

ISSN 1512-3936

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
მშენებლობის პროექტირების და
ექსპერტიზის ცენტრი

მშენებლობა

№1(40) 2016

სამეცნიერო-ტექნიკური
ქრონიკა



თბილისი 2016

შ ე ნ ე ბ ლ ო ბ ა

მთავარი რედაქტორი – მალხაზ წიქარიშვილი
მთავარი რედაქტორის

მოადგილეები – გელა ყიფიანი
როინ იმედაძე

დამფუძნებელი
გიორგი ლაღუნდარიძე

სამეცნიერო-სარედაქციო კოლეგიის წევრები:

ბაციკაძე თამაზი, გურგენიძე დავითი, დანელია დემური, დრაშკოვიჩი ფერდინანდი (სლოვაკეთი), კვიციანი ტარიელი, კოლუა ნოდარი, კლიმიაშვილი ლევანი, კუბლაშვილი მურმანი, კუბესკოვა დარია (ჩეხეთი), მახვილაძე რევაზი, მეძმარიაშვილი ელგუჯა, მიაჩენკოვი ვლადიმერი (რუსეთი), მშვენიერაძე ინგუშა, ნადირაძე ანზორი, რაიჩიკი იაროსლავი (პოლონეთი), რეკვავა პაატა, რიპი იანი (ჰოლანდია), ფრანგიშვილი არჩილი, ჩერნოგოლოვი იგორი (რუსეთი), ჩიხლაძე ვლადიმერი, ჩიქოვანი არჩილი, ციხელაშვილი ზაური, ცხვედაძე რევაზი, ჭოხონელიძე გუგა, ხაზარაძე ომარი, ხმელიძე თამაზი, ჯავახიშვილი მარინა.

პასუხისმგებელი მდივანი: თინათინ მაღრაძე

საკონტაქტო ტელ. 65-93; 599-478422

E-mail: tinmag@mail.ru

ვებ-გვერდი: www.sheneba.ge

კომპიუტერული და გრაფიკული უზრუნველყოფა
ლიკა ლაღუნდარიძე

შინაარსი

ჯ. გიგინეიშვილი, ნ. ინჭკირველი, გ. გედევანიშვილი, ნ. ქავთარაძე. ისტორიული და მონუმენტალური ხელოვნების დაცვის კვლევის, მწვანე ავარიული და დაზიანებული შენობა-ნაგებობების საპროექტო-საკონსტრუქციო გადაწყვეტილების საშინაო-საგარეო დაკავშირებული რისკების კრეპინგისა და მინიმიზაციის თანამედროვე გზები.....5

ა. ჩიქოვანი, დ. გურგენიძე. მაღალი სიმტკიცის ბეტონის ტენდენციები.....16

თ. ბაციკაძე, ნ. მურდულია, ჯ. ნიჟარაძე, ვ. სოხაძე. ინტეგრირებული მონუმენტალური განვითარების ეკოლოგიური დიფერენციალური განვითარების მიღება რეგისტრაციის მიღვევადობის გათვალისწინებით19

პ. რეკვაზა. სემინარები კონსტრუქციების დაკრძალვის ევროპული EN 1998-ის დანერგვის აუცილებელი კომპონენტები: ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრები23

ი. ქვარაია, ი. ჩიტაძე. ცემენტ-ბურბუშულიანი მოუსხნადი ყალიბების მსგავსი ყალიბების წარმოების შესაძლებლობა საქართველოში29

ზ. კვინიკაძე, თ. კოკია. ორი მონათესავე ზედაპირის მოცულობებს შორის ურთიერთდაპირისმართება32

რ. იმედაძე, მ. კიკნაძე. ფოლადის კონსტრუქციების უსაფრთხოების ამაღლება მათი რეკონსტრუქციის კვლევის გზით37

მ. კეჭაყაძე, ვ. ჯღამაია, ლ. ჯანაშია, ვ. მარიაშვილი. ბეტონით გაქვეითებული მსოფლიო და მისი გამოყენება ინფრასტრუქტურული ობიექტების მშენებლობასა და რეაბილიტაციაში.....41

მ. მოისწრაფიშვილი, ლ. ანდლუაძე. სარკინიგზო ტრანსპორტის ბარემოზე ზემოქმედების შეფასების თავისებურებები46

მ. აბაზაძე. მოდიფიცირებული თიხა-ფიქალი ეფექტური დანამატი საქართველოში კომპოზიტური საშენი მასალების ტექნოლოგიაში. 50

თ. გაბადაძე. ი.სულაძე. ცენტრალური გაფართოებადი ცემენტები და ხსნარები57

თ. პაპუაშვილი, ვ. ჯღამაია, მ. სულამანიძე. ბლანტი საბუნაო ბიტუმების რეოლოგიური თვისებები63

ლ. კახიანი, მ. თაგაძე. რკინაბეტონის კონსტრუქციული ელემენტების მუშაობისა და რეგისტრაციის მქონეობის კვლევა68

ნ. რურუა, ლ. ჩხეიძე. საპირაპირო ღრმობის მდგომარეობის ანალიზი და რეკონსტრუქციის დანერგვის პრობლემატიკა71

ი. ქვარაია, შ. ყანჩაშვილი. რკინაბეტონის თაღოვანი კონსტრუქციის მოწყობის პრაქტიკული მასალები.76

ნ. რურუა, ლ. რუხაძე. მოსახრებები სარკინიგზო რეკონსტრუქციის ელემენტარული მეთოდით შედგენის ინსტრუქციაში ცვლილებების შეტანის შესახებ79

ბილოცვა.....82

SUMMARIES.....84

-

«

»

! ; : ?! - ! ...

ისტორიული და მონუმენტალური ხუროთმოძღვრული ძეგლების, მწვანე აგარიული და დაზიანებული შენობა-ნაგებობების საპროექტო-საკონსტრუქტორო გადაწყვეტიების საქმიანობასთან დაკავშირებული რისკების კრეპინციისა და მინიმიზაციის თანამედროვე გზები

ჯ. გიგინეიშვილი, ნ. ინჭიკიშვილი, გ. გედეგანიშვილი, ნ. ქავთარაძე
ქ. თბილისი, შპს “პროგრესი” – ინჟინერი-მშენებელი, შენობა-ნაგებობათა ავტომატიზებული მეთოდებით კვლევის და პროექტირების ინჟინერი; ქ. თბილისი, შპს “პროგრესი” – არქიტექტორ-რესტავრატორი; ქ. თბილისი, შპს “თეცტონიკ”, ინჟინერი-მშენებელი, კონსტრუქტორი; , ქ. თბილისი, შპს “პროგრესი” – ინჟინერი-მშენებელი, კონსტრუქტორი.

რეზიუმე: საქართველოში მრავლადაა სხვადასხვა დანიშნულების მონუმენტალური ხუროთმოძღვრების ძეგლები, რომელთა დიდი ნაწილი მოითხოვს გადაუდებელ გამაგრება-გაძლიერების, აღდგენის, სარეაბილიტაციო და სარესტავრაციო სამუშაოების ჩატარებას. ბოლო წლებში, ასევე მომრავლდა აგარიული და დაზიანებული საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობა-ნაგებობების რიცხვი. ავარიების გამომწვევ მიზეზებად კი როგორც წესი სახელდება: საძირკვლის ქვეშა გრუნტებში ტექნოგენური პროცესებით გამოწვეული ცვლილებები, მათი ტექნიკური მომსახურების გაუმართაობა, არასწორი საყოფაცხოვრებო საექსპლუატაციო პირობები და სხვა. ასეთ შემთხვევაში ავარიული შენობა-ნაგებობა განიხილება, როგორც რთული ტექნიკური სისტემა, რომელმაც განიცადა დეფორმაციები და ნგრევები, მზიდ ელემენტებში წარმოშობილია ბზარები, ხშირად ამორტიზებული და ფაქტობრივად დეგრადირებულია მზიდი კონსტრუქციების შემადგენელი მასალები და სხვა.

ნაშრომში წარმოხენილია, როგორც ისტორიული ძეგლების, ასევე სხვა შენობა-ნაგებობების ტექნიკური კვლევის, მათი დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის სრულფასოვანი და ყოველმხრივი ანალიზის საფუძველზე აღდგენა-რეაბილიტაციის გზები და ხერხები თანამედროვე მასალების გამოყენებით.

საკვანძო სიტყვები: ავარიული და დაზიანებული შენობა-ნაგებობები, ისტორიულ-კულტურული ხუროთმოძღვრების ძეგლები, კომპიუტერული მოდელირება და გაანგარიშება, კონსტრუქციათა დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა, რისკების პრევენცია, მინიმიზაცია, თანამედროვე მასალები, აღდგენა, გამაგრება-გაძლიერება, რეაბილიტაცია, რესტავრაცია.

1. შესავალი

დღევანდელი გადმოსახედიდან არქიტექტურულ-სამშენებლო საქმიანობასთან დაკავშირებული სამეცნიერო და საპროექტო საქმიანობა წარმოადგენს რთულ პროცესს, რომელიც მოითხოვს ღრმა ცოდნას და პირდაპირ კავშირშია მთელ რიგ თეორიულ და ფუნდამენტურ მეცნიერების საფუძვლებთან. რაც შეეხება უშუალოდ დაზიანებულ შენობა-ნაგებობათა კონსტრუქციების გამაგრება-გაძლიერებისა და მათი აღდგენა-რეაბილიტაციისათვის საჭირო პროექტირების პროცესს, თანამედროვე მეთოდების შესაბამისად იგი შესაძლოა

მოიცავდეს სამშენებლო ობიექტების სასიცოცხლო ციკლის ეტაპებს: პროექტირება, მშენებლობა, ექსპლუატაცია და დეგრადაცია.

(აქვე გვსურს აღვნიშნოთ, რომ საუკუნეების მანძილზე ქართველი მშენებელების მიერ შექმნილი მრავალი არქიტექტურული ძეგლი დღემდე იმსახურებს სხვადასხვა ქვეყნების სპეციალისტთა განსაკუთრებულ ყურადღებას, მაგრამ სამწუხაროდ მათი დიდი ნაწილი დღეისათვის მწვავე ავარიულ სტადიაშია და საჭიროებს გადაუდებელი აღდგენა-რეაბილიტაციის სამუშაოების ჩატარებას).

აღდგენა-რეაბილიტაციისა და გამაგრება-გაძლიერების შემთხვევა, განიხილება, როგორც არქიტექტურული ძეგლის ან არსებული შენობა-ნაგებობის ძირითადი ჩონჩხედისა და მისი იერსახის შენარჩუნების პროცესი, რომელიც ამავე დროს გულისხმობს შენობა-ნაგებობის მდგრადობისა და მედეგობის შენარჩუნებას ან გაუმჯობესებას, სამშენებლო ნორმებით გათვალისწინებულ ზემოქმედებაზე - თანამედროვე მასალებისა და სამშენებლო ტექნიკის გამოყენებით. (ლათ. - რესტაურატიო - აღდგენა-რესტავრირება) აღიქმება, როგორც არქიტექტურული ნაწარმოების აღდგენა-რესტავრაცია იმ პირველყოფილი მდგომარეობის შესაბამისად, როგორც ეს განხორციელებული იყო თავდაპირველად და გარკვეული პერიოდის შემდეგ (სხვადასხვა მიზეზთა გამო) დაკარგა პირვანდელი სახე.

შენობა-ნაგებობების რესტავრაცია რთული პროცესია, რომელიც მოითხოვს სხვადასხვა დარგის სპეციალისტების: გეოლოგების, არქეოლოგების, არქიტექტორ-რესტავრატორების, კონსტრუქტორების, ისტორიკოს-ხელოვნებათმცოდნეების, ტექნოლოგების, ინჟინერ-მშენებლებისა და სხვათა ძალისხმევას სახელმწიფო სტრუქტურების თანადგომით.

სტატიის ავტორების მიერ შერჩეული იქნა რამდენიმე გამაგრება-გაძლიერების საპროექტო გადაწყვეტა, რომლებშიც აისახა მთელი ის პროცესი რაც თან ახლავს აღნიშნულ სამუშაოთა შესრულებას, რომლებიც აღწერილი და განხილულია ქვემოთ მოცემულ მასალებში.

2. ძირითადი ნაწილი

ქ. თბილისში, პეინის ქ. №2-ში მდებარეობს ე.წ. „აკადემიკოსების სახლი“, რომელიც დაპროექტებულია ჯერ კიდევ 1940-იანი წლების ბოლოს, მშენებლობა კი მიმდინარეობდა 1950-იანი წლების დასაწყისში და იგი წარმოადგენს ადგილობრივი მნიშვნელობის არქიტექტურულ ძეგლს.

საცხოვრებელი სახლი 8 სართულიანია, სარდაფით, ერთ სადარბაზოიანი. შენობა სწორხაზოვანი მოხაზულობისაა, მაქსიმალური ზომებით გეგმაში (17.60X15.20)მ., შენობის სიმაღლე $H=35.50$ მ., სართულების სიმაღლე: $H_{\text{სართ.}}=6.55+(4.00X7)$ მ; $H_{\text{სარდაფ.}}=2.80$ მ.

შენობა ჩარჩო-კავშირებიანი სისტემისაა, განხორციელებული, ნაწილობრივ მონოლითური და ნაწილობრივ ასაწყობი რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების გამოყენებით. ნაგებობა ავარიულია მას შემდეგ, რაც მოხდა ფუძე გრუნტის ინტენსიური გაწყლიანება, რამაც გამოიწვია ფუძე-საძირკვლებისა და შენობის არათანაბარი ჯდენის პროცესები. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ შენობის საძირკვლები ნაწილობრივ წერტილოვანია, ნაწილობრივ კი ლენტური და ისინი მხოლოდ საძირკვლის კოჭითაა ერთმანეთთან დაკავშირებული. მსგავსი საძირკვლები, როგორც წესი, განსაკუთრებით მგრძობიარეა ფუძის მზიდუნარიანობის შემცირების მიმართ - ფილის ან ურთიერთ გადამკვეთ კოჭებთან შედარებით, სადაც ფუძის ერთი ნაწილის მზიდუნარიანობის შემცირება იწვევს ძაბვების გადანაწილებას საძირკვლის მთელ ფართობზე და მის არათანაბარ ჯდენასა და მობრუნებას, რასაც როგორც წესი მოყვება სიმტკიცის ზღვარზე მეოფი სვეტებისა და სხვა მზიდი კონსტრუქციების გადაძაბვა და მსხვრევა.

შენობის დეფორმაციის გამომწვევი მიზეზები და შედეგები:

– ზედაპირული ან ტექნოგენური წყლების ზემოქმედება იწვევს სამშენებლო უბნის ცალკეულ ადგილებში ფუძე-გრუნტების დასველებას, რის შედეგადაც ხდება გრუნტის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების გაუარესება და მათი მზიდუნარიანობის შესუსტება.

თანახმად წინა პერიოდში ჩატარებული კვლევებისა, შენობაზე საწყისი დეფორმაციები (1972 წელი) და მათი მცირე ინტენსივობით პროგრესირება აღნიშნულია სახელმწიფო საპროექტო ინსტიტუტ “საქქალაქმშენსახპროექტი“-ის (ქ. თბილისი. 1972წ.) და სამეცნიერო-საპროექტო სამშენებლო ფირმა “დარბაზნი“-ის (ქ. თბილისი. 1992წ.) მიერ შესრულებულ საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევის მასა-ლებსა და დასკვნებში. შენობის მიერ მიღებული დეფორმაციები ნათლად ჩანს მისი ფასადის 2014 წლის არსებული მდგომარეობის ფოტოსურათებზე, იხილეთ ფოტო 1.



ფოტო 1. შენობის ტექნიკური მდგომარეობის ამსახველი ფრაგმენტის სურათები 2014 წლის მდგომარეობის მიხედვით.

2013 წლის აგვისტოს თვეში სს “საქქალაქმშენპროექტი“-ის მიერ განხორციელებულ იქნა დამატებითი კვლევები, რომლის მიხედვითაც დაზუსტდა აღნიშნული შენობის საძირკვლის კონსტრუქციების გაბარიტული ზომების გავრცელების არეალი, ჩაღრმავება და მის ქვეშ განლაგებული გრუნტების მონაცემები.

სამშენებლო ნორმებით გათვალისწინებული შენობა-ნაგებობის ექსპლუატაციისათვის საჭირო ღონისძიებები:

- შენობის გამაგრება-გაძლიერების კონსტრუქციული ღონისძიებების დასახვა;
- შენობის დასაფლეთიდან შემომავალი და მის ირგვლივ არსებული მიწის ქვეშა კომუნიკაციების დადგენა და დაზიანებების შეკეთება, რაც გამორიცხავს შენობის ფუძის გრუნტების დამატებით გაწყლიანებას და გამორეცხვას.
- გამორიცხოს ატმოსფერული წყლების ჩაჟონვა საძირკვლებში - შენობის კონტუ-რის ფარგლებში.
- განხორციელდეს (შენობის კონტურის ფარგლებში) შენობის გადასმა-დაფუძნება ფუძეუკუმშვად ქანებზე (სეისმური თვისებებით I კატეგორიის ქანები) გობისებური ფილისა და ნაბურღ-ინექცირებული ხიმინჯების გამოყენებით.

იმასთან დაკავშირებით, რომ დღეს საქართველოში მოქმედი სეისმური სამშენებლო ნორმების მიხედვით ქ. თბილისი 8 ბალიან სეისმურ ზონას მიეკუთვნება, ხოლო, შენობა კი აშენებულია იმ დროს, როცა ქ. თბილისი 7

ბალიან სეისმურ ზონას ეკუთვნოდა. ფაქტობრივად შენობა სეისმომდეგი მშენებლობის ნორმების დღევანდელ მოთხოვნებს ვერ აკმაყოფილებს.

ნაბურღ-ინექციურებული ხიმინჯები გამოირჩევა მცირე დიამეტრით ($d=120-150$ მმ) და დიდი მოქნილობით ($L/d=80-120$).

ფუძეუკუშვად ქანებში შენობის დაფუძნების შემოთავაზებული მეთოდი შენობათა სეისმომდეგობას აუმჯობესებს, ვინაიდან ფუძეუკუშვადი ქანები სეისმური თვისებების მიხედვით I კატეგორიას მიეკუთვნება და ამ მეთოდით გაძლიერებული შენობისათვის მოსალოდნელი საანგარიშო სეისმური დატვირთვა უკვე კატასტროფულ საფრთხეს არ წარმოადგენს (ქვეყანაში მოქმედი სეისმური ნორმების მიხედვით სამშენებლო ტერიტორიის ბალიანობა ასეთი ფუძის შემთხვევაში მცირდება ერთი ბალით), მაშინ, როცა სხვა, გაუძლიერებელმა ან არასაკმარისად გაძლიერებულმა შენობებმა შესაძლებელია მნიშვნელოვანი დაზიანებები მიიღოს.

ფუძეუკუშვად ქანებზე შენობის ჩაანკერება მცირე დიამეტრის $\varnothing 120-150$ მმ, ნაბურღ-ინექციურებული ხიმინჯებისა და გობისებური ფილის გამოყენებით, მიწისძვრის დროს შეიძლება განვიხილოთ, როგორც აქტიური სეისმოდამცავი სისტემა, ვინაიდან, მსგავსი კონსტრუქციული გადაწყვეტა შენობაზე სეისმური ზემოქმედების შემთხვევაში შეიძლება ჩაითვალოს ენერჯის ეფექტურ გამბნევ სისტემად.

