

გიორგი ბუტიკაშვილი

„ხისტი საგზაო სამოსის დაპროექტება და კვლევა“

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
2015წ.

საავტორო უფლება © 2015 წელი, ბუტიკაშვილი გიორგი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ბუტიკაშვილი გიორგის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი: 2015წ.

ხელმძღვანელი: სრ. პროფ. ა. ნადირაძე

რეცენზენტი: სრ. პროფ. ა. ბურდულაძე

რეცენზენტი: ტ.მ.დ. ვ. კოპალიანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2015 წელი

ავტორი: გიორგი ბუტიკაშვილი

დასახელება: „ხისტი საგზაო სამოსის დაპროექტება

და კვლევა“

ფაკულტეტი: სამშენებლო ფაკულტეტი

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: 9 თებერვალი 2015 წელი

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 ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

თანამედროვე საავტომობილო გზები წარმოადგენენ რთულ საინჟინრო ნაგებობებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაღალი სიჩქარით სხვადასხვა სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობას.

საავტომობილო გზების მშენებლობა განაპირობებს და განსაზღვრავს ქვეყნის პოტენციალს და დონეს, რადგანაც იგი ზრდის ტვირთგადაზიდვების მოცულობებს, რაც დაკავშირებულია ახალი ეკონომიკური პროექტების განხორციელებასთან, მეზობელ სახელმწიფოებთან გაზრდილ ტვირთბრუნვასთან, შიდა სახელმწიფოებრივ სატვირთო გადაზიდვებთან და სხვა. გარდა ამისა, მაღალი სატრანსპორტო ფუნქციები, ქვეყნის ეკონომიკის წარმატებული ფუნქციონირების მნიშვნელოვანი წინაპირობაა.

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

თანამედროვე საავტომობილო ტრანსპორტის გამოჩენამ ახალი მოთხოვნები წაუყენა გზის სავალ ნაწილს, რაც ითვალისწინებს საგზაო ფენილების სიმტკიცისა და სხვა მახასიათებლების მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას, სწორედ ამან განაპირობა გაუმჯობესებული საგზაო ფენილების მოწყობა, რისთვისაც აუცილებელი გახდა როგორც მინერალური (ცემენტი) ასევე ორგანული (ბიტუმი) შემკვრელების გამოყენება.

გაუმჯობესებული საგზაო სამოსი უნდა იყოს მაღალი სიმტკიცის, რათა წინააღმდეგობა გაუწიოს საავტომობილო ტრანსპორტის მოძრაობით გამოწვეულ დინამიკურ დატვირთვებს, გარდა ამისა უნდა გაუძლოს ბუნებრივი ფაქტორების ზემოქმედებას (გაცხელებას მზის სხივებით, გაყინვას და გაღებობას, დატენიანებას ნალექებით, გრუნტის წყლებით და სხვა). მუშაობის ეს თავისებურებები გათვალისწინებული უნდა იქნეს დამპროექტებლების, მშენებლებისა და გზის მოვლა შენახვის სამსახურის თანამშრომლების მიერ, რომლებიც ვალდებული არიან უზრუნველყონ გზის ნორმალური მუშაობა ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

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

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

დისერტაციის მიზანს შეადგენს: ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევების ანალიზის საფუძველზე, შეფასდეს გაუმჯობესებული საგზაო ფენილებისა და ჩქაროსნული ავტომაგისტრალების მოწყობის, კერძოდ, ცემენტობეტონის ფენილების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიები და მათი გაუმჯობესება ახალი სტანდარტების გათვალისწინებით.

ექსპერიმენტული კვლევის ამოცანა:

1. არსებული საგზაო ფენილების მდგომარეობის შესწავლა და თანამედროვე ტექნოლოგიური პროცესების გამოყენებით გაუმჯობესებული ცემენტობეტონის ოპტიმალური შემადგენლობის შერჩევა.
2. საგზაო სამოსის საფუძველისა და დამატებითი ფენების წარმოების ტექნოლოგიის შესწავლა თანამედროვე მასალებისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით.
3. ცემენტობეტონის ფენილების კონსტრუქციები, მათი მოწყობის წესი და თავისებურებანი.

4. თანამედროვე ჩქაროსნული ავტომაგისტრალების მოწყობა, კერძოდ, ცემენტბეტონის ფენილების გამოყენების თანამედროვე ტექნოლოგიები.

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

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

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

მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საშენი მასალების და ნაკეთობების ლაბორატორიაში ჩვენს მიერ შესრულებული იქნა საერთაშორისო მნიშვნელობის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზისათვის B 10/15, B 20/25, B 25/30 და B 30/35 კლასის ბეტონის შედგენილობების დაპროექტება და ლაბორატორიულ პირობებში დადგენა, მათი სიმტკიცეები; ასევე შესწავლილი იქნა მასალები: ცემენტები 400 და 500 მარკის, ქვიშა და ღორღი. სწორედ ეს ბეტონები იქნა გამოყენებული საერთაშორისო მნიშვნელობის E-60 ჩქაროსნული ავტომაგისტრალის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის, ალაიანი-იგოეთისა და ხაიში-მესტიის მონაკვეთებზე საავტომობილო გზების მშენებლობისას.

Abstract

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

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

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

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

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

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

Consequently, a high transit functions are an important prerequisite for the successful functioning of the economy.

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

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

Experimental research task is:

1. The study of the road carpet state and due application of modern technological processes selection of improved cement-concrete optimal composition.
2. The study of road surface base and technology of the additional layers processing with application of modern materials and technologies.
3. The cement-concrete carpet structures, their arrangement and features.
4. The arrangement of modern highways, in particular, the modern technologies of application in construction of cement-concrete layers.

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

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

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

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

The application of obtained results: In the laboratory of building materials and items of Georgian Technical University by us were conducted for international importance Tbilisi-

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

შინაარსი

ცხრილების ნუსხა.....	Error!
Bookmark not defined.	
ნახაზების ნუსხა.....	Error!
Bookmark not defined.	
შესავალი.....	14
თავი 1.....	Error!
Bookmark not defined.	
მიმოხილვა.....	12
თავი 2.....	26
2.1. ცემენტბეტონის ფენილების კონსტრუქციები. მათი მოწყობის წესი და თავისებურებანი.....	26
2.1. მაღალი სიმტკიცის ბეტონები სხვადასხვა ქიმიურ დანამატებზე და მათი თვისებები	31
თავი 3.....	34
3.1. ბეტონის სიმტკიცის მახასიათებლების დადგენა ევროპული ნორმების მიხედვით.....	34
3.2. დრეკადი დეფორმაცია.....	38
3.3. ცოცვადობა და ჯდენა.....	39
3.4. საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე და გაჭიმვაზე.....	43
3.5. საარმატურე ფოლადი.....	47
3.5. ფორმაციის მომზადება და ზედაპირული დამუშავება.....	50
3.7. სუბფორმაციის ან ფორმაციის გამოყენება სამშენებლო მექანიზმების გამოყენებით.....	52
3.8. ნაპირდამცავი ყრილები.....	53
3.9. საგზაო სამოსის მოწყობა.....	57
3.10. ფოლადის არმატურა.....	66
3.11. ნაკერიანი რკინაბეტონის ფილები.....	67
3.12. სრიალა ფორმებიანი ბეტონჩამსხმელი მანქანა.....	81
3.13. მოთხოვნები საბოლოოდ დამუშავებული ზედაპირისადმი.....	85
თავი 4.....	91
4.1. ბეტონის საავტომობილო გზების მშენებლობა საქართველოში.....	91
4.2. ქვიშის გამასწორებელი ფენის მოწყობა.....	97
ძირითადი დასკვნები.....	113

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 2.1.....	35
ცხრილი 3.1.....	39
ცხრილი 3.2.....	44
ცხრილი 3.3.....	46
ცხრილი 3.4.....	51
ცხრილი 3.5.....	52
ცხრილი 3.6.....	53
ცხრილი 3.7.....	61
ცხრილი 3.38.....	62
ცხრილი 3.9	65
ცხრილი 3.10.....	68
ცხრილი 3.11.....	77
ცხრილი 3.12	87
ცხრილი 4.1.....	109

ნახაზების ნუსხა

ნახ. 1 თეთრი ფენილის კომპოზიციური თხელფენიანი ფენილის სტრუქტურა...	19
ნახ.2 თეთრი კომპოზიციური ფენილის საერთო ხედი, რომელიც ჭადრაკულად განლაგებულია გადასასვლელის მონიშვნის მიზნით.....	20
ნახ.3 ასფალტის მოზაიკის ფენილის ნიმუშის საერთო ხედი.....	21
ნახ. 4 ავტომობილების მოძრაობის ქვეშ ფორმირებული ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილის სტრუქტურის ფრაგმენტი.....	21
ნახ. 5 ასფალტბეტონის ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილის ფრაგმენტის საერთო ხედი.....	22
ნახ. 6 ცემენტ-ქვიშის ხსნარის ღეროების შემცველი ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილის საერთო ხედი.....	23
ნახ.7 სავალი ნაწილის კონსტრუქციის ფრაგმენტი ცემენტობეტონის ფენილით.....	30
ნახ. 8 შეკუმშვისა და გაფართოების ნაკერების სქემა ცემენტობეტონის საგზაო ფილაში.....	31
ნახ.9 ბეტონის ნორმალური პირობები ექსპლუატაციისას ცოცვადობის კოეფიციენტის გამოთვლის მეთოდი.....	42
ნახ.10 კონსტრუქციების გაანგარიშებისას სქემატური თანაფარდობა "მაზვა-დეფორმაციას" შორის.....	44
ნახ.11 შეკუმშული ბეტონის პარალელური დიაგრამა.....	46
ნახ.12 "ნ-ε" ორმაგწრფივი სწორკუთხა დიაგრამა.....	46
ნახ.13 ძაბვების მართკუთხა ეპიურა.....	47
ნახ.14 დამოკიდებულება "მაზვა-დეფორმაციას" შორის შეზღუდული ბეტონისათვის.	48
ნახ.15 ცემენტობეტონის საფარიანი გზების მოწყობის ტექნოლოგიური სქემა.....	98
ნახ.16 საძირკველის მომზადება რელს-ფორმის მიხედვით.....	99
ნახ.17. ცემენტბეტონის ფენილიანი გზის მოწყობის პროცესი "WIRTGEN"- ის ცემენტბეტონის დანადგარით.....	101
ნახ.18. ჩხირების განლაგების და ჩაღრმავების სქემა.....	103
ნახ.19. ბეტონის მოსაპირკეთებელი მანქანის D 376.....	110

ნახ.20. მუშების განლაგება გზის მონაკვეთზე.....	111
ნახ.21. მაღალი ხარისხის ფენილების მშენებლობა საქარველოში.....	114
ნახ.22. თბილისი-სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზა.....	115
ნახ.23. თბილისი -სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზა.....	118
ნახ.24. ხაიში-მესტიის საავტომობილო გზა.....	118
ნახ.25. ქუთაისის შემოვლითი გზა.....	119
ნახ.26. ქუთაისის შემოვლითი საერთაშორისო დანიშნულების გზა.....	119

შესავალი

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

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

დისერტაციის მიზანს შეადგენს: ჩატარებული თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევების ანალიზის საფუძველზე, შეფასდეს გაუმჯობესებული საგზაო ფენილებისა და ჩქაროსნული ავტომაგისტრალების მოწყობის, კერძოდ, ცემენტობეტონის ფენილების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიები და მათი გაუმჯობესება ახალი სტანდარტების გათვალისწინებით.

ექსპერიმენტული კვლევის ამოცანა:

არსებული საგზაო ფენილების მდგომარეობის შესწავლა და თანამედროვე ტექნოლოგიური პროცესების გამოყენებით გაუმჯობესებული ცემენტობეტონის ოპტიმალური შემადგენლობის შერჩევა.

საგზაო სამოსის საფუძველისა და დამატებითი ფენების წარმოების ტექნოლოგიის შესწავლა თანამედროვე მასალებისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით.

ცემენტობეტონის ფენილების კონსტრუქციები, მათი მოწყობის წესი და თავისებურებანი.

თანამედროვე ჩქაროსნული ავტომაგისტრალების მოწყობა, კერძოდ, ცემენტობეტონის ფენილების გამოყენების თანამედროვე ტექნოლოგიები.

მეცნიერული სიახლე: საგზაო ბეტონის ხანგამძლეობისათვის მნიშვნელოვან როლს ასრულებს შემდგომების ხარისხი და გამოყენებული ცემენტის ტექნიკური მახასიათებლები. ამოტომაც თანამედროვე პერიოდში შექმნილია ცემენტები, რომლებიც კარგად ეწინააღმდეგებიან გარემოს მექანიკურ, ფიზიკურ და ქიმიურ ზემოქმედებებს, რომლებზეც ზედაპირულ-აქტიური, მაპლასტიფიცირებელი და ჰიდროფობიზაციური ნივთიერებების დამატებით, კიდევ უფრო იზრდება საგზაო ბეტონის სიმტკიცე და ხანგამძლეობა.

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

ნაშრომში განხილულია საგზაო ფენილებში გამოყენებული ცემენტობეტონის ექსპერიმენტული კვლევების შედეგები, თანამედროვე ტექნოლოგიური პროცესების გამოყენებით. კვლევების შედეგად შერჩეულია ცემენტობეტონის ფენილების კონსტრუქციებში გამოყენებული ნარევის ოპტიმალური შემადგენლობა და შესწავლილია კომპლექსური დანამატების გავლენა ფენილის სიმტკიცესა და ხანგამძლეობაზე.

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

მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენება: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საშენი მასალების და ნაკეთობების ლაბორატორიაში ჩვენს მიერ შესრულებული იქნა საერთაშორისო მნიშვნელობის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზისათვის B 10/15, B 20/25, B 25/30 და B 30/35 კლასის ბეტონის შედგენილობების დაპროექტება და ლაბორატორიულ პირობებში დადგენა, მათი სიმტკიცეები; ასევე შესწავლილი იქნა მასალები: ცემენტები 400 და 500 მარკის, ქვიშა და ღორღი. სწორედ ეს ბეტონები იქნა გამოყენებული საერთაშორისო

მნიშვნელობის E-60 ჩქაროსნული ავტომაგისტრალის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის, ალაიანი-იგოეთისა და ხაიში-მესტიის მონაკვეთებზე საავტომობილო გზების მშენებლობისას.

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

თავი 1

მიმოხილვა

მსოფლიოში ბოლო ორმოცდაათი წლის განმავლობაში მნიშვნელოვნად გაიზარდა საავტომობილო გადაზიდვების მოცულობა, რის გამოც აგებულ იქნა მრავალი ათასი კილომეტრი ახალი გზა. უმეტესი მათგანი უკვე ოც წელზე მეტია ექსპლუატაციაშია და ამოწურეს თავიანთი ხანგამძლეობის ვადა. შესაბამისად სულ უფრო დიდი ძალისხმევაა საჭირო მათი სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლების საპროექტო დონემდე შესანარჩუნებლად. ამის გარდა, იზრდება სატრანსპორტო საშუალებების ტვირთამწეობა. მოძრაობის ინტენსიურობის ზრდა, გაზრდილი ღერძული დატვირთვები და ხანგრძლივი ექსპლუატაცია - ეს ყველაფერი ხელს უწყობს გზების საერთო მდგომარეობის გაუარესებას.

ახალ ათასწლეულში, მრავალი ქვეყანა დგას მსგავსი პრობლემის წინაშე. სულ უფრო მეტი დანახარჯებია საჭირო მათი საავტომობილო გზების ქსელის შესანახად. შედეგად, მცირდება საშუალება ძველი გზების აღდგენისა და ახალი გზების მშენებლობისათვის. ბევრ ქვეყანაში და მათ შორის საქართველოშიც არ ყოფნით ფინანსები საგზაო მეურნეობის აუცილებელი მომსახურებისათვის, რაც იწვევს გზების სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლების სწრაფ გაუარესებას და სატრანსპორტო გადაზიდვებზე დანახარჯების ზრდას. ახალი გზების მშენებლობის ან ძველის მოდერნიზაცია-რეაბილიტაციის პროექტები ხშირად განიხილება მხოლოდ იმ თვალსაზრისით, ამართლებს თუ არა მათი ექსპლუატაციით მიღებული შემოსავალი, კაპიტალ დანახარჯებთან შედარებით.

რეკონსტრუქციის და განვითარების საერთაშორისო ბანკმა აღნიშნა, რომ ნებისმიერი ერის ეკონომიური კეთილდღეობისათვის აუცილებელია ნორმალური ინფრასტრუქტურა და კარგი გზები - მისი სასიცოცხლო მნიშვნელობის ნაწილი. თუ ხელთ არსებული საშუალებები საკმარისი არაა კრიზისიდან გამოსასვლელად, მაშინ უნდა გამოიძებნოს უფრო რენტაბელური მეთოდი გზების აღსადგენად. საჭიროა ინოვაციური გადაწყვეტები მშენებლობის ისეთი ალტერნატიული მეთოდების მოსაძებნად, რომელიც გაზრდიდა არსებული სიმძლავრეების ეფექტურობას და გააიაფებდა გზების მშენებლობა-ექსპლუატაციის ღირებულებას. ასეთ ალტერნატივებს წარმოადგენს ცემენტბეტონის გამოყენება, ასევე ძვრისადმი

მდგრადი კომპოზიციური, ნახევრად ხისტი ფენილების მშენებლობა ასფალტბეტონის გამოყენებით.

ბოლო წლებში საქართველოს საგზაო პრაქტიკაში დამკვიდრდა დაზიანებული ასფალტბეტონის საფარის მოხსნა სპეციალური "ფრეზების" გამოყენებით, რის შედეგადაც მიიღება ძველი ასფალტბეტონის დაქუცმაცებული მასა, რომლის საშუალებითაც, შესაძლებელია აიგოს ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილი.

ცივი ასფალტბეტონებისა და ნახევრად ხისტი ფენილების გამოყენება ხასიათდება მთელი რიგი ტექნიკურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური უპირატესობით, ამდენად წარმოდგენილ ნაშრომში დამუშავებულია ცივი ასფალტბეტონის გამოყენების ხელსაყრელი მეთოდები, ნახევრად ხისტ საგზაო ფენილებში ცივი ასფალტბეტონის, შავი ღორღისა და ფრეზირებული გრანულატის გამოყენების საკითხები, შესაძლოა საგზაო კონსტრუქციების ოპტიმალური ვარიანტების შერჩევა. ცივი ასფალტბეტონების გამოყენება საგზაო მშენებლობაში დაიწყო ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან. ეკონომიკური მოსაზრებებით დამამზადებელი ბაზები ძირითადად განლაგებულია ღორღის ქარხნებში. ქარხნის ძირითადი პროდუქციას წარმოადგენს სხვადასხვა ფრაქციის ღორღი, რომელიც ხმარდება საგზაო მშენებლობას, ხოლო ნარჩენებს- ქვის წვრილი მარცვლები (0-5 მმ).

ცხადია, რომ ამ ნარჩენების გამოყენება ცივი ასფალტბეტონის დამზადებაში დიდი ეკონომიკური და ტექნიკური ეფექტის მომტანია, რადგანაც ერთის მხრივ, ეს ქარხნის ძირითადი პროდუქციის ღირებულებაზე დანახარჯის სახით არ აისახება, მეორეს მხრივ კი იაფი ნედლეულია ცივი ასფალტბეტონის მისაღებად.

ცივი ასფალტბეტონისა და შავი ღორღისთვის ქვის მასალის გამოყენება შეზღუდულია ორგანულ შემკვრელ მასალებთან მიკვრის ხარისხით (განსაკუთრებით ეს ეხება გრანიტის ღორღს), მაგრამ, ჩვენს მიერ ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ცივი ცემენტბეტონის ხარისხს განაპირობებს არა მხოლოდ მინერალური და შემკვრელი მასალების ფიზიკურ-ქიმიური ბუნება, არამედ ასფალტბეტონის სტრუქტურაც. ამასთან დაკავშირებით, ცივი ასფალტბეტონების დამზადებისას გრანიტის ღორღით, აუცილებელია სპეციალურად შევისწავლოთ მისი

ბიტუმით დამუშავების საკითხები, დავადგინოთ მიზანშეწონილი და ეფექტური ტექნოლოგიური მეთოდები. შავი ლორღის დამზადებისას ძირითადი მნიშვნელობა აქვს ბიტუმის ფირფიტის წყალგაუმტარობის უზრუნველყოფის საკითხს, რადგანაც ცალკეულ მინერალურ ნაწილაკებს შორის შემკვრელის როლი შედარებით მცირეა.

არსებულ ლიტერატურულ წყაროებზე დაყრდნობით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გრანიტისგან შავი ლორღისა და ცივი ასფალტის დამზადებისას აუცილებელია გრანიტის თხევად ბიტუმთან მიკვრის გაუმჯობესების მეთოდების გამოყენება.

გრანიტის ნარჩენების, როგორც საწყისი მასალების შესწავლით დაკავებული იყო გ. კოლპაკოვი. მიღებული შედეგების თანახმად, ავტორი იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ ქვის დაშლისგან მიღებული გრანიტის ნარჩენები შეიძლება გამოყენებული იყოს ცივი ასფალტბეტონისათვის, ოღონდ ხარისხიანი კირქვის მინერალური ფხვნილის ან შლაკის დამატებით. სამწუხაროდ, თავისი გამოკვლევების ჩატარების და ცივი ასფალტბეტონის ხარისხის შეფასებისას ავტორი ძალიან მცირე ფიზიკურ-ქიმიური მონაცემებით შემოიფარგლა, მან განსაზღვრა მხოლოდ მშრალი ნიმუშების სიმტკიცე და წყლით გაჯერების დონე +22 და 50°C ტემპერატურის პირობებში.

50-იან წლებში ა. ი. ლისიხინამ და ი. გ. ხანინამ გამოიკვლიეს სხვადასხვა ნიმუშები და მისცეს რეკომენდაციები შემკვრელი მასალების გამოყენებასთან დაკავშირებით.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების ძირითადი ამოცანა იყო პრაქტიკული ღონისძიებების შემუშავება, რომლებიც გრანიტისა და სხვა მთის ქანების ლორღის შავი ლორღისა და ცივი ასფალტბეტონის დამზადებისათვის გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა. ასევე მნიშვნელოვანია შავი ლორღის შემადგენლობის დაზუსტება და დამზადების რაციონალური ტექნოლოგიის დამუშავება.

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

ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილი, რომელიც ასფალტბეტონის ზედა ფენაში ცემენტქვიშის ხსნარს მოიცავს, გამოყენებული იყო საბურავების ჰორიზონტალური დატვირთვის ინტენსიური ზეგავლენის ადგილებში. ასფალტის

მოზაიკა (ნახევრად ხისტი ფენილი), ანუ შავი ღორღის გამაგრებული ფენა, რომელიც თეთრი ცემენტქვიშის ხსნართაა გაჟღენთილი, გამოყენებული იყო ფენების მონიშვნისთვის.

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

მიუხედავად იმისა, რომ ხისტი ელემენტები ნახევრად ხისტი ფენილების გამძლეობის შეფასების დროს იძლევა დრეკადობის თეორიის დებულებათა გამოყენების მნიშვნელოვან საფუძველს, საწყისი პოზიცია მაინც არახისტი საგზაო ფენილების თეორიას უკავია. ამასთან, ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილების მაღალი სატრანსპორტო-საექსპლოატაციო თვისებები ყველა შემთხვევაში საკმაოდ განსხვავდება სხვა ფენილებისაგან ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობის თვალსაზრისით.

ნახევრად ხისტი კომპოზიციური საგზაო ფენილები წარმოადგენს საგზაო ფენილის კონსტრუქციულ ფენას, რომლებიც მომზადდა არახისტი და ხისტი კომპონენტების კომბინირების გზით, ორგანული (ბიტუმის) და მინერალური (ცემენტის) შემკვრელი მასალების გამოყენებით, მათ შორის გამყოფი მკვეთრი ზოლით.

ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენების სტრუქტურა ჩვეულებრივ წარმოადგენს არმირების ელემენტების პლასტიურ გარემოსა და ფაზას. არა ხისტი გარემო (საფუძველი) შეიძლება იყოს ასფალტბეტონის, შავი ღორღის ან სხვა სახის ბიტუმით დამუშავებული მასალა. ხისტი ელემენტები წარდგენილი არის მატრიცებით-გრანულებით, არმირების ქსელებით, პერფორირებული ფენებით, სივრცითი ცხაურების, დისკრეტული ფაზის სხვა სახეობების სახით, ძირითადად ცემენტქვიშის ხსნარის სახით.

ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილები წარმოადგენს არა ხისტი ასფალტბეტონის (ასფალტბეტონის) და ხისტი (ცემენტბეტონის) ფენილების ნაერთს, რომლებსაც აქვთ ორივე ტიპის პოზიტიური სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო თვისებები, მათგან გადამწყვეტია მაღალი მდგრადობა და ხანგამძლეობა.

ასეთი ფენილების ქცევა ვერტიკალური საბურავების დატვირთვის ქვეშ არახისტი ფენილის სახით და ჰორიზონტალური საბურავების დატვირთვის ქვეშ ხისტი ფენილის სახით გვადლევს საშუალებას ვთქვათ რომ ისინი ნახევრად ხისტი ფენილებს განეკუთვნება. ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილების გამოიყენება შეიძლება საავტომობილო გზების სავალი ნაწილის, ქალაქის ქუჩების, აეროდრომების ასაფრენი ბილიკების, სამრეწველო ობიექტების მოედნების და ა.შ. მოსაწყობად. ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილების გამოყენების ეფექტურობა მაქსიმალურად ვლინდება მათი რთული რელიეფისა და ცხელი კლიმატის პირობებში გამოყენებისას, განსაკუთრებით ინტენსიური საბურავების ჰორიზონტალური ზემოქმედების ადგილებში.

ნახევრად ხისტი ფენილების გამოყენება განსაკუთრებით მისაღებია მაშინ, როდესაც ფენილის სიმტკიცის გაზრდის ყველა დანარჩენი საშუალება - კარკასის მრავალ ღორღიანი ნარევები, შემკვრელი ბიტუმები მაღალმოლეკულური დანამატებით, აქტივირებული ქვისა და მინერალური ფხვნილები, ეკონომიკურად არახელსაყრელი და ტექნიკურად არაეფექტურია. მკვრივი ფაზის, არმირების ელემენტების გაზრდილი ამტანურანიაობა შესაძლებელს ხდის ღორღის მდგრადობის, ბიტუმის მინიმალური რაოდენობის შეზღუდვისა და ქვის მასალის გრანულომეტრიული შემადგენლობის მიმართ მოთხოვნების დაწევას. შესაბამისად, ჩნდება ახალი შესაძლებლობები ადგილობრივი ქვის მასალების, ზოგ შემთხვევაში კი არაკონდიციონირებული მასალების ფართო გამოყენებისთვის.

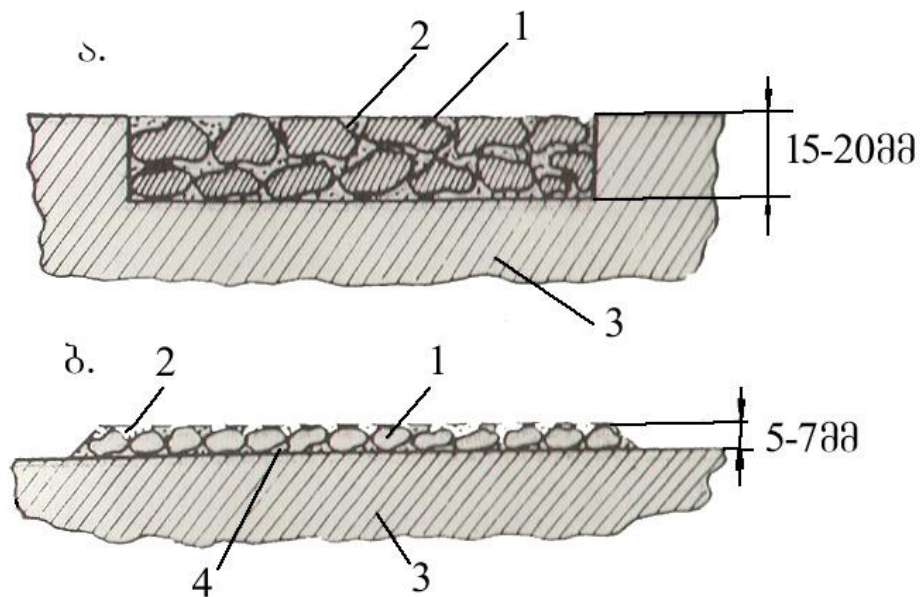
ძირითადი ტექნიკური მოთხოვნები ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილების მიმართ მდგომარეობს მთელი სამუშაო პერიოდის განმავლობაში მაღალი მდგრადობის და მედეგობის ხარჯზე ფენილების სწორი ზედაპირის უზრუნველყოფაში.

ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილების შექმნისა და გამოყენების პრაქტიკული სამუშაოები დაიწყო საქართველოში თბილისის საგზაო მშენებლობის სამმართველომ ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან. პირველი საცდელი

მონაკვეთები თბილისის ქუჩებში 1980წ. იყო აშენებული, რომელიც დეკორატიულ და სავალი ნაწილის მონიშვნის როლს ასრულებდა. "ასფალტის მოზაიკის" საგზაო ფენილის სტრუქტურა ნაჩვენებია ნახ. 1, ფრაგმენტის საერთო სქემა - ნახ. 2.

ასფალტის მოზაიკის დაგებისთვის გამოიყენებოდა შავი ღორღი და თეთრი ცემენტქვიშის ხსნარი. შავი ღორღის დამზადებისათვის გამოიყენებოდა ღია ფერის ქვა, თეთრი კირქვა და თერმოლიტი ღორღის რგოლების ზომებით: 5-7; 7-10; 10-15; 5-15 მმ, ასევე ბიტუმი BH 40/60 და ბიტუმის საცხი, (BH 40/60 ბიტუმისა და შავი ღორღის რგოლების < 0,071 მმ ზომების მქონე მინერალური ფხვნილის ნარევი, მასის 1:1თანაფარდობით).

ცემენტქვიშის ხსნარის მომზადებისთვის გამოიყენებოდა 400 მარკის თეთრი პორტლანდცემენტი, კირქვის ფხვნილი რგოლებით <0,5მმ, მასით 1:2 და პოლივინილაცეტატის ემულსია (ცემენტის მასის 2-3%).



ნახ. 1. თეთრი ფენილის კომპოზიციური თხელფენიანი ფენილის სტრუქტურა: ა - ასფალტის მოზაიკა; ბ - "ზედაპირული დამუშავება": 1 შავი ღორღი; 2- თეთრი ფერის ცემენტქვიშის ხსნარი; 3 - ასფალტბეტონის ფენილის ზედა ფენა; 4 - ბიტუმის საცხი.

ასფალტის მოზაიკაში წვრილი ღორღის გამოყენების დროს ცემენტ-ქვიშის ნაცვლად იყენებდნენ თეთრი ცემენტის ცომს პოლივინილ-აცეტატის ემულსიის დამატებით. ექსპლუატაციის მრავალწლიანი გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ასეთ ფენილებს მაღალი სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლები აქვთ. ნახ. 3

ნაჩვენებია ფენილის ნიმუშის ზედაპირის საერთო ხედი, რომელიც ინტენსიური დატვირთვის ქვეშ 7 წლის მანძილზე იმყოფებოდა.

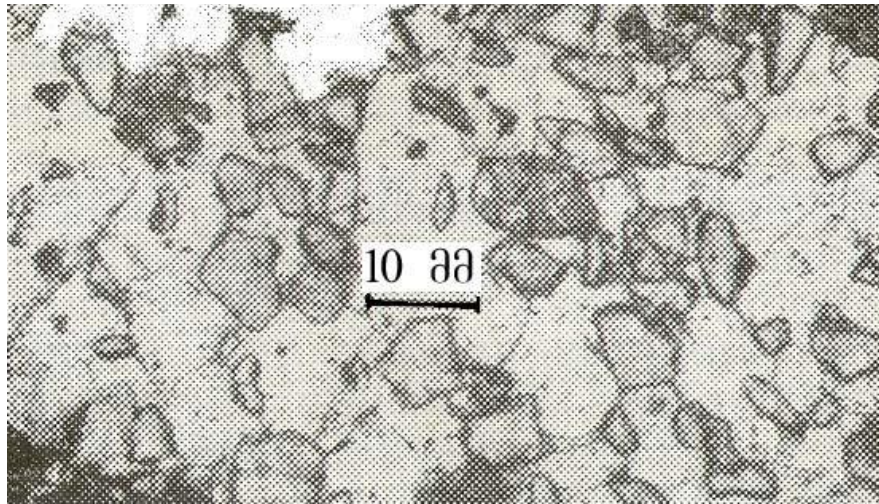


ნახ. 2. თეთრი კომპოზიციური ფენილის საერთო ხედი, რომელიც ჭადრაკულად განლაგებულია გადასასვლელის მონიშვნის მიზნით.

პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ პოლივინილ-აცეტატის ემულსიის მქონე ცემენტქვიშის ხსნარი არის ნაკლებად წყალგაუმტარი მის კომპოზიციურ ფენილებში ზედა ფენის სახით გამოყენების დროს. ზედა ფენისთვის ყველაზე ხელსაყრელია პოლიმერულ-ცემენტქვიშის ხსნარი სინთეტიკური ლატექსის დანამატით. დამახასიათებელია, რომ ცემენტქვიშის ხსნარში აღმოჩენილი მიკროხვრელები საშიშროებას არ წარმოადგენდა. გამოკვლეული იყო მონოლითური ფენილები, რომლებიც ადგილზე იყო დაგებული და ფირფიტებისაგან შედგებოდა (ლაბორატორიულ პირობებში, შემდგომი გახეხვით).

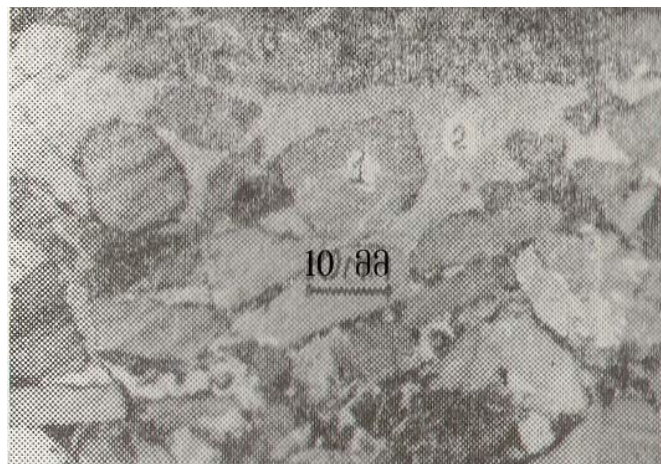
შემდეგ, ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილები, რომლებიც შავი ღორღის ხისტ ფენებს მოიცავდა, გამოიყენებოდა ორფენიანი ასფალბეტონის ფენილის ქვედა შრის სახით. საგზაო ფენილები იგებოდა ქ. თბილისის საქალაქო ტრანსპორტის გაჩერებებზეც. ნახევრად ხისტი ფენილები, ცემენტქვიშის ფენილების ნაცვლად იგებოდა და წარმატებით ექსპლუატაციაში იმყოფებოდა ენგურის ჰიდროელექტ-

როსადგურის მშენებლობის დროს, სადაც ძირითადად "ბელაზ"-ის მარკის სატვირთო მანქანები დადიოდა.



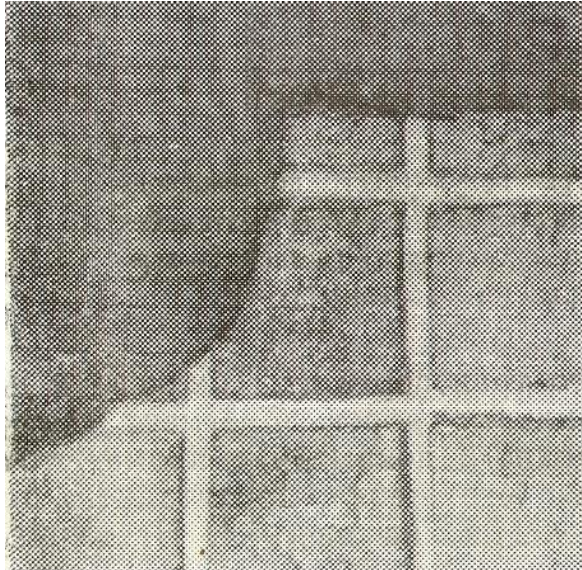
ნახ. 3. ასფალტის მოზაიკის ფენილის ნიმუშის საერთო ხედი, რომელიც 7 წლის ინტენსიური ექსპლუატაციის შემდეგ სავალი ნაწილიდან იყო ამოღებული.

1985 წლიდან ქ. თბილისის ქუჩებში გზებში გამოყენებული იყო ნახევრად ხისტი ფენილების მონაკვეთები შავი ღორღის ცემენტქვიშის ქვედა ფენაში გაჯერების მეთოდის გამოყენებით. დიდი (60% და მეტი) განივი დახრის მქონე მონაკვეთებზე, სადაც მუდმივად ტალღები და დეფორმაციები შეიმჩნეოდა, ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილის დაგების შემდეგ ეს დეფორმაციები აღარ განმეორდა.



ნახ. 4. ავტომობილების მოძრაობის ქვეშ ფორმირებული ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილის სტრუქტურის ფრაგმენტი.

1980 წ. ქ. თბილისის ქუჩებში დაიწყო ნახევრად კომპოზიციური ფენილების საცდელი გამოყენება, რომლებიც ხისტი ელემენტებით (ცემენტქვიშის ხსნარისგან დამზადებული ბადის ფორმით) იყო არმირებული. ცემენტქვიშის ხსნარის ბადე ფენილის ქვედა შრეში იგებოდა ტრაფარეტის მეშვეობით, შემდეგ იტკეპნებოდა ცხელი წვრილრგოლებიანი ასფალტბეტონის ნარევით.



