაღალი ტემპერატურის დროს, ხდება ბიტუმის გამოყოფა საფარის ზედაპირზე, რაც აუარესებს გზის საფარის შეჭიდების ხარისხს.

სხმული ასფალტბეტონის გამოყენება სარემონტო სამუშაოების საწარმოებლად, საშუალებას იძლევა, ვაწარმოოთ სამუშაოები მთელი წლის განმავლობაში. ამ მეთოდის დადებითი მხარე არის შეკეთებული უბნის ხანგრძლივობა, ასფალტში წყლის შეუღწევადობა და მისი გაფუების

შეუძლებლობა. მას არ სჭირდება ტექნიკა ნარევის დასატკეპნად. ამავე დროს, უნდა ავლნიშნოთ, რომ ეს მეთოდი ხასიათდება მასალის შედარებით მაღალი ღირებულებით, რადგან იგი შეიცავს მეტ ბიტუმს და მინერალურ ფხვნილს. მის მომზადებაზე იხარჯება მეტი ენერგია. ასეთ ნარევიში ბიტუმის შემცველობა აღწევს 13%-მდე, მინერალური ფხვნილი კი 30 - 35%-მდე.

მაღალი წებოვნების ბიტუმის გამოყენება ასფალტის მომზადებაში საჭიროებს მაღალ ტემპერატურებს ($220 - 250^{\circ}C$), 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 ნარევი ($20 - 50\text{კგ/მ}^2$). 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 ნარევიებს. 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 ნარევს, 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.

1.1.4. ფაქტორები, რომლებიც ზეგავლენას ახდენენ არახისტი ტიპის გზის საფარის დაშლის პროცესზე

საავტომობილო გზის ასფალტბეტონის საფარზე წარმოქმნილი დეფექტები დაკავშირებულია საავტომობილო გზის ექსპლუატაციის პროცესში სხვადასხვა ფაქტორების კომპლექსურ ზემოქმედებაზე.

გზების მშენებლობის პროცესში მასალის ფენების დაგებისა და დატკეპნის ტექნოლოგიის დარღვევა ხდება მაშინ, როდესაც არასაკმარისია მასალების შეჭიდულობა, რაც შემდგომში ხელს უწყობს დეფექტების წარმოქმნას ორმოების სახით. ექსპერიმენტალურად დამტკიცებულია, რომ მიწის ვაკისის დატკეპნის არასაკმარისი კოეფიციენტის დროს ($K_y = 0,9 - 0,92$) გზის საფარზე წარმოიქმნება ორმოები, ამასთან ერთად, შეინიშნება არახისტი საფარის გზის ზედაპირის ჯდენა, ანუ ზედაპირის ვერტიკალური ჯდენა, ბზარების გარეშე, მიწის ვაკისის გრუნტის დეფორმაციისა და გზის სამოსის კონსტრუქციული ფენის მასალების ხარჯზე, რაც აგრეთვე ზეგავლენას ახდენს საფარის ხარისხზე.

ასფალტბეტონის საფარის მოწყობისას, ტემპერატურის ცვალებადობის და დასაგები მასალის გრანულომეტრული არაერთგვაროვნების ხარჯზე, შეინიშნება საფარის უბნები სხვადასხვა ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლებით და წყალგაუმტარობით, რაც ექსპლუატაციის პროცესში ხელს უწყობს გზების ზედაპირზე დეფექტების წარმოქმნას, საფარზე მასალის ნაწილაკების ფენების დაშლით და შემდგომში ორმოების წარმოქმნის სახით.

საავტომობილო გზის ექსპლუატაციას შემოდგომა-გაზაფხულის პერიოდში და მასთან თანმდევი გარემოს ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებას, მივყავართ საავტომობილო გზების კონსტრუქციების ნგრევასთან, რაც დაკავშირებულია გზის კონსტრუქციული ელემენტების გაყინვა - გაღებობასთან. ტენიანობის მომატება საავტომობილო გზის კონსტრუქციების ფენებში იწვევს წყლის გადასვლას თხევადიდან

კრისტალურ მდგომარეობაში, გარემო ჰაერის დაბალი ტემპერატურის დროს, რის გამოც, ხდება მისი მოცულობის გაზრდა და შედეგად წარმოიქმნება ძალები, რომელთა ზემოქმედებით ხდება კონსტრუქციის ინგრევა - მასალის სტრუქტურისა და შეჭიდულობის შემცირება მიწის ვაკისში და გზის სამოსში [6.15.19].

სატრანსპორტო საშუალებების ღერძული დატვირთვისა და არასასურველი კლიმატური პირობების ზემოქმედებით უარესდება გზის ძირითადი საექსპლუატაციო მაჩვენებლები - წყალგაუმტარიანობა, სიმკვრივე, სისწორე და საავტომობილო გზის სავალი ნაწილის ზედაპირზე მოჭიდების მახასიათებლები. გზის სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო პარამეტრების გაუარესებას მივყავართ გზის კონსტრუქციული ელემენტების უნარის შემცირებამდე, რაც მჟღავნდება საფარის ზედაპირზე ორმოების, ჯდენების, ტეხილების, ბზარების, ტალღების, ძვრებისა და ნაკვალევის წარმოქმნის სახით. ტემპერატურული რეჟიმების ცვლილების დროს, საავტომობილო გზის ექსპლუატაციისას, ასფალტბეტონის საფარზე წარმოიქმნება გამჭოლი ბზარები, რომლებიც, დროთა განმავლობაში, უფრო იხსნებიან და ხელს უწყობენ გზის კონსტრუქციის სიმყარის შემცირებას, საფარის მასალის ნაწილაკების დაფხვნას და საბოლოო ჯამში ორმოების წარმოქმნას. გზის საფარის ზედაპირზე წარმოქმნილი ორმოების გამო, მცირდება სატრანსპორტო საშუალებების სიჩქარის რეჟიმი, იზრდება დინამიური დატვირთვა მანქანის ტრანსმისიაზე, რაც ზეგავლენას ახდენს საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოებაზე. არახისტი ტიპის საავტომობილო გზის საფარი ინგრევა ასფალტბეტონის საფარის დამველების, ცვეთის პროცესისა და ექსპლუატაციის პროცესისას მიღებული დეფორმაციის გამო.

საავტომობილო გზებზე აღნიშნული ფაქტორების კომპლექსურ ზემოქმედებას მივყავართ გზის საფარზე დეფექტების წარმოქმნამდე (ნახ. 1).

მოძრაობის ინტენსიურობისა და სატრანსპორტო საშუალებების ტვირთამწეობის მომატებით არახისტი საფარის გზის სამოსის ზედაპირზე

ხდება ნარჩენი დეფორმაციის ინტენსიური დაგროვება. გზის ექსპლუატაციის პროცესში შემკვრელის თვისებების შეცვლას მოჰყვება ასფალტბეტონის ბზარების მიმართ მდგრადობის შემცირება და დაშლა მასალის ცვეთის გამო, საფარის ზედაპირზე წარმოიშვება ბზარები, რომლებიც ასფალტბეტონში წყალს აგროვებს და შემდგომში გამჭოლო ბზარებს აჩენს.



ნახ. 1 გზის საფარის დანგრევა საფარის საფუძვლის არასაკმარისი დატკეპნის გამო

გამჭოლი ბზარების გაჩენას მივყავართ გზის სამოსის სიმყარის მახასიათებლების შემცირებამდე და წრფივი ბზარების გაჩენამდე, არახისტი ტიპის საფარზე, როდესაც არასაკმარისია გზის სამოსის ქვედა ფენების მასალის სიმკვრივე. იმის ხარჯზე, გზის საფარზე სატრანსპორტო საშუალებების ღერძული დატვირთვის და გზის ექსპლუატაციის დროს, ამინდის პირობების ზემოქმედებისას, საფარის მასალის სიმკვრივის მახასიათებლების გამო, საფარის ზედაპირზე წარმოიქმნება უსწორმასწორობა, რომელიც ახდენს გავლენას საგზაო უსაფთხოებაზე. სატრანსპორტო საშუალებების საგზაო მოძრაობის უსაფთხოებაზე უარყოფით გავლენას ახდენს ტეხილები და ორმოები საფარის ზედაპირზე, რის შედეგადაც მცირდება ტრანსპორტის მოძრაობის სიჩქარის რეჟიმი, ხდება ტრანსმისიის დაზიანება და ზოგიერთ შემთხვევაში, ეს იწვევს

საგზაო სატრანსპორტო შემთხვევას. ორმოების გაჩენის მიზეზი გზის საფარის ლოკალური დანგრევაა, რომელსაც ჩაღრმავებული, სხვადასხვა ფორმა აქვს მკვეთრად გამოხატული კიდეებით. ორმოების გაჩენის მიზეზი შეიძლება იყოს სხვადასხვა ფაქტორი, მათ შორის - ბზარები, საგზაო საფარისა და გზის სამოსის მშენებლობის დროს ტექნოლოგიური დარღვევები, გამოყენებული მასალის არასაკმარისი სიმყარე.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ არახისტი ტიპის საფარზე დეფექტების გაჩენის მიზეზი ცნობილია, დამუშავებულია მათი შემცირებისა და არ დაშვების მეთოდები და რეკომენდაციები, ეს მეთოდები ყოველთვის იხვეწება, მაგრამ, როგორც გვიჩვენებს საავტომობილო გზის ექსპლუატაცია, დღემდე ხდება გზის საფარის დანგრევა-დაზიანება.

ასფალტბეტონის საფარის მშენებლობის ხარისხზე და მასთან ერთად, ექსპლუატაციის პროცესის დროს, ორმოების გაჩენაზე უდიდეს გავლენას ახდენს არახარისხიანი მასალის გამოყენება და მშენებლობის ტექნოლოგიის დარღვევა. საფარის მოწყობის დროს ტემპერატურული რეჟიმის დარღვევა, არაერთგვაროვანი სტრუქტურის ნარევი ცხელი ნარევის დაგებისას. სატკეპნის ლილვის დასასველებელი (გასაციებელი) სითხის ხარჯის კონტროლის არარსებობა ხელს უწყობს ასფალტბეტონის საექსპლუატაციო მაჩვენებლების შემცირებას და ასევე საფარზე მიკრო ბზარების გაჩენას, რასაც შემდგომში მოჰყვება ორმოების გაჩენა.

1.1.5. არხისტ საფარზე ორმოების შეკეთების ტექნოლოგიების არჩევის დროს სამუშაოების წარმოების პირობების გავლენა

ამინდის და კლიმატიური პირობების ფაქტორებისა და სატრანსპორტო საშუალებების ღერძული დატვირთვის ნორმატივების მომატების ზემოქმედება ხელს უწყობს გზის საფარის ინტენსიურ ცვეთას და დანგრევას, რის გამოც, მცირდება საავტომობილო გზის სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლები, რაც ითხოვს დამატებითი ინვესტიციების მოზიდვას მათ ნორმატიულ მდგომარეობაში მოყვანისათვის.

სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია, გზის საფარის მუდმივი კონტროლი და მათი პარამეტრების მიყვანა ნორმატიულ მდგომარეობამდე. აღნიშნულის განხორციელება ხდება საავტომობილო გზის აუცილებელი მოვლა-შენახვის და შეკეთების სამუშაოების ჩატარებით.

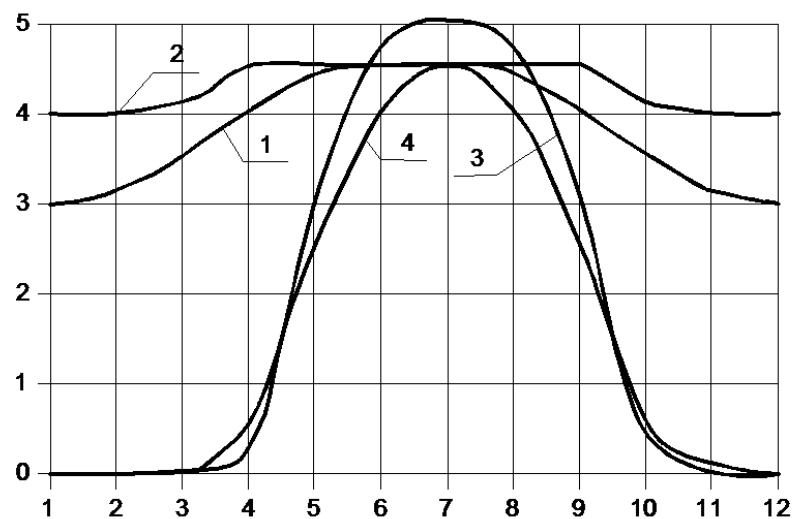
დღეისათვის საავტომობილო გზის საფარის მოვლა-შენახვისა და შეკეთებისთვის გამოიყენება სხვადასხვა მასალა და ტექნოლოგიები.

ასეთი სამუშაოების მთავარი ამოცანაა, საავტომობილო ტრანსპორტის უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფა დადგენილი სიჩქარის რეჟიმით. კონკრეტული ტექნოლოგიის ამორჩევა განისაზღვრება გზის კონსტრუქციული პარამეტრებით, საფარის მასალით, ამინდის პირობებით, სამუშაოს მოცულობით და დეფექტების ტიპებით.

მიღებულია, რომ არხისტი საფარის სარემონტო სამუშაოები მიეკუთვნება სეზონურ სამუშაოებს, რომლებიც დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურასა და გზის საფარის ტენიანობაზე. ამიტომ აწმყო დროში აქტუალური ამოცანაა, შემუშავდეს ასფალტბეტონის გზის საფარის შეკეთების ისეთი ტექნოლოგიები, რომლების საშუალებას მოგვცემენ, ვაწარმოთ სამუშაოები წლის ნებისმიერ დროს, მოთხოვნილი მოხმარების ვადისა და ხარისხის უზრუნველყოფის გათვალისწინებით. დღეისათვის გზის არხისტი საფარის ტიპის გამოყენებული სარემონტო

ტექნოლოგიებიდან გავრცელებულია ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის, სხმული ასფალტბეტონის, ჭავლურ-ინექციური მეთოდისა და ცივი ასფალტბეტონის გამოყენების ტექნოლოგიები. ჩატარებული სამუშაოს ყოველ მეთოდს აქვს თავისი ინდივიდუალობა, დადებითი და უარყოფითი მხარე, რომელიც უნდა გავითვალისწინოთ სარემონტო სამუშაოების მომზადების დროს [6.7.12].

გზის საფარის შეკეთების სხვადასხვა მეთოდის შედარებითი ეფექტურობის გამოყენების საკითხი განხილულია ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე, სხვადასხვა მეთოდი და ტექნოლოგია და მისი ეკონომიური მაჩვენებლები წლის განმავლობაში, წარმოდგენილია ხუთქულიანი გრაფიკის სახით ნახ.2.



ნახ. 2 გზის საფარის შეკეთებისათვის მთელი წლის მანძილზე ტექნოლოგიების ეფექტურობის შედარება.
 1-ცხელი ასფალტბეტონი; 2- სხმული ასფალტბეტონი;
 3-ლოკალური თერმორეგენერაცია, (ცივი ასფალტბეტონი);
 4-ჭავლურ-ინექციური მეთოდი.

სურათზე წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ უფრო ეფექტური ტექნოლოგიები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს, განვახორციელოთ შეკეთება მთელი წლის განმავლობაში, არის ის ტექნოლოგიები, სადაც გამოიყენება ცხელი და სხმული ასფალტბეტონი. ტექნოლოგიების გამოყენება, სადაც იხმარება ბიტუმური ემულსიები და

ემულსიო-მინერალური ნარევები, არაეფექტიურია გარემოს ჰაერის დაბალ ტემპერატურებზე, ბიტუმის ემულსიაში არსებული წყლის გამო.

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.

გზაზე სატრანსპორტო საშუალებების უსაფრთხო მოძრაობა მთელი წლის განმავლობაში, ამინდის პირობების მიუხედავად, შესაძლებელია, მიღწეული იქნეს გზების მშენებლობისა და მოვლა-შენახვის სამუშაოების მიმდინარეობის დროს სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო ნორმატიული მაჩვენებლების სრული დაცვის შემთხვევაში. საავტომობილო გზის სასიცოცხლო ციკლი დამოკიდებულია როგორც საპროექტო დოკუმენტაციაზე, ასევე მშენებლობისა და საექსპლუატაციო სამუშაოების დროულ ჩატარებაზე.

საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავებისას, სატრანსპორტო საშუალებების ღერძული დატვირთვისა და მოძრაობის ინტენსივობის გათვალისწინებით, მიიღება საგზაო სამოსის კონსტრუქციული გადაწყვეტილება, განსაზღვრულ საექსპლუატაციო დროზე. საავტომობილო გზების საჭირო სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლების უზრუნველყოფა მიიღწევა მშენებლობის პროცესში და დამოკიდებულია მასალის ხარისხზე, მშენებლობის ტექნოლოგიასა და გამოყენებული მანქანების პარამეტრებზე.

პროექტირების დროს გათვლილი მონაცემები, საავტომობილო გზის ექსპლუატაციის დროს, ყოველთვის არ შეესაბამება რეალურ მნიშვნელობებს, რაც გავლენას ახდენს გზის მდგომარეობაზე და ექსპლუატაციის პროცესში საჭიროებს დამატებით ხარჯებს მათი ნორმატიული მოთხოვნების შესაბამისად. ექსპლუატაციის პროცესში საგზაო საფარზე წარმოიქმნება დეფორმაციები და დაზიანებები, რაც გამოიხატება სხვადასხვა ორმოების, ჯდენების, ბზარებისა და ტალღების სახით. ეს თავის მხრივ, აუარესებს გზის სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მონაცემებს და ამცირებს საავტომობილო გზის ექსპლუატაციის პერიოდს.

არახისტი ტიპის საგზაო საფარის ზედაპირის დეფექტები შეიძლება ასევე გამოწვეული იყოს მიწის ვაკისის და საგზაო სამოსის მოწყობის დროს ტექნოლოგიური დარღვევების გამო. ასეთი დეფექტების აღმოფხვრის მიზნით, ატარებენ ორმოულ შეკეთებას. დროული და ხარისხიანი

სამუშაოების ჩატარება საშუალებას იძლევა რამდენიმე წლით გავახანგრძლივოთ საავტომობილო გზის ექსპლუატაციის დრო. ასეთი სახის სამუშაოები იწარმოება იმ შემთხვევაში, როდესაც მიზანშეწონილი არ არის საგზაო საფარის ზედა ფენის მოწყობა.

გზების ექსპლუატაციის დროს საგზაო საფარის ზედაპირზე წარმოქმნილი დეფექტების აღმოსაფხვრელად ახლანდელ დროში გამოიყენება სხვადასხვა ტექნოლოგია, რომელიც დამოკიდებულია როგორც სამუშაოების ჩატარების დროზე, ასევე გამოყენებულ მასალაზე. ყველაზე გავრცელებულ მეთოდს წარმოადგენს საგზაო საფარის შეკეთება ასფალტბეტონის ცხელი ნარევის გამოყენებით. ეს მეთოდი უზრუნველყოფს საფარის გარემონტებული უბნის მოხმარების ხანგრძლივობას და ტექნოლოგიური პირობების დაცვის შემთხვევაში, სამუშაოს მაღალი ხარისხით შესრულებას. ის ძირითადად პირველი და მეორე კატეგორიის გზებზე გამოიყენება. მოქმედ ნორმატიულ დოკუმენტაციასთან შესაბამისად სამუშაოები ტარდება გარემოს არანაკლებ $+5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის პირობებში. ორმოს ზედაპირი უნდა იყოს მშრალი, იმ გამონაკლისი შემთხვევის გარდა, როცა გამოიყენება ბიტუმის ემულსია ან მასზე დამზადებული სხვა მასალები. ზოგჯერ პრაქტიკაში საჭირო ხდება ორმოს შეკეთება სხვა ამინდის პირობებში (სასწრაფო საავარიო შეკეთება). დადგენილია, რომ ტექნოლოგიების დარღვევით ჩატარებული ორმოული სამუშაოები, 2-4 ჯერ ამცირებს გარემონტებული საგზაო საფარის ექსპლუატაციის პერიოდს.

არახისტი ტიპის საგზაო საფარის ორმოების და ჯდენების აღმო - საფხვრელად ჩასატარებელი სამუშაოების ხარისხი ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენების დროს, დამოკიდებულია ცხელი ნარევის დასაგები ადგილის მომზადების ხარისხზე, დაგება - დატკეპნის დროს ცხელი ნარევის ტემპერატურული რეჟიმის უზრუნველყოფასა და ადგილზე შეკეთებული ორმოს ასფალტბეტონის მოთხოვნილი მაჩვენებლების მიღწევაზე. როდესაც ორმოების შესაკეთებლად გამოყენებული მასალის სტრუქტურა განსხვავდება მანამდე დაგებული საგზაო საფარის მასალისგან, ეს გავლენას

ახდენს საგზაო საფარის სიმტკიცისა და მის თბოფიზიკურ მახასიათებლებზე. სხვადასხვა მარკის ბიტუმის ცხელი ნარევის გამოყენება, ასევე დასაგები მასალების ფენის სხვადასხვა სისქე, გავლენას ახდენს ცხელი ნარევის სიმტკიცის მახასიათებელსა და საფარის შეკეთების დროს ცხელი ნარევის ტემპერატურულ რეჟიმებზე. აგრეთვე, ის აყენებს მაღალ მოთხოვნებს ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნაზე. ამიტომ მანქანა-მექანიზმების ყველა ტექნოლოგიური რეჟიმი და პარამეტრები ურთიერთშეწყობილი უნდა იყოს.

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

1.2. საგზაო სამოსების რეაბილიტაცია ინფრაწითელი გამოსხივებით

1.2.1. ძველი პრობლემების ახლებური გადაწყვეტა

ასფალტბეტონის ინფრაწითელი შეკეთების პროცესი (ნახ. 3) განკუთვნილია მიმდინარე და ავარიული სარემონტო სამუშაოებისთვის და საგზაო საფარის დეფექტების ლიკვიდაციისთვის. ინფრაწითელი შეკეთება შეიძლება განხორციელდეს მთელი წლის განმავლობაში, სწრაფად, უხმაუროდ და ეფექტურად.



ნახ. 3 ასფალტბეტონის საფარის ორმოული შეკეთების პროცესი ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით

1.2.2. ასფალტის ინფრაწითელი შეკეთების პროცესის საფუძვლები

ინფრაწითელი გამოსხივება, ვებსტერის ახალი მსოფლიო ლექსიკონის თანახმად, წარმოადგენს “სინათლის სხივებს, რომლებიც მდებარეობენ წითელი სპექტრის ოდნავ ქვემოთ. ისინი უხილავია და აწარმოებენ ობიექტის შიგნიდან გათბობას“ [4].

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“. სიტბოს რაოდენობა იზომება კილოკალორიებში (კკალ) ან ბრიტანულ თერმულ ერთეულებში (ბ.თ.ე.) - ეს სიტბოს 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 სიტბური 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 „წარმოონ სიტბო 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.

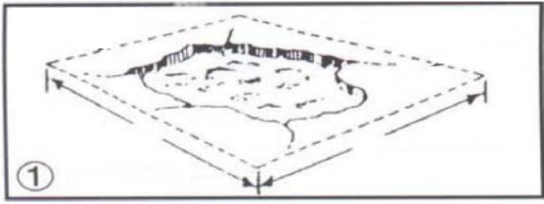
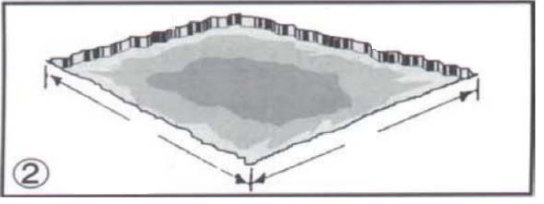
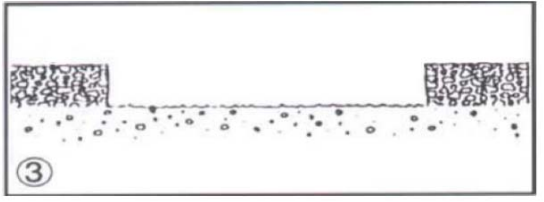
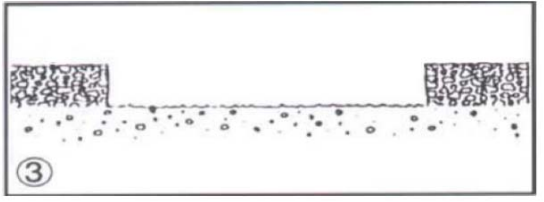
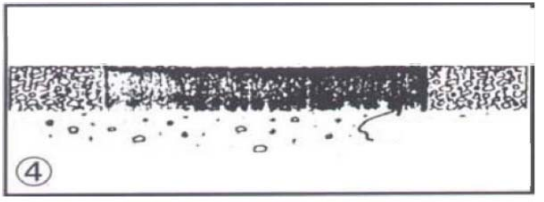
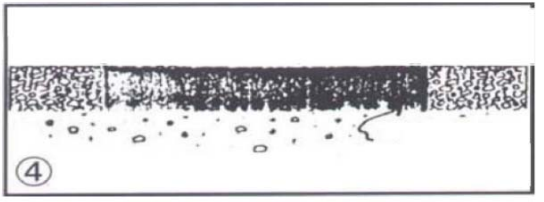
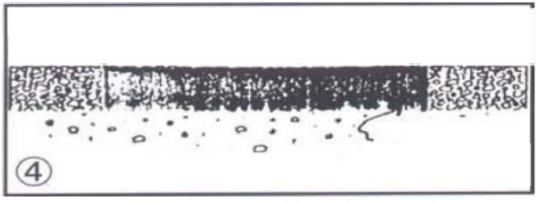
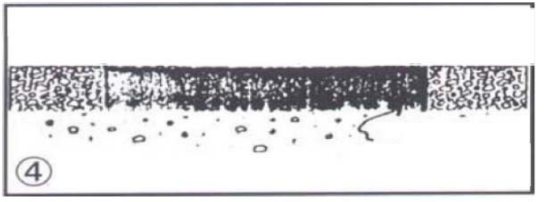
აღნიშნულისგან განსხვავებით, ინფრაწითელი გამოსხივება სხვაგვარად მუშაობს. რაც უფრო ღრმად გინდათ გაათბოთ ასფალტბეტონი, მით უფრო მაღლა უნდა დამონტაჟდეს ზედაპირიდან ინფრაწითელი პანელი. ყველაფერი, რაც სითბოს წარმოქმნის, არ წარმოადგენს ნამდვილ ინფრაწითელ გამოსხივებას. ინფრაწითელი გაცხელების ტიპურ სისტემაში გაზისა და ჰაერის ნარევი მიეწოდება წნევით ენერჯის გარდამქმნელში, სადაც წარმოიქმება ინფრაწითელი გამოსხივება. მასალები, რომლებიც გამოიყენება კონვენტორების დამზადებისას, განსაკუთრებულ ტექნოლოგიურ პროცესებთან გაერთიანებით, გვაძლევს 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.