ნაბურღ-ინექციურებული ხიმინჯების გაანგარიშება სიმტკიცეზე უნდა აკმაყოფილებდეს სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნებს, ხოლო ჩადუნვის გაგლენა ხიმინჯის გასწვრივ მოქმედი ძალების განსაზღვრისათვის კი გამოისახება შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{kp}}}$$

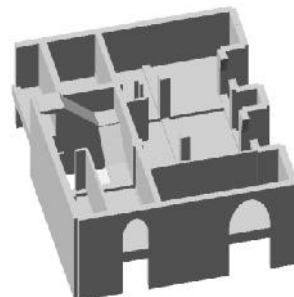
სადაც: N - ხიმინჯის გასწვრივ მოქმედი ძალის მნიშვნელობაა;

N_{kp} - ხიმინჯის გასწვრივ მოქმედი კრიტიკული ძალის მნიშვნელობა, რომელიც მიიღება გაანგარიშებათა საფუძველზე და შესაბამისობაში უნდა იყოს სამშენებლო ნორმებისა და წესების მოთხოვნებთან.

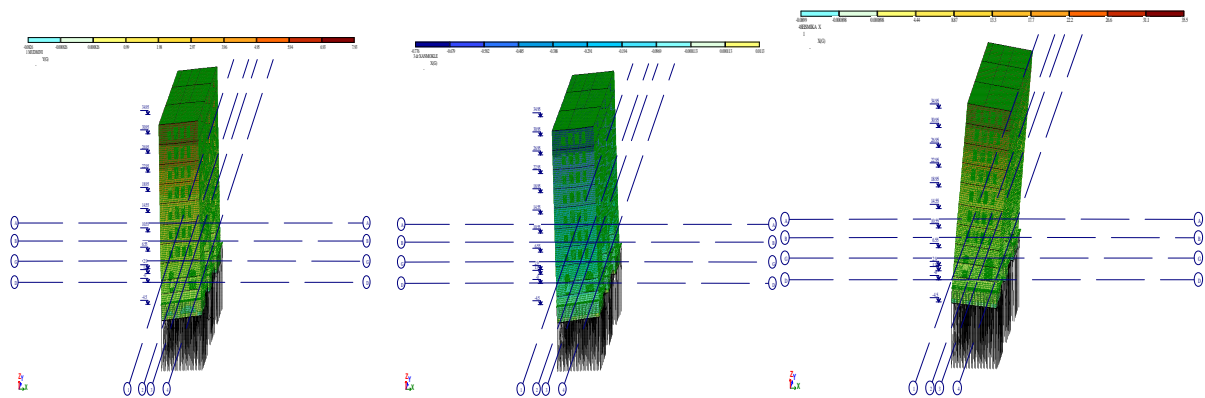
შენობის სივრცული კომპიუტერული მოდელირება და გაანგარიშებანი ჩატარებულ იქნა კომპიუტერული პროგრამული კომპლექსის “ЛИРА САПР -2014”-ის გამოყენებით. იხილე ფოტო სურათები:



ფოტო 2. შენობის საანგარიშო კომპიუტერული მოდელი ნაბურღ-ინექციურებული ხიმინჯებით.



ფოტო 3. კომპიუტერული მოდელის ფრაგმენტი.



ფოტო 4. შენობის გაანგარიშებათა საფუძველზე მიღებული დეფორმაციები და მათი მნიშვნელობანი: ა. საკუთარი წონით; ბ. დროებითი დატვირთვებით; გ. სეისმური ზემოქმედებით

როგორც კომპიუტერული მოდელირებისა და გაანგარიშებათა ანალიზის საფუძველზე ირკვევა, შენობის ხიმინჯებზე გადასმის შემთხვევამ მნიშვნელოვნად შეცვალა შენობის დინამიური მახასიათებლები, მაგალითად: ხიმინჯების მოწყობამდე რხევის დომინანტური პერიოდი შეადგენდა 1.05წამს?, ხოლო ხიმინჯების მოწყობის შემდეგ კი შენობის საკუთარი რხევის პერიოდმა შეადგინა 1.35წამი?. აქედან გამომდინარე ფუძე უკუმშვად გრუნტზე დაფუძნებული კარკასულ-კაეშირებიანი, შედარებით მოქნილი შენობა, მაქსიმალურად შორდება საშიშ ზონას და მინიმუმამდე მცირდება რეზონანსული მოვლენის ალბათობა, რაც საბოლოო ჯამში, მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს შენობის სეისმომდებლობას.

მაგალითი 2. ქ. თბილისში, 2016წლის ივნისში, გლდანის VI მ/რაიონის №2 საცხოვრებელი სახლის მე-5-ე სართულზე ბუნებრივი აირის აფეთქების შედეგად მოხდა შენობის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების ნგრევა, რის შედეგადაც დაიღუპა 7 მაცხოვრებელი. აფეთქების ტალღამ გამოიწვია შენობის მე-5-ე და მე-6-ე სართულების გადახურვის ფილების სრული ჩამონგრევა, მე-4-ე სართულის გადახურვა კი დაინგრა ზედა სართულების ნანგრევების მასის ზემოქმედებით. იხილეთ ფოტო სურათები: ფოტო 5-9.

საცხოვრებელი შენობა დაპროექტებული იყო გასული საუკუნის 70-იან წლების ბოლოს, იმ პერიოდში მოქმედი სამშენებლო ნორმების შესაბამისად. შენობა 9 სართულიანია, 4 სადარბაზოთი და სარდაფის სართულით. სარდაფის სართულის სიმაღლე 2.9მ, ტიპური სართულის სიმაღლე 2.9მ, სხვენი 0.9მ. შენობა გეგმაში მართკუთხედის ფორმისაა, მაქსიმალური ზომებით ღერძებში 56.8X11.62მ. მაქსიმალური მაღი 5.8მ.

ამავე შენობის გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავება გათვალისწინებულ იქნა 3 ეტაპად, მათ შორის:

- I ეტაპი** – შენობის დაზიანებული უბნების კვლევითი სამუშაოები და გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების წინმსწრებ-დამზღვევი ღონისძიებების საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავება.
- II ეტაპი** – შენობის დაზიანებული უბნების გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავება.
- III ეტაპი** – დაზიანებული საცხოვრებელი ბინების აღდგენითი და სარემონტო სამუშაოების საპროექტო დოკუმენტაციის დამუშავება.

საცხოვრებელი კორპუსის დაზიანებული უბნების გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების წინმსწრებად შესრულებულ იქნა შენობის კომპიუტერული მოდელი

და განხორციელდა ვარიანტების გაანგარიშება. გაანგარიშებანი შესრულებულ იქნა 2 ძირითად ვარიანტად:

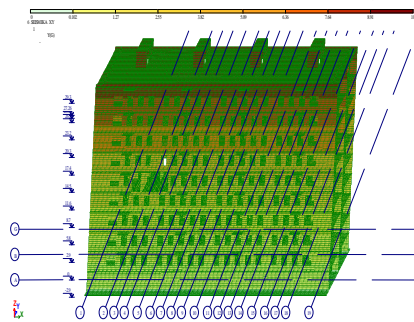
- ვარიანტი I-ში გათვალისწინებულია ბუნებრივი აირის აფეთქების შედეგად დაზიანებული შენობის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების მდგომარეობა.
- ვარიანტი II-ში გათვალისწინებულია აფეთქების შედეგად დაზიანებული შენობის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების გამაგრება-გაძლიერებული მდგომარეობა.

შენობის სივრცული კომპიუტერული საანგარიშო მოდელი შედგენილ იქნა შენობის ავარიულ ნაწილში განვითარებული დეფორმაციებისა და ნგრევების დინამიკისა და იმის გათვალისწინებით, რომ შენობის ქვედა და ზედა მზიდი კონსტრუქციების (კედლები, გადახურვის ფილები და სხვა) არ წარმოქმნილა ბზარები, რაც იმის მანიშნებელია, რომ კედლები მუშაობენ როგორც ერთიანი კონსტრუქცია კოჭ-კედლების სახით. აფეთქების შედეგად წარმოქმნილი დაზიანებები სრულად იქნა ასახული კომპიუტერულ საანგარიშო მოდელში.

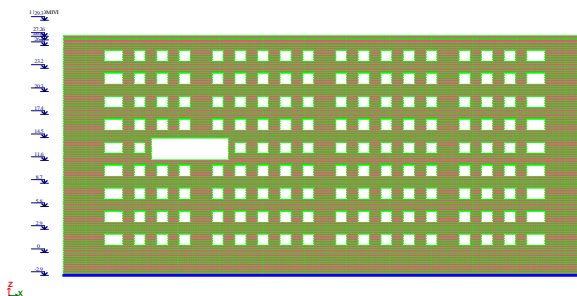
მთავარი ფასადისა სართულშუა გადახურვის მზიდი კონსტრუქციების მდგომარეობა აფეთქების შემდეგ



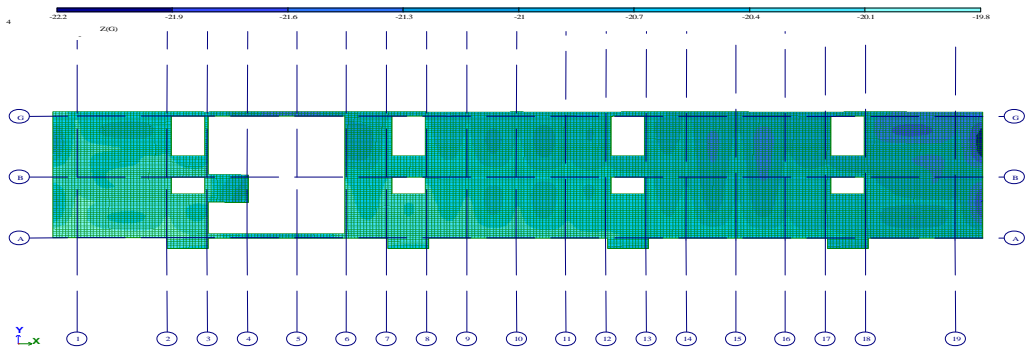
ფოტო 5. ბუნებრივი აირის აფეთქების შედეგად დაზიანებული №2 საცხოვრებელი კორპუსის IV სადარბაზოს მე-4, 5, 6, სართულების მდგომარეობა



ფოტო 6. შენობის ავარიული ბლოკის სივრცული კომპიუტერული მოდელი არსებული მდგომარეობის მიხედვით (აფეთქების შემდეგ)



ფოტო 7. შენობის ავარიული ბლოკის სივრცული კომპიუტერული მოდელის ფასადის ფრაგმენტი



ფოტო 8. IV, V და VI სართულების გადახურვის ფილის მოდელი, ლიფტისა და კიბის უჯრედითა და ღიობებით, რომელიც შეიქმნა ავთოქების შედეგად.

შენობა მიეკუთვნება მსხვილპანელიან შენობებს, პანელები ერთმანეთთან დაკავშირებული არის ჩასატანებელი დეტალების ურთიერთ შედეგებით, ჩვენს მიერ ვერ იქნა მოძიებული კვანძების დეტალური კონსტრუქციული გადაწყვეტების ნახაზები, გარე პანელები სისქით 300მმ-ია, პემზა ბეტონზეა დამზადებული. შიდა პანელები სისქით 140მმ მძიმე ბეტონისაგან არის დამზადებული, შენობის ყველა ელემენტის ჩამოსხმა და ავტოკლავური დამუშავება ხდებოდა ქარხანაში, მზა ნაწარმი მიეწოდებოდა ავტოტრანსპორტით სამშენებლო ოქბიექტზე, სადაც ხდებოდა მისი ადგილზე მონტაჟი, ამიტომ კონსტრუქციები გაანგარიშებული იყო ყველა ამ პროცესის გათვალისწინებით. საკედლე პანელები არმირებულია AIII კლასის არმატურის ბადეებით.

გადახურვის ფილებში სავარაუდოდ გამოყენებულია 200-250 მარკის ბეტონი, ფილები არმირებულია მხოლოდ ქვედა ზონაში AIII კლასის d12 არმატურის ღეროებით ბიჯით 200მმ, ფილა კონტურზე თავისუფლად დაყრდნობილია, გადახურვის პანელები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჩასატანებელი დეტალების ურთიერთ შედეგებით, (შეერთების კვანძების დეტალური ნახაზები ვერ იქნა მოძიებული). ფილის სისქე 120მმ.

შენობა ეყრდნობა რკინა-ბეტონის მონოლითურ საძირკველის ფილას h=400მმ, ფუძე-გრუნტად გამოყენებულია თიხოვანი გრუნტი-თიხა ღია ყავისფერი, ძნელპლასტიური კონსიტენციის, კარბონატული და თაბაშირიანი, სრულად წყალგაჯერებული, თიხოვანი გრუნტის სიმძლავრე 5-6 მეტრია და შემოფენილია მაიკოპის წყების ძირითადი ქანით-ფიქალბერივი თიხებით. გეოლოგიური დასკვნის მიხედვით საძირკველზე დეფორმაციის კვალი და სხვა დეფექტები არ შეიმჩნევა და დამაკმაყოფილებელ პირობებშია.

საქართველოს ტერტორიის სეისმიური დარაიონებისა და საინჟინრო გეოლოგიური კვლევების მიხედვით სამშენებლო მოედანი მდებარეობს 8 ბალიანი სეისმიური საშიშროების ზონაში. SK64 სკალის მიხედვით (A=0.17). ვინაიდან შენობა აგებულია გასული საუკუნის მეორე ნახევარში მაშინ მოქმედი სამშენებლო ნორმების შესაბამისად, ანგარიში შესრულდა 7 ბალიანი სეისმიური საშიშროების გათვალისწინებით.

სამშენებლო მოედანზე ქარის ნორმატიული დატვირთვა შეადგენს 85 კგ/მ², (15 წლიანი განმეორადობის პერიოდით), თოვლის ნორმატიული დატვირთვა 50 კგ/მ², (14 დღე - თოვლის საფარის დღეთა რიცხვი).

შენობის და მისი კონსტრუქციული ელემენტების როგორც ერთიანი სივრცითი სისტემის გაანგარიშება კომპიუტერულ მოდელში შესრულდა სტატიკურ და დინამიურ (სეისმურ) ზემოქმედებაზე სერთიფიცირებული და ლიცენზირებული კომპიუტერული საანგარიშო კომპლექსის 2014 გამოყენებით (შესყიდვის სალიცენზიო ნომერი 716016381), შემდეგი დატვირთვების გათვალისწინებით:

სტატიკური დატვირთვები; საანგარიშო მოდელში წარმოდგენილია 3 დატვირთვის სახით.

-

«

»

1) მუდმივი - კონსტრუქციული ელემენტების საკუთარი წონები + იატაკის სენდვიჩის წონა.

2) დროებითი სანგრძლივი - შიდა ტიხრების წონები.

3) დროებითი ხანმოკლე:

ა) დროებითი სასარგებლო დატვირთვები 2.01.07-85 "

" ცხრილი 3 მიხედვით.

ბ) თოვლის დატვირთვა.

სეისმიური ზემოქმედება საანგარიშო მოდელში წარმოდგენილია 3 ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი დატვირთვების სახით:

1) სეისმიური ზემოქმედება "X" ღერძის გასწვრივ.

2) სეისმიური ზემოქმედება "Y" ღერძის გასწვრივ.

3) სეისმიური ზემოქმედება "X" ღერძის გასწვრივ.

კომპიუტერულ საანგარიშო მოდელში, შენობის მზიდ კონსტრუქციებში ძალვათა თანწყობისას გათვალისწინებული იქნა შემდეგი კომბინაციები;

ა) ძირითადი თანწყობა:

1- მუდმივი + დრ ხანგრძლივი.

2- მუდმივი + დრ ხანმოკლე.

3- მუდმივი + 0.95 დრ ხანგრძლივი + 0.9 დრ ხანმოკლე.

ბ) განსაკუთრებული თანწყობა.

0.9 მუდმივი + 0.8 დრ ხანგრძლივი + 0.5 დრ ხანმოკლე + ერთერთი

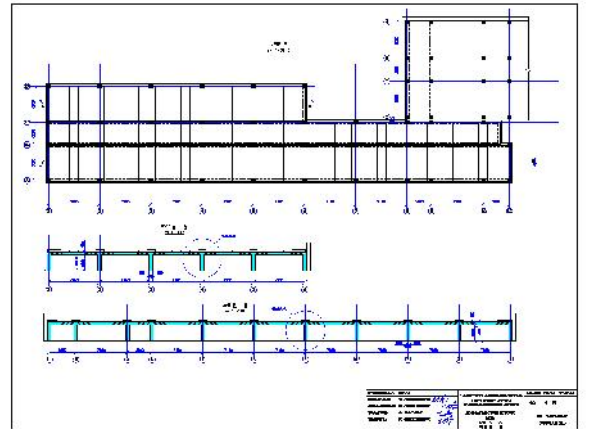
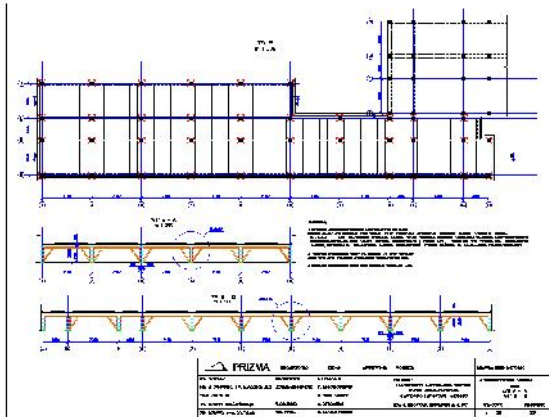
სეისმიური ზემოქმედება.

ანგარიშის წარმოებისას გამოყენებული იქნა საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმები /1,2,3, 15-19/ და ასევე სხვა დამხმარე სამეცნიერო ტექნიკური დანიშნულების ლიტერატურა /4-14/.

სამშენებლო და საპროექტო საქმიანობაში არსებულ სამუშაოთა მოცულობებისა და მათი რაოდენობრივი სტატისტიკის მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ხუროთმოძღვრული ძეგლებისა და შენობა-ნაგებობათა გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების რიცხვის რაოდენობა განუხრელად მატულობს, როგორც ინდუსტრიალურად განვითარებულ სახელმწიფოებში ასევე საქართველოშიც. აქედან გამომდინარე, სარემონტო, აღდგენითი და გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების ზრდამ და ამავე დროს იმან, რომ ასეთი სამუშაოები ერთის მხრივ მოითხოვს არქიტექტორ-რესტავრატორებისა და კონსტრუქტორების განსაკუთრებულ ცოდნას, ხოლო მეორეს მხრივ კი სამუშაოთა წარმოება როგორც წესი დაკავშირებულია დიდ ხარჯებთან, დღის წესრიგში დადგა ახალი თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მათი შესაბამისი თანამედროვე სამშენებლო მასალების გამოყენების საკითხები, რომელთა განვითარებისა და ფართომასშტაბური გამოყენების (დანერგვის) ერთ-ერთ ასეთ თანამედროვე მიმართულებას წარმოადგენს პოლიმერული კომპოზიციური მასალები.