ნახ. 5. ასფალტბეტონის ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილის ფრაგმენტის საერთო ხედი, რომელიც ცემენტქვიშის ხსნარის ბადის სახით არმირებულია ხისტი ელემენტების მეშვეობით.

ქ. თბილისის პირობებში აპრობირებული იყო ნახევრად ხისტი ფენილები, რომლებიც ცემენტ-ქვიშის ღეროებს მოიცავდა.

საფრანგეთში, გერმანიაში, ბელგიაში და სხვა ქვეყნებში ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილების გამოყენების ფართო მასშტაბი [12,13, 14] ადასტურებს მათი პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტიულობას.

მსოფლოში ასეთი ფენილები გამოიყენება მდგრადი საგზაო ფენილების ზედა ფენების დაგებისთვის, ინტენსიური მოძრაობის მქონე ქუჩებში, გზის გადაკვეთებზე, მოედნებზე, სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის ასაფრენ ბილიკებზე.



ნახ. 6. ცემენტ-ქვიშის ხსნარის ღეროების შემცველი ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილის საერთო ხედი, რომელიც 3 წლის ექსპლუატაციის შემდეგ იყო ამოღებული.

ქართველი და საზღვარგარეთის მკვლევარების მრავალი ნაშრომის თანახმად, მინერალური მასალების ორგანულ შემკვრელ მასალებთან ურთიერთქმედების დროს ადსორბციის რთული პროცესები მიმდინარეობს, რომელთა ხასიათი განპირობებულია შემკვრელი მასალის ნახშირწყალბადის შემცველობით, ასევე მინერალური მასალის ხასიათით.

რიგი ავტორებისა, რომლებიც საღებავების, წებოების, ორგანული შემკვრელი მასალების სფეროში მუშაობენ, ამტკიცებენ, რომ ამ ნივთიერებათა ხისტ ზედაპირთან შეკვრის დონე იზრდება საღებავში, წებოში ან შემკვრელ ნივთიერებაში ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების არსებობის დროს.

ეს მართალია, როდესაც შეკვრის ხარისხი წმინდა მექანიკური ძალების ზემოქმედებით მოწმდება, მაგრამ გასათვალისწინებელია ის გარემოება, რომ საგზაო ფენილზე, მოქმედებს ატმოსფერული ფაქტორები, ამიტომ ამ შემთხვევაში გასათვალისწინებელია წყლის ზემოქმედებაც.

მინერალური მასალების წყალგაუმტარობის გაზრდის თვალსაზრისით, საინტერესოა ლ. იასტრებოვას ნაშრომი, რომელმაც ექსპერიმენტალურად დაასაბუთა, რომ ზედაპირულ-აქტიური ნივთიერებების არსებობა ყოველთვის ვერ

უზრუნველყოფს შემკვრელი მასალის მინერალურ მასალასთან შეჭიდულობას. მან დაამტკიცა, რომ იმ შემთხვევაში, თუ გემოასორბციული პროცესების მიმდინარეობა უზრუნველყოფილია, მაშინ მინერალურ და შემკვრელ მასალას შორის ადგილობრივი შეკვრის ძალები უკუქცევადი არ არის, და წყალი ამ შექმნილ კავშირებს ვერ დაარღვევს.

ფიზიკური ადსორბციის პროცესების მიმდინარეობისას, ანუ მოლეკულარული წარმოშობის ძალების ურთიერთქმედების დროს, ადგილობრივი შეკვრის ძალები უკუქცევადია, და მინერალურ და შემკვრელ მასალას შორის შექმნილი კავშირები წყლის მიერ ადვილად დაირღვევა.

საკმაოდ საინტერესოა ავტორის დასკვნა, იმის შესახებ, რომ მინერალურსა და შემკვრელ მასალას შორის ქიმიური ურთიერთობის არარსებობის გამო, ანუ მხოლოდ ფიზიკური ადსორბციის დროს, შემკვრელში პოლარული ჯგუფების შემცველობა უარყოფითად მოქმედებს დამუშავებული მინერალური მასალის წყალგამტარიანობაზე, ანუ, შემკვრელის ჰიდროფილობა აადვილებს წყლის მინერალურ ნაწილაკებში შეღწევას.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ ზოგიერთი ქანებისათვის (მაგ.: გრანიტი), გემოასორბციის პროცესებს ადგილი აქვთ, როდესაც შემკვრელ მასალაში შედის ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები ორგანულ საფუძველზე. ჩვეულებრივ ნავთობის ბიტუმებში ასეთი ნაერთები პრაქტიკულად არ არსებობს, ამიტომაც ბიტუმები გრანიტს ცუდად ეკვრის. ბიტუმებისათვის, როგორც ცნობილია, დამახასიათებელია მჟავე ხასიათის ნივთიერებების არსებობა, ამიტომაც გემოასორბციის პროცესები მხოლოდ მაშინ ვლინდება, როდესაც ძირითადი მინერალური მასალა, რომლებსაც გრანიტი შეიცავს, ქიმიურ რეაქციებში შედის.

ა.ლისიხინასა და ც.ხანიას კვლევებმა გვიჩვენეს, რომ გრანიტი სანავთობო ბიტუმებთან ცუდად ურთიერთმოქმედებს, ამიტომაც მიზანშეწონილია შემკვრელობის გაზრდის მიზნით მოვახდინოთ გრანიტის წინასწარი ჰიდროფიზაცია პროდუქტებით, რომლებიც ორგანული საფუძველების მაგვარ ნაერთებს შეიცავს. ასეთი ნაერთები, როგორც ცნობილია, შედის ქვანახშირის, ტორფის, ხის კუპრში, ქვანახშირის ქვიშაში. ამ პროდუქტების გამოყენება

ეფუძნებოდა იმ მოსაზრებას, რომ მათი გრანიტის ზედაპირთან კავშირი უზრუნველყოფილი იქნება გემოასორბციული პროცესების ხარჯზე.

ნებისმიერი ამ პროდუქტის არაპოლარული ნახშირბადის ნაწილი გარე გარემოზე იქნება ორიენტირებული, და ბიტუმით დამუშავების დროს ის თავისი პოლარული ნაწილით მას შეუერთდება.

გრანიტის წინასწარი ჰიდროფობიზაციასთან ერთად, გამოკვლეულია ჰიდროფობიზაციის სხვა მეთოდიც, რომლის თანახმად გრანიტის ზედაპირზე იქმნება მაღალმოლეკულარული ორგანული ნივთიერებების ფირფიტა. ასეთი ფირფიტები მიიღება ორგანული ნივთიერების გრანიტის ზედაპირზე დაწვის გზით, ამასთან, ფირფიტა ამ ზედაპირზე თანაბრად უნდა იყოს გადანაწილებული. ასეთი წინასწარი დამუშავებისთვის გამოიყენება არა მხოლოდ ზედაპირულ-აქტიური, არამედ არა აქტიური ნივთიერებები - თხევადი ბიტუმი, ნავთობი, მაზუთი, და ა.შ. რადგანაც ამ შემთხვევაში ჰიდროფობიზაციის ეფექტი გრანიტის ზედაპირზე მაგარი მაღალმოლეკულარული ორგანული ნაერთების შექმნაში მდგომარეობს.

ლიტერატურაში არის მითითებები იმის შესახებ, რომ დოლში ნავთობის სრული დაწვის შედეგად მინერალური ნაწილაკების ზედაპირზე შეიქმნება აფსკი, დარჩენილი ნავთობი კი ილექება.

ლატვიის მეცნიერებათა აკადემიაში, შემდგომ კი საწარმოო გამოკვლევებში მუტინს და ბელიაევს მინერალური მასალის ჰიდროფობიზაციის მიზნით 4 სპეციალური დანამატი შეჰქონდათ (ქვიშა, ტორფის კუპრი). ჰიდროფობიზაცია ტარდებოდა ზედაპირულ-აქტიური ნივთიერებების ადსორბციის შედეგად, დამატებების 150°C-მ გაცხელების დროს.

ცნობილია ასევე გრანიტის ზედაპირის კირქვით წინასწარი დამუშავების მეთოდი, რომელიც ლისიხინმა და ხანიანამ ლაბორატორიულ პირობებში ჩაატარეს. ეს მეთოდი გრანიტის ზედაპირის თვისებების შეცვლას ეფუძნება, გრანიტის ზედაპირის კირქვის რძით დამუშავების გზით.

ცხადია, რომ გრანიტის ნავთობის ბიტუმთან მიკვრის გაუმჯობესებას დიდი მნიშვნელობა აქვს შავი ღორღის ხარისხის გაზრდისთვის, მაგრამ თუ პირველ შემთხვევაში ეს გაუმჯობესებული ფენილების დაგების დროს ამ მასალის გამოყენებას ზღუდავს, მაშინ ცივი ასფალტბეტონისთვის მისი მაღალი ხარისხის მიღწევის საკითხი უფრო რთულია. სამწუხაროდ, ასფალტბეტონის ამა თუ იმ ტიპის

სტრუქტურული თავისებურებები დღემდე კარგად შესწავლილი არ არის, მაგრამ ბევრ ნაშრომში აღნიშნულია ასფალტბეტონის სტრუქტურის დიდი მნიშვნელობა მდგრადი, მკვრივი საგზაო ფენილის მისაღებად. ასე მაგ. ც.ხანიას მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ძალიან მნიშვნელოვანია არა მარტო ასფალტბეტონის მინერალურ ნაწილში წვრილი ნაწილაკების რაოდენობა, არამედ მათი რგოლების ფორმაც. საკუთარი გამოკვლევების საფუძველზე ავტორი ასკვნის, რომ ასფალტბეტონის ყველაზე მკვრივი სტრუქტურა შეიძლება მივიღოთ მინერალური ფხვნილების ორი ნაირსახეობის გამოყენების საფუძველზე:

1. ნაწილაკების მრგვალი ფორმის ფხვნილები;
2. რგოლების არასწორი ფორმის ფხვნილები.

ფხვნილების პირველ ჯგუფებს მიეკუთვნება: დეკომიტის მინერალური ფხვნილი, წყალი, დაფხვნილი კირქვა, ლიოსი, თიხნარი.

მეორე ჯგუფს - კვარცი, მინა, ქვის მტვერი /რომელიც შერეული შემადგენლობის მაგარი რიყის ქვის დაშლის გზით მიიღება/.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ გრანიტის ნარჩენები, რომლებიც ცივი ასფალტბეტონის დამზადებისთვის გამოიყენება, არის მაგარი მთის ქანის დაშლის პროდუქტი, მაშინ უნდა ვივარაუდოთ, რომ მათში წვრილი ფრაქციების უკმარისობა იქნება, ამასთან, წვრილ ფრაქციებს ნაკლებად განვითარებული ზედაპირი ექნებათ, ცალკეულ ნაწილაკებს კი - ფირფიტოვანი ფორმა და მინისებრი ზედაპირი. ცხადია, რომ ამ თავისებურებების გამო, საკმარისი სიმტკიცის მქონე ცივი ასფალტბეტონის ნარევი ვერ მიიღებოდა.

ადრინდელმა ლაბორატორიულმა კვლევებმა გვიჩვენეს, რომ ცივი ასფალტბეტონი დაბალი სამკვრივისაა და ადვილად იცვითება. წვრილდისპერსიული მასალის შემცველობის ზრდა და შესაბამისი ხარისხის უზრუნველყოფა, ასფალტბეტონის სტრუქტურის შექმნის თვალსაზრისით, შეიძლება მიღწეული იყოს მინერალური ფხვნილის დამატებით, რომელსაც აქვს კარგად განვითარებული ზედაპირი და ასფალტბეტონის ყველაზე მკვრივი სტრუქტურის უზრუნველყოფის შესაძლებლობა. ცხელ ასფალტბეტონში გამოყენების მრავალწლიანი პრაქტიკით დადასტურებულია, რომ ყველაზე მაღალხარისხიანი მინერალური ფხვნილია მაგარი სიმტკიცის მქონე კირქვის ნაფქვავის პროდუქტი.

ბოლო წლებში საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა სახის მინერალური ფხვნილები. ამიტომ ცივი ასფალტბეტონის გამოკვლევისათვის საინტერესოა ასევე კირქვის და ლიოსის მაღალხარისხიანი მინერალური ფხვნილის გამოყენების შემოწმება.

ცივი ასფალტბეტონის სტრუქტურა ცხელ ასფალტბეტონთან შედარებით გამოირჩევა დიდი ფორიანობით, ნარევში ბიტუმის ნაკლები შემცველობით (შესაბამისად ბიტუმის აფსკის მცირე სისქით) და ბიტუმის ნაკლები სიბლანტით. ეს თავისებურებები განაპირობებს ცივ ასფალტბეტონში ნაკლებად მკვრივი სტრუქტურული კავშირების შექმნას, რაც აისახება მის ნაკლებ სიმტკიცეში და წყალმედევობაში.

როგორც ცივი, ასევე ცხელი ასფალტბეტონის სიმტკიცე დამოკიდებულია შიდა ხახუნისა და შეჭიდულობის ძალების სიდიდეზე. შიდა შეჭიდულობის სიდიდე ძირითადად განპირობებულია მინერალური მასალის ნაწილაკების ზედაპირის ზომით, ფორმითა და ხარისხით, ასევე ბიტუმის რაოდენობით და სიბლანტით. ამასთან, ბიტუმი ამცირებს ასფალტბეტონის შიდა შეჭიდულობას.

როგორც უკვე ავღნიშნეთ, ცივ ასფალტბეტონის ნარევში ბიტუმის რაოდენობა მცირე ცხელ ასფალტბეტონთან შედარებით, შესაბამისად მცირეა ბიტუმის აფსკის სისქე. ამ შემთხვევაში მინერალურ ნაწილაკებს შორის შიდა ხახუნის როლი მნიშვნელოვნად იზრდება. შედარებით მაღალი შიდა ხახუნის გამო ცივი ასფალტბეტონები გამოირჩევიან ძვრისადმი მდგრადობით. საგზაო ფენილების მუშაობაზე დაკვირვებებმა გვიჩვენებს, რომ ცივი ასფალტბეტონის ფენილებზე პრაქტიკულად არ წარმოიქმნება ტალღები და ძვრები.

ასფალტბეტონში შეჭიდულობის სიდიდის განხილვისას, გასათვალისწინებელია, რომ ამ კონგლომერატულ მასალაში შეჭიდულობა უზრუნველყოფილია ძირითადად შემკრავი მასალით - ბიტუმით. ცნობილია, რომ შეჭიდულობის სიდიდე, სხვა თანაბარ პირობებში, დამოკიდებულია ბიტუმის სიბლანტეზე და მინერალური ნაწილაკების ზედაპირზე ბიტუმის აფსკის სისქეზე. რაც უფრო დიდია ბიტუმის სიბლანტე, მით დიდია შეჭიდება. ნარევში ბიტუმის რაოდენობის გაზრდა გარკვეულ დონემდე, ზრდის ასფალტბეტონის შეჭიდულობას, მაგრამ ბიტუმის ზედმეტი დოზით გამოყენება იწვევს შეჭიდულობის შემცირებას. ცივ ასფალტბეტონში ბიტუმის სიბლანტე და მისი რაოდენობა იზღუდება ცივი ასფალტბეტონის ფხვიერ

მდგომარეობაში ხანგრძლივად შენახვის პირობით და ცივ მდგომარეობაში დაგების პირობით. დიდი სიბლანტის ბიტუმის გამოყენებისას, მისი ისეთი რაოდენობით შეყვანა, რომელიც უზრუნველყოფს ცივი ასფალტის მაქსიმალურ სიმტკიცეს გამოიწვევს ასფალტბეტონის ნარევის ცალკეული ნაწილაკების ერთმანეთთან მიეკვრას მისი შენახვის პროცესში, რის გამოც მისი ფენილში დაგება პრაქტიკულად შეუძლებელი ხდება. მაშასადამე, ბიტუმის სიბლანტის ხარჯზე ცივი ასფალტბეტონის შეჭიდულობის გაზრდა შეზღუდულია ამ მასალის შენახვისა და გამოყენების თავისებურებებით. ცივ ასფალტბეტონში შემკვრელის მინიმალური რაოდენობისა და მისი სიბლანტის დადგენა ნაკარნახევია ასფალტბეტონის ნარევი საკმაოდ მაღალი შეჭიდულობის შექმნის პირობით, რომელიც ფენილში მასალის მდგრადობასა და სიმტკიცეს უზრუნველყოფს.

ასფალტბეტონში შიდა შეჭიდულობის სიდიდის განსაზღვრა საკმაოდ რთულია, რადგანაც ასფალტბეტონი ისეთი მასალებისგან შედგება, რომლებსაც სხვადასხვა ფიზიკური და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები გააჩნიათ.

გამოცდის თანამედროვე მეთოდები არ იძლევიან ასფალტბეტონის შიდა ხახუნისა და შეჭიდების აბსოლიტური მნიშვნელობების დადგენის შესაძლებლობას.

ასფალტბეტონის შიდა შეჭიდულობის სიდიდეზე ყველაზე სწორი წარმოდგენა შეიქმნება მისი ძვრაზე გამოცდით. რომლის მიახლოებითი მნიშვნელობაა, მაგრამ გარკვეული მიახლოებით ძვრაზე გამოცდა შეიძლება შეიცვალოს კუმშვაზე გამოცდით. როგორც ცნობილია, შეკუმშვა ცილინდრიული ობიექტის რთულ დაძაბულ მდგომარეობას იწვევს, რამდენადაც ერთდროულად წარმოიქმნებიან მკუმშავი, გამჭიმვი და ძვრის ძაბვები. ნიმუშის შიგნით, დახრილი სიბრტყით მოქმედებს მაქსიმალური ძხები ძაბვები, რომლებიც ძვრის დეფორმაციას იწვევს. ცხადია, რომ ძვრისადმი მდგრადობა ამ შემთხვევაში განპირობებულია შიდა შეჭიდების სიდიდით, მაგრამ პრაქტიკულად რაოდენობრივი თანაფარდობის დადგენა სხვადასხვა სახის დაძაბულობას შორის შეუძლებელია. დაძაბული მდგომარეობის ანალიზი გართულებულია ნიმუშის ზედაპირსა და დგუშის ზედაპირს შორის არსებული ხახუნით.

ასფალტბეტონში შეჭიდულობის სიდიდე სიზუსტის მაღალი დონით შეიძლება იყოს განსაზღვრული, ასფალტბეტონის გაჭიმვაზე შემოწმების დროს.

სავარაუდოა, რომ ცილინდრიული ნიმუშის გაჭიმვის დროს, გაწყვეტა დახრილ სიბრტყეზე ხდება, მხები და ყველაზე საშიში ნორმალური ძაბვების შეფარდების დროს. შეჭიდულობის განსაზღვრისათვის საჭიროა ცილინდრიული ნიმუშის გაწყვეტა ღერძის პერპენდიკულარულ სიბრტყეზე. იმ შემთხვევაში, თუ ცივი ასფალტბეტონის შეჭიდულობა საკმარისი არ არის, ის მონოლითური ვერ გახდება და მის ცალკეულ ნაწილაკებს შორის კავშირები სუსტია. შედეგად ასეთ ცივი ასფალტბეტონს აქვს დაბალი ცვეთაგამძლეობა.

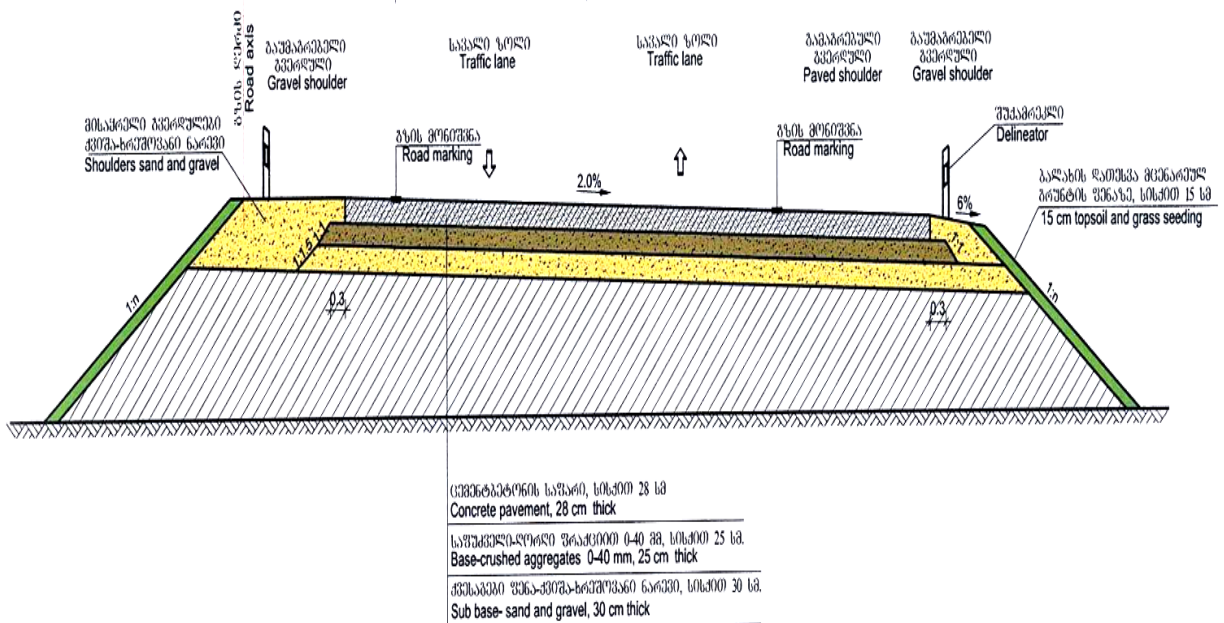
თუ გავითვალისწინებთ, რომ ცივი ასფალტბეტონი არის ნაკლებად წყალგაუმტარი მასალა, ვიდრე ცხელი ასფალტბეტონი, მისი მექანიკური თვისებების განსაზღვრა უნდა მოხდეს მშრალ და წყლით გაჯერებულ ნიმუშებზე. ცივი ასფალტბეტონის ხარისხის საერთო შეფასება უნდა მოხდეს მისი მექანიკური თვისებების შეფასებით, ანუ სიმტკიცით კუმშვაზე და გაჭიმვაზე, ცვეთამდეგობის მაჩვენებლით, ასევე ნარევის ფიზიკური თვისებების (ფორიანობა, წყალგაჯერება) შეფასების საფუძველზე.

2.1. ცემენტბეტონის ფენილების კონსტრუქციები.

მათი მოწყობის წესი და თავისებურებანი

ერთფენიანი ცემენტბეტონის ფენილები ჩვეულებრივ ეწყობა სისქით 18-24 სმ. საერთო სარგებლობის საავტომობილო გზებზე. რკინაბეტონის ფენილების სისქე ჩვეულებრივ ბეტონის ფენილებთან შედარებით, შემცირებულია 10-20 %-ით, ხოლო წინასწარ დაძაბული სიმბეტონის ფენილების სისქე, რკინაბეტონის ფენილებთან შედარებით შემცირებულია 15-25 %-ით.

გზის სავალი ნაწილის კონსტრუქცია ცემენტბეტონის ფენილით, ნაჩვენებია ნახ.7-ზე.



ნახ.7. სავალი ნაწილის კონსტრუქციის ფრაგმენტი ცემენტბეტონის ფენილით:

- 1 – ცემენტბეტონის ფენა; 2 – გამასწორებელი ქვიშის ფენა; წვრილი ხრემის ან ბიტუმით დამუშავებული ქვიშის; 3- ფუძე (ლორღის, ხრემის, ცემენტით ან ბიტუმით დამუშავებული); 4 – ფუძის დამატებითი; სადრენაჟო ფენა (ლორღის, ხრემის ან ქვიშისაგან); 5 – მიწის ვაკისის გრუნტი.

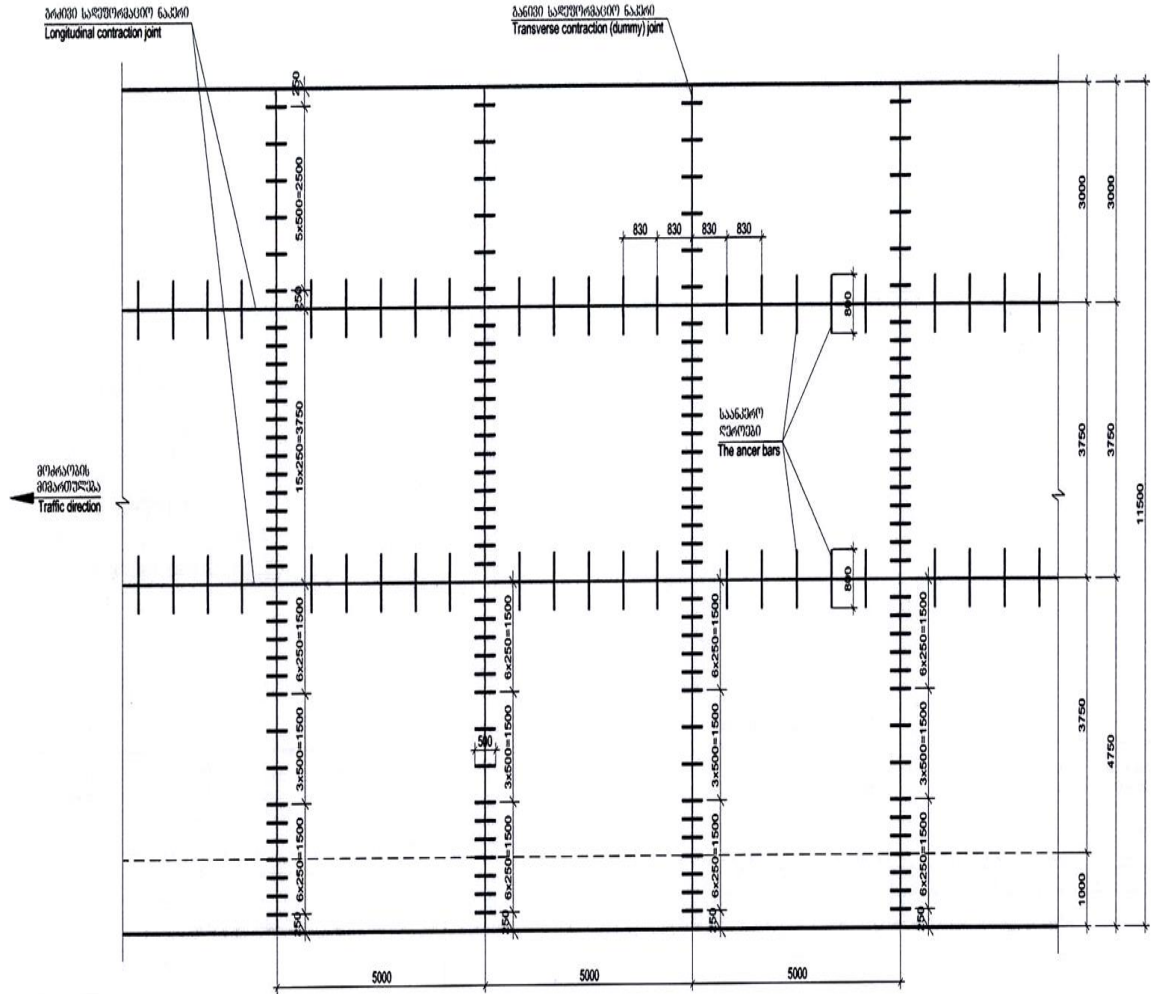
გამასწორებელი ფენა კეთდება მაშინ, როდესაც საფუძველი უსწორმასწოროა და ტემპერატურისაგან ფენილის შემოკლება – დაგრძელების დროს იგი ადვილად გადაადგილდეს ფუძეზე. ფუძის დანიშნულებაა ცემენტბეტონის ფენილის პირობების გაუმჯობესება, მისი თანაბრად დაყრდნობა ფუძეზე და გრუნტის საფუძველზე ვერტიკალური ქვების თანაბრად განაწილება, აგრეთვე ფენის დაბზარვისადმი მდგრადობა და გრუნტის საფუძვლის მუშაობის პირობების გაუმჯობესება. ფუძის დამატებითი ფენა ეწყობა სადრენაჟო ჰიდროსაიზოლაციო და თბოსაიზოლაციო დანიშნულებით.

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

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

გაფართოების ნაკერების ზომა იცვლება ფენილის დაბეტონების პერიოდში, ჰაერის ტემპერატურის და კლიმატის ხასიათის მიხედვით. 1 მ...÷20 მმ –ის ფარგლებში. მმაქსიმალური მნიშვნელობა აიღება რბილი კლიმატის (+100°C – ზე მეტი ტემპერატურის მქონე გარემოში) და უფრო სქელი ფენების დაბეტონების შემთხვევისათვის. შეკუმშვის განივი ნაკერის ზომა აიღება 4-7 მმ –ის ფარგლებში.

სავალ ნაწილზე შეკუმშვისა და გაფართოების ნაკერის განლაგება მოცემულია მე-8 ნახაზზე. ასევე გვაქვს არმირებული ცემენტბეტონის ფენილები, რომელსაც აწყობენ ისეთ გზებზე, სადაც მოძრაობა ინტენსიურია (მეტია 10000 ავტო/დღეში) ან სადაც მოსალოდნელია საფუძვლის დეფორმირება. ფენილის ფილების სიგრძე ასეთ შემთხვევაში, შეიძლება იყოს 10-20მ. არმირებას ვახდენთ ანგარიშით. სიმტკიცის კრიტერიუმად მიღებულია 0.2 მმ-ზე ნაკლები ბზარების წარმოქმნის პირობა. დაარმატურებას ვახდენთ არმატურის ბადით. ბადეს განვალაგებთ ზედაპირიდან 5-სმ სიღრმეზე. Bბადის არმატურის მავთულის დიამეტრი 5-6 მმ-ია, არმატურის ხარჯი 1.5-2.2 კგ/მ²-ზე.



ნახ. 8. შეკუმშვისა და გაფართოების ნაკერების სქემა ცემენტობეტონის საგზაო ფილაში:

- 1- გაფართოების ნაკერი; 2- შეკუმშვის ნაკერი;
- 3-გრძივი ნაკერი; 4- ფილა.

ზოგჯერ ფილის დაარმაურებას ვახდენთ ნაპირებში გრძივად 7 ცალი არმატურის ღეროს (8-12 მმ) გზის ღერძის გასწვრივ ჩაწყობით, ბიჯით 10÷12 სმ-ით. რეკომენდებულია აგრეთვე ფილებში ბადეების მოწყობა მთელ ფართზე. არმატურას განალაგებენ ფილის სიმაღლის ქვედა და ზედა ნაწილში. არმატურის (დიამეტრი 12-მმ) ბადის ზომები შეიძლება იყოს 3X4 ან 3X5 მ. ტემპერატურული ნაკერიდან ბადე გადაცილებული უნდა იყოს არანაკლებ 50 სმ-ით.

წინასწარ დამაბული რკინაბეტონის ფენილისათვის გამოიყენება მაღალი სიმტკიცის არმატურა დიამეტრით 4-5 მმ. არმატურებს შორის ბიჯი აიღება 7-10 სმ. ადაარმატურებულ ფილებში ტემპერატურულ ნაკერებს შორის მანძილი უფრო

მეტია, ვიდრე ცემენტბეტონის ფილებში და განისაზღვრება ანგარიშით. ასაწყობი კონსტრუქციის ცემენტბეტონის (რკინაბეტონის) ფილებს ვაწყობთ ძირითადად ოთხკუთხედური და ექვსკუთხედური ფორმისას. ფილის ზომები შეიძლება იყოს 1X1.5 ან 1X1.75 მ ოთხკუთხედისათვის და 2.3X2.01 მ ექვსკუთხოვანისათვის, რომლის თითოეული გვერდი სიგრძით 1.16 მეტრია. ფილის სისქე განისაზღვრება ანგარიშით. საერთოდ ფილის ზომები განპირობებულია ფილის საერთო წონით, რომელიც შეზღუდული უნდა იქნას სატრანსპორტო საშუალების ტვირთამწეობით. ასაწყობი კონსტრუქციის ფილები ეწყობა სპეციალურ ფუძეზე, რომლის ზედაპირი კარგად უნდა იქნას მოსწორებული სპეციალური შემასწორებელი ფენით (მაგალითად, ცემენტქვიშის ხსნარით).

2.1.მაღალი სიმტკიცის ბეტონები სხვადასხვა ქიმიურ დანამატებზე და მათი თვისებები

ერთგვაროვანი მაღალი სიმტკიცის ბეტონების დასამზადებლად ხშირად გამოიყენებენ სხვადასხვა ქიმიურ დანამატებს ან კიდევ კომპლექსურ დანამატებს (ანუ რამდენიმე დანამატს ერთდროულად). ასეთი დანამატები სრულიად ცვლიან ბეტონის სტრუქტურასა და თვისებებს. მაგრამ ხშირად ეს კომპლექსური დანამატები წარმოადგენენ დეფიციტს და ძვირადღირებულს.

მიუხედავად ამისა, აუცილებელია კომპლექსური დანამატის სწორად შერჩევა. წარმოადგენელია ნომრალურ პირობებში დანამატის გარეშე მაღალი სიმტკიცის ბეტონების დამზადება. Bბოლო ხანებში ყველაზე ეფექტურია სუპერპლასტიფიკატორებისა და მოდიფიცირებული ნახევრად ფუნქციონალური დანამატების გამოყენება. მაგრამ უკანასკნელის გამოყენება ძალიან ძვირად ღირებულია და ამავე დროს საკმაოდ დეფიციტურია. საინტერესოა სუპერპლასტიფიკატორისა და მეტაკაოლინის კომპლექსურ დანამატებზე მიღებული ბეტონის გამოკვლევის შედეგები, რომელიც მოცემულია 2.1 ცხრილში.

ცხრილი 2.1

#	წყ/ც	ცემენტი ს რაოდ.	სუპერ- პლასტ.	მეტაკა- ს რაოდ.	ბეტონის ნარევის თვისებები	სიმტკიცის მახასიათებლ.
---	------	--------------------	------------------	--------------------	---------------------------	---------------------------

		მ ³	%	როლი- ნი	T	წყალშეუ ლ.	ძვრადობა	R ₃ , მპა	R ₂₈ , მპა
1.	0,4	500	0,5	-	55	0.65	5,3	29,9	53,6
2.	0,4	450	0.75	10	147	0,12	2,5	39,2	63,9
3.	0,4	500	-	-	200	0.8	2,8	22,5	30,0
4.	0,35	500	-	-	180	0,7	3,2	25	35

როგორც 2.1 ცხრილიდან ჩანს, ბეტონის ძვრადობა ყველაზე დაბალია ბეტონებში, სადაც ქიმიური დანამატი მეტაკაროლინი არის გამოყენებული გვაქვს კომბინირებული დანამატი: სუპერპლასტიფიკატორი მარკით C-შ და მეტაკაროლინი. Bბეტონის შემადგენლობაში წვრილდისპერსიული დანამატის შეტანა ცემენტის მასის შემცირების ხარჯზე, იწვევს წყალმოთხოვნილობის გაზრდას ნარევეში. ამიტომ კონუსის ჯდენა წყალ/ცემენტის ფაქტორის შეუცვლელად აუცილებელია სუპერპლასტიფიკატორის პროცენტული გაზრდა, ჩატარებულმა ექსპერიმენტულმა კვლევებმა სწორედ ეს დაატურა. ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილ 2.1.

როგორც ცხრილიდან ჩანს ნარევეში მეტაკაროლინის პროცენტულობის გაზრდით (15%) წყალ/ცემენტის ფარდობა მნიშვნელოვნად ახდენს გავლენას ბეტონის სიმტკიცეზე, ვიდრე ამ დანამატის გამოყენებისას დაბალ პროცენტში.

როდესაც გამოყენებულია კომპლექსური დანამატები, კერძოდ, მეტაკაროლინი და სუპერპლასტიფიკატორი მარკით C-3 ბეტონის ნარევის სტრუქტურა იცვლება თუ ორივე დანამატის პროცენტული რაოდენობა მაღალია და ასევე იცვლება ბეტონის სიმტკიცის მახასიათებლებიც.

როგორც ცნობილია, ბეტონის სიმტკიცეზე გავლენას ახდენს ასევე წყლის მოთხოვნილობა, ნარევეში რაც მეტია წყალი, სიბლანტე დაბალია, როგორც საწყის ეტაპზე, ასევე მისი საბოლოო გამაგრებისას. სწორედ, დანამატების გამოყენებით მიიღწევა ბეტონის ნარევეში წყლის შემცირება, ისე რომ არ მოხდეს, შემდგომ ცემენტის ჰიდრატაციისათვის საჭირო რაოდენობის სითხის წყლის არ არსებობა, რაც გამოიწვევს იზოთერმული რეაქციის შედეგად ბეტონში ბზარების გაჩენას. ამ მოვლენას კარგად ასახავდა სიმტკიცის განვითარების მრუდი დაბეტონებიდან ყოველ 3, 7, 14-28 დღეების მიხედვით, რაც მოგვცემდა იმის საშუალებას დაგვედგინა

რამდენად შეიცვალა ბეტონი სტრუქტურა წყლის რაოდენობის შემცირებით და მასში დანამატის შეტანით.

ცხრილ 2.1.-ში მოცემულია ასევე მე-3 და 28 დღის ბეტონის ნარევის სიმტკიცეები, რომელიც შეიცავდა მეტაკაროლინს (15%), წყ/ც ფაქტორია 0.34 - 0.4-მდე და ცემენტის ხარჯი 1მ^3 იყო 500კგ/მ^3 . თუმცა, საწყის ეტაპზე, როგორც ცხრილიდან ჩანს ბეტონის სიმტკიცე საგრძნობლად დაბალია, მაგრამ გამყარების 28-დღეში იგი აღწევს მაქსიმალურს 63,9 მპა. უნდა აღინიშნოს, რომ წყალ/ცემენტის ფაქტორის გაზრდით და მეტაკაროლინის ოპტიმალური პროცენტული შემადგენლობით გამოყენებით შესაძლებელია ბეტონის სიმტკიცის ყველაზე დიდი მაჩვენებლის მიღწევა.