1.2.3. ჩვეულებრივი და ინფრაწითელი ორმოული შეკეთების შედარება

მიუხედავად იმისა, ჩვეულებრივ მეთოდს ვიყენებთ თუ ინფრაწითელ გამოსხივების მეთოდს, დაზიანებული ასფალტბეტონის სწორი შეკეთებისათვის, საჭიროა გარკვეული ნაბიჯები გადაიდგას. აგრეთვე არსებობს გარკვეული შეზღუდვები ასფალტის საფარის შეკეთების დროს[12].

ქვემოთ ნაჩვენებია, როგორ მცირდება ასფალტბეტონის შეკეთების პროცესი ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით (ეს უკანასკნელი ამცირებს პროცესს გარკვეული ნაბიჯებით), რაც მოგვცემს სეზონური სამუშაოების დროში გაგრძელების საშუალებას და შეკეთების პროცესის უფრო მაღალი ხარისხით წარმოებას.

ნახ.4. ნაჩვენებია, ტრადიციული მეთოდით ასფალტბეტონის საფარების ორმოული შეკეთების ტექნოლოგიური თანმიმდევრობა.

<p>1. მოწინაშით უბნის კიდეები რომლებიც განკუთვნილია შესაკეთებლად.</p>	
<p>2. მოჭრათ ძველი მასალა.</p>	
<p>3. ჩავტვირთოთ და გავიტანოთ ძველი მასალა ნაგავსაყრელზე (თუ შესაძლებელია).</p>	
<p>4. გავასუფთაოდ უბანი ნაგვისგან/წყლისგან.</p>	
<p>5. მომზადებულ უბნის ნაპირებს უნდა წაეცხოს ბიტუმი ან ბიტუმის ემულსია.</p>	
<p>6. მივაწოდოთ მთლიანად ახალი მასალა.</p>	
<p>7. მოვასწოროთ შემასწორებლით.</p>	
<p>8. დავტკეპნოთ დაგებული მასალა აუცილებელ ხარისხამდე.</p>	

ნახ. 4 ასფალტბეტონის საფარის ტრადიციული შეკეთება.

სამუშაოები, რომლებიც ქვემოთ არის აღწერილი, გამოიყენება ასფალტბეტონის საფარების შეკეთების ჩვეულებრივი (ტრადიციული) მეთოდის გამოყენებით.

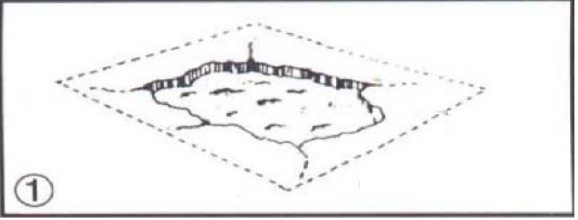
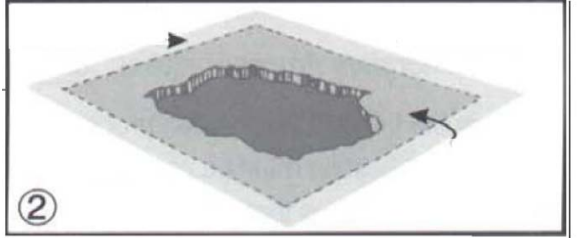
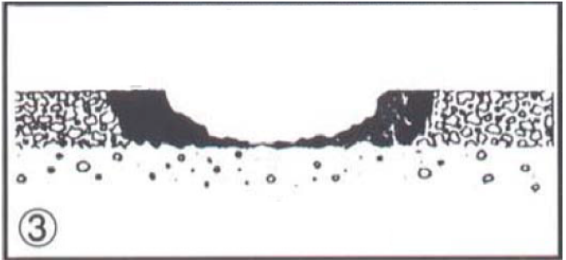
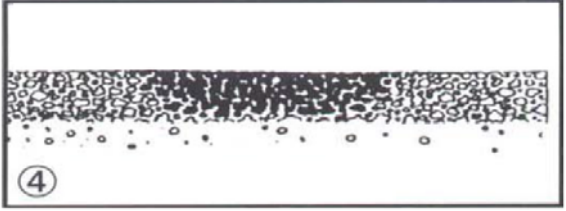
ჩვეულებრივი მეთოდის მთავარ ხარვეზად შეიძლება ჩაითვალოს არსებული საფარისა და შეკეთებული უბნის ცივი შეერთება. იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც სამუშაო შესრულებულია ტექნოლოგიის სრული დაცვით, ჩვენ მაინც ვაგებთ გაცხელებულ მასალას ცივ საფუძველზე. ყოველ ჯერზე, როცა ჩვენ ვიყენებთ სხვადასხვა ტემპერატურის ორ მასალას ერთად დასაგებად, იქმნება ცივი შეერთება, სწორედ ეს არის მისი სუსტი ადგილი. შედეგად, შეკეთებული მონაკვეთი არ არის გამძლე და წარმოიქმნება ბზარები, სადაც ხვდება ნაგავი და წყალი, რომელიც ჩადის სიღრმეში, აზიანებს და ანგრევს გარემონტებულ ასფალტბეტონი საფარს.

ნახ.5 ნაჩვენებია ასფალტბეტონის საფარის შეკეთების პროცესი ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით.

როცა ასფალტბეტონის საფარების შეკეთებისას გამოიყენება ინფრაწითელი გამოსხივება, მაშინ გვაქვს შემდეგი უპირატესობა:

- სარემონტო უბნები და მასთან ერთად მიმდებარე ადგილები განიცდის ტემპერატურის ზემოქმედებას ანუ გაცხელებას;
- 20-25 სანტიმეტრით იზრდება სარემონტო (გაფხვიერებული) უბნის პერიმეტრი, რაც აღმოფხვრის ნებისმიერ ცივ შეერთებას ან უხეშ ნაკერებს და ქმნის ტემპერატურულ კავშირს ახალ საფარსა და არსებულს შორის.
- გამორიცხულია არამყარი ადგილები.
- თავიდანაა აცილებული ბზარების წარმოქმნა, შესაბამისად წყლისა და ნაგვის მოხვედრა და ჩაჟონვა საფუძველში;
- შეკეთებული საფარი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში არ იშლება;

აღსანიშნავია, რომ ღია ცეცხლს არასოდეს არ აქვს კავშირი ასფალტბეტონის ზედაპირთან. ასფალტის დარბილება ხორცელდება ინფრაწითელი სხივების უნიკალური თვისებების ხარჯზე.

<p>1. მოვნიშნოთ უბნის კიდეები რომლებიც განკუთვნილია შესაკეთებლად, გავასუფთავოთ ნაგვისგან და წყლისგან.</p>	
<p>2. დავამონტაჟოთ უბანზე ინფრაწითელი გამომსხივებელი</p>	
<p>3. ჩავრთოთ ინფრაწითელი გამომსხივებელი 5 - 9 წუთამდე (დრო დამოკიდებულია ორმოს სიღრმეზე, წელიწადის დროზე და შემავსებელზე).</p>	
<p>4. ადგილზე შერბილებული მასალა გადავაადგილოთ საფხეკით და პარალელურად აღმოვფხვრად ძველი შეერთებები, ნაკერები და უსწორმასწორობები.</p>	
<p>5. საჭიროების მიხედვით დავამატოთ მასალა სწორი ზედაპირის მისაღებად.</p>	
<p>6. მოვასწოროთ შემასწორებლით.</p>	
<p>7. დავტკეპნოთ დაგებული მასალა აუცილებელ ხარისხამდე.</p>	

ნახ. 5 ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენება ასფალტბეტონის საფარის შეკეთებისათვის (საფუძვლის პრობლემების გარეშე).

1.3. გზის საფარის დეფორმაციის აღმოფხვრა (ნაკვალევები)

განვიხილოთ გზის გრძივი და განივი მიმართულებით დეფორმირებული საფარის შეკეთების ტექნოლოგია ინფრაწითელი გამოსხივების ტექნოლოგიის გამოყენებით.

როდესაც საჭიროა აღმოფხვრას ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენის დეფექტები გრძივი მიმართულებით, სტანდარტული ტექნოლოგიების გამოყენებას, გვაქვს სერიოზული ნაკლოვანებები; როგორცაა:

- შეზღუდვები სეზონურ სამუშაოებთან დაკავშირებით;
- ნარჩენების დიდი რაოდენობა;
- მაღალი დონის ხმაური;
- სამუშაოების წარმოების მაღალი ღირებულება;
- აღდგენილი საფარის ექსპლუატაციის ვადის ხანმოკლეობა.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ინფრაწითელი გამოსხივების ტექნოლოგიის გამოყენება ასფალტბეტონის შეკეთებისთვის, ეს არის ძველი პრობლემების თანამედროვე გადაწყვეტა. ინფრაწითელი სხივები ღრმად შედიან ასფალტბეტონის საფარში. ამის გამო ხდება ღრმა გაცხელება ადულების, ფენებად დაყოფის და ბიტუმის შემავსებლისგან განცალკავების გარეშე, ანუ გაცხელების პროცესი არ ცვლის ასფალტბეტონის მახასიათებლებს. ასფალტბეტონი იძენს მის პირველად ხარისხს და სამუშაო ტემპერატურას, რაც გვადლევს საშუალებას ასფალტბეტონის ნარევი მეორეჯერ დავაგოთ და მთლიანად არ შევცვალოთ ახლით. ახალი ასფალტბეტონის ნარევი ემატება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც დეფექტის გამო ასფალტბეტონის ნაწილი დაკარგულია.

ერთ-ერთი მთავარი ნაკლი ასფალტბეტონის შეკეთების ჩვეულებრივი მეთოდის გამოყენების დროს, არის ის, რომ ხდება ცხელი ასფალტბეტონის დაგება ცივ საფუძველზე. წარმოიქმნება ცივი შეერთება, რაც ახლო მომავალში იწვევს მის დაზიანებას, რადგან მასში ღრმად ჩადის ჭუჭყი და

სისველე. ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებისას შეკეთების დროს, შესაკეთებელი მონაკვეთები და მიმდებარე ტერიტორია პერიმეტრზე, ერთდროულად განიცდის ტემპერატურულ ზეგავლენას. ეს ქმნის ტემპერატურულ მჭიდრო კავშირს არსებულ და ახალ საფარს შორის.

1.4. ასფალტბეტონის ინფრაწითელი მეთოდით შეკეთების ტექნოლოგიები

ცხრილში 5 მოცემულია გზის დეფექტის გამოსწორების ტიპური წუთობრივი ქრონოლოგია, 4,3 მ²-მდე ფართობზე, ერთი მანქანით, რომელიც აღჭურვილია ასფალტის ინფრაწითელი სარემონტო მოწყობილობით.

დეფექტების აღმოსაფხვრელად უფრო დიდი ფართობებზე, პროცესი მეორდება თანმიმდევრულად, ყოველი 20 წუთი მომდევნო 4,3 მ² ფართობზე.

ცხრილი 5
გზის დეფექტის გამოსწორების ტიპური წუთობრივი ქრონოლოგია

წუთები:	ორივე ოპერატორი	ოპერატორი 1	ოპერატორი 2
1	2	3	4
0:00	მისვლა უბანზე		
0:00 – 2:00	მოდრაობის მარეგულირებელი ნიშნების დაყენება		
2:00 – 3:00		სარემონტო უბნის მონიშვნა	უბნის გასუფთავება
3:00 – 4:00	სარემონტო პერიმეტრის ცარცით მოხაზვა		
4:00 – 5:00		გამათბობლის ჩართვა	გამათბობლის დაყენება სარემონტო უბანზე
5:00 – 13:00		ხელის ვიბროსატკეპნის ჩამოტვირთვა	ჩამოტვირთვა და ინსტრუმენტის გაწმენდა

1	2	3	4
13:00 – 14:00		ასფალტბეტონის შემოწმება	გამათბობლის მოხსნა
14:00 – 16:00		უბნის დამუშავება ფოცხით	ქვების და ნაგვის მოცილება
16:00 – 17:00		ასფალტბეტონის აღდგენითი ემულსიის დამატება	ახლის, ან განახლებული ასფალტბეტონის მოტანა
17:00 – 19:00		ასფალტბეტონის გასწორება გზის საფარის დონემდე	ხელის ვიბრაციული სატკეპნის მომზადება
19:00 – 21:00		ალაგების დაწყება და გასასვლელად მომზადება	უბნის დატკეპნა
21:00 – 23:00	დალაგების დამთვრება და ინსტრუმენტების ჩატვირთვა		
23:00 -25:00	მომრაობის მარეგულირებელი ნიშნების მოხსნა		

ნახაზზე 6 აღწერილია ასფალტბეტონის საგზაო სამოსების ინფრაწითელი მეთოდით შეკეთების პროცესის თანმიმდევრობა [4].

	<p>ნაბიჯი #1 გაიწმინდოს უბანი ნაგვისგან და დამდგარი წყლისგან.</p>
---	--



ნაბიჯი #2

ინფრაწითელი გამათბობელის ჩართვა და დამონტაჟება სარემონტო უბანზე. მნიშვნელოვანია დატოვებულ იქნას 30სმ ყოველი მხრიდან, ორმოს გაცხელების კიდედან კიდემდე.



ნაბიჯი #3

ხელსაწყო თბება 5-7 წუთის განმავლობაში. ეს სიტბოს მისცემს საშუალებას ღრმად შეაღწიოს ზედაპირში. 7 წუთის გასვლის შემდეგ, მოწმდება გაცხელებული ასფალტბეტონის ზედაპირი ინფრაწითელი თერმომეტრით, ხოლო შემდგომ მოწმდება ყოველ წუთში საჭირო ტემპერატურის მისაღწევად (190° – 200° C).



ნაბიჯი #4

ცილდება გამათბობელი და ფხვიერდება შერბილებული ასფალტბეტონის შესაბამისი ხელსაწყოთი (ფორცხი). მნიშვნელოვანია დარჩეს ხელუხლებელი 15სმ ყოველი მხრიდან გაფხვიერებული ნაპირიდან გამთბარ ნაპირამდე.



ნაბიჯი #5

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

	<p>ნაბიჯი #6 რეგენერატორიდან ემატება ახალი, ცხელი ასფალტბეტონის ნარივი, რომელიც უნდა მოსწორდეს შესაბამის ნიშნულამდე.</p>
	<p>ნაბიჯი #7 უბანი მზად არის დატკეპნისთვის ხელის ვიბროსატკეპნით.</p>
	<p>ნაბიჯი #8 უბნის დატკეპნა იწყება ნაპირიდან. მნიშვნელოვანია თავდაპირველად დაიტკეპნოს უბნის ნაპირები, რადგან მოხდეს ახალი და ძველი ნაწიბურის ერთმანეთთან იდეალური შერწყმა.</p>
	<p>ნაბიჯი #9 მიუხედავად იმისა რომ გარემონტებული ასფალტბეტონის უბნის ფერი განსხვავდება, იგი ნაკერის გარეშე არის დაგებული. მთელი პროცესი მიმდინარეობს 20 წუთს განმავლობაში სამუშაოს დაწყებიდან დამთავრებამდე.</p>

ნახ. 6 ასფალტბეტონის ინფრაწითელი შეკეთების პროცესის თანმიმდევრობა.

2. შედეგები და მათი განსჯა

1.1. ტემპერატურის გავლენა ცხელი ასფალტბეტონის ნარეგების თერმოფიზიკურ მახასიათებლებზე

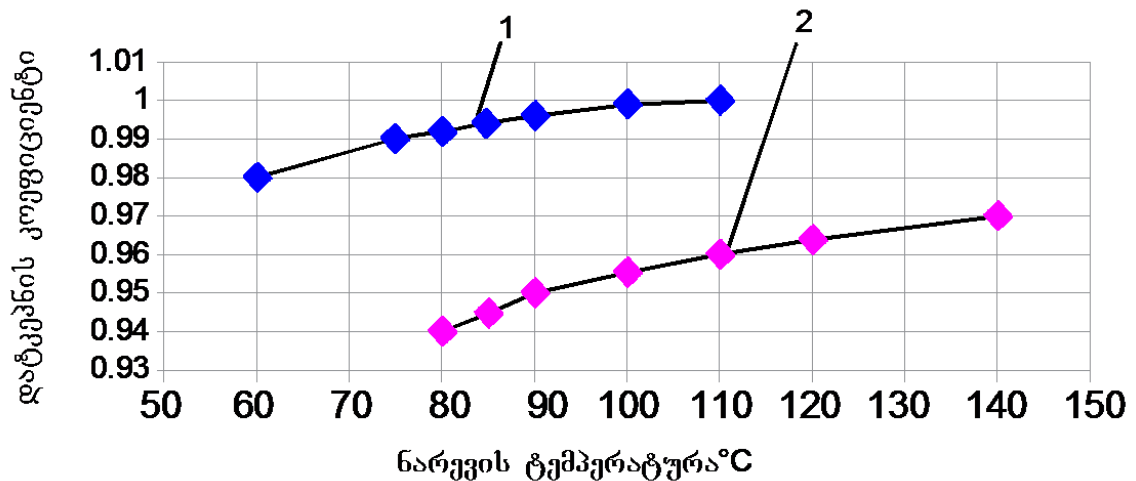
საგზაო-სამშენებლო მასალები და მათ შემადგენლობაში გამოყენებული ბიტუმის ტექნიკური თვისებები, დამოკიდებულია ტემპერატურაზე და რეგლამენტირებულია ნორმატიული დოკუმენტებით. ტემპერატურული რეჟიმები დამოკიდებულია ასფალტბეტონის ნარეგების თერმოფიზიკურ თვისებებზე, რომლებიც ზეგავლენას ახდენენ ასფალტბეტონში წარმოქმნილ სითბურ პროცესებზე, გზის საფარის სამუშაოს წარმოების და ასევე სარემონტო სამუშაოების შესრულების დროს [10].

არახისტი ტიპის გზის საფარის მოწყობის ტექნოლოგიისაგან განსხვავებით, ასფალტბეტონის საფარზე ორმოების აღმოსაფხვრელად წარმოებული სამუშაოები დაკავშირებულია, მცირე მოცულობის ცხელი ნარევის გამოყენებასთან. ასეთი სამუშაოების შესრულების ხარისხი, როდესაც გარემოს ჰაერის ტემპერატურა დაბალია, დამოკიდებულია ცხელი მასალის მოცულობის დაგებისას მის ტემპერატურის განაწილების ხასიათზე და გავლენას ახდენს, როგორც სარემონტო მონაკვეთზე მიღწეულ საექსპლუატაციო პარამეტრებზე, ასევე საგზაო საფარის სამსახურის ვადაზე. დადგენილია, რომ ცხელი ნარევის ფენის გაცივების პროცესი მიეკუთვნება არასტაციონალურ სითბურ პროცესებს. გზის საფარის დაგებისა და დატკეპნის ტემპერატურული რეჟიმების გამოთვლა აუცილებელია ვაწარმოთ ფენის ნარევის საშუალო ტემპერატურიდან გამომდინარე. საშუალო ტემპერატურად მიღებულია საფარის ზედაპირიდან $1/3$ სიღრმეში დაგებული ფენის ნარევის ტემპერატურა.

2.1.1. ცხელი ასფალტბეტონის ტემპერატურის გავლენა არახისტი ტიპის გზის საფარის შეკეთების სამუშაოების ხარისხზე.

ცხელი ასფალტბეტონის ნარევით გზის საფარის შეკეთების ტექნოლოგიურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ სხვადასხვა ტექნოლოგიური სამუშაო სქემების გამოყენება დამოკიდებულია სამუშაოს წარმოების კონკრეტულ პირობებსა და გამოყენებულ მასალაზე. გზის საფარის ხარისხიანი მოწყობა ცხელი ნარევების გამოყენებით დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე და ყოველი მათგანი მოქმედებს სამუშაოს წარმოების ტექნოლოგიაზე, ტექნოლოგიური პარამეტრების ამორჩევასა და გამოყენებული მექანიზმების მუშაობის რეჟიმზე [18.19].

დადგენილია, რომ ასფალტბეტონის დატკეპნისას მიღწეული სიმკვრივე, მიუხედავად ნარევის ტიპისა, დამოკიდებულია დატკეპნის დაწყების ტემპერატურაზე.



ნახ. 7 დატკეპნის კოეფიციენტის დამოკიდებულება ასფალტბეტონის ნარევის დატკეპნის დაწყების ტემპერატურაზე, სატკეპნების ერთნაირი წონის დროს:
1. ვიბრაციული სატკეპნი, ДV-47Б; 2. სტატიკური მოქმედების სატკეპნი.

ნარევის დატკეპნის საწყისი ტემპერატურა ზეგავლენას ახდენს აგრეთვე დატკეპნის სხვა ხარისხის მაჩვენებელზე (დატკეპნის კოეფიციენტი, სიმკვრივე, წყალგაუმტარობა). მაგალითის სახით ნახ. 7

წარმოგდენილია ასფალტბეტონის დატკეპნის კოეფიციენტის დამოკიდებულება ცხელი ნარევის დატკეპნის საწყის ტემპერატურაზე, დატკეპნის სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით (სტატიკური და ვიბრაციული მოქმედების სატკეპნით).

წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ მექანიზმის მუშაობის ეფექტურობა, გამოყენებული მეთოდის მიუხედავად, დამოკიდებულია ცხელი ნარევის დატკეპნის საწყისი ტემპერატურაზე. ამავე დროს, საბოლოო შედეგი დამოკიდებულია გამოყენებული დატკეპნის მეთოდზე. დატკეპნის დინამიური რეჟიმის დროს, დატკეპნის კოეფიციენტის მაქსიმალური სიდიდე მიიღწევა ნარევის უფრო დაბალ ტემპერატურაზე დატკეპნის დაწყების შემთხვევაში. უნდა აღვნიშნოთ, რომ ცხელი ნარევის დატკეპნის საწყისი ტემპერატურა ზეგავლენას ახდენს ასფალტბეტონის სიმტკიცეზე.

დადგენილია, რომ ნარევის ტემპერატურა ზეგავლენას ახდენს სიმტკიცის მახასიათებლებსა და ტემპერატურის მთელ ინტერვალში დეფორმაციულ შესაძლებლობებზე. ცხელი ასფალტბეტონის ტემპერატურის შეცვლა 150°C - დან 50°C -მდე, იწვევს ზღვრული სიმტკიცის გადიდებას 2,0-2,5 -ჯერ და მასალის დეფორმაციის მოდულის გადიდებას 4-ჯერ. ყველაზე მაღალი დატკეპნის ეფექტი მიიღწევა ნარევის მაღალ ტემპერატურაზე, როცა ბიტუმს და ასევე ნარევს აქვს უმცირესი წებოვნება და მცირე შესაძლებლობა გარე დატვირთვისადმი წინააღმდეგობის გაწევისა. ტემპერატურის დაწვეის შემდეგ იზრდება ბიტუმის წებოვნება. ამ წარმოქმნილი კავშირის ხარჯზე ძლიერდება მასალის ნაწილაკებს შორის კავშირი, რის გამოც, ხდება ზღვრული სიმტკიცისა და ნარევის მოდულის დეფორმაციის მომატება. ამიტომ, დატკეპნის მოთხოვნილი ხარისხის უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია, გადიდდეს სატკეპნი მექანიზმის დატვირთვა.