ჩვენ მიერ შედარების მიზნით მოყვანილია მაგალითი, რომელშიც ილუსტრირებულია ქ. თბილისში არსებული და დაზიანებული გადახურვის კონსტრუქციების აღდგენა-რეაბილიტაციისა და გამაგრება გაძლიერების ტრადიციული და თანამედროვე გზები და მასალები. ქვემოთ წარმოდგენილია გადახურვის კონსტრუქციების გამაგრება-გაძლიერების ტრადიციული ხერხი, რომლის მიხედვითაც გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების ჩატარება განხრახულია ტრადიციული მეთოდებით, სადაც რკინაბეტონის კონსტრუქციების გამაგრება-გაძლიერება ხორციელდება მათზე დამატებითი ლითონის ელემენტების მიერთებით, მზიდ კონსტრუქციათა სამუშაო კვეთის გაზრდით და ასევე გეომეტრიული და საანგარიშო სქემის შეცვლის გზით. აქვე მოყვანილია იგივე გადახურვის კონსტრუქციების ახალი და თანამედროვე მეთოდებით მათი გამაგრება -გაძლიერების საპროექტო-საკონსტრუქტორო გადაწყვეტები:

საპროექტო-საკონსტრუქტორო გადაწყვეტები:



ფოტო 9. ტრადიციული მეთოდებით პოლიმერული მასალებით ტრადიციული მეთოდებითა და თანამედროვე კომპოზიციური პოლიმერული მასალებით გამაგრება-გაძლიერების შედარებითი ანალიზის საფუძველზე კი ირკვევა, შემდეგი: 1. მიუხედავად იმისა, რომ მათ ახასიათებთ მნიშვნელოვანი დადებითი თვისებები, ასევე, გააჩნიათ მთელი რიგი უარყოფითი მხარეები, რმელთაც შეიძლება მივაკუთვნოთ: კონსტრუქციის მაღალი კუთრი წონა (ჩვენს კონკრეტულ შემთხვევაში 18 ტონა ლითონის პროფილის ელემენტები და ლითონის ფურცელი), მნიშვნელოვნად შრომატევადი სამუშაოები, მათი მონტაჟისა და მოწყობისათვის საჭირო სპეციალური დანადგარები (შედუღება, “შლიფოვკა”, შეღებვა და სხვა), პრაქტიკულად ხშირად შეუძლებელია ან ძალიან რთულდება არასწორი ზედაპირების შეერთება მათი გამაგრება-გაძლიერების მიზნით, სამუშაოთა წარმოების დიდი დრო და სხვა. 2. კონსტრუქციების კომპოზიციური პოლიმერული მასალებით გამაგრება-გაძლიერების შემთხვევაში კი მის განსაკუთრებულ უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ მას გააჩნია გაცილებით მაღალი სიმტკიცე გაჭიმვაზე, მცირე წონა, არ ეშინია აგრესიული გრემოსა და კოროზიის, შესაძლოა ნებისმიერი გეომეტრიული ფორმის კონსტრუქციული ელემენტის გამაგრება-გაძლიერება და ა.შ.

ქვემოთ, სურათებზე 11, 12 და 13 მოცემულია ქ. თბილისში არსებული №1-ლი ღვინის ქარხნის ლითონის კონსტრუქციების არსებული მდგომარეობა. შენობა აშენებულია 1894წელს, რუსი არქიტექტორის ალექსანდრე ოზეროვის მიერ. 2015წ ოფიციალურად შედგენილი დასკვნების მიხედვით, კონსტრუქციების მდგომარეობა საფრთხის შემცველია და მცირე სეისმური ზემოქმედების შემთხვევაშიც კი მოსალოდნელია სავალალო შედეგები. წინასწარი გათვლებისა და შედარებითი ანალიზის საფუძველზე კი ტრადიციული მეთოდების გამოყენების ნაცვლად გაცილებით ეფექტური ხდება ნაგებობის გამაგრება-გაძლიერება თანამედროვე კომპოზიციური პოლიმერული მასალების გამოყენებით.



სურათები: 11, 12 და 13. ქ. თბილისში არსებული №1-ლი ღვინის ქარხნის სარდაფის გადახურვის კონსტრუქციები. სურათებზე ნათლად ჩანს კოროზირებული ლითონის ელემენტების მდგომარეობა (ძლიერ კოროზირებულია ლითონის ორტკეხვები ელემენტები).



სურათები: 14, 15 და 16. ქ. სოფიაში არსებული მონუმენტალური სუროთმოდვრების ძეგლები, რომელთა გამაგრება-გაძლიერება განხორციელდა თანამედროვე და ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით რამოდენიმე წლის წინ და დღემდე წარმატებით ფუნქციონირებს.

3. დასკვნა

დღეისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით კი თბილისში არის მრავალი ავარიული, მწვავე ავარიული და დაზიანებული შენობა-ნაგებობანი, რომელთა გამაგრება-გაძლიერება აუცილებელია, მათ შორის კი განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია: ისტორიული მონუმენტალური და სუროთმოდვრული ძეგლები, საავადმყოფოები, სკოლები, საცხოვრებელი სახლები, თეატრები და სხვა. რომელთა აღდგენა-რეაბილიტაციისა და გამაგრება-გაძლიერებისათვის მიზანშეწონილია, რომ დანერგილ იქნას თანამედროვე და ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენება.

ფუძეუკუმშვად ქანებზე ავარიული შენობის დაფუძნება გამორიცხავს არათანაბარ ჯდენას, მცირდება მისი რხევების ამპლიტუდა, აუმჯობესებს შენობის სეისმომდეგობას და მნიშვნელოვნად ზრდის შენობის მდგრადობას ნებისმიერი ზემოქმედების მიმართ.

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ინტენსიურად ინერგება ავარიულ შენობა-ნაგებობათა გამაგრება-გაძლიერების თანამედროვე ხერხები კომპოზიციური მასალებისა და სპეციალური წებოების გამოყენებით, რომელთა ათვისება და დანერგვა რამდენადმე შეფერხდა საქართველოში. დღეისათვის, შპს „პროგრესი“-ის ძალისხმევით უკვე დამუშავებულია რამდენიმე პროექტი, რომლებიც შეთანხმებულია დამკვეთთან და მისი განხორციელება მხოლოდ დროის ფაქტორია.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ავარიული შენობა-ნაგებობების კომპიუტერული მოდელირების, სპეციალური გათვლებისა და მათი შემადგენელი კონსტრუქციების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზის საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ ზემოთ აღწერილი ავარიული შენობა-ნაგებობანი ექვემდებარებოდა გამაგრება-გაძლიერებას.

შენობა-ნაგებობებზე ავარიების, დაზიანებებისა და კატასტროფების შემცირება მიზანშეწონილია განხორციელდეს მათი გამაგრება-გაძლიერებისა და ამავე დროს სეისმომდეგობის ამაღლების გზით. მაგრამ, სეისმომდეგობის ამაღლების საჭიროება უნდა შეფასდეს არა მარტო ვიზუალური დათვალიერების საფუძველზე, არამედ, მათი დეტალური, უფრო ხშირად კი გამაგრება-გაძლიერებას დაქვემდებარებული შენობისა და მისი კონსტრუქციების კომპიუტერული მოდელისა და მათი გაანგარიშებების ანალიზის საფუძველზე.

ისეთ ინდუსტრიალურად განვითარებულ სახელმწიფოებში როგორებიცაა: იაპონია, ჩინეთი, ამერიკა და სხვა, ხორციელდება ინოვაციური სამეცნიერო-ტექნიკური და ტექნოლოგიური სიახლეების ფინანსირება სახელმწიფოს მხარდაჭერით, რის დეფიციტსაც დღეისათვის განიცდიან საქართველოს სამეცნიერო-ტექნიკური დარგის წარმომადგენლები. ქვეყნის ეკონომიკა და ინტელექტუალური პოტენციალი მნიშვნელოვნად დაკნინების საშიშროების წინაშე დადგება, თუ უახლოეს დროში ვერ ნახავს მხარდაჭერას სახელმწიფოს მხრიდან.

« »

მაღალი სიმტკიცის ბეტონის ტენდენციები

ა. ჩიქოვანი, დ. ბურბენიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175 თბილისი საქართველო.)

***რეზიუმე:** XX საუკუნის ბოლო ათწლეული განსაკუთრებით წარმატებული იყო ბეტონის ტექნოლოგიაში. ახალმა ეფექტურმა შემკვრელებმა, მოდიფიკატორებმა, აქტიურმა მინერალურმა დანამატებმა და ბოჭკოებით არმირებამ, შესაძლებელი გახდა ზემტკიცე ბეტონების მიღება. მათი ექსპლუატაციის ვადა 100 წელზე მეტია, მიუხედავად იმისა, რომ მუშაობა უხდებოდა მკაცრ კლიმატურ პირობებში და აგრესიულ გარემოში.*

***საკვანძო სიტყვები:** მაღალი სიმტკიცის ბეტონი და ცემენტი, სუპერ და ჰიპერპლასტიფიკატორი, მიკრობოჭკო, პოლიკარბოქსილატი, თვითშემკვრივებადი ბეტონი, კონტრაქციული შეკლება, მიკროკაუმიწა.*

1. შესავალი

მაღალი მარკის ბეტონების გამოყენება წამყვანი ტენდენცია გახდა მსოფლიო სამშენებლო პრაქტიკაში. ობიექტების ასაშენებლად გამოყენებული ბეტონის სიმტკიცის ზღვარი 40 წლის განმავლობაში, 1970 წლიდან 2010 წლის ჩათვლით, გაიზარდა თითქმის 4-ჯერ, ამავე დროს ლაბორატორიაში დამუშავებული პერსპექტიული ბეტონების სიმტკიცე გაიზარდა თითქმის 5-ჯერ.

2. ძირითადი ნაწილი

ცნებაში მაღალი სიმტკიცის ბეტონი (high strength concrete - HSC) სხვადასხვა პერიოდში იგულისხმებოდა პრინციპიალურად სხვადასხვა მიდგომა. შემოთავაზებული იყო მაღალი სიმტკიცის ბეტონებისათვის მიგვეკუთნებია ის ბეტონები, რომელთა სიმტკიცის ზღვარი აღემატებოდა ცემენტის მარკას, განიხილებოდა **B 40** კლასის, **B 80** და უფრო მაღალი კლასის ბეტონები. მსუბუქი ბეტონებისათვის მაღალ მარკად თვლიდნენ ზღვარს $R_{t...}=25$ (**R**-სიმტკიცე, მგპა, ... - საშუალო სიმკვრივე, გ/მ³). ევროპის სტანდარტის **EN-1992-1-ის** თანახმად მსუბუქი ბეტონისათვის დადგენილია უმაღლესი კლასი **C 80/88** (მრიცხველში სიმტკიცე ცილინდრული, მნიშვნელში – კუბიკური ნიმუშების), როცა მათი მარკა სიმკვრივის მიხედვით არის **D2,R_t...=44**.

ევროპის ქვეყნებში მაღალი სიმტკიცის ბეტონი ითვლება **C 50/60** კლასიდან (რუსეთში–**B 60**, საქართველოში–**X**). ასეთი ბეტონის $R_{t...} 25$. მიუხედავად ამისა დღეისათვის არ გვაქვს ერთმნიშვნელოვანი ზუსტი განსაზღვრება, რომელი ბეტონი უნდა მივაკუთვნოთ მაღალი მარკის ბეტონს. თუმცა უკვე გამოჩნდნენ განსაკუთრებით მაღალი მარკის ბეტონები (ultra high strength concrete - UHSC), მაგრამ ერთმნიშვნელოვნად და ნათლად არაა ნათქვამი, რომელი ჩავთვალოთ განსაკუთრებით მაღალი (ზემტკიცე) მარკის ბეტონად. ზოგიერთი მონაცემებით საუბარია 100 მგპა-ზე მეტი სიმტკიცის ბეტონზე, ზოგჯერ ასახელებენ 150 მგპა-ს და 150 მგპა-ზე მეტსაც კი. მაგრამ თუ მივიღებთ დაშლის ეფექტური ენერჯის კანონზომიერების ცვლილებას და გავითვალისწინებთ, რომ დაახლოებით 150 მგპა სიმტკიცის დროს აღინიშნება ფუნქციის $R=f(G_F)$ ექსტრემუმი, მაშინ განსაკუთრებით მაღალი სიმტკიცის (ზემტკიცე) ბეტონად უნდა ჩავთვალოთ 150 მგპა-ზე მეტი სიმტკიცის, რადგან ასეთი ბეტონის კუმშვის სიმტკიცის დაშლის ხასიათი იცვლება (ბეტონი ხდება ძალიან ხისტი).

თუ განვიხილავთ ბეტონის ტექნოლოგიის განვითარებას (ცხრ. 1) შეიძლება ავლნიშნოთ, გამოყენებული ბეტონის მოცულობის ზრდასთან ერთად გაიზარდა

ბეტონის სიმტკიცეები, განსაკუთრებით XX საუკუნის 70-იანი წლებიდან. ამის მიზეზია მაღალი სიმტკიცის ცემენტების და შემესებების გამოყენება, შესაძლო მინიმალური წ/ც ფარდობა, ბეტონის ნარევის გულმოდგინე არევისთან შეთანხვებული და ასევე შემდეგი ღონისძიებების გამოყენება:

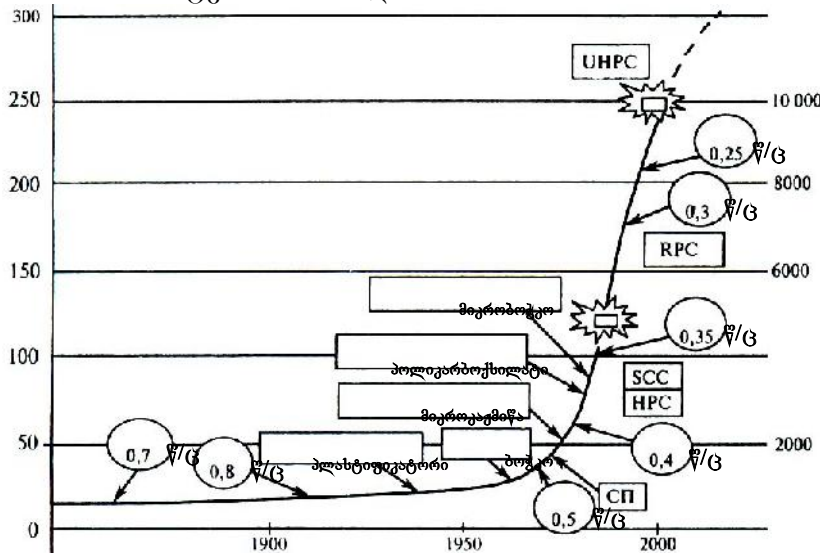
- მიკროკაემიწა – ქიმიურად აქტიური წვრილდისპერსიული (20000 სმ²/გ-მდე) SiO₂, ამაღლებს ბეტონის სიმტკიცეს 25%-მდე, იმის გამო, რომ ამაღლებს შემესების შეჭიდებას ცემენტის ქვასთან;
- ახალი თაობის სუპერ- და ჰიპერპლასტიფიკატორების გამოყენება, მათ შორის პოლიკარბოქსილატების ბაზაზე. რომელიც ზრდის ბეტონის სიმტკიცეს, ნარევის წყლის შემცველობის შემცირებით 40%-მდე;
- მიკრობოჭკო, ამაღლებს ბეტონის სიმტკიცეს მოცულობითი დისპერსიული არმირების ეფექტის შექმნით;
- დწმ – დაბალი წყალმოთხოვნილების შემკვერელი.

მთელ რიგ ქვეყნებში ასეულ ათას ტონას გადააჭარბა მაღალი მარკის (80 მგპა და მეტი) ბეტონის მოცულობამ. მკვრივ შემესებზე დამზადებული მაღალი მარკის ბეტონი ზოგადად ემორჩილება საერთო კანონზომიერებას და წარმოდგენილია შესაბამის განყოფილებაში (ნახ. 1)

B70...B120 კლასის ბეტონების სიმტკიცის და დეფორმაციის ძირითადი მახასიათებლები (რეკომენდირებული) ცხრილი 1

მაჩვენებლები	ბეტონის კლასი B					
	70	80	90	100	110	120
R _b , n, მგპა	45	50	59	65	75	83
R _{bt} , n, მგპა	2,9	3,25	3,5	3,75	4,0	4,25
E _b , n, მგპა	41,5	42,5	44	45,5	47	48,5
C ₀ · 10 ⁵ , მგპა ⁻¹	3,5	3,1	2,7	2,5	2,3	2,1
L*	1,45	1,3	1,2	1,15	1,1	1,0

* – გარემოს 60...75% ტენიანობის დროს

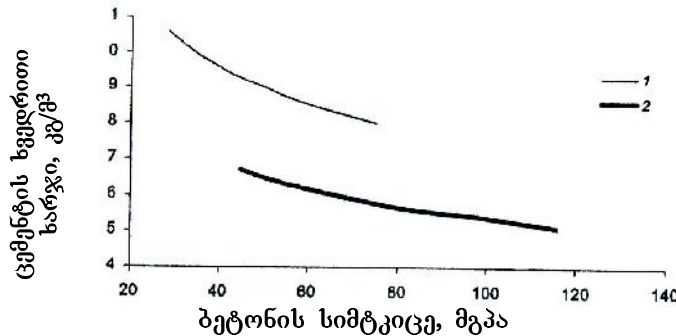


ნახ. 1. ბეტონის ტექნოლოგიის განვითარების სქემა (ჩარნეცკის მიხედვით) სპ – სუპერპლასტიფიკატორი; HPC – მაღალი სიმტკიცის ბეტონი (high performance concrete); SCC – თვითშემკვრივებადი ბეტონი (self compacting concrete); RPC – მაღალი სიმტკიცის ბეტონი წვრილდისპერსიული აქტიური შემესებით (reactive powder concrete); UHSC – განსაკუთრებით მაღალი სიმტკიცის (ზემტკიცე) ბეტონი (ultra high strength concrete) მაღალი მარკის ბეტონების შეკლება შეიძლება იყოს ცემენტის ქვის საბაზისო შეკლების 13...20% (ცემენტის საბაზისო შეკლება მის სახეობაზე

დამოკიდებულებით შეადგენს საშუალოდ 1,5...3მმ/მ). სუპერპლასტიფიკატორის გამოყენებისას შესაძლებელია შეკლების გადიდება საშუალოდ 1,3...1,7-ჯერ. მაღალი მარკის ბეტონებში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს კონსტრუქციული შეკლება, რომელიც ინტენსიურად ვითარდება გამაგრების პირველ 2...5 დღეში, აღწევს მნიშვნელოვან სიდიდეს და შეუძლია ბეტონის ნაადრევი ბზარების გამოწვევა.

აუცილებელია ავნიშნოთ, რომ ბეტონის სიმტკიცის ამაღლებით, გარკვეულ ფარგლებში იზრდება ცემენტის გამოყენების ეფექტურობა, ე.ი. მცირდება ცემენტის ხვედრითი ხარჯის მაჩვენებელი C/R , კგ/მგპა (ნახ. 2)

მაღალი მარკის ბეტონების ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასების დროს აუცილებელია ვიცოდეთ, რომ მაღალი მარკის ბეტონის ღირებულება აჭარბებს B40 კლასის ბეტონის ღირებულებას. ამიტომ ეკონომიკური ეფექტის მიღება შესაძლებელია მაღალი მარკის ბეტონის დადებითი თვისებების მთლიანი გამოყენებით ისეთ კონსტრუქციაში, სადაც მისი გამოყენება მიზანშეწონილია, მაგალითად სვეტებში (ცხრ. 2)



ნახ. 2. ცემენტის ხვედრითი ხარჯის დამოკიდებულება ბეტონის სიმტკიცეზე
1 – დაბალი ხარისხის მასალები; 2 – მაღალი ხარისხის მასალები

მაღალი მარკის ბეტონების გამოყენების ეფექტურობა სვეტებში (ცხრილი 2)

სვეტების პარამეტრები, დატვირთვა 850ტ, სიმაღლე 4,0მ				
ბეტონის კლასი	სვეტის კვეთი, მმ		არმირების კოეფიციენტი (მუშა არმატურა)	შეფარდებითი ღირებულება
B 40	600	600	0,016	1
B 80	500	500	0,003	0,63
B 100	400	400	0,003	0,59

3. დასკვნა

ახლო მომავალში ბეტონის თეორია, ტექნოლოგია და გამოყენების პრაქტიკა მიიღებს შემდგომ განვითარებას და შეინარჩუნებს წამყვან მდგომარეობას საშენ მასალებს შორის.