B ბეტონის შემადგენლობაში ასევე მთავარია ნარევი ცემენტის რაოდენობა, რომელიც ასევე ზრდის ბეტონის სიმტკიცეს, ხოლო თუ მასში მეტაკაროლინსაც გამოვიყენებთ ოპტიმალური პროცენტული რაოდენობით (15), მაშინაც შესაძლებელია მაღალი სიმტკიცის თხევადი ბეტონის მიღება, რაც დაადასტურა ჩატარებული კვლევების ანალიზმა.

წარმოდგენილია ცემენტის რაოდენობისა და მეტაკაროლინის % -ლი შემადგენლობის მახასიათებელი მრუდები. Mმე₃ და; 28-ე დღის შედეგებთ. აღსანიშნავია, რომ მეტაკაროლინის 5-7 % -ის მოხმარებისას ცემენტის ხარჯი ბეტონში იზრდება 15-20%, რაც მისი გამოყენების აუცილებლობას უარყოფს, ასევე, ბეტონის სიმტკიცე დაბალია, ვიდრე მისაღები სიმტკიცე კუმშვაზე - 15-25%-ით. ცემენტის $500\text{.....}550\text{ კგ/მ}^3$ ხარჯვისას ბეტონის ნარევი იზრდება ცემენტის ცომის სისქე, რომელიც გამყარებისას ცემენტის ახალ კრისტალებს წარმოქმნის ბეტონის სტრუქტურაში ცემენტის; ცემენტის ცომსა და ქვიშის მარცვლებს შორის შეჭიდულობა მკვეთრად იზრდება, რაც შემდგომში ზრდის ბეტონის სიმტკიცეს კუმშვაზე. B

ბეტონის სიმტკიცეზე ასევე გავლენას ახდენს ქვიშის მარცვლის სიმსხო ანუ მისი დრეკადობის მოდული, მაგრამ დანამატებიანი ბეტონის ნარევი (მეტაკაროლინიანი ნარევი) ეს დიდ გავლენას ვერ ახდენს ბეტონის სიმტკიცეზე, აქაც მთავარია დანამატის პროცენტული რაოდენობა.

ცნობილია, რომ ქვიშის მარცვლის სიმსხოს შემცირებისას ე.ი შეჭიდულობის ზედაპირის გაზრდისას, მუდმივ ცემენტის ხარჯვისას და წყალ/ცემენტის ფარდობის შეუცვლელად იზრდება ბეტონის სიმტკიცე.

განსაკუთრებით ეს ხდება მაშინ, როცა ნარევში არის გამოყენებული ქიმიური დანამატების სხვადასხვა ტიპები. მმაგრამ საკმარისია ამ დროს შეიცვალოს ქვიშის მარცვლის სიმსხო, რაც იწვევს ნარევში დანამატის გაზრდას (კერძოდ ორ სუპერპლასტიფიკატი C-3,) საბოლოოდ, ყველაფერს მივყავართ ბეტონის სიმტკიცის შემცირებასთან.

A ამრიგად, ჩატარებული გამოკვლევების ანალიზმა აჩვენა, რომ მაღალი სიმტკიცის ბეტონის ნარევის მისაღებად აუცილებელია კომპლექსური დანამატების შერჩევა და მათი რაციონალურად გამოყენება, რათა მიღებული იქნას მაღალი სიმტკიცის ერთგვაროვანი სტრუქტურის ნარევი, რომელიც სამშენებლო მოედანზე გამოყენებისას არ მოითხოვს დამატებით, სხვა აუცილებელი ღონისძიებების ჩატარებას. მაღალი სიმტკიცის ბეტონის მისაღებად გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, საჭიროა ნარევის ყველა შემადგენლის სწორად რაციონალური შერჩევა. როგორც ჩატარებული გამოკვლევების ანალიზი აჩვენებს წვრილმარცვლოვანი ქვიშის გამოყენებისას მცირდება ბეტონის შემკვრელთან შეჭიდულობა, რაც იწვევს შემდგომში ასევე რკინაბეტონის კონსტრუქციებში ბეტონსა და არმატურას შორის შეჭიდულობის შემცირებას, საბოლოოდ კი მცირდება კონსტრუქციის ზიდვის უნარი—სიმტკიცე.

M მესამე კომპონენტი, რომელიც თითქმის ასევე მოქმედებს ბეტონის ნარევის სიმტკიცეზე, ესაა - ცემენტი, რომელიც წყალთან ერთად განსაზღვრავს ნარევის ერთგვაროვანი სტრუქტურის ჩამოყალიბებას.

იმის და მიხედვით ბეტონის ნარევისათვის, თუ რა მარკისა და რაოდენობის შემკვრელს გამოვიყენებთ, შესაბამისად, ვღებულობთ ბეტონის სხვადასხვა სიმტკიცეს. ცემენტის ცომი განსაზღვრავს, არა მარტო საბოლოო ნარევის სიმტკიცეს კუმშვაზე, არამედ მოქმედებს ნარევში წვრილი და მსხვილი შემავსებლების განლაგების წესზეც. საკმარისია 1მ^3 -ში ცემენტის ხარჯი 10-15%-ით შევამციროთ, რომ მისი სიმტკიცე 20%-მდე დაეცემა.

A ამრიგად, საბოლოოდ აუცილებელია კონსტრუქციებში, განსაკუთრებით მონოლითური გზების მშენებლობაში გამოყენებული თხევადი მაღალი სიმტკიცის ბეტონების გამოყენებისას, უზრუნველყოფილი იქნას ნარევის ძვრადობა, განსაკუთრებით ტრანსპორტირებისას და კონსტრუქციებში ჩასხმისას.

თავი 3

3.1. ბეტონის სიმტკიცის მახასიათებლების დადგენა
ევროპული ნორმების მიხედვით

ბეტონის კლასი კუმშვის სიმტკიცის მიხედვით მიიღება ცილინდრის ნორმატიული სიმტკიცის f_{CK} ან კუბის სიმტკიცის $f_{cub\alpha}$ 5%-ით შემცირების შედეგად.

სიმტკიცის მიხედვით კლასები ნორმებში ეფუძნება ცილინდრის f_{CK} -ს მახასიათებელ სიმტკიცეს (ნორმატიულს), რომელიც განსაზღვრულია 28 დღის მაქსიმალური მნიშვნელობის $C_{max} = C90/105$ მიხედვით. გაანგარიშებისათვის საჭირო ნორმატიული წინაღობა f_{CK} , რომელიც შეესაბამება მექანიკურ მახასიათებლებს, მოცემულია ცხ.3.1-ში.

ცხრილი 3.1.

ბეტონის სიმტკიცისა და დეფორმაციულობის მახასიათებლები

სიმტკიცის მიხედვით ბეტონის კლასები														ანალიტიკური გამოსახულებები, განმარტებები	
f_{CK}	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{CK,CUBE}$	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm}	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{CK} + 8$ (მგპ)
f_{ctm}	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0,3x$ $f_{ctm} = 0,30x f_{CK}^{2/3} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1 + (f_{cm} / 10)) >$ $> C50/60$
$f_{ctk0,05}$	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk0,05} = 0,7x f_{ctm}$ 5%-ით უზრუნველყოფა.
$f_{ctk0,95}$	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk0,95} = 1,3x f_{ctm}$ 95% -ით უზრუნველყოფა.
E_{cm}	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm}/10)]^{0,3}$
$\epsilon_{cl}(\%)$	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,25	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	$\epsilon_{cl}(\%) = 0,7 f_{cm}^{0,3} < 2,8$ იხ.ნახ.3.2
$\epsilon_{cu1}(\%)$	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	იხ.ნახ.3.2 $f_{CK} \geq 50$ მგპ; $\epsilon_{cu1}(\%) = 2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$
$\epsilon_{e2}(\%)$	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	იხ.ნახ.3.3, $f_{CK} \geq 50$ მგპ; $\epsilon_{e2}(\%) = 2,0 + 0,085(f_{c3} - 50)^{0,53}$ $\epsilon_{e2}(\%) = 2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$
$\epsilon_{cu2}(\%)$	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	იხ.ნახ.3.3 $f_{CK} \geq 50$ მგპ; $\epsilon_{cu2}(\%) = 2,6 + 35[(90 - f_{CK})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	$f_{CK} \geq 50$ მგპ; $n = 1,4 + 23,4[(90 - f_{CK})/100]^4$
$\epsilon_{e3}(\%)$	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	იხ.ნახ.3.4 $f_{CK} \geq 50$ მგპ; $\epsilon_{e3}(\%) = 1,75 + 0,55[(f_{CK} - 50)/40]$
$\epsilon_{cu3}(\%)$	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	იხ.ნახ.3.4 $f_{CK} \geq 50$ მგპ; $\epsilon_{cu3}(\%) = 2,6 + 35[(90 - f_{CK})/100]^4$

განსაკუთრებული შემთხვევის დროს (მათ შორის წინასწარდამბვისას) სპეციალური ცდების მონაცემების მიხედვით აუცილებელია დადგინდეს ბეტონის სიმტკიცე კუმშვისას 28 დღეზე ნაკლები პერიოდისათვის.

თუ ბეტონის სიმტკიცე დადგენილია $t > 28$ დღეზე, აუცილებელია იგი გაიზარდოს კოეფიციენტი $K_1 = 0.85$ -ის გამოყენებით.

თუ აუცილებელია ბეტონის სიმტკიცის დადგენა $f_{CK(t)}$ დროისათვის (მაგალითად: განყალიბების დროს, წინასწარდამაბვის დროს).

$$f_{CK(t)} = f_{cm(t)} - 8(\text{მგპ}) \text{ როცა } 3 < t < 28 \text{ დღეზე};$$

$$f_{CK(t)} = f_{ck} \geq 28 \text{ დღეზე.}$$

უფრო ზუსტი მნიშვნელობა $t \leq 3$ დღეზე საჭიროა დადგინდეს სპეციალური ცდების შედეგად.

ბეტონის სიმტკიცე დამოკიდებულია ცემენტის ტიპზე, ტემპერატურაზე და ტენიანობისპირობებზე. თუ ტემპერატურა 20° -ია და ტენიანობა შეესაბამება EN12390- ის პირობებს, ბეტონის სიმტკიცე კუმშვაზე სხვადასხვა ასაკის დროს შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით:

$$f_{cm(t)} = \beta_{cc}(t) f_{cm} \quad (3.1)$$

$$\text{როცა } \beta_{cc}(t) = \exp \left\{ S \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \quad (3.2)$$

სადაც $f_m(t)$ - ბეტონის სიმტკიცის საშუალო სიდიდე კუმშვაზე t დღის ასაკისას.

f_{cm} -ბეტონის სიმტკიცის საშუალო სიდიდე კუმშვაზე 28 დღის ასაკში.

$\beta_{cc}(t)$ -კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ბეტონის ასაკზე.

t - ბეტონის ასაკი დღეებში.

S - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ცემენტის ტიპზე; $S=0,2$ ცემენტისათვის რომლის კლასია CEM 24.5R, CEM 53.5N და CEM 53.5R(Clacc R); $S=0.35$ ცემენტისათვის სიმტკიცის კლასი CEM32.5R, CEM 42.5N (Clacc N) ; $S=0.38$ ცემენტის სიმტკიცის კლასი CEM 32.5N (კლას S).

ფორმულა (3.1) და (3.2)- ით სარგებლობა არ შეიძლება, თუ ბეტონის სიმტკიცე კუმშვაზე არ შეესაბამება 28 დღის სიმტკიცეს.

თუ გაანგარიშებაში გასათვალისწინებელია ტემპერატურის მომატება ელემენტში, მაშინ უნდა ვისარგებლოთ მეათე თავში მოცემული რეკომენდაციებით.

ბეტონის წინაღობა გაჭიმვაზე შეესაბამება ყველაზე დიდ ძაბვას, რომელიც აღიძვრება ცენტრალური გაჭიმვისას.

თუ სიმტკიცე გაჭიმვისას $f_{ct,sp}$ დადგენილია გახურების მეთოდით, მიახლოებული ბეტონის სიმტკიცის სიდიდე ღერძულ გაჭიმვაზე შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით:

$$f_{ct} = 0.9f_{ct,sp} \quad (3.3)$$

გაჭიმვაზე სიმტკიცის ცვლილება დროში დამოკიდებულია ტენიან არეზე და ელემენტის ზომაზე:

$$f_{ctm} = (\beta_{cc}(t))^{\alpha} * f_{ctm} \quad (3.4)$$

სადაც $\alpha=1$, როცა $t \leq 28$ დღეზე, $\alpha=2/3$ როცა $t \geq 28$ დღეზე

f_{ctm} -ის მნიშვნელობა მოცემულია ცხრილ 3.1-ში.

3.2. დრეკადი დეფორმაცია

ბეტონის დრეკადი დეფორმაცია დამოკიდებულია მის სტრუქტურაზე (ძირითადად შემავსებელზე). სიდიდეები, რომელიც მოცემულია ნორმებში გასათვალისწინებელია საერთო შემთხვევების დროს. ამასთან ისინი საჭიროა დაზუსტდეს, იმ შემთხვევაში, თუ კონსტრუქცია მგრძნობიარეა ზოგადი შემთხვევის სიდიდეებისაგან გადახრების მიმართ.

ბეტონის დრეკადობის მოდული დამოკიდებულია შემავსებლის დრეკადობის მოდულზე. E_{cm} დრეკადობის მოდულის მიახლოებითი მნიშვნელობა (რომელიც მდებარეობს 0 და $0,4f_{cm}$)*, კვარციტის შემავსებელზე მოცემულია ცხრილ 3.1-ში. თუ შემავსებელია ქვიშა ან დანალექი ქანები, დრეკადობის მოდული უნდა შემცირდეს 10÷30%-მდე. თუ შემავსებელი არის ბაზალტი, ამ შემთხვევაში დრეკადობის მოდული იზრდება 20%-ით.

დრეკადობის მოდულის ცვლილება დროში შეიძლება გათვალისწინებულ იქნას შემდეგნაირად:

$$E_{cm}(t) = (f_{cm}(t)/f_{cm})^{0.3} E_{cm} \quad (3.5)$$

სადაც $E_{cm}(t)$ და $f_{cm}(t)$ - დრეკადობის მოდული და ბეტონის კუმშვაზე წინაღობა მოცემულ t -დროში.

E_{cm} და f_{cm} -დრეკადობის მოდული და ბეტონის კუმშვაზე სიმტკიცე 28 დღის ასაკში.

თანაფარდობა $f_{cm}(t)/f_{cm}$ გამოითვლება ფორმულა 3.1 დან. ჰუასონის კოეფიციენტი მიიღება ტოლი 0,2-ის ბეტონისათვის, რომელსაც არ აქვთ ბზარები, და ტოლია 0-ის როდესაც აქვს ბზარები.

თუ არ არის დიდი სიზუსტე საჭირო, ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი შეიძლება მივიღოთ ტოლი $10 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$.

3.3. ცოცვალობა და ჯდენა

ბეტონის ცოცვალობა და ჯდენა დამოკიდებულია გარემოს ტენიანობაზე, ელემენტის ზომაზე და ბეტონის სტრუქტურაზე. ცოცვალობაზე ასევე გავლენას ახდენს ბეტონის ასაკი, როდესაც მასზე პირველად მოედო დატვირთვა, მისი ხანგრძლივობა და დატვირთვის მოდების სიჩქარე. ცოცვალობის კოეფიციენტი $\varphi(t, t_0)$ დამოკიდებულია მხებ დრეკადობის მოდულზე E_c , რომელიც აიღება ტოლი $1,05E_{cm}$. თუ არ არის საჭირო დიდი სიზუსტე, შეიძლება ვისარგებლოთ ცოცვალობის კოეფიციენტის მიხედვით, რომელიც მოცემულია ცხრილ 3.1-ში, იმ პირობით, რომ მკუმშავი ძაბვა ბეტონში არ აღემატება $0,45f_{ck}(t)$, პირველი დატვირთვის t_0 -ასაკის შემთხვევაში).

როცა დრო $t=\infty$ ბეტონის ცოცვალობის კოეფიციენტი $\varepsilon_{cc}(\infty; t)$ მუდმივი კუმშავი ძაბვისას $\bar{\varepsilon}_c$, რომელიც t_0 ასაკის ბეტონზეა მოდებული, ტოლია:

$$\varepsilon_{cc}(\infty; t) = \varphi(\infty; t)_0 \cdot (\bar{\varepsilon}_c/E_c) \quad (3.6)$$

თუ მკუმშავი ძაბვა ბეტონში t_0 ასაკისას აჭარბებს $0,45f_{ck}(t_0)$, მაშინ ცოცვალობა არის არაწრფივი. ასეთი მაღალი ძაბვა შეიძლება იყოს გადატვირთვის შედეგი, მაგალითად, რკინაბეტონის წინასწარდაძაბულ ელემენტებში. ასეთ შემთხვევაში ცოცვალობის არაწრფივობის კოეფიციენტი უნდა გამოითვალოს ფორმულით.

$$\varphi_k(\infty; t_0) = \varphi(\infty; t_0) \exp(1.5(K_0 - 0.45)) \quad (3.7)$$

სადაც $\varphi_k(\infty; t_0)$ -ცოცვალობის არაწრფივი კოეფიციენტი, რომელიც ცვლის $\varphi(\infty; t_0)$ -ს.

k_0 – ძაბვების ფარდობა $\sigma_c/f_{cm}(t_0)$,

σ_c – მკუმშავი ძაბვა;

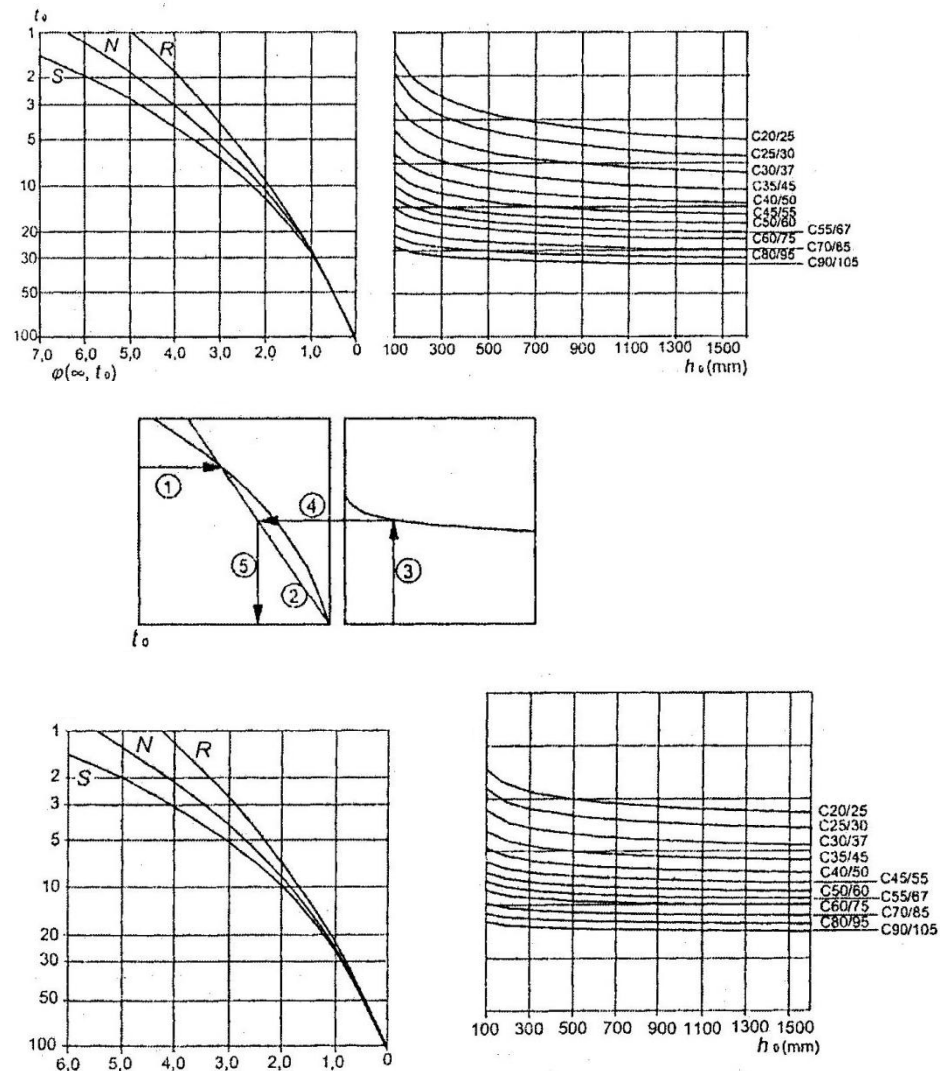
$f_{cm}(t_0)$ –სიმტკიცის საშუალო მნიშვნელობა დატვირთვის დროს.

ნახ.9-ზე მოყვანილი პარამეტრები შეესაბამება ტემპერატურას -40°C და $+40^\circ\text{C}$ საშუალო ფარდობით ტენიანობას $W\%=40\%$ და $W\%=100\%$.

აქ $\varphi(\infty; t_0)$ ცოცვალობის საბოლოო კოეფიციენტი.

$f_c/f_{cm}(t_0)$ - ფარდობითი ძაბვა;

f_c - მკუმშავი ძაბვა.



ნახ.9. ბეტონის ნორმალური პირობები ექსპლუატაციისას. ცოცვადობის კოეფიციენტის გამოთვლის მეთოდი.

$f_{cm}(t_0)$ - დატვირთვის დროს საშუალო სიმტკიცე კუმშვაზე;

t_0 -ბეტონის ასაკი პირველი დატვირთვის დროს;

h_0 -პირობითი ზომა – $2A_c/u$, სადაც A_c -განივი კვეთის ფართობი;

u -კვეთის პერიმეტრი, რომელიც გასაშრობად (გამყარება) არის განკუთვნილი.

S, N და R-ცემენტის კლასი.

ჯდენის მთლიანი დეფორმაცია შედგება ორი კომპონენტისაგან; გამრობის დეფორმაცია და დეფორმაცია გამოწვეული ცემენტის ჰიდრატაციით. გამრობის დეფორმაცია ვითარდება ნელა, სანამ ხორციელდება წყლის მიგრაცია გამყარებულ

ბეტონში. ამასთან მისი ძირითადი ნაწილი ვლინდება ადრეულ ასაკში ბეტონის არევის შემდეგ. ქიმიური ჯდენა შეიძლება აღიწეროს როგორც ბეტონის სიმტკიცის სწრაფი ფუნქცია. ეს აიხსნება განსაკუთრებით ახალგაზრდა ბეტონის ქცევით, მისი შედარებით ძველ ბეტონთან. ჯდენის მთლიანი დეფორმაცია ϵ_{cy} გამოითვლება შემდეგნაირად :

$$\epsilon_{cy} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} \quad (3.8)$$

სადაც ϵ_{cd} -გამოშრობის დეფორმაცია.

ϵ_{ca} -ქიმიური ჯდენის დეფორმაცია.

საბოლოო გამოშრობის დეფორმაციის სიდიდე ϵ_{cd} ტოლია $K_h \epsilon_{cd,0}$.

სიდიდე $\epsilon_{cd,0}$ -აიღება ცხრილი 3.2-დან (აიღება საშუალო მნიშვნელობა ვარიაციის კოეფიციენტის 30%).

ცხრილი 3.2

ბეტონის გამოშრობის ნომინალური თავისუფალი ჯდენა ϵ_{cd} %-ში

f_{ck} $/f_{ck,kyba}$	ფარდობითი ტენიანობა %-ში					
	20	40	60	80	90	100
20/25	0.64	0.6	0.5	0.31	0.17	0
40/50	0.51	0.48	0.4	0.25	0.14	0
60/75	0.41	0.38	0.32	0.2	0.11	0
80/95	0.33	0.31	0.26	0.16	0.09	0
90/105	0.30	0.28	0.23	0.15	0.05	0

გამოშრობის ჯდენის დეფორმაციის განვითარება დროში

$$\epsilon_{cd}(t) = \beta(t, t_s) * K_h * \epsilon_{cd,0} \quad (3.9)$$

სადაც K_h -კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია კვების ზომაზე h_0 , შესაბამისად ცხრილ 3.3- ის მიხედვით.

$$\beta(t, t_s) = \frac{(t-t_s)}{(t-t_s)+0.04\sqrt{h_0^3}} \quad (3.10)$$

სადაც t -ბეტონის ასაკი დღეებში გამოკვლევის დროს.

t_s -ბეტონის ასაკი დღეებში გამოშრობის ჯდენის დაწყებისას.

t_0 -პირობითი ზომა $=2\frac{A_c}{u}$ მმ, სადაც A_c -განიკვების ფართობი;

u -

გამოშრობის პერიმეტრი.

$$\varepsilon_{cd} = -0.85 \left[(220 + 110a_{ds1}) * cxt(-a_{ds2} \frac{f_{cm}}{f_{cmo}}) \right] * 10^{-6} * 1.55 \left[1 - (\frac{RH}{RH_0})^3 \right]$$

სადაც f_{cm} - კუმშვის საშუალო სიმტკიცე მგპ.

$f_{cmo}=10$ მგპ; $a_{ds1} = 4$ N კლასის ცემენტისათვის.

$a_{ds2} = 0,12$ N კლასის ცემენტისათვის.

RH-ფარდობითი ტენიანობა %.

$RH_0=100\%$ ტენიანობა

ქიმიური ჯდენის დეფორმაცია განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით:

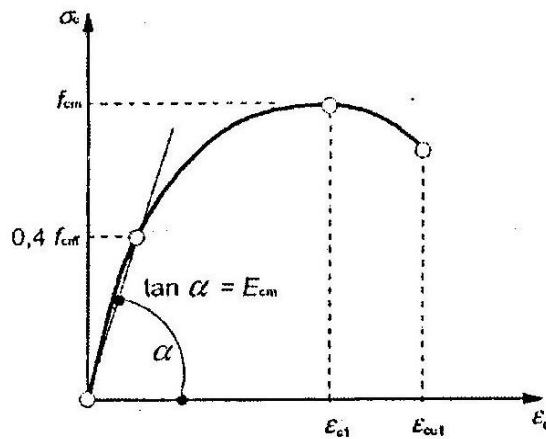
$$\varepsilon_{cu}(t) = \beta_{uv}(t) * \varepsilon_{cu}(\infty), \quad (3.11)$$

$$\varepsilon_{cu}(\infty) = 2.5(f_{ck} - 10)10^{-6} \quad (3.12)$$

$$\beta_{ct}(t) = 1 - cxp(-0.2t^{0.3}) \quad (3.13)$$

სადაც t- დრო, დღეღამის რაოდენობა.

კონსტრუქციის არაწრფივი გაანგარიშებისას ” ძაბვა-დეფორმაციას” შორის დამოკიდებულება ნაჩვენებია ნახ.3,2-ზე.



ნახ.10. კონსტრუქციების გაანგარიშებისას სქემატური თანაფარდობა ”ძაბვა-დეფორმაციას” შორის.

ხანმოკლე დატვირთვისას ეს დამოკიდებულება აღიწერება გამოსახულებით:

$$\frac{\sigma_c}{f_{cm1}} = \frac{K\eta - \eta^2}{1 + (K+2)\eta} \quad (3.14)$$

$$\eta = \varepsilon_c / \varepsilon_{c1}$$

სადაც ε_{c1} - დეფორმაცია მაქსიმალური დატვირთვისას 3.1 ცხრილის შესაბამისად.

$$K=1.05E_{cm}|\varepsilon|/f_{cm}, \quad (f_{cm} - \text{შესაბამისად ცხრ. 3.1})$$

გამოსახულება (3.14) მართებულია თუ $0 < |\varepsilon_c| < |\varepsilon_{c1}|$ ნომინალური

ზღვრული დეფორმაციისას.

კვეთების და სისტემების გაანგარიშებისას შეიძლება გამოყენებული იყოს ნებისმიერი დამოკიდებულება ძაბვასა და დეფორმაციას შორის, თუ ისინი პასუხობენ ბეტონის ქცევას.

K_h -ის მნიშვნელობა (3.9)-ის მიხედვით

ცხრილი 3.3

h_0	K_h
100	1
200	0,85
300	0,75
≥ 500	0,7

3.4. საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე და გაჭიმვაზე

საანგარიშო წინაღობის სიდიდე კუმშვისას განისაზღვრება ფორმულით:

$$f_{cd} = a_{cc} * f_{ck}/\gamma_c \quad (3.15)$$

სადაც γ_c - ბეტონის საიმედოობის კოეფიციენტი.

a_{cc} – კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია შეკუმშულ ბეტონში

ხანგრძლივ

პროცესებზე არასასურველ ეფექტებზე, ასევე დატვირთვის მოდების

ხასიათზე, $a_{cc} = 1,0$.

საანგარიშო წინაღობის სიდიდე გაჭიმვისას განისაზღვრება ფორმულით:

$$f_{ced} = a_{ce}f_{cik,0.05}/\gamma_c \quad (3.16)$$

სადაც γ_c -საიმედოობის კოეფიციენტი ბეტონისათვის.

a_{ce} -კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია შეკუმშულ ბეტონში ხანგრძლივ პროცესებზე, არასასურველ ეფექტებზე, ასევე დამოკიდებულია დატვირთვის მოდების ხასიათზე.

ა) განვიხილოთ ძალაზე გაანგარიშებისას, დამოკიდებულება ძაბვა-დეფორმაციას შორის.

ზემოთ მოყვანილი დამოკიდებულება "ძაბვა-დეფორმაციას" შორის გამართლებულია კარკასების, კოჭების, ფილების, და თალების დაპროექტებისას ძაბვების გადანაწილების გათვალისწინებით. განვიხილოთ ელემენტის გაანგარიშებისას საკმარისია გამოვიყენოთ უფრო მარტივი დამოკიდებულება "ძაბვა-დეფორმაციას" შორის (ნახ.3.3) (შეკლების დეფორმაცია ნაჩვენებია დადებითად).

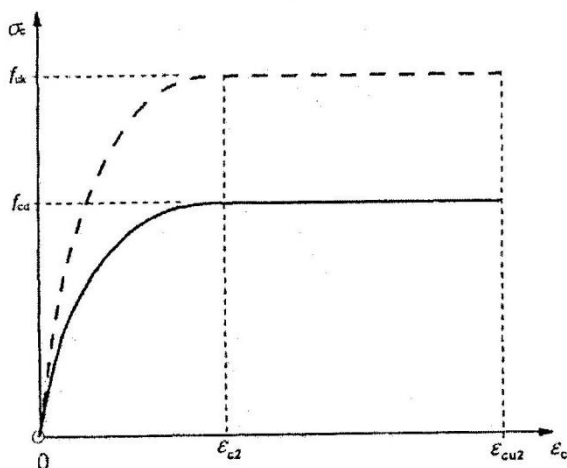
$$\sigma_c = f_{cd} \left[1 - \left(1 - \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c2}} \right)^n \right] \quad \text{როცა } 0 \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{c2}, \quad (3.17)$$

$$\sigma_c = f_{cd} \quad \text{როცა } \epsilon_{c2} \leq \epsilon_c \leq \epsilon_{cu2} \quad (3.18)$$

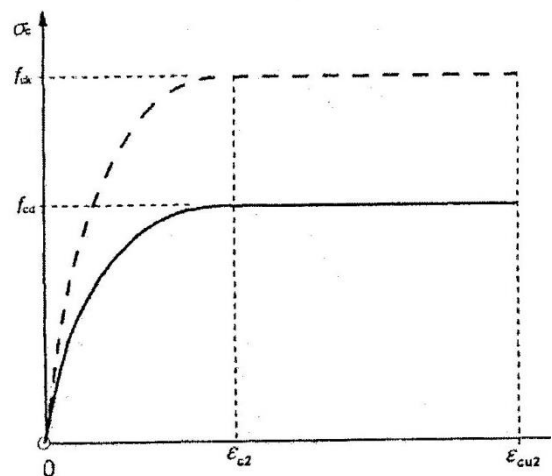
სადაც n -ხარისხის მაჩვენებელია ცხრილი 3.1-ის შესაბამისად.

ϵ_{c2} -დეფორმაცია უმაღლეს წერტილში 3.1-ის შესაბამისი ძაბვისას..

ϵ_{cu2} -ზღვრული დეფორმაცია ცხრილი 3.1-ის შესაბამისად.



ნახ.11. შეკუმშული ბეტონის პარალელური დიაგრამა



ნახ. 12. "ნ-ε" ორმაგწრფივი სწორკუთხა დიაგრამა.

შეიძლება ვისარგებლოთ "ნ-ε" სხვა გამარტივებული დამოკიდებულებით, კერძოდ, ორმაგწრფივი დიაგრამით ნახ.3.4. (მკუმშავი ძალა და ხანმოკლე დეფორმაცია წარმოდგენილია დადებითად) დეფორმაციის სიდიდის ϵ_{c3} , ϵ_{cu3} , შესაბამისად ცხრილი 3.1-ის მიხედვით.

ასევე შეგვიძლია გამოვიყენოთ სწორკუთხა ეპიურის მიხედვით ძაბვების განაწილება (ნახ.3.3) შეკუმშულ ზონაში შეკუმშული ზონის სიმაღლის და შეკუმშული ბეტონის ეფექტური სიმტკიცის დასადგენი კოეფიციენტი, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$\lambda = 0,8 \quad \text{როცა } f_{ck} \leq 50 \text{ მგპ.} \quad (3.19)$$

$$\lambda = 0,8 - (f_{ck} - 50)/400 \quad \text{როცა } 50 < f_{ck} \text{ მგპ.} \quad (3.20)$$

$$\eta = 1,0 \quad \text{როცა } f_{ck} \leq 50 \text{ მგპ.} \quad (3.21)$$

$$\eta = 1,0 - (f_{ck} - 50)/200 \quad \text{როცა } 50 < f_{ck} \text{ მგპ.} \quad (3.22)$$

თუ შეკუმშული ზონის სიგანე იზრდება მაშინ $\eta \cdot f_{cd}$ უნდა შემცირდეს 10%-ით.

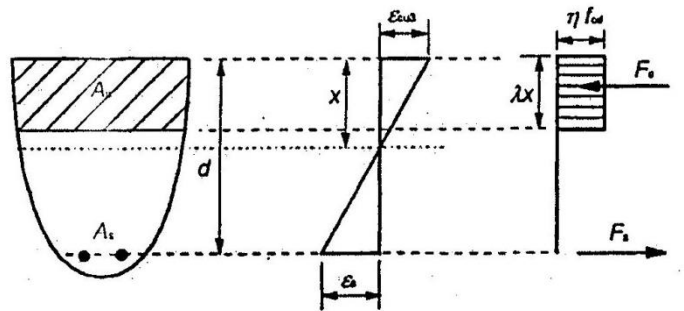
ბ) სიმტკიცე გაჭიმვაზე ღუნვისას:

რკინაბეტონის ელემენტებისათვის საშუალო სიმტკიცე გაჭიმვაზე ღუნვისას დამო-კიდებულია საშუალო ღერძულ გაჭიმვაზე და კვეთის სიმაღლეზე. მის გამოსათვლელად შეიძლება გამოვიყენოთ გამოსახულება:

$$f_{cmt,f1} = \max \left\{ \left(1.6 - \frac{h}{1000} \right) \cdot f_{ctm}; f_{ctm} \right\} \quad (3.23)$$

სადაც h -ელემენტის მთლიანი სიმაღლე

f_{ctm} - საშუალო ღერძული სიმტკიცე გაჭიმვაზე ცხრ.3.1-ის მიხედვით.



ნახ.13. ძაბვების მართკუთხა ეპიურა

თანაფარდობა, რომელიც (3.23)-შია მოცემული, ასევე გამოიყენება გაჭიმვაზე სიმტკიცის მახასიათებლად.

გ) ბეტონის წინაღობა მრავალღერძულ კუმშვაზე.

დეფორმაციის შეზღუდვის გამო იცვლება დეფორმაცია და ძაბვის თანაფარდობა; იზრდება სიმტკიცე და ზღვრული დეფორმაციის სიდიდე. დეფორმაციის შეზღუდვა შეიძლება წარმოიქმნას კავშირების მოქმედების შედეგად, ან განივი მჭიმებისას, რომლებიც იწვევენ პლასტიკურ დეფორმაციას ბეტონზე მუდმივი დატვირთვის მოქმედებისას.

თუ "ნ-ε" თანაფარდობის ზუსტი მონაცემები არ არის, შეიძლება ვისარგებლოდ სიმტკიცისა და დეფორმაციების მახასიათებლებით:

$$f_{ck,c} = f_{ck}(1.000 + 5.0n_2/f_{ck}) \text{ როცა } n_2 \leq 0,05f_{ck} \quad (3.24)$$

$$f_{ck,c} = f_{ck}(1.125 + 2,5n_2/f_{ck}) \text{ როცა } n_{2\text{ბეტონისათვის}} > 0,05f_{ck} \quad (3.25)$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{ck,c}}{f_{ck}} \right)^2 \quad (3.26)$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0.2n_2 / f_{ck} \quad (3.27)$$

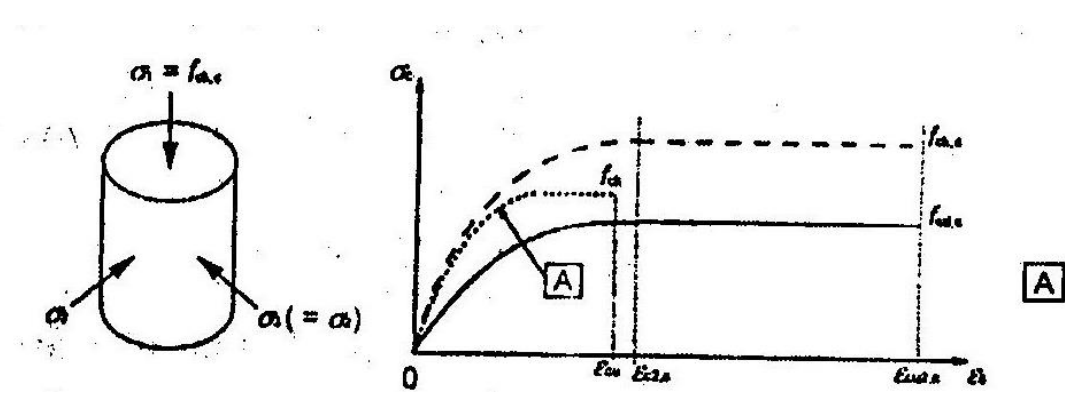
სადაც $n_2(n_2)$ - ეფექტური მუდმივი მკუმშავი ძაბვა ზღვრული მდგომარეობისას ზიდვის

უნარის მიხედვით ULS;

ε_{c2} - და ε_{cu2} - აიღება ცხრილიდან 3.1. მიხედვით.