დამტკეპნავი მექანიზმების მუშაობის ეფექტიურობა, ნარევის ტემპერატურულ რეჟიმზეა დამოკიდებული. დადგენილია, რომ დამტკეპნი

მექანიზმის ყოველ ტიპს შეესაბამება ნარევის ოპტიმალური ტემპერატურის ინტერვალი. ბიტუმის შემკვრელობა და ნარევის დატკეპნის დაწყების ტემპერატურა ზეგავლენას ახდენს მიღებულ ასფალტბეტონის საფარის სიმკვრივეზე რაც უფრო მეტია ბიტუმის წებოვნება, მით უფრო მეტი ხარისხით ახდენს ზეგავლენას დატკეპნის დაწყების ტემპერატურა ასფალტბეტონის სიმკვრივეზე. დადგენილია, რომ ასფალტბეტონის ნარევების მაქსიმალური სიმკვრივე, დამოკიდებულია ბიტუმის მარკაზე და შეიძლება მიღწეული იქნას გარკვეულ ტემპერატურულ ინტერვალში. ნარევის ტემპერატურის მომატება მაქსიმალური სიდიდის მაღლა არ იძლევა დადებით ეფექტს, რადგან მიღებული სიმკვრივე მცირდება. ეს დაკავშირებულია ბიტუმის სტრუქტურის დაშლასთან. ნარევის მაღალი ტემპერატურის დროს მასალის ნაწილაკები მჭიდროვდება მასზე სატკეპნის ლილვის ზემოქმედებით და გამოიდევენება ბიტუმი კონტაქტის ზონიდან. დატვირთვის მოხსნის შემდეგ, შემკვრელის აბკი უკუ წნევის ხარჯზე აღიდგენს საწყის სისქეს, ამით ამცირებს ნარევის მიღებულ სიმკვრივეს. რაც უფრო ნაკლებია ბიტუმის წებოვნება, მით უფრო მალე მიედინება ეს პროცესი. ნარევის ტემპერატურის დაწვეისას იზრდება ბიტუმის წებოვნება, რის გამოც, იზრდება წინააღმდეგობა მუდმივი დატვირთვის მოქმედებისას. ექსპერიმენტული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ასფალტბეტონის ნარევი, ბიტუმის მარკის მიუხედავად, უკეთესად იტკეპნება ბიტუმის წებოვნების 10-დან 25 პას-მდე დიაპაზონში, რაც საშუალებას იძლევა, განისაზღვროს ცხელი ნარევების ეფექტური დატკეპნის ტემპერატის საზღვრები სხვადასხვა მარკის ბიტუმის გამოყენებისას. მოცემული ექსპერიმენტების საფუძველზე დადგენილია, რომ ვიბრაციულ მანქანებს შესწევთ უნარი დატკეპნონ ასფალტბეტონის ნარევი უფრო დაბალ ტემპერატურებზე. ექსტრემალური გამოკვლევებით დამტკიცებულია, რომ 4 ტონა მასის ვიბრაციული სატკეპნი უზრუნველყოფს დატკეპნის კოეფიციენტს 0,98...0,99 ს, როდესაც ნარევის დატკეპნის დაწყების ტემპერატურა 60 °C-ია. ასეთი შედეგის მიღწევა

სტატიკური სატკეპნით პრაქტიკულად შეუძლებელია. ეს ეფექტი აიხსნება იმით, რომ ციკლური დატვირთვის ზემოქმედების შედეგად ხდება ბიტუმის აბკის გათხელება, მცირდება მისი წებოვნება, რაც საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ უფრო მაღალი სიმკვრივის საფარი. ცხელი ასფალტ - ბეტონის ნარევების ტემპერატურული რეჟიმები გავლენას ახდენს სამუშაოს ორგანიზაციასა და მის ხანგრძლივობაზე.

საფუძვლის ტემპერატურის გავლენის კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა მიიღება ერთი, როდესაც ჰაერის და საფუძვლის ტემპერატურა ერთმანეთის ტოლია, ხოლო ჰაერის ტემპერატურის მომატებისას 25°C -ზე ზევით, კოეფიციენტის მნიშვნელობა მიიღება 1,25. გზის საფარის მოწყობისას, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის სითბური პროცესების მოდელირების შედეგად დადგენილია, რომ საფუძვლის ტემპერატურა გავლენას ახდენს ნარევების ფენების ტემპერატურულ რეჟიმებზე. კანონზომიერება ატარებს საერთო ხასიათს და კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა დამოკიდებულია საფუძვლის და ჰაერის ტემპერატურების სხვაობაზე. უნდა აღვნიშნოთ, რომ დღემდე გარკვეული არ არის საკითხი იმის შესახებ, თუ როგორ გავლენას ახდენს საფუძვლის ტემპერატურა ნარევის ტემპერატურის განაწილების ხასიათზე ორმოში დაგების დროს. ამიტომ საჭიროა დავაზუსტოთ საფუძვლის ტემპერატურის გავლენა სარემონტო სამუშაოების წარმოებისას ცხელი ნარევის გაცივების პროცესზე.

სამუშაოს წარმოების ადგილზე მიტანილი ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის ტემპერატურა დამოკიდებულია ბიტუმის მარკაზე და ტიპზე. საფუძვლის და ნარევის ტემპერატურების სხვაობის და ასევე გარემომცველ ჰაერის ხარჯზე, მიმდინარეობს სითბური პროცესები, რომლებიც გავლენას ახდენენ სამუშაოს ხარისხზე. ნარევის ტემპერატურის დაწვევა ხელს უწყობს სითბურ - ფიზიკურ და სიმტკიცის დეფორმაციულ მახასიათებლების ცვლილებას, რაც აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ სამუშაოს წარმოების დროს ცხელი ასფალტბეტონის გამოყენებისას.

2.1.2. ტემპერატურის გავლენა ასფალტბეტონის ნარევის ხარისხზე

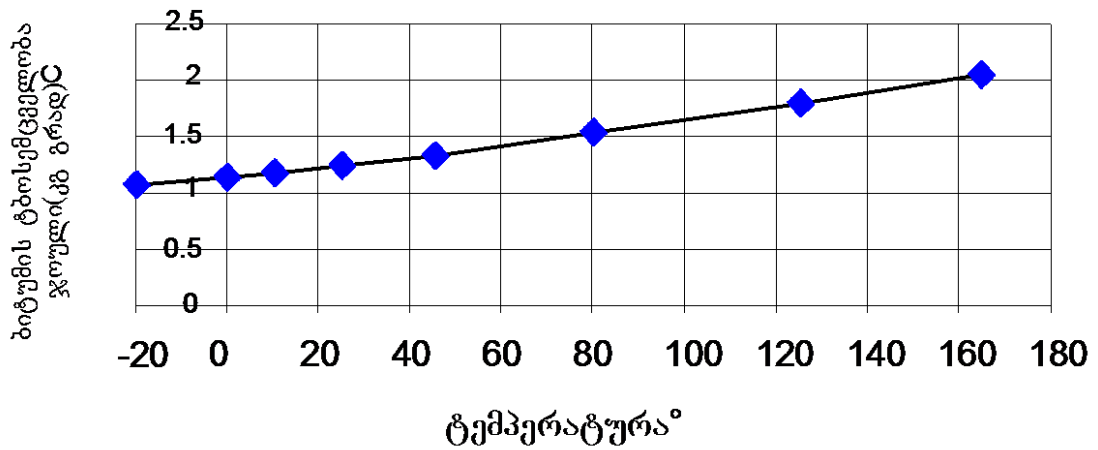
ცხრილი 6

ბიტუმის კუთრი თბოშემცველობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

ბიტუმის ტემპერატურა ^o C	20...0	1...20	30...60	60... 100	100... 150	150... 180
ბიტუმის კუთრი თბოშემცველობა, კჯ/კგ.გრად.	1,05	1,1... 1,25	1,25... 1,45	1,45... 1,65	1,65... 1,85	1,85... 2,2

ნორმატიული დოკუმენტების შესაბამისად, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევი, მის შემადგენლობაში მინერალური მასალების პროცენტული შემცველობის მიხედვით, იყოფა ტიპებად [6.10].

ქვის მასალის პროცენტული შემადგენლობა, ტიპების მიხედვით სხვადასხვაა, ის გავლენას ახდენს ნარევის კუთრი თბოშემცველობაზე, ამიტომ გარკვეული მოცულობის ცხელი ნარევის სითბოს რაოდენობა, დამოკიდებულია ნარევის ტიპზე, რაც მოქმედებს სითბურ პროცესებზე სარემონტო სამუშაოების წარმოებისას. ცხრილ 6-ში განსაზღვრულია დამოკიდებულება კუთრი თბოშემცველობის რიცხვითი მნიშვნელობით სხვადასხვა ტემპერატურაზე მასალების პროცენტული შემადგენლობის გათვალისწინებით. წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნარევის ტიპზე დამოუკიდებლად ტემპერატურის მომატებასთან ერთად დიდდება კუთრი თბოშემცველობა. ამავე დროს, მინერალური მასალების პროცენტული შემადგენლობის გადიდებასთან ერთად ნარევის კუთრი თბოშემცველობა მცირდება.



ნახ. 8 ბიტუმის თბოშემცველობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

ცხრილი 7

ნარევის კუთრი თბოშემცველობის მნიშვნელობები მასალების (გრანიტის ღორღი) პროცენტული შემადგენლობიდან სხვადასხვა ტემპერატურების დროს.

მასალების შემადგენლობა, %	ნარევის ტემპერატურა C						
	40	60	80	100	120	140	160
20	1,22	1,3	1,38	1,47	1,56	1,67	1,78
30	1,17	1,24	1,31	1,39	1,47	1,56	1,66
40	1,13	1,19	1,25	1,31	1,38	1,46	1,55
50	1,08	1,13	1,18	1,23	1,30	1,36	1,43
60	1,03	1,07	1,11	1,01	1,21	1,26	1,31
70	0,99	1,02	1,05	1,08	1,12	1,16	1,2
80	0,94	0,96	0,98	1,00	1,03	1,05	1,08

ნარევის კუთრი თბოშემცველობაზე დამოკიდებული ფენის გაციების ხანგრძლიობა დაგების სხვადასხვა ტემპერატურაზე.

ნარევის ტემპერატურა c	ნარევის კუთრი თბოშემცველობა,კჯ/კგგრად							
	1,2	1,4	1,6	1,65	1,8	2,0	2,2	2,5
160	41	50	59	62	68	77	87	102
140	35	42	49	51	56	64	72	64
120	28	33	39	41	45	51	57	66
100	21	24	28	30	32	37	42	48
80	12	15	17	18	20	22	25	30

ცნობილია, რომ კუთრი თბოშემცველობა გავლენას ახდენს ნარევის გაციების ხანგრძლივობაზე. ცხრილში 8 წარმოდგენილია გაციების საჭირო დრო, ნარევის თბოშემცველობაზე დამოკიდებულების მიხედვით, საფარის სხვადასხვა ტემპერატურაზე დაგებისას. მოცემული მონაცემებიდან ჩანს, რომ კუთრი თბოშემცველობის გადიდებისას საფარის გაციების ხანგრძლიობა დიდდება, ნარევის ტემპერატურის მიუხედავად.

ცხელი ნარევის გაციების ხანგრძლიობის საერთო კანონზომიერების დასადგენად, რომელიც დამოკიდებულია კუთრი თბოშემცველობაზე, სხვადასხვა ტემპერატურების დროს, ცხელი ნარევის დაგების გაციების ხანგრძლიობის პირობით, ერთეულად იღებენ 1,65კჯ/კგგრად ტოლ ნარევის კუთრი თბოშემცველობას. მოცემული მონაცემების შედარებებმა აჩვენა, რომ ნარევის თბოშემცველობის სიდიდე, გავლენას ახდენს ნარევის გაციების ხანგრძლივობაზე და ნარევის დაგებისას არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე.

სიდიდე, რომელიც ახასიათებს სითბოს გადანაწილებას ნარევის ფენის შიგნით და სითბოს გადაცემას ორმოს გვერდით კედლებზე, არის თბოგამტარობის კოეფიციენტი (λ), რომელიც დამოკიდებულია მასალის სიმკვრივეზე (ცხრილი 9).

წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ მასალის სიმკვრივის გადიდებასთან ერთად, თბოგამტარობის კოეფიციენტი დიდდება, რაც ხელს უწყობს ცხელ ნარევეებზე მუშაობის დროის ხანგრძლიობის შემცირებას.

ცხრილი 9

მასალის სიმკვრივის გავლენა ასფალტბეტონის თერმო-ფიზიკურ მახასიათებლებზე.

მასალა	მოცულობითი მასა, კგ/მ ³	თერმოგამტარობის კოეფიციენტი, ვატ/მც	კუთრი თბოშემცველობა, კჯ/კგც
მსხვილმარცვლოვანი ასფალტბეტონი	2400	1,00	0,40
საშუალომარცვლოვანი ასფალტბეტონი	2350	0,90	0,40
წვრილმარცვლოვანი ასფალტბეტონი	2300	0,80	0,40
ბიტუმი-მინერალური ნარევი	2300	0,85	0,40

საგზაო საფარის მოწყობის სამუშაოები მიმდინარეობს ცხელი ასფალტბეტონის ნარევეების გამოყენებით. სარემონტო სამუშაოების წარმოებისას, უფრო მეტად კი ჰაერის დაბალ ტემპერატურაზე, ცხელი ნარევი იგება ორმოში, სადაც ორმოს გვერდების ზედაპირი და ფსკერის ტემპერატურა, როგორც წესი, არის იმავე ჰაერისნარევის ტემპერატურაზე.

2.1.3. ცხელი ასფალტბეტონის ნარეგების დატკეპნის ტექნოლოგიის თავისებურებანი

ცხელი ნარეგის გამოყენებით ასფალტბეტონის საფარის ორმული შეკეთებისას გამოყენებულმა ტექნოლოგიის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ძირითად ნაკლს, რომელიც ხელს უწყობს სარემონტო სამუშაოების დაბალი ხარისხით შესრულებას, წარმოადგენს მოთხოვნილი ნორმების დარღვევა საფარის საფუძვლის მომზადების დროს, ტემპერატურული რეჟიმების დაუცველობა ცხელი ნარეგების დაგების და დატკეპნის დროს და ასფალტბეტონის არასაკმარისი დატკეპნა [18.19].

არახისტი ტიპის გზის საფარის შეკეთების ხარისხი დამოკიდებულია არა მარტო გამოყენებული მასალის მახასიათებლებზე, არამედ სამუშაოს წარმოებისას გამოყენებული მექანიზმების ეფექტურობაზეც. საფარის ზედაპირზე ორმოების წარმოქმნისას და დაგვიანებული შეკეთების დროს, მათზე სატრანსპორტო საშუალებების ზემოქმედება იწვევს საფარის მასალის დანგრევას, ჩნდება ბზარები და მიკრო ბზარები, ეს კი ხელს უწყობს ასფალტბეტონის სიმტკიცის მახასიათებლების დაწევასა და გზის საფარის შემდგომ პროგრესულ დაშლას. საფარზე ბზარებისა და მიკრო ბზარების განვითარების აღმოსაფხვრელად, სამუშაოს ტექნოლოგიურ პროცესში გათვალისწინებულია ორმოს კიდების ჩამოჭრა. ის შეიძლება იყოს სწორკუთხოვანი კონტურების ნებისმიერი ფორმით. ორმოს კიდების დასამუშავებლად იყენებენ ფრეზის მანქანებს, დისკიან ხერხებს, პერფორატორებს. დადგენილია, რომ პერფორატორის გამოყენება ორმოს კიდების დამუშავების დროს ასფალტბეტონში წარმოშობს მიკრო ბზარებს. ამიტომ ორმოს ასეთი მეთოდით დამუშავება არარეკომენდირებულია. იმისთვის რომ უზრუნველყონ ორმოში დასაგებ მასალასა და გზის საფარს შორის კარგი მოჭიდება, ასუფთავებენ ასფალტბეტონის ნარჩენებისა და ჭუჭყისგან, ამასთან ერთად შემაერთებელი ბიტუმით გრუნტავენ ორმოს ფსკერს და ნაპირებს. შესაკეთებელ მასალად, უმეტეს წილად, იყენებენ

ცხელი ასფალტბეტონის ნარევეს, რომელთა დასატკეპნად გამოიყენებენ მცირე ზომის გლუვლილვიან სატკეპნებს ან ვიბრაციულ ფილებს. ორმოში მომატებული ტენიანობის დროს მას აშრობენ შეკუმშული ჰაერით (ცხელი ან ცივი). ამ მიზნებისათვის, ზოგიერთ შემთხვევაში, იყენებენ ორმოს მასალაზე სითბურ ზემოქმედებას.

ტიპის საგზაო საფარზე, ცხელი ნარევის გამოყენებით ორმოული შეკეთების ტექნოლოგიის ანალიზმა აჩვენა, რომ ძირითადი ნაკლი, რაც წარმოშობს შესაკეთებელი სამუშაოების დაბალ ხარისხს, არის საფარის საფუძვლის მომზადების დროს მოთხოვნილი პირობების დარღვევა, ცხელი ნარევის დაგება-დატკეპნის ტემპერატურული რეჟიმების დაუცველობა და დასატკეპნი მექანიზმების არაეფექტური გამოყენება.

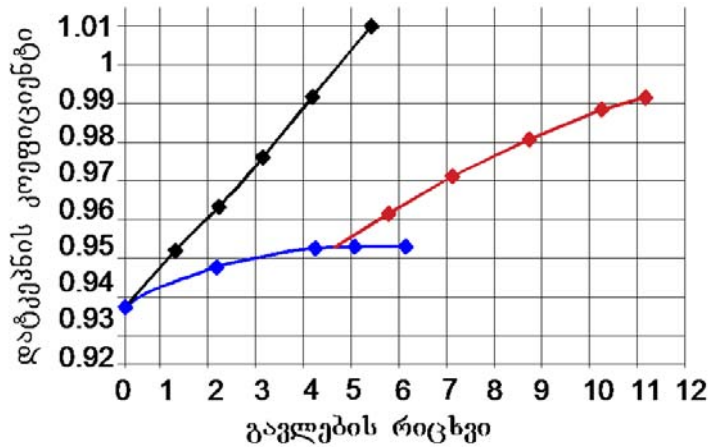
2.1.4 არახისტი ტიპის საფარზე ორმოული შეკეთებისათვის სატკეპნი მანქანების არჩევა

დადგენილია, რომ ასფალტბეტონის საექსპლუატაციო პარამეტრები დამოკიდებულია დატკეპნის ხარისხზე, რომელიც, თავის მხრივ, დამოკიდებულია დაგება-დატკეპნის ტემპერატურულ რეჟიმებზე, მასალის დატკეპნის მოქმედების დროსა და დატკეპნის მეთოდზე. დასატკეპნ საშუალებათა პარამეტრების ამორჩევა დამოკიდებულია გამოყენებული მასალის ფიზიკო-მექანიკურ მახასიათებლებსა და მის დაგების წესზე. ცხელი ნარევის ხელით განაწილების დროს, რომელიც საკმაოდ ხშირია სამუშაოებისისა, ცხელი ასფალტბეტონის წინასწარი დატკეპნის კოეფიციენტი იმყოფება 0,7...0,75 ფარგლებში. წინასწარი დატკეპნის კოეფიციენტის სიმცირისა და ცხელი ნარევის უმნიშვნელო დეფორმაციის უნარის ხარჯზე, დატკეპნის საწყის ეტაპზე აუცილებელია, გამოვიყენოთ მცირე საკონტაქტო მასის მექანიზმები, რომლებიც შეესაბამება მასალის სიმტკიცის მახასიათებლებს. მასალის სიმკვრივის მომატებასთან ერთად

უნდა გადიდდეს დასატკეპნი მანქანის მასის პარამეტრები. ამ პირობების შესრულება შეიძლება მხოლოდ ცვლადი ძალის პარამეტრების მქონე დინამიური მოქმედების დასატკეპნი მანქანების გამოყენებით. ასეთ მანქანებს მიეკუთვნება ვიბრაციული სატკეპნები და ვიბრაციული ფილები. საფარის ზედაპირის უმნიშვნელო ფართობის შესაკეთებლად სერიული საგზაო სატკეპნების გამოყენება მიზანშეწონილი არ არის. ამიტომ, პრაქტიკაში საგზაო საფარზე ორმოული შეკეთების სამუშაოებისას, გამოიყენება სტატიკური ან ვიბრაციული მოქმედების ხელის სატკეპნები. ამ მიზნებისთვის გამოყენებული სატკეპნების პარამეტრების ანალიზმა აჩვენა, რომ მათ არ შეუძლიათ უზრუნველყონ ორმოში დასაგები ასფალტბეტონის მოთხოვნილი მახასიათებლები. ცნობილია, რომ ხარისხიანი დატკეპნისათვის აუცილებელია, სატკეპნი მანქანის ქვეშ დასატკეპნი მასალის საკონტაქტო დამაბულობა ახლოს იყოს დასატკეპნი მასალის სიმტკიცის ზღვართან. ასფალტბეტონის საფარის მშენებლობის დროს, საგზაო სატკეპნებს ტექნოლოგიურ პროცესებზე დამოკიდებულობის მიხედვით გააჩნიათ წრფივი დაწოლა 40...100კნ/კმ-ის ფარგლებში. სტატიკური მოქმედების ხელის სატკეპნის წრფივი დაწოლის პარამეტრები შეესაბამება 0,05 ... 0,1კნ/კმ-ს. აქედან გამომდინარე, ასეთი ტექნოლოგიის გამოყენებით პრაქტიკულად შეუძლებელია ასფალტბეტონის მოთხოვნილი ექსპლუატაციური მაჩვენებლების უზრუნველყოფა. ხელის ვიბრაციული სატკეპნების გამოყენება არ აღმოფხვრის მოცემულ ხარვეზებს, თუმცა მისი ზემოქმედება ცხელ ასფალტბეტონის ნარევეზე უფრო ეფექტურია მისი დამატებითი დინამიური ფაქტორის ხარჯზე. ამავე დროს, ვიბრაციული სატკეპნის მცირე მასა, მნიშვნელოვანი იძულებითი ძალითაც კი ვერ უზრუნველყოფს მასალის ფენის სისქის მოთხოვნილი სიმკვრივეს, რის გამოც, ხდება მასალის ფენის არათანაბარი დატკეპნა. ამ მიზნებისთვის უფრო ეფექტურია ვიბრაციული ფილების გამოყენება, რომლებმაც ახლანდელ დროში ფართო გამოყენება ჰპოვა არახისტი ტიპის გზის საფარის შეკეთების სამუშაოებში. ვიბრაციული ფილების გამოყენებით

ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დატკეპნის სამუშაოებისა და საფარის მოწყობის ტრადიციული სამუშაოების ხარისხის შედარების მიზნით, ჩატარებული იყო ექსპერიმენტალური გამოკვლევები საავტომობილო გზის რეკონსტრუქციის დროს A ტიპის ცხელი ნარევის (მომზადებული БНД 60/90 ბიტუმზის მარკაზე) გამოყენებით, ასფალტბეტონის საფარის მოსაწყობად, საბაზისო ტექნოლოგიის სახით გამოყენებული იყო მანქანების კომპლექტი, რომელიც შედგებოდა ასფალტისდამგებისა (ვიბრაციული დასატკეპნი ძელით და გასასწორებელი ფილით) და საშუალო და მძიმე ტიპის საგზაო სატკეპნებისაგან. ცხელი ნარევის დაგება-დატკეპნის დროს მისი ტემპერატურა იზომებოდა დაგებული ფენის სისქის 1/3-ზე და შეესაბამებოდა საგზაო საფარის მოწყობის არსებულ რეკომენდაციებს. დატკეპნის პროცესის დროს ნარევის ტემპერატურა იცვლებოდა 130°C-დან 85°C-მდე. ასფალტდამგების საშუალებით დაგებული ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის წინასწარი დატკეპნის კოეფიციენტი შეადგენდა 0,935. კოეფიციენტის იზომებოდა სიმკვრივის საზომი ხელსაწყოთი-ПАБ-1. შესადარებელი ტექნოლოგიის სახით მიღებული იყო ტექნიკის კომპლექტი, რომელიც შედგებოდა ასფალტდამგებისგან და 110კგ-იანი ვიბრაციული ფილისგან, რომლის საკონტაქტო ზედაპირი იყო 1800სმ². იძულებითი ძალის სიდიდე შეადგენდა 25კნ. ერთ კვალზე გავლა-გამოვლის რაოდენობაზე დამოკიდებული დატკეპნის კოეფიციენტის გაზომვის შედეგები, წარმოდგენილია ნახ. 9.

წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ვიბრაციული ფილების გამოყენება ცხელი ასფალტბეტონის დასატკეპნად, საშუალებას



ნახ. 9 ასფალტბეტონის დატკეპნის კოეფიციენტის დამოკიდებულება გავლების რაოდენობასთან:

- ◆ - სტატისტიკური მოქმედების კომბინირებული კატოკი;
- - ვიბრაციული კატოკი, ტანდემი WB151-AD; ◆ - ვიბრაციული ფილა.

გვადლევს, უზრუნველვყოთ უფრო მაღალი დატკეპნის მაჩვენებლები. ვიბრაციული ფილებით დატკეპნის დროს, დატკეპნის კოეფიციენტი უფრო ინტენსიურად იზრდება, ვიდრე გზის სატკეპნებით დატკეპნის დროს. ცხელი ასფალტბეტონის ვიბრაციული ფილებით დატკეპნით მიღებული ეფექტი აიხსნება იმით, რომ დასატკეპნი მასალის ნარჩენი დეფორმაცია დამოკიდებულია არა მარტო სამუშაო ორგანოს ძალისებრი ზემოქმედებით მასალაზე, არამედ მისი მოქმედების დროზე. სატკეპნი მანქანის თანაბარი სამუშაო სიჩქარით გადაადგილებისას, ვიბრაციული ფილის მოქმედების დრო დასატკეპნ მასალაზე უფრო მეტია. თუ კატოკით მუშაობისას, მასალის ნაწილაკზე ერთი გავლისას დატვირთვის მოქმედების დრო შეადგენს 0,2...0,4წმ, პლევმატიური საბურავებზე მომუშავე კატოკის მოქმედების დრო შეადგენს 0,4...0,6წმ-ს, მაშინ ვიბრაციული ფილით დატკეპნისას მოქმედების დრო შეადგენს 0,8... 1,6 წმ-ს.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ სარემონტო სამუშაოების წარმოების განსაზღვრულ პირობებში, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დატკეპნა ვიბრაციული ფილების ტექნოლოგიების გამოყენებით (მათი შესაბამისი პარამეტრებით) უფრო ეფექტიურია, ვიდრე საგზაო სატკეპნებით.