მაღალი მარკის ბეტონი დიდ ეკონომიკურ ეფექტს მოგვცემს: შემცირდება კონსტრუქციის კვეთი და მასა, საძირკველი, ცემენტის და არმატურის ხარჯი და ა.შ. მაგრამ მისი გამოყენება ჩვენს სეისმურ რეგიონში პრობლემატურია სიხისტის გამო და ნორმატიულ დოკუმენტაციას მოითხოვს.

ლიტერატურა

1. ა. ჩიქოვანი. ბეტონის ტექნოლოგია. თბილისი 2015. 358გვ.
2. Ю. М. Баженов. Технология бетона. Москва. 2006. 500с.
3. , 2010. 245 .
4. В.Г. Батраков. Модифицированные бетоны. Москва. 2001. 400с.
5. Г.В. Несветаев. Бетоны. Ростов-на Дону. 2011. 380с.
6. А. А. Алимов, В. В. Воронин. Бетоноведение. Москва. 2010. 424с.
7. EN. 206-1. Concrete. Part 1: Specification, performance, production and conformity.

**ინტებრო-დიფერენციალური განტოლების ეკვივალენტური
დიფერენციალური განტოლების მიღება რხევის მილევადობის
ბათვალისწინებით**

თ. ბაციკაძე, ნ. მურდულია, ჯ. ნიჟარაძე, ვ. სოსხაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი,
კოსტავას 77)

რეზიუმე: განიხილება ერთი თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემა გარდამავალი რეჟიმების დროს. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სისტემის რხევის მილევადობის გათვალისწინებას.

ნაგებობათა დინამიკაში გაბატონებული ფოხტის მეთოდი არ პასუხობს მრავალი ექსპერიმენტით დადასტურებულ ფენომონოლოგიურ ფაქტებს, ხოლო ე.წ. სოროკინის მეთოდის მიხედვით, გარდამავალ რეჟიმებში სისტემის ქცევის შესწავლის დროს, ამპლიტუდური ფუნქციის პოლუსებიდან ერთი აღწერს ენერჯის დისიპაციას, ხოლო მეორე კი პირიქით ენერჯის მოზღვაებას.

ნაშრომში შიდა სახუნით გამოწვეული რხევის მილევადობა გათვალისწინებულია მემკვიდრეობითობის წრფივი ბლანტ-დრეკადი თეორიით, რომლის მათემატიკური მოდელი განისაზღვრება მეორე რიგის ინტეგრალ-დიფერენციალური განტოლებით.

საკვანძო სიტყვები: რხევის მილევადობა, სიხშირე, რელაქსაციის გული, მასა, რეზონანსი, ამპლიტუდა.

1. შესავალი

საზოგადოდ, რეზონანსისას წარმოშობილი დიდი ამპლიტუდები გვაიძულებენ მოვარიდოთ კონსტრუქცია რეზონანსულ ზონებს. თუმცა ზოგიერთი სახის დინამიკური დატვირთვისას, სპეციალური დანიშნულების კონსტრუქციებში ამის გაკეთება შეუძლებელია. მაგალითად, ენერგოაგრეგატის საძირკველი (ნაგებობა) სულ მცირე ორჯერ ხვდება რეზონანსულ ზონაში: ერთხელ აგრეგატის ჩართვისას, ხოლო მეორედ გამორთვისას (დამუხრუჭებისას). აქედან გამომდინარე, რხევის მილევადობის სწორი მოდელის შერჩევას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. ის უნდა ითვალისწინებდეს ხუთ, ექსპერიმენტით გამოვლენილ ფენომოლოგიურ ფაქტს [1]:

1. დაუძაბავ სხეულზე დატვირთვის მოდების მომენტისათვის დეფორმაცია ყოველთვის ნულია დეფორმაციასა და ძაბვას შორის ფაზათა სხვაობის გამო და ეს ფაქტი არ არის დამოკიდებული ძალის (ძაბვის) მოდების სიჩქარეზე.
2. სხეულზე „მყისიერად“ მოდებულ σ_0 ძაბვისას (რაც არ იწვევს სხეულის რხევით მოძრაობას) დეფორმაციამ სასრულ დროში უნდა მიაღწიოს $\frac{\sigma_0}{E_0}$ მნიშვნელობას. სადაც E_0 ექსპერიმენტულად განსაზღვრული, მასალის დინამიკური დრეკადობის მოდულია „ნორმირებული“ სიხშირისას. შემდეგ დეფორმაციის ზრდის სიჩქარე შენელებდა იმდენად, რომ დროის სასრული პერიოდის შემდეგ ის შეიძლება მუდმივად ჩაითვალოს;
3. კარმონიული რხევებისას შიდა სახუნის ენერჯის მილევადობის კოეფიციენტი

$$\psi = \frac{\Delta W}{W} \quad (1)$$

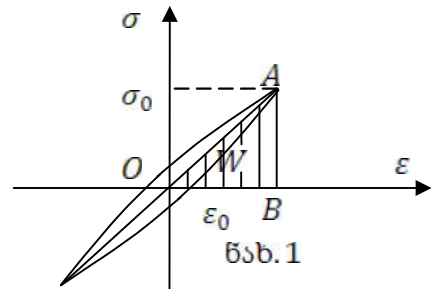
არ უნდა იყოს დამოკიდებული სისშირეზე. აქ $-\Delta W$ სხეულის ენერჯიის დანაკარგია ერთი ციკლისას და განისაზღვრება პისტრეზისის შეკრული ელიფსური მარყუჟის ფართობით, ხოლო

$$W = \frac{\sigma_0^2}{2E_0} \quad (2)$$

იმავე სხეულის ერთეული მოცულობის პოტენციური ენერჯიაა, რომელიც შეესაბამება σ_0 ძაბვის ამპლიტუდას, დრეკადობის E_0 მოდულს და განისაზღვრება OAB სამკუთხედის ფართობით (ნახ. 1).

4. მთელი რიგი კონსტრუქციული მასალისათვის, ფაქტობრივი დრეკადობის E მოდული პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული ციკლების სისშირეზე.

ზოგიერთი ტიპის პლასტმასებისათვის ის დამოკიდებულია ციკლების სისშირეზე და ემთხვევა „ნორმირებული“ სისშირისას E_0 მოდულის მნიშვნელობას. სისშირის დაწვევისას E მოდული იზრდება და პირიქით, სისშირის აწვევისას მცირდება.



5. მუდმივი ამპლიტუდისა და ისეთი პერიოდის მქონე ჰარმონიული დატვირთვისას, რომლის დროსაც სხეულის ინერჯიის ძალები შეიძლება უგულებელვყოთ, ძაბვასა და დეფორმაციას შორის ფაზების ძერა და პისტრეზისის მარყუჟი უნდა დამყარდეს (ანუ პისტრეზისის მარყუჟი უნდა შეიკრას) მოდების მომენტიდან პრაქტიკულად 1-3 ციკლის შემდეგ წრფივი ინტეგრალური დამოკიდებულება, მემკვიდრეობითი თვისებების მქონე სისტემის წრფივი დაძაბული მდგომარეობის დროს, შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით

$$[2]: \quad \sigma(t) = E_1 \left[\varepsilon(t) - \mu_1 \int_0^t G_1(t - \tau) \varepsilon(\tau) d\tau \right] \quad (3)$$

სადაც E_1 და μ_1 დადებითი მუდმივებია, ამასთან $\mu_1 \ll 1$.

$G_1(t - \tau)$ - რელაქსაციის გული.

ზემოთმოყვანილ ხუთ მოთხოვნას ყველაზე მეტად აკმაყოფილებს შემდეგი სახის რელაქსაციის გული [2]:

$$G_1(t - \tau) = \frac{e^{-\alpha(t-\tau)}}{t-\tau+\nu} \quad (4)$$

აქ $\alpha > 0, \nu > 0$.

$e^{-\alpha(t-\tau)}$ გამოსახულება რელაქსაციის გულს ანიჭებს ასიმტოტურ მდგრადობას, თუმცა [3] -ში პრევალირებს აზრი, რომ რელაქსაციის გულის არამდგრადობა არ მოქმედებს არც ცოცვალობასა და რელაქსაციაზე და არც რხევებზე.

2. ძირითადი ნაწილი

თავისუფლების ერთი ხარისხის მქონე სისტემისათვის რხევის განტოლება იმ შემთხვევაში, როდესაც

$$\varepsilon(t) = W(t), \quad \sigma(t) = F_0(t) - m\dot{W}(t) \quad (5)$$

ჩაიწერება სახით:

$$m\dot{W}(t) + E_1 W(t) - \mu_1 E_1 \int_0^t G_1(t - \tau) W(\tau) d\tau = F_0(t) \quad (6)$$

μ_1 მცირე პარამეტრი საშუალებას გვაძლევს (6) ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლებისათვის მივიღოთ მისი ეკვივალენტური მეორე რიგის სრული დიფერენციალური განტოლება, რომლის აპროქსიმაცია ხდება $O(\mu_1^2)$ -ის სიზუსტით [4].

შემოვიღოთ დროის შენელების კოეფიციენტი β , რომელიც აკმაყოფილებს პირობას $0 < \beta \ll 1$ და განსაზღვრავს აღმზნები ძალის ამპლიტუდას და მის მყისიერ სიხარეს [3]: $F(\beta t) = \frac{F_0(\beta t)}{m} e^{i\theta(\beta t)}$ (7)

დავუშვათ $\dot{\theta}(\beta t) = \delta(\beta t)$, მაშინ

$$F(\beta t) = \frac{F_0(\beta t)}{m} e^{i \int_0^t \delta(\beta \tau) d\tau} \quad (8)$$

ჩავთვალოთ, რომ F_0 და δ არაუარყოფითებია და მოცემული არიან ე.წ. „შენელებული“ დროის სასრულ ინტერვალზე $t_0 = \beta t$. გადავწეროთ (6) შემდეგი სახით: $\dot{W}(t) + \omega^2 W(t) = F(\beta t) + \mu_1 \omega^2 \int_0^t G_1(t - t_0) W(t_0) dt_0$ (9)

სადაც $\omega^2 = \frac{E_1}{m}$.

მუდმივთა ვარიაციის მეთოდის გამოყენებით (9) „დიფერენციალური“ განტოლების საერთო ამონახსნი ჩაიწერება:

$$W(t) = W_0 \cos \omega t + \frac{W_0}{\omega} \sin \omega t + \frac{1}{\omega} \int_0^t F(\beta \tau) \sin \omega(t - \tau) d\tau + \mu_1 \omega \int_0^t R(t - \tau) W(\tau) d\tau \quad (10)$$

სადაც

$$R(t - \tau) = \int_0^{t-\tau} G_1(\theta) \sin \omega(t - \tau - \theta) d\theta = \int_0^\infty G_1(\theta) \sin \omega(t - \tau - \theta) d\theta + \int_\infty^{t-\tau} G_1(\theta) \sin \omega(t - \tau - \theta) d\theta$$

ინტეგრების შედეგად გვექნება

$$R(t - \tau) = [R_C - R G_C(t)] \sin \omega(t - \tau) - [R_S - G_S(t)] \cos \omega(t - \tau) \quad (11)$$

$$\text{აქ } \left. \begin{aligned} G_C(t) &= \int_0^t G_1(\theta) \cos \omega \theta d\theta; \\ G_S(t) &= \int_0^t G_1(\theta) \sin \omega \theta d\theta; \\ R_C &= \int_0^\infty G_1(\theta) \cos \omega \theta d\theta; \\ R_S &= \int_0^\infty G_1(\theta) \sin \omega \theta d\theta. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

$G_C(t)$ და $G_S(t)$ წარმოებულებს ექნება სახე

$$\begin{cases} \dot{G}_C(t) = G_1(t) \cos \omega t; & \dot{G}_C(t) = \dot{G}_1(t) \cos \omega t - \omega G_1(t) \sin \omega t; \\ \dot{G}_S(t) = G_1(t) \sin \omega t; & \dot{G}_S(t) = \dot{G}_1(t) \sin \omega t + \omega G_1(t) \cos \omega t; \end{cases} \quad (13)$$

(13) გამოსახულებების მიხედვით შეგვიძლია ჩავწეროთ:

$$\left. \begin{aligned} \dot{G}_C(t) \cos \omega t + \dot{G}_S(t) \sin \omega t &= G_1(t); \\ \dot{G}_C(t) \sin \omega t - \dot{G}_S(t) \cos \omega t &= 0; \\ \dot{G}_C(t) \cos \omega t + \dot{G}_S(t) \sin \omega t &= \dot{G}_1(t); \\ \dot{G}_C(t) \sin \omega t - \dot{G}_S(t) \cos \omega t &= -\omega G_1(t). \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

(14) ფორმულების საფუძველზე $\dot{R}(t)$ და $W(t)$ იღებენ სახეს

$$\dot{R}(t) = [R_C - G_C(t)] \omega \cos \omega t + [R_S - G_S(t)] \omega \sin \omega t \quad (15)$$

ჩავსვათ (11) (10) -ში; მცირე გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ:

$$W(t) = W_0 \cos \omega t + \frac{W_0}{\omega} \sin \omega t + \frac{1}{\omega} \int_0^t F(\beta \tau) \sin \omega(t - \tau) d\tau + \mu_1 \omega \int_0^t \{ [R_C - G_C(t)] \sin \omega(t - \tau) - [R_S - G_S(t)] \cos \omega(t - \tau) \} W(\tau) d\tau + \mu_1 \omega \int_0^t R(\tau) W(t - \tau) d\tau; \quad (16)$$

გავაწარმოთ (16) ორჯერ t -თი, გვექნება:

$$\begin{aligned} \dot{W}(t) &= -\omega^2 \left(W_0 \cos \omega t + \frac{W_0}{\omega} \sin \omega t \right) - \omega \int_0^t F(\beta \tau) \sin \omega(t - \tau) d\tau - \mu_1 \omega^3 \int_0^t \{ [G_C(t) - R_C] \sin \omega(t - \tau) - [R_S - G_S(t)] \cos \omega(t - \tau) \} W(\tau) d\tau + \\ &\mu_1 \omega \int_0^t R(t - \tau) \dot{W}(\tau) d\tau + \mu_1 \omega [R_S - G_S(t)] \dot{W}(t) + \mu_1 \omega \{ [G_C(t) - R_C] \omega - \dot{G}_S(t) \} W(t) + \\ &\mu_1 \omega \dot{R}(t) W_0 + \mu_1 \omega R(t) W_0 \end{aligned} \quad (17)$$

სეისმოგეგმვის კონსტრუქციების ღაკროექტების ევროკოდი 8 EN 1998-ის ღანერბვის აუცილებელი კომკონენტები: ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრები

პ. რეკვავა

(სეისმოგეგმვის მშენებლობისა და საინჟინრო სეისმოლოგიის

საქართველოს ეროვნული ასოციაცია, თბილისი, მურმან ლებანიძის ქ. 7)
რეზიუმე: ევროპულ სამშენებლო სტანდარტებში-შენობა-ნაგებობების დაპროექტების ევროკოდებში EN1990-EN1999 მოცემულია ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრები, რომელთა საშუალებით ხდება ევროპის სხვადასხვა ქვეყნის სპეციფიური ბუნებრივ-კლიმატური, გეოფიზიკური, გეოლოგიური, სეისმური და შენობა-ნაგებობების პროექტირებისა და მშენებლობის სხვა პირობების გათვალისწინება. ევროკავშირის ქვეყნებში მოქმედი ევროკოდების 10 ნაწილი შედგება 58 სტანდარტისაგან, რომლებშიც ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრები რაოდენობრივად განაწილებულია და ჯამში შეადგენს 1506 პარამეტრს. ნაშრომში წარმოდგენილია ევროკოდებში ეროვნული არჩევანისათვის ღიად დატოვებული ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების სტატისტიკური ანალიზი, უმთავრესად ევროკოდი 8 EN 1998-სათვის. ევროპული ნორმების დანერგვა საქართველოში აუცილებელია განხორციელდეს კომპლექსური პროგრამული მიდგომის საფუძველზე ადგილობრივი დაინტერესებული მხარეების მონაწილეობით, ევროპის სეისმურ რეგიონებში მდებარე ქვეყნების გამოცდილების გათვალისწინებით, შესაბამისი ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების შემუშავებისა და ეროვნული დანართების მომზადების გზით.

საკვანძო სიტყვები: ევროკოდი, ეროვნული დანართი, ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრი.

1. შესავალი

საქართველოში სამშენებლო კონსტრუქციების დაპროექტება დღეისათვის ხორციელდება ყოფილი საბჭოთა კავშირის 1992 წლამდე მოქმედი და შემდგომ პერიოდში მოდიფიცირებული სამშენებლო ნორმებისა და წესების, ტექნიკური რეგულირების სხვა დოკუმენტების საფუძველზე, რომელთა ალტერნატივა არ არსებობს საქართველოში მიღებული ტექნიკური რეგლამენტების ან სხვა ნორმატიული აქტების სახით /1/. ამასთან, საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროში შემუშავებულია ევროკოდების, როგორც საქართველოში მოქმედი ერთადერთი სამშენებლო ნორმებისა და წესების განხორციელებისა და დანერგვის 5-წლიანი სამოქმედო გეგმა (2015-2020) /2/. აღნიშნული გეგმის მიხედვით ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ამოცანას წარმოადგენს ევროკოდის სხვადასხვა ნაწილისათვის ეროვნული დანართის შემუშავება, რომელიც მოიცავს ეროვნულად განსაზღვრულ პარამეტრებს. საქართველოსათვის სამშენებლო ევროკოდებიდან განსაკუთრებული მნიშვნელობისაა ევროკოდი 8 - 1998: „სეისმოგეგმვის კონსტრუქციების დაპროექტება“, რაც განპირობებულია საქართველოს მაღალი სეისმურობით და არსებული ინფრასტრუქტურის მოწყვეტადობით.

აღსანიშნავია, რომ ევროკოდი 8-ში შემავალი ნაწილების ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრები საქართველოსათვის საჭიროებს დამატებით

-

«

»

სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოების ჩატარებას მათი სიდიდების განსაზღვრისათვის, რაც მიზანშეწონილია განხორციელდეს ადგილობრივი გამოცდილი მეცნიერ მუშაკების, ექსპერტების, აკადემიური წრეებისა და საქართველოში მოქმედი საინჟინრო-სამშენებლო პროფილის ასოციაციების მონაწილეობით.