სხვა მასალის ძირითადი მახასიათებლები გაანგარიშებაში მიიღება უცვლელად.

რეკომენდირებული თანაფარდობა „σ-ε“-ის ნაჩვენებია ნახ.3.6-ზე. (მკუმშავი ძაბვა მიღებულია დადებითად).



ნახ.14. დამოკიდებულება "ძაბვა-დეფორმაციას" შორის შეზღუდული ბეტონისათვის.

A - შეუზღუდავი.

3.5. საარმატურე ფოლადი

ძირითადი მდგომარეობა

აქ მოცემულია მოთხოვნები და წესები არმატურისათვის ღეროს ფორმის, ბაგირის და ტროსების, მათი დამზადების და კარკასის სახეობის მიხედვით.

ისინი არ მიეკუთვნება ღეროებს, რომელიც დაფარულია სპეციალური დაფარვით. მოთხოვნები კარკასის არმატურისათვის მიიღება მხოლოდ პერიოდული პროფილის ღეროებისათვის.

თვისებები

საარმატურე ფოლადის ქცევა განისაზღვრება შემდეგი თვისებებით:

- დენადობის ზღვარი (f_{yk} ან $f_{0.2k}$)
 - ფაქტიური დენადობის ზღვარის მაქსიმუმი ($f_{c,max}$)
 - სიმტკიცე გაჭიმვაზე (f_t)
 - დეფორმაცია (ϵ_{uk} და $f\sqrt{f_{yk}}$)
 - გადაღუნვა
 - შეერთების მახასიათებელი (f_R)
 - კვეთის ზომები და დაშვება
 - ამტანობა
 - შედუღების თვისება
- წინალობა ჭრაზე, სიმტკიცე, შედუღებაზე დაწნული და შედუღებული ბადეებისათვის.

შედუღებისათვის რეკომენდირებული მეთოდები მოცემულია ცხრილ 3.7-ში. გაანგარიშებისათვის და კონსტრუირებისათვის ევროკოდში შესაბამის დონედ მიღებულია დენადობის ზღვარი $f_{yk} = 400 \pm 600$ მგპ.

ღეროების ზედაპირის მახასიათებელი, პერიოდული პროფილი, უნდა აკმაყოფილებდეს ბეტონის შეჭიდულობას.

არმატურა უნდა აკმაყოფილებდეს გადაღუნვის წინალობის მოთხოვნას, მინიმალური ღეროს დიამეტრი გადაღუნვისას მოცემულია ცხრილ 8.1-ში.

ცხრილ 3.4-ში მოცემულია არმატურის თვისებები, რომლებიც გამოიყენება ევროკოდში.

ცხრილი 3.4.

არმატურის თვისებები

პროდუქციის დახასიათება		ღეროები და ბაგირები კონაში			მავთული			მოთხოვნა ხარისხზე %
კლასი		A	B	C	A	B	C	-
დამახასიათებელი სიმტკიცე (დენადობის ზღვარის მიხედვით)		400-დან			600-მდე			5,0
მინიმალური მნიშვნელობა		≥ 1.05	≥ 1.08	≥ 1.15 <1.35	≥ 1.05	≥ 1.08	≥ 1.15 <1.35	1,0
დამახასიათებელი დეფორმაცია მაქსიმალური ძალისას,		≥ 2.5	≥ 5.0	≥ 7.6	≥ 2.5	≥ 5.0	≥ 7.5	1,0
გადაღუნვის თვისება		გამოცდა ღუნვაზე, ღუნვა –გასწორება						
სიმტკიცე ჭრაზე					$0,3A f_{yk}$ (A-მავთული)			მინიმუმი
მაქსიმალური გადახრა მინიმალური მასისაგან (ცალკეული ღეროებით ან ბაგირებით)	ნორმალური ზომა ღეროსი ≤ 8 >8				$\pm 6,0$ $\pm 4,5$			5,0

თვისებები პასუხობენ საექსპლუატაციო პირობებს ტემპერატურის ინტერვალში 40-100⁰, მზა კონსტრუქციებისათვის.

რეკომენდირებული სიდიდეები βf_{yk} მოყვანილია ცხრილ 3.5-ში. β -ს რეკომენდირებული სიდიდე მიღებულია $\beta = 0,6$.

ამტანობა: ნაციონალურ სტანდარტებში შეიძლება იყოს განსაკუთრებული მოთხოვნა ამტანობაზე. რეკომენდირებული თავისებურებები ემყარება შემთხვევებს, როცა არსებობს სტატიკური საწყისი დატვირთვა, ან ამტანობის მაღალი მნიშვნელობა, ან ციკლების რაოდენობა, როგორც ექსპერიმენტების დროს გვხვდება.

შეჭიდულობა: შეჭიდულობის წინააღობა აღნიშნულია f_R , ნაკლებია ვიდრე ზემოთ მოყვანილი, მისი მნიშვნელობა შეიძლება შემცირდეს. რეკომენდირებული შეჭიდულობა უნდა აკმაყოფილებდეს ფორმულებს (3.28) და (3.29), რომელიც დაზუსტებულია ცდების მიხედვით კოჭების გამოცდისას.

$$\tau_m \geq 0.098(80 - 1.2\phi) \quad (3.28)$$

$$\tau_z \geq 0.098(130 - 1.9\phi) \quad (3.29)$$

სადაც ϕ -დეროს ნომინალური დიამეტრი მმ;

τ_m -შეჭიდულობის ძაბვის საშუალო მნიშვნელობა, მგპ-ში, როცა გასრიალება არ აღემატება 0,01; 0,1 და 1მმ-ს.

τ_z -შეჭიდულობის ძაბვის საშუალო მნიშვნელობა, როცა შეჭიდულობა დარღვეულია.

ცხრილი 3.5

არმატურის თვისებები

პროდუქტის დახასიათება		დეროები და კონები			მავთულები			მოთხოვნები ხარისხზე %
კლასი		A	B	C	A	B	C	-
ლუნვა	დეროს ნომინალური ზომა	≥ 150			≥ 100			10,0
მინიმალური ფარდობა წიბოს ფარდობასთან $f_{k,min}$	5-6 6,5-12 >12	0.035 0.040 0.056						5,0

-თუ ცალკეული ცდის შედეგები აღემატება ნორმატიულ მნიშვნელობას(ან სიდიდე ნაკლებია მახასიათებელ მნიშვნელობაზე f_{yk} , და k მაქსიმალურ მნიშვნელობებზე), ასეთ შემთხვევაში ცდის შედეგად მიღებული სიდიდე შეიძლება მივიღოთ შესწორების გარეშე.

დატვირთვის ხანგრძლივი მოქმედებისას ცხრ.3.4-ში მოცემული სიდიდეების სრული მნიშვნელობების მისაღებად დაწესებულია ცდის შედეგის შეზღუდვა.

-დენადობის ცდების შედეგად მიღებული სიდიდე f_{yk} , k , და ϵ_{uk} უნდა იყოს მეტი, ვიდრე მინიმალური მნიშვნელობა და ნაკლები მაქსიმალურ სიდიდეზე. საშუალო სიდიდე M ცალკეული ცდის შედეგის მიხედვით უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას:

$$M \leq C_y + a \quad (3.30)$$

სადაც C - სიდიდის ხანგრძლივი მნიშვნელობა; a - კოეფიციენტი, რომელიც

დამოკიდებულია პარამეტრების შეთანხმებაზე

რეკომენდირებული მნიშვნელობები $f_{yk} = 10\text{მგპ}$, როცა K და ϵ_{uk} ტოლია 0-ის, რეკომენდირებული მნიშვნელობები f_{yk} , K, ϵ_{uk} მოცემულია ცხრილ 3.6-ში.

ცხრილი 3.6

ცდების შედეგების აბსოლიტური შეზღუდვა

მახასიათებელი	მინიმალური მნიშვნელობა	მაქსიმალური მნიშვნელობა
დრეკადობის ზღვარი	0.97*მინიმუმ C_y	1.03*მაქსიმუმ C_y
K	0.98*მინიმუმ C_y	102*მაქსიმუმ C_y
ϵ_{uk}	0.8*მინიმუმ C_y	არ აღინიშნება

სიმტკიცე. დენადობის ზღვარი f_{yk} - (ან 0,2% კონტროლირებადი ძაბვის) და წინაღობა გაჭიმვაზე f_{tk} განისაზღვრება დენადობის ზღვრის ნორმატიული სიდიდით და დენადობის ზღვრის ნორმატიული სიდიდის მიხედვით ღერძული გაჭიმვისას, რომელიც აღიძვრება განივკვეთში.

დენადობის ზღვრის მაქსიმალური მნიშვნელობა $f_{y,max}$ -არ უნდა აღემატებოდეს $1,3f_{yk}$ -ს.

3.5.ფორმაციის მომზადება და ზედაპირული დამუშავება

ნებისმიერი საფუძვლის დრენაჟის დასრულების შემდეგ და უშუალოდ დასრულებული ფორმაციის ადგილებზე გზის სამოსის საფუძვლის დამატებითი ფენის დაგების წინ, ფორმაციის ზედაპირის დონის დასაშვები გადახრა უნდა იყოს +20 მმ და -30 მმ-ის ფარგლებში. ნებისმიერი დამცავი ფენა უნდა მოშორდეს და ნებისმიერი რბილი ან დაზიანებული ადგილი გამოსწორდეს მათი ამოთხრით და გარშემო მიმდებარე მასალის იდენტური მახასიათებლებისა და სიმყარის მქონე დასაშვები მასალით შეცვლით. ფორმაციის ზედაპირი საჭიროა მოპირკეთდეს და

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

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

1) თუ ფორმაციის სამუშაოების განსაზღვრულმა დასაშვებმა გადახრებმა მოსალოდნელს გადააჭარბა, საჭიროა სრულად განისაზღვროს ის ადგილი, რომელიც არ შეესაბამება დასაშვებ გადახრას და ფორმაცია შემდეგნაირად ხელახლა დამუშავდება შემდეგნაირად:

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

2) მოპირკეთების ან საჭიროების შემთხვევაში, ხელახალი მოპირკეთების შემდეგ ფორმაცია უნდა დაიტკეპნოს ვალცის განივ მეტრზე არანაკლებ 2100 კგ მასის მქონე გლუვვალციანი სატკეპნით. დასატკეპნად გამოყენებული უნდა იქნეს ვალცის განივ მეტრზე არანაკლებ 700 კგ მასის მქონე ვიბრაციული სატკეპნი ან საყრდენი ფილის კვადრატულ მეტრზე არანაკლებ 1400 კგ მასის მქონე ვიბრაციული ფილის მქონე სატკეპნი.

3) თუ ქვის ფორმაციის მომზადებისას შეუძლებელია მითითებულ დასაშვებ გადახრასთან შესაბამისობის უზრუნველყოფა, დასაშვები გადახრის მისაღწევად უნდა განხორციელდეს ქვემოთ მითითებული ერთ-ერთი ღონისძიება:

თუ ქვის ზედაპირი ბრტყელია, ის რეგულირებული უნდა იქნეს მაცემენტებელი მასალის განთავსებით.

- 4) მე-2 და მე-7 კლასის მასალებისგან გაკეთებული ფორმაცია არ შეიძლება მუდმივად ღია იყოს წვიმის ზემოქმედებისთვის ან დატოვებულ იქნეს გადაუხურავი ღამის საათებში.
- 5) არსებულ გზის სამოსის საფუძვლის დამატებით ფენაზე ფორმაციის მომზადება უნდა განხორციელდეს ნახაზების მიხედვით.
- 6) დასრულებული სახით დატკეპნილ ფორმაციას უნდა ქონდეს მინიმალური ელასტიურობის მოდული – 45 მნ/მ².

3.7. სუბფორმაციის ან ფორმაციის გამოყენება სამშენებლო მექანიზმების გამოყენებით

- 1) სამშენებლო მექანიზმებისა და სხვა ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მუშაობა სუბფორმაციაზე დაუშვებელია აუცილებლობის შემთხვევაში, კლიმატური პირობებისგან ნებისმიერ დაცვაზე დამატებით, სათანადო დაცვის უზრუნველყოფის გარეშე.
- 2) სამშენებლო მექანიზმებისა და სხვა ავტოსატრანსპორტო საშუალებების მუშაობა ფორმაციაზე დაუშვებელია აუცილებლობის შემთხვევაში, კლიმატური პირობებისგან ნებისმიერ დაცვაზე დამატებით, სათანადო დაცვის უზრუნველყოფის გარეშე.
- 3) საჭიროა იმ ადგილებში, სადაც ისინი განლაგებულია არსებული მიწის დონიდან 300 მმ-ის ფარგლებში, ნიადაგის ზედა ფენის აღების შემდეგ და სუბფორმაციაზე ან ფორმაციაზე ან მათ ზემოთ სამშენებლო მექანიზმების ან სხვა ავტოსატრანსპორტო საშუალებების გამოყენებამდე.

გრუნტის დაფარვა ნიადაგის ზედა ფენით:

- 1) გრუნტის ნიადაგი ზედა ფენით უნდა დაიფაროს მე-5 კლასის მასალის გამოყენებით.
- 2) ნიადაგის ზედა ფენის, 5B კლასის მასალის, სამუშაოების განხორციელების ადგილის გარედან შემოტანა შესაძლებელია.
- 3) სამუშაოების განხორციელების ადგილზე ან მის ფარგლებს გარეთ არსებული რეზერვებიდან ნიადაგის ზედა ფენა არ უნდა ამოითხაროს იმ შემთხვევაში, თუ:

წინა 28 დღის განმავლობაში ის ღია იყო 100 მმ-ზე მეტი საერთო რაოდენობის ნალექებისთვის და მოვიდა ძლიერი წვიმა;

4) ეს სამუშაოების ხორციელდება მუხლუხიანი ავტოსატრანსპორტო საშუალებით; ან ის დასვენებული იყო ორ წელზე მეტი ხნის განმავლობაში; ან ის გაყინულია; ან ის დასვენებულია 6 თვეზე მეტი ხნის განმავლობაში და არ დამუშავდა უნარჩენო ჰერბიციდებით სეზონის უმოკლეს ვადებში (ამოთხრამდე გასასვლელი მწარმოებლის მიერ რეკომენდებული დროის მონაკვეთის გათვალისწინებით).

4) ნიადაგის ზედა ფენა: უნდა განთავსდეს და განაწილდეს ადგილებზე ნახაზებზე ნაჩვენები სისქით არა უმეტეს 150 მმ ფენებად. თითოეული ფენა უნდა შემჭიდროვდეს შემდეგი ფენის განაწილებამდე. სისქე აუცილებლობის შემთხვევაში უნდა შემცირდეს ტორფით ნებისმიერი შემდგომი დაფარვის უზრუნველსაყოფად. უნდა გათავისუფლდეს:

ა) 100 მმ-ის ეკვივალენტურ დიამეტრზე უფრო დიდი ზომის; და

ბ) 50 მმ-ის ეკვივალენტურ დიამეტრზე უფრო დიდი ზომის

ქვებისა და ქანების სხვა ნამტვრევებისგან, რომლებიც განლაგებულია ზედაპირიდან 50 მმ-ის ფარგლებში. ეს ქვები და ქანების ნამტვრევები გატანილი უნდა იქნეს სამუშაოების განხორციელების ადგილის გარეთ.

გ) უნდა დამუშავდეს კონტურების სიგლუვის, ყველა ბორცვისა და წყლის შემკავებელი ღრმულის მოშორების უზრუნველსაყოფად.

დ) არ უნდა შეიცავდეს ქვებსა და ქანების სხვა ნამტვრევებს, რომლებიც ამოშვერილია ზედაპირიდან 30 მმ-ზე მეტად.

3.8. ნაპირდამცავი ყრილები:

ნაპირდამცავი ყრილები უნდა აიგოს ნახაზებზე ნაჩვენებ ადგილებში ხოლო დატკეპნა უნდა განხორციელდეს მოთხოვნების შესაბამისად.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს მითითებულია, დამცავ დამბაზე უნდა განთავსდეს ნიადაგის ზედა ფენა 618-ე და დაითესოს ან დაიფაროს ტორფით. მიწის სამუშაოები გოფრირებული ფოლადის ჩასადებად მათი კომპონენტების აწყობასთან და აგებასთან ერთად, უნდა განხორციელდეს.

გოფირებული ფოლადის მიწისქვეშა ნაგებობები უნდა გამოიცადოს ნორმების მიხედვით და შემდგომ შეივსოს ერთ-ერთი შერჩეული მარცვლოვანი მასალით:

- ა) საფუძვლის ქვედა ფენის 6K კლასის მასალა;
- ბ) საფუძვლის ზედა ფენის 6L კლასის მასალა;
- გ) 6M კლასის გარშემოსაყრელი მასალა და დამფარავი შემავსებელი უნდა იყოს ქვემოთ მითითებული ერთ-ერთი:
- დ) წვრილმარცვლოვანი, ერთგვაროვანი მარცვლებიანი ან მსხილმარცვლოვანი 6Q კლასის მასალა;
- ე) 7H კლასის სველი, მშრალი, ქვიანი ან ლამიანი წებადი მასალა და ცარცი.
- ვ) 6K, 6L და 6M კლასის მასალები უნდა განთავსდეს ნორმების შესაბამისად და (6L კლასის საფუძვლის ზედა ფენის მასალის გარდა, რომელიც უნდა დარჩეს დაუტკეპნელი) საბოლოოდ უნდა დაიტკეპნოს შესაბამისად, ოღონდ დატკეპნილი ფენების სისქე არ უნდა აღემატებოდეს 150 მმ-ს. 6K კლასის საფუძვლის ქვედა ფენა და 6M კლასის გარშემოსაყრელი მასალა უნდა დაიტკეპნოს ნახაზში მოცემული ნებისმიერი დამატებითი მოთხოვნების გათვალისწინებით.

შესაძლებლობის ფარგლებში 6K კლასის საფუძვლის ქვედა ფენის მასალა ფორმირებული იქნეს ძირის შესავსებად, ისე რომ ის წარმოადგენდეს რკალური ნაგებობების წრეხაზის 20%-ის ან მულტი რადიუსული ნაგებობების საფუძვლის ფილებით დაკავებული მთლიანი წრეწირის საყრდენს. 3 მეტრზე ნაკლები მალეების მქონე ნაგებობების შემთხვევაში, სადაც აღნიშნული მოთხოვნის დაცვა შეუძლებელია და ნაგებობა აგებულია ბრტყელ ან ნაწილობრივ წინასწარ ფორმირებულ საფუძველზე, უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს გვერდულის ქვეშ საფუძვლის ქვედა ფენის მასალის სათანადოდ განთავსება და დატკეპნა. დაუტკეპნელი კლასის საფუძვლის ზედა ფენის მასალის ერთგვაროვანი ფენა უნდა განთავსდეს ფოლადის სტრუქტურის ნებისმიერი ნაწილის განთავსებამდე, ფორმირებული საფუძვლის ქვედა ფენის მასალის მთელ სიგანეზე და საკმარისი იყოს სიღრმის სტრუქტურის ქვედა ნაწილის გოფირებების შესავსებად.

6M კლასის გარშემოსაყრელი მასალა გამოყენებული უნდა იქნეს საფუძვლის ზემოთ არსებული ყველა თხრილის შესავსებად. გამონაკლისს წარმოადგენს მძიმე მასალის ის თხრილები, რომელთათვისაც გამოყენებული უნდა იქნეს 6K კლასის საფუძვლის ქვედა ფენის მასალა.

6M კლასის გარშემოსაყრელი მასალა უნდა განთავსდეს და დაიტკეპნოს ერთგვაროვნად ნაგებობის ნებისმიერ მხარეს. ნაგებობის საპირისპირო მხარეებზე შევსების დონეებს შორის მაქსიმალური განსხვავება მუდმივად არ უნდა აღემატებოდეს 250 მმ-ს.

6M კლასის გარშემოსაყრელი მასალა უნდა განთავსდეს და დაიტკეპნოს თაღოვანი პროფილის ფოლადის მიწისქვეშა ნაგებობების ბეტონის საძირკვლების თავზე შესაბამისად. 6M კლასის გარშემოსაყრელი მასალა ნაგებობის ქვეშ კარგად უნდა დაიტკეპნოს ხელით გოფრირებებს შორის შესაფერისი ზომის ბოძის ან შესაფერისი სიგრძის სწორკუთხა ფიცრის გამოყენებით ან სხვა მეთოდით.

6M კლასის გარშემოსაყრელი მასალის დასატკეპნი მექანიზმები უნდა განთავსდეს ნაგებობის ნებისმიერ მხარეს ერთი მეტრის ფარგლებში და თავიდან ერთი მეტრამდე სიმაღლის, ან მალის ერთი მეხუთედის ფარგლებში;

- ა) ვიბრაციული სატკეპნები, რომელთა მასა ვალცის განივ მეტრზე არ აღემატება 750 კგ-ს;
- ბ) ვიბრაციული ფილის მქონე სატკეპნები, რომელთა წონა არ აღემატება 750 კგ-ს;
- გ) ვიბროსატკეპნები.

ნაგებობისათავის დონის ზემოთ განთავსებული ყრილი, მათ შორის, 6M კლასის გარშემოსაყრელი შემავსებელი მასალის ჩათვლით, უნდა განთავსდეს, განაწილდეს და დაიტკეპნოს ისე, რომ წყალგამტარი ნაგებობისკენ გადაცემული ნებისმიერი არაგამაწონასწორებელი ძალა დაყვანილი იქნეს მინიმუმამდე. ამ მიზნით უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს, რომ სამშენებლო მექანიზმების მოძრაობა არ მიმდინარეობდეს ერთი მიმართულებით და ყრილის დატკეპნილი ზედაპირი იყოს მაქსიმალურად ჰორიზონტალური.

შევსების, დატკეპნის, გზის საფარის დაგების ყველა სამუშაოს განმავლობაში და ავტოსატრანსპორტო საშუალებების ნებისმიერი სხვა ისეთი მოძრაობისას, რომელიც გავლენას ახდენს სტრუქტურის ფორმაზე, სტრუქტურის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური დიამეტრების ცვლილებებმა არ უნდა გადააჭარბოს $\pm 5\%$ -ს მრგვალი სტრუქტურების და $\pm 2\%$ -ს სხვა პროფილის სტრუქტურებისთვის. სტრუქტურის ნებისმიერი 10 მეტრის სიგრძეზე გრძივი სისწორე არ უნდა გადაიხაროს 25 მმ-ზე მეტით, ხოლო სტრუქტურის ნებისმიერი 10 მეტრის სიგრძეზე მოსახვევი არ უნდა აღემატებოდეს 25 მმ-ს. იმ შემთხვევების

გარდა, როდესაც 6M კლასის დატკეპნილი გარშემოსაყრელი მასალა განთავსებულია ნაგებობის თავიდან ერთ მეტრზე ან მალის ერთ მეხუთედზე უფრო მაღლა (იმის მიხედვით, თუ რომელია უფრო მეტი), ნაგებობის სიახლოვეს შეიძლება გამოყენებული იქნეს მხოლოდ ზემოთ აღწერილი სატკეპნი მექანიზმები. ნაგებობა არ შეიძლება დაექვემდებაროს: პროექტში გათვალისწინებული ყრილის სიღრმეზე და ნებისმიერი დამცავი ფენის დაშვებულ სიღრმეზე უფრო მეტ დატვირთვას.

არანაირი მასალა არ შეიძლება განთავსდეს თვითმცლელელებით, ნაგებობაზე ან ნაგებობის ნებისმიერი მხრიდან 2 მეტრის ან ნაგებობის მალის ნახევარ მანძილზე (იმის მიხედვით, თუ რომელი მანძილია უფრო მეტი).

მეთოდური დატკეპნა გამოყენებული უნდა იქნეს დამფარავი ყრილისთვის შესაბამისად. გამოყენებული მეთოდი უნდა იყოს შესაბამისი წინასწარ განსაზღვრული უნივერსალური შემავსებლისთვის.

- 1) გაბიონები უნდა აიგოს მოთხოვნების შესაბამისად.
- 2) გაბიონის კომპონენტები უნდა აიწყოს და საკმარისად შეივსოს 6G კლასის შესაბამისი მასალით, მშენებლობის დროს დეფორმაციის მინიმალიზაციისთვის შევსების კონსოლიდაციის საჭიროების გათვალისწინებით. გაბიონის კომპონენტები შევსებისას შესაბამის შემთხვევებში უნდა დარჩეს კვადრატული და ვერტიკალური გვერდების მქონე. შიდა შემკვრელი მავთულები უნდა ჩაიდგას და კომპონენტები დაიჭიმოს მწარმოებლის რეკომენდაციების შესაბამისად. გაბიონის კომპონენტები უნდა აიგოს ისე, რომ შენარჩუნებულ იქნეს არმატურული ბადის კომპაქტურობა და სათანადოდ შემოიჭიმოს მავთულით.
- 3) გაბიონის ბადე უნდა იყოს ერთ-ერთი ქვემოთ ჩამოთვლილთაგანი:
 - ა) დამზადებული შესაბამისი მავთულისგან, რომლის გულარის მინიმალური დიამეტრი 2.0 მმ-ია.
 - ბ) ყველა მავთული მოთუთიებული უნდა იქნეს ნორმების შესაბამისად და შეიმოსოს 0.55 მმ მინიმალური სისქის პოლივინილქლორიდით ექსტრუდირებული შემოსვისთვის და 0.25 მმ მინიმალური სისქის პოლივინილქლორიდით შემკვრელი შემოსვისთვის. პოლივინილქლორიდი მედეგი უნდა იყოს ზღვის წყლის, ულტრაიისფერი გამოსხივებისა და აბრაზიის მიმართ, არანაკლებ 3000 საათის განმავლობაში.

არმატურული ბადის ღიობების ზომა უნდა იყოს 6X8 სმ და შემავსებლის ზომა 100-200 მმ, თუმცა შემავსებელი მასალის მაქსიმალური ზომა არ უნდა აღემატებოდეს გაბიონის ნაკვეთურის მინიმალური ზომის ორ მესამედს ან 250 მმ-ს (იმის მიხედვით, რომელია უფრო მცირე) და შემავსებლის მინიმალური ზომა არ უნდა იყოს დაარმატურებული ბადის ღიობის ზომაზე ნაკლები. მექანიკური აღჭურვილობის გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ გაბიონების კომპონენტების შესავსებად, იმ პირობით, რომ შედეგები უნდა იყოს ხელით განხორციელებული შევსების ეკვივალენტური.

ჩასადინარები და ბუნებრივი წარმოშობის სხვა ღრმულები

- 1) ავსებული ჩასადინარები და ბუნებრივი წარმოშობის სხვა ღრმულები იქ, სადაც ეს საჭიროა, უნდა გაითხაროს, შეივსოს და დაიფაროს შესაბამისად.
- 2) ღია ჩასადინარები და სხვა მცირე სიღრმის ღრმულები იქ, სადაც ეს საჭიროა, უნდა გამოირეცხოს წყლის ჭავლით, გაიწმინდოს ნარჩენებისგან, შეივსოს და დაიფაროს კონტრაქტის პირობების ან ინჟინერის მითითების შესაბამისად.

3.9. საგზაო სამოსის მოწყობა

საგზაო სამოსის საფუძვლისა და საფუძვლის დამატებითი ფენისთვის განკუთვნილი მასალების შერჩევასა უნდა იქნას გათვალისწინებული ამ მასალებისა და საგზაო სამოსის საფუძვლის დამატებითი ფენის ან ნებისმიერი ფენის ბუნება და წყლის შეღწევის, კლიმატური პირობების ზემოქმედებისა და სამშენებლო მექანიზმების გამოყენების შედეგად დაზიანებისგან მათი დაცვის საჭიროება. წინასწარ უნდა დაიგეგმოს საგზაო სამოსის საფუძვლისა და შემდეგი ფენების დაგებისა და დატკეპნის სამუშაოები და განხორციელდეს სხვა ღონისძიებები, რომლებიც აუცილებლად მიიჩნევა საგზაო სამოსის საფუძვლად, საფუძვლის დამატებითი ფენისა და გრუნტის დასაცავად.

დაცული უნდა იქნას ჰორიზონტალური მიმართულებანი, ზედაპირის დონეები, სამოსის ფენების ზედაპირის სისწორე.

ჰორიზონტალური მიმართულება

1) ჰორიზონტალური მიმართულება უნდა განისაზღვროს ღერძის ხაზიდან, ისე როგორც ეს ნაჩვენებია გრძივი ჭრილის ნახაზებზე. დაგებული საგზაო სამოსის კიდე და ყველა სხვა პარალელური მიმართულება კორექტირებული უნდა იქნეს 25 მმ დასაშვები გადახრის ფარგლებში. გამონაკლისს წარმოადგენს ბორდიურები და არხის ბლოკები, რომლებიც უნდა დაიგოს სწორი პროექციით ± 13 მმ-ის დასაშვები გადახრით. გრძივი საგზაო აღნიშვნების დასაშვები გვერდითი გადახრა შესაბამისობაში უნდა იყოს.

საგზაო საფარის ფენების ზედაპირის დონეები.

საგზაო სამოსის ფენების საპროექტო ნიშნულები უნდა გამოითვალოს ნახაზებზე ნაჩვენები გრძივი და განივი პროფილიდან და საგზაო სამოსის ფენის სისქეებიდან. საგზაო სამოსის ფენების დაგებული ზედაპირის ნებისმიერი წერტილი უნდა წარმოადგენდეს საპროექტო დონეს 3.7. ცხრილში განსაზღვრული შესაბამისი დასაშვები გადახრის გათვალისწინებით.

საგზაო სამოსის ფენების ზედაპირის ნიშნულების დასაშვები გადახრები

ცხრილი 3.7

წვრილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ფენა – ძირითადი	±6 მმ
მსხვილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ფენა *	±6 მმ
საფუძველის ფენა *	±15 მმ
საგზაო საფარის ბეტონის ფილების ქვემოთ სრულ სისქეზე მექანიზმების ერთი ოპერაციით დაგებული საფუძვლის	±10 მმ
ზემოთ აღნიშნულის გარდა სხვა საფუძვლის ფენა	+ 10-30 მმ

ბეტონის სიმტკიცის კლასები და გზის საფარის შემადგენლობა.

ხისტი ან ხისტ-შერეულ საგზაო სამოსის შემადგენლობაში ბეტონი უნდა განეკუთვნებოდეს 3.8 ცხრილში მოყვანილ რომელიმე კლასს.

ცხრილი 3.8

საგზაო სამოსის ფენა	გეგმით გათვალისწინებული ბეტონი	სტანდარტი ზირებული ბეტონი	მითითებული ცემენტი	BS EN 13877-1
(I) ზედა ფენის ფილები: არაარმირებული ბეტონი; ნაკერიანი რკინაბეტონი; უწყვეტად არმირებული ბეტონი	CC37 *	-	C32/40	-
(II) უწყვეტად არმირებული ბეტონის გზის საფუძველი	CC37	-	C32/40	-
(III) უწყვეტად არმირებული ბეტონი და უწყვეტად არმირებული ბეტონის გზის საფუძველის გრუნტის ანკერული ძელები	*	-	C25/30	-
(IV) სველი მჭლე ბეტონი საფუძველი-სათვის	CC 18.5	ST4	GEN 3	C16/20
(V) სველი მჭლე ბეტონი საფუძველისათვის	CC 14	ST3	GEN 2	C12/15

საგზაო სამოსის ფენები, ბეტონის სიმტკიცის კლასები

მიწოდებული წყალი შეიძლება გამოყენებული იყოს ტესტირების გარეშე. სხვა წყაროებიდან მიღებული წყალი შეიძლება გამოყენებული იყოს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ იგი შეესაბამება BS EN 1008-ს. წყლის შემადგენლობა უნდა აკმაყოფილებდეს იმ მინიმალურ მოთხოვნებს, რომლებიც საჭიროა ბეტონის მითითებული სიმკვრივის უზრუნველყოფისათვის, რომელიც თავის მხრივ ხელს უწყობს ბეტონის გამყარებას მითითებულ სიმკვრივემდე. წყლის შემადგენლობა განსაზღვრულია ბეტონის საცდელ ნარევებსა თუ სხვა საშუალებებში. თავისუფალი წყალ/ცემენტის შემადგენლობა უნდა შეესაბამებოდეს 0.45-ს .

მინარევები

ბეტონი ზედაპირის ფილების ფენის ზედა 50 მილიმეტრში უნდა შეიცავდეს ჰაერგამტარ მინარევს, გამონაკლისს წარმოადგენს:

ა) ბეტონის შიშველი შემავსებლის ზედაპირი, სადაც ზედაპირის ფილის 40მმ უნდა იყოს ჰაერგამტარი ბეტონი; ან საგზაო სამოსის ზედაპირის ფილები, რომლებიც დამზადებულია C40/50 ბეტონისაგან;

ბეტონისაგან დამზადებული საგზაო სამოსის ზედაპირის ფილებისათვის, რომლებიც უნდა გადაიფაროს მინიმუმ 30 მილიმეტრის სისქის თხელი ზედაპირის ფენით, და ბეტონისაგან დამზადებული საგზაო სამოსის ზედაპირის ფილებისათვის, რომლებიც უნდა გადაიფაროს მინიმუმ 20 მილიმეტრის სისქის თხელი ზედაპირის ფენით.

პლასტიფიკატორები ან წყლის მოცულობის შემამცირებელი მინარევები უნდა შეესაბამებოდეს სამსენებლო ნორმებს. კალციუმის ქლორიდის შემცველი მინარევები არ უნდა იქნეს გამოყენებული.

შემავსებლები

ყველა სახის საგზაო ბეტონის, მათ შორის პლასტიკური მჭლე ბეტონის შემავსებლები უნდა შეესაბამებოდეს ნორმებით დასაშვებს. დაღორღილი ბეტონი, რომელიც შეესაბამება ხარისხსა და კლასიფიცირებულ მოთხოვნებს, შეიძლება ასევე გამოყენებული იყოს ყველა სახის საგზაო ბეტონში გარდა ბეტონის ღორღიანი შემავსებლისა. ალტერნატივის სახით მსხვილი შემავსებელი შესაძლოა წარმოდგენილი იყოს მაღალი გაწოვის მქონე ღუმელი კონდიცირებული წიდით.

საგზაო სამოსისა და პლასტიკური მჭლე ბეტონის ყინვამედეგობა შეესაბამება ნორმებს ბეტონის ზედაპირული ფილებისათვის ფრაგმენტაციისადმი მდგრადობა შეესაბამება ბეტონის კატეგორიას LA35 ზედა ფენისთვის განკუთვნილი ბეტონისა და პლასტიკური მჭლე ბეტონისათვის კატეგორიას LA40 ; ან მონაცემები შემავსებლის ვარგისიანობაზე უნდა მიაწოდოს მიმწოდებელმა.

მსხვილი შემავსებლის მაქსიმალური ზომა არ უნდა აღემატებოდეს 40 მილიმეტრს, ხოლო იქ, სადაც გრძივი არმატურის დაკვალვა 90 მილიმეტრზე

ნაკლებია, მსხვილი შემავსებლის მაქსიმალური ზომა არ უნდა იყოს 20 მილიმეტრზე მეტი.

ქვიშა/ხრეში (ე.ი. წვრილი შემავსებელი), რომელიც ბეტონის შემადგენლობის 25%-ზე მეტს წარმოადგენს, კირქვაცემენტი, რომელიც შესაბამისობაშია გამყარებულ ფრაქციაში ან 0.500 მილიმეტრიან ცხავში გატარებულ ფრაქციაში, არ უნდა იქნეს გამოყენებული ზედაპირის ფილების ზედა 50 მილიმეტრიან ფენაში. ეს მოთხოვნები არ შეეხება გზის საფარს ბეტონის შიშველი შემავსებლით, ან თუ აღმოჩნდება, რომ გამყარებული წვრილი შემავსებლის, ან 0.500 მილიმეტრიანი ფრაქციის მასის 25 პროცენტს შეადგენს კალციუმის ნახშირმჟავა.

ბეტონის ზედაპირის ფილებისათვის განკუთვნილი თეთრი კაჟის შემცველი მსხვილი შემავსებლის წყლის შეწოვა გრანულომეტრული შემადგენლობის ყოველი ნომინალური ფრაქციისათვის არ უნდა აღემატებოდეს 3.5%-ს და 2.0%-ს პროპორციებში, რომლებიც დადგენილია ბეტონისა და მსხვილი შემავსებლებისათვის. წინასწარი შემოწმება უნდა ჩატარდეს შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით აღებულ 3 ნიმუშს.

ბეტონის ხანგამძლეობაზე მავნე ზეგავლენის მქონე ნივთიერებებისა და ქიმიკატების გამოვლენის მიზნით სათანადო შემოწმება უნდა ჩატარდეს რეგენერირებულ უხეშ შემავსებელსა და ბეტონის რეგენერირებულ შემავსებლებზე.

ქიმიური მოთხოვნები

შემავსებლებში მჟავე ხსნადი შემადგენლობა საგზაო ბეტონისათვის განკუთვნილ შემავსებლებში, მათ შორის პლასტიურ მჭლე ბეტონში, უნდა განეკუთვნებოდეს AS1.0 კატეგორიას და შეესაბამებოდეს მაღალგაწოვიანი ღუმელის კონდიციონებულ წიდას და სხვა შემავსებლებს, ისინი უნდა წარმოადგენდნენ AS0.2 კატეგორიას.