2.2. სითბური პროცესების მოდელირება ასფალტბეტონის საფარის შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს

ამ თავში წარმოდგენილია, მოცემულ მოცულობაში ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის ტემპერატურის განაწილების მათემატიკური მოდელი და განხილულია გზის საფარის ორმოში ჩაგებული ნაზავის ტემპერატურის განაწილება. არსებული მათემატიკური მოდელები, რომლებიც არახისტი ტიპის გზის საფარის თერმული პროცესების მოდელირების საშუალებას იძლევიან, გათვლილია ნარევის ტემპერატურის განსაზღვრისთვის ერთ სიბრტყეში, როგორც გზის საფარის მოწყობისთვის ასევე საავტომობილო გზების მოვლა-შენახვისთვის. საგზაო საფარზე ორმოების სახით წარმოდგენილი დეფექტების აღმოფხვრაში იგულისხმება, მცირე მოცულობის ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენება (დაგება, დატკეპნა), სადაც დაგებული ცხელი ნარევიდან სითბური ნაკადები გადაადგილდებიან არა მარტო გარემომცველ სივრცეში და ორმოების ფსკერისკენ, არამედ ორმოების გვერდითი კედლების მიმართულებითაც. ამიტომ მათემატიკურმა მოდელმა უნდა გადაწყვიტოს ამოცანა სამ განზომილებიან სივრცეში და უნდა ჰქონდეს შესაძლებლობა განსაზღვროს ნარევის ტემპერატურა, მასალის მოცულობის ნებისმიერ ადგილას. ასფალტბეტონის ნარევი შედგება შერჩეული მინერალური მასალების ერთობლიობისაგან და შემკვრელისგან, რომელთა თბოფიზიკური მახასიათებლები დამოკიდებულია საგზაო საფარის მოწყობის დროს ტემპერატურულ რეჟიმზე. დაგებული ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის ფენის გაციების ხანგრძლიობა განისაზღვრება გაციების ტემპით და დამოკიდებულია ორმოს გეომეტრიულ ზომებზე, ნარევის თბოფიზიკურ მახასიათებლებზე და სამუშაოს წარმოების დროს არსებულ ამინდის პირობებზე. საგზაო საფარის მოწყობისას, ასფალტბეტონის ნარევის ცხელი ფენის გაციების პროცესის ანალიზმა

აჩვენა, რომ ცხელი ნარევის გაციების პროცესში არსებობს განსხვავებები. ამასთან დაგებული ფენის სისქის მიხედვით გაციების ხასიათი ექვემდებარება საერთო კანონზომიერებას. ცხელი ნარევის დაგების დროს საწყის მომენტში, დაგებული ფენის სიღრმის მიხედვით ტემპერატურა არის ერთნაირი. ცხელი ნარევის დაგების და ორმოში განაწილების შემდეგ, სითბოს ნაწილი გაიცემა გარემოში. გარემოს ჰაერის დინებების გამო ხდება ნარევის ფენის ზედაპირის ინტენსიური გაციება. ცხელი ნარევის და საფარის ქვედა ფენების განსხვავებული ტემპერატურის გამო, სითბოს ნაწილი გადაეცემა ორმოს ფსკერს. დაგებული ნარევის ფენის გაციების ინტენსიურობა დამოკიდებულია, ცხელი ნარევის ფენებსა და ორმოს საფუძველს შორის არსებული საზღვრის თბოგადაცემის კოეფიციენტზე. საგზაო საფარის ზედაპირის და დასაგები ცხელი ნარევის განსხვავებული ტემპერატურების გამო, ორმოს გვერდითი ზედაპირის მეშვეობით სითბო გადაეცემა გზის საფარს, რაც ხელს უწყობს ცხელი ნარევის ტემპერატურის ჩქარ დაწევას ორმოს ზონაში. სითბოს დაკარგვა ორმოს და გზის საფარის კონტაქტურ ზონებში, ივსება სითბოს გადაცემით ცხელი ფენის შუა ნაწილებიდან, ეს კი ხელს უწყობს დაგებილი ცხელი ნარევის, მთლიანი მოცულობის საერთო ტემპერატურის დაწევას.

მათემატიკური მოდელის დამუშავების დროს, გზის საფარის ორმოში ცხელი ნარევის გაციების პროცესის აღწერისას, მიღებულია შემდეგი დაშვებები [6]:

- არახისტი ტიპის საგზაო საფარის შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოებისას, ცხელი ნარევის დაგების და დატკეპნის ტემპერატურული რეჟიმები დამოკიდებულია ნარევის ტიპზე, ბიტუმის მარკაზე და ტემპერატურული ინტერვალის 160 - 50°C გამო შეზღუდულნი არიან დროში;
- ცხელი ნარევის დასაგები ფენის სისქე დამოკიდებულია ორმოს სიღრმეზე ან საგზაო საფარის ჯდენებზე და იმყოფება 0.01- 0.05 მ-ის შუალედში;

- ნარევის განაწილების საწყის მომენტში, მის მთელ სისქეზე ტემპერატურა ერთნაირი სიდიდის არის;
- ორმოში დასაგები მასალა ერთგვაროვანია;
- სითბოს დაკარგვა ხდება ზედა ფენიდან, სითბოს გამოსხივების და ატმოსფეროში კონვექციური ცვლის გამო და აგრეთვე ორმოს გვერდების ზედაპირიდან, მასალის თბოგამტარიანობის გამო;
- სითბოს ნაკადების მიმართულება მიიღება ფენის ზედაპირის პერპენდიკულარულად;
- სითბოს დაკარგვა ორმოს ფსკერზე ხდება ფენის ქვედა ზედაპირიდან მასალის თბოგამტარიანობის გამო;
- ფენების მოჭიდება უზრუნველყოფს საკმარის თერმოკონტაქტს;
- ჰაერის გარემო ტემპერატურა და ჰაერის მასების სიჩქარე, ნარევის ფენის დაგების მომენტიდან დატკეპნის პროცესის დამთავრებამდე რჩებიან ერთი და იგივე.

სამუშაოების წარმოება ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დახმარებით ხორციელდება მოცემულ ტემპერატურულ ინტერვალებში, რომლებიც დამოკიდებულია ნარევის ტიპზე და ბიტუმის მარკაზე, აგრეთვე ამინდის პირობებზე და სამუშაოს წარმოებებზე, ეს კი თავის მხრივ ზეგავლენას ახდენს თბოგამტარობის კოეფიციენტის სიდიდეზე. დამტკიცებულია, რომ ტემპერატურის გავლენა ნარევის თერმოგამტარიანობის კოეფიციენტის სიდიდეზე, შეიძლება გამოვსახოთ კოეფიციენტით, რომელიც დამოკიდებულია ნარევის ტემპერატურაზე და მისი სიდიდე განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$K_T = 0,895e^{0,0898(t/100)}$$

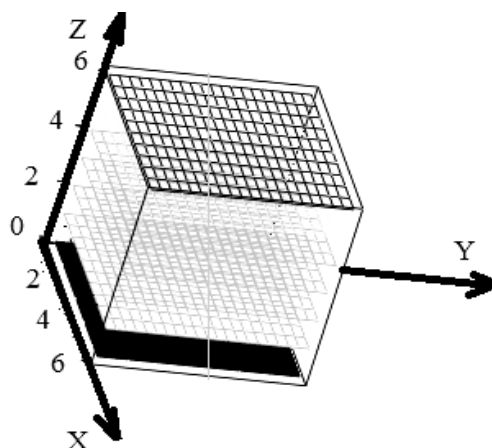
სადაც t - ნარევის ტემპერატურაა. e კორელაციის კოეფიციენტი ტოლია 0,997.

სითბური კონვექციის გადაცემა ემყარება ნიუტონ-რიხმანის კანონს, რომლის მიხედვით სითბური ნაკადი ორმოს ცხელი ნარევის ზედაპირიდან

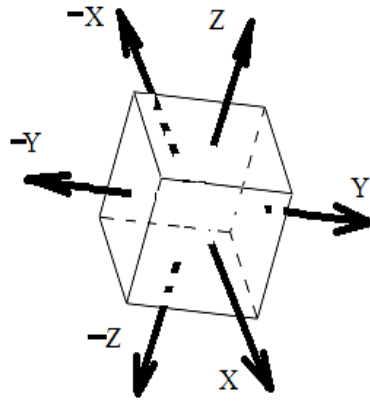
ჰაერისკენ, ორმოს კედლის ტემპერატურის T_3 და ჰაერის ტემპერატურებს T_3 შორის სხვაობებისადმი სითბოს გაცვლის პროპორციულია. მოდელის დამუშავების დროს გამოყენებული იყო ემპირიული დამოკიდებულება, რომელიც დაფუძნებულია იმაზე, რომ ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გაციება თხელ ფენაში, მისი შემადგენლობის, ჰაერის ტემპერატურის და ქარის სიჩქარის დამოუკიდებლად ემორჩილება ექსპონენციალურ კანონს .

იმიტაციური მოდელის აგება იწარმოებოდა ბადისებური მოდელის საფუძველზე, რომლის შემადგენლობაში შედის შვიდი ჰორიზონტალური ფენა (ნახ. 10). თითოეული ფენა იშლება ერთნაირ მართკუთხა პარალელებიპედეზად (ნახ. 11), რომელთა შორის ხორციელდება თბოგაცვლა გვერდითი წახნაგებიდან ვერტიკალურ OZ და ჰორიზონტალურ OXY სიბრტყეებში შესაბამისი ფორმულებით.

ზედა ფენა ($Z = 6$) არის ჰაერის ფენა, განლაგებული უშუალოდ საგზაო სამოსის თავზე, სადაც იწარმოება სამუშაოები. ქვედა ფენა ($Z = 0$) არის გრუნტი. დანარჩენი ფენები არის დასაგები ასფალტბეტონის ნარევი. პარალელებიპედეზის ერთნაირობაში იგულისხმება მათი ერთნაირი მასა და თბოენერგეტიკული მახასიათებლები, სიმაღლეში მათი უმნიშვნელო ცვლილების დროს (25%- მდე).



ნახ. 10 ბადისებური მოდელის ტოპოლოგია



ნახ. 11 მოდელის ელემენტი

მოდელის აგება ხორციელდებოდა EXCEL-ში, რაც საშუალებას იძლევა საგრძნობლად გადიდდეს გამოთვლის სიჩქარე პროცესორულ გამომთვლელ ტექნიკაზე გადასვლისას. აგრეთვე თვალსაჩინო წარმოდგენას იძლევა ნებისმიერ ჭრილში მომხდარ სითბური ცვლის პროცესებზე.

დადგენილია, რომ ასფალტბეტონის ნარევის სითბოს გაცემის რიცხვითი მნიშვნელობის ჯამური კოეფიციენტი არის 15,6...20,4 ვატ/მ გრად- ის საზღვრებში და ქარის სიჩქარის მომატება 1მ/წმ-ით კოეფიციენტის მნიშვნელობას ზრდის 2,236 ვატ/მ გრად- მდე. ასფალტბეტონის ნარევის თერმოფიზიკური მახასიათებლების დაზუსტების მიზნით, გამოყენებული იქნა დაგების და დატკეპნის პროცესის დროს ნარევის გაციების ექსპერიმენტალური მონაცემები. ეს მონაცემები მიღებული იყო გზის საფარზე ორმული შეკეთების სამუშაოების წარმოების პროცესის დროს ჰაერის სხვადასხვა ტემპერატურაზე.

ცხელი ნარევის გაციების მოდელირების პროცესი ხორციელდე- ბოდა სპეციალური პროგრამით, მოცემული პროგრამა საშუალებას იძლევა ექსპერიმენტალური მონაცემების გამოყენებით გავაკეთოთ თერმული პროცესების მოდელირება ცხელი ნარევის გამოყენებით ორმული შეკეთების დროს და განვსაზღვროთ ცხელი ნარევის ტემპერატურა დაგებული მასალის ნებისმიერ წერტილში.

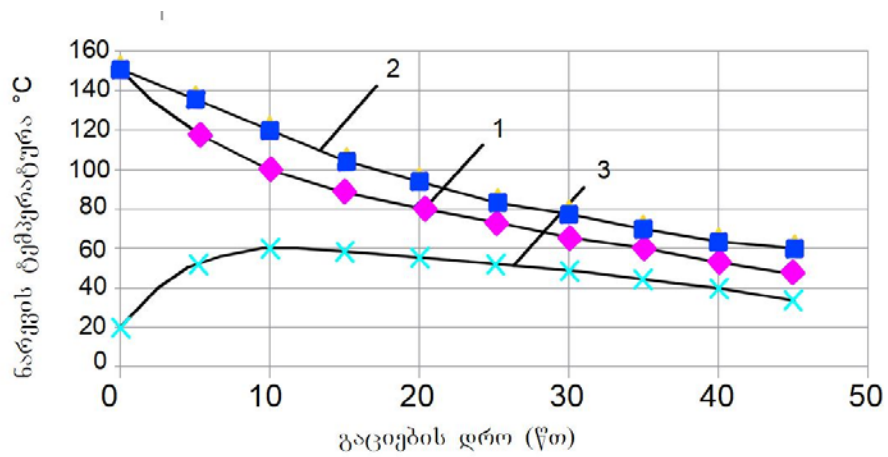
საგზაო საფარზე ცხელი ნარევის დაგების ტემპერატურის განაწი-

ლების ხასიათი დროშია წარმოდგენილი. ნახ. (12) დადგენილია, რომ ასფალტბეტონის ნარევის ფენის გაციების დრო დამოკიდებულია ფენის სისქეზე, ნარევის, ჰაერის და ფსკერის ტემპერატურაზე, ნარევის თერმო-ფიზიკურ თვისებებზე, ქარის სიჩქარეზე და ნარევის ფენის ზედაპირის თბოგადაცემაზე.

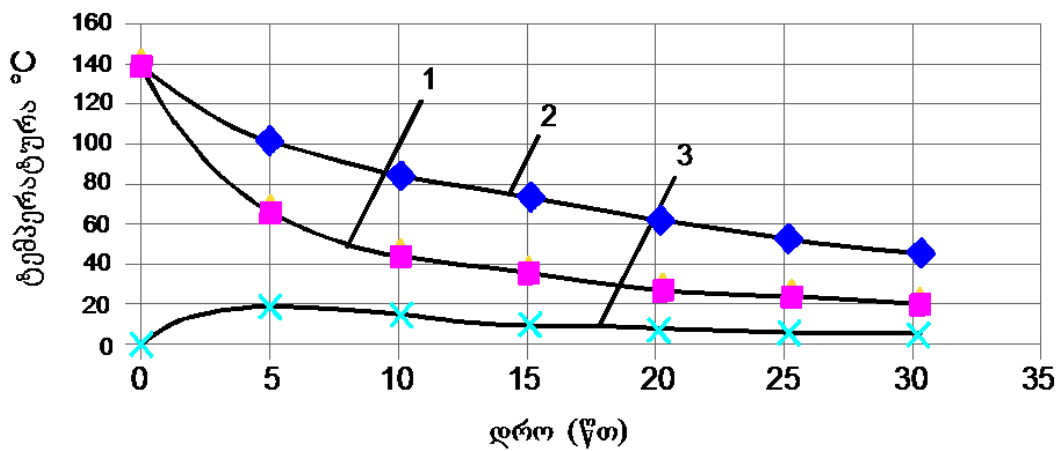
წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ცხელი ნარევის დაგების დროს ხდება მისი გაციება და ამასთან ერთდროულად საფარის ქვედა ფენის გაცხელება. ორმოში ცხელი ნარევის დაგების დროს, მისი მცირე მოცულობის გამო, გაციების პროცესი ხდება უფრო სწრაფად, რაც ხელს უწყობს სარემონტო სამუშაოების დროის ხანგრძლიობის შემცირებას.

შედარებებისთვის, ნახ. 13-ზე წარმოდგენილია სხვადასხვა სისქის დასაგები ფენის ნარევის გაციების ხასიათი, ჰაერის და ცხელი ნარევის ტემპერატურები.

ცხელი ნარევის გაციების ანალიზმა საფარის მოწყობის და ორმოს შეკეთების (დაგებული ფენის სისქის მიხედვით) დროს, აჩვენა რომ ისინი ანალოგიურები არიან ერთმანეთის მიმართ. ამასთანავე რიცხვითი მონაცემების (ნახ. 12, 13) ანალიზმა აჩვენა, რომ ორმული შეკეთების სამუშაოს წარმოებაზე დახარჯული დრო, საფარის მოწყობის (ნარევის ტემპერატურული რეჟიმების გათვალისწინებით) დროსგან განსხვავებით, შეადგენს საგრძნობლად ნაკლებ დროის მონაკვეთს. აქედან გამომდინარე, სარემონტო სამუშაოების ხარისხიანობის უზრუნველყოფისთვის, აუცილებელია გამოყენებული იყოს სარემონტო სამუშაოების ორგანიზების და ტექნოლოგიების პროგრესიული მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან დროის მცირე მონაკვეთში შესრულდეს საგზაო საფარზე დეფექტების აღმოფხვრის სამუშაოები.



ნახ. 12. ცხელი ა/ზეტონის ნარევის გაციების ხასიათი დროის მიხედვით ,როდესაც ფენის სისქეა 0,05მ და ჰაერის ტემპერატურა 0°C
 1-ფენის ზედაპირზე; 2-1,5სმ სიღრმეში ზედაპირიდან ; 3 - ფუძის ტემპერატურა



ნახ. 13. საგზაო საფარის ორმოში ა/ზეტონის ნარევის გაციების ხასიათი
 1-ფენის ზედაპირზე; 2 -1,5მ სიღრმეში ზედაპირიდან; 3- ფუძის ტემპერატურა

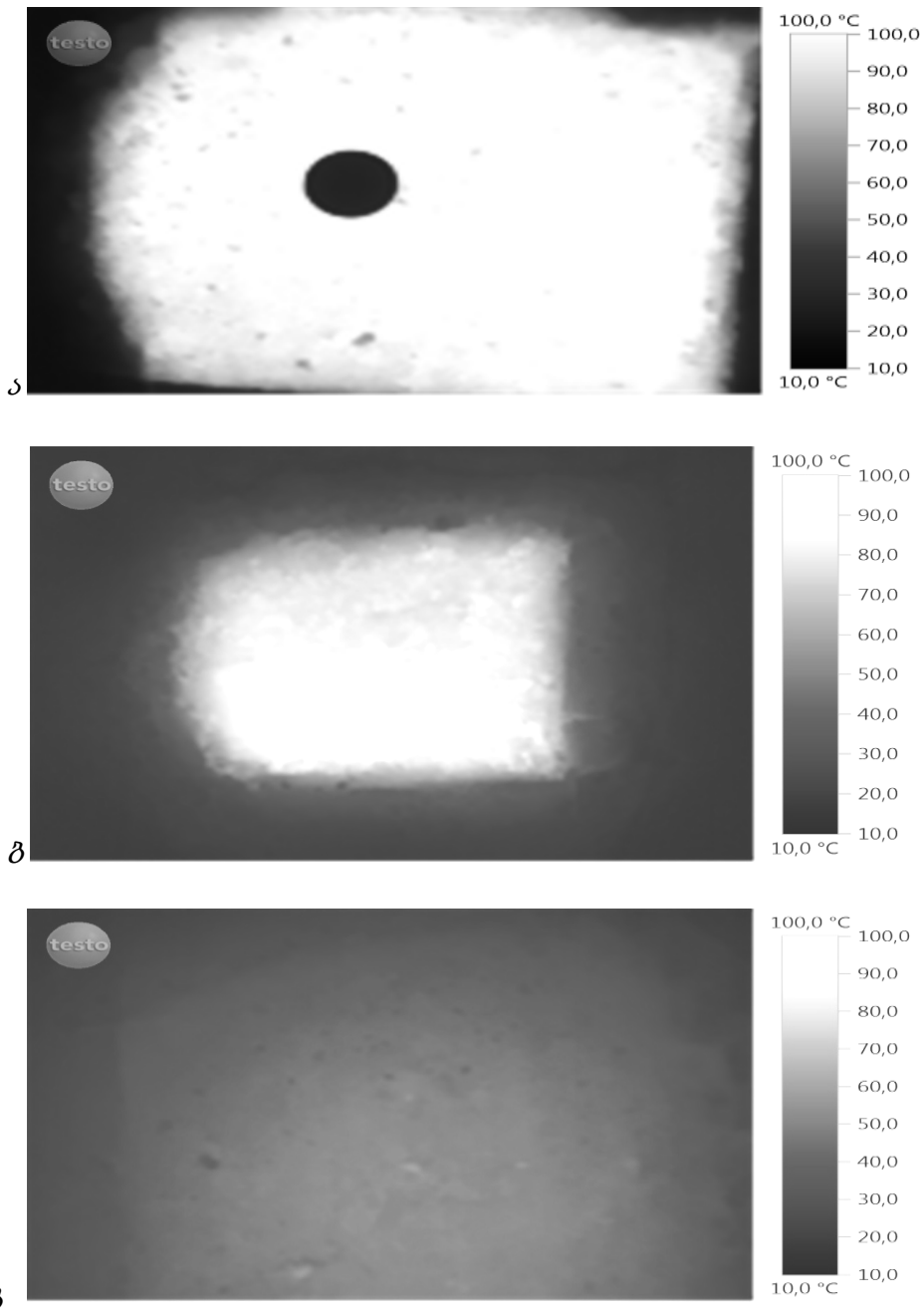
2.3. საგზაო საფარის ორმოული შეკეთებისას, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის ტემპერატურის განსაზღვრა ექსპერიმენტალური გამოკვლევებით

სარემონტო სამუშაოების წარმოება არახისტი ტიპის საგზაო საფარზე ცხელი ა/ბეტონის ნარევის გამოყენებით (შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტების მიხედვით), უნდა ხდებოდეს გარემოს ტემპერატურის არაუმცირეს $+5^{\circ}\text{C}$ -ზე, ამასთან ორმოს ზედაპირი უნდა იყოს მშრალი, გამონაკლისია ის შემთხვევა, როდესაც შემაერთებელ მასალად გამოიყენება ბიტუმის ემულსია ან მათ საფუძველზე დამზადებული სხვა მასალები.

პრაქტიკაში, მთელი წლის განმავლობაში სატრანსპორტო საშუალებათა უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფისთვის საჭიროა შესრულდეს საფარზე ორმოული შეკეთება ამინდის ნებისმიერ პირობებში (საჩქარო ავარიული შეკეთება). ცნობილია, რომ ისეთი ორმოული შეკეთება, რომელიც შესრულებულია სამუშაო ადგილის მოუმზადებლად და შესაბამისი მოთხოვნილი ტექნოლოგიების დარღვევით, ამცირებს შეკეთებული საფარის მოხმარების დროს. ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორი, რომელიც მოქმედებს ორმოს შეკეთების ხარისხზე არის, ცხელი ა/ბეტონის ნარევის დაგება - დატკეპნის ტემპერატურული რეჟიმი.

იმ მიზნით, რომ საგზაო საფარის ორმოული შეკეთებისას განსაზღვრულიყო ცხელი ნარევის დაგება-დატკეპნის ტემპერატურის განაწილება, ჩაატარეს 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 ნ-ტიპის ცხელი ასფალტბეტონის ნარევი, 140-120°C დაგების ტემპერატურაზე, ტემპერატურის გაზომვა ხორციელდებოდა ორმოს მთლიან ფართობზე და დასაგები ნარევის მთელ სისქეზე, ტემპერატურის მაჩვენებლის საზომით და თბოხედვის კამერის გამოყენებით (testo 880).



ნახ. 14. საგზაო საფარის ორმოში, ცხელი ნარევის ტემპერატურის განაწილება დროის მიხედვით

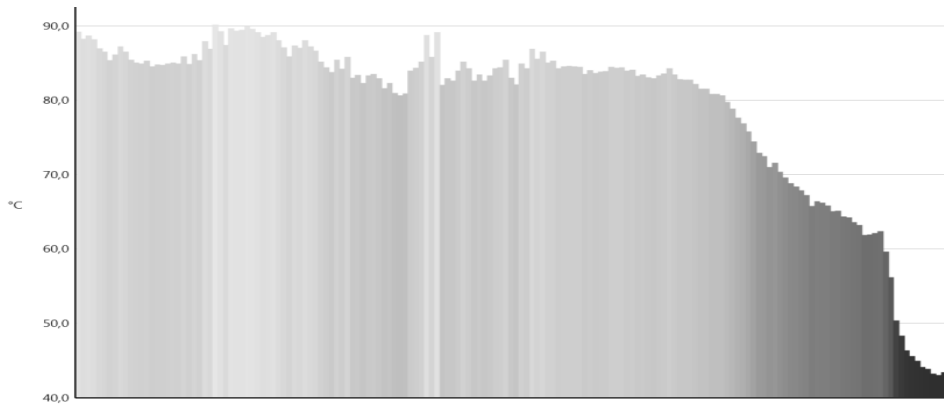
ა - დაგებისთანავე; ბ- 5წთ-ის შემდეგ; გ - 10წთ-ის შემდეგ

ნახ. 14 წარმოდგენილია ცხელი ნარევის ტემპერატურის გადაღების შედეგები ორმოში დაგების შემდეგ, როდესაც ნარევის საწყისი ტემპერატურა 120°C -ია, ჰაერის ტემპერატურა $+10^{\circ}\text{C}$, ხოლო ორმოს საფარის ზომები $0,27\text{მ} \times 0,27\text{მ}$ და სიღრმე $0,06\text{მ}$ -ია.