2. ძირითადი ნაწილი

ევროკოდები წარმოადგენს ევროპული სამშენებლო სტანდარტების კრებულს, შენობა-ნაგებობების კონსტრუქციული დაპროექტებისათვის, რომელიც შემუშავებულია სტანდარტიზაციის ევროპული კომიტეტის მიერ, ევროკავშირის წევრი ქვეყნების 250 ექსპერტის მონაწილეობით. ის შეიცავს 10 სტანდარტს, რომლებიც შედგება 58 ნაწილისა და 4788 გვერდისაგან. ქვემოთ მოცემულია ევროკოდების სტრუქტურა და შემადგენლობა, სადაც ფრჩხილებში მითითებულია თითოეული ევროკოდის ნაწილების რაოდენობა /2/:

EN 1990 ევროკოდი: კონსტრუქციების დაპროექტების საფუძვლები;

EN 1991 ევროკოდი 1: ზემოქმედებები კონსტრუქციებზე (10);

EN 1992 ევროკოდი 2: ბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტება (4);

EN 1993 ევროკოდი 3: ლითონის კონსტრუქციების დაპროექტება (19);

EN 1994 ევროკოდი 4: კომპოზიტური კონსტრუქციების დაპროექტება(3);

EN 1995 ევროკოდი 5: ხის კონსტრუქციების დაპროექტება(3);

EN 1996 ევროკოდი 6: ქვის კონსტრუქციების დაპროექტება(4);

EN 1997 ევროკოდი 7: გოტექნიკური დაპროექტება (3);

EN 1998 ევროკოდი 8: სეისმომდებელი კონსტრუქციების დაპროექტება (6);

EN 1999 ევროკოდი 9: ალუმინის კონსტრუქციების დაპროექტება (5).

აღსანიშნავია, რომ EN 1990 ევროკოდით რეგულირდება კონსტრუქციული უსაფრთხოება, საექსპლუატაციო საიმედოობა და სიმტკიცე და ის მჭიდრო კავშირშია დანარჩენ სტანდარტებთან.

სეისმომდებელი კონსტრუქციების დაპროექტების ტექნიკური რეგულირება ხორციელდება EN 1998 ევროკოდი 8-ის საფუძველზე, რომელიც შედგება 6 ნაწილისა და ჯამში 636 გვერდისაგან, რაც გამოცემულია 2004-2006 წლებში:

EN 1998-1:2004 ძირითადი წესები, სეისმური ზემოქმედება და წესები შენობებისათვის (229გვ.);

EN 1998-2:2005 ხიდები (146გვ.);

EN 1998-3:2005 შენობების მდგომარეობის შეფასება და აღდგენა (89გვ.);

EN 1998-4:2006 silosebi, rezervuarebi da milsadenebi (81gv.);

EN 1998-5:2004 საძირკვლები, საყრდენი კონსტრუქციები და გოტექნიკური ასპექტები (44გვ.);

EN 1998-6:2005 კოშკური ტიპის ნაგებობები, ანძები და საკვამლე მიწები(47გვ.);

EN 1998-ის მიზანია მიწისძვრის შემთხვევაში უზრუნველყოფილ იქნას:

- ადამიანის სიცოცხლის უსაფრთხოება;

- ნგრევის შეზღუდვა;

- საექსპლუატაციო პირობების შენარჩუნება სამოქალაქო დაცვის მნიშვნელოვანი ნაგებობებისათვის.

ქვემოთ უფრო დეტალურად არის მოცემული ევროკოდი 8-ის პირველი 1998-1 და მესამე EN 1998-3 ნაწილების შემადგენელი თავების შესახებ ინფორმაცია. ევროკოდი 8 EN 1998-1:2004 ძირითადი წესები, სეისმური ზემოქმედება და წესები შენობებისათვის შედგება შემდეგი თავებისა და დანართებისაგან:

-

«

»

თავი 1: ზოგადი

თავი 2: ძირითადი მოთხოვნები და მიღებული კრიტერიუმები

თავი 3: გრუნტის პირობები და სეისმური ზემოქმედება

თავი 4: შენობების დაპროექტება

თავი 5: სპეციფიური წესები ბეტონის შენობებისათვის

თავი 6: სპეციფიური წესები ფოლადის შენობებისათვის

თავი 7: სპეციფიური წესები ფოლად-ბეტონის შენობებისათვის

თავი 8: სპეციფიური წესები ხის შენობებისათვის

თავი 9 : სპეციფიური წესები ქვის შენობებისათვის

თავი 10: ფუძის იზოლაცია

დანართი (ინფორმაციული) დრეკადი გადაადგილების რეაქციის სპექტრი

დანართი (ინფორმაციული) საძირკვლად გადაადგილების განსაზღვრა არაწრფივი სტატიკური ზღვრული გაანგარიშებისათვის

დანართი C (ინფორმაციული) ფილის დაპროექტება კომპოზიტურკოჭებიან ჩარჩოებში ხისტი კვანძებით.

ევროკოდი 8 EN 1998-3:2005 შენობების მდგომარეობის შეფასება და აღდგენაპირველი სტანდარტია ევროპაში არსებული შენობების შესახებ, რომელიც შედგება 6 თავისა და 3 დანართისაგან:

თავი 1: ზოგადი

თავი 2: მოთხოვნები ქცევაზე და სათანადო კრიტერიუმები

თავი 3: ინფორმაცია კონსტრუქციის შესაფასებლად

თავი 4: შეფასება

თავი 5: გადაწყვეტილებები კონსტრუქციული ჩარევის შესახებ

თავი 6: კონსტრუქციული ჩარევის დაპროექტება

დანართი (ინფორმაციული) რკინაბეტონის კონსტრუქციები

დანართი (ინფორმაციული) ფოლადისა და კომბინირებული კონსტრუქციები

დანართი C (ინფორმაციული) ქვის შენობები.

ეროვნული სტანდარტები, რომლებითაც ხორციელდება ევროკოდის დანერგვა, უნდა შეიცავდეს სრულ ტექსტს, როგორც ეს გამოქვეყნებულია ევროპის სტანდარტიზაციის კომიტეტის CEN-ის მიერ, რომელსაც უძღვის ეროვნული თავფურცელი, ეროვნული წინასიტყვაობა და მოსდევს ეროვნული დანართი (ინფორმაციული).

ეროვნული დანართი უნდა შეიცავდეს მხოლოდ ინფორმაციას იმ პარამეტრებზე, რომლებიც ღიად არის დარჩენილი ევროკოდში ეროვნული არჩევანისათვის და ცნობილია, როგორც ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრი, რათა ისინი გამოყენებულ იქნას შენობების დასაპროექტებლად და სამოქალაქო საინჟინრო სამუშაოების წარმოებისათვის შესაბამის ქვეყნებში.

ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების მაგალითებია:

სიდიდეები და /ან კლასები, რომელთა ალტერნატივა მოცემულია ევროკოდში;

სიდიდეები, რომლებიც გამოიყენება და რომელთა მხოლოდ სიმბოლოებია მოცემული ევროკოდში;

ქვეყნის სპეციფიური მონაცემები (გეოგრაფიული, გეოლოგიური, სეისმური, კლიმატური-თოვლი, ქარი, სინესტედა სხვ.);

პროცედურა, რომელიც გამოიყენება და რომლის ალტერნატივა მოცემულია ევროკოდში.

ის შეიძლება შეიცავდეს გადაწყვეტილებებს ინფორმაციული დანართების შესახებ.

ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების ზოგადი ტიპები (10) და რაოდენობა ევროკოდებში (EN1990 – EN1999), ასევე მათი პროცენტული თანაფარდობა მოცემულია ქვემოთ /3/:%

1. პარამეტრების სიდიდეები 397 26.3 მითითება სიდიდეების ზოგიერთ სიმრავლეზე ცხრილებზე 170 11.3

3. რეკომენდებული პროცედურების მიღება, გამოთვლის, მეთოდის არჩევა, როცა ალტერნატივა მოცემულია ან შემოტანილია ახალი პროცედურა 50133.3

4. ქვეყნის სპეციფიური მონაცემები (გეოგრაფიული, გეოლოგიური, კლიმატური და სხვ.) 18 1.25. ეროვნული რუკები ან პარამეტრების ცხრილები 1 0.1

6. დიაგრამები 15 1.0

7. მითითებები არაწინააღმდეგობრივ დამატებით ინფორმაციაზე 23 1.5

8. გადაწყვეტილებები ინფორმაციული დანართების გამოყენებაზე 249 16.5

9. მოთხოვნა შემდგომ, უფრო დეტალურ ინფორმაციაზე 102 6.8

10. მითითება ინფორმაციულ დანართზე ან ინფორმაციაზე, რომელიც -ის სხვა ნაწილების ტექსტშია 30 2.0 ზემომოყვანილი ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების პირველი, მეორე და მესამე ტიპი იყოფა სახეობების მიხედვით ქვეტიპებად, რომლებიც აღიწერება შემდეგნაირად:

1.1. წინასწარ განსაზღვრული პარამეტრები (რეკომენდებული სიდიდით);

1.2. წინასწარ განსაზღვრული პარამეტრები (რეკომენდებული სიდიდის გარეშე);

1.3. წინასწარ განუსაზღვრული პარამეტრები;

2.1. ფიქსირებული ცხრილები (მხოლოდ უჯრედის მნიშვნელობა შეიძლება შეიცვალოს);

2.2. მოქნილი ცხრილები (სტრიქონები და სვეტები შეიძლება შეიცვალოს);

3.1. რეკომენდებული პროცედურების / მეთოდების მიღება ან შემოტანა ახლების;

3.2. ქვეყნის პროცედურები/ მეთოდები;

3.3. ალტერნატიული ამორჩევა მოცემული ვარიანტებიდან (რეკომენდებული სიდიდით);

3.4. ალტერნატიული ამორჩევა მოცემული ვარიანტებიდან (რეკომენდებული სიდიდის გარეშე);

3.5. ამორჩევა მოცემული ვარიანტებიდან (რეკომენდებული სიდიდის გარეშე);

3.6. ამორჩევა მოცემული ვარიანტებიდან (რეკომენდებული სიდიდის გარეშე) ან შემოტანა ახალი პროცედურების / მეთოდების;

3.7. რეკომენდებული პროცედურების/მეთოდების მიღება ფიქსირებული ცხრილის ფორმაში ან ახლების შემოტანა;

3.8. რეკომენდებული პროცედურების/მეთოდების მიღება მოქნილი ცხრილის ფორმაში ან ახლების შემოტანა.

ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრები რაოდენობრივად განაწილებულია თითოეულ ევროკოდში შემდეგნაირად /4/-EN 1990 EC0 - 46, EN 1991 EC1 - 354, EN 1992 EC2 - 221, EN 1993 EC3 - 431, EN 1994 EC4 - 55, EN 1995 EC5 - 33, EN 1996 EC6 - 59, EN 1997 EC7 - 74, EN 1998 EC8 - 142, EN 1999 EC9 - 91, რაც ჯამში შეადგენს 1506 პარამეტრს.

ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრები არის რიცხვითი და არა რიცხვითი კატეგორიების. რიცხვითი პარამეტრების მნიშვნელობების ალტერნატივა ან მათი დიაპაზონი მოცემულია ევროკოდებში. ქვეყანამუნდა განსაზღვროს საკუთარი პარამეტრების სამეცნიერო კვლევებისა და შესწავლის საფუძველზე. თუ შედეგები კორექტულია, ისინი უნდა იყოს კოდებში მოცემული, რეკომენდებული სიდიდეების ლიმიტის ფარგლებში. არა რიცხვითი პარამეტრებია კლასები,

პროცედურები, რომელთა აღტერნატივა არის ან არ არის მოცემული ევროკოდის მიერ. რიცხვითი მნიშვნელობის მქონეპარამეტრების რაოდენობა შეადგენს 579, რაც 1,2,5 და 6 ტიპების ჯამია და 39%-ია ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების სრული რაოდენობის.

ევროკოდი 8 EN 1998-ის ნაწილების მიხედვით ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების ტიპები და რაოდენობა წარმოდგენილია 1 ცხრილში /4 /.

ცხრილი 1

ტიპი	ნაწ.1	ნაწ.2	ნაწ.3	ნაწ.4	ნაწ.5	ნაწ.6	ჯამი
1	20	8	5	5	3	1	42
2	12	6	1	4	-	2	25
3	19	15	2	1	-	3	40
4	4	-	-	-	-	-	4
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
7	3	-	1	-	-	-	4
8	2	9	3	2	4	6	26
9	1	-	-	-	-	-	1
10	-	-	-	-	-	-	-
ჯამი	61	38	12	12	7	12	142

ევროკოდი 8 EN 1998-ის ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების მიმოხილვითი ანალიზი აჩვენებს, რომ ევროკოდ 8-ში ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების უდიდესი რაოდენობა არის 1.1 ტიპის (28%), შემდეგ ტიპი 8 (18%), ტიპი 3.1 (17%), და ტიპი 2.2 (16%).

ევროკოდი 8-ის პირველი ნაწილი (EN 1998-1:2004) შეიცავს ევროკოდი 8 EN 1998-ის ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების მთლიანი რაოდენობის 43% და ნაწილი 2 - 27%-ს, მაშინ როდესაც დანარჩენი ნაწილების რაოდენობა შეადგენს მთლიანი რაოდენობის 30%-ს.

ევროკოდი 8.1-ის (EN 1998-1:2004) მნიშვნელოვან ნაწილი დათმობილი აქვს რეგიონის სეისმურ საშიშროებას, სეისმური ზონირების რუკებს და შესაბამისი გრუნტის ბაზისურ აჩქარებებს, დრეკადი რეაქციის სპექტრების პარამეტრებს, სეისმური ზემოქმედების ბაზისური განმეორებადობის პერიოდებს დაუნგრევლობაზე და დაზიანების შეზღუდვის მოთხოვნის გათვალისწინებით, საანგარიშო სპექტრისათვის ქვედა ზღვრის დადგენას.

ევროკოდი 8.3-ში (1998-3:2004) ძირითადად განხილულია ზღვრული მდგომარეობების რაოდენობა, სეისმური ზემოქმედების განმეორების პერიოდი, მასალების წილობრივი კოეფიციენტები, სანდოობის კოეფიციენტები, ინსპექტირებისა და ტესტირების დონეები.

აღსანიშნავია, რომ ევროპის კომისიის რეკომენდაციები დაედო საფუძვლად ევროკოდების მეორე თაობის დამუშავებას 2015-2019 წლებში და შემდგომ გამოქვეყნებას 2020 წელს, რომლის ძირითადი მიზნებია არსებული დებულებების რევიზია, მათი შემდგომი ჰარმონიზაცია და გამოყენების სიმარტივე და ჩამოყალიბებულია შემდეგნაირად /5/:

- ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების შემცირება, რომლებიც შედეგია კონსტრუქციული ანალიზის სფეროში არსებული სხვადასხვა დაპროექტების კულტურისა და პროცედურების;
- ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების რაოდენობის და მრავალსახეობის შემცირება, ევროკოდების მიერ რეკომენდებული მნიშვნელობების ზუსტად გამოყენების საშუალებით;
- ევროკოდების მიერ რეკომენდებული მნიშვნელობებიდან გადახრის შემცირება;

-

«

»

- ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების სიდიდეების და მათი შეფასების მეთოდოლოგიების, ასევე სხვადასხვა კონსტრუქციების (რკინაბეტონის, ლითონის, კომპოზიტური) დაპროექტების პროცედურების შეთანხმება მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების თანამედროვე მიღწევების გათვალისწინებით;
- წვერ ქვეყნებს შორის უსაფრთხოების დონეების თანდათანობით გამოთანაბრება (დარეგულირება);

მიიხნევა, რომ ერთნაირი სიდიდეების და მეთოდების გამოყენებით წვერი ქვეყნები აამაღლებენ ევროკოდების გამოყენების ეფექტს.

3. დასკვნა

ევროპულ სტანდარტებზე-ევროკოდებზე გადასვლა დირექტიული განკარგულებით შეუძლებელია. მათი დანერგვა საქართველოში აუცილებელია განხორციელდეს კომპლექსური პროგრამული მიდგომის საფუძველზე ადგილობრივი დაინტერესებული მხარეების მონაწილეობით, ევროპის სეისმურ რეგიონებში მდებარე ქვეყნების გამოცდილებისა და შესაბამისი რეკომენდაციების გათვალისწინებით.

ევროპული სტანდარტების -ევროკოდების საქართველოში დანერგვის ერთ-ერთი ძირითადი ეტაპია ეროვნული დანართების მომზადება, რომლის აუცილებელ კომპონენტს წარმოადგენს ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრების შემუშავება. საქართველოსათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ევროკოდი 8- N1998: „სეისმომდებელი კონსტრუქციების დაპროექტება“, რაც განპირობებულია საქართველოს მაღალი სეისმურობით და არსებული ინფრასტრუქტურის მოწყვლადობით.

ამასთან, მნიშვნელოვანია ევროკოდი 8-EN 1998-ში მოცემული 142 ეროვნულად განსაზღვრული პარამეტრიდან იმ პარამეტრების იდენტიფიცირება და კლასიფიკაცია, რომლებიც მოითხოვს გამოცდილიმეცნიერ მუშაკების, აკადემიური წრეებისა და ექსპერტების მიერ ადგილობრივი მონაცემების საფუძველზე დამატებით სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოების ჩატარებას მათი სიდიდეების განსაზღვრისათვის და მიღებული შედეგების სხვა ქვეყნებში გამოყენებულ სიდიდეებთან ჰარმონიზაცია.

ლიტერატურა

1. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 18 ივნისის დადგენილება 409 „საქართველოს ტერიტორიაზე სამშენებლო სფეროს მარეგულირებელი ტექნიკური რეგლამენტების აღიარებისა და სამოქმედოდ დაშვების შესახებ“ საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 14 იანვრის 52 დადგენილებაში ცვლილების შეტანის თაობაზე.
2. ევროპული ტექნიკური რეგლამენტების - ევროკოდების დანერგვის 5 წლიანი სამოქმედო გეგმა - სტრატეგია. საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო, სივრცითი დაგეგმარებისა და სამშენებლო პოლიტიკის დეპარტამენტი. თბილისი 2014 წ., 22 გვ.
3. MehrK., AltinyollarA., PintoA., DimovaS., TaucerF., TsionisG., GeradinM. Eurocodes Database for Nationally Determined Parameters. JRC Scientific and technical Reports, JRC European Commission, EUR 22860- 2007, Luxembourg, 63p.
4. SousaM. S., DimovaS., Pinto A., and NikolovaB. Overview of Adopted Nationally Determined Parameters for Eurocode 8. Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Istanbul Aug. 25-20, 2014, 11p.
5. Fardis M.N. Next Eurocode 8 and Performance-Based Seismic Design Philosophy. Prota 30th Anniversary Symposium, Ankara, Feb. 26-27, 2015.

**ცემენტ-ბურბუშელიანი მოუხსნადი ყალიბების მსბავსი
ყალიბების წარმოების შესაძლებლობა საქართველოში**

ი. ძვარაია, ი. ჩიტაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.№77, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია, მონოლითური მშენებლობისთვისახალი ტიპის მოუხსნადი ყალიბების დამუშავებისა და გამოყენების შესაძლებლობა საქართველოში არსებული სამშენებლო მასალების და ნედლეულის ბაზაზე.