აქტიური და არააქტიური გოგირდი:

აქტიური და არააქტიური გოგირდის შემადგენლობა რეგენერირებულ მსხვილ შემავსებლებში, ბეტონის რეგენერირებულ შემავსებლებში და ა. შ.

ჰაერის შემცველობა:

ბეტონი უნდა შეესაბამებოდეს გამოსხივების XF4 კლასს, რაც მიიღწევა ჰაერშემყვანი მასალის გამოყენებით. ჰაერის მინიმალური მოცულობა ამგვარად გამდიდრებული ბეტონის შეადგენლობაში უნდა შეესაბამებოდეს ცხრილ 3.4-ის მონაცემებს.

ცხრილი 3.9

ჰაერის მინიმალური შემცველობა

შემავსებლის მაქსიმალური სისქე , მმ	ჰაერის მინიმალური შემცველობა %
20	3.5
40	3

ჰაერის შემცველობა უნდა განისაზღვროს ადგილზე მანომეტრული მეთოდის გამოყენებით და უნდა შეესაბამებოდეს BS EN12350-7 ს. უნდა გადაისინჯოს ყოველი 300 მ², 300 მ²-ზე ნაკლები ფართობის მქონე უბნების შეთხვევაში შემოწმდება დაგებული ფილის ყოველი 20 გრძივი მეტრი ან უფრო ნაკლები.

ჰაერშემყვანი მასალა უნდა დაემატოს უშუალოდ შემზავებელ დანადგარში ისეთი აპარატურის გამოყენებით, რომელსაც შეუძლია გამოათავისუფლოს მასალის საჭირო მოცულობა, რომელიც შესაბამისობაში უნდა იყოს გათვალისწინებულ მინარევებთან. აღნიშნული პროცედურა გათვალისწინებულია ჩასასხმელად გამზადებული ბეტონის მთლიან მასაში ჰაერშემყვანი მასალის თანაბრად განაწილებისათვის.

სიმკვრივე:

ბეტონის საგზაო სამოსის სიმკვრივის დადგენა ხდება ფენილის სიღრმიდან ამოღებული კერნის სიმკვრივის მიხედვით იმავე ბეტონისაგან და გამყარებული

ექვსი ნიმუშის საშუალო სიმკვრივე არ უნდა იყოს 95%-ზე ნაკლები, ნორმებით დადგენილ ბეტონის სიმტკიცეზე.

ბეტონის საგზაო სამოსის სიმკვრივე, შესაბამისობაში უნდა იყოს ნორმებთან. სიმკვრივის დადგენა ხდება გამყარებული კერნული ნიმუშების გამოცდით. ნიმუშების სიღრმიდან ამოღებული კერნის საშუალო დიამეტრი უნდა იყოს სულ მცირე ოთხჯერ მეტი შემავსებლის სისხოს ნომინალური მაქსიმუმზე და არანაკლები 100 მმ-ისა. თუ საგზაო სამოსის ცალკეული ფენები დაგებულია ბეტონის სხვადასხვა ნარევით, მაშინ თითოეული ფენის სიმკვრივე ცალ-ცალკე დგინდება ფენებს შორის აღებული კერნების გამოკვლევის გზით.

თუ რომელიმე კერნის სიმკვრივე აუცილებელ მინიმუმზე დაბალია, კერნის აღების ადგილის ირგვლივ უნდა ამოიჭრას ბეტონის მთელი მასა. არმატურის გარეშე ბეტონის გადაბმის ადგილებს შორის მასის ამოღება ხდება მთელი ფილის გასწვრივ. რაც შეეხება დაარმატურებულ ფილებს, იმისათვის, რომ განისაზღვროს შეუსაბამო უბნების საზღვრები, საჭიროა ამგვარი უბნის ყოველ მხარეზე ხუთ მეტრიანი დაშორებით ამოღებული იქნას კერნები, ვიდრე არ აღმოჩნდება დამაკმაყოფილებელი სიმკვრივის მქონე ბეტონი. დაზიანებული უბნები არსებული სპეციფიკაციის შესაბამისად შეიცვლება ახალი მასალით.

სიმკვრივის გამოთვლისას მხედველობაში მიიღება კერნებში აღმოჩენილი ნებისმიერი ფოლადი.

კერნების ამოღების შედეგად დარჩენილი ხვრელები უნდა შეივსოს ბეტონით, სადაც იქნება დაცული ნარევის პროპორცია იქნება დაცული: ერთი წილი პორტლანდცემენტი, ორი წილი ხრეში და ორი წილი 10 მილიმეტრიანი თანაბარი ზომის მსხვილი შემავსებელი.

საგზაო სამოსის ბეტონის სიმტკიცე

ბეტონის სიმტკიცის დადგენა უნდა მოხდეს ფილის მთელ სიღმეზე აღებული კერნების და მათი გამოკვლევის საფუძველზე ნორმებთან შესაბამისობაში. დაყოვნების არავითარი შესწორება არ დაიშვება 7 ან 28-დღიანი გამყარების შემდეგ ხდება სიმტკიცის დადგენა.

სათანადო ზომის კერნები დაცული და გამოკვლეული უნდა იყოს. გამონაკლისის შემთხვევებში ნიმუში რაც შეიძლება სწრაფად უნდა მოთავსდეს 20°C ($\pm 2^{\circ} \text{C}$) ტემპერატურის წყლის ქვეშ. სამი კერნი აღებული უნდა იქნეს დაგებული ბეტონის 3000 მ^2 -ზე მეტი ფართობის მქონე უბნებიდან, ხოლო ყოველ მომდევნო 1000 მ^2 -ზე აიღება თითო დამატებითი კერნი.

ზემოხსენებული შერჩევის სიხშირიდან გამონაკლისის სახით საცდელ ფილაზე აღებული უნდა იყოს სულ მცირე ექვსი ნიმუში, რომელთაგან სამი შემოწმდება 7 დღის შემდეგ, ხოლო დარჩენილი სამი – 28 დღის გასვლის შემდეგ.

კერნის დამუშავების საბოლოო ეტაპს წარმოადგენს დაღორღვა. საცდელი ნიმუშის სიმაღლის/დიამეტრის მაჩვენებელი უნდა მერყეობდეს 1-სა და 2-ს შორის.

თუ საცდელი მონაკვეთის მშენებლობის პროცესში აღებული სამი კერნის კუმშვაზე სიმტკიცე ტოლია 3.5 მგპ ცხრილში მოცემულ შვიდი დღის მონაცემებთან შედარებით, მაშინ ან უნდა გაიზარდოს ბეტონში ცემენტის მოცულობა 5%-ით, ან მომდევნო საცდელი ფილა უნდა დაიგოს შეკუმშვის გაუმჯობესებული ტექნიკის გამოყენებით და/ან ცემენტის გაზრდილი შემცველობის გამოყენებით. ცემენტის გაზრდილი შემცველობა უნდა შენარჩუნდეს სულ მცირე იმ დრომდე, როდესაც დაზუსტდება 28 დღის შემდეგ გაკეთებული შემოწმების შედეგები. ცემენტის შემცველობის გაზრდის შემთხვევაში ბეტონი შეინარჩუნებს საჭირო კონსისტენციას, 7 დღის შემდეგ გაუმჯობესებული ნიმუშის რღვევის კუთრ ძალას. იმისათვის რომ, დადგინდეს ავტოსატრანსპორტო გზის ექსპლუატაციის ვადა, შეიძლება წინასწარ განისაზღვროს ბეტონის საცდელი ნარევისაგან დამზადებული ძეღურების რაოდენობა, რომლებიც ინახება 20°C -ზე. ასევე შესაძლებელია ყოველი 600 მ^2 -ის ან ნაკლები ფართობისათვის დამზადებული ძეღურების წყვილები შეინახოს კონტეინერებში საგზაო სამოსის გასწვრივ ან სხვაგვარად, იმ პირობის დაცვით, რომ მათი გვერდები კარგად იქნება იზოლირებული. თუ თერმული იზოლაცია გამოიყენება გამყარების პროცესის დასაჩქარებლად, ძეღურების იზოლაცია უნდა მოხდეს ზემოხსენებულის შესაბამისად. ძეღურების შემოწმება უნდა მოხდეს განსაზღვრული ინტერვალების გათვალისწინებით. არ უნდა დაირღვეს სიმტკიცის შესაბამისობის დასადგენი ტესტირების ჩატარების წესები.

ცხრილი 3.10

ბეტონის მოცულობა	I ბეტონი წ/მ ²	I პულვერიზებულ-BS 3892 საწვავის ნამწვთან ან გრუნტის გრანულირებული ფორსირებულ გამწოვიანი ლუმლის წიდით წ/მ ²
37 სმ ³	32	26,5
28 სმ ³	25	20
18,5სმ ³	16,5	13
14სმ ³	12	10
9სმ ³	7,5	6,5
7სმ ³	5	4

კონსისტენცია (ვარგისიანობა)

კონსისტენცია უნდა განისაზღვროს შესაბამისად ჩატარებული გამყარების უნარის დასადგენი ან შესაბამისად ჩატარებული ვიზის ტესტის საფუძველზე. უფრო დაბალი ბეტონის კლასისათვის ბეტონის კონსისტენცია შეიძლება დადგინდეს თანახმად ჩატარებული სპეციალური ტესტის მეშვეობით. აღნიშნული ტესტით ბეტონის ნარევის ვარგისიანობის დადგენა ხდება კონუსის ჯდენის მიხედვით. ბეტონის ყველა სახეობის ნიმუშის აღება უნდა მოხდეს შესაბამისად, ბეტონის კონსისტენციის ოპტიმალური მაჩვენებელი უნდა შენარჩუნდეს განსაზღვრულ ფარგლებში.

2) თუ კონსისტენციის რომელიმე დადგენილი მაჩვენებელი დაუშვებლადაა მიჩნეული, უნდა შემოწმდეს ბეტონის მომდევნო პარტია. უნდა დადგინდეს ორი ერთმანეთის მიყოლებით ჩატარებული ტესტირების შედეგებს შორის სხვაობა. თუ გამოთვლილი საშუალო მაჩვენებელი დაუშვებლადაა მიჩნეული ან სხვაობა CI-ისათვის აღემატება 0.1-ს, ასევე თუ ადგილი აქვს 20 მმ-იან ჩაწოლას ან, ვიზის

მიხედვით, - 6 წამიან ინტერვალს, ახალი ნიმუშების აღება უნდა მოხდეს იმ სატრანსპორტო საშუალებებიდან, რომლებითაც ხდება მასალის მიწოდება. სამუშაოების ჩატარების ადგილებზე მანქანების ჩამოცლა არ დაიშვება იქამდე, ვიდრე არ დადგინდება მასალის შესაბამისობა არსებულ სპეციფიკაციასთან.

3.10. ფოლადის არმატურა

არმატურა უნდა აკმაყოფილებდეს ქვემოთ მოყვანილ სტანდარტთაგან ნებისმიერს. იგი ქარხნული წესით ადგილზევე უნდა შეიკრას პლასტებად, კარკასებად ან წნულებად. არ უნდა ჰქონდეს რაიმე სახის საპოხი მასალა, ტალახი, აშრევებული ქანგი ან ანაქერცლები:

ღეროებს შორის დაშორება არ უნდა იყოს გამოყენებული შემავსებლის ორმაგ მაქსიმალურ მოცულობაზე ნაკლები. გრძივი ღეროების გადაფარვა არ უნდა იყოს ღეროს დიამეტრზე 35-ზე ნაკლები ან 450 მილიმეტრი. ამ ორი მაჩვენებლიდან უპირატესობა უნდა მიენიჭოს იმას, რომელიც უფრო მეტი იქნება. უწყვეტად არმირებული ბეტონის ფილების ან უწყვეტად არმირებული ბეტონის გზის საფუძვლისათვის განკუთვნილი ფილების შემთხვევაში შეიძლება გადაიფაროს ამა თუ იმ მონაკვეთის მხოლოდ ერთი მესამედი ნაწილი. განივი გადაფარვის შემთხვევებში ან ქარხნული წესით დამზადებული არმატურის პლასტებს შორის გადაფარვა უნდა იყოს სულ მცირე 1.2 გრძივი მეტრი. ასევე დასაშვებია არმატურის შედუღება.

განივი არმატურის გადაფარვა უნდა იყოს მინიმუმ 300 მილიმეტრი. იქ, სადაც გამოიყენება ქარხნული წესით დამზადებული არმატურის პლასტები და გრძივი და განივი გადაფარვა ერთმანეთს ემთხვევა. გრძივი არმატურის გადაფარვისას საჭირო აღარ არის განივი ღეროების გამოყენება. განივი ღეროები შეიძლება დაიჭრას ან გადაკეთდეს უფრო მოკლე ღეროებად, რომლებიც გამოსადეგი იქნება საფარისათვის. ასევე, ქარხნული წესით დამზადებული პლასტები, რომლებშიც ნაკერები შეიძლება გამოყენებული იყოს გადაფარვის ადგილებში არმატურის ორივე მიმართულებით განთავსებისათვის. გადაფარვის სიგრძე უნდა აკმაყოფილებდეს ზემომოყვანილ მინიმალურ მოთხოვნებს.

დაბეტონებამდე არმატურის განთავსების შემთხვევაში იგი უნდა დამაგრდეს ბჯენებზე და დაფიქსირდეს ზედაპირიდან სათანადო სიღრმეზე და დაცული იყოს საჭირო დისტანცია საფარის ფილის კიდეებთან. ადგილზე დამზადებული არმატურა უნდა გადაეხადოს, ან მტკიცედ დაფიქსირდეს გადაკვეთის ადგილებზე რომ ფილის ჩამოსხმის პროცესში არ მოხდეს არმატურის ადგილიდან დაძვრა და შენარჩუნდეს მისი სიმყარე.

ამას გარდა, როდესაც ნაკერიანი რკინაბეტონი, უწყვეტად დაარმატურებული ბეტონი ან გზის საფუძვლისათვის განკუთვნილი უწყვეტად ბეტონისაგან დამზადებული ბეტონის ფილა შეიცავს ორ ფენას, ქარხნული წესით დამზადებულ პლასტებში არმატურა შეიძლება განთავსდეს ქვედა ფენაზე ან უშუალოდ ქვედა ფენაში, რომელიც უნდა დაიფაროს და გამყარდეს ისე, რომ არ მოხდებოდეს ფილაში არმატურის ადგილის გადანაცვლება ან გამრუდება. პლასტების გადაბმა უნდა მოხდეს გადაფარვის მეთოდით. არმატურის სათანადო საფარს მივიღებთ მხოლოდ მას შემდეგ, რაც მოხდება მეორე ფენის დასხმა და გამყარება.

როდესაც ჩამოსხმულია მაქსიმალური სისქის რკინაბეტონის ფილა, თითოეული ფილის შუაგულში 600-მილიმეტრიან ცენტრებში ღეროების მინიმალური ნომინალური დიამეტრიც უნდა შეადგენდეს 12 მილიმეტრს.

3.11. ნაკერიანი რკინაბეტონის ფილები

200 მილიმეტრის სისქის მქონე ფილებში არმატურა ისე უნდა განლაგდეს, რომ ბეტონის გამყარების შემდეგ დასრულებული ზედაპირის ქვეშ მოქცეული ფენის სისქე იყოს 50 ± 10 მილიმეტრი, 200-დან 270 მილიმეტრის სისქის მქონე ფილებში - 60 ± 10 მილიმეტრი, 270 მილიმეტრზე მეტი სისქის მქონე ფილებში კი, - 70 ± 10 მილიმეტრი. უარყოფითი ვერტიკალური დაშვება არ შეიძლება იყოს გზის განბრჯენის ნიშანზე დაბლა. იქ, სადაც მონტაჟდება საგზაო ნიშნებისათვის განკუთვნილი საკვანძო გადამცემები, არმატურასა და ზედაპირს შორის დაშორება უნდა იყოს მინიმუმ 100 მილიმეტრი. ვერტიკალური საფარი ნებისმიერ გრძივ შეპირაპირების კილოსა და ნებისმიერ არმატურას ან შემკვრელს შორის უნდა იყოს მინიმუმ 30 მილიმეტრი. ნებისმიერი განივი ღერო გზის სავალი ნაწილის გრძივ ღერძთან უნდა ქმნიდეს მართ კუთხეს. დაშორება ფილის კიდეებსა და განივ არმატურის კიდეებს შორის უნდა იყოს

125 ± 25 მილიმეტრი. გრძივი შეერთების 100 მილიმეტრზე დაუშვებელია გრძივი ღეროების განლაგება. ნებისმიერ განივ შეერთებას არმატურა უნდა გასცდეს 300 მმ ± 50 მილიმეტრით. გამონაკლისს წარმოადგენს დაბეტონების სათადარიგო ნაკერები.

უწყვეტად არმირებული ბეტონი

არმატურა ისე უნდა განთავსდეს, რომ ბეტონის გამყარების შემდეგ იგი მოექცეს სათანადო სისქის მქონე ფილის (± 25 მილიმეტრი) შუაში. გრძივი ნაკერის 100-მილიმეტრიან მონაკვეთში დაუშვებელია გრძივი ღეროს განთავსება. ადგილზე დამზადებული არმატურის შემთხვევაში გრძივი ღეროები უნდა მოექცეს უშუალოდ განივი ღეროების თავზე. ხოლო ეს უკანასკნელები გზის სავალი ნაწილის გრძივ ღერძთან უნდა ქმნიდნენ მართ კუთხეს. განივი არმატურის კიდევსა, ფილის კიდევსა და გრძივ ნაკერებს შორის უნდა იყოს 125 ± 25 მილიმეტრი.

განივი ნაკერები

ზოგადად არარმირებული და ნაკერიანი რკინაბეტონის ფილებში უნდა იყოს განივი ნაკერები ასევე ჩაჯდომის ტემპერატურული, საკომპენსაციო და დაქსელვის ნაკერები. ნაკერებს შორის დაშორება უნდა შეესაბამებოდეს ნახაზებზე აღნიშნულს იმ პირობით, რომ არარმირებული ბეტონის ფილების სიგრძის/სიგანის თანაფარდობა არ უნდა აღემატებოდეს 2.0-ს. თუ ფილის მთელ სიღრმეზე გამოყენებულია კირქვის მსხვილი შემავსებელი, მაშინ დაშორება შეიძლება გაიზარდოს 20%-ით.

ზედაპირის ფილისა და გზის საფუძვლის ვერტიკალური ნაკერები ისე უნდა განლაგდეს, რომ მათ შორის დაშორება სულ მცირე 1 მეტრი იყოს.

განივი ნაკერები უნდა ემთხვეოდეს ნაკერის დაგეგმილ ხაზებს და უნდა კვეთდეს გზის სავალი ნაწილის გრძივ ღერძს. გამონაკლისს წარმოადგენს გზაჯვარედინები და შემოვლითი გზები. მათ შემთხვევაში ნაკერების განლაგება ასახულია ნახაზებზე.

ნაკერის დაგეგმილი ხაზიდან ფილის შიდა ფენის ან ფსკერის ნაპრალების ცდომილებები არ უნდა აღემატებოდეს ± 10 მილიმეტრს;

საუკეთესო შემთხვევაში დაგეგმილი ნაკერის კილის ხაზი სავარაუდო ნაკერის ხაზს უნდა აღემატებოდეს მაქსიმუმ 25 მილიმეტრით.

სავარაუდო ნაკერის ხაზიდან ნაკერის კილის გადაცდომა არ უნდა აღემატებოდეს 10 მილიმეტრს.

გრძივი ნაკერის ორივე მხარეს განლაგებული განივი ნაკერები უნდა იყოს ერთი და იგივე ტიპის, ერთი და იგივე სიგანის და უნდა შეესაბამებოდეს ერთმანეთს. ბეტონის საგზაო სამოსის ფენები მყარი სტრუქტურებიდან იზოლირებული უნდა იყოს საკომპენსაციო ნაკერებით, გრუნტის გამაგრებებით ან მარცვლოვანი ფენით. ამავე მიზნით დასაშვებია ხიდისებრი საკომპენსაციო ნაკერების ან არამყარი საგზაო სამოსის მონაკვეთების გამოყენება.

შემავსებელი ფენა ვერტიკალურად უნდა ჩაისხას ნაკერის გასწვრივ განლაგებულ ქარხნული წესით დამზადებულ კონსტრუქციებში. შემავსებელი უნდა ჩაისხას იმდენად ღრმად, რომ არ დააბრკოლოს მოსაკირჩლი მოსაპირკეთებელი მანქანების მოძრაობა. ნაკერების შემავსებელმა ნაკერიან წყალჩასადენთან ერთად უნდა უზრუნველყოს მომიჯნავე ფილების აბსოლიტური იზოლაცია ერთმანეთისაგან. სივრცეები კილიების ირგვლივ და საფუძვლის ქვედა ფენასა და შემავსებლის ფენას შორის უნდა შეივსოს სათანადო კუმშვადი მასალით მას შემდეგ, რაც მოხდება შესაკერი კონსტრუქციების დაფიქსირება.

დაბეტონირების ნაკერები

სამუშაო დღის ბოლოს დაარმატურებულ რკინაბეტონის ფილებში ბეტონირების ნაკერები უნდა იყოს ჯდენის და ტემპერატურული ნაკერები. მანქანა-დანადგარების მწყობრიდან გამოსვლის ან უამინდობის შემთხვევაში შეიძლება შეიქმნას სათადარიგო ნაკერები.

ბეტონის ფილებში, სადაც არ არის არმატურა საჭიროა მოეწყოს სათადარიგო ნაკერები ჯდენის და ტემპერატურული ნაკერები, რომლებიც განლაგდება წინამდებარე ან მომდევნო ნაკერებიდან არანაკლებ 2.5 მეტრის დაშორებით.

ნაკერიანი რკინაბეტონის ფილებში სათადარიგო ნაკერები უნდა განლაგდეს წინამდებარე ან მომდევნო ნაკერებიდან არანაკლებ 2.5 მეტრის დაშორებით. შეფიცვრის ზედა ბოლო უნდა იყოს საკმარისად მყარი იმისათვის, რომ უზრუნველყოს კილიების, საკიჭებისა თუ არმატურის ღეროების შესაბამის

მდგომარეობაში შენარჩუნება და მათი ისეთი განლაგება, რომელიც საშუალებას აძლევს გრძივ არმატურას გრძივ ნაკერზე გადავიდეს სულ მცირე 750 მილიმეტრით.

1) უწყვეტად არმირებული ბეტონის ფილების შემთხვევაში გრძივი არმატურის ყოველ 1.5 მეტრზე არ უნდა მოხდეს ბეტონირების ნაკერების გაკეთება. შეფიცვრის ზედა ბოლო უნდა იყოს საკმარისად მყარი იმისათვის, რომ უზრუნველყოს ნაკერში გამავალი განსაზღვრული გრძივი არმატურისა და საკოჭების სწორი მდებარეობის შენარჩუნება.

გრძივი ნაკერები

ზოგადად დაქსელილი ან სველი ყალიბის გრძივი ნაკერები ზედაპირის ფილებში წარმოდგენილი უნდა იყოს ავტოსაგზაო მოძრაობის ზოლებს შორის ან მათ ცენტრებში. მათი მდებარეობა ნაჩვენები უნდა იყოს ნახაზებში. არა დაუარმატურებული ფილებისათვის მონაკვეთების სიგანე არ აღემატება 4.2 მეტრს (კირქვის შემავსებლის შემთხვევაში 5.0 მეტრს), ხოლო რკინაბეტონის ზედაპირის ფილებისათვის - 6 მეტრს (კირქვის შემავსებლის შემთხვევაში - 7.6 მეტრს). დაარმატურებული ტიპის ფილებს აქვს განივი არმატურები, უწყვეტად დაარმატურებულ ბეტონში გრძივი ნაკერები უნდა განლაგდეს ავტოსაგზაო მოძრაობის ზოლებს შორის ან მათ ცენტრებში, სადაც სტანდარტული ზომები შეიძლება დაირღვეს ± 150 მილიმეტრით, ხოლო მონაკვეთების სიგანე არ უნდა აღემატებოდეს 6 მეტრს (კირქვის შემავსებლის შემთხვევაში - 7.6 მეტრს). ზედაპირის ფილების, საფუძვლის ან საფუძვლის ქვედა ფენის ნაკერები არ უნდა მოხდეს ერთმანეთის თავზე და მათ შორის დაშორება უნდა იყოს მინიმუმ 300 მილიმეტრი.

გრძივი ნაკერებისათვის დასაშვებია შემდეგი ცდომილებები:

ა) ავტოსატრანსპორტო გზის ღერძის პარალელური ნაკერის დაგეგმილი ხაზიდან ფსკერის ნაპრალის ინდუქტორის გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს ± 13 მილიმეტრს;

ბ) ნაკერის კილი ვერტიკალურად უნდა განლაგდეს ფსკერის ნაპრალის ინდუქტორის თავზე ისე, რომ ჰორიზონტალური ცდომილება შეადგენდეს ± 25 მილიმეტრს;

გ) აშენებულ ნაკერის კილის ზოლსა და ნაკერის დაგეგმილ ზოლს შორის დაშორება არ უნდა აღემატებოდეს 25 მილიმეტრს;

დ) ნაკერის ხაზსა და ნაკერის კილის შორის დაშორება არ უნდა აღემატებოდეს 10 მილიმეტრს.

საკოჭები შეიძლება შეიცვალოს მუდმივი განივი არმატურით, რომელიც უწყვეტად დაარმატურებულ ბეტონის ფილებში გადაკვეთს ნაკერებს. ამგვარი ფილები კონსტრუირებულია ისე, რომ გზის ერთი მიმართულება იგება ერთჯრადი მოქმედების ფარგლებში იმის გათვალისწინებით, რომ 600 მილიმეტრიან ცენტრებში განლაგდება მინიმუმ 12 მილიმეტრიანი დიამეტრის მქონე განივი არმატურის ღეროები. ამგვარ პირობებში ნაკერის ყოველ მხარეზე განივი არმატურის სულ ცოტა 75 მილიმეტრი დაცული უნდა იყოს ბიტუმიზირებული საღებავით ან სხვა მსგავსი საფარით.

გრძივი ბეტონირების ნაკერები

ცალკეულ ფილებს შორის გრძივი ბეტონირების ნაკერებს უნდა ჰქონდეს შესაბამისობაში მყოფი საკოჭები და ნაკერის კილი. ამას გარდა, თუ გამოიყენება დასაშლელი ფორმები, 12 მილიმეტრის ან მეტი დიამეტრის მქონე განივმა არმატურამ შეიძლება გადაკვეთოს ნაკერი მინიმუმ 500 მილიმეტრზე ან მანძილზე, რომელიც გაუტოლდება განივი არმატურის ღეროების დიამეტრის ნამრავლს 30-ს. ამ ორი მაჩვენებლიდან გამოიყენება უდიდესი. ამგვარ პირობებში ნაკერის ყოველ მხარეზე განივი არმატურის სულ ცოტა 75 მილიმეტრი დაცული უნდა იყოს ბიტუმიზირებული საღებავით ან სხვა მსგავსი საფარით. უწყვეტად დაარმატურებული ბეტონის გზების საფუძვლის ბეტონირების ნაკერებში საჭირო არ არის ნაკერის კილიების გამოყენება. ბეტონის ამა თუ იმ ფილის კიდის დაზიანების შემთხვევაში წუნი უნდა გამოსწორდეს მომიჯნავე ფილის დაგებამდე.

კილიები

კილიები უნდა დამზადდეს მაღალი ხარისხის ფოლადისაგან და უნდა შეესაბამებოდეს BS 4449-ს. მათ არ უნდა ჰქონდეს რაიმე სახის საპოხი მასალა, ტალახი, აშრეკებული ქანგი ან ანაქერცლები. უნდა იყოს სწორი, ყოველგვარი ნაკლის გარეშე, ხოლო სრიალა ბოლოები უნდა იყოს სუფთად დამუშავებული ისე, რომ არ აღმოაჩნდეს ნორმალურ დიამეტრს გადაცდენილი რაიმე შვერილები. საკომპენსაციო

ნაკერების შემთხვევაში კილიების დიამეტრი უნდა იყოს 25 მილიმეტრი ისეთი ფილებისათვის, რომელთა დაკვალვა 300 მილიმეტრი, სიგრძე – 600 მილიმეტრი, ხოლო სისქე 230მმ... 240-მილიმეტრიანი და უფრო მეტი სისქის მქონე ფილებისათვის კილიების დიამეტრი უნდა შეადგენდეს 32 მილიმეტრს. ბეტონირების ნაკერების შემთხვევაში 300-მილიმეტრიანი დაკვალვისა და 500 მილიმეტრიანი სიგრძის მქონე ფილების გამოყენებისას, კილიების დიამეტრი უნდა შეადგენდეს 25 მილიმეტრს.

კილიები ფილის დასხმამდე მაგრდება წინასწარ განთავსებულ ქარხნული წესით დამზადებულ ნაკერის მოწყობილობებზე. ბეტონის ნაკერებისათვის აღნიშნული მოწყობილობების ალტერნატივის სახით, შეიძლება გამოვიყენოთ კილიების მექანიკური წესით, ვიბრაციით ჩასმა. ეს მეთოდი უზრუნველყოფს კილიების ირგვლივ ბეტონის სრულ გამყარებას. ასევე – ზედაპირის საბოლოო დამუშავებას დიაგონალური მოსაპირკეთებელი ძელით ან ვიბრაციული საგლუვით, რომელიც იმობრავებს ფილის გარდიგარდმო.

კილიები უნდა განლაგდეს ფილის ზედაპირიდან შუა სიღრმეზე (± 20 მილიმეტრი) და მოპირკეთებული ზედაპირის, ერთმანეთისა და გზის სავალი ნაწილის შუა ხაზის პარალელურად.

დასაშვებია შემდეგი ცდომილებები:

კილიებისათვის, რომლებიც ფილის ჩამოსხმამდე წინასწარ არის დამაგრებული საყრდენებზე, ან ბოლო ფენის დასხმამდე ორფენიან კონსტრუქციაში ჩასმული კილიებისათვის შესრულდეს მოთხოვნები:

ა) ნაკერში ყველა კილო უნდა განლაგდეს ღეროს ყოველ 300 გრძივ მეტრზე (± 3 მილიმეტრი);

ბ) კილის ორი მესამედი უნდა განლაგდეს ღეროს ყოველ 300 გრძივ მეტრზე (± 2 მილიმეტრი);

გ) როგორც ჰორიზონტალურ, ისე ვერტიკალურ სიბრტყეზე კილის კიდე ღეროს ყოველ 300 გრძივ მეტრზე შეიძლება გადასცდეს მომიჯნავე კილის კიდე ± 3 მილიმეტრით;

ფილის ჩამოსხმის შემდეგ ყოველი კილის მოწყობისათვის საჭიროა შემცირდეს:

დაგეგმილი ნაკერის ხაზის გასწვრივ თანაბრად განლაგებული კილოებისათვის დასაშვები ცდომილება არ უნდა აღემატებოდეს 25 მილიმეტრს. საყრდენები, რომლებზედაც დამაგრებულია კილიები არ უნდა კვეთდეს ნაკერის ხაზს.

საყრდენებზე დამაგრებული კილიები, როგორც ვერტიკალურ ისე ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე ყველა მიმართულებით 110 ნეიტრონის ზემოქმედების ქვეშ არ შეიძლება გადაიხაროს იმაზე მეტად, ვიდრე:

ღეროს ყოველ 300 გრძივ მეტრზე შემოწმებული კონსტრუქციების კილოების საერთო რაოდენობის ორი მესამედი არ უნდა იყოს 2 მილიმეტრზე მეტად გადახრილი.

რაც შეეხება დანარჩენ კილიებს, ღეროს ყოველ 300 გრძივ მეტრზე დასაშვებია მათი 3 მილიმეტრიანი გაადხრა.

ადგილზე ფიქსაციის შემდეგ კილოებისა და საყრდენების კონსტრუქციას, მათ შორის საკომპენსაციო ნაკერების შემავსებელ ფენას უნდა ახასიათებდეს არაელასტიურობის შემდეგი ხარისხი:

საკომპენსაციო ნაკერების შემავსებლის ზედა კიდის გადახრა არ უნდა იყოს 13 მილიმეტრზე მეტი, როდესაც ადგილი აქვს ნაკერის შემავსებლის ფენაზე 1.3 კნ სიმძიმის პერპენდიკულარულ ზემოქმედებას. ყოველ 600 გრძივ მეტრზე სიმძიმის სახით გამოიყენება ძელის ან ხის მასალის შუასადები. აღნიშნული შუასადები თავსდება ცალკეულ სამაგრებს შორის ზუსტად შუანაწილში, ან შემავსებლის ფენის ნებისმიერი მონაკვეთის ყოველ 300 მილიმეტრზე, თუ გამოყენებულია მომდევნო სამაგრი. სიმძიმის მოხსნის შემდეგ დარჩენილი გადახრა არ უნდა აღემატებოდეს 3 მილიმეტრს.

საფუძველის ქვედა ფენის საყრდენებმა უნდა გაუძლოს 1.3 კნ ტვირთს, მაგრამ ვიდრე ტვირთის მოცულობა მიაღწევს 2.6 კნ-ს საყრდენებმა უნდა დაიწყოს მწყობრიდან გამოსვლა;

ჯდენის და ტემპერატურული ნაკერებისათვის განკუთვნილმა საყრდენებმა უნდა გაუძლოს 1.3კნ სიმძიმეს და მწყობრიდან გამოსვლა უნდა დაიწყოს იქამდე, ვიდრე სიმყარეების ხაზთან მაქსიმალურად ახლოს განლაგებული ხის შუასადებების მეშვეობით 600 მილიმეტრიან მონაკვეთზე სიმძიმე მიაღწევს 2.6კნ-ს.

საყრდენები მწყობრიდან გამოსულად ითვლება, როდესაც სიმძიმის ზემოქმედების ქვეშ ადგილი აქვს კონსტრუქციების 3 მილიმეტრზე მეტად გადახრას.

გადახრა იზომება კონსტრუქციის უახლოესი ნაწილისა და ძელის ან ხის შუასადების ურთიერთმიმართების დადგენის გზით.

კილიები უნდა დაიფაროს დრეკადი პოლიმერული კოროზია გამძლე საფარით, რომელიც დაიტანება წინასწარ გაწმენდილ კილიზე. საფარი უნდა იყოს გლუვი, ნაწიბურების გარეშე. დაფარვისას დამაგრებული უნდა იყოს კილის ორივე ბოლო. საფარის მინიმალური სისქე უნდა შეადგენდეს 0.3 მილიმეტრს. საფარი უნდა უძლებდეს ე. წ. მარილოვანი ნისლის 250 საათიან ზემოქმედებას ისე, რომ არ გაჩნდეს რაიმე შესამჩნევი დეფექტის ან კოროზიის ნიშნები.

საკომპენსაციო ნაკერებისათვის ყველაზე შესაფერისი 100 მილიმეტრის სიგრძის წყალგამძლე მუყაოს ფენა ან სათანადო სინთეტური მასალა უნდა განთავსდეს თითოეული კილის ერთ მხარეზე. შედეგად ზედა ფენასა და კილის ზედაპირს შორის უნდა წარმოიქმნას ნაკერის შემავსებელ ფენაზე 10 მილიმეტრით უფრო ფართო საკომპენსაციო სივრცე.

განივი შემკვრელი არმატურა

განივი თუ გრძივი ნაკერების დროს განივი შემკვრელი არმატურა დამზადებული უნდა იყოს 250-ე ხარისხის ფოლადის ან მაღალი ხარისხის წიბოვანი ფოლადისაგან პერიოდული პროფილის არმატურის ღეროები უნდა განეკუთვნებოდეს საკოჭების მე-2 ტიპს. მათ არ უნდა ჰქონდეს რაიმე სახის საპოხი მასალა, ტალახი, აშრევებული ჟანგი ან ანაქერცლები. ღეროები, რომელთა გასწორება შემდგომში ხდება უნდა იყოს მაღალი ხარისხის.

ნაკერების გადამკვეთი ღერძებს უნდა ჰქონდეს მოქნილი კოროზიაგამძლე პოლიმერული საფარი, რომელიც დაიტანება წინასწარ გაწმენდილი ღეროების ცენტრალურ 150-მილიმეტრიან მონაკვეთზე. ბეტონირების ნაკერებისათვის გამოყენებული მრუდი ღეროების შემთხვევაში შესაძლებელი უნდა იყოს მათი 90° გაცხელების ფარგლებში გასწორება გადაღუნვის გარეშე.

როგორც სწორი, ისე მრუდი, გასწორებული ღეროების დამცავი ფენით დაფარული ნაწილები ე. წ. მარილოვან ნისლში გამოცდის შემდეგ არ უნდა იძლეოდეს რაიმე შესამჩნევ დეფექტს ან კოროზიის ნიშნებს.

დაქსელვის ნაკერებსა და სველი ყალიბის გრძივ ნაკერებში საკოჭები უნდა დაფიქსირდეს საყრდენებისა და სამაგრების არაელასტიურ კონსტრუქციებში ისე, რომ ფილის ჩამოსხმის პროცესში არ მოხდეს მათი ადგილიდან დამძვრა. ასევე შეიძლება მოხდეს საკოჭების მექანიკური წესით, ვიბრაციით ჩასმა. ეს მეთოდი უზრუნველყოფს საკოჭების ირგვლივ ბეტონის სრულ გამყარებას. დაბეტონებისას გრძივ ნაკერებთან შეიძლება საკოჭები დაფიქსირდეს ბეტონის საფარის კიდურ ფორმებზე ან ჩაისვას ფილის კიდეზე ისეთი მეთოდის გამოყენებით, რომელიც უზრუნველყოფს ბეტონის სრულ გამყარებას საკოჭებისა და სათანადო სამაგრების ირგვლივ.