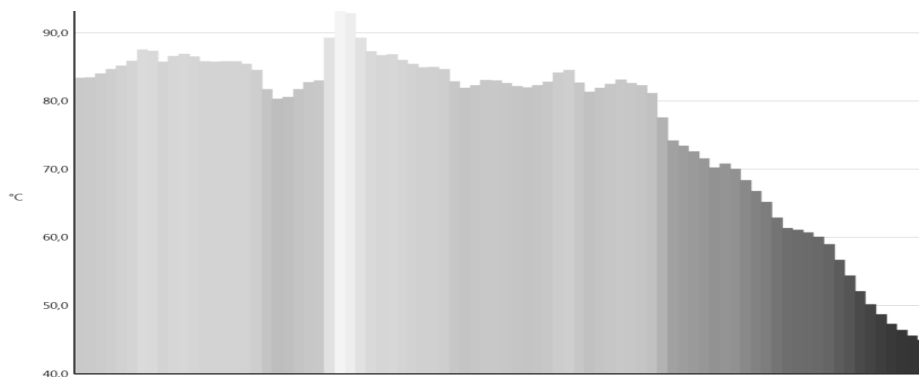
წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ორმოს ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე ტემპერატურის განაწილება დროთა განმავლობაში იცვლება. დასაგები ცხელი ნარევის მცირე მოცულობის გამო, ნარევის გაციების ტემპი უფრო მაღალია ვიდრე გზის საფარის მოწყობის დროს [6].

ნახ. 15 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.

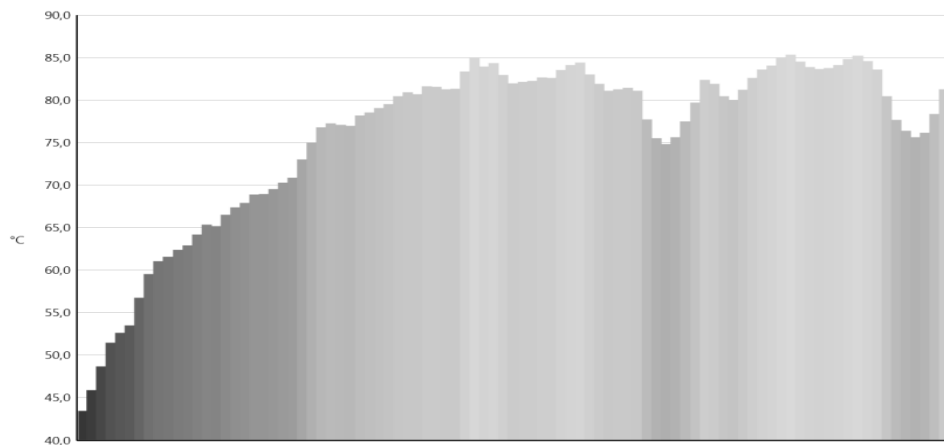
ა) მინიმუმი 43°C . მაქსიმუმი 90,2 °C . საშუალო მნიშვნელობა 79,1°C



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

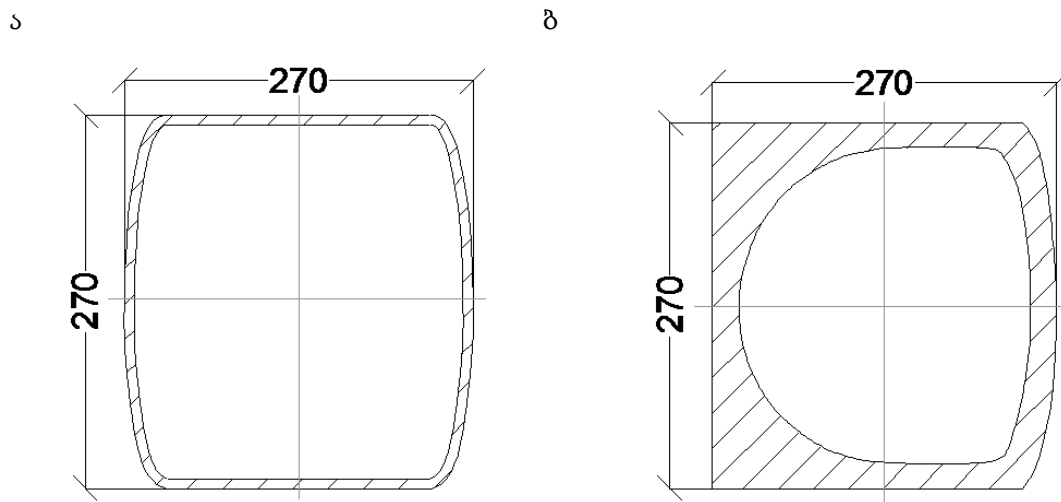


ნახ. 15. ცხელი ნარევის ტემპერატურის ცვლილება ორმოს ცენტრიდან საგზაო საფარის საზღვრამდე , რომელიც დამოკიდებულია ზედაპირის ფორმაზე ნარევის საფართთან კონტაქტისას :

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

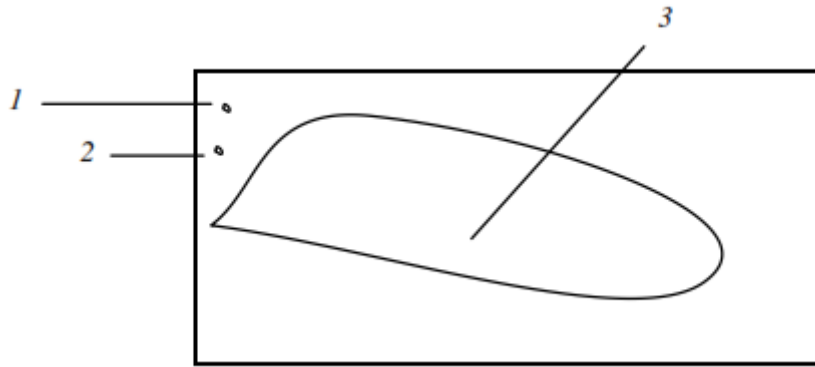
დაწეული ტემპერატურის ნარევის მოცულობა დამოკიდებულია ორმოს ჭრილის ფორმაზე, იზრდება დროთა განმავლობაში და შეადგენს პერიმეტრზე 4 - 5 სმ (ნახ. 16) .

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 უმნიშვნე- ლოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან დაწეული ტემპერატურის ნარევის ზონების ფორმირების მიხედვით (ნახ. 17). წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის განაწილება დაგებულ ცხელი ნარევის მოცულობაში არათანაბარია. ორმოში დაგებული ცხელი ნაზავის ტემპერატურა განსაზღვრულ ფართობზე მკვეთრად ეცემა და იგი შეიძლება საკმაოდ განსხვავდებოდეს ორმოს ცენტრის ტემპერატურაზე.



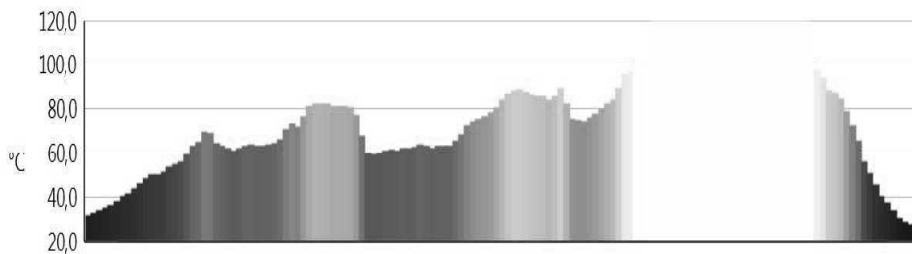
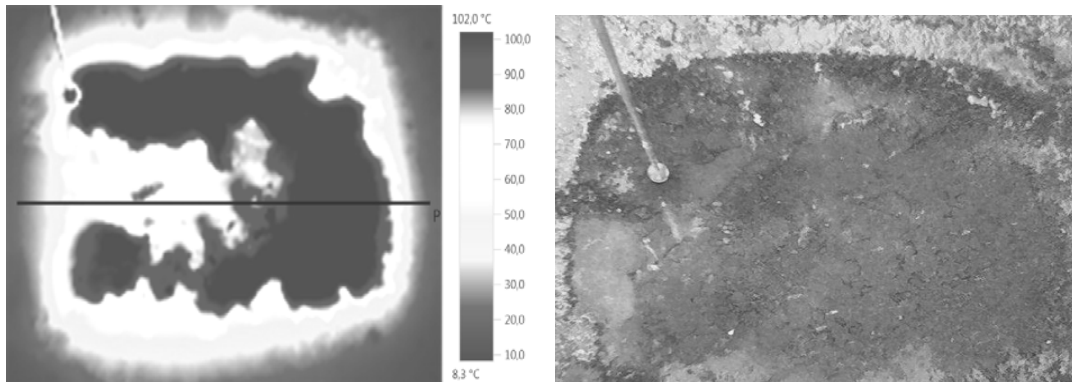
ნახ. 16. ნარევის დაწეული ტემპერატურის ორმოს ზონის ცვლილება დროში:

ა - ნარევის დაგების შემდეგ; **ბ** - 10 წთ-ის შემდეგ



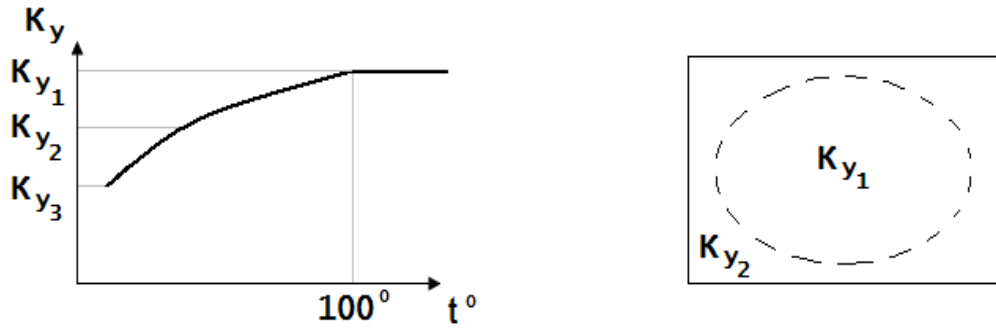
ნახ. 17. საგზაო საფარის ორმოში ცხელ ნარევი დაგების დროს ტემპერატურის განაწილება :
 1-სწორი კუთხე , ნარევის ტემპერატურა 59 °C; 2 - წრფივი ხაზი, 48°C; 3 - ორმოს ცენტრი 100 °C

ნახ. 18 ნაჩვენებია საგზაო საფარის სამუშაოების წარმოებისას, ცხელი ნარევის ტემპერატურის განაწილება ორმოში დაგებიდან 5წთ-ის შემდეგ.



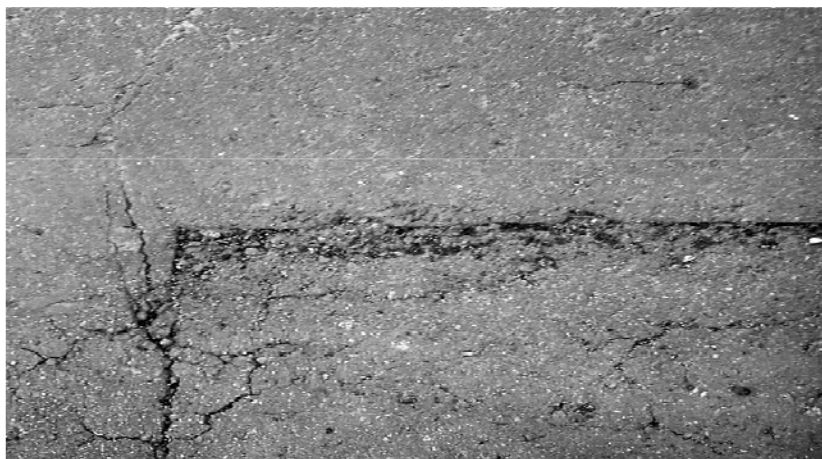
მინიმუმ 26,1°C, მაქსიმუმი 101,9°C , საშუალო მნიშვნელობა 67,6°C

ნახ. 18. გზის საფარის ორმოში ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დაგებისას ტემპერატურის განაწილება :



ნარევის ტემპერატურა დაგებისას- 150°C ; ჰაერის ტემპერატურა- 2°C ;
 ტემპერატურის გაზომვის დრო- დაგებიდან 5წთ-ის შემდეგ.
ნახ. 19 ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დატკეპნის კოეფიციენტის განაწილება
ორმოს საფარის მთელ ფართობზე

ცნობილია, რომ ასფალტბეტონის საექსპლუატაციო მონაცემების უზრუნველყოფა დამოკიდებულია დატკეპნისას ნარევის ტემპერატურაზე. ცხელი ნარევის ტემპერატურის ასეთ ცვლილებას ორმოს ფართობზე, მიყვავართ დატკეპნის, წყალგაუმტარობის და ასფალტბეტონის სიმკვრივის სხვადასხვა კოეფიციენტებამდე (ნახ. 19). ამის გამო, იმ უბნებზე სადაც ასფალტბეტონის საექსპლუატაციო პარამეტრები არ შეესაბამება მოთხოვნებს, საფარის ექსპლუატაციის პროცესის დროს ხდება მასალის დანგრევა და ისევე წარმოიშვება ორმოები (ნახ. 20).



ნახ. 20. ასფალტბეტონის დანგრევა ორმოში, საფარის საკონტაქტო ზონაში

წარმოდგენილი კვლევების შედეგების საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოდ დასკვნა, რომ სამუშაოების წარმოებისას, ცხელი ასფალტ-ბეტონის ნარევის მომზადების მაღალი ხარისხის და გამოყენებული დასატკეპნი მანქანების მიუხედავად, თუ არ იქნება დაცული ტემპერატურული რეჟიმები, ორმული შეკეთება უხარისხოდ ჩატარდება. ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებით, ორმოს შეკეთების დროს, რომ მივადწიოთ 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.

2.4. სამუშაოს წარმოების პირობების გავლენა ცხელ ასფალტბეტონის ნარევის ტემპერატურულ რეჟიმებზე

2.4.1. ქარის სიჩქარის გავლენა გაციების ტემპზე ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის ორმოში დაგების დროს

ასფალტბეტონის ცხელი ნარევის გამოყენებით საგზაო საფარის მოწყობის დროს, აგრეთვე საფარის მცირე უბნების შესაკეთებელი სამუშაოებისა და ორმოების შეკეთების დროს, ცხელი ნარევის ტემპერატურული რეჟიმები და სამუშაოების შესრულების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ქარის სიჩქარეზე. რეკომენდაციების თანახმად, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებით წარმოებულ სამუშაოებზე არსებობს ქარის სიჩქარეზე დამოკიდებული შეზღუდვები. არსებული რეკომენდაციებით, ჰაერის დაბალ ტემპერატურაზე, მომზადებულ საფუძველზე შეიძლება დაიგოს ცხელი ასფალტბეტონის ნარევი იმ

პირობით, რომ ჰაერის სიჩქარე არ აღემატება ცხრილ 10-ში მოცემულ ქარის დასაშვები სიჩქარის ზღვრულ მნიშვნელობას. წარმოებული სამუშაოები იზღუდება იმ შემთხვევაში, თუ ქარის სიჩქარის გამო, ცხელი ნარევის საფარის განაწილების დროს, ინტენსიურად ხდება სითბოს გაცემა გარემოში და იზრდება ცხელი ნარევი გაციების ტემპი [6].

ცხრილი 10

ქარის დასაშვები ზღვრული სიჩქარე ცხელი ნარევის დაგებისას, ჰაერის (გარემოს) დაბალი ტემპერატურის დროს

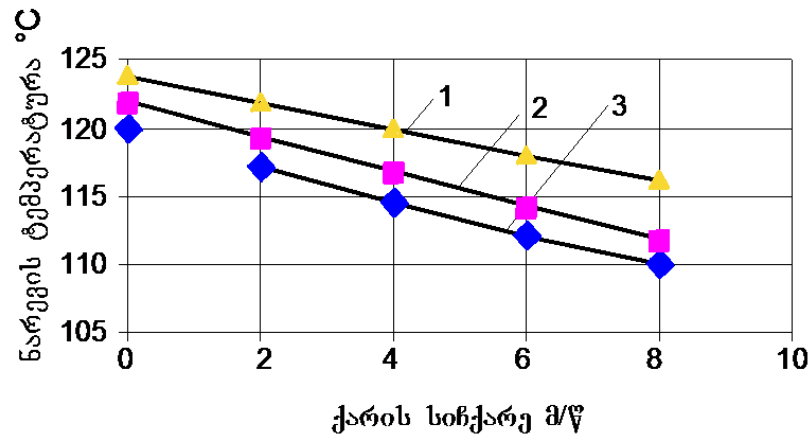
ჰაერის ტემპერატურა, °C	+10... 0 °C	0 ... -5 °C	-5 ... -10 °C
ქარის სიჩქარე, მ/წმ	7	5	3

არახისტი ტიპის საგზაო საფარის შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, მცირე მოცულობის ასფალტბეტონის ცხელი ნარევის დაგებისას, ქარის სიჩქარე გავლენას ახდენს ცხელი ნარევის გაციების ტემპერატურაზე ცხელი ნარევის ტემპერატურის რიცხვითი მნიშვნელობა, რომელიც დამოკიდებული დაგების საწყის ტემპერატურაზე და ქარის სიჩქარეზე წარმოდგენილია ცხრილში 11. ცხელი ნარევის (ფენის სისქე- 0,05მ) ტემპერატურა იზომებოდა დაგებიდან 5 წუთის შემდეგ, ფენის სისქიდან 1/3 სიღრმეში.

ქარის სიჩქარის გავლენა ცხელი ნარევის ტემპერატურაზე ჰაერის ტემპერატურის გათვალისწინებით

ტემპერატურა დაგების დროს, °C	სიჩქარე, მ/წმ				
	0	2	4	6	8
<i>ჰაერის ტემპერატურა -20 °C</i>					
160	135	134	131	128	127
140	120	117	114	112	111
120	102	100	98	96	95
100	85	83	81	79	78
80	67	62	64	63	62
<i>ჰაერის ტემპერატურა -10 °C</i>					
160	137	136	133	131	128
140	120	119	117	114	112
120	103	102	100	98	96
100	86	85	83	81	80
80	68	67	66	65	63
<i>ჰაერის ტემპერატურა 0 °C</i>					
160	139	136	134	131	129
140	121	119	117	115	113
120	104	102	100	98	96
100	87	85	83	82	81
80	69	68	66	63	61
<i>ჰაერის ტემპერატურა 10 °C</i>					
160	140	138	137	134	132
140	123	121	120	118	116
120	106	104	103	101	100
100	88	87	86	85	83
80	71	70	69	68	67
<i>ჰაერის ტემპერატურა 20 °C</i>					
160	142	139	138	136	134
140	124	122	121	119	118
120	107	105	104	103	101
100	90	88	87	86	85
80	72	71	71	70	69

მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჰაერის (გარემოს) ტემპერატურისა და ნარევის განაწილებისას მისი ტემპერატურის მიუხედავად, არსებობს დამოკიდებულება ცხელი ნარევის გაციების სიჩქარესა და ჰაერის მასების გადაადგილებას შორის.



ნახ. 21. ქარის სიჩქარის გავლენა ცხელი ნარევის ტემპერატურაზე:

ნარევის ტემპერატურა დაგების დროს -140°C ; ფენის სისქე 0,05მ; ფენის ზედაპირიდან ტემპერატურის გაზომვა 0,015მ-ის სიღრმეზე; ჰაერის ტემპერატურა 1- $+10^{\circ}\text{C}$; 2- -10°C ; 3 - -20°C

ნახ.21 წარმოდგენილია ორმოში საფარის ზედაპირიდან 0,015მ სიღრმეში, ცხელი ნარევის ტემპერატურის ცვლილებისა და ქარის სიჩქარის ურთიერთდამოკიდებულება, დაგებიდან 5 წთ-ის შემდეგ.

საგზაო საფარის ზედაპირზე ორმოებისა და ჯდენების აღმოფხვრის სამუშაო ტექნოლოგია ითვალისწინებს ცხელი ნარევის განაწილების შემდეგ მის მყისიერ დატკეპნას. ამიტომ დეფექტური ზედაპირის ზომებზე დამოკიდებული დაგება-დატკეპნის პროცესი წარმოადგენს დროის უმნიშვნელო მონაკვეთს. საფარის მოწყობის დროს, ცხელი ნარევის გაციების პროცესის მიმდინარეობის კანონზომიერებიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, ცხელი ასფალტბეტონის ტემპერატურული რეჟიმები შეესაბამება ცვალებად სითბურ პროცესებს, რომლის ხანგრძლიობა შეადგენს 5...10 წთ-ს, იმის

მიხედვით, თუ რა მოცულობის მასალა არის დაგებული. მიღებული მოცემულობების საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ ჰაერისა და ნარევის ტემპერატურის დამოუკიდებლად, დაგების დროს ქარის სიჩქარე გავლენას ახდენს ნარევის საერთო გაციების ხასიათზე, რომელიც ექვემდებარება ექსპონენციალურ დამოკიდებულებას. ნარევის თვისებების და ცხელი ნარევის ფენის სისქის მიუხედავად, გაციების პროცესის მახასიათებლის სიდიდედ ითვლება გაციების ტემპი. ცხრილი 11-ის გათვალისწინებით, შეიძლება დავადასტუროთ, რომ ცხელი ნარევის გაციების ტემპსა და ქარის სიჩქარეს შორის არის პირდაპირი კავშირი, რაც დამტკიცებულია სხვადასხვა ავტორის ექსპერიმენტული მონაცემებით.

ცხრილში 12 წარმოდგენილი მონაცემების გამოყენებით, დადგენილია ორმოს ზედაპირზე ცხელი ნარევის ტემპერატურის განაწილება, დაგებული ნარევის ზედაპირიდან 0,01მ სიღრმეში, ჰაერის ტემპერატურის გათვალისწინებით, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილში 24.

ცხრილი 12 წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ დაწეული ტემპერატურის მასალის ზონის სიგანე დამოკიდებულია ქარის სიჩქარეზე. ცხრილში 13 წარმოდგენილია, საგზაო საფარის ორმოში დაგების დროს БНД 60/90 ბიტუმის მარკაზე დამზადებული В ტიპის ასფალტბეტონში ტემპერატურის განაწილება. წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ქარის სიჩქარის გაზრდასთან ერთად იზრდება ცხელი ნარევის გაციების საერთო ტემპი, რაც გავლენას ახდენს ორმოსა და საგზაო საფარის საკონტაქტო ზონაში ნარევის ტემპერატურის დაწევაზე.

ორმოს ზედაპირზე ნარევის ტემპერატურის განაწილება

სიჩქარე, მ/წმ	დაშორება ორმოს საზღვრიდან									
	1,5	4,5	7,5	10,5	13,5	16,5	19,5	22,5	25,5	28,5
<i>ჰაერის ტემპერატურა 10 °C</i>										
0	78	95	101	102	102	102	102	101	95	78
2	64	91	98	99	99	99	99	98	91	64
4	63	89	94	95	95	95	95	94	89	63
6	61	86	91	92	92	92	92	91	86	61
8	58	80	87	88	88	88	88	87	80	58
<i>ჰაერის ტემპერატურა 0°C</i>										
0	62	93	100	101	101	101	101	100	93	62
2	59	87	94	95	95	95	95	94	87	59
4	58	85	91	91	91	91	91	91	85	58
6	54	80	86	87	87	87	87	86	80	54
8	51	77	83	84	84	84	84	83	77	51
<i>ჰაერის ტემპერატურა -5 °C</i>										
0	58	89	96	97	97	97	97	96	89	58
2	57	87	93	94	94	94	94	93	87	57
4	53	84	89	89	89	89	89	89	84	53
6	51	82	87	89	89	89	89	87	82	51
8	48	79	80	81	81	81	81	80	79	48
<i>ჰაერის ტემპერატურა -10 °C</i>										
0	54	86	94	95	95	95	95	94	86	54
2	52	83	90	91	91	91	91	90	83	52
4	50	79	86	87	87	87	87	86	79	50
6	48	76	82	83	83	83	83	82	76	48
8	25	30	50	55	55	55	55	50	30	25

ცხრილი 13

ქარის სიჩქარეზე დამოკიდებული ტემპერატურის განაწილება ასფალტბეტონში
(ჰაერის ტემპერატურა+10; გაზომვის სიღრმე-1მ)

ქარის სიჩქარე, მ/წმ	ზონის სიგანე									
	1,5	4,5	7,5	10,5	13,5	16,5	19,5	22,5	25,5	28,5
0	67	95	101	102	102	102	102	102	95	67
2	64	91	98	99	99	99	99	98	91	64
4	63	89	94	95	95	95	95	94	89	63
6	61	86	91	92	92	92	92	91	85	61
8	58	81	87	88	89	89	88	87	81	58

ცხელი ასფალტბეტონის ნარევების დაგება-დატკეპნის ტემპერა - ტურული რეჟიმების რეკომენდაციის გამოყენებით, მიღებული იქნა ქარის სიჩქარის ზღვრული მნიშვნელობები. ამაზე უფრო მაღალი მნიშვნელობებით, პრაქტიკულად, შეუძლებელი იქნება მივაღწიოთ ასფალტბეტონის მოთხოვნილ ექსპლუატაციურ მაჩვენებლებს. გამოთვლების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 14.