საკვანძო სიტყვები: მონოლითი, ბეტონი, ყალიბი, ცემენტი, ბურბუშელა, თაბაშირ-მეყაო, არმატურა, მონტაჟი, მშენებლობა

1. შუსაგალი

უკანასკნელ წლებში, ევროპის მთელ რიგ ქვეყნებში, კერძოდგერმანიაში, ავსტრიაში, ნორვეგიაში, საფრანგეთში, ბელორუსში მონოლითურ მშენებლობაში ფართოდ იყენებენVST ტექნოლოგიურ მეთოდს ანუ მოუხსნად ყალიბებსცემენტ-ბურბუშელიანი ფილებით. ბოლო 15 წელიწადში, ამ წესითაგებულია 1000-ზე მეტი სხვადასხვა დანიშნულების მნიშვნელოვანი ობიექტი და რეალურად,დაადასტურებულია VST ტექნოლოგიის უპირატესობა, ჩვეულებრივ ყალიბებთან შედარებით. მაღალი ხარისხის, ეკონომიურობის, ეკოლოგიურობის და მშენებლობის ვადების თითქმის ორჯერ შემცირებასთან ერთად, მოუხსნადი ყალიბები უზრუნველყოფენ სამშენებლო მოედნის კომპაქტურობას, სამშენებლო ნაგვისა და “სველი” სამუშაოების მინიმუმამდე დაყვანას.

ყალიბის ძირითად ნაწილს წარმოადგენს ახალი კომპოზიტიური მასალების ერთ-ერთი ნაირსახეობა, საშუალოდ 24მმ სისქის დაპრესილი ძალიან მტკიცე ფილა, რომელიც შედგება 65% ცემენტისაგან, 24% ხის ბურბუშელისაგან, 8,5% წყლისაგან და 2,5 % თხევადი მინისაგან. ფილების წარმოებისათვის საჭიროა ახალი ქარხნების, რაც დიდ მატერიალურ დანახარჯებთან არის დაკავშირებული.

2. ძირითადი ნაწილი

მოუხსნადი ყალიბების დასამზადებლად ახალი საწარამო სიმძლავრეების ამოქმედების აუცილებლობის თავიდან აცილების მიზნით, კვლევის ამოცანად დასმული იყო საქართველოში არსებული საწარმოების მიერ გამოშვებული მასალების გამოყენებით, ცემენტ-ბურბუშელიანი ყალიბების მსგავსი ახალი ტიპის ყალიბების შექმნა. პირველ რიგში გასათვალისწინებელი გახდა ის ფაქტი, რომ საქართველოში, უკვე რამდენიმე წელია ხარისხოვან პროდუქციას ამზადებენ გერმანული ფირმა KNAUF–ის საწარმოები და ყველაზე ოპტიმალურიამათი ნესტგამძლე და ჩვეულებრივი ფილებით სარგებლობა. მოუხსნადი ყალიბების ბლოკების დასამზადებლად ასევე ეფექტური და სასურველია, ადგილობრივ თბოსაიზოლაციო მასალების შერჩევა.

ამგვარი მიდგომით, ექსპერიმენტის სახით,საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, სამშენებლო წარმოების ტექნოლოგიის

დეპარტამენტში დამუშავებული იქნა საკედლე ყალიბების სამი ტიპი (ნახ.1): ა) გეგმაში ტეხილი მოხაზულობის კედლებისთვის, ბ) და გ) შესაბამისად გეგმაში ლენტური კედლებისთვის, ყალიბის ბლოკის შიდა და გარე კედლების ურთიერთმიმაგრებით კედლის სიბრტყის მართობულად ან არამართობულად განთავსებული თაბაშირ-მუყაოს ფილებისაგან გაკეთებული სამაგრებით.

ა)

ბ)

გ)



ნახ.1 საკედლე მოუხსნადი ყალიბები KNAUF-ის პროდუქციისაგან:

- ა) ტეხილი კედლებისთვის; ბ) ლენტური - შიდა და გარე კედლების მართობული სამაგრების განთავსებით, გ) ლენტური - შიდა და გარე კედლების ირიბი სამაგრების განთავსებით

ცემენტ-ბოჭკოვანი ფილებით მოუხსნადი ყალიბების მოწყობის დროს, როგორც წესი გამოიყენება ლითონის ფურცლოვანი მასალა რომელთა საშუალებით ხორციელდება ყალიბის მიწოდებამდე, მისი შიდა და გარე კედლების ფილების შეერთება და ყალიბის არმირების წინასწარ განხორციელება (ნახ.2). ასეთი ყალიბის დასამონტაჟებლად, საკმაოდ დიდი სიმძიმის გამო, აუცილებელია ამწე მოწყობილობების გამოყენება.

ა)

ბ)



ნახ.2. ცემენტ-ბოჭკოვანი მოუხსნადი ყალიბი (ა) და ყალიბის შიდა და გარე კედლების შეერთება და არმირება (ბ)

KNAUF-ის ფილების გამოყენებისას, ფილის დაბალი სიმტკიცის გამო შეუძლებელია დიდი ზომის “კორობების” შეკვრა, მაგრამ მათი დამონტაჟება ხდება ამწეების გამოყენების გარეშე, რაც მეტად

მნიშვნელოვანია გარდა ამისა გაიოლებულია მოუხსნადი ყალიბის აწყობა, რომლის კედლების შესაერთებლად საკმარისია მუყაო-თაბაშირის ფილის ნაჭრები და KNAUF-ის სისტემის მარტივი და მსუბუქი ელემენტები. ყალიბის მოსახერხებელი ზომებიდან გამომდინარეა დევილია არმირების განხორციელება და არმატურის ნაშევრებზე მათი მორგება. დაბეტონების შემდეგ მიიღება ერთიანი, მაღალხარისხოვანი მონოლითური კედელი. ამასთან, ყალიბების აგების პროცესში ხდება მათში თბოსაიზოლაციო მასალის მოთავსებაც, რაც გამორიცხავს მთელი რიგ დამატებით სამუშაოებს.

ახალი ტიპის მოუხსნადი ყალიბების, ცემენტ-ბოჭკოვან ყალიბებთან უშუალოდ შედარების შეუძლებლობის გამო, განხორციელდა ამ გზით დაბეტონებული კედლების და ჩვეულებრივი წესით მოწყობილი მონოლითური კედლების ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლების შედარება.

3. დასკვნა

1. გაანგარიშებებმა გამოავლინა KNAUF-ის პროდუქციისაგან, დამზადებული საკედლე მოუხსნადი ყალიბების მნიშვნელოვანი უპირატესობა ტრადიციულთან შედარებით. მათი გამოყენება შესაძლებელია მცირე და საშუალო სართულიანი სამოქალაქო დანიშნულების მონოლითური ობიექტების მშენებლობისას და საგრძნობლად აჩქარებს მშენებლობის პროცესს;

2. მშენებლობის ტრადიციულ ვარიანტებში, ფოლადის კარკასიანი ან მსხვილფარებიანი ხის ყალიბების გამოყენების შემთხვევაში, აუცილებლად საჭიროა სამონტაჟო ამწე. შემოთავაზებულ ვარიანტებში ეს არის საჭირო. გარდა ამისა, თბოსაიზოლაციო მასალების ყალიბებში გაერთიანებით, იხსნება მათი შემდგომი მოწყობის საჭიროება და კედლების სისქის ოპტიმიზაციის ხარჯზე მცირდება შენობის მთლიანი მასა.

ლიტერატურა

1. შ.ბაქანიძე, ვ.ლოლაძე, ნ.მსხილაძე, ი.ქვარაია შენობა-ნაგებობების მრავალშრიანი შემომფარგლავი კედლების დაბეტონების ტექნოლოგია ახალი ტიპის საყალიბე ფარების გამოყენებით. საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი, 2015. 103გვ.

ორი მონათესავე ზედაპირის
მოცულობებს შორის ურთიერთდაპირკიდებულება

ზ. კვინიკაძე, თ. კოკაია
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ელემენტარული გეომეტრიიდან ცნობილია, რომ თუ ორ ზედაპირს მოვიყვანთ ისეთ მდებარეობაში, რომელიც მოცემული სიბრტყის პარალელური ნებისმიერი სიბრტყე ორივე ზედაპირის კვეთაში ტოლდიდ ან პროპორციულ ფიგურებს მოგვცემს, მაშინ ასეთი ზედაპირების მოცულობები ტოლი ან პროპორციული იქნება.

ზედაპირების საჭირო მდებარეობაში მოყვანა შესაძლებელია აფინური გარდაქმნების გამოყენებით. სტატიაში ნაჩვენებია ამ დებულების პრაქტიკული რეალიზაციის ასპექტები, რაც შეიძლება გამოყენებული იყოს სამანქანათმშენებლო ობიექტების დაგეგმარების დროს. აქვე განხილულია მაგალითები.

საკვანძო სიტყვები: პროპორციულობა, ცილინდრის მოცულობა, კონუსის მოცულობა.

1. შუსავალი

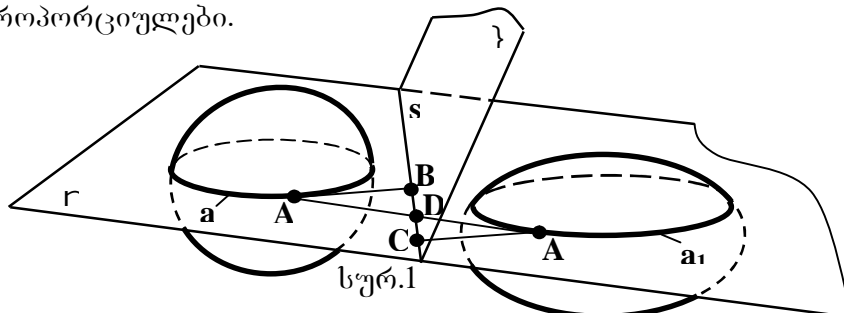
აფინური გეომეტრიიდან ცნობილია, რომ აფინურად შესაბამისი (მონათესავე) ფიგურების მოცულობები პროპორციულია. გამოვიყენოთ ეს დებულება ზოგიერთი ამოცანის ამოხსნისას.

2. ძირითადი ნაწილი

ორი მონათესავე ფიგურის ფართობების ფარდობა, ამ ფიგურების შესაბამისი წერტილებიდან ნათესაობის ღერძამდე მანძილების ფარდობის ტოლია (ნათესაობის მიმართულებით ან ნათესაობის ღერძის პერპენდიკულარული მიმართულებით, რადგან ეს მანძილები პროპორციულია). ადვილად დავრწმუნდებით, რომ ორი მონათესავე ზედაპირის მოცულობებს შორისაც ანალოგიური დამოკიდებულება არსებობს: ორი მონათესავე ზედაპირის მოცულობების ფარდობა, ამ ზედაპირების შესაბამისი წერტილებიდან ნათესაობის სიბრტყემდე მანძილების ფარდობის ტოლია (ასევე სულერთია ნათესაობის მიმართულებით, თუ ნათესაობის სიბრტყის პერპენ-დიკულარული მიმართულებით, რადგან ეს მანძილები პროპორციულია).

ელემენტარული გეომეტრიიდან ცნობილია, რომ თუ ორ ზედაპირს მოვიყვანთ ისეთ მდებარეობაში, რომელშიც მოცემული სიბრტყის პარალელური ნებისმიერი სიბრტყე ორივე ზედაპირის კვეთაში ტოლდიდ ფიგურებს მოგვცემს, მაშინ ასეთი ზედაპირების მოცულობები ტოლი იქნება.

ეს პრინციპი მართებულია იმ შემთხვევაშიც, როცა კვეთაში მიღებული ფართობები პროპორციულია, მაშინ ამ ზედაპირების მოცულობები იგივე სიდიდით იქნებიან პროპორციული.



მკვეთი სიბრტყეები, რომლებიც ნათესაობის მიმართულების პარალელურია, ორივე სივრცეში თავის თავს შეესაბამება. (სურ.1-ზე ერთი მკვეთი α სიბრტყეა ნახვენი. ეს სიბრტყე ნათესაობის სიბრტყის პერპენდიკულარულიც არის). ორივე ზედაპირის α სიბრტყით კვეთის შედეგად, ამ სიბრტყეზე ნათესაური შესაბამისობა მყარდება, სადაც კვეთაში a და a' მონათესავე ფიგურები მიიღება, ხოლო ნათესაობის s ღერძი α სიბრტყისა და ნათესობის λ სიბრტყის კვეთის შედეგად მიიღება. ამ ფიგურების ფართობების ფარდობა $\frac{S_a}{S_{a'}}$, ნებისმიერი,

შესაბამისი A და A_1 წერტილთა წყვილიდან ნათესაობის ღერძზე დაშვებული პერპენდიკულარების სიგრძეების $\frac{AB}{A_1C}$ ფარდობის ტოლია. იგივე ფარდობა იქნება

თუ ზედაპირებს α სიბრტყის პარალელური სიბრტყეებით გადაკვეთთ. აქედან ჩანს, რომ ყველა პირობა, რომელსაც ზემოთ განხილული ელემენტარული გეომეტრიის პრინციპი მოითხოვდა არსებობს. ე.ი. ორივე ზედაპირის მოცულობების ფარდობა, ნათესაობის სიბრტყის პერპენდიკულარული მიმართულებით, შესაბამის წერტილთა წყვილიდან ნათესაობის სიბრტყემდე მანძილების ფარდობის ტოლია.

ამრიგად, თუ მოცემულია ორი მონათესავე ზესაპირი და გასარკვევია მათი მოცულობების ფარდობა, საკმარისია ნებისმიერი მონათესავე წერტილთა წყვილიდან ნათესაობის სიბრტყემდე მანძილი გაიზომოს. სურ.1-ზე სფეროს მოცულობა ისე შეეფარდება მის მონათესავე ელიფსოიდის მოცულობას, როგორც AB შეეფარდება A_1C -ს, ან როგორც AD შეეფარდება A_1D -ს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ამოცანის გამარტივების მიზნით α სიბრტყე ნათესაობის λ სიბრტყის პერპენდიკულარულად ავიღეთ. საერთოდ ნებისმიერი სიბრტყე ნათესაობის მიმართულებით აღებული, ორ ზედაპირს მონათესავე ფიგურებზე გადაკვეთს. ახლა განვიხილოთ ის პრაქტიკული მაგალითები, რომლებშიც ზემოთ განხილული დამოკიდებულება შეიძლება იქნეს გამოყენებული. იგი შესაძლებლობას გვაძლევს, სივრცეში ნებისმიერად განლაგებული, წინასწარ მოცემული მოცულობის მქონე ზედაპირის ასაგებად. ასეთი ამოცანის ამოხსნის გზა შემდეგია: წინასწარ უნდა ავაგოთ ზედაპირი, რომელიც საძიებელი ზედაპირის მონათესავეა და მათი მოცულობები კი ერთმანეთის ტოლი. ცხადია, ასეთი ზედაპირის აგება მარტივი უნდა იყოს. მაგალითად, ვთქვათ ასაგებია მრავალწახნაგა. მაშინ ვაგებთ ისეთ მონათესავე მრავალწახნაგას, რომელიც ფუძით რომელიმე გეგმილთა სიბრტყეზე დგას. ასეთ შემხვევაში ზედაპირის ფუძე ნატურალური სიდიდით დაგეგმილდება და ცხადია მარტივი იქნება მოთხოვნილი მოცულობის ზედაპირის აგება.

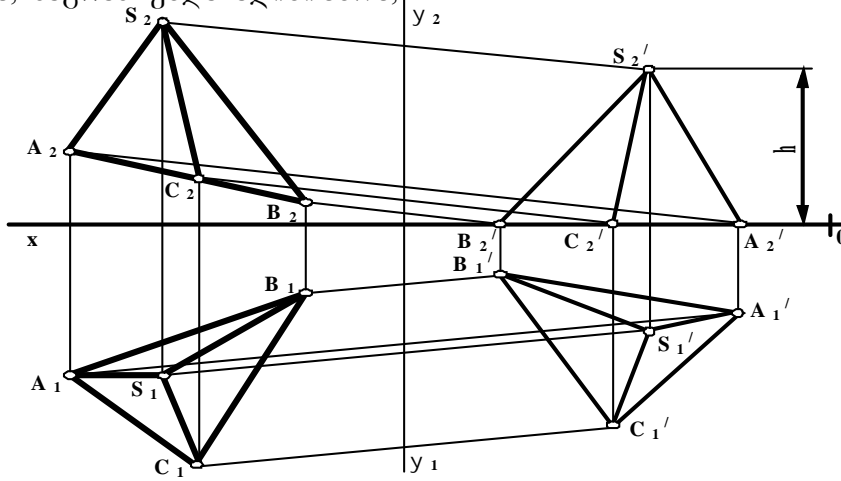
შემდეგ ნათესაობის სიბრტყეს ვირჩევთ (ხშირად პროფილურ გეგმილთა სიბრტყის პარალელურ სიბრტყეს იღებენ). ვიღებთ საძიებელი ზედაპირის ერთ წერტილს ისე, რომ იგი ნათესაობის სიბრტყიდან დაშორებული იყოს იგივე მანძილით, როგორც მისი მონათესავე წერტილი. ახლა კი, თუ ავაგებთ საძიებელ ზედაპირს, მაშინ მისი მოცულობა, წინასწარ აგებული დამხმარე ზედაპირის მოცულობის ტოლი იქნება.

ყოველივე ეს მაგალითზე ვაჩვენოთ.

ამოცანა 1. ვთქვათ ასაგებია სივრცეში განლაგებული სამწახნაგა პირამიდა რომლის მოცულობა V სმ³-ია, ხოლო წვერო $S(S_1, S_2)$ წერტილი. (სურ.2)

ამოცანის ამოხსნისათვის მოვიქცეთ ასე: ავაგოთ საძიებელი პირამიდის მონათესავე $S_1/A_1/B_1/C_1'$ პირამიდა ისე, რომ მისი მოცულობა იყოს V სმ³

$(V=S_{A_1B_1C_1} \cdot h)$. ესეა საძიებელი პირამიდის აგება დავიწყეთ. ნათესაობის მიმართულება პორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე S_1S_1' წრფე იქნება, ხოლო ფრონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე კი – S_2S_2' წრფე. პროვილურ გეგმილთა სიბრტყის პარალელურ ნათესაობის სიბრტყის გეგმილს SS' მონაკვეთის შუა წერტილზე ვატარებთ და საძიებელ $SABC$ პირამიდას ვაგებთ. რატომღუნდა დამხმარე პირამიდის მონათესავეს. ცხადია აგებლი პირამიდა ამოცანის პირობებს აკმაყოფილებს, მაგრამ უნდა აღინიშნოს,

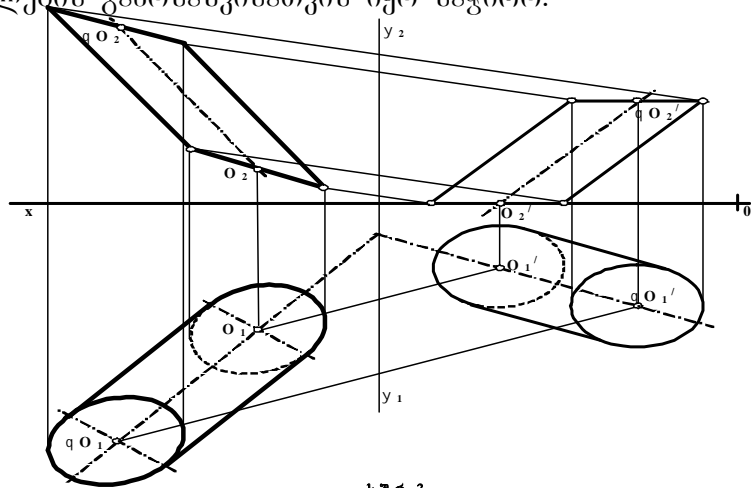


სურ. 2

რომ ამ ამოცანას უამრავი ამონახსნი აქვს; ამასთან უნდა გვახსოვდეს, რომ მიღებული პირამიდის ფუძის ფართობი მისი მონათესავე ფიგურის ტოლი არ იქნება, რადგან მონათესავე ფიგურებს პროპორციული ფართობები გააჩნიათ.