დაქსელვის ნაკერებში საკოჭები უნდა განლაგდეს ფილის შუაგულში. ამ წესიდან გადაცდომა დასაშვებია +20, -10 მილიმეტრის ფარგლებში. სხვა სახის ნაკერების შემთხვევაში საკოჭები განლაგდება და დარჩება ფილის სიღრმის ერთ მესამედზე ისე, რომ ისინი მეტ-ნაკლებად პარალელური იყოს ფილის ზედაპირის ცენტრალური ხაზისა და მეტ-ნაკლებად პერპენდიკულარული – ნაკერის ხაზის ცენტრალური ნაწილისა. დასაშვებია ± 50 მილიმეტრიანი გადაცდომა. 200 მილიმეტრზე ნაკლები სისქის ფილების ნაკერის კილის ზედაპირის ნაპრალის ინდუქტორის ქვეშ საფარის მინიმალური სისქე უნდა შეადგენდეს მინიმუმ 30 მილიმეტრს, ხოლო 200 მმ-ზე ნაკლები სისქის ფილების შემთხვევაში – 20 მილიმეტრს.

უწყვეტად დაარმატურებული ბეტონის გამოყენებისას გრძივი ნაკერები უნდა განთავსდეს იმავე დონეზე, რა დონეზეც ხდება განივი არმატურის განთავსება და უნდა შეიკრას გრძივ არმატურასთან.

ცხრილი 3.11

ნაკერები	დიამეტრი მმ-ში	ფოლადის ხარისხი	სიგრძე მმ-ში	დაკვალვა
უწყვეტად არმირებული ბეტონის	მუშა არმატური- სათვის	460	1500	მუშა არმატურის გაორმაგებულ ი დაკვალვა
ბეტონირების განივი ნაკერები	12	250 ან 460	1000	600
სათადარიგო ბეტონირების ნაკერები		დეფორმირე ბული (პერიოდუ ლი პროფილის)	750	
ნაკერები რკინაბეტონის ფილებში, გარდა ჩაჯდომის ტემპერატურული ან საკომპენსაციო ნაკერებისა				
დაქსელვის ნაკერები	12	250 ან 460	1000 750	300 600
ყველა სახის გრძივი ნაკერი, გარდა იმ შემთხვევებისა, სადაც შეიძლება განივი ნაკერების გამოყენება	12 ან 16	250 ან 460 დეფორ- მირებული (პერიოდუ ლი პროფილის)	1000 750 500	600 600
არაელასტიურიდან დრეკად კონსტრუქციზე გადასვლა	20	460 დეფორმირე ბული (პერიოდუ ლი პროფილის)	1000	300

შენიშვნა: უწყვეტად არმირებული ბეტონის გამოყენებისას განივმა არმატურამ შეიძლება გადაკვეთოს ნაკერი, თუ ღეროების მინიმალური ნომინალური დიამეტრი შეადგენს 12 მილიმეტრს და ისინი მოცემულ პუნქტში განხილული წესის შესაბამისად დაფარულია დამცავი ფენით.

ნაკერის შემავსებლის შრე

შემავსებლის შრე საკომპენსაციო ნაკერების, ლიუკებისა და წყალჩასადინარის ნაკერებისათვის უნდა იყოს 25 მილიმეტრის სისქის, გარდა იმ შემთხვევებისა, რომლებიც ნახაზებზეა ასახული. დასაშვებია ± 1.5 მილიმეტრიანი ცდომილება. ეს უნდა იყოს ჭიმვადი კორპის ყალიბი, მყარი კუმშვადი მასალა ან კუმშვადი და მყარი მასალების კომბინაცია, რომელიც საკმარისად არაელასტიური იქნება იმისათვის, რომ ბეტონის საგზაო სამოსის დაგებისას გაუძლოს სპეციალური მანქანების ზემოქმედებას და არ განიცადოს დეფორმაცია. ლიუკებისა და წყალჩასადინარებისათვის ნაკერის შემავსებლის ფენა უნდა ჩადიოდეს დასალუქი კილიების მთელ სიღრმეზე. საკომპენსაციო ნაკერების შემთხვევაში შემავსებლის შრეს უნდა ჰქონდეს ნახაზებზე ნაჩვენების მსგავსად წამახული წვერი. გამონაკლისს წარმოადგენს შემთხვევები, როდესაც დასალუქი კილოს ყალიბი დატანილია ხსენებულ ნახაზებზე. კილის ღიობები ზუსტად უნდა იყოს გახვრეტილი და დაბურღული იმისათვის, რომ შეიქმნას დამცავი კილის თავისუფლად მოძრაობის შერთება

ნიმუშები უნდა მოთავსდეს რელიეფური ფსკერის მქონე სპეციალურ ჰერმეტიკულ ჭურჭელში, რომელიც ასევე აღჭურვილი იქნება ღარებიანი სახურავით, რათა შესაძლებელი იყოს ნიმუშების ვერტიკალურ მდგომარეობაში დაფიქსირება. ჭურჭელში ჩაშვებული ნიმუშები ნახევრად უნდა დაიფაროს წყლით, რომელიც შემდგომში -7°C ან უფრო დაბალ ტემპერატურაზე გაიყინება. წყალი გაყინულ მდგომარეობაში დარჩება მინიმუმ 4 საათის განმავლობაში. ამის შემდეგ, ნიმუშების გაუნძრევად, ჭურჭელი მოთავსდება წყლის აბაზანაში, სადაც შენარჩუნებული იქნება ტემპერატურა $+18^{\circ}\text{C}$ –დან $+38^{\circ}\text{C}$ –მდე. მას შემდეგ, რაც წინასწარ გაყინული წყალი გადნება სპეციალური ჭურჭელი კიდევ ერთ საათს დაჰყოფს ამ აბაზანაში. ამის შემდეგ ჰერმეტიკული ჭურჭელი ნიმუშებთან ერთად კვლავ დაბრუნდება რეფრიჯირატორში და ზუსტად იგივე პროცედურა განმეორდება კიდევ ოთხჯერ. შემოწმების დაწყებამდე ჭურჭლიდან ამოღებული ნიმუშები 48 საათის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურის ჰაერზე ბუნებრივად უნდა გაშრეს.

თუ საცდელ ნიმუშებს არ აღმოაჩნდება გახლეჩვის ან შეკუმშვის არავითარი ნიშნები, ჩაითვლება, რომ ატმოსფერული გავლენისადმი მდგრადობის ტესტმა წარმატებით ჩაიარა.

კუმშვადობისა და ალდგენის ტესტი

ორი ნიმუში, რომელმაც ატმოსფერული გავლენისადმი მდგრადობის ტესტი გაიარა და ორი ახალი 100მმ² (± 0.5 მილიმეტრი) მოცულობის მქონე ნიმუში, რომელიც 24 საათის განმავლობაში ინახებოდა ოთახის ტემპერატურისა და ნორმალური ტენიანობის პირობებში, 24-საათიანი ინტერვალებით კუმშვადობის დასადგენ დანადგარში სამგზის მოექცევა სიმძიმის ქვეშ. უნდა ჰქონდეს მინიმუმ 13 მილიმეტრის სისქის 100მმ²-ის ფართობის დამატებითი მოძრავი სამუშაო ზედაპირები. ყოველ ცდაზე თითოეული ნიმუში თავის საწყის სისქესთან შედარებით უნდა შეიკუმშოს 50%-ით. ამასთან შეკუმშვის სისწრაფე უნდა იყოს 1.3 მილიმეტრი წუთში. საგზაო სამოსის მასალის გამოცდისათვის საჭირო სიმძიმე უნდა მერყეობდეს 0.07წ/მმ²-სა და 10წ/მმ²-ს შორის, ხოლო სახიდე პირაპირებისათვის - 0.07წ/მმ²-სა და 0.4წ/მმ²-ს შორის. სიმძიმე დაუყოვნებლივ უნდა გამოთავისუფლდეს მას შემდეგ, რაც მიიღწევა შეკუმშვა. მესამე ცდის შემდეგ უნდა გავიდეს ალდგენისათვის საჭირო 30 წუთიანი ინტერვალი. დროის სწორედ ამ მონაკვეთის გასვლის შემდეგ უნდა გაიზომოს საცდელი ნიმუშის სისქე.

მიღებული სისქე წარმოადგებს ნიმუშის ალდგენის უნარის მაჩვენებელს და დგინდება თავდაპირველ და საბოლოო სისქეებს შორის პროცენტული თანაფარდობის დადგენის გზით. მიღებული სისქე უნდა გაიზომოს 25 მიკრონის სიზუსტით. ორი ახალი ნიმუში ტესტირებამდე და მის შემდეგ უნდა აიწონოს. მასაში სხვაობა უნდა შეადგენდეს 0.1%-ს, რაც დადგინდება თავდაპირველ და საბოლოო მასებს შორის პროცენტული თანაფარდობის განსაზღვრის გზით.

თუ ოთხივე ნიმუშისათვის ალდგენის მაჩვენებელი არ არის 70%-ზე დაბალი და ორ ახალ ნიმუშს არ განუცდია მასის 1%-ზე მეტი შემცირება, ჩაითვლება, რომ მასალამ შემოწმება წარმატებით გაიარა.

მესამე ნიმუშის მოცულობა, რომელიც გაივლის ატმოსფერული გავლენისადმი მდგრადობის ტესტს უნდა შეადგენდეს 100მმ² –ს (± 0.5 მილიმეტრი).

დაპრესვის ყალიბის შიდა მოცულობა უნდა იყოს 100 მმ x 100 მმ (+ 0.5 მმ, - 0). მისი სიღრმე უნდა აკმაყოფილებდეს ტესტის მოთხოვნებს და უნდა ჰქონდეს არაელასტიური ფსკერი. ყალიბი აღჭურვილი უნდა იყოს დასაპრესი ფილითა და კუთხის საზომი მოწყობილობით ან ისეთი ნაწილით, რომელიც უზრუნველყოფს ზუსტად 25 მიკრონის გაზომვას. ნიმუში უნდა მოთავსდეს დაპრესვის ყალიბში. ყალიბის ღია ნაწილში ნიმუშის 50%-ით შეკუმშვის შემდეგ იქამდე, ვიდრე მოხდება სიმძიმის გამოთავისუფლება, დაპრესვა უნდა გაიზომოს კუთხის საზომი მოწყობილობის მეშვეობით.

ჩაითვლება, რომ მასალამ შემოწმება წარმატებით გაიარა, თუ დადგინდება, რომ ყალიბის თავისუფალ ბოლოში დაპრესვა არ აღემატება 6 მილიმეტრს.

ორი 115 მმ X 115 მმ ± 2.5 მმ ნიმუში წინასწარ უნდა მომზადდეს და მდულარე წყალში ჩაშვებამდე თითოეული მათგანის სისქე უნდა იყოს დაახლოებით 25 მიკრონით. ნიმუშები მდულარე წყალში უნდა დარჩეს 1 საათის განმავლობაში. წყლიდან ამოღების შემდეგ ნიმუშები უნდა გაგრილდეს ოთახის ტემპერატურაზე. ხოლო 15 წუთის გასვლის შემდეგ მათი სისქე უნდა გაიზომოს ამავე ტემპერატურაზე და უნდა შეადგინოს 25 მიკრონი.

(ბ) თუ დადგინდება, რომ ტესტირების დასასრულს გამოსაცდელი ნიმუშების სისქე თავდაპირველ სისქესთან შედარებით შემცირებულია, მაგრამ არა უმეტეს 140%-ისა, ჩაითვლება, რომ მასალამ შემოწმება წარმატებით გაიარა.

მჟავის ტესტი კორპის შემავსებელი ფენისათვის:

(ა) ორი 115 მმ x 115 მმ ± 2.5 მმ ნიმუში უნდა ჩაეშვას 1.18 სიმკვრივის მქონე ოთახის ტემპერატურის მარილმჟავაში, რომელიც შემდგომში მიიყვანება დუდილის ტემპერატურამდე. აღნიშნული ტემპერატურა შენარჩუნდება 1 საათის განმავლობაში, რის შემდეგაც ნიმუშები გაეველება წყალში.

(ბ) ჩაითვლება, რომ მასალამ ტესტირება წარმატებით გაიარა, თუ შემოწმების დასასრულს არ შეიმჩნევა არსებითი მსხვრევადობა, გაფხვიერება ან ელასტიურობის შემცირება. ფერის შეცვლა ან უმნიშვნელო ამონაბერების გაჩენა არ ჩაითვლება წუნად.

მანქანური მშენებლობა

ბეტონის ფილის მშენებლობის პროცესი უწყვეტად უნდა მიმდინარეობდეს როგორც სრიალა ყალიბიანი ბეტონჩამსხმელის, ისე ფიქსირებულ ფორმატიანი ბეტონჩამსხმელი მანქანის გამოყენების შემთხვევაშიც. მცირე ზომის

ბეტონცამსხმელი მანქანების გამოყენება ან საგზაო სამოსის ხელით მშენებლობა ნებადართული უნდა იქნეს მხოლოდ მცირე სიგრძეზე. ფილა უნდა დაიგოს ორ ფენად. ორფენიან კონსტრუქციაში ზედა ფენის სისქე არ უნდა იყოს 70 მილიმეტრზე ან შემავსებლის ორმაგ მოცულობაზე ნაკლები. ამ ორი მაჩვენებლიდან უპირატესობა უნდა მიენიჭოს უდიდესს, ხოლო თუ გამოყენებულია კილოს ყალიბი ზედა ფენის სისქე უნდა იყოს მის სისქეზე სულ მცირე 15 მილიმეტრით მეტი.

ბეტონცამსხმელი მანქანა შედგება ცალკეული ასაძრავი მექანიზმებისაგან, რომლებიც შლიან, პრესავენ და აპრიალებენ ბეტონს. მთელი ეს პროცესი უწყვეტად მიმდინარეობს. ჩამტვირთავი ძაბრის საცმში ბეტონის გადასროლა უნდა მოხდეს სეგრეგაციის გარეშე. ჩამტვირთავი ძაბრის საცმი აღჭურვილია მოწყობილობებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ საფუძვლის ქვედა ფენაზე, ან ფილის ქვედა ფენაზე მისი დალექვის კონტროლს. თითოეულ ფენაში ბეტონი უნდა გაიშალოს სეგრეგაციის გარეშე ისე, რომ უზრუნველყოფილი იყოს შეუკუმშავი ბეტონის თანაბარ სისქეზე დატანა. დალექილი ბეტონი, თუ იგი შეაფერხებს ჩამსხმელი მანქანის სვლას, საჭირო დონემდე უნდა ჩამოშორდეს ჩამტვირთავი ძაბრის ქვედა მხარით. მანქანას უნდა შეეძლოს შეცვლილ პირობებთან და გადატვირთვასთან ადაპტაცია, რაც გამოწვეულია ფილის სისქის ცვლილებებით ან არასასურველი (ჯვარედინი) დაწნევით. ორფენიანი ფილის შემთხვევაში ბეტონის გაშლა ზედა ფენაზე უნდა მოხდეს ქვედა ფენის დასრულების შემდეგ გარკვეულ ვადებში.

ფილის მთელ სიღრმეზე ბეტონის დაპრესვა უნდა მოხდეს ვიბრაციის ან ვიბრაციისა და მექანიკური დატკეპნის კომბინაციის გამოყენებით. ფილის ზედაპირის საწყისის რეგულირება და გაპრიალება მიღწეული უნდა იქნას საგზაო სამოსის ღერძთან მიმართებაში მარეგულირებელ გარდიგარდმო ან პერპენდიკულარული რწევით. მარეგულირებლის უნდა მიდიოდეს როგორც სიმაღლეზე, ისე დახრაზეც.

სველი ჩამოსხმის კილიების შემთხვევაში ნაკერის ყველა მხარეზე ყალიბების ირგვლივ იქამდე, ვიდრე ზედაპირი დარეგულირდება გრძივი ვიბრაციული ტივტივას მეშვეობით, ბეტონი კიდევ ერთხელ უნდა დაიპრესოს ხელის ფირფიტოვანი ვიბროსატკეპნით.

ფილის ზედაპირის დარეგულირება და გაპრიალება უნდა მოხდეს მანქანით, რომელიც აღჭურვილია წყვილი პერპენდიკულარული ვიბრაციული

გასაპრიალებელი მარეგულირებლით, რომლებიც მუშაობს, როგორც სიმაღლეზე, ისე დახრაზეც. სწორკუთხა პროფილის მარეგულირებლის წონა არ უნდა იყოს 170 კგ.მ-ზე ნაკლები და უნდა ვრცელდებოდეს ფილის მთელ სიგანეზე. ვიბრაცია უნდა მოდიოდეს გამწევი მარეგულირებლიდან. ისინი დამაგრებული უნდა იყოს ურიკაზე, რომელიც უნდა შენარჩუნდეს საშუალო დონეზე, რაც არ იქნება მშენებარე ფილის ორივე მხარეზე სულ მცირე ყოველ 3.5 მეტრში ერთმანეთისაგან თანაბრად დაშორებული დამჭერი რელსის, კოჭის ან ფილის ოთხი წერტილის საშუალო დონეზე ნაკლები. გამონაკლისია უწყვეტად დაარმატურებული ბეტონის ფილები, სადაც ფილის ზედაპირის საბოლოო რეგულირება უნდა მოხდეს ფილის გარდიგარდმო მოძრავი გრძივი ვიბრაციული ტივტივას მეშვეობით. საბოლოო რეგულირების შემდეგ იქამდე, ვიდრე მოხდება მაკროტექსტურის დატანა, ნაკერის კილის ყალიბის თავზე დარჩენილი ჭარბი ცემენტი უნდა მოშორდეს. ამას გარდა გრძივმა ვიბრაციულმა ტივტივამ უნდა დაასრულოს ორივე მიმართულებით ფილის გადამკვეთი მოძრაობები და მისი დეგუმის სვლამ უნდა შეადგინოს 200-დან 300-მდე მილიმეტრი.

გრძივი ვიბრაციული ტივტივას მინიმალური სიგრძე უნდა იყოს 3 მეტრი, მუდმივი სიგანე – 250 მილიმეტრი, ხოლო მაქსიმალური მასა 10კგ/მ. ტივტივას კიდეები უნდა იყოს მოღუნული ან დაცერებული.

როდესაც დაგებულია ბეტონის ფილის ერთზე მეტი ზოლი, ბეტონჩამსხმელი მანქანის რეზორდიანი ბორბლების გატარება ფილის დასრულებული ნაწილის ზედაპირზე არ შეიძლება. მე-2 ან მომდევნო ფილები უნდა დაიგოს ბრტყელძირა რელსებზე მოძრავი რეზორდიანი ბორბლების მქონე დამხმარე მანქანების საშუალებით. დასრულებული ფილის ზედაპირზე დაგებული რელსების წონა უნდა აღემატებოდეს 15კგ/მ-ს. ასევე შესაძლებელია მანქანის სათანადო მხარეზე რეზორდიანი ბორბლების შეცვლა სრიალა ურეზორდო ბორბლებით. ურეზორდო ბორბლების ან რელსების გამოყენებამდე უნდა დადგინდეს, რომ ფილის ზედაპირი თანაბარია. ფილის ზედაპირი უნდა იყოს ზედმიწევნით დასუფთავებული და გაწმენდილი მინარევისაგან. ურეზორდო ბორბლები ან რელსები სათანადო მანძილზე უნდა იყოს დაშორებული ფილის კიდიდან, რათა თავიდან იქნას აცილებული კიდის დაზიანება.

3.12. სრიალა ფორმებიანი ბეტონჩამსხმელი მანქანა

სრიალა ფორმებიანი ბეტონჩამსხმელი მანქანა აღჭურვილი უნდა იყოს ასაძრავი მექანიზმებით, რომლებიც უწყვეტად მუშაობის პირობებში ასხამენ, პრესავენ და აპრიალებენ ბეტონს.

სრიალა ბეტონჩამსხმელი მანქანა უნდა პრესავდეს ბეტონს ღრმა ვიბრაციის საშუალებით და სრიალა კიდურ ფორმებსა და მყარ კიდურ ფორმებს შორის ფორმას აძლევდეს მას მაფორმირებელი ფილის ან ვიბრაციული მოსაპირკეთებელი მარეგულირებლის გამოყენებით.

ბეტონი სრიალა ფორმებიანი ბეტონჩამსხმელი მანქანის წინ დანადგარის მთელ სიგანეზე უნდა დაისხას სეგრეგაციის გარეშე. ბეტონის სიმაღლე მუშაობის მთელი პროცესის განმავლობაში უნდა იყოს საჭირო ნამატზე მეტი. ბეტონი უნდა განაწილდეს სპეციალური ფირფიტის ან ხრახნული კონვერის მეშვეობით, რომელიც მუშაობს ფილის მთელ ზოლზე. ბეტონის გამოსატყორცნ მოწყობილობას უნდა შეეძლოს ფილის სისქის ან ჯვარედინი ჭავლის ცვლილებებით გამოწვეულ საშუალო და დიფერენციალურ ნამატთან ადაპტაცია.

სრიალა ფორმებიან ბეტონჩამსხმელ მანქანებს უნდა ჰქონდეს ცვალებადი სიმძლავრის ვიბრაცია, სადაც მაქსიმალური გამომუშავებული ენერგია არ უნდა აღემატებოდეს 2.5 კვ-ს. ასეთ შემთხვევაში 300 მილიმეტრის სიღრმის მქონე ფილისათვის დაგების სისწრაფე აღწევს წუთში 1.5 მეტრს. აღნიშნული მანძილი შეიძლება გაიზარდოს დაგების სიხშირის მაჩვენებლის ზრდის პროპორციულად. მანქანების მასა საკმარისი უნდა იყოს იმისათვის, რათა ყველა სიტუაციაში შენარჩუნებული იყოს მოძრაობის უწყვეტობა.

გარდა უწყვეტად დაარმატურებული ბეტონის საგზაო სამოსისათვის განკუთვნილი ფილებისა, ზედაპირის ფილის საბოლოო რეგულირება უზრუნველყოფილი უნდა იყოს გრძივი ვიბრაციული ტივტივას მეშვეობით, რომელიც იმობრავებს ფილის გარდიგარდმო. გრძივი ტივტივა უნდა იყოს ან ცალკე დანადგარი, რომელიც მოკლე მანძილზე მიყვება სრიალა ფორმებიან ბეტონჩამსხმელ მანქანას ან ისე უნდა იყოს მიმაგრებული ბეტონ ჩამოსხმელზე, რომ მისი მუშაობის ეფექტურობა არ შემცირდეს ან რაიმე არასასურველი გავლენა არ იქონიოს ბეტონჩამსხმელის მუშაობაზე. სველი ჩამოსხმის კილიებთან ყალიბის ირგვლივ ბეტონი უნდა დაიტკეპნოს ცალკე წყვილფირფიტის ვიბრაციული სატკეპნით.

კილის ყალიბი საჭირო დონეზე უნდა დაიპრესოს ვიბრაციული ღარით, რომელიც შეიძლება ჩაშვებული იყოს ნაკერის გასაპრიალებელ მარეგულირებელში. კილის ყალიბის თავზე მოხვედრილი ნებისმიერი ჭარბი ბეტონი ზედაპირის მაკროტექსტურირებამდე უნდა მოშორდეს.

იქ, სადაც ხდება ბეტონის ფილის ერთზე მეტ ზოლად დაგება ან სადაც კიდე საჭიროებს ფილის მონაკვეთების დონეების დამთხვევას და კუთხეებში არ მიიღწევა ზედაპირის დონეები, ფილა უნდა გამაგრდეს ცალკეული კიდის ფორმებით, რომლებიც განთავსდება ბეტონჩამსხმელის წინ ან მის უკან, რათა უზრუნველყოფილი იყოს კიდის დონეების შესაბამისობა მოთხოვნილ ცდომილებებთან.

გამყარებამდე ბეტონის ზედაპირი უნდა გადაირეცხოს სპეციალური ჯაგრისებით, რათა შეესაბამებოდეს მაკროტექსტურის მოთხოვნებს.

ბეტონის გაშლა, დაპრესვა და გაპრიალება უნდა მოხდეს მაქსიმალურად სწრაფად და გზის მოპირკეთების სამუშაოები ისე უნდა დაიგეგმოს, ფილის ნებისმიერ განივ ჭრილში ბეტონის პირველი ანარევის შერევასა და განფრქვეული ბეტონის დაყოვნების ფენის ამავე ფილის ზედაპირზე დატანას შორის არ უნდა აღემატებოდეს 3.7 ცხრილში მოყვანილ ვადებს.

ბეტონის გამყარებამდე ნაკერიანი ბეტონის ფილების ყველა მონაკვეთი უნდა იყოს თანმიმდევრულად დანომრილი განივი ნაკერის მომდევნო კიდესთან. უწყვეტად დაარმატურებული ბეტონის საგზაო სამოსის შემთხვევაში ფილა უნდა მოინიშნოს მაქსიმუმ 50 მეტრის ინტერვალებით.

ბეტონი სეგრეგაციის გარეშე თანაბრად უნდა გაიშალოს კონვეირის, ქარის, ნიჩბის ან ანეკის მეშვეობით. ნიშნულის ან ანეკის მეშვეობით ბეტონი ისე უნდა გაიშალოს, რომ საშუალო დიფერენცირებული სიჭარბე ბეტონის გამყარების შემდეგ ხელს არ უშლიდეს ფილის ზედაპირის სათანადო დონეზე განთავსებას.

ფილის გარდიგარდმო ბეტონი უნდა დაიპრესოს ვიბრაციული საპრიალებელი დამარეგულირებლით და უკვე დაგებული ფილის კიდური ფორმების ან კიდეების მომიჯნავე ვიბრაციული მარეგულირებლით. ამას გარდა, სიღრმული მარეგულირებლის ვიბრაცია გამოყენებული უნდა იქნას 200 მილმეტრზე მეტი სისქის მქონე ფილების შემთხვევაში. თუმცა დასაშვებია მისი გამოყება ნაკლები სისქის ფილებისთვისაც. სიღრმული ვიბრატორები არ უნდა განლაგდეს ფილის

მთელ ზედაპირზე 500 მილიმეტრით მაღლა. ისინი ასევე არ უნდა გატარდეს საპრიალებელი დამარეგულირებლების წინ ფილის გარდიგარდმო.

ცხრილი 3.12

მაქსიმალური სამუშაო ვადები

ბეტონის ტემპერატურა სატრანსპორტო საშუალებიდან გადმოტვირთვისას	უწყვეტად არმირებული ბეტონის ორფენიანი ფილები მაყვანების გარეშე		ყველა სხვა სახის ბეტონის ფილები	
	პირველი ფენის შერევა გამოსაყვან ბეტონთან	ფენებს შორის	პირველი ფენის შერევა გამოსაყვან ბეტონთან	ორფენიანი კონსტრუქციის ფენებს შორის
არა უმეტეს 25°C-ისა 3 საათი	3 საათი	0.5 საათი	3 საათი	1.5 საათი
25°C-ზე მეტი, მაგრამ არა უმეტეს 30°C-ისა	2 საათი	0.5 საათი	2 საათი	1 საათი
30°C-ზე მეტი	მიღებულია დასაგებად	-	მიღებულია დასაგებად-	-

ლითონის საპრიალებელი დამარეგულირებლის საკონტაქტო ზედაპირის სიგანე უნდა იყოს სულ მცირე 50 მილიმეტრი. დამარეგულირებელი უნდა იყოს მყარი ან ჩარჩოთი ან გადაბმით გამყარებული და მოსაპირკეთებელი ფილის გარდიგარდმო არ უნდა ჰქონდეს მოსაპირკეთებელი ღუნვის ისარი. ბალანსირები უნდა დამაგრდეს რელსებზე, ფორმებზე ან მომიჯნავე ფილებზე და ვიბრაციისას პირდაპირი მიმართულებით უნდა მოძრაობდეს წუთში 0.5 მეტრიდან 2 მეტრამდე მუდმივი სიჩქარით. ეს დამარეგულირებლები პრესავენ ბეტონს და წარმოქმნიან გლუვ

გაპრიალებულ ზედაპირს განივი ქანობების, გზის ყველაზე მაღალი ნაწილებისა და ფორმების ზედაპირის შესაბამისი დონეების ან მომიჯნავე ფილებისათვის.

სველი ყალიბის ნაკერის კილიების ნებისმიერი უსწორობა უნდა გასწორდეს ვიბრაციული ტივტივას მეშვეობით, რომელიც გატარდება ნაკერის ზოლის სულ მცირე 1.0 მეტრის სიგანეზე. ფილის მთელი ზედაპირი უნდა გასწორდეს არანაკლებ 1.8 მეტრის სიგანეზე სწორი კიდის ჩამოფხეკვით ან წყვილი ვიბრაციული საპრიალებელი დამარეგულირებლის კიდევ ერთხელ გატარებით. კილის ყალიბის თავზე მოხვედრილი ნებისმიერი ჭარბი ბეტონი მოშორებული უნდა იქნას ზედაპირის მაკროტექსტურირებამდე.

ზედაპირის მოვლა ხორციელდება შესაბამისად 3.7 ცხრილში მოყვანილი შესასრულები სამუშაოს ვადებისათვის.

3.13. მოთხოვნები საბოლოოდ დამუშავებული ზედაპირისადმი

საგზაო სამოსის საბოლოოდ დამუშავებული ზედაპირი უნდა შეესაბამებოდეს დასაშვებ მოთხოვნებს. იქ, სადაც საგზაო სამოსის უბანი რაიმე მიზეზით არ აკმაყოფილებს სპეციფიკაციას, იგი უნდა გამოსწორდეს მთელ სიგანეზე.

ფილის ზედაპირის საბოლოო დარეგულირების შემდეგ და ბეტონის დაყოვნების მემბრანის დატანამდე უნდა მოხდეს გზის სარბენი ზედაპირის მაკროტექსტურის ჯაგრისებით დამუშავება ისე, რომ მოძრაობის მიმართულება გზის სავალი ნაწილის გრძივ ღერძთან ქმნიდეს მართ კუთხეს. მაკროტექსტურის დატანა ფილის გარდიგარდმო უნდა მოხდეს თანაბრად მინიმუმ 450 მილიმეტრის სიგანის ჯაგრისის ერთი მიმართულებით მოძრაობით. მაკროტექსტურა ერთგვაროვანი უნდა იყოს ფილის სიგრძესა და სიგანეზე.

მაკროტექსტურის სიღრმე უნდა განისაზღვროს პოტენციალის მოცულობითი ფიქსაციის მეთოდით. პირველი შემოწმება უნდა ჩატარდეს საგზაო სამოსის დაგების საწყისი წერტილიდან უახლოესი 100 მეტრიან მონაკვეთში, ხოლო შემდგომი შემოწმებები ტარდება სულ მცირე ყოველი სამუშაო დღის განმავლობაში დაგებული საფარისათვის. შემოწმების წესი შემდეგში მდგომარეობს: მაკროტექსტურის სიღრმის 10 ინდივიდუალური ზომა აღებული უნდა იქნას ერთმანეთისაგან მინიმუმ 2 მეტრის დაშორებით გზის ზოლის სიგანეზე გადაძვეტი დიაგონალური ხაზის გასწვრივ მდებარე, ერთმანეთისაგან 50 მეტრით დაშორებულ წერტილებს შორის. არავითარი

ზომის აღება არ უნდა მოხდეს ერთ რიგად დაგებული ბეტონის ფილის გრძივი კიდებიდან 300 მილიმეტრში.

მაკროტექსტურის სიღრმე უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

- იქ, სადაც მაკროტექსტურას არ აღმოაჩნდება საკმარისი სიღრმე კონტრაქტის მონაწილე მხარემ ტექსტურა უნდა შეაკეთოს გზის ზოლის მთელ სიგანეზე მანძილით, რამდენიც საჭირო იქნება მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად. აღნიშნული მიიღწევა გამყარებული ბეტონის ზედაპირის რეტექსტურირებით;
- იმ შემთხვევაში, თუ შემთხვევითი გაღარვა არ გამოიღებს დამაკმაყოფილებელ შედეგს მაკროტექსტურის მინიმალური სიღრმის მიღწევის თვალსაზრისით, მაშინ სათანადო სიგანეზე უნდა მოიხსნას ფილის მთელი ფენა, რათა შესაძლებელი გახდეს სპეციფიკაციის შესაბამისად ფილის რეკონსტრუქცია.
- თუ მაკროსტრუქტურის სიღრმე საჭიროზე მეტია, მაშინ ზედაპირი უნდა გასწორდეს ან გაპრიალდეს ან სხვაგვარად დამუშავდეს სათანადო სიგრძის მონაკვეთზე. დამუშავების არჩეული მეთოდი წინააღმდეგობაში არ უნდა იყოს ზედაპირის დონეებისათვის დადგენილ მოთხოვნებთან.

ფიქსირებული მნიშვნელობა ცდომილება

ფილის მშენებლობის დასრულებიდან 24 საათიდან 7 დღემდე ან იქამდე, ვიდრე ფილაზე პირველად გაივლის სატრანსპორტო საშუალებები საშუალოდ 10 გაზომვა უნდა განხორციელდეს და დასაშვები ცდომილება 1.00 ± 0.25 -ი უნდა იყოს.

არაუგვიანეს 6 კვირამდე და ვიდრე გზა გაიხსნება საყოველთაო მოხმარებისათვის საშუალოდ 10 გაზომვა უნდა განხორციელდეს, დასაშვები ცდომილება უნდა შეადგენდეს 1.00 ± 0.25 -ს.

გამყარებული ბეტონის ტექსტურირება

გამყარებული ბეტონის გაცვეთილი, წვიმისაგან დაზიანებული ან არასათნადოდ ტექსტურირებული ზედაპირის ფილების მაკროტექსტურირება უნდა მოხდეს

განახერხი ღარაკებით, რომლებიც საგზაო სამოსის გრძივ ღერძთან შექმნიან მართ კუთხეებს. დადარვა უნდა მოხდეს ალმასის ან სხვა აბრაზიული საჭრელი დისკოების მეშვეობით.

ღარები ერთმანეთისაგან არ უნდა იყოს თანაბარი მანძილებით დაშორებული, ხოლო თითოეული მათგანის სიგანე უნდა მერყეობდეს 2-დან 5 მილიმეტრამდე. ღარაკების ცენტრებს შორის დაშორებები უნდა იყოს შემდეგი: 30, 35, 40, 45, 50, 55, 30, 50, 30, 45, 50, 30, 55, 50, 40, 35, 45, 50, 40, 55, 30, 40, 55, 35, 55. თითოეული დაშორიშორებისათვის დასაშვებია ± 3 -მილიმეტრიანი ცდომილება. ბურღის თავის მინიმალური სიგანე უნდა იყოს 500 მილიმეტრი, ხოლო ღარის ისეთი თავისათვის, რომელიც არ უზრუნველყოფს დაშორიშორების სრულ თანამიმდევრობას გამოყენებული უნდა იქნას დაშორიშორებათა ის რაოდენობა, რომელიც შეეფერება მის სიგანეს თანამიმდევრობის დასაწყისში.

ღარის სიღრმე უნდა გაიზომოს საბურავის პროტექტორის სიღრმის საზომის მეშვეობით, ხოლო გაზომვების ჩატარებისათვის დადგენილია შემდეგი პროცედურები:

გაზომვები უნდა ჩატარდეს ერთმანეთისაგან სულ მცირე 2 მეტრით დაშორებულ 10 წერტილში. ეს წერტილები განთავსებული უნდა იყოს გზის სიგანის 50 მეტრიანი მონკვეთების გადამკვეთი დიაგონალური ხაზის გასწვრივ.

ზემოხსენებულ 10 წერტილში უნდა მოხდეს ერთმანეთის მომიჯნავე 10 ღარის სიღრმის გაზომვა.

თუ დაღარული უბნის სიგრძე 50 მეტრზე ნაკლებია, გაზომვების ჩატარების ადგილები უნდა შეესაბამებოდეს ერთმანეთს და 50 მეტრიანი უბნისათვის დადგენილი მოთხოვნების პროპორციული უნდა იყოს.

გაზომვების თითოეული 10-პუნქტიანი კომპლექტისათვის ღარაკის საშუალო სიღრმე არ უნდა იყოს 3 მილიმეტრზე ნაკლები და არ უნდა აღემატებოდეს 7 მილიმეტრს.

დაღარვის დასრულების შემდეგ დარჩენილი ჰიდრონარევი არ უნდა მოხვდეს ნაკერებში, წყალჩასადინარებსა და მოძრაობის ზოლებში, ხოლო დაღარვის შედეგად დარჩენილი მშენებლობის ნაგავი დაუყოვნებლივ უნდა მოშორდეს.

ცემენტის მინიმალური შემცველობა და წყალ/ცემენტის მაქსიმალური შეფარდება არ უნდა იყოს ნორმებში განსაზღვრულ წყალ/ცემენტის ფარდობაზე

მეტი. ცემენტის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 550 კგ/მ³-ს, თუ არ არის სხვა მითითება.

ბეტონზე წაყენებული მოთხოვნები

საავტომობილო გზების მშენებლობისათვის ბეტონის მიმართ წაყენებული მოთხოვნები შემდეგია:

შესაბამისობის კრიტერიუმები:

- 1) შესაბამისობის კრიტერიუმები უნდა შეესაბამებოდეს BS EN 206-1-ს. მოცემული უნდა იყოს შემადგენელი მასალების სავარაუდო პროპორციები.
- 2) ნებისმიერი საპროექტო ბეტონის მიწოდებამდე წარმოდგენილი უნდა იყოს შემდეგი ინფორმაცია:

– ბეტონის შემადგენელი მასალის ხასიათი და წყარო ან არსებული შესაბამისი მონაცემები, როგორც დამადასტურებელი საბუთი, რომ ადრე მისი გამოყენება დამაკმაყოფილებელი იყო, მიზნობრივი საშუალო სიმტკიცის, არსებული ზღვრის, კონსისტენციისა და წყალ/ცემენტის თანაფარდობის თვალსაზრისით.

- თითოეული მასალის რაოდენობა ერთ კუბურ მეტრ მთლიანად დატკეპნილ ბეტონზე.
- გამოყენებული სამშენებლო მასალების შემადგენელი ელემენტების ნებისმიერი ცვლილებები (გარდა ცემენტის შემცველობის ცვლილებისა, რომელიც არ აღემატება 20 კგ/მ³-ს და შემავსებლის შემცველობის პროპორციული ცვლილებისა), ექვემდებარება ბეტონის ხელახალ შეფასებას.