ცხრილი 14

ქარის სიჩქარის დასაშვები მნიშვნელობები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ასფალტბეტონის მოთხოვნილ საექსპლუატაციო პარამეტრების მიღწევას, საგზაო საფარის შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს

ბიტუმის მარკა	ჰაერის ტემპერატურა °C			
	+10	0	-5	-10
<i>ნარევის ტიპი A</i>				
40/60	0	0	0	-
60/90	4	2	0	0
90/130	6	4	2	2
130/200	6	4	3	3
200/300	10	8	8	8

ნარევის ტიპი B

40/60	4	2	2	2
60/90	6	4	4	4
90/130	8	6	6	4
130/200	9	6	5	5
200/300	10	8	8	8

ნარევის ტიპი B

40/60	7	4	2	2
60/90	8	6	6	4
90/130	8	8	8	6
130/200	10	8	8	8
200/300	10	9	9	9

ნარევის ტიპი F

40/60	3	2	2	1
60/90	5	3	3	3
90/130	7	5	5	4
130/200	8	5	4	4
200/300	9	7	7	6

2.4.2. ნარევის ტემპერატურის გავლენა ორმოული შეკეთების სამუშაოს ხანგრძლიობაზე, ორმოში დაგების დროს

ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებით სამუშაოების წარმოებისას შესასრულებელი სამუშაოს დაწყებისას ძირითად პარამეტრად განისაზღვრება ნარევის ტიპის გათვალისწინებით მიღებული ტემპერატურა. უნდა აღინიშნოს, რომ რეკომენდირებული ტემპერატურული ინტერვალები ნარევის სხვადასხვა ტიპებისათვის, არ ითვალისწინებენ შემკვრელის მარკას, რომლებსაც აქვთ ეფექტური დატკეპნის სხვადასხვა ტემპერატურული საზღვრები ერთი და იგივე ტიპის ნარევისათვის. ამ პარამეტრის მეშვეობით, დასატკეპნი მანქანის პარამეტრების ამორჩევის დროს არ ითვალისწინება ასფალტბეტონის ნარევის სიმტკიცის მახასიათებლები, რომლებიც დამოკიდებული არიან

არა მარტო ნარევის ტემპერატურაზე, არამეტ სამუშაო ობიექტის კონსტრუქციულ პარამეტრებზეც [6.8.10].

არახისტი ტიპის საგზაო საფარის მშენებლობის დროს, ცხელი ნარევის დასაგები ფენის სისქეს აქვს მოცემული სიდიდე. მისგან განსხვავებით, ორმოების სარემონტო სამუშაოების წარმოებისას, დასაგები მასალის ფენის სისქე დამოკიდებულია საფარის ზედაპირზე წარმოქმნილი დეფექტის პარამეტრებზე, რაც დაგებულ მასალაში ზეგავლენას ახდენს სითბურ პროცესებზე. დამტკიცებულია, რომ დაგების და დატკეპნის დროს ნარევის ფენის გაციების ინტენსიურობა მიმდინარეობს არასტაციონალური თბოგადაცემის კანონების მიხედვით და დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე. გამოკვლევებით დამტკიცებულია, რომ დაგების პროცესის ხანგრძლიობა დამოკიდებულია საგზაო საფარის მშენებლობის დროს გამოყენებული ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის თვისებებზე, გამოყენებულ მოწყობილობებზე, საწარმოო და ამინდის პირობებზე და ისინი შეიძლება საგრძნობლად განსხვავდებოდეს ერთმანეთისაგან, ეს ყველაფერი გასათვალისწინებელია სამუშაოების შესრულების დროს.

სამუშაოს წარმოების დროს, ადგილზე მიწოდებული მასალის ტემპერატურა, დამოკიდებულია ნარევის თვისებებზე, გადაადგილების სიშორეზე, სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის სიჩქარეზე, ჰაერის ტემპერატურაზე, სპეციალური მოწყობილობის გამოყენებაზე, ტრანსპორტირების დროს ნარევის ტემპერატურის შესანარჩუნებლად. ნარევის ტემპერატურა გავლენას ახდენს არამარტო დატკეპნის კოეფიციენტის სიდიდეზე, აგრეთვე ასფალტბეტონის სიმყარეზეც. დადგენილია, რომ ნარევის ტემპერატურა სამუშაოს წარმოების ადგილზე მიტანის მომენტში შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$t_p = t_{გამ} - t_3 / e^{m\tau} + t_3,$$

სადაც $t_{გამ}$ -ნარევის ტემპერატურაა ტრანსპორტში ჩატვირთვისას, t_3 -
ჰაერის ტემპერატურა, τ - მიტანის დრო, სთ; e - კორელაციის კოეფიციენტი
0,997; m - გაციების სიჩქარე 1/სთ, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$m = 2\alpha/\gamma ch, 1/სთ,$$

სადაც α - ნარევის თბოგადაცემის კოეფიციენტი, ვტ/მ გრად;

c - ნარევის თბოშემცველობა, ვტ/მ გრად;

γ - ნარევის მოცულობის მასა , კგ/მ³; h - ნარევის ფენის სისქე , მ.

ნარევის ტემპერატურა გადმოტვირთვისას დამოკიდებულია
ბიტუმის მარკაზე და რეგლამენტირებულია ГОСТ 9128–2009. ნარევის
დაგების ტემპერატურა რეგლამენტირებულია СНиП 3.06.03–85.

სპელიალური მოწყობილების გამოყენების გარეშე, ასფალტ- ბეტონის
ნარევის ტრანსპორტირების ხანგრძლიობა დგინდება, დაგების დროს
მინიმალური დასაშვები ტემპერატურის უზრუნველყოფის პირობით.
გადმოტვირთვის და დაგების დროს ნარევის ტემპერატურის ანალიზი
გვიჩვენებს, რომ ნარევის ტრანსპორტირების პროცესის დროს, სითბური
დანაკარგები დაყვანილი უნდა იყოს მინიმუმამდე , რომლის შესრულება
შეიძლება მხოლოდ სხვადასხვა სპეციალური მოწყობილობების
გამოყენებით. ნებისმიერი ტიპის ნარევის მოსამზადებლად, შეიძლება
გამოყენებული იყოს ბიტუმის სხვადასხვა მარკა БН და БНД, რომელთა
თვისებები დამოკიდებულია ტემპერატურაზე და აქედან გამომდინარე მათ
აქვთ სხვადასხვა ტემპერატურები სამუშაოს დასრულების შემდეგ.

ნარევის ეფექტური დატკეპნის დამთავრებისას ტემპერატურის
მომატება ხელს უწყობს დატკეპნის ხარისხის მატებას და ამასთან
ერთდროულად ამცირებს სატკეპნი მანქანების სამუშაო დროს. ეს კი თავის
მხრივ ითხოვს, რომ გულდასმით გამომუშავდეს სარემონტო სამუშაოების
ტექნოლოგია და გამოყენებული ნარევის მუდმივი კონტროლი. საგზაო
საფარზე ორმოების და ჯდენების სარემონტო სამუშაოების წარმოების
განმასხვავებელი თავისებურებანია, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის მცირე
მოცულობის დაგება და დატკეპნა, რაც ხასიათდება დაგებული ნარევის

ინტენსიური გაციებით და ნარევის მცირე დროით მოცემულ ტემპერატურულ ინტერვალში არსებობით.

2.4.3. ცხელი ნარევის თერმო-ფიზიკური მახასიათებლების გავლენა საგზაო საფარის ორმოში ტემპერატურის განაწილებაზე

საგზაო საფარის მოწყობის დროს დასაგები ფენის სისქე იმყოფება მოცემულ მნიშვნელობებში, რომლებიც განსაზღვრულია საგზაო სამოსის პროექტირებისას და მასში სატრანსპორტო საშუალებების დატვირთვის და მოძრაობის ინტენსიურობის გათვალისწინებით. ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნის ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავებისას, ტემპერატურული რეჟიმების განსაზღვრისთვის, გამოდიან იმ პირობებიდან რომ ტემპერატურის განაწილება ხდება ერთ სიბრტყეში. ცხელი ნარევიდან სითბოს გაცემა ხდება გარემოში (ჰაერში) და საგზაო სამოსის ქვედა ფენებში. დადგენილია, რომ იმ შემთხვევაში, როცა დიდდება ცხელი ნარევის ფენის სისქე, ის საგრძნობლად მოქმედებს ნარევის ტემპერატურულ რეჟიმებზე და საფარის ფენის დაგება-დატკეპნის ოპერაციის ხანგრძლიობაზე. დამტკიცებულია, რომ ასფალტბეტონის საფარის მოწყობის დროის გასადიდებლად, საფარის ფენის სისქის მომატების (განსაკუთრებით ჰაერის დაბალი ტემპერატურის დროს), მეთოდი უფრო ეფექტურია, ვიდრე ცხელი ნარევის მომზადების, დაგების, დატკეპნის ტემპერატურების მომატების მეთოდი. ცხელი ნარევის ფენის სისქის ტემპერატურის მომატებასთან ერთად, საფუძველი ცხელდება უფრო მაღალ ტემპერატურამდე (50...60°C), რაც აისახება დატკეპნის ხარისხზე. დასაგები ნარევის ერთი და იგივე ფენის სისქის დატკეპნისთვის დასაშვები დრო დამოკიდებულია ნარევის ტიპზე. მინერალური მასალის ფრაქციის სიმსხვილის გადიდებისას, დასაშვები სამუშაოს ხანგრძლიობა მცირდება. ეს აიხსნება იმით, რომ მინერალური მასალის ფრაქციის გადიდებასთან ერთად იზრდება მასალის

თბოგამტარობის კოეფიციენტი, რაც ხელს უწყობს სითბოს ინტენსიურ გადაცემას საგზაო სამოსის ქვედა ფენებზე.

ნორმატიული დოკუმენტების მიხედვით, ორმოს პარამეტრები განსაზღვრულია $0,6 \times 0,3 \times 0,05$ მ ზომებით. ორმოს ზომების გავლენის დაზუსტების მიზნით მასალის ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონაზე სამუშაოების წარმოებისას, მიღებული იყო ორმო სიღრმე $0,05$ მ მისი სხვადასხვა სიგრძით და ნარევის მუდმივი პარამეტრებით: ნარევის ტიპი B, მომზადებული ბიტუმის БНД 60/90 მარკაზე; ნარევის ტემპერატურა დაგებისას -140°C ; ქარის სიჩქარე - 0მ/წმ ; სამუშაოს დამთავრების ტემპერატურა 80°C და ჰაერის ტემპერატურა -10°C . მიღებული შედეგებიდან დადგენილია, რომ ცხელი ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონა სიმეტრიულია ორმოს სიგანით და სიგრძით ცენტრთან მიმართებაში და მისი სიდიდე დამოკიდებულია სარემონტო სამუშაოების წარმოების პირობებზე და მასალის თერმო-ფიზიკურ მახასიათებლებზე. დადგენილია აგრეთვე, რომ უფრო ინტენსიურად ცხელი ნარევის გაცემა ხდება, ორმოს და საგზაო საფარის შეხების მართ კუთხეში, რაც აიხსნება, ორ სიბრტყეში უფრო ინტენსიურად სითბოს გაცემით. ტემპერატურის სხვაობა ორმოს ცენტრთან მიმართებაში შეიძლება იყოს $40...50^{\circ}\text{C}$. ცხელი ასფალტბეტონის ნარევიდან სითბოს გაცემა უფრო ნაკლებად ხდება, როდესაც სითბო გადაეცემა ორმოს ზედაპირის პერპენდიკულარულად, ამ შემთხვევაში სითბო გადაეცემა ერთ სიბრტყეში. როდესაც ორმოს ზედაპირის და საგზაო საფარის შეხების ადგილი რკალის ფორმისაა, ამ დროს სითბოს გადაცემის ინტენსიურობა ცხელი ნარევიდან ორმოს ზედაპირზე იღებს გარდამავალ მნიშვნელობას. ორმოში ცხელი ნარევის დაწეული

ტემპერატურის ზონის სიდიდე დამოკიდებულია, დაგებისას ნარევის ტემპერატურაზე, ჰაერის ტემპერატურასა და ორმოს გეომეტრიულ პარამეტრებზე. ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დაგების დროს, ორმოს პერიმეტრზე წარმოიქმნება ცხელი ნარევის დაწეული ტემპერატურის

ზონა. ზონის სიგანე დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურასა და დასაგებ ნარევეზე და არა გეგმაში არსებულ ორმოს ზომებზე.

როგორც არახისტი ტიპის გზის საფარის მოვლა- შენახვის პრაქტიკა აჩვენებს ორმოს სიღრმე არის ცვალებადი სიდიდის. საფარის დიდ ფართობებზე გვხვდება სხვადასხვა ზომის ორმოები, რომლებიც დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორზე. ჰორიზონტალურ სიბრტყის ერთი და იმავე ზომებში მყოფ ორმოს, ცვალებადი სიღრმის გამო, ესაჭიროება დასაგები ნარევის სხვადასხვა მოცულობა. ცნობილია, რომ დასაგები ცხელი ნარევის ფენის სისქის ცვლილება გავლენას ახდენს ფენის სისქეში ტემპერატურის განაწილებასა და ორმოში ნარევის დატკეპნის ტემპერატურულ რეჟიმებზე.

2.4.4. ჰაერის ტემპერატურის გავლენა, ტემპერატურის განაწილებაზე და ცხელი ნარევის სითბურ პროცესებზე ასფალტბეტონის ორმოში დაგების დროს

არსებული მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტაციის მიხედვით, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევებით სამუშაოების წარმოება დამოკიდებულია გარემო ჰაერის ტემპერატურაზე და მათი შესრულება დასაშვებია გაზაფხულსა და ზაფხულში არანაკლებ $+5^{\circ}\text{C}$ და შემოდგომაზე კი $+10^{\circ}\text{C}$ -ზე. საავტომობილო გზების თავისებურებების გათვალისწინებით და სატრანსპორტო საშუალებების უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფით, განსაკუთრებული პირობების დაცვისას დასაშვებია სამუშაოების ჩატარება ცხელი ნარევით, ჰაერის -10°C -მდე ტემპერატურის დროს. სამუშაოების წარმოების ასეთი პირობები აიხსნება ჰაერის ტემპერატურის გავლენით ცხელი ნარევის ტემპერატურულ რეჟიმებზე, რომლებზეც დამოკიდებულია სამუშაოს ხარისხი. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გაციების ინტენსიურობა დამოკიდებულია

ჰაერის ტემპერატურაზე და საგზაო საფარის მოწყობისაგან განსხვავებით, შესაკეთებელი სამუშაოების ჩატარებას აქვს ზოგიერთი თავისებურებები, რომლებიც გავლენას ახდენს საფარის ზედაპირის ორმოების აღმოსაფხვრელ სამუშაოს ხარისხზე. მოსამზადებელი სამუშაოების ჩატარების შემდეგ, ასფალტბეტონის ცხელი ნარევი იგება და ნაწილდება ორმოში.

ორმოს პერიმეტრზე შედარებით დაბალი ტემპერატურის მქონე ასფალტბეტონის ნარევის დაგება და დატკეპნა წარმოქმნის დაბალი საექსპლუატაციო პარამეტრების უზნებს. ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ ჰაერის ტემპერატურა გავლენას ახდენს ცხელი ნარევის გაციების საერთო ტემპზე, განსაკუთრებით ცხელ ნარევსა და ორმოს გვერდების ზედაპირის საკონტაქტო ზონებში. ეს ხელს უწყობს სასაზღვრო ზონაში ცხელი ნარევის გაციების ტემპის მატებას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ცხელი ნარევის ზონა, რომელსაც უფრო დაბალი ტემპერატურა აქვს, ვიდრე დაგებული ცხელი მასალის საერთო მოცულობას, რომელიც შეიძლება დავახასიათოთ როგორც დაწეული ტემპერატურის მქონე ნარევის ზონის სიგანე.

ცხრილი 15-ში წარმოდგენილია ზონის სიგანის გაზომვის შედეგები ნარევის დაწეული ტემპერატურით-120°C-დან-80 °C -მდე. ორმოში დაგების დროს.

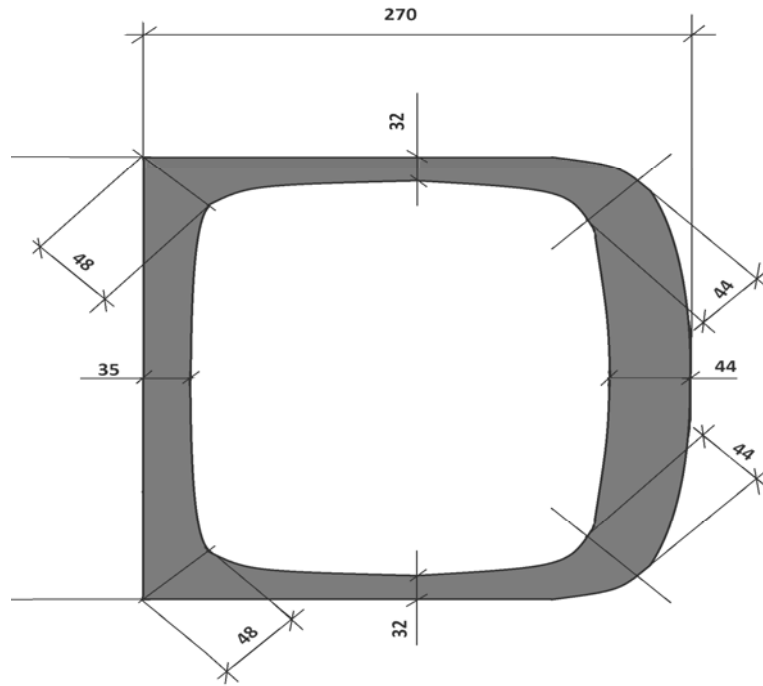
ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემების მიხედვით ჩანს, რომ ცხელი ნარევის ტემპერატურის განაწილება ორმოს ცენტრის სიმეტრიულია. ნარევის ნაკლები ტემპერატურის მქონე ზონის სიგანე დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე და ცხელი ნარევის ტემპერატურის კლება ხდება გარემომცველი ჰაერის +40°C ტემპერატურის დროსაც.

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

ეს შეიძლება აიხსნას იმით, რომ მაღალი ტემპერატურის ნარევის დაგების დროს, საფარის ტემპერატურასა და ცხელ ნარევს შორის განსხვავებული ტემპერატურის გამო, კონტაქტის ზონაში ხდება ინტენსიური სითბოს გადაცემა ცხელი ნარევიდან შედარებით დაბალი ტემპერატურის მქონე საფარის მასალაზე. წარმოდგენილი მონაცემების მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ორმოში ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დაგებისას, მის პერიმეტრზე წარმოიქმნება დაწეული ტემპერატურის მქონე მასალის ზონა, რომელიც არ იძლევა საშუალებას ორმოს მთელ ზედაპირზე მივიღოთ ასფალტბეტონის მოთხოვნილი დატკეპნის კოეფიციენტი. ნახ.22. წარმოდგენილია ნარევის დაწეული ტემპერატურის მქონე ზონის ზომები ორმოში, ჰაერის +10°C ტემპერატურის და ცხელი ნარევის დაგების 119°C ტემპერატურის დროს.

ამ შედეგების დაზუსტების მიზნით, ორმოული შეკეთების დროს, აღებული იქნა ასფალტბეტონის ნიმუშები, რომლებიც სრულდებოდა ჰაერის +25°C ტემპერატურაზე. ცდის შედეგებმა აჩვენა, რომ თუ ორმოს ცენტრში ასფალტბეტონის დატკეპნის კოეფიციენტი 0.99-ის ტოლია, ნარევის დაწეული ტემპერატურის პირობებში ის არის 0.98-ის ტოლი.



ნახ. 22 ნარევის ზონა დაწეული ტემპერატურით ორმოს მთელ პერიმეტრზე

ცხრილში 16 წარმოდგენილია ზონის სიგანის გაზომვის შედეგები ასფალტბეტონის ნარევის 80°C-ზე დაწეული, დაბალი ტემპერატურის დროს, ხოლო დაგების დროს ტემპერატურა 150°C ტოლი იყო, რაც შეესაბამება [6].

B ტიპის ცხელი ნარევის, ბიტუმის მარკით-БНД 60/90, დაგება-დატკეპნის ტემპერატურულ რეჟიმებს. ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნარევის დაწეული ტემპერატურის მასალის ზონის სიგანე დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე. ცხელი ნარევის ტემპერატურის კლებასთან ერთად, დაგების დროს, იზრდება ასფალტბეტონის ნარევის ზონა, რომელიც არ შეესაბამება ამ ტიპის ნარევის დაგება-დატკეპნის ტექნოლოგიურ რეჟიმს. დაბალი ტემპერატურის ცხელი ნარევის გამოყენება საშუალებას არ გვაძლევს, ჩავატაროთ მაღალი ხარისხის შესაკეთებელი სამუშაოები გარემომცველი ჰაერის მაღალი ტემპერატურის პირობებში. შესაბამისად, შესაკეთებელი სამუშაოების ჩატარების დროს, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც გარემო ჰაერის ტემპერატურა დაბალია, აუცილებელია, მუდმივად ვაკონტროლოთ

ცხელი ნარევის ტემპერატურა მისი ორმოში დაგების დროს. მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნარევის ტიპზე და ბიტუმის მარკაზე დამოკიდებულების მიხედვით, ჰაერის ტემპერატურის გათვალისწინებით, არსებობს განსაზღვრული ტემპერატურული საზღვარი, რომლის ქვემოთ ცხელი ნარევის გამოყენება დაუშვებელია.

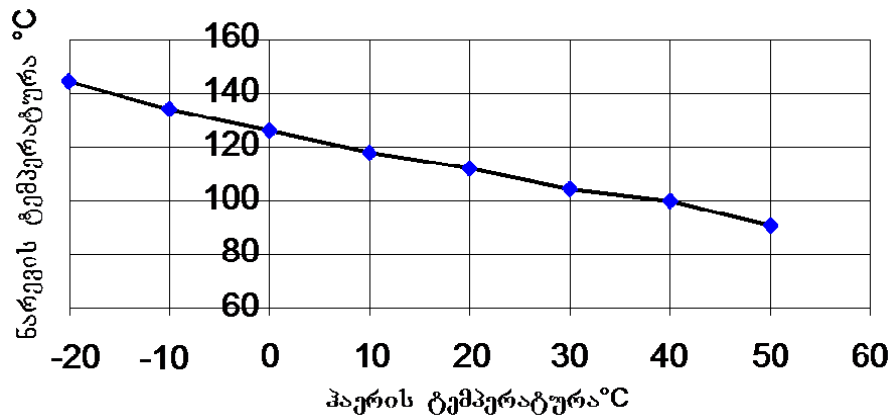
ცხრილი 16

ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ცხელი ასფალტბეტონის ზონის სიგანეზე, დასაშვებზე ნაკლები ტემპერატურით დაგების დროს ნარევის ტემპერატურის გავლენის გათვალისწინებით

ნარევის ტემპერატურა, °C	ჰაერის ტემპერატურა, °C							
	-20	-10	0	10	20	30	40	50
150	3,0	1,8	1,5	1,4	1,2	0,5	0	0
140	3,0	2,2	1,6	1,5	1,4	1,0	0	0
130	3,1	3,0	2,2	1,6	1,5	1,4	0	0
120	3,7	3,2	3,1	3,0	2,2	1,5	1,0	0,5
110	4,5	3,8	3,3	3,2	3,0	2,8	1,5	1,0
100	6,0	5,7	4,4	4,2	4,0	3,3	3,0	1,8
90	დაწეული ტემპერატურის მთელი ზონა			10,0	6,5	6,0	5,0	4,5
80	დაწეული ტემპერატურის მთელი ზონა							

БНД 60/90 მარკის ბიტუმით დამზადებული B ტიპის ცხელი ნარევის ზღვრული ტემპერატურა -20°C-დან-0°C-მდე ჰაერის ტემპერატურის დროს არის 90°C. ასეთი ტემპერატურის ნარევის გამოყენება, ჰაერის დადებითი ტემპერატურის პირობებში, ხელს უწყობს ორმოს მასალის ზონების წარმოქმნას ასფალტბეტონის დაწეული საექსპლუატაციო პარამეტრებით. ნახ. 23 წარმოდგენილია დამოკიდებულება ასფალტბეტონის ნარევის

მინიმალური ტემპერატურული მნიშვნელობა ჰაერის ტემპერატურის გათვალისწინებით, რომლის ქვემოთაც ნარევის გამოყენება დაუშვებელია.