ამოცანა 2. ავაგოთ ნებისმიერი დახრილი ცილინდრი, რომელსაც ფუძედ ელიფსი აქვს, ცენტრით $O(O_1O_2)$ წერტილში და მოცულობით V სმ³ (სურ.3).

ამოხსნა: ვაგებთ პორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე ფუძით მდგომ ცილინდრს, რომელსაც ფუძეთ წრეწირი აქვს, ხოლო მოცულობა კი V სმ³-ია. ასეთი ცილინდრის აგება საკმაოდ მარტივია, რადგან ცილინდრის ფუძე პორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე, ხოლო სიმაღლე ფრონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე ნატურალური სიდიდით გეგმილდება. ფუძის O_1/O_2' ცენტრი, საძიებელი ცილინდრის ფუძის O_1O_2 ცენტრის მონათესავე წერტილად ჩავთვალოთ. O_1O_1' მონაკვეთის შუა წერტილზე ნათესაობის სიბრტყის გეგმილი გავატაროთ და ავაგოთ მონათესავე, ე.ი. საძიებელი ზედაპირი. სურ.3-დან ჩანს, რომ ყოველგვარი დამატებითი მრუდების გარეშე იმდენი ელიფსის აგება მოგვიწია, რამდენიც ზედაპირის გეგმილების გამოსახვისათვის იყო საჭირო.



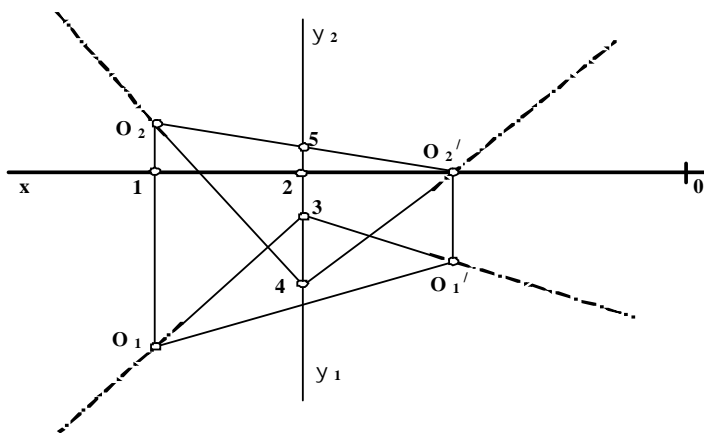
სურ. 3

-

«

»

განხილული ამოცანა შეიძლება შემდეგი პირობით შევავსოდ: ფუძის ელიფსის $O(O_1O_2)$ ცენტრის გარდა მოცემულია საძიებელი ცილინდრის $i(i_1i_2)$ ღერძის გეგმილები. მაშინ ჰორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე მდგარი დამხმარე, მონათესავე ცილინდრის აგებისას, მისი ღერძი ისე უნდა შევირჩიოთ, რომ მისი გეგმილები საძიებელი ცილინდრის ღერძის გეგმილებთან, ნათესაობის სიბრტყის გეგმილებზე იკვეთებოდეს. ელიფსის ცენტრის გეგმილების მონათესავე წერტილები ისე უნდა შევირჩიოთ, რომ დამხმარე ცილინდრის ცენტრი ჰორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე აღმოჩნდეს. როგორც წინა ამოცანაში, η სიბრტყის გეგმილები O_1O_1' მონაკვეთს შუაზე უნდა ყოფდეს (სურ.4). ვაგებთ ნათესაობის სიბრტყის η_1 და η_2 გეგმილებს, ვაგრძელებთ i_1 და i_2 გეგმილებს ნათესაობის სიბრტყის გადაკვეთამდე 3 და 4 წერტილებში და ვაგებთ O_2' წერტილს ისე, რომ $O_2O_2' = 5O_2'$. ამისათვის საკმარისია 2 წერტილის მარჯვნივ



სურ. 4

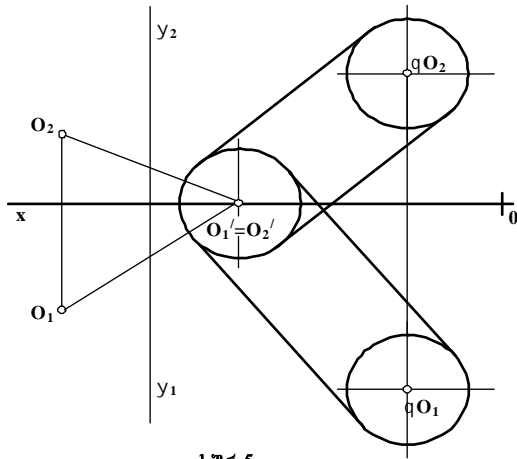
გადავზომოთ 12 მონაკვეთი. შემდეგ გავატაროთ $4O_2'$ წრფე, რომელიც დამხმარე ცილინდრის ფრონტალურ გეგმილს წარმოადგენს. O_1' წერტილს ნებისმიერად ვიღებთ, მხოლოდ O_2' -თან კავშირის - წრფეზე და ვატარებთ $3O_1'$ წრფეს - დამხმარე ცილინდრის ჰორიზონტალურ გეგმილს. ესეა კი შეიძლება, როგორც წინა ამოცანის

შემთხვევაში, ავაგოთ დამხმარე ცილინდრი.

განხილულ ამოცანებში ავაგოთ ისეთი ზედაპირები, რომელთა მოცულობები, დამხმარე მონათესავე ზედაპირების მოცულობების ტოლი ყოფილიყო. ამისათვის ვირჩევდით მონათესავე წერტილთა წყვილს ისე, რომ ისინი ნათესაობის სიბრტყიდან ერთიდაიგივე მანძილით ყოფილიყვნენ დაშორებული. ასევე შეგვიძლია ისეთი ზედაპირები ავაგოთ, რომელთა მოცულობები დამხმარე ზედაპირების მოცულობებზე, მეტი ან ნაკლები იყოს. ამისათვის უნდა ავიღოთ მონათესავე წერტილთა წყვილი ისე, რომ მათი დაშორება ნათესაობის სიბრტყემდე მოთხოვნილი ფარდობის ტოლი იყოს.

განხილულ ამოცანებში ზედაპირები ფუძით მაგეგმილებელ სიბრტყეზე იდგა. ეს იმიტომ ხდებოდა, რომ დამხმარე ზედაპირებს ჰორიზონტალურ გეგმილთა სიბრტყეზე მდგარს ვაგებდით. წინასწარ მოცემული მოცულობის, სივრცეში ნებისმიერი მდებარეობის ზედაპირის ასაგებად, დამხმარე ზედაპირი არ შეიძლება რომელიმე გეგმილთა სიბრტყეზე იდგეს. ეს კი საკმაოდ ართულებს აგებას. ასეთი გართულება შეიძლება თავიდან ავიცილოთ, თუ დამხმარე ზედაპირს ფუძით, II-IV კუთხის ბისექტორულ სიბრტყეზე დავდავავთ. ვთქვათ საჭიროა სივრცეში ნებისმიერი მდებარეობის V სმ³ მოცულობის ელიფსური დახრილი ცილინდრის აგება. ავაგოთ დამხმარე ელიფსური ცილინდრი, რომელიც II-IV კუთხის ბისექტორულ სიბრტყეზე დგას. ამასთან შეთავსებული ელიფსის გეგმილები წარმოადგენენ R რადიუსიან წრეწირს (ცენტრი ავიღოთ x ღერძზე) (სურ.5). როგორც ვიცით ცილინდრის მოცულობა, ელიფსის ფართობისა და ცილინდრის სიმაღლის ნამრავლის ტოლია. ცილინდრის ფუძის ელიფსის ერთი ნახევარღერძი R -ის ტოლია, ხოლო მეორე

კი - $R\sqrt{2}$. ე.ი. ბისექტორული სიბრტყის წერტილებიდან გეგმილთა ღერძამდე მანძილი, ამ წერტილების შეთავსებული გეგმილებიდან გეგმილურ ღერძამდე მანძილისა და $\sqrt{2}$ -დან ნამრავლის ტოლია. ასე, რომ ფუძის ელიფსის ფართობი იქნება $S = \pi R R \sqrt{2} = \pi R^2 \sqrt{2}$; ცილინდრის სიმაღლე \bar{O} -დან (ცილინდრის ზედა ფუძის ცენტრი) ბისექტორულ სიბრტყემდე მანძილის ტოლია, ხოლო როგორც ცნობილია ეს სიდიდე, $\bar{O}_2 \bar{O}_1$ მონაკვეთის სიდიდისა და $\frac{\sqrt{2}}{2}$ -ის ნამრავლის ტოლია.



სურ.5

ე წერტილს და ვაგებთ სივრცეში ნებისმიერად განლაგებულ მოცემული V სმ³ მოცულობის დახრილ ელიფსურ ცილინდრს. (სურ.5). კონუსისთვის ფორმულა შესაბამისი იქნება $V = \frac{1}{3} \pi R^2 |\bar{O}_2 \bar{O}_1|$, სადაც \bar{O} დამხმარე კონუსის წვეროა (სურ. 6).

ადვილად დავრწმუნდებით, რომ პრიზმისათვის გეგმვა $V = S |\bar{O}_2 \bar{O}_1|$ სადაც S , პრიზმის ფუძის გეგმილის ფართობია; ხოლო პირამიდისთვის იქნება $V = \frac{1}{3} S |\bar{O}_2 \bar{O}_1|$, სადაც S ასევე ფუძის

ფართობია, ხოლო $|\bar{O}_2 \bar{O}_1|$ პირამიდის წვეროს გეგმილებს შორის მანძილია.

3. დასკვნა

გეომეტრიული ფიგურების გეგმილების ასეთი დამოკიდებულება შესაძლებელია გამოვიყენოთ ისეთი ამოცანების ამოხსნისას, რომლებიც საჭიროა მანქანათსაშენი ობიექტების დაგეგმარებისას.

ლიტერატურა

1. 1969.
2. , 1955.

ფოლადის კონსტრუქციების უსაფრთხოების ამაღლება მათი რეპულარული კვლევის გზით

რ. იმედაძე, მ. კიკნაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში ავტორები გვიჩვენებენ ლითონის კონსტრუქციების შესწავლასა და გამოკვლევის აუცილებლობას, გარკვეული პერიოდულობით, ავარიულობის და ნაგებობის რღვევის თავიდან აცილების მიზნით. ავტორები იძლევიან რეკომენდაციებს კვლევების ჩატარების თანმიმდევრობის, ლოკალური და ფართო მასშტაბის დაზიანებების, მათი აღმოფხვრის ხერხების, შესაბამისი ხელსაწყოების გამოყენების და ანგარიშების შედგენის წესის შესახებ.

ავტორები აჩვენებენ, რომ ნაგებობის მდგომარეობის შეუსწავლელობის და შესაბამისი დაზიანებების უგულებელყოფამ, რა ზარალი შეიძლება გამოიწვიოს, რაც დროული რეაგირების დროს თავიდან იქნებოდა აცილებული.

სტატიის ავტორები აღნიშნულ თემასთან დაკავშირებით იძლევიან რეკომენდაციებს და დასკვნებს.

საკვანძო სიტყვები: მშენებლობა, გამოკვლევა, ავარია, კონსტრუქცია, დაზიანება, უსაფრთხოება.

1. შუსავალი

მთელ მსოფლიოში ფოლადის კონსტრუქციების გამოყენების დაწყებიდან, განსაკუთრებით დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ მათ უსაფრთხო ექსპლუატაციას. შექმნილია სპეციელური სამსახურები მათი გამოკვლევისა და თვალყურის დევნებისათვის, დამუშავებულია სპეციელური ნორმები და წესები კვლევების სწორად ჩატარებისათვის და ხდება შესაბამისი რეკომენდაციების გაცემა. მიუხედავად ამისა ადგილი აქვს ნაგებობებზე ავარიებს და მათ დაზიანებებს, რაც გამოწვეულია სხვადასხვა მიზეზებით.

სამწუხაროდ ჩვენს ქვეყანაში არის ძველი აშენებული გამოუკვლეველი ნაგებობები, რომლებიც ძირფესვიან გამოკვლევას საჭიროებენ. გამოკვლევის ძირითადი მიზანია მათი ექსპლუატაციის უსაფრთხოება და ფულადი სახსრების ეკონომია ავარიულ სიტუაციებში მათი შეკეთებისათვის.

ჩვეულებრივ კვლევები ტარდება ორი სახით: ჩვეულებრივი გამოკვლევა და ყოველმხრივი გამოკვლევა.

ჩვეულებრივი გამოკვლევები, როგორც წესი გათვალისწინებულია თვალთშესამჩნევი დაზიანებების გამოსავლენად, რაც საჭიროებს რემონტს. ასეთი კვლევები უნდა ტარდებოდეს რეგულარულად.

ყოველმხრივი გამოკვლევა გულისხმობს საყრდენებისა და მალის ყველა ელემენტის დეტალურ ვიზუალურ დათვალიერებას. ხიდების შემთხვევაში შეიძლება საჭირო გახდეს ბურჯების წყაღევა ნაწილის გამოკვლევა. ასეთი ტიპის გამოკვლევები უტარდებათ ძირითადად სამოქალაქო და სამრეწველო ნაგებობების კარკასებს და ასევე ძველ ხიდებს. ყოველმხრივი გამოკვლევა უნდა ჩატარდეს წელიწადში ერთხელ, მაგრამ ნაგებობის მდგომარეობიდან გამომდინარე გამოკვლევა შეიძლება ჩატარდეს რამოდენიმე წელიწადში ერთხელ. ყოველმხრივი გამოკვლევის მიზანშეწონილობის გადაწყვეტილების დროს

გათვალისწინებული უნდა იყოს ისეთი მოვლენები, როგორცაა მიწისძვრები, წყალდიდობები, შეჯახებები, ხანძრები და სხვა.

გამოკვლევისას აუცილებელია განისაზღვროს ნაგებობის ინდივიდუალური მახასიათებლები და თვისებები, რამდენადაც ყველა ნაგებობა თავისთავად გარკვეულწილად უნიკალური კონსტრუქციაა. კონსტრუქციის დაძაბული მდგომარეობის ანალიზი არასაკმარისია თუ ის არ კეთდება ნატურალ კვლევასთან ერთად. აუცილებელია გამოკვლევის დროს კონსტრუქციის ყოველ წერტილთან მიღწევა, რათა სწორად შეფასდეს ნაგებობის ამა თუ იმ კომპონენტის ექსპლუატაციის პირობები.

გამოკვლევის მიმართულების მისაცემად და სწორად წარმართვისთვის აუცილებელია მას წარმართავდეს ექსპერტი.

2. ძირითადი ნაწილი

ნაგებობის გამოკვლევა იწყება ექსპერტის კაბინეტიდან, სადაც ის შეისწავლის საკვლევი ნაგებობის შესახებ ინფორმაციას. თუ საჭიროა ჩატარდეს კონსტრუქციის დაძაბული მდგომარეობის ანალიზი, მაშინ ნახაზებს და სხვა საპროექტო დოკუმენტაციას შეუძლია ექსპერტს გაუწიოს დიდი დახმარება. სამწუხაროდ ხშირად დოკუმენტაცია არასრულია ან არ წარმოადგენს ღირებულს. ყველა შემთხვევაში აუცილებელია ობიექტის წინაწარი ვიზუალური დათვალიერება, რაც ეხმარება ექსპერტს მის ხელთ არსებული ინფორმაციით განსაზღვროს პირობები, რომლის მიხედვით უნდა ჩატარდეს გამოკვლევა.

ზოგჯერ კონსტრუქციის ვიზუალური დათვალიერების დროს ექსპერტმა შეიძლება მოითხოვოს სარემონტო სამუშაოების ჩატარება ან შეზღუდოს კონსტრუქციის ამტანუნარიანობა. ასეთი სასწრაფო ზომების მიღება საჭიროა იმიტომ, რომ სხვადასხვა ზემოქმედებებმა შეიძლება გამოიწვიოს კონსტრუქციების სერიოზული დაზიანებები.



სურათი 1



სურათი 2



სურათი 3



სურათი 4

-

«

»

მოცემულ სურათებზე ნაჩვენებია კონსტრუქციების დაზიანების მაგალითები

გამოკვლევისათვის საჭირო ხელსაწყოები

კონსტრუქციების გამოკვლევა საინჟინრო საქმიანობის ერთ-ერთი სახეა, რომელიც უნდა ტარდებოდეს ექსპერტის ხელმძღვანელობით ან უშუალო მონაწილეობით, რომელსაც აქვს პროექტების და მშენებლობის გამოცდილება. გამოკვლევის დროს წამოჭრილი პრობლემების გადაწყვეტა მკვლევარის მხრიდან მოითხოვს გამოავლინოს საშიში დეფექტები და განსაზღვროს ნაგებობის პოტენციურად საშიში მონაკვეთები. ექსპერტი ყოველმხრივ მომზადებული უნდა იყოს გასცეს ნაგებობის ექსპლუატაციის ვარგისიანობის რეკომენდაციები და მხედველობაში ჰქონდეს ავარიული სიტუაციის აღმოფხვრის აუცილებლობა.

გამოკვლევისას ექსპერტი უნდა ხმარობდეს ისეთ ხელსაწყოებს, რომლებიც მას ხელს არ შეუშლის კონსტრუქციებზე გადაადგილებაში, რომლის დროსაც მაქსიმალურად გათვალისწინებული უნდა იყოს მკვლევართა დაცვის უსაფრთხოების წესები. დღეისათვის ფოლადის კონსტრუქციების გამოსაკვლევად ძირითადად გამოიყენებენ შემდეგ ხელსაწყოებს და მეთოდებს: მცირე ზომის სპეციალურ მიკროსკოპებს, ბორისკოპებს, სლენდისკოპებს, ლაზერულ მანძილმზომებს, მეთოდებიდან: მეტრულ და გამშიფრავ ფოტოგრაფიის მეთოდს, მაუარის ზოლების მეთოდს, ულტრაბგერითი კონტროლის მეთოდს, ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპიის მეთოდს, კაპილარულ მეთოდს, ფრაგმენტული ამოჭრის მეთოდს, ნიმუშების გაჭიმვაზე და კუმშვაზე შემოწმებისათვის.

ნატურული გამოკვლევის დროს კონსტრუქციის მდგომარეობის შესახებ სრული და დეტალური შენიშვნებისათვის, აუცილებელია წინასწარ დაიხაზოს კონსტრუქციის სქემა დეტალების ჩვენებით, ამასთან სქემაზე ნაჩვენები უნდა იყოს იქ ადგილები, რომლებსაც უნდა მიექცეს განსაკუთრებული ყურადღება. ზუსტი მითითებები წარმოადგენენ ჩატარებული კვლევის ძირითად საფუძველს.

კონსტრუქციის ნატურული გამოკვლევა

კონსტრუქციების ნატურული გამოკვლევა უნდა აწარმოოს ჯგუფმა არა უმცირეს ორი კაცის შემადგენლობით. ექსპერტი ნატურული კვლევისათვის მომზადებული უნდა იყოს, რაც შეიძლება მაღალი უსაფრთხოების პირობების დაცვით, რომლის დროსაც უნდა მოხდეს კონსტრუქციის იმ წერტილებისადმი მიახლოება, რომლებზედაც შეიძლება მოხდეს, როგორც ვიზუალური დაკვირვება ისე ფიზიკური აზომვები.