ბეტონის კონსისტენცია მიწოდებისას

მიწოდებულ ბეტონს არ უნდა დაემატოს წყალი ან მინარევეები. განსაკუთრებულ შემთხვევებში წყალი ან მინარევეები უნდა დაემატოს, როდესაც ეს ხდება და გათვალისწინებულია იმისთვის, რომ კონსისტენცია განსაზღვრულ მნიშვნელობამდე მივიდეს, იმ პირობით, რომ სპეციფიკაციით ნებადართული ზღვრული მნიშვნელობები გადაჭარბებული არაა და მინარევის დამატება გათვალისწინებულია

ბეტონის შემადგენლობით. ბეტონში დამატებული წყლის ან მინარევის ნებისმიერი რაოდენობა ყველა შემთხვევაში უნდა დაფიქსირდეს.

საცდელი პანელები

დაბეტონების დაწყებამდე უნდა მომზადდეს შესაბამისი ზომის საცდელი პანელები, რომ შესაძლებელია ზედაპირის სასურველი მდგომარეობის მიღწევა შემოთავაზებული მეთოდით.

პანელი უნდა შეიცავდეს ტიპიურ არმატურას და შევსებული უნდა იყოს შესაბამისი ბეტონით, რომელიც დატკეპნილია გამოსაყენებელი მეთოდით.

ფერის კონტროლი

თითოეული შემადგენელი მასალა მიღებული უნდა იყოს ერთი წყაროდან. შემავსებლებში არ უნდა იყოს რაიმე მინარევი, რომლებმაც შეიძლება გამოიწვიოს ლაქების წარმოქმნა. ნარევის მახასიათებლები და კლასიფიკაცია, განსაკუთრებით – ქვიშის (ე. ი წვრილი შემავსებლის), მუდმივი უნდა იყოს.

ფორმის საპოხი

ფორმის საპოხმა მასალებმა უნდა უზრუნველყოს ფორმის მოცილება ბეტონის ზედაპირის დაზიანების გარეშე. არ უნდა გაჩნდეს უარყოფითი ნარჩენი ეფექტები საპოხისგან. სადაც ბეტონის ზედაპირი მუდმივად გარეთაა, უნდა გამოიყენებოდეს მხოლოდ ერთი საპოხი მთელი ზედაპირისთვის. საპოხი მასალები უნდა დაიფინოს თანაბრად და არ უნდა შეეხოს არმატურას, წინასწარდაჭიმულ ღეროებს. ნებისმიერი ასეთი შეხების ადგილი კარგად უნდა გაირეცხოს.

ბეტონის ზედაპირის მოპირკეთება.

ფორმირებული ზედაპირები – მოპირკეთების კლასები

ყალიბებმა უნდა უზრუნველყოს ზედაპირის შემდეგი სახის მოპირკეთება:

კლასი F1. დამატებითი მოთხოვნების გარეშე;

კლასი F2. ზედაპირზე უსწორმასწორობები არ უნდა იყოს იმაზე მეტი, რაც დამუშავებული ფიცრებით შედგენილ თანაბარ ზედაპირს ახასიათებს. ზედაპირი

შემდგომ აღარ მოპირკეთდება, თუმცა ისეთი დეფექტები, როგორც ნაოჭები და გაუფერულებაა, უნდა გასწორდეს.

კლასი F3. მიღებული ზედაპირი უნდა იყოს გლუვი, ერთგვაროვანი ფაქტურის და გარეგნობის. ყალიბმა არ უნდა დატოვოს კვალი ზედაპირზე და არ უნდა იყოს შეერთებული და დამაგრებული იმგვარად, რომ ნაჭდევეები დარჩეს. გამოსწორებს ნებისმიერი ხარვეზი აუცილებლად უნდა გამოსწორდეს. არ უნდა გამოიყენებოდეს შიდა გადაბმები და რაიმე ჩაშენებული ლითონის ნაწილები.

კლასი F4. F4 კლასის მოთხოვნები ისეთივეა, როგორც F3-ისთვის, გარდა შიდა კავშირებისა და ჩაშენებული ლითონის ნაწილებისა. კავშირები უნდა იყოს მხოლოდ ინჟინრის მიერ დამტკიცებულ პოზიციებზე.

კლასი F5. მიღებული ზედაპირი უნდა იყოს გლუვი, ერთგვაროვანი ფაქტურის და გარეგნობის. ნებისმიერი ხარვეზები უნდა გამოსწორდეს. ნებადართული უნდა იყოს შიდა კავშირები და ჩაშენებული ლითონის დეტალები, თანაბარი დაშორებით.

ყველა კლასის ბეტონი, რომელიც მუდმივად ღია რჩება, გარდა F1კლასისა, დაცული უნდა იყოს ჟანგისა და სხვა ლაქებისაგან.

ყველა ყალიბის შეერთებები, ყველა კლასებისთვის, F1 კლასის გარდა, უნდა იყოს მოწესრიგებული ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ხაზებით, რომლებიც მთელ სტრუქტურას გასდევს და მშენებლობის ყველა შეერთება ამ ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ ხაზებს უნდა ემთხვეოდეს.

დაუყალიბებელი ზედაპირები – მოპირკეთების კლასები

მოპირკეთების კლასი U1: ზედაპირი უნდა გასწორდეს იმგვარად, რომ შექმნას ნახაზებზე წარმოდგენილი პროფილი. ზედაპირის შემდგომი დამუშავება აღარ უნდა მოხდეს, გარდა იმ შემთხვევებისა, როდესაც ის მოპირკეთების სხვა კლასისთვის პირველ ეტაპს წარმოადგენს.

მოპირკეთების კლასი U2: მას შემდეგ, რაც ბეტონი საკმარისად გამაგრდება, U1 კლასის მოპირკეთება უნდა გასწორდეს ხელით ან მანქანით, სანამ არ მიიღება ზედაპირი, გასწორებისას წარმოქმნილი ნაჭდევების გარეშე.

მოპირკეთების კლასი U3: როდესაც აღარ იქნება ტენი და ბეტონი საკმარისად გამაგრდება ზედაპირზე ცემენტის რძის წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად. U1 კლასის ზედაპირი უნდა გასწორდეს ფოლადის ქაფჩით საკმარისი წნევით მაგარი, მკვრივი ზედაპირის შექმნამდე, რომელზეც არ იქნება გასწორების ნაჭდევები.

მოპირკეთების კლასი U4: ბეტონის ზედაპირი უნდა გასწორდეს თანაბარი ზედაპირის შექმნამდე. როდესაც ბეტონი საკმარისად გამაგრდება და ნაჟონი წყალი აორთქლდება, ზედაპირი უნდა გასწორდეს ქაფით მაგარი, მკვრივი ზედაპირის შექმნამდე, რომელზეც არ იქნება გაშიშვლებული შემავსებელი და გასწორებისას დარჩენილი ნაჭდევეები. ბოლოს ზედაპირი მსუბუქად უნდა დამუშავდეს ხის ქაფით.

ალტერნატიულად, ბეტონი უნდა მოსწორდეს, დამუშავდეს ქაფით, ერთგვაროვანი ზედაპირის შექმნამდე და, უშუალოდ, წყალგაუმტარობის უზრუნველსაყოფი ოპერაციის ჩატარებამდე, ზედაპირი უნდა დამუშავდეს წყლის ჭავლით ან ქვიშის ჭავლით ოდნავ ტექსტურირებული ზედაპირის მიღებამდე

მოპირკეთებული ზედაპირი უნდა შეესაბამებოდეს გათვალისწინებულ პროფილს, 10 მმ დაშვებით, 3 მ საზომი ხელსაწყოს სიგრძეზე და მას არ უნდა ჰქონდეს 3 მმ-ზე დიდი უსწორმასწორობები.

მოპირკეთების კლასი U5: ბეტონი უნდა მოსწორდეს და დამუშავდეს ერთგვაროვან ზედაპირამდე. როდესაც ბეტონი საკმარისად გამაგრდება, ზედაპირზე ცემენტის რძის წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად ის უნდა გასწორდეს, სანამ არ გაქრება ნაჭდევეები, შემავსებელი არ უნდა მოჩანდეს. ბოლოს, ზედაპირი უნდა დამუშავდეს, წყალგაუმტარობის და ზედაპირის ხარისხის მოთხოვნების შესაბამისად. მოპირკეთებული ზედაპირის სიზუსტე ისეთი უნდა იყოს, რომ არ განსხვავდებოდეს საჭირო პროფილისგან 5 მ-ზე მეტით საზომი ხელსაწყოს 3 მ სიგრძეზე, და არ უნდა ჰქონდეს რაიმე მკვეთრი უსწორმასწორობები.

სხვა კლასები: მზა ზედაპირები უნდა შეესაბამებოდეს საკონტრაქტო ნახაზებში მითითებულ მოთხოვნებს.

სამშენებლო ნაკერები

ნაკერების მდებარეობა უნდა წარმოდგენილი იქნას კონტრაქტორის მიერ, ინჟინერთან დასამტკიცებლად. როდესაც ბეტონის განთავსება ვერტიკალურ ელემენტებზე ხდება – კედლებზე, სვეტებზე და ა.შ., ბეტონის აწევა უნდა მოხდეს ელემენტის ყველაზე მაღალ დონემდე, ან თუ ელემენტები დახრილია, ელემენტის ღერძის მარჯვენა კუთხეში და ნაკერების ხაზები უნდა შეესაბამებოდეს დამთავრებული სამუშაოს მაჩვენებლებს, თუ ეს შესაძლებელია, ან მათი ფორმირება ხსნარით უნდა მოხდეს.

დაბეტონება უნდა მოხდეს უწყვეტად სამშენებლო ნაკერებამდე.

სამშენებლო ნაკერები უნდა მომზადდეს ერთ-ერთი ქვემოთ მოყვანილი გზით:

როდესაც ბეტონი მზად არაა, ყალიბები არ უნდა მოიხსნას, იგი გამყარების შემდეგ საჭიროებისამებრ მოიხსნება, სამშენებლო ნაკერის გამოსაჩენად. ბეტონის ზედაპირზე უნდა დაისხას წყალი, წვრილი გაფრქვეული ჭავლით და გაირეცხოს მაგარი ჯაგრისით, იმისთვის, რომ მოსცილდეს ხსნარისგან წარმოქმნილი ქერქი და გამოჩნდეს უფრო მსხვილი შემავსებელი, მისი დაზიანების გარეშე. ალტერნატიულად, სადაც უფრო პრაქტიკულია, ქერქი და რქე უნდა მოშორდეს ქვიშის ჭავლით.

ნაკერის ზედაპირი სუფთა და ტენიანი უნდა იყოს, მაგრამ მასზე ბეტონის დასხმის წინ არ უნდა იყოს მდგარი წყალი.

ყალიბები

ყალიბის დიზაინი და კონსტრუქცია საკმარისად ხისტი და მჭიდრო უნდა იყოს იმისათვის, რომ ბეტონიდან ხსნარი არ დაიკარგოს ყველა ეტაპზე ბეტონის ჩასხმისა და დატკეპნის სათანადო მეთოდებისთვის.

ყალიბი ისე უნდა იყოს დამზადებული, რომ ადვილად დაიშალოს და მოიხსნას, დარტყმისა და დაზიანების გარეშე. საჭიროა, ყალიბი ისე იყოს მოწყობილი, რომ სოფიტის ფორმა, რომელიც მხოლოდ სადგარებს ეყრდნობა, ამ მდგომარეობაში იმდენ ხანს დარჩეს, რამდენიც საჭიროა, გამყარების პირობების მიხედვით. თუ კომპონენტი წინასწარ უნდა დაიჭიმოს, სანამ იგი სოფიტის ფორმას დაეყრდნობა, საჭიროა ელასტიური დეფორმაციისა და წონის განაწილების გათვალისწინება.

სადაც გათვალისწინებულია ყალიბების ხელახლა გამოყენება, ისინი კარგად უნდა გასუფთავდეს და გასწორდეს.

იქ, სადაც ზედაპირი მუდმივად გამოჩნდება, არ უნდა გამოიყენებოდეს ლითონის შიდა სამაგრები, რომლებიც გამაგრებული ბეტონიდან უნდა იქნას ამოღებული. სადაც შიდა სამაგრები ჩატოვებულია, ისინი ხსნარით უნდა დაიფაროს, სულ მცირე, 50 მმ სისქეზე. ღრმული უნდა გაიწმინდოს და დატენიანდეს, უშუალოდ, ხსნარით ამოვსებამდე.

ფორმების გასუფთავება და დამუშავება: ფორმების ზედაპირი, რომელიც ბეტონთანაა კონტაქტში, სუფთა უნდა იყოს და საჭიროებისამებრ უნდა დამუშავდეს საპოხი მასალით.

უშუალოდ დაბეტონებამდე ყველა ყალიბი კარგად უნდა გასუფთავდეს. გასასუფთავებლად გამოყენებული შეკუმშული ჰაერის წყარო არ უნდა შეიცავდეს ზეთს და რაიმე სხვა დამაბინძურებელს.

გამოწეული არმატურა და სამაგრი მოწყობილობები. იქ, სადაც საჭიროა, რომ ყალიბები გახვრეტილი იყოს, გამოწეულ არმატურაზე ან სამაგრ მოწყობილობებზე მოსარგებად, წინასწარ მიიღება ზომები იმისათვის, რომ ხსნარმა არ გამოჟონოს დაბეტონებისას და ყალიბის მოხსნისას ბეტონი არ დაზიანდეს.

ტრანსპორტირება, ჩასხმა და დატკეპნა:

ბეტონის ტრანსპორტირება და ჩასხმა უნდა მოხდეს დაბინძურების, სეგრეგაციისა და დანაკარგების გარეშე.

ბეტონის ტემპერატურა ჩასხმისას არ უნდა იყოს 5°C-ზე ნაკლები და 30°C-ზე მეტი. ახალი ბეტონი არ უნდა ჩაისხას მონოლითურ ბეტონზე, რომელიც 30 წუთზე უფრო მეტი ხნის წინ ჩაასხეს, თუ არ უნდა შეიქმნას სამშენებლო ნაკერი, როგორც აღწერილია ამ მუხლის პირველ ქვემუხლში.

დაუშვებელია ბეტონის გადატუმბვა და ჩასხმა ალუმინის შენადნობისგან დამზადებული ტუმბოთი და მოწყობილობებით.

დაბეტონების ოპერაციებმა არ უნდა გადაადგილოს არმატურა, წინასწარდაჭიმული არმატურის არხები, ნაკერები ან ყალიბები და არ უნდა დააზიანოს ყალიბის ზედაპირები.

ბეტონი გულდასმით უნდა დაიტკეპნოს ვიბრაციული საშუალებებით, კარგად განთავსდეს არმატურის, წინასწარდაჭიმული არმატურის, ჩაშენებული სამაგრების გარშემო და ყალიბის კუთხეებში, იმისათვის, რომ შეიქმნას მყარი მასა, სიცარიელების გარეშე. როდესაც ბეტონის დასატკეპნად გამოიყენება ვიბრატორები, ვიბრაცია უწყვეტი უნდა იყოს თითოეული პარტიის ჩასხმისას, სანამ ჰაერის ამოსვლა პრაქტიკულად არ შეწყდება. ამასთან, ვიბრაციამ არ უნდა გამოიწვიოს შემადგენელი მასალების სეგრეგაცია.

უნდა აღინიშნოს, რომ თვითდატკეპნადი ბეტონი არ არის ნებადართული.

თავი 4

4.1. ბეტონის საავტომობილო გზების მშენებლობა საქართველოში

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

ბენზინიანი შიდაწვის ძრავის ავტომობილების გამოჩენამ ახალი მოთხოვნები წაუყენა გზის სავალ ნაწილს, რაც გამოიხატებოდა საგზაო ფენილების სიმტკიცისა და სისწორის მნიშვნელოვან ზრდაში. სწორედ ამან ჩაუყარა საფუძველი გაუმჯობესებული საგზაო ფენილების მშენებლობას, რამაც განაპირობა ფენილების მოსაწყობად, როგორც მინერალური (ცემენტი), ასევე ორგანული (ბიტუმი) შემკვრელების გამოყენება.

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

გზები ექსპლუატაციის პერიოდში განიცდიან მრავალრიცხოვან ბუნებრივ ფაქტორებს: (გაცხელებას მზის სხივებით, გაყინვას და გაღებობას, დატენიანებას ნალექებით, გრუნტის წყლებით და სხვა). მუშაობის ეს თავისებურებები გათვალისწინებული უნდა იქნეს დამპროექტებლების, მშენებლებისა და გზის მომსახურე პერსონალის მიერ, რომლებიც ვალდებული არიან უზრუნველყონ გზის ნორმალური მუშაობა ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

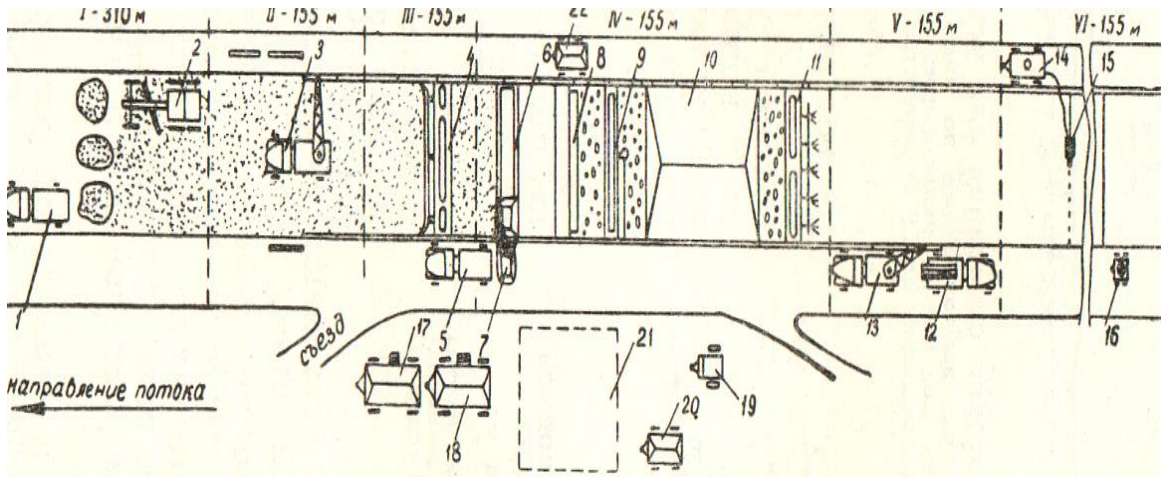
საავტომობილო გზების ექსპლუატაციის მრავალწლიანი გამოცდილება, სრულყოფილი გზის საფარით, იძლევა იმის საფუძველს, რომ თანამედროვე მძიმე და სწრაფმავალი ტრანსპორტის მოძრაობისას, ასფალტობეტონის საფარი ხშირად დეფორმირდება, მის ზედაპირზე წარმოიქმნება ტალღები, ბზარები, ჯდენები და სხვა დეფექტები, რის გამოც ვასკვნიტ, რომ ასფალტობეტონის საფარი არ გამოირჩევა დიდი ხანგამძლეობით. შესაბამისად აღვნიშნავთ, რომ სრულყოფილი საგზაო საფარებიდან, ცემენტბეტონის საფარი გამოირჩევა მთელი რიგი ტექნიკურ-ეკონომიკური უპირატესობებით ასფალტბეტონთან შედარებით. მათ აქვთ მაღალი სიმტკიცე, რაც საშუალებას იძლევა გაატაროს ყველა სახის

მძიმე საავტომობილო ტრანსპორტი. გარდა ამისა ბეტონის საფარის მაღალი ხორკლიანი ზედაპირის გამო ტრანსპორტის მოძრაობა ბეტონის საფარის შემთხვევაში დასაშვებია მაღალი სიჩქარით, ამასთან ნესტიან ამინდში, აღნიშნული საფარი ხასიათდება ზედაპირის მცირე ცვეთით, მოძრაობის მცირე წინაღობით, ქვის მასალების ეკონომიითა და დიდი ვადით კაპიტალურ შეკეთებამდე. გარდა ამისა უნდა აღინიშნოს, რომ ცემენტბეტონის საფარის მშენებლობის ყველა ეტაპზე შესაძლებელია გამოყენებული იქნას მექანიზაციის ყველა საშუალება. ყოველივე ამის გათვალისწინებით ცემენტბეტონის გზის საფარი საკამოდ საიმედოა და შესაბამისად დღეისათვის მოიპოვა დიდი გავრცელება ჩვენს ქვეყანაში, რადგანაც სხვა მაღალი მახასიათებლების გარდა, ბეტონის საფარიანი გზები მოითხოვენ მკვეთრად შემცირებულ საექსპლუატაციო ხარჯებს. მაგრამ ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ გზის საფარად გამოყენებული ბეტონი განიცდის მნიშვნელოვან ძაბვებს მძიმე ტრანსპორტის ინტენსიური მოძრაობის გამო, ტემპერატურისა და ტენიანობის ცვალებადობით, ბეტონის შეკლებით და სხვა ფაქტორების გამო. გარდა ამისა ბეტონის საგზაო საფარი განიცდის გარემოს აგრესიას, რომელთაგანაც განსაკუთრებით აღსანიშნავია ბეტონის შენაცვლებით გაყინვა-გაღობა და დასველება-შრობა. აგრესიულ ფაქტორებს ასევე შეიძლება მივაკუთვნოთ მარილებისა და მინერალიზებული წყლების მოქმედება, რომლებიც გამოიყენება გზის საფარიდან ყინულის მოსაცილებლად. იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც ბეტონის საფარი იმყოფება სხვადასხვა სახის აგრესიულ გარემო პირობებში, შესაძლებელია სხვადასხვა სახის სპეციალური ქიმიური დანამატებით მიზანდასახულად ვარეგულიროთ ბეტონის საფარის ტექნიკური მახასიათებლები.

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

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

ნახ.15-ზე წარმოდგენილია ცემენტბეტონის საფარიანი გზების მოწყობის ტექნოლოგიური პროცესების სქემა და პროცესის განხორციელებისათვის საჭირო მანქანა-მექანიზმები.



ნახ.15.ცემენტბეტონის საფარიანი გზების მოწყობის ტექნოლოგიური სქემა:

- 1-თვითმცლელი ავტომობილი; 2- ავტოგრეიდერი D- 144;
 - 3-ავტო ამწე K-51; 4-სამირკველის პროფილის მოწყობის დანადგარი D-345;
 - 5-თვითმცლელი ავტომობილი ცემენტბეტონის ნარევით;
 - 6- ბეტონის ნარევის გამანაწილებელი D-375; 7-განმტვირთავი კოვში D-375;
 - 8-ბეტონის მომპირკეთებელი მანქანა D-376;
 - 9-ნაკერების ჩამჭრელი PHHC-60; 10-ტენტი;
 - 11-ავსკისებური მასალის გამშლელი მანქანა ЭИЦ-3;
 - 12-ავტომობილი; 13-ავტოამწე K-51;
 - 14-წყლის ავზი (ცისტერნა); 15-ჩამყრელი D-903 (DC-570);
 - 16-ბითუმის მასტიკის კასრი; 17-მისაბმელიანი რონოდა ИТП და საკუჭნაო;
 - 18-მისაბმელიანი რონოდა მუშახელისათვის;
 - 19- ჭურჭელი სასმელი წყლისათვის; 20-გადასაადგილებელი ტუალეტი;
 - 21-მექანიზმების სადგომი მოედანი;
 - 22- გადასაადგილებელი ელექტრო სადგური ЖЭС-15;
- გზის საფარის მოსაწყობად საჭიროა შესრულდეს შემდეგი სამუშაოები:

4.2. ქვიშის გამასწორებელი ფენის მოწყობა

პირველ რიგში საჭიროა გზის რელიეფის განმტკიცება არსებული ნორმების და წესების მიხედვით [2,3]

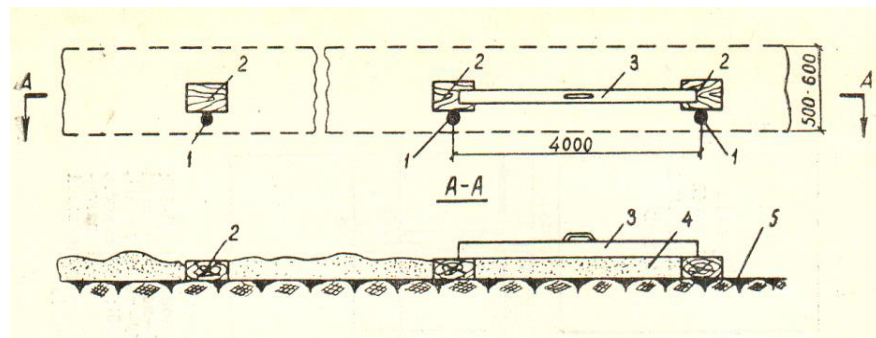
გზის დადგენილ რელიეფზე ხდება ცემენტ-გრუნტის სამირკველის მოწყობა. მონაკვეთი სიგანეში შეიძლება მოეწყოს არანაკლებ 8.5მ–ისა. 7-10 დღის შემდეგ ხდება

ღორღის ფენით აღნიშნული მონაკვეთის დაფარვა. ღორღი მიეწოდება საავტომობილო ტრანსპორტით და ავტოგრეიდერის საშუალებით ხდება მისი მოსწორება. ღორღის საფარის სისქე აიღება 5სმ-ის ტოლი (ნახ.16).

როდესაც ტექნიკური ზედამხედველის მიერ მიღებული იქნება ცემენტგრუნტის საძირკვლის მონაკვეთი არა უმცირესი 500 მეტრისა, ხდება გზის ორივე მხარეს, სწორ მონაკვეთზე გზის ზედაპირის გამოყოფა თოკებით და ყოველ 40 მ-ის მანძილზე ამონტაჟებენ ლითონის სოლებს.

ტრასის მრუდხაზოვანი მონაკვეთების შემთხვევაში რელს-ფორმის ხაზის გასწვრივ, ხდება ლითონის სოლების მონტაჟი, ყოველ 5-10 მ-ში.N

ამის შემდეგ, ხდება რელს-ფორმის შეერთება, კვანძების დაზუსტება. Aარსებული სოლების გვერდით ხდება ახალი სოლების ჩამონტაჟება (საკონტროლო სოლები) ნიველირის საშუალებით ხდება სოლების ჩამონტაჟება ისე, რომ სოლის წვერი ეხებოდეს გრუნტს, ხოლო ზედაპირი აღნიშნავს მომავალი გზის საფარის საპროექტო ნიშნულს.



N

ნახ.16. საძირკვლის მომზადება რელს-ფორმის მიხედვით:

1. ლითონის სოლი, რომელიც განლაგებულია რელსფორმის სიგრძეზე;
2. ხის ქვესადები რელს-ფორმის პირაპირის ქვეშ;
3. შესამოწმებელი ლარტყა; 4. ღორღის გამასწორებელი ფენა;
5. ცემენტ-გრუნტის საძირკველი.

საკონტროლო სოლების გვერდით ეწყობა ხის სადებები, რომელიც წარმოადგენს შაბლონს მასზე ეწყობა ხის ლარტყა, რომლის მიხედვით სწორდება სადები ფენა, რომელიც იტკეპნება ყოველ 0,5 მ-ის სიგანეზე. განსაკუთრებით გულმოდგინედ საჭიროა გასწორდეს და დაიტკეპნოს ღორღის გამასწორებელი ფენა, რელს-ფორმის თოკების სისწორეზე, შემდეგ ხდება ნიველირით ყოველი შეერთების კვანძის სისწორის შემოწმება ყოველ არასწორ ადგილას ხდება ქვიშის დამატება და

მისი გასწორება, განსხვავება ვერტიკალურ სიბრტყეში არ უნდა აღემატებოდეს 2 მმ-ს, ხოლო 5 მმ-ს ჰორიზონტალურ სიბრტყეში.

2. გზის პროფილის საბოლოო დაზუსტება და ღორღის გამასწორებელი ფენის დატკეპნა.

ღორღის გამასწორებელი ფენა საბოლოოდ აზუსტებს გზის პროფილს და ამავდროულად ხდება მისი დატკეპნა მტკეპნავი D 345-ის მანქანის გამოყენებით.

დატკეპნილი ღორღის ფენის ნიშნულის განსხვავება საპროექტო ნიშნულთან არ უნდა აღემატებოდეს 5 მმ-ს. დამტკეპნი მანქანის მუშაობას უნდა აკვირდებოდეს ზედამხედველი, რადგან დატკეპნილი ფენის სიმაღლე პროფილის შუაში არ უნდა აღემატებოდეს 7-10 სმ-ს ასევეპროფილის კიდესთან. ზედმეტი ქვიშის მასა იყრება იქ, სადაც მისი უკმარისობაა



ნახ.17. ცემენტბეტონის ფენილიანი გზის მოწყობის პროცესი “WIRTGEN”- ის ცემენტბეტონის დანადგარით.

მაპროფილებელი სამუშაოს დასრულების შემდეგ ხდება ზედმეტი ქვიშის მასის მოშორება.

3. ბიტუმის გაჟღენთილი ქაღალდის ფენის გაშლა და გაფართოების ნაკერის მოწყობა.

ბიტუმით გაჟღენთილი ქაღალდის გაშლა, თუ იგი გათვალისწინებულია პროექტის მიხედვით, მიმდინარეობს D 375-ის გამანაწილებელი მანქანით, პირველი

ქალაქის რულონი იშლება რელს-ფორმასთან მჭიდროდ და კიდეების ამოლესვა ხდება ბიტუმით, შემდეგ იშლება მომდევნო რულონები, რომელიც გადაეფარება პირველის კიდეს 7-10 სმ-ით. ბოლო რულონის კიდეები ასევე ამოილესება ცხელი ბიტუმით.

წინასწარ მომზადებული გზის საფარის შემთხვევაში ბეტონის მასის გაშლისას ბუნკერული გამანაწილებლის D 375-ის მიერ მოხდება გზის კიდეების აჩეჩვა.

იმ ადგილებში, სადაც გათვალისწინებულია გაფართოების ნაკერები, ეწყობა ხის სადებები ჩხირებით, რომელიც იჭერს არმატურის კარკასს, რომლის ღეროების დიამეტრი არ აღემატება 6 მმ-ს.

ა) ჩხირების განლაგების თარგი;

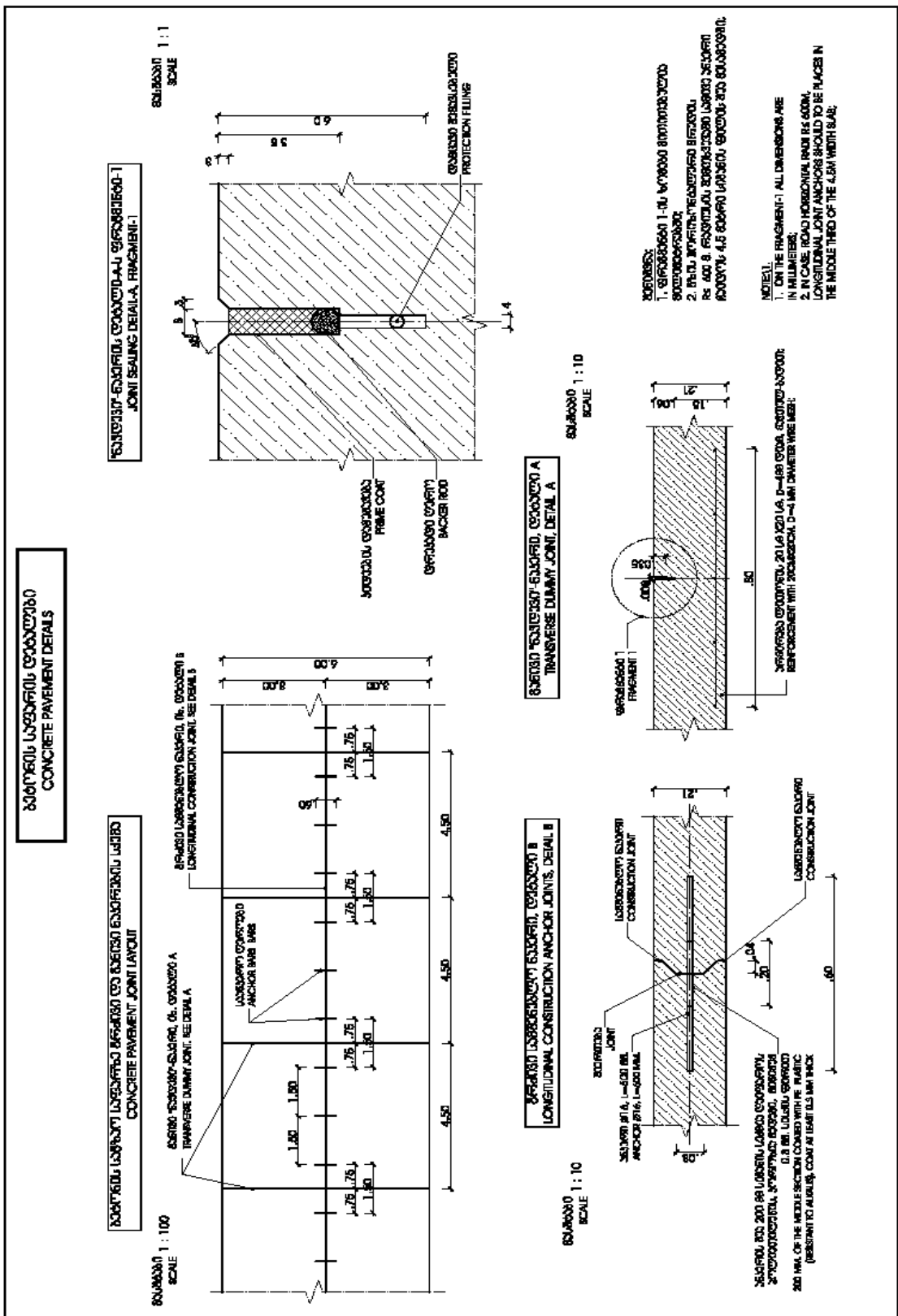
ბ) ჩხირების მდგომარეობა ჩაღრმავების ბოლოს; 1- ჩხირების ბუდე; 2-ღერძის ხაზის მდებარეობა; 3-ზედაპირული ვიბრატორი; 4-რეზინის სახელური; 5-საყრდენი ფილა; 6-შტირების განლაგების თარგი; 7-ვიბროჩამრღმავებლის ჩანგალი; 8-ჩხირი; 9-ახლადდაგებული ბეტონი; 10- ქვიშის გამასწორებელი ფენა.

გაფართოების ნაკერის მზა კონსტრუქცია, რომლის სიგრძე 3,75 მ-ია, ეწყობა გზის ღერძის პერპენდიკულარულად და საიმედოდ ხდება მისი ჩამაგრება ღეროებით ყოველ 0,8-1 მ ინტერვალით.

გაფართოების ნაკერების სადებები ეწყობა ვერტიკალურად, ხოლო ჩხირები ჰორიზონტალურად.

ბეტონის ნარევის განაწილება მანქანა D-375 მიერ და შტირების დაყენება შეკუმშულ ნაკერში და გრძივ ნაკერში.

დაბეტონების დაწყებამდე რელს-ფორმის შიდა კიდეს უნდა წაესვას კირითიხის ხსნარი, შემდეგ რელსსა და რელს- ფორმის კიდეებს შორის მანძილი ივსება მშრალი ქვიშით.



ნახ.18. ჩხირების განლაგების და ჩალრმავების სქემა.

ბეტონის გამანაწილებელი მანქანის ბუნკერი D 375 მუშა მდგომარეობაში უნდა იყოს დაყენებული ისე, რომ ბუნკერის ქვედა ძირი იყოს რელს-ფორმის მაღლა 2-3 სმ-ით, რომ შეიქმნას ბეტონის ნარევის მარაგი დატკეპნისათვის. ბეტონის მიწოდება

ხდება მანქანებით.იმ შემთხვევაში თუ ბეტონის ერთფენოვანი საფარია,მაშინ ბეტონის ნარევის დასხმა ხდება ერთბაშად 2-3 სმ-ის სისქით დატკეპნისათვის.

იმ ადგილებში, სადაც მოწყობილია გაფართოების ნაკერები, ფრთხილად უნდა დაისხას ბეტონის ნარევი, რადგან არ მოხდეს ნაკერის დაზიანება.

განივი ნაკერებისათვის ჩხირები მზადდება გლუვ ზედაპირიანი არმატურით დიამეტრით 18 მმ,სიგრძით 50სმ და სიგრძის 2/3 იზოლირებულია ბითუმით. კიდის ჩხირები განლაგებულია 0,25 მ-ის მანძილზე რელს-ფორმიდან, ხოლო დანარჩენები დაცილებულია ერთმანეთისგან 1მ-ის მანძილით. ჩხირების განლაგებისათვის გამოყენებულია შაბლონი და ვიბროჩამღრმავებელი. შაბლონის განლაგება ხდება ბეტონის ნარევის ზედაპირზე, ისე, რომ მისი გრძივი ღერძი ემთხვეოდეს ნაკერის ხაზს. ჩხირები განლაგებული უნდა იყოს თარგის ბუდეებში, რომ შემდეგ ვიბროჩამღრმავებელმა ჩააღრმავოს საპროექტო სიღრმეზე.

გრძივი ნაკერების ჩხირები მზადდება 50სმ-ის პერიოდული პროფილის არმატურისაგან დიამეტრით 18 მმ, ეს ჩხირები არ არის იზოლირებული ბითუმით, მათი განლაგება ხდება გრძივი ნაკერის განივად ყოველ 1 მ-ში ერთნეთისგან.

ორშრიანი საფარის დროს დაარმატურებული საფარის შემთხვევაში ნარევის განაწილება ხდება ფენებად. ამისათვის ნარევის გამანაწილებელ მანქანას D 375-ს აყენებენ ქვედა ფენის მოსაწყობად და ნარევის გასანაწილებლად 8-10 მ-ის მანძილზე. შემდეგ D 375 მანქანას აბრუნებენ პირვანდელ მდგომარეობაში საფარის მეორე ფენის მოსაწყობად. მეორე ფენის დაბეტონებამდე პირველ ფენას ტკეპნიან მოედნის ვიბრატორის გამოყენებით და განსაკუთრებით ფრთხილად რელს-ფორმასთან სიღრმითი ვიბრატორით. ამის შემდეგ აწყობენ ჩხირებს შეკუმშულ ნაკერებში და გრძივ ნაკერში, ასევე არმატურის ბადეებს,თუ დაარმატურებული საფარია, სამუშაოს დაჩქარების მიზნით შეიძლება გამოყენებულ იქნას 2 ბეტონის ნარევის გამანაწილებელი მანქანა.