ნახ. 23 ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ნარევის ტემპერატურაზე რომლის ქვემოთ ეფექტიური დატკეპნა არ არის უზრუნველყოფილი.
(ნარევის ტიპი A, ბიტუმის მარკა БНД 90/130, ქარის სიჩქარე -0 მ/წმ, ტემპერატურა სამუშაოს დასრულებისას - 80°C).

ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დასამზადებლად, არსებული ნორმატიული დოკუმენტებით, დაშვებულია გამოვიყენოთ ბიტუმის სხვადასხვა მარკა, საგზაო საფარის მშენებლობის ადგილის (რაიონის) კლიმატური ზონების გათვალისწინებით.

დადგენილია, რომ ასფალტბეტონის ნარევეს, რომლებიც დამზადებულია სხვადასხვა მარკის ბიტუმით, აქვს დაგების და ეფექტური დატკეპნის პროცესების განსხვავებული ტემპერატურული რეჟიმები. ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებით შესაკეთებელი სამუშაოების დროს, მოცემულ ფაქტორს თითქმის არ ითვალისწინებენ, ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების შესრულების დროს, დადგენილია ჰაერის ტემპერატურის და ბიტუმის მარკის ჰაერმოქმედება დაწეული ტემპერატურის ცხელი ნარევის ზონის სიგანეზე. დაწეული ტემპერატურის მასალის ზონის სიგანის რიცხვითი მნიშვნელობა წარმოდგენილია ცხრილ 17-ში.

ჰაერის ტემპერატურის და ბიტუმის მარკის გავლენა ორმოს დაწეული ტემპერატურის ზონის სიგანეზე.

ბიტუმის მარკა	ჰაერის ტემპერატურა C							
	-20	-10	0	10	20	30	40	50

ნარევის ტიპი A

БНД 40/60	3,9	3,7	3,2	3,2	2,8	2,2	1,6	1,5
БНД 60/90	3,7	3,3	2,9	2,7	2,3	1,7	1,4	0,8
БНД 90/130	3,2	3,0	2,5	2,2	1,5	1,3	0,8	0,4
БНД 130/200	3,1	3,0	2,6	2,3	1,3	1,0	0,5	0
БНД 200/300	2,7	2,2	1,5	1,3	0	0	0	0

ნარევის ტიპი B

БНД 40/60	3,7	3,3	2,9	2,7	2,3	1,7	1,5	0,8
БНД 60/90	3,2	3,0	2,5	2,2	1,5	1,3	0,8	0,4
БНД 90/130	3,0	2,8	2,0	1,5	1,0	0,7	0	0
БНД 130/200	2,8	2,4	2,2	1,5	0,8	0,5	0	0
БНД 200/300	2,0	1,5	1,0	0,7	0	0	0	0

ნარევის ტიპი B

БНД 40/60	3,2	3,0	2,8	2,6	2,2	2,0	1,5	1,0
БНД 60/90	3,0	2,8	2,5	2,0	1,8	1,5	0,7	0
БНД 90/130	2,8	2,2	2,0	1,7	1,5	1,3	0,5	0
БНД 130/200	1,8	1,7	1,5	0,8	0	0	0	0
БНД 200/300	1,5	1,3	1,0	0,5	0	0	0	0

ნარევის ტიპი Г

БНД 40/60	3,7	3,3	2,9	2,7	2,3	1,7	1,5	0,8
БНД 60/90	3,2	3,0	2,5	2,2	1,5	1,3	0,8	0,4
БНД 90/130	3,0	2,8	2,0	1,5	1,0	0,7	0	0
БНД 130/200	2,8	2,4	2,2	1,5	0,8	0,5	0	0
БНД 200/300	2,0	1,5	1,0	0,7	0	0	0	0

წარმოდგენილი მონაცემთა ცხრილებიდან ჩანს, რომ ორმოში დაწეული ტემპერატურის ცხელი ნარევის მასალის ზონის წარმოქმნა დამოკიდებულია ასფალტბეტონის ნარევის დასამზადებლად

გამოყენებული ბიტუმის მარკაზე. ადრე აღნიშნული იყო, რომ ცხელი ნარევის გაციების ტემპი დამოკიდებული იყო ნარევი ხრეშის პროცენტულ შემადგენლობაზეც, რომლის მიხედვითაც განისაზღვრებოდა ნარევის ტიპი [19].

წარმოდგენილი დამოკიდებულებებიდან ჩანს, რომ ორმოში დაწეული ტემპერატურის ცხელი ნარევის მასალის ზონის სიგანე დაშვებულზე ქვემოთ დამოკიდებულია გარემოს ტემპერატურაზე და ნაზავის ტიპისა და ბიტუმის მარკის გათვალისწინებით იმყოფება ორმოს პერიმეტრის 0-0,4 სმ ინტერვალში. ასეთი ზონის წარმოქმნა შესაკეთებელი სამუშაოებისას ხელს უწყობს ასფალტბეტონის ნარევის დატკეპნის დაბალი კოეფიციენტის და მაღალი წყალშემცველობის მიღწევას, რასაც მიყვავართ ორმოში ასფალტბეტონის საფარის დაშლისკენ გზის ექსპლუატაციის დროს.

მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტებისა და ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებით სამუშაოების წარმოების არსებული რეკომენდაციების მიხედვით, დაგება-დატკეპნის პროცესის ტექნოლოგიური პარამეტრების ამორჩევისას, პრიორიტეტად მიღებულია ნარევის ტიპის ტემპერატურა. მომხმარებელთან ჩამოტვირთვის დროს ნარევის ტემპერატურა დამოკიდებულია ბიტუმის მარკაზე და რეგლამენტირებულია ГОСТ 9128–2009-ით. ცხელი ნარევის ტექნიკური რეჟიმები დამოკიდებულია ბიტუმის მარკაზე და განსხვავდება დაგება-დატკეპნის რეჟიმებით ერთი და იმავე ნარევისთვის.

ცხრილში 18 წარმოდგენილია სხვადასხვა ტიპის ასფალტბეტონის (ბიტუმის მარკაზე დამოკიდებული) დატკეპნის რეკომენდირებული ტემპერატურული რეჟიმები. ცხელი ასფალტბეტონის დაგება-დატკეპნის ტემპერატურული რეჟიმების დაცვა საშუალებას იძლევა, უზრუნველყოთ არახისტი ტიპის საგზაო საფარის მოწყობისა და შეკეთების სამუშაო ხარისხის მოთხოვნილი მაჩვენებლები. ეს მაჩვენებლები აგრეთვე დამოკიდებულია დასატკეპნი მასალის მუშაობის ხანგრძლივობაზე.

საგზაო საფარის არსებული ორმოებისა და ჯდენების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების განმასხვავებელი თავისებურებაა მცირე მოცულობის ასფალტბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნა, რომელიც ხასიათდება დაგებული ნარევის ინტენსიური გაციებით და მოცემულ ტემპერატურულ ინტერვალში მცირე დროის მონაკვეთში ყოფნით.

ცხრილი 18

ბიტუმის მარკაზე დამოკიდებული სხვადასხვა ტიპის მკვრივი ასფალტბეტონის დატკეპნის რეკომენდირებული ტემპერატურული რეჟიმები

ბიტუმის მარკა	დაგების ტემპერატურა, °C	ცხელი ნარევის დატკეპნის დამთავრების ტემპერატურა				
		A	Б	B	Г	Д
БНД 40/60	150...160	105...100	100...95	95...90	100...95	95...90
БНД 60/90	145...155	100...95	95...90	90...85	95...90	90...85
БНД 90/130	140...150	95...90	90...85	85...80	90...85	85...80
БНД 130/200	130...140	85...80	80...75	75...70	80...75	75...70
БНД 200/300	120...130	75...70	70...65	65...60	70...65	65...60
СГ 130/200	110...120	60...55	55...50	50...45	55...50	50...45

ცხრილი 19

ორმოში დაგებისას ცხელი ნარევის ყოფნის დრო

ჰაერის ტემპერატურა, °C	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40	+50
დრო,წთ	12,0	12,5	13,0	15	16	17,5	20	22

ცხრილში 19 წარმოდგენილია Б ტიპის, БНД 60/90 ბიტუმის მარკის ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის მონაცემები, 150°C დან -90 °C მდე ტემპერატურულ ინტერვალში ყოფნის დროს [6].

წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის გამოყენებით საგზაო საფარის მოწყობის პროცესისგან განსხვავებით, როდესაც ნარევი იმყოფებოდა 50...60წთ მოცემულ ტემპერატურულ ინტერვალში, ორმოებისა და ჯდენების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს ცხელი ნარევის(ფენის სისქე 0,05მ-სთვის) ტემპერატურული ინტერვალი, რომელიც დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე, შეადგენს 12..22წთ-ს. ეს აიხსნება იმით, რომ ორმოს საფარის დაგებულ ცხელი ნარევის ტემპერატურული რეჟიმები შეესაბამება არასტაციონალურ პროცესებს, რომლებიც ხდება საფარში ცხელი ნარევის დაგების სტადიაში და რომლებიც ხასიათდება დროის უმნიშვნელო ინტერვალებით და დამოკიდებულია საფარის შეკეთებისას იმავე ფაქტორებზე. დასაგები ცხელი ნარევის მცირე მოცულობის გათვალისწინებით, მოცემულ ტემპერატურულ ინტერვალში ყოფნის დრო უმნიშვნელოა. საგზაო საფარის ორმოში ცხელი ასფალტბეტონის დაგებისას, სითბური პროცესების მოდელირების შედეგად დადგინდა, რომ ცხელი ნარევის ზონის სიგანე დამოკიდებულია ნარევის ტემპერატურაზე დაგების დროს.

საგზაო საფარის საფუძვლის ტემპერატურის გავლენა ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნის ტექნოლოგიაზე ითვალისწინებს საფუძვლის ტემპერატურისა და ცხელი ნარევის გაციების პროცესებს შორის ურთიერთგავლენის ოეფიციენტის შემოტანას. ა.ფ. ზუბკოვის ნაშრომებში გამოყვანილია დამოკიდებულება საფუძვლის ტემპერატურის გავლენის კოეფიციენტსა და ასფალტბეტონის ცხელი ნარევის გაციების ხანგრძლივობას შორის. ეს დამოკიდებულება საშუალებას იძლევა საგზაო საფარის მოწყობის ტექნოლოგიური პროცესების დროს გათვალისწინებული იყოს საფუძვლის გაცხელება .

ცხელი ნარევის გამოყენებით ასფალტბეტონის საფარის მშენებლობის გამოცდილებამ გვაჩვენა, რომ ცხელი ნარევიდან გაცემული სითბოს ხარჯზე, საფუძვლის ტემპერატურის მომატება დამოკიდებულია ნარევის ტემპერატურაზე, დაგების დროსა და დასაგები ფენის სისქეზე.

ასე მაგალითად, 0,04მ დასაგები ფენის და ნარევის 160°C ტემპერატურის დროს, საფუძვლის ტემპერატურა ცხელდება 40°C-43°C -მდე. ფენის სისქის 0,1მ-მდე მომატებისას, ქვედა ფენები ცხელდება 60°C -მდე, რაც უზრუნველყოფს ფენებს შორის კარგ შეჭიდებას. ამასთან უნდა აღვნიშნოთ, რომ საფუძვლის ტემპერატურის მომატების ასეთ მეთოდს მივყავართ დასაგები ცხელი ასფალტბეტონის საერთო ტემპერატურის დაწევამდე. ამის გამო, დატკეპნის დროს არ ხდება ნარევის ტემპერატურული რეჟიმების უზრუნველყოფა, რაც ხელს უწყობს შესაკეთებელი სამუშაოების არახარისხიან შესრულებას.

ჰაერის (გარემოს) დაბალი ტემპერატურის პირობებში, არახისტი ტიპის საგზაო საფარის მოწყობისას დაშვებულია ზედა ფენა დაიგოს ახლად დაგებულ ქვედა ფენაზე, რომლის ტემპერატურა 20-40°C -ია, ხოლო ჰაერის ტემპერატურა კი +10°C. როდესაც საფარის ქვედა ფენის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე ჰაერის ტემპერატურა, ეს ხელს უწყობს ცხელი ნარევის ფენების სითბოს საფუძველში გაცემის შემცირებას, რის გამოც, იზრდება დრო ზედა ფენის მოწყობისთვის ასფალტბეტონის ფენის მოცემულ ტემპერატურულ ინტერვალში. საფუძვლის ტემპერატურის გადიდება 30-40°C-მდე, +10°C ჰაერის ტემპერატურის დროს და ნარევის 160-60°C ინტერვალში ყოფნისას, ხელს უწყობს საფარის მოწყობის ხანგრძლივობის გაზრდას 25%-35%-ით. ანალოგიურად, იზრდება დატკეპნის შესაძლო პროცესის ხანგრძლივობა. საფუძვლის ტემპერატურა უმნიშვნელო გავლენას ახდენს ნარევის განაწილების ხანგრძლივობაზე.

როგორც ადრე აღვნიშნეთ, შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოებას აქვს გარკვეული თავისებურებანი საგზაო საფარის მოწყობის მიმართ. ორმოში ან საგზაო საფარის ჯდენის დროს დასაგები მცირე მოცულობის ცხელი ნარევი, ხელს უწყობს მის ინტენსიურ გაციებას. ამიტომ ტექნოლოგიური ხერხები, რომლებიც გამოიყენება ასფალტბეტონის საფარის მოწყობაზე, არ შეესაბამება ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების ტექნოლოგიებს.

პრაქტიკაში გამოყენებული ორმოს საფუძვლის გაცხელების მეთოდი მეცნიერულად არ არის დასაბუთებული. ღია ცეცხლის გამოყენება ორმოს ზედაპირის გასაცხელებლად არის მავნებელი ბიტუმის შემადგენელი კომპონენტებისათვის (ხდება მათი დაწვა), რის გამოც, უარესდება ასფალტბეტონის ხარისხი. გაცხელების პროცესისთვის უფრო ეფექტურია ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენება, რომლის დროსაც არ ხდება ბიტუმის კომპონენტების დაწვა. ამ დრომდე არ არის შესწავლილი შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს ორმოს ზედაპირის გაცხელების გავლენის საკითხი, დაგებული ცხელი მასალის სითბურ პროცესებზე. არ არის განსაზღვრული არახისტი ტიპის საგზაო საფარის ხარისხიანი სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისთვის, აუცილებელი გაცხელების ტემპერატურის რიცხვითი მნიშვნელობები. ამიტომ უნდა დავაზუსტოთ საფუძვლის ტემპერატურის გავლენა ფენის გაციების პროცესზე და უნდა მივიღოთ ორმოს ზედაპირის ან ჯდენის გაცხელების ტემპერატურის რიცხვითი მნიშვნელობა, საგზაო საფარის ხარისხიანი შეკეთებისთვის.

ცხრილში 20 წარმოდგენილია მასალის ზონის სიგანე ნარევის დაშვებულზე მცირე ტემპერატურის მნიშვნელობით და საფუძვლის ტემპერატურაზე დამოკიდებული ორმოში ნარევის ფენის გაციების ხანგრძლივობა.

ნახ. 24-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ საფუძვლის ტემპერატურის დაწევით, რომელიც გამოწვეულია ცხელი ნარევისა და ორმოს ზედაპირის ტემპერატურების სხვაობების გამო, დაწეული ტემპერატურის ასფალტბეტონის ზონა იზრდება, რაც საშუალებას მოგვცემს, ცხელი ნარევის ორმოში დაგების დროს ორმოს ზედაპირის გაცხელებით აღმოფხვრათ დეფექტი.

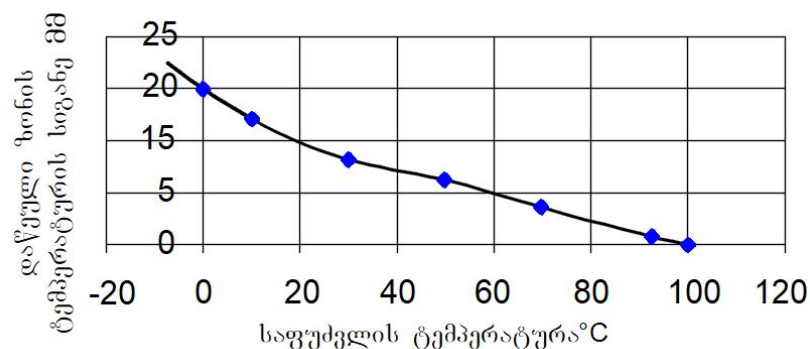
საფუძვლის გაცხელების ტემპერატურის გავლენა დაწეული ტემპერატურის ზონის სიგანეზე

(ფენის სისქე 5სმ, ქარის სიჩქარე 0მ/წმ, ჰაერის ტემპერატურა-10 °C,ნარევის დატკეპნის დამთავრების ტემპერატურა-80°C)

ნარევის ტემპერატურა 130 °C	საფუძვლის ტემპერატურა, °C				
	-10	0	10	30	50
დაწეული ტემპერატურის ზონის სიგანე,სმ	3,8	2,8	2,2	1,5	0
ნარევის მინიმალურ მნიშვნელობამდე გაციების დრო,წთ	10,0	12	17		

ნარევის ტემპერატურა 140 °C	საფუძვლის ტემპერატურა, °C				
	-10	0	10	30	45
დაწეული ტემპერატურის ზონის სიგანე,სმ	2,4	2,2	1,5	1,0	0
ნარევის მინიმალურ მნიშვნელობამდე გაციების დრო,წთ	12	14	15	17,5	

ნარევის ტემპერატურა 150 °C	საფუძვლის ტემპერატურა, °C				
	-10	0	10	30	35
დაწეული ტემპერატურის ზონის სიგანე,სმ	2,0	1,7	1,5	0,5	0
ნარევის მინიმალურ მნიშვნელობამდე გაციების დრო,წთ	15	16	17,5	18	22



ნახ. 24 საფუძვლის გაცხელების ტემპერატურის გავლენა

ასფალტბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნის ტემპერატურული რეჟიმების დაცვა საშუალებას იძლევა უზრუნველყოთ არახისტი ტიპის საგზაო საფარის მოწყობის დროს ასფალტბეტონის მოთხოვნილი საექსპლუატაციო მაჩვენებლები, რომელიც დამოკიდებულია დასატკეპნი მანქანების პარამეტრებსა და მათი მუშაობის ხანგრძლიობაზე (ცხრილი 21).

ცხრილი 21

საგზაო საფარის ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, ასფალტბეტონის 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	13,5	15,0	16,5	17,5	19,0
	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

ცხელი ნარევის ორმოში დაგებისას ასფალტბეტონის მოთხოვნილი საექსპლუატაციო მაჩვენებლების უზრუნველყოფა (სიმკვრივე, ფორიანობა, წყალგაუმტარობა, სიმტკიცე) მიიღწევა დატკეპნის პროცესის დროს. დასატკეპნი მანქანების პარამეტრების ამორჩევა დამოკიდებულია ნარევის მახასიათებლებზე, რომელთა თვისებები განისაზღვრება მისი ტემპერატურით. შესაკეთებელი სამუშაოების ხანგრძლიობა განისაზღვრება დროის ურთიერთშესაბამისობით ცხელი ასფალტბეტონის ტემპერატურას

(მოცემულ ტემპერატურულ ინტერვალში, დამოკიდებულია შემკვრელ მასალაზე) და ჰაერის ტემპერატურას შორის.

ცხელი ნარევის ტემპერატურული რეჟიმების გათვალისწინებით, დადგენილია ცხელი ნარევის ზღვრული ტემპერატურული მნიშვნელობები, რომლის დაგების დროსაც დასაგები ნარევის მთელი მოცულობა არ შეესაბამება დასაგები მასალის ტემპერატურულ რეჟიმს (ცხრილი 22).

ცხრილი 22

საფარის შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს ცხელი ნარევის მინიმალური ტემპერატურა, რომლის ქვემოთ მასალის მთელი მოცულობა არ შეესაბამება ასფალტბეტონის ცხელი ნარევის ტემპერატურულ რეჟიმებს

ბიტუმის მარკა	ნარევის ტიპი	ჰაერის ტემპერატურა, °C							
		-20	-10	0	10	20	30	40	50
40/60	A	120	116	115	113	112	111	110	109
	B	114	112	109	108	107	106	105	104
	B	108	106	104	103	101	100	99	98
	Г	114	112	109	108	107	106	105	104
60/90	A	114	112	109	108	107	106	105	104
	B	108	106	104	103	101	100	99	98
	B	101	100	98	97	95	94	93	92
	Г	108	106	104	103	101	100	99	98
90/130	A	108	106	104	103	101	100	99	98
	B	101	100	98	96	95	94	93	92
	B	96	94	92	90	88	87	86	85
	Г	101	100	98	96	95	94	93	92
130/200	A	96	94	92	90	88	87	86	85
	B	90	88	86	84	83	82	81	80
	B	84	82	81	79	78	76	75	74
	Г	90	88	86	84	83	82	81	80
200/300	A	84	82	81	79	78	76	75	74
	B	78	76	75	73	72	70	69	68
	B	72	70	68	66	64	63	62	61
	Г	78	76	75	73	72	70	69	68

ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა:

ჰაერის ტემპერატურის მომატებისას ასფალტბეტონის ცხელი ნარევის ტემპერატურის მინიმალური მნიშვნელობა ბიტუმის მარკის მიუხედავად მცირდება;

ბუტუმის შემკვრელი თვისებების შემცირებისას, საგზაო-კლიმატური ადგილმდებარეობის გათვალისწინებით, ცხელი ნარევის ტემპერატურის მინიმალური მნიშვნელობა მცირდება;

ნარევის ტიპის და ბიტუმის მარკის დამოუკიდებლად, იკვეთება ასფალტბეტონის ცხელი ნარევის მინიმალური ტემპერატურის ცვლილების საერთო ხასიათი.

2.5. შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს, გამოყენებული ცხელი ასფალტბეტონის ნარევის ტემპერატურული რეჟიმების ამორჩევის რეკომენდაციები

არახისტი ტიპის საგზაო საფარის განლაგების მიხედვით ითვალისწინებენ საგზაო-კლიმატიურ ზონას და შესაბამისი ბიტუმის მარკით ამზადებენ ცხელ ასფალტბეტონის ნარევს [6], მოცემული ტერიტორიისთვის გათვალისწინებული ნორმატიული დოკუმენტებით, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილში 23.

არახისტი ტიპის საგზაო საფარის ხარისხიანი შესაკეთებელი სამუშაოების საწარმოებლად აუცილებელია, რომ დეფექტების აღმოსაფხვრელად გამოყენებული მასალა თავის სტრუქტურით და თვისებებით შეესაბამებოდეს იმ ძირითად მასალას, რომელიც გამოიყენება საგზაო საფარის მშენებლობის დროს. საგზაო-კლიმატიურ ზონის კატეგორიის და ნორმატიული დატვირთვის მიხედვით, რეკომენდირებულია A, B, B, Γ და Δ ტიპის ცხელი ნარევი. დადგენილია, რომ ცხელი ნარევის ყოველ მარკას შეესაბამება დაგება-

დატკეპნის შესაბამისი ეფექტიური ტემპერატურული რეჟიმები, რომლის დროსაც მიიღწევა ასფალტბეტონის მოთხოვნილი საექსპლუატაციო მაჩვენებლები.

ცხრილი 23

ასფალტბეტონების გამოყენების სფერო საავტომობილო გზების და ქალაქის ქუჩების ზედა ფენების მოწყობისთვის

საგზაო-კლიმატური ზონა	ასფალტბეტონის სახე	ნორმატიული დატვირთვის კატეგორია					
		კატ. I, II, III		IV		V	
		ნარევის მარკა	ბიტუმის მარკა	ნარევის მარკა	ბიტუმის მარკა	ნარევის მარკა	ბიტუმის მარკა
I	მკვრივი და უფრო მკვრივი	I	БНД 90/130 БНД 130/200 БНД 200/300	II	БНД 90/130 БНД 130/20 БНД 200/30 СГ 130/200 МГ 130/200 МГО 130/20	III	БНД90/130 БНД130/20 БНД200/30 СГ130/200 МГ130/200 МГО130/200
II, III	მკვრივი და უფრო მკვრივი	I	БНД 60/90 БНД 90/130 БНД130/200 БН90/130	II	БНД 60/90 БНД 90/130 БНД130/200 БНД200/300 БН60/90, БН90/130 БН130/200 БН200/300	III	БНД 60/90 БНД90/130 БНД130/200 БНД200/300 БН60/90, БН90/130 БН130/200, БН200/300 СГ130/200, МГ130/200 МГО130/200
IV, V	უფრო მკვრივი	I	БНД 40/60 БНД 60/90 БН 40/60 БН 60/90	II	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД 90/130 БН40/60 БН 60/90 БН90/130	III	БНД 40/60 БНД 60/90 БНД90/130 БН 40/60 БН 60/90 БН90/130

III საგზაო-კლიმატიური ზონისთვის რეკომენდირებულია БНД 60/90, БНД 90/130 და БНД 130/200 ბიტუმის მარკაზე მომზადებული А, Б, В, Г და Д ტიპის მკვრივი და ზედმეტად მკვრივი ასფალტბეტონი.

ნორმატიული დოკუმენტების და რეკომენდაციების მიხედვით დადგენილია, რომ I საგზაო-კლიმატიური ზონისთვის აუცილებელია, გამოყენებული იყოს მკვრივი და ზედმეტად მკვრივი ასფალტბეტონის ცხელი А, Б, В და Г ტიპის ნარევები, შემკვრელი მასალის სახით რეკომენდირებულია გამოყენებული იყოს БНД 90/130, БНД 130/200 და БНД 200/300 მარკის ბიტუმი.