1. ბეტონის ნარევის დატკეპვნა და ზედაპირის მოპირკეთება.

ბეტონის ნარევის დატკეპვნა და ზედაპირის მოპირკეთება ხდება ბეტონის მოსაპირკეთებელი მანქანებით.კარგ ხარისხს იძლევა გრძელბაზიანი ბეტონის მოსაპირკეთებელი მანქანა D 376. მცირე უზუსტობების გასწორება ხდება ხელით გამაგლუვებელი აპარატის გამოყენებით, ხოლო მნიშვნელოვანი უზუსტობების შემთხვევაში დამატებით ატარებენ ბეტონის მოსაპირკეთებელ მანქანას D 376-ს.

2. ნაკერების ჩაჭრა

გრძივი ნაკერების ჩაჭრა ხდება ახლადდაგებულ ბეტონზე PHIII-60მანქანის გამოყენებით და ერთდროულად ხდება საიზოლაციო მასალის სადების ჩადება ნაკერში.

ნაკერი უნდა ჩაიჭრას აუცილებლად ბეტონის მოსაპირკეთებელი მანქანის D 376-ის საბოლოო გავლის შემდეგ საფარის მოპირკეთების დასრულებისას. ნაკერის ჩამჭრელი მანქანა PHIII-60უნდა მიყვებოდეს მოსაპირკეთებელ მანქანას D 376 არაუმეტესი 10 მ-ის მანძილზე.

გზის მშენებელი სპეციალისტის მითითების მიხედვით, ბეტონის ტემპერატურის და ჯდენის ძაბვისაგან დასაცავად ამავე მანქანით ხდება შეკუმშული განივი ნაკერების ჩაჭრა ყოველი 2 და 3 ფილისათვის. დანარჩენი შეკუმშული ნაკერების ჩაჭრა ხდება დისკოსებრი ჩამჭრელის გამოყენებით.

ნაკერების ასეთი ჩაჭრის შემთხვევაში აუცილებლად დაცული უნდა იყოს ნაკერის სწორხაზოვნება, ჩამჭრელი მანქანის მიერ, უნდა გამოირიცხოს უმნიშვნელო სიმრუდეც კი, რადგან უკვე გამყარებულ ბეტონზე დისკოსებრი ჩამჭრელის გატარების შემდეგ არ მოხდეს ხელსაწყოს მწყობრიდან გამოსვლა, დაზიანება.

განივი შეკუმშული ნაკერების გაგანიერება ხდება უკვე გამყარებულ ბეტონზე ორი დისკოს მქონე ჩამჭრელის საშუალებით DC 510 კარბორუნდის და ალმასის დისკოთი. ჩამჭრელ მანქანას ათავსებენ გზის საფარის ცენტრში, დისკს აყენებენ ნაკერის ხაზზე და ჩაჭრიან ნაკერის პირველ ნახევარს საფარის კიდეზე, შემდეგ გადაადგილებენ ნაკერის ჩამჭრელს და ჩაჭრიან საფარის მეორე ნახევარს. ჩაჭრილი ნაკერების ამოვსება ხდება ტიოკოლის მასტიკით ან ცხელი ბითუმ-რეზინის მასტიკით, რომელიც აკმაყოფილებს „მითითებები ცემენტბეტონის საავტომობილო საფარის მოწყობის“ - მოთხოვნებს.

თუ არ არის სპეციალური მანქანა, რომელიც ახორციელებს ნაკერში სპეციალური იზოლაციის ჩასხმას, შეიძლება გამოვიყენოთ კონუსური ჩამსხმელი, რომელიც დამაგრებულია ბორბლებზე.

3. ცემენტბეტონის საფარის ნაკერში მასტიკის ჩასხმა.

ყველა სახის სამუშაო, რომელიც დაკავშირებულია ახლად დაბეტონებული ბეტონის საფარის ნაკერებთან, უნდა მიმდინარეობდეს ტექნოლოგიური რუქის მიხედვით „ახლად დაბეტონებული ცემენტბეტონის საფარის ნაკერების ჩაჭრა

ჩამჭრელი მანქანის PHHC-60“ და „მითითებები ახლად დაბეტონებული ცემენტბეტონის საფარის მქონე საავტომობილო და აეროდრომების ზედაპირზე ნაკერების მოწყობა ხორციელდება PHHC-60–ის ტიპის ჩამჭრელი მანქანების გამოყენებით“.

ნაკერების გაგანიერება გამყარებულ ბეტონზე ხდება ჩამჭრელის DC 510 და D 432 A (D 432) ის გამოყენებით, ტექნოლოგიური რუქის შესაბამისად. ცემენტბეტონის საფარის ტემპერატურული ნაკერის ღიობების ჩაჭრა გამყარებულ ბეტონზე D 432 A (D 432) –ის ტიპის ჩამჭრელი მანქანების გამოყენებით ხდება.

4. ახლად დაგებული ბეტონის მოვლა

საფარის მოპირკეთების შემდეგ და ნაკერების ჩაჭრის შემდეგ ახლად დაგებული ბეტონის ზედაპირი იფარება ტენტით,ტენიანი ტილოთი ან ფარავენ თხელი აფსკის მსგავსი მასალით(ეთილის, ლაქით,ბითუმის ემულსიით და სხვა.) რომელიც ნაწილდება მანქანით EHC -ით ორჯერ.პირველი დასხმა (50% მთლიანი ნორმის) ხორციელდება იმის შემდეგ რაც ცემენტის რძე მოცილდება და წყლის აფსკი გაქრება ბეტონის ზედაპირიდან.

დრო,როდის უნდა მოხდეს აფსკირებული მასალით დაფარვა დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურასა და ქარის სიჩქარეზე და სავარაუდოდ შეადგენს 5 დან 30 წთ. საფარის მოპირკეთების შემდეგ,მეორე ფენა ისხმება იმის შემდეგ, რაც მოხდება საფარის გულმოდგინედ დათვალიერება,რომ არ დარჩეს დაუფარავი ადგილები.

წლის ცხელ პერიოდში (როცა ჰაერის ტემპერატურა აღემატება 25 გრადუსს) ბეტონის გახურების თავიდან ასაცილებლად,მეორე ფენის ემულსიის დასხმის შემდეგ საფარის ზედაპირი იღებება კირის ხსნარით მანქანა HC -3-ის საშუალებით ან აყრიან ქვიშის ფენას სისქით 4-5 სმ. ან ასხამენ ბიტუმის ემულსიას 0,6 ლიტრი 1მ²-ზე ნორმების მიხედვით.

5. რელს-ფორმის მოხსნა

რელს-ფორმის მოხსნა ხდება არაუადრეს 18 სთ-ისა ბეტონის დასხმის შემდეგ 15 გრადუსი ტემპერატურის დროს და არაუადრეს 24 საათისა,თუ ტემპერატურა ნაკლებია 15 გრადუსზე.

რელს-ფორმის მოხსნის წინ „თითებიანი ლომის“ საშუალებით ამოიღება ყველა ჩხირები, რომელიც გამოყენებული იყო სამირკველთან რელს-ფორმის

ჩასამაგრებლად, ასევე ამოღებულია ყველა სოლი ჩამკეტი შეერთებებიდან. ამის შემდეგ ყოველი ნაწილი რელს-ფორმისა ფრთხილად განცალკევდება ბეტონისაგან ჩაქუჩის დარტყმით. არ შეიძლება განცალკევების დროს გამოვიყენოთ ლითონის სოლები.

შემდეგ ხდება რელს-ფორმის გასუფთავება ბეტონის ნარჩენებისა და ქვიშისაგან, შემდეგ ნარჩენები მანქანით გააქვთ.

რელს-ფორმას დებენ გზის გვერდით, ამავდროულად ხდება ჩაკეტილი შეერთებების ლომით განცალკევება. ავტომობილზე იტვირთება 12-15 რგოლი, ასევე იტვირთება ჩხირები რომელიც შეგროვებულია ყუთებში და ალაგებენ გზის სავალი ნაწილის კიდეზე.

რელს-ფორმის მოხსნის შემდეგ ბეტონის საფარის კიდეები იფარება აფსკის მსგავსი მასალით და იყრება ქვიშის ფენა.

ბეტონის სამუშაოების წარმოებისას საჭიროა დაცული იყოს ყველა ნორმატიული მასალა [3,4].

6. მითითებები შრომის ორგანიზაცია შესახებ

ცემენტბეტონის საფარის მოსაწყობად მონაკვეთი დაყოფილია შემდეგნაირად:

- 1- ქვიშის შემოტანა, გასწორება;
- 2- რელს-ფორმის დაყენება;
- 3- ფორმის მიცემა და ქვიშის ფენის გასწორება, დატკეპნა;
- 4- ცემენტბეტონის საფარის მოწყობა, გრძივი ნაკერის მოწყობა და ბეტონის საფარზე ზრუნვა;
- 5- რელს-ფორმის მოხსნა;
- 6- განივი მკუმშავი ნაკერის ჩაჭრა და გაფართოება უკვე გამყარებულ ბეტონზე, მათი შევსება ბიტუმის მასტიკით;

თითოეული უბნის სიგრძე განისაზღვრება ბეტონის ნარევის გამანაწილებელი მანქანის D 375-ის სათანადო სიმძლავრით და იმ პირობით, რომელიც მოცემულია რუქაზე და შეადგენს შემდეგს:

ორფენოვანი საფარი-140მ;

ერთფენოვანი საფარი-150მ.

პირველი უბნის სიგრძე უნდა გაორმაგდეს.

სამუშაოს წარმატებით შესრულებისათვის უბანზე ნაადრევად უნდა იქნეს შემოტანილი ყველა სამშენებლო მასალები.

მანქანების კომპლექსისათვის უნდა იყოს განკუთვნილი არანაკლებ 600 მ-ის რელს-ფორმა.

ბეტონის სამუშაოების დაწყებამდე უნდა შესრულდეს ცემენტ-ყამირის საძირკველი, მისასვლელი გზები ნარევის შემოსატანად, შემოწმებული უნდა იქნას მანქანების გამართულობის მზადყოფნა, მუშახელი უზრუნველყოფილი უნდა იქნას ყველა საჭირო ხელსაწყოებით.

იმის მიხედვით, თუ სად მდებარეობს ცემენტბეტონის ნარევის დამამზადებელი ქარხანა, დამოკიდებულია მანძილსა და მოწოდების პირობებზე, უნდა შემუშავდეს ნარევის მიწოდების გრაფიკი.

თვითმცლელი ავტომობილების რაოდენობის დადგენა განისაზღვრება გაანგარიშებით, დამოკიდებულია ნარევის გადაზიდვის მანძილზე და მოძრაობის სიჩქარეზე, რომელიც მრავლდება კოეფიციენტზე 1,1- 1,15, გათვალისწინებულია მოძრაობის არათანაბრობა. თვითმცლელი ავტომობილების საბოლოო რაოდენობა დამოკიდებულია მუშაობის პროცესზე.

თვითმცლელი ავტომობილები უნდა იყვნენ აღჭურვილი ბრეზენტის ტენტით: ორფენოვანი საფარის მოსაწყობად ნარევის ხსნარის სხვადასხვა მარკების შემთხვევაში მითითებული უნდა იქნას ავტომობილის სახე.

სამუშაო დაგეგმილია 2 ცვლაში და სრულდება კომპლექსური ბრიგადის მეშვეობით, სადაც გაერთიანებულია შემდეგი რგოლები:

- რგოლი რელს-ფორმის გადაადგილებისათვის;
- რგოლი, რომელიც ქვიშის გამასწორებელ ფენას აწყობს;
- რგოლი, რომელიც აწყობს ბეტონის საფარს, ახდენს გრძივი ნაკერის ჩაჭერას და ბეტონის საფარის მოვლას;
- რგოლი, რომელიც ახორციელებს განივი, შეკუმშული ნაკერის ჩაჭრას და გაფართოებას და მის ამოვსებას მასტიკით.
- სამუშაო დაგეგმილია 2 ცვლაში და სრულდება კომპლექსური ბრიგადის მეშვეობით, სადაც გაერთიანებულია შემდეგი რგოლები:
- რგოლი რელს-ფორმის გადაადგილებისათვის;
- რგოლი, რომელიც ქვიშის გამასწორებელ ფენას აწყობს;

- რგოლი, რომელიც აწყობს ბეტონის საფარს, ახდენს გრძივი ნაკერის ჩაჭერას და ბეტონის საფარის მოვლას;
- რგოლი, რომელიც ახორციელებს განივი, შეკუმშული ნაკერის ჩაჭერას და გაფართოებას და მის ამოვსებას მასტიკით;

ყოველი მემანქანე მოვალეა სამუშაო ცვლის დაწყებამდე შეამოწმოს მანქანის მზადყოფნა მუშაობისათვის, გამოასწოროს მცირე გაუმართაობა, ჩაახსას მანქანაში საწვავი და წყალი, მუშაობის დროს მართოს მანქანა, ხოლო ცვლის დასრულების შემდეგ გაასუფთაოს მანქანა და აცნობოს მექანიკოსს მცირე გაუმართაობის არსებობის შესახებ.

ბეტონის ფენილის მოსაწყობად შესაძლებელია ბეტონი ადგილზე იქნას მომზადებული ან მოზიდული ცენტრალური ქარხნიდან (ბაზიდან). მზა ბეტონის ტრანსპორტირებას ვახდენთ თვითმცლელი ავტომობილებით ან ავტობეტონმზიდების საშუალებით, ცემენტბეტონის ნარევი უნდა მიეწოდოს ცხრილი 4.1-ში მოცემული მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 4.1.

ცემენტბეტონის ნარევი უნდა მიეწოდოს შემდეგი გრაფიკის მიხედვით

საფარის ტიპი და კონსტრუქცია	ცვლის საათები								მთლიანი ნარევი მ ³
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	მიწოდებული ნარევის რაოდენობა მ ³								
ორფენოვანი ცემენტბეტონის საფარი სიგანით 7,5 მ, სისქით 22სმ (16+6სმ)	23	33	34	34	34	34	34	5	231
მათ შორის:									
ა) ქვედა ფენა სისქით 16 სმ	18	25	25	25	25	25	25	—	168
ბ) ზედა ფენა სისქით 6სმ	5	8	9	9	9	9	9	5	63
ეთფეროვანიცემენტბეტონის საფარი სიგანით 7,5 მ, სისქით 22 სმ	25	36	36	36	36	36	36	15	256

ბეტონის მოსაპირკეთებელი მანქანის D 376 მემანქანის დამხმარე ვალდებულია მუდმივად იყოს სათვალთვალო ხიდზე და დააკვირდეს მომუშავე მექანიზმებს(მანქანებს), ხოლო ცვლის დასაწყისში და დასასრულს დაეხმაროს მემანქანეს მანქანის მომზადებასა და გაწმენდაზე.

ქვიშის გამასწორებელი ფენის მომანდაკება ხდება ავტოგრიდერით 6-ჯერ, რომელიც როგორც წესი არ შედის კომპლექსურ ბრიგადაში. რგოლი, რომელიც გადაადგილებს რელს –ფორმას შედგება:

ავტომწის მე-4 თანრიგის - 2

„ტაკელაჟნიკი“ მე-2 თანრიგის - 2

საგზაო მუშა მე-4 თანრიგის - 2

მე-3 თანრიგის - 3.

რგოლების მუშაობიდან გამოიყოფა „ტაკელაჟნიკი“-ს რგოლი მე-2 თანრიგის და საგზაო მუშა მე-3 თანრიგის, ასევე ავტომწის მემანქანე მე-4 თანრიგის მონაკვეთიდან რელს-ფორმის მოხსნისათვის, სადაც ბეტონი უკვე გამყარებულია.



ნახ.19. ბეტონის მოსაპირკეთებელი მანქანის D 376.

გზის მუშები და „ტაკელაჟნიკები“ ახდენენ ამ მონაკვეთზე ბარისებრი ლომით სოლების ამოღებას, რომელიც ამაგრებდნენ რელს-ფორმას, აცალკევებენ რელს-ფორმას ბეტონისაგან და ამზადებენ სატრანსპორტო საშუალებებზე

დასატვირთავად. რელს-ფორმას მუშები ასუფთავებენ ბეტონისაგან, საფარის კიდებებზე იყრება ქვიშა.

რგოლის ძირითადი შემადგენლობა აყენებს რელს-ფორმას, ასრულებენ დაკვალვის სამუშაოებს, ამზადებენ საძირკველს რელს-ფორმის ქვეშ, აყენებენ და ამაგრებენ რელს-ფორმას საძირკველთან.

რგოლი, რომელიც ამზადებს ქვიშის გამასწორებელ ფენას, შედგება:

საძირკველის D 345 მანქანის მაპროფილებელი მემანქანე;

მე-5 თანრიგის-1, მე-2 თანრიგის -1.

მეგზევე მუშა მაპროფილებელი მანქანის წინ ამოწმებს ქვიშის მუდმივ კვეთს მონაკვეთის მთელ სიგრძეზე, აყრის ქვიშას იქ, სადაც არ არის საკმარისი, ან ზედმეტი ქვიშის შემთხვევაში აცილებს მას.

საბოლოოდ, გამასწორებელი ფენის დატკეპნისას, მეგზევე მუშა რელს-ფორმის შიგა არეს ავსებს მშრალი ქვიშით; ამ დროს მომზანდაკებელი მანქანის მემანქანე გადაადგილდება წინ, რომ დააყენოს რელს-ფორმა.

რგოლი, რომელიც აწყობს ცემენტობეტონის საფარს.

ბუნკერიანი გამასწორებელი მანქანის დ 375 მემანქანე მე-6 თანრიგის-1;

ბუნკერიანი გამასწორებელი ფენის მემანქანე D 376 მე-6 თანრიგის-1;

D 376 მანქანის მემანქანის დამხმარე მე-5 თანრიგის - 1;

გადასაადგილებელი ელექტროსადგურის მემანქანე მე-4 თანრიგის - 1;

მშენებელ ზეინკალი მე-4 თანრიგის -1;

მემანქანე EHLI-3 მანქანის მე-5 თანრიგის -1;

ჩამჭრელი მანქანის PHIII C-60 მემანქანე მე-4 თანრიგის -1;

მებეტონე რგოლი მე-4 თანრიგის-4

მე-3 თანრიგის-3

მე-2 თანრიგის-2



ნახ.20. მუშების განლაგება გზის მონაკვეთზე.

**მანქანები;მუშები თანრიგის მიხედვით;
დამბეტონებლები.**

ერთი დამბეტონებელი მე-2 თანრიგის, იმყოფება გამანაწილებელი მანქანის ხიდზე და ასუფთავებს თვითმცლელი მანქანის ძარას ბეტონის ნარევისაგან.

ორი დამბეტონებელი მე-2 თანრიგის მუშაობის ცვლის დაწყებისას უსმევს ფუნჯით რელს-ფორმის შიდა მხარეს გათხელებულ ბიტუმს, შემდეგ გადადის D 376 მანქანაზე რომელშიც ყრიან ბეტონს,რათა დაიცვან უწყვეტი ბეტონის ფენა სისქით 8-10 სმ, წმინდავენ რელს-ფორმას ბეტონის ნარევის ნარჩენებისაგან და კომპლექსის გადაადგილების შესაძლებლობის მიხედვით ეხმარებიან მე-3 და მე-4 თანრიგის დამბეტონებლებს გადაადგილონ ტენტი.

გამანაწილებელი მანქანის D 375 -ის გავლის შემდეგ მე-3 თანრიგის ორი დამბეტონებელი ამაგრებენ შტირებს შეკუმშულ ნაკერში თარგის მიხედვით, ტკეპნიან ნარევის სიღრმითი ვიბრატორებით რელს-ფორმის სიახლოვეს და გაფართოებული ნაკერის სადებთან.

ბეტონის მოსაპირკეთებელი მანქანის D 376 გავლის შემდეგ მე-4 თანრიგის 2 დამბეტონებელი საფარის ორივე მხარეს ასწორებენ მცირე უზუსტობებს (სიღრმეები.ჩავარდნები) გამასწორებლით. აცილებენ ცემენტის რძეს კაპრონის ჯაგრისით, ამოწმებენ საფარის სისწორეს და აპირკეთებენ მის კიდეებს.

მე-4 თანრიგის ერთი დამბეტონებელი იმყოფება ჩამჭრელი მანქანის PHHC-60ის ხიდზე და ამუშავებს გრძივ ნაკერს, მისი ჩაჭრის შემდეგ თავისუფალ დროს ეხმარება დამბეტონებლების რგოლს.

ორი დამბეტონებელი (4 და 3 თანრიგის) ამუშავებენ საფარის კიდევს.

სამუშაო ცვლის დასაწყისში ისინი აყენებენ ნაკერის გასაფართოებელ კონსტრუქციას.

მე-4 თანრიგის ზეინკალი ეხმარება ბეტონის ჩამწყობი მანქანების მემანქანეებს სამუშაოს დაწყებაში და მანქანის ტექნიკურ მომსახურებაში.

რგოლი, მკუმშვადი და გამჭიმავი ნაკერის ჩამჭრელი;

ჩამჭრელი მანქანის მემანქანე მე-4 თანრიგის-2

მეგზევე მუშა მე-2 თანრიგის -1

ჩამჭრელი მემანქანეები ნიშნავენ ნაკერის ხაზს, მართავენ მანქანას ჩასაჭრელი ნაკერისაკენ, გადაადგილებენ მას ნაკვეთის მიმართულებით.

მე-2 თანრიგის მეგზევე ეხმარება მემანქანეს მანქანის გადაადგილებაში, გადააქვთ შლანგები, ასუფთავებენ საფარს ნაკერის სიახლოვეს და ავსებენ მას ჩაჭრის შემდეგ ხრეშით. ასევე, ეხმარება მემანქანეს მანქანის გასუფთავებაში.

რგოლი, რომელიც ავსებს ნაკერს მასტიკით;

კომპრესორის მემანქანე მე-4 თანრიგის-1

მეგზევე მუშა მე-3 თანრიგის -2

კომპრესორის მემანქანე ასუფთავებს ნაკერს მეტალის კაუჭებისაგან შეკუმშული ჰაერით.

ორი მეგზევე მუშა ავსებს ნაკერს მასტიკით, ერთი მათგანი ამზადებს მასტიკას, მიაწოდებს ნაკერის ჩამსხმელს, ქვაბს, სადაც ჩასხმულია მასტიკა და უნარჩუნებენ სითბოს.

რგოლი, რომელიც ავსებს ნაკერებს მუშაობს ერთ ცვლაში და უზრუნველყოფს ნაკერის ამოვსებას ორმაგი ჩაჭდობით, სიგრძით - 310მ.

უნდა აღინიშნოს, რომ ცემენტბეტონის ფენილებმა საქართველოში ფართო გავრცელება ჯერ ვერ ჰპოვა, რადგანაც იმ პერიოდისათვის წარმოებამ ვერ აითვისა მაღალი ხარისხის ფენილების მშენებლობა, განსაკუთრებით კი ტემპერატურული ნაკერების მოწყობა.



ნახ.21. მაღალი ხარისხის საგზაო ფენილების მშენებლობა საქარველოში

საშენ მასალებს გააჩნიათ ასევე, თავისი მოთხოვნები: ცემენტბეტონის ფენილებისათვის ვიყენებთ ბეტონს, რომლის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვისას $R_b=10...50 \text{ MПа}$ ($100-500 \text{ კგ/სმ}^2$), გაჭიმვისას – $R_{bt} = 0.2 \dots 5,5 \text{ MПа}$ ($2-55 \text{ კგ/სმ}^2$), დრეკადობის მოდული $E_b=(19..38) \cdot 10^5 \text{ MПа}$ ($190000-380000 \text{ კგ/სმ}^2$). ცემენტბეტონის ფენილისათვის რეკომენდირებულია სიმტკიცე გაჭიმვაზე $R_{bt} = 5 \text{ MПа}$.

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

$R_b = 0.2 \dots 5,5 \text{ MПа}$ დანარჩენი გზებისთვის.

B ბეტონის პლასტიფიცირების მიზნით იყენებენ ზედაპირულ აქტიურ დანამატებს. Pპლასტიფიკატორის რაოდენობა აიღება 0.01 - 0.25 % ცემენტის მასიდან, ასევე ვიყენებთ ჰიდროფობულ დანამატებს.B

საგზაო ბეტონი უნდა გამოირჩეოდეს მაღალი სიმტკიცით, ცვეთამედეგობით, ყინვამედეგობით, დეფორმირების უნარიანობით და მაღალი სიმკვრივით. საგზაო ბეტონში ვიყენებთ ღორღსა და ხრეშს, ღორღის მისაღებად ვიყენებთ მაგარ ქანებს (არანაკლებ 1000 კგ/სმ^2). ღორღის მაქსიმალური ზომა არ უნდა

აღმატებოდეს 20 მმ-ს ზედა ფენაში და 40 მმ-ს ქვედა ფენაში. ქვიშა უნდა იყოს მსხვილმარცვლოვანი ან საშუალომარცვლოვანი. იგი უნდა იყოს სუფთა და მასში თიხის და მტვრის ნაწილაკების რაოდენობა არ უნდა აღმატებოდეს 3 % -ს, უმჯობესია ხელოვნური ქვიშის გამოყენება.

საგზაო ბეტონის დასამზადებლად უმთავრესად იყენებენ პორტლანდცემენტებს, რომლის გამყარების დრო 2 საათზე მეტი უნდა იყოს. Fფენილის ქვედა ფენებში შეიძლება წიდაპორტლანდცემენტის გამოყენება, მარკით არანაკლებ 400 -ისა. ბეტონის კონსტრუქცია უნდა იყოს 1,5...2 სმ სისქის სტანდარტული კონუსის მიხედვით, შესაბამისად წყალცემენტის ფარდობა აიღება 0.40 ... 0.45. ბეტონის გამყარების პერიოდში, სათანადო ტენიანობის უზრუნველყოფის მიზნით ვიყენებთ აფსკის წარმომქმნელ ორგანულ სითხეებს, ისეთებს როგორცაა ბიტუმის ემულსია, პომაროლი, “qM 86”, ეთინოლის ლაქი და სხვა.

2007 წელს დაიწყო საერთაშორისო მნიშვნელობის E-60 ჩქაროსნული ავტომაგისტრალის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის ბეტონის საავტომობილო გზის მშენებლობა, დღეისათვის უკვე დაგებულია 68 კმ-იანი მონაკვეთი, ავტობანის მთლიანად დასრულება დაგეგმილია 2016 წლისათვის.



ნახ.22. თბილისი-სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზა.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საშენი მასალების და ნაკეთობების ლაბორატორიაში ჩვენს მიერ შესრულებული იქნა საერთაშორისო მნიშვნელობის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზისათვის B 10/15, B 20/25, B 25/30 და B 30/35 კლასის ბეტონის შედგენილობების დაპროექტება და მათი სიმტკიცეების დადგენა ლაბორატორიულ პირობებში. რისთვისაც შესწავლილი იქნა შემოტანილი სამშენებლო მასალები: ცემენტები 400 და 500 მარკის, ქვიშა და ღორღი.

გამოცდის შედეგები მოყვანილია ქვემოთ:

1. ქვიშა:

1.1 ქვიშის სიმკვრივე - $2,35 \text{ გ/სმ}^3$

1.2 ქვიშის მოცულობითი მასა - 1555 კგ/მ^3

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

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

2. ღორღი:

2.1 ღორღის სიმკვრივე - 2.3 გ/სმ^3

2.2 ღორღის მოცულობითი მასა - 1450 კგ/მ^3

2.3. ღორღის ცარიელობა -0,44

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

3. ცემენტები:

გამოცდილი იქნა 400 და 500 მარკის ცემენტები 7 დ/ლ ასაკში, რაც გადაანგარიშებული იქნა 28 დ/ლ ასაკისათვის, შესაბამისად 400 მარკის ცემენტის სიმტკიცემ საშუალოდ შეადგინა $415 \text{ კგ}^{\circ}/\text{სმ}^2$, ხოლო 500 მარკის სიმტკიცე აღმოჩნდა $510 \text{ კგ}^{\circ}/\text{სმ}^2$.

4. გაანგარიშებული ბეტონის შედგენილობები შემდეგი კლასებისათვის :

4.1 B 10/15 კლასის 1 მ^3 ბეტონისათვის, 400 მარკის ცემენტის გამოყენების

შემთხვევაში :

ცემენტი : 230 კგ;

წყალი : 170 ლიტრი;

ქვიშა : 500 კგ ;

$$\text{წ/ც} = 0,74$$

ღორღი : 1200 კგ.

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

შემთხვევაში :

ცემენტი : 320 კგ;

წყალი : 180 ლიტრი;

ქვიშა : 580 კგ

$$\text{წ/ც} = 0,56$$

ღორღი : 1250 კგ.

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

შემთხვევაში :

ცემენტი : 365 კგ;

წყალი : 170 ლიტრი;

ქვიშა : 570 კგ ;

$$\text{წ/ც} = 0,47$$

ღორღი : 1220 კგ.

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

შემთხვევაში :

ცემენტი : 360 კგ;

წყალი : 165 ლიტრი;

ქვიშა : 565 კგ;

$$\text{წ/ც} = 0,46$$

ღორღი : 1250 კგ.

მიღებული ოთხი შედგენილობით დამზადებული ბეტონის სიმტკიცეები სავსებით აკმაყოფილებენ მათ მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებს. ეს ბეტონები გამოყენებული იქნა საერთაშორისო მნიშვნელობის თბილისი-სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზის ალაიანი-იგოეთის მონაკვეთზე (იხ. ნახ. 19).



ნახ.23. თბილისი -სენაკი-ლესელიძის საავტომობილო გზა

ნახ. 20. -ზე წარმოდგენილია შიდა სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის ბეტონის საფარით შესრულებული სვანეთის რეგიონის ხაიში-მესტიის მონაკვეთი.



ნახ.24. ხაიში-მესტიის საავტომობილო გზა



ნახ.25. ქუთაისის შემოვლითი გზა



ნახ.26. ქუთაისის შემოვლითი საერთაშორისო დანიშნულების გზა

ცხრილში 4.2. მოცემულია სხვადასხვა საფარით შესრულებული საავტომობილო გზების ქსელი 2012 წლის 1 იანვრისათვის.

ცხრილი 4.2

საქართველოს საავტომობილო გზების ქსელი საფარის მიხედვით

01.01.2012 წლის მდგომარეობა

N	გზის დანიშნულება	საერთო სიგრძე	მათ შორის		ღორღოვანი და ხრეშოვანი საფარი	ყამიროვანი საფარი
			ცემენტ-ბეტონი	ასფალტ ბეტონი		
		კმ	კმ	კმ	კმ	კმ
1	საერთაშორისო	1528	81.5	1418.5	28.0	–
2	შიდა სახელმწიფოებრივი	5306	149.0	3188.0	1802.0	167.0
3	სულ	6834	230.5	4606.5	1830.0	167.0

ძირითადი დასკვნები

1. ცემენტბეტონის საფარიანი საავტომობილო გზების საექსპლუატაციო სიმტკიცე და ხანგამძლეობა შეადგენს 20-25 წელს. ამიტომ ცემენტბეტონის ასეთი საფარიანი საავტომობილო გზების მოწყობას უპირატესობა ენიჭება, აგებისათვის საჭირო ხარჯები ბევრად შემცირებულია.
2. დადგენილია გაუმჯობესებული ცემენტბეტონის ფენილის შემადგენლობა და მისი ხანგამძლე მუშაობისათვის აუცილებელი მოთხოვნები: ფუძეზე თანაბრი დაყრდნობა და გრუნტის საფუძველზე ძაბვების სწორი გადანაწილების უზრუნველყოფა.
3. დადგენილია ფუძის დამატებითი ფენის მოწყობის წესები: სადრენაჟო, ჰიდროსაიზოლაციო და თბოსაიზოლაციო ფენების მოწყობის თანმიმდევრობა და მათი განლაგების თავისებურებანი.
4. დადგენილია ნორმალურ პირობებში საგზაო ფენილებში ნაკერების მინიმალური რაოდენობის განთავსების წესები, სხვადასხვა ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობებისათვის დამატებითი სამუშაოების თავიდან აცილების მიზნით, რამაც შესაძლებელია მშენებლობისას დამატებითი ხარჯები წარმოშვას.
5. ცნობილია, რომ ნაკერები საგზაო ფენილის ყველაზე სუსტ უბნებს წარმოადგენს, ამიტომ მათი რაოდენობა აუცილებელია იყოს მინიმალური, და უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: ნაკერებმა უნდა უზრუნველყონ ფილების ერთნაირი ჰორიზონტალური გადაადგილება ერთმანეთის მიმართ, არ შეასუსტოს ფენილის სიმტკიცე და არ შექმნას უთანაბრო ზედაპირი, რაც ჩვენს მიერ იქნა მიღწეული. ჩვენს მიერ დაპროექტებული ბეტონებით მოწყობილ 28სმ-იან ცემენტბეტონის ფენილებში გრძივი და განივი ნაკერების რაოდენობა შემცირებულია 10-15%-ით, რაც ზრდის ფენილების სიმციკიცესა და ხანგამძლეობას.
6. დამუშავებულია ცემენტბეტონის ფენილის საექსპლუატაციო ნორმატიული მაჩვენებლების უზრუნველყოფის შესაძლებლობა მინიმალური ფინანსური დანახარჯებით.
7. ჩვენს მიერ გაანგარიშებული ბეტონის ოპტიმალური შემადგენლობა B 10/15; B 25/30 და B 30/35 კლასებისათვის, სუპერპლასტიფიკატორის გამოყენებით დაგებულ იქნა ალაიანი-იგოეთისა და ხაიში-მესტიის გზის მონაკვეთებზე.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბურდულაძე ა.რ. მალრაძე მ.დ. გაბუნია დ. ყაჭიური ბ.ი. ბაკურაძე ტ.პ. საგზაო საფარის ცვეთამედება. საქ. ტექნიკური უნივერსიტეტი. შრომები. № 3(469) 2008 წ.
2. ნადირაშვილი პ.ნ. გოგლიძე ვ.მ. ყაჭიური ბ.ი. საგზაო საფარის ზედაპირული დამუშავების მცირე მექანიზაცია; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. შრომები. №1(440) 2002 წ.
3. ძიძიგური მ. საგზაო საშენი მასალები. გამომცემლობა ”ტექნიკური უნივერსიტეტი” თბილისი 2005 წ. გვ 201 – 321.
4. Маградзе М.Д. Качиури Б.И. Бакурадзе Т.П. КОНСТРУКЦИЯ ПОЛУЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ ДОРОГ С ИНТЕВСИВНЫМ ДВИЖЕНИЕМ Georgian Engineering News 3.08
5. Бабков В.Ф., О.В Андеев. Проектирование автомобильных дорог. ч-1.Москва „транспорт„ 1979 г „Расчет нежестких дорожных одежд, стр. 17-121 стр. 342-351
6. Баринов Е.Н. Основы теории и технологии применения асфальтобетонов на вспененных битумах. Л.: ЛГУ, 1990. 175с.
7. Гоглидзе В.М.. ПОЛУЖЕСТКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ Тбилиси. „Мецნიერება„, стр. 60
8. Костельов М. П. и др. Новый способ уплотнения дорожно-строительных материалов.– Автомобильные дороги, 1991, № 6, с. 13–15
9. Расчет толщины пленки в уплотненной асфальтобетонной смеси. В кн.: Б. С. Радовский. Проблемы механики дорожно-строительных материалов и дорожных одежд (Избранные труды). Киев, ООО «Полиграф Консалтинг», 2003, с. 240–252.
10. ВСН 6-90 ПРАВИЛА ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.
11. ВСН 7-89 УКАЗАНИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, РЕМОНТУ И СОДЕРЖАНИ ГРАВИЙНЫХ ПОКРЫТИЙ.
12. СНиП 2.05.02-85 СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ.
13. ВСН 38-90 ТЕХНИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ШЕРОХОВАТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ – 136.
14. СНиП 3.06.03-85 Пособие по приготовлению и применению битумных дорожных

Эмульсий.

15. ВСН 52-89 УКАЗАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ И РАСЧЕТУ УСИЛЕНИЯ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД.
16. ВСН 139-80 ИНСТРУКЦИЯ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.
17. ВСН 197-91 ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД.
18. ГОСТ 22245-90 БИТУМЫ НЕФТЯНЫЕ ДОРОЖНЫЕ ВЯЗКИЕ.
19. ГОСТ–9128.97 СМЕСИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ, АЭРОДРОМНЫЕ И АСФАЛЬТОБЕТОН.
20. ГОСТ 31015-2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия.
21. Cold in-place recycling pavement rutting prediction model using grey modeling method Du, J.C. / Cross, S.A, Construction and Building Materials, 21 (5), p.921-927, May 2007
22. Kanhal, P.S., R.B. Mallick. Development of Rational and Practical Mix Design System for Full Depth Reclaimed (FDR) Mixes. University of New Hampshire. Final Report, 2002, pp.1-103.
23. Development of a rational and practical mix design system for full depth reclaimed (FDR) mixes. November 22, 2002.
24. Foamed Asphalt Gains New Attention in Cold In-Place Recycling. Better Roads, July 2004.
25. Rebuilding by Reclaiming– the FDR Process. Better Roads, July 2001.
26. King, G., A. Kadrmas, T. Thomas, D. Welborn, and Zeng Yun. Applying Performance-Related Tests and Specifications to Cold Recycling , 2004.
27. Symposium Recycling of Asphalt Pavement. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 49, 1997, pp. 685-802.
28. Clifford Richardson, The Modern Asphalt Pavement (New York, 1995).