II IV და V საგზაო-კლიმატიური ზონისთვის რეკომენდირებულია БНД 40/60, БНД 60/90 ბიტუმის მარკაზე მომზადებული А, Б, В, Г და Д ტიპის მკვრივი ასფალტბეტონი.

ზემოთ აღნიშნული ტექნოლოგიების შედეგებზე დაკვირვებების და განსჯის შედეგად, გთავაზობთ ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენების დადებით მხარეებს.

2.6. ნაშრომის მეცნიერული სიახლე და შედეგები

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 [39]. იხილეთ ცხრილი 24.

ცხრილი 24

**ჰაერის ტემპერატურის გავლენა ზონის სიგანეზე
ნარევის დაწეული ტემპერატურით**

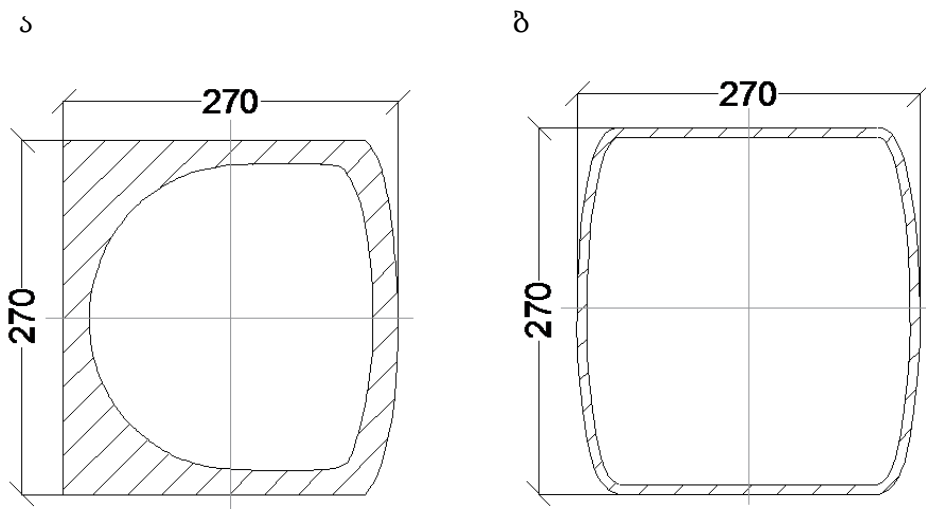
ჰაერის ტემპერატურა, °C	-20	-10	0	10	20	30	40	50
ზონის სიგანე ასფალტბეტონის დაწეული ტემპერატურით	3,5	3,2	3,1	3,0	2,2	1,5	1,4	0,5

ინფრაწითელი მეთოდის გამოყენების უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ სხივებს არ შეუძლიათ 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 25.



ნახ. 25 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 26.

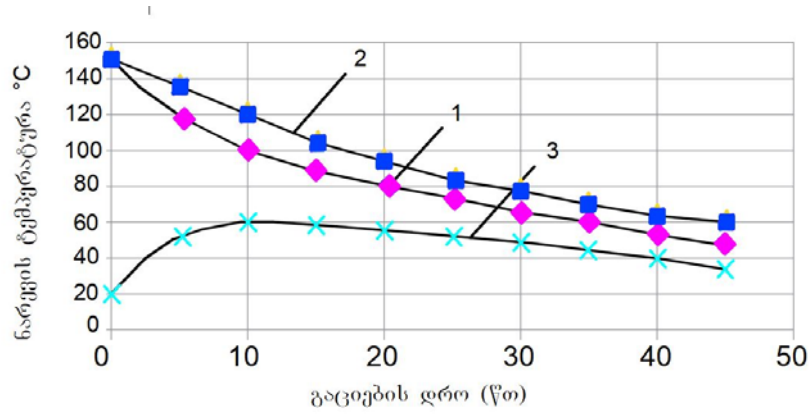


ნახ. 26 ორმოში ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონა
 ა. ორმოს გაცხელებამდე; ბ. ორმოს გაცხელების შემდეგ

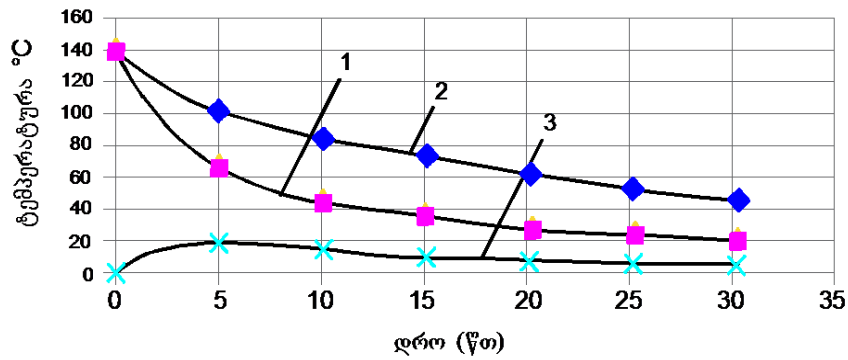
ხოლო რაც შეეხება ორმოს გაცხელების შემდეგ უმნიშვნელოდ დარჩენილ ა/ბეტონის ნარევის დაწეული ტემპერატურის ზონას, მას სრულიად აღმოფხვრის ინფრაწითელი დანადგარის მუშაობის შესაძლებლობები.

ნახაზ 27 - ზე წარმოდგენილია ცხელი ა/ბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი სარემონტო სამუშაოების დროს.

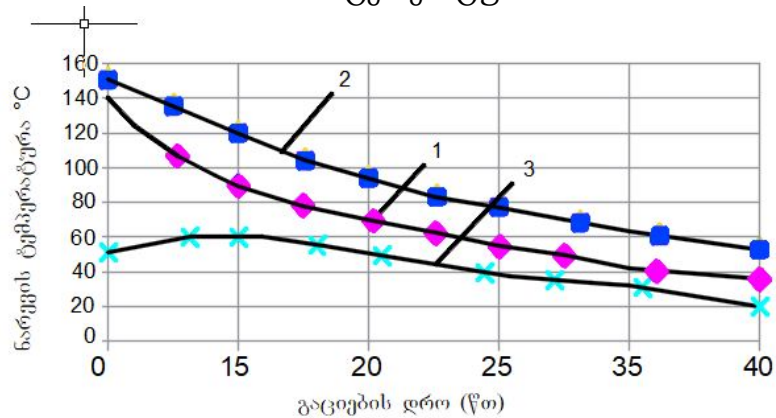
როგორც გრაფიკებიდან ჩანს ჩვენ შევძელით ორმოში ა/ბეტონის ნარევის მინიმალურ მნიშვნელობამდე გაციების დრო გაგვეთანაბრებია კაპიტალური შეკეთების ზედა ფენის დაგების გაციების დროის მინიმალურ მნიშვნელობამდე.



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



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



გ.) ცხელი ა/ბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი
ორმოს საფუძვლისა და გვერდების გაცხელების შემდეგ
1-ფენის ზედაპირზე; 2 -1,5სმ სიღრმეში ზედაპირიდან; 3- ფუძის
ტემპერატურა
ნახ.27. ცხელი ა/ბეტონის ნარევის გაციების ხასიათი სარემონტო
სამუშაოების დროს.

ამავე დროს ავტომატურად გაიზარდა საგზაო საფარის ორმოების შესაკეთებელი სამუშაოების წარმოების დროს ა/ბეტონის ნარევის დაგება-დატკეპნის ხანგრძლიობა. იხილეთ ცხრილი 25.¹

ცხრილი 25

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

შესაბამისად 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.

¹ ცხრილში მოცემული წილადის მნიშვნელობები არის ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგები.

2.7. ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენების დადებითი მხარეები

ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებას გააჩნია მთელი რიგი დადებითი მხარეები. მათ შორის მნიშვნელოვანია: [4.39]

- **ინფრაწითელ სხივებს შეუძლიათ, შეაღწიონ რამდენიმე ფენაში.**

თუ ჩვენ გვაქვს ასფალტის ერთი ფენა, 7,5სმ სისქის მაშინ სხივები მთლიანად შეაღწევენ მასში, თუ თქვენ გაქვთ ზედა საფარი 2,5 სმ და საფუძველი 7,5სმ, მაშინ სხივები შეაღწევენ მხოლოდ ზედა ფენაზე, ანუ ერთ ფენაზე ერთჯერადად. ამის გადაწყვეტილება მდგომარეობს იმაში, რომ მოვხსნათ შერბილებული ზედა ფენა და გავათბოთ შემდეგი ფენა. სხივები ღია საფარიდან შეახწევენ შემდეგ ფენაში, ამ მეთოდის გამოყენებით თქვენ შეგიძლიათ მიაღწიოთ სხივების შეღწევას მთლიან სიღრმეში. რა თქმა უნდა, ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება მთლიან სიღრმეში შეღწევა არ იყოს საჭირო.

- **ინფრაწითელი გამოსხივება შესაძლებელია გამოყენებული იყოს მთელი წლის განმავლობაში**

გარემო ტემპერატურა უმნიშვნელოდ მოქმედებს მხოლოდ გაცხელების დროს. ეს ცვლილებები სეზონიდან სეზონამდე უმნიშვნელოა და ამიტომ შეიძლება სარემონტო სამუშაოები ჩატარდეს მთელი წლის განმავლობაში. გარე ტემპერატურა არ უშლის, რომ შექმნათ თერმალური კავშირი სარემონტო ფენის როგორც ზედაპირზე, ასევე სიღრმეში.

- **ინფრაწითელი გამოსხივება გამოიყენება წარმოშობილი ბზარების გამოსასწორებლად**

მყარი საფუძვლის შემთხვევაში, ინფრაწითელი გამოსხივების დახმარებით შეიძლება წარმოშობილი ბზარების გამოსწორება.

- **ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით ასფალტბეტონის ნარევის თვისებები არ უარესდება**

ლაბორატორიული ტესტების შედეგებმა აჩვენა, რომ ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებისას ასფალტბეტონის თვისებები ან საერთოდ არ იცვლება, ან ადგილი აქვს მცირეოდენ განსხვავებას ფიზიკურ თვისებებში.

- **ეკონომიური ეფექტი**

გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ხარჯების ეკონომია ასფალტბეტონის ინფრაწითელი მეთოდით შეკეთების დროს აღწევს 30%-ს ჩვეულებრივ მეთოდთან შედარებით.

აუცილებელია გავითვალისწინოთ, რომ ინფრაწითელ სხივებს არ შეუძლიათ, შეაღწიონ წყლის გუბეში და ტალახში. დაგროვილი წყალი (თხევადი ჭუჭყი) აუცილებლად მოაშორეთ. სისველე და სინესტე არ შეუძლის ხელს ინფრაწითელ გამოსხივებას გამოამჟღავნოს თავისი საუკეთესო თვისებები, მაგრამ ჭუჭყიანი წყლის გუბეები იქნება მისთვის წინაღობა.

და ბოლოს, ინფრაწითელი პროცესით ასფალტის რემონტი საშუალებას გვაძლევს არა მარტო ვაწარმოოთ ეკონომიურად მომგებიანი საგზაო სარემონტო სამუშაოები მთელი წლის განმავლობაში, არამედ, აგრეთვე რეაბილიტაციის შემდგომ გავზარდოთ საგზაო სამოსის საექსპლუატაციო ვადა.

ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენების სფერო:

1. ორმოული შეკეთება
2. დაზარალი უბნების შეკეთება
3. სათვალთვალო ჭების გარშემო უბნების შეკეთება
4. სარემონტო სამუშაოები ხიდებზე და პანდუსებზე
5. ტემპერატურული ნაკერების შეკეთება
6. თერმოპლასტიკის დადება
7. სარკინიგზო გადასასვლელების შეკეთება
8. ნაპირების შეწეპება ასფალტის დაგებისას
9. საფარის გაცხელება და გაშრობა მარკირების წინ

10. ამობურცული ადგილების გასწორება
11. ნაკვალევების შეკეთება
12. ნაკერების გასწორება პარკირებებზე და გზატკეცილზე
13. სამიმოსვლო ბილიკები აეროპორტებში
14. მიწის გათბობა ზამთრის პერიოდში

ინფრაწითელი ასფალტის რეგენერატორები:

მობილური „hot box“ ასფალტბეტონის რეგენერატორი (ნახ. 28) ინფრაწითელი გამაცხელებლით მუშაობს თხევად პროპანზე და განკუთვნილია ცხელი ასფალტბეტონის ნარევით, გზის საფარის ორმოული შეკეთებისათვის.

რეგენერატორები ძველ ასფალტბეტონს გადაამუშავებენ ახალ ცხელ ასფალტბეტონის მასად, რომელიც იქვე, ადგილზე იწარმოება და ისინი განსაკუთრებით ეფექტურია გზის მიმდინარე შეკეთების დროს, აგრეთვე ავარიული შეკეთებისას, საფეხმავლო ბილიკების შეცვლისთვის, მიწისქვეშა კომუნიკაციების ჩადების შემდეგ, ასფალტბეტონის საფარის აღდგენისთვის.



ნახ. 28 მობილური „hot box“ ასფალტბეტონის რეგენერატორი

ძველი მოხსნილი ან ფრეზირებული ასფალტბეტონი თავსდება რეგენერატორში. ინფრაწითელი გამოსხივების გამათბობელი თანაბრად შედის და ანაწილებს სითბოს ძველ ასფალტბეტონში და არბილებს ასფალტბეტონის ნაჭრებს. ცივი მასალა, რომელიც მოთავსდება

მოწყობილობაში, მთლიანად აღიდგენს თავის თვისებებს. ასფალტბეტონი ბუნკერში ინახება 48 საათი სწორ ტემპერატურულ რეჟიმში და ადვილად იტკეპნება ორმოების შეკეთების დროს. გამზადებული ასფალტბეტონის მასა ხელმისაწვდომია რეგენერატორის მეორე მხრიდან და შეიძლება, გამოიყენოთ დასაგებად ან შესანახად 48 საათის განმავლობაში ცხელ მდგომარეობაში. რადგან არ არის ღია ცეცხლი და გაცხელება ხდება ერთნაირად, ინფრაწითელი გამოსხივების მეშვეობით არ ხდება ბიტუმის გამოწვა და ასფალტბეტონის ხარისხი არ იცვლება. ასეთი ტექნოლოგია ხელს უწყობს ეკონომიურად დაიხარჯოს საწვავი (2 – 3 ლიტრი პროპანი საათში) და უზრუნველყოფს პროცესის უწყვეტობას.

რეგენერატორი გამოიყენების სფეროებია:

- ინერტული მასალისგან ცხელი მასის მომზადება;
- ცხელი ასფალტის მომზადება პირდაპირ მოწყობილობაში (რომელშიც მეორადი ასფალტი გამოიყენება ძირითად მასალად) ;
- ასფალტბეტონის ქარხნიდან მოწოდებული მზა ცხელი მასის შენახვისათვის;
- ცხელი მასის მომზადება შიგნით დანადგარშივე წინასწარ მომზადებული „ნახევრადფაბრიკატისგან“, მათ შორის, ძველი ასფალტისაგან;
- ცხელი ასფალტბეტონის ტრანსპორტირებისთვის.

2. 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, ორმული 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 $+5^{\circ}\text{C}$ -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 ხელსაწყოთა 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 ხელი 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.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ალფიოროვი ვ.ი., საგზაო მასალები ბიტუმური ემულსიის საფუძველზე. ვორონეჟი: ვორონეჟის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, წელი 2003. გვ 1542
2. არტიემევი კ.ა., საგზაო მანქანები. მანქანები საგზაო საფარის მოწყობისთვის. მ.: მანქანათმშენებლობა, წელი 1982. გვ 349
3. აპესტინი ვ.კ., საგზაო სამოსის ნორმატიული და პროექტული მომსახურების ვადის გაყოფა. მეცნიერება და ტექნიკა საგზაო სფეროში. წელი 2011. გვ 1 - გვ 18020
4. ECOCITYGROUP. Процесс инфракрасного ремонта асфальтаю 2009
5. http://www.dor.ru/articles/1/11/yamochnyi-remont-dorogi-tradicionnie_i_novie_metodi. გადამოწმებულია 20.01 2016
6. Зубков А.Ф., Однолько В.Г., Евсеев Е.Ю. ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРЯЧИХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ. 2013 г. Стр 1 – стр 180
7. ბურდულაძე ა.რ., მაღრაძე მ.დ., ყაჭიური ბ.ი., გაბუნია დ. ცივი ასფალტბეტონების გამოყენების პერსპექტივები საგზაო მშენებლობაში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. წელი 2008. შრომები. № 4(470)
8. ბურდულაძე ა.რ., მაღრაძე მ.დ., გაბუნია დ., ყაჭიური ბ.ი., ბაკურაძე ტ.პ. საგზაო საფარის ცვეთამედება. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. წელი 2008. შრომები. № 3(469)
9. ნადირაშვილი პ.ნ., გოგლიძე ვ.მ., ყაჭიური ბ.ი. საგზაო საფარის ზედაპირული დამუშავების მცირე მექანიზაცია. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. წელი 2002. შრომები. №1(440)
10. ძიძიგური მ. საგზაო საშენი მასალები. გამომცემლობა "ტექნიკური უნივერსიტეტი". წელი 2005. გვ 201 – გვ 321.
11. ბურდულაძე ა., ხატიაშვილი ო. ასფალტბეტონის ორმოული შეკეთება. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“. წელი 2016. №4(43). გვ 85 - გვ 90
12. ხატიაშვილი ო., ასფალტბეტონის ორმოული შეკეთება ინფრაწითელი პრაქტიკით. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“. წელი 2016. №4(43). გვ 100 - გვ 103
13. Бурдуладзе А., Хатиашвили О. РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ ДОРОГИ ИНФРАКРАСНЫМ МЕТОДОМ. НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ "CHRONOS" МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ СБОРНИК НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ. . 2017 г. Стр 73 – стр 76

14. Маградзе М.Д., Качиури Б.И., Бакурадзе Т.П., КОНСТРУКЦИЯ ПОЛУЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ ДОРОГ С ИНТЕВСИВНЫМ ДВИЖЕНИЕМ. Georgian Engineering News 3.08
15. Бабков В.Ф., Андеев О.В. Проектирование автомобильных дорог. ч-1. Москва „транспорт,, „Расчет нежестких дорожных одежд. 1979 г. стр. 17-121 стр. 342-351
16. Баринов Е.Н. Основы теории и технологии применения асфальтобетонов на вспененных битумах. 1990 г. Стр 175.
17. Гоглидзе В.М., ПОЛУЖЕСТКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ. Тбилиси. „Мецниереба,, стр 60
18. Костельов М.П. и др. Новый способ уплотнения дорожно-строительных материалов. Автомобильные дороги, 1991 г. № 6, стр 13 – стр 15
19. Радовский Б.С. Расчет толщины пленки в уплотненной асфальтобетонной смеси, Проблемы механики дорожно-строительных материалов и дорожных одежд (Избранные труды). Киев, ООО «Полиграф Консалтинг», 2003 г. Стр 240 – стр 252.
20. ВСН 6-90 ПРАВИЛА ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
21. ВСН 7-89 УКАЗАНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, РЕМОНТУ И СОДЕРЖАНИЮ ГРАВИЙНЫХ ПОКРЫТИЙ
22. СНиП 2.05.02-85 СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ
23. ВСН 38-90 ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ
24. СНиП 3.06.03-85 ПОСОБИЕ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ БИТУМНЫХ ДОРОЖНЫХ ЭМУЛЬСИЙ
25. ВСН 52-89 УКАЗАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ И РАСЧЕТУ УСИЛЕНИЯ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД
26. ВСН 139-80 ИНСТРУКЦИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
27. ВСН 197-91 ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД
28. ГОСТ 22245-90 БИТУМЫ НЕФТЯНЫЕ ДОРОЖНЫЕ ВЯЗКИЕ
29. ГОСТ 9128—97 СМЕСИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ, АЭРОДРОМНЫЕ И АСФАЛЬТОБЕТОН
30. ГОСТ 31015-2002 СМЕСИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ И АСФАЛЬТОБЕТОН ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЕ. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

31. Cross S.A. Cold in-place recycling pavement rutting prediction model using grey modeling method Du, J.C. , Construction and Building Materials, 21 (5), May 2007 p 921- p 927
32. Kanhal P.S., Mallick R.B. Development of Rational and Practical Mix Design System for Full Depth Reclaimed (FDR) Mixes. University of New Hampshire. Final Report. 2002. P 1 - p 103.
33. Development of a rational and practical mix design system for full depth reclaimed (FDR) mixes. November 22, 2002.
34. Foamed Asphalt Gains New Attention in Cold In-Place Recycling. Better Roads, July 2004.
35. Rebuilding by Reclaiming– the FDR Process. Better Roads, July 2001.
36. King, G., Kadrmas A., Thomas T., Welborn D., and Zeng Yun. Applying Performance-Related Tests and Specifications to Cold Recycling , 2004
37. Symposium Recycling of Asphalt Pavement. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 49, 1997, p 685- p 802.
38. Clifford Richardson, The Modern Asphalt Pavement (New York, 1905).
39. ხატიაშვილი ო., ასფალტბეტონის საგზაო სამოსის ორმოული შეკეთების უახლესი ტექნოლოგია ინფრაწითელი გამოსხივებით. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“. წელი 2017. №3(46). გვ 83 - გვ 86

დანართი

საგზაო სამოსის რეაბილიტაცია ინფრაწითელი გამოსხივებით საქართველოში

გამომდინარე იქიდან, რომ ინფრაწითელი მეთოდით ასფალტობეტონის შეკეთება გამოყენებულია მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში, ხოლო საქართველოში ჯერ კიდევ არ ჩატარებულა, აუცილებელია, დადგენილ იქნას საფარის რეაბილიტაციის პროცესზე მოქმედი ფაქტორები და ტექნოლოგიური თავისებურება საქართველოს პირობებისა და რეალობის გათვალისწინებით.

შპს „ბლექსიგრუპის“ ტექნიკური მხარდაჭერით ჩვენ შევძელით, წარმატებით ჩაგვეტარებინა ასფალტობეტონის საფარის ორმოული შეკეთების პროცესი ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით. სამუშაოები ჩატარდა 2016 წლის 9 დეკემბერს. ვაკე - საბურთალოს რაიონში, ქავთარაძისა და ვაჟა-ფშაველას ქუჩების შემაერთებელ გზაზე. გზის საფარი, მიუხედავად მრავალგზის ჩატარებული ორმოული შეკეთებისა, იყო ძლიერ დაზიანებული, უმრავლეს ადგილას ასფალტბეტონი გამოფიტული. ხასიათდებოდა მრავლობითი ორმოებით, გრძივი, განივი და ბადისებრი ბზარებით. ჩვენ მიერ ჩატარდა ცალკეული მონაკვეთების შეკეთება, რომლებიც გამოირჩეოდა ძლიერი დაზიანებით. აღსანიშნავია, რომ სარეაბილიტაციო სამუშაოების მიმდინარეობისას უბერავდა ცივი ქარი და ფიქსირდებოდა 2°C ყინვა.

სამუშაოები ჩატარდა შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. მოვნიშნეთ სამუშაო უბანი და ორმო გავაცხელეთ და გავასუფთავეთ დაგროვილი ჭუჭყისგან. ამ შემთხვევაში გამოვიყენეთ კუსტარულად დამზადებული პროპანზე მომუშავე ასფალტის გამაცხელებელი.



2. ინფრაწითელი გამათბობელი დამონტაჟეთ სარემონტო უბანზე და ჩაერთეთ.



3. გამათბობელზე დამონტაჟებული ტემპერატურის მაჩვენებლის საშუალებით ასფალტობეტონის საფარი გავაცხელეთ 190°C -მდე, რის შემდეგაც მოვაცილეთ გამათბობელი და შერბილებული ასფალტობეტონის ზედაპირი გავაფხვიერეთ ფორცხით.



4. გაფხვიერებული ასფალტობეტონის ზედაპირზე მოვაფრქვეით ბიტუმის ემულსია და რეგენერატორიდან დავამატეთ ახალი, ცხელი ასფალტობეტონის ნარევი, რომელიც მოსწორდა შესაბამის ნიშნულამდე.



5. იმისათვის, რომ მომხდარიყო ძველი და ახალი ნაწიბურის ერთმანეთთან იდეალური შერწყმა, ორმოს დატკეპნა დავიწყეთ ნაპირებიდან.



6. ცივი ქარისა და -2°C ყინვის დროს, ძლიერ დაიანებულ და გამოფიტულ ასფალტბეტონის საფარზე, წარმატებით დასრულდა ორმოული შეკეთების პროცესი ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით.



7. ჩვენ ასევე წარმატებით ჩავატარეთ ბზარების ლიკვიდაციის სამუშაო, რომელის ამსახველი ფოტომასალა წარმოდგენილია ქვემოთ.



ზემოთ აღნიშნული სამუშაოების ჩატარებას ესწრებოდნენ შპს „ბლექსიგრუპის“, როგორც ინჟინერ-ტექნიკური, ასევე მუშა პერსონალი. თბილისის მუნიციპალური ლაბორატორიის ზედამხედველი, ტექნიკური უნივერსიტეტის გზების დეპარტამენტის წარმომადგენელი. სამეცნიერო კვლევითი საწარმო შპს „მაგისტრალის“ ლაბორატორიის ხელმძღვანელი და სხვა პირები.