ხიდების კვლევის პროცესში დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს ბურჯების წყლის ქვეშა ნაწილს. ხშირად ბურჯების წყალში დიდი ჩაღრმავებისას საჭირო ხდება მყვინთავეების გამოყენება, რომლებსაც ესაჭიროება წყალქვეშა გადაღების შესაბამისი ხელსაწყოები.

კონსტრუქციული დაზიანებები შეიძლება აღმოჩნდეს სხვადასხვა ადგილებში, მაგრამ უფრო ხშირად ისინი გვხვდება, საძირკვლებში, საყრდენ ნაწილებში, სავალ ნაწილში, ელემენტების შეერთებებში და გისოსური წამწეების ელემენტებში. ზემოთქმულიდან გამომდინარე ექსპერტმა განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიაქციოს: ა) ბეტონის ბზარებს და დაშლას; ბ) ბურჯების გადაადგილებას და ჯდომას; გ) ბზარებს ფოლადის კონსტრუქციებში; დ) დაზიანებულ შეერთებებს; ე) დაზიანებულ ელემენტებს; ვ) სუსტად შეერთებულ ელემენტებს; ზ) ადრე შერემონტებულ ადგილებს; თ) კონსტრუქციის მალებში ინტენსიურ ვიბრაციებს; ი) არამუშა მდგომარეობაში მყოფ საყრდენ ნაწილებს; კ) უბნებს, რომელთა დაზიანება აღმოჩენილი იქნა ანალოგიურ ნაგებობებში.

ანგარიშის მომზადება

ექსპერტის მუშაობის უფრო საპასუხისმგებლო და ბოლო სტადიას წარმოადგენს კვლევის შედეგად ანგარიშის მომზადება. ანგარიში უნდა ეყრდნობოდეს ფაქტიურ მასალებს, რომლების მოიცავს ფოტომასალას, სქემებს და ნახაზებს მოვლენის

დოკუმენტალურად დასადასტურებლად. ანგარიშის შედეგების დროს დიდი

ყურადღება უნდა მიექცეს განსახილველი პრობლემის მნიშვნელობას.

ზოგიერთ შემთხვევაში ანგარიშში აღწერილია ნაგებობის მდგომარეობა რეკომენდაციების გარეშე სხვადასხვა დაზიანებათა აღმოფხვრის გათვალისწინებით. უმეტეს შემთხვევაში ანგარიშში შედეგენილია ისე, რომელშიც კონსტრუქციის მდგომარეობის აღწერასთან ერთად მოცემულია დასკვნები და გარკვეული რეკომენდაციები აუცილებელი სარემონტო სამუშაოებისათვის და ნაგებობის შემდგომი ექსპლუატაციისათვის.

კვლევის ტიპის და მოცულობის მიუხედავად ექსპერტი მზად უნდა იყოს კვლევის შედეგების განხილვისათვის დამკვეთთან. ასეთი განხილვის შედეგად რომელიმე დეფექტის აღმოფხვრას შეიძლება მიენიჭოს უპირველესი მნიშვნელობა. ასეთი ერთობლივი განხილვა ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან კვლევის პროცესის დროს აღმოჩნდება ისეთი დაზიანებები რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ ნაგებობის დანგრევა ან მეტად საშიში არის მისი შემდგომი ექსპლუატაციისათვის.

ნაგებობის ექსპლუატაციის ვადა

კონსტრუქციების საექსპლუატაციო ხანგრძლივობაზე განსაზღვრული ვადის დასახელება შეუძლებელია. უმეტეს შემთხვევაში ახალი ნაგებობებისათვის ექსპლუატაციის ვადად სახელდება 70-100 წელი. ბევრი ნაგებობა და ხიდი რომელიც იმყოფება ექსპლუატაციაში კარგ მდგომარეობაშია, არ აქვს დაზიანებები, დეფექტები და მუშაობენ ათეულობით წლების განმავლობაში. ამავე დროს ბევრი ნაგებობა რომელიც აშენებულია მნიშვნელოვნად გვიან, საჭიროებენ კაპიტალურ რემონტს ან სრულ რეკონსტრუქციას. ამის მიზეზია ნაგებობის ექსპლუატაციის პირობების ან ხიდებისათვის განსაზღვრული ზღვრული დატვირთვების დაუცველობა. აქედან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნაგებობები რეგულარულად უნდა იქნას გამოკვლეული და მათ უნდა გაეწიოს ნორმალური ექსპლუატაცია, რათა უზრუნველყოფილი იქნას მათი გამოყენების უსაფრთხოება.

3. დასკვნა

სტატიში მოცემული ფოლადის კონსტრუქციების უსაფრთხო ექსპლუატაციის ამადლებისათვის კვლევების ჩატარების აუცილებლობა ნათლადაა ნაჩვენები. ამ საკითხს დიდი ყურადღება ექცევა მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში, რამდენადაც მდგომარეობის გაუარესების, მათზე ყურადღების მიუქცევლობისა და რეგულარული კვლევების უგულებელყოფამ შეიძლება მიგვიყვანოს ნაგებობის რღვევასთან, რაც იწვევს როგორც ეკონომიკურ ზარალს ისე სხვა სოციალურ პრობლემებს. ამდენად ამ საკითხისადმი სერიოზული დამოკიდებულება მეტად მნიშვნელოვანი და აუცილებელია. ამას განსაკუთრებით დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს ისეთ ქვეყანაში, როგორც ჩვენი ქვეყანაა, მისი რელიეფიდან და ბუნებრივი პირობებიდან გამომდინარე.

ლიტერატურა

1. ფ. კომსტოკი – ხიდების ექსპლუატაციის ხარისხის ამადლება მათი რეგულარული კვლევის გზით – აშშ. 1981წ. გვ. 18-21.
2. Е. Беленя – Металлические конструкції – Москва, строииздам, 1935г.
3. ო. ფაღავა, გ. მსხილაძე – ლითონის კონსტრუქციები, თბილისი, „განათლება“, 1986წ.
4. ე. გიშმანი – ლითონის ხიდების დაპროექტება – გამომცემლობა „ტრანსპორტი“, მოსკოვი 1969წ.

ბეტონით გაჯღენთილი ქსოვილიდან მისი გამოყენება
ინფრასტრუქტურული ობიექტების მშენებლობასა და
რეაბილიტაციაში

მ. კეჭაყმაძე, ვ. ჯღამაია, ლ. ჯანაშია, ვ. მარიაშიძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175 თბილისი
საქართველო.)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ბეტონით გაჯღენთილი ქსოვილის (ტილო) თვისებები, მისი გამოყენების ტექნოლოგიური პროცესის აღწერილობა, განსაზღვრულია მისი გამოყენების სფერო და უპირატესობები ჩვეულებრივ ბეტონთან შედარებით.

დადგენილია ტილოს ფიზიკური თვისებები და გამოცდილია შესაბამისი სტანდარტების საფუძველზე.

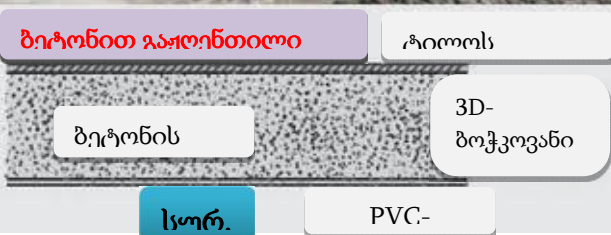
ბეტონით გაჯღენთილი ქსოვილი - Concrete Canvas (CC)-ბეტონით გაჯღენთილი ქსოვილი წარმოადგენს მოქნილ ტილოს, რომელიც მყარდება დასველებით და ხდება თხელი, მტკიცე წყალგაუმტარი და ცეცხლმედეგი ბეტონის ფენა. იგი წარმატებით გამოიყენება როგორც მშენებლობაში ისე დეკორატიული ელემენტების მოსაწყობად, იძლევა სამშენებლო მასალების, შრომითი და დროის რესურსის მნიშვნელოვან ეკონომიას.

საკვანძო სიტყვები: ბეტონით გაჯღენთილი ქსოვილი, თხრილის ამოვება, ფერდის დაცვა, ყრლის ამოვება, ჭრას და კერვას ბეტონზე და სხვა.

1. შესავალი

Concrete Canvas (CC)-ბეტონით გაჯღენთილი ქსოვილი წარმოადგენს მოქნილ ტილოს რომელიც მყარდება დასველებით და ხდება თხელი, მტკიცე წყალგაუმტარი და ცეცხლმედეგი ბეტონის ფენა. CC საშუალებას იძლევა შევქმნათ ბეტონის კონსტრუქცია ამრევი მოწყობილობის გამოყენების გარეშე. უბრალოდ უნდა გავშალოთ ნაჭრის ზოლი და დავეუმატოთ წყალი (მოვრწყოთ).

CC შედგება ბოჭკოს სამ განზომილებიანი მატრიცისაგან, რომელიც შეიცავს სპეციალურად ფორმირებულ ბეტონის ნარევს. PVC-ქვესაფენი ნაჭრის ზედაპირზე მასალას ქმნის სრულიად წყალგაუმტარს. მასალა შეიძლება დავასველოთ მოსხურებით ან წყალში სრულად ჩადრმავებით. **(სურ.1)** გამოშრობის შემდეგ ბოჭკოები ამაგრებს ბეტონს, აღკვეთს ბზარების განვითარებას და უზრუნველყოფს რღვევის უსაფრთხო რეჟიმს. ნაჭერი CC გამოდის სამი ვარიანტის სახით: CC5, CC8 და CC13 სისქის 5, 8 და 13 მმ



შესაბამისად. ტილო CC შეიძლება დაგებული იქნას 200 მ²/სთ სიჩქარით, თითქმის 10-ჯერ სწრაფად ვიდრე ჩვეულებრივი გადაწყვეტა ბეტონისგან.

შეზღუდული მისაწვდომობის მოედნებზე ტილო CC შეიძლება მივიტანოთ რულონის სახით, რომლის გადატანაც შეუძლია ერთ ადამიანს. **(სურ.2)** ბეტონი წინასწარ არეულია, ამიტომ ხელახლა არევის, გაზომვის და დაწნევის აუცილებლობა არ არსებობს, უბრალოდ უნდა დავეუმატოთ წყალი. მონტაჟის სისწრაფე და

სიმარტივე მიანიშნებს იმაზე, რომ ტილო CC გაცილებით ეფექტურია ჩვეულებრივ ბეტონთან შედარებით. გარდა ამისა იგი ადვილად გადასატანია.

ტილო CC- მსუბუქი წონის პროდუქტია წყალბადის დაბალი შემცველობით, რომელიც იყენებს 95%-ზე ნაკლებ მასალებს ჩვეულებრივ ბეტონთან შედარებით.



პორტატული (დაფასოებული) რულონი 5 ან 10 მ²



დაუფასოებელი რულონი 200 მ² -მდე

До 200 м² бетона на 1 палете

სურ. 2

სრული წყალშეუღწევადობა.

ბოჭკოებით არმირება აღკვეთს დახეთქვას, შთანთქავს ზემოქმედების ენერჯიას და უზრუნველყოფს რღვევის სტაბილურ რეჟიმს.

ტილო CC მდგრადია ქიმიკატებისადმი და ამინდის განსხვავებულ პირობების მიმართ და არ განიცდის დეგრადაციას მზის გამოსხივებისაგან.

ტილო CC კარგად იკეცება, ადვილად შეუძლია მიიღოს ნებისმიერი თხრილის ან ყრილის ფორმა. ადვილად შეიძლება მისი ნებისმიერი ფორმით გადღუნვა და არსებულ ინფრასტრუქტურასთან მისადაგება. გაუმყარებელი ტილო CC შეიძლება ადვილად დაიჭრას უბრალო ხელის ინსტრუმენტების მეშვეობით.

2. ბეტონის ქსოვილი და მისი გამოყენება

ბეტონის დეკორატიული გამოყენება უამრავი ექსპერიმენტის საბოლოო შედეგია, რომელიც ტარდებოდა იმ მიზნით რომ იგი იყოს მაგარი და ხანგამძლე. ტექნოლოგიის განვითარებამ, ახალი მასალების გამოჩენამ და საინჟინრო მიგნებებმა საშუალება მოგვცა განვიხილოთ ბეტონი მოლეკულარულ დონეზე. მეცნიერებს შეუძლიათ შეცვალონ ცემენტის შემადგენლობა ახალი კომპონენტების დამატების და აურიონ ისინი განსაკუთრებული წესით, მოდიფიცირებული შემადგენლობა უარყოფს იმ შეხედულებებს რომ ბეტონი არის ხისტი, მონოლითური და გაუმჭვირვალე.

ელასტიკური მასალების გამოჩენა იყო პირველი ნაბიჯი ბეტონის ჩვეულებრივი თვისებების შეცვლის მიზნით.

გამომგონებლებმა მსოფლიოს წარუდგინეს ბეტონის ქსოვილი, პირველები იყვნენ ბრიტანული კომპანია Concrete Canvas, რომელთაც მიიღეს ათეულობით ჯილდო თავიანთ შემოქმედებისთვის ქსოვილი შედგება ბოჭკოსა და ცემენტისაგან, რომლის შემადგენლობაც მკაცრად არის გასაიდუმლოებული.

მასალა საინტერესოა თავისი გამყარების უნარით. დასველებული ქსოვილი იჭმუჭნება, იღუნება, იჭრება და ღებულობს ნებისმიერ ფორმას. ვიზუალურად იგი

აღიქმება როგორც ქსოვილი. ერთი დღის შემდეგ იგი მყარდება ბეტონით და არ ეშინია ქიმიკატების, ულტრა გამოსხივების, ცეცხლის და წყლის ზემოქმედების. განსაცვიფრებელმა გამოგონებამ გამოყენება პოვა ბეტონის კარების წარმოებაში, დროებითი საცხოვრებელის სახით.(სურ.3)



სურ. 3

ბეტონის ქსოვილი ეკოლოგიურად სუფთა და უსაფრთხოა ჯამთელობისათვის, დიზაინერები მისგან აკეთებენ მაგიდას და სკამებს და ამ პროცესს ეძახიან ტრას და კერვას ბეტონზე.(სურ.4)

2.1 თხრილის ამოგება -

ტილო CC შეიძლება სწრაფად



სურ. 5



სურ. 4

გავშალთ რათა მოვახდინოთ თხრილის ან არხის ამოგება. მისი მონტაჟი გაცილებით სწრაფია, მარტივი და იაფი, ვიდრე ჩვეულებრივი ბეტონის გამოყენება, გარდა ამისა არ საჭიროებს სპეციალურ მოწყობილობას. ტილო CC იგება 200 მ²/სთ სიჩქარით.

სამკაცრიანი ჯგუფის მეშვეობით. (სურ.5)

2.2 ფერდის დაცვა -

ტილო CC შეიძლება გამოყენებული იქნას ფერდობების სტაბილიზაციისა და დაცვის მიზნით ნაცვლად ტორკრეტბეტონისა და ლითონის ბადისა. ჩვეულებრივ მისი დაყენება



სურ. 6

გაცილებით ჩქარა ხდება, ღირებულებით ნაკლებია და ითხოვს ნაკლებ სპეციალურ მოწყობილობას. ტილო CC აგრეთვე გამორიცხავს რისკებს, რომლებიც დაკავშირებულია ბეტონის ასხლეტასთან ტორკრეტირების დროს და მასალების მომტვრევასთან. (სურ.6) **2.3 ყრლის ამოგება** - ტილო CC წარმოადგენს გაცილებით რენტაბელურ ალტერნატივას ვიდრე ბეტონის მოსხმა ან ტორკრეტირებაა, მეორადი ყრილების ამოგებისთვის ის მოქმედებს როგორც ეფექტური ბარიერი თესლის გავრცელების საწინააღმდეგოდ, ამცირებს ტექნიკური მომსახურების ღირებულებას და უზრუნველყოფს შეუღწევადობის და ცეცხლმედეგობის დამატებით დონეს. სწრაფი მონტაჟის შესაძლებლობა ამცირებს მოედანზე დახარჯულ დროს, ხოლო მცირე ზომის რულონებად დაფასოება საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ტილოს მონტაჟი შეზღუდულ და მიუდგომელ ადგილებში. (სურ.7)

2.4 ბეტონის კონსტრუქციების აღდგენა - ტილო CC გამოიყენება გარემო პირობების ზემოქმედებით დაზიანებული არსებული ბეტონის კონსტრუქციების სწრაფი აღდგენის მიზნით. ტილო CC-ის ნაკერები შეიძლება იქნას

შეერთებული თერმული შედუღებით ან ბეტონის დუღაბის გამოყენებით, რათა უზრუნველყოთ ბეტონის მტკიცე



სურ. 7



სურ. 8

მოპირკეთება და ეფექტურად შევეწინააღმდეგოთ წყლის მოდინებას (გაჟონვას ან შეღწევას). (სურ.8)

2.5 წყლის ასაცილებელ ნაგებობების ამოგება - ამ შემთხვევაში ბეტონის ქსოვილის CC გამოყენება წარმოადგენს ეკონომიკურ ალტერნატივას ბიტუმის საფართან შედარებით და დაზიანებული წყლის ასაცილებელი ნაგებობის გადაკეთებისათვის რათა უზრუნველყოთ ნაგებობის სიმტკიცე და მისი დაცვა ეროზიისაგან. (სურ.9)



სურ. 9

ტილო CC - ის ფიზიკური თვისებები

C	სის კემმ	დაფასობულირუ ღონისზომამ ²	დაუფასობულირუ ღონისზომამ ²	რულონის სიგანემ
C 5	5	10	200	1
C 8	8	5	125	1,1
C 13	13	N/A	80	1,1

C	C	მასა (გაუმყარებელი) კგ/მ ²	სიმკვრივე (გაუმყარებელი) კგ/მ ³	სიმკვრივე (გამყარებელი) კგ/მ ³
C 5	C	7,0	1500	+30 - 35%
C 8	C	12,0	1500	+30 - 35%
C 13	C	19,0	1500	+30 - 35%

3. დასკვნა

ნაშრომში განხილულია ბეტონის ქსოვილი და მისი გამოყენების მაგალითები, ძირითადად საკითხი ეხება ბეტონის ქსოვილის (ტილო) გამოყენებას საგზაო და სხვა ინფრასტრუქტურული ობიექტების მშენებლობასა და რეაბილიტაციაში.

მშენებლობაში ბეტონის ქსოვილის გამოყენება მთლიანობაში უზრუნველყოფს სამშენებლო მასალების მნიშვნელოვან ეკონომიას (რიგ შემთხვევაში 80-90%-ის ფარგლებში), მონტაჟის პროცესი ხორციელდება გაცილებით სწრაფად ვიდრე ჩვეულებრივი ბეტონის შემთხვევაში, იგი გაცილებით ეფექტურია და ადვილია მისი ტრანსპორტირება, მონტაჟის პროცესი არ მოითხოვს სპეციალურ, რთულად მოსახმარ ხელსაწყო იარაღებს.

ლიტერატურა

1. WWW.CONCRETECANVAS.CO.UK

სარკინიგზო ტრანსპორტის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების
თავისებურებები

მ. მოისწრაფიშვილი, ლ. ანდლულაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175 თბილისი
საქართველო.)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია სარკინიგზო ტრანსპორტის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების თავისებურებები დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის სტადიაზე.

გაანალიზებულია თითოეულ სტადიაზე სარკინიგზო ინდუსტრიისგან მხრივ გარემოზე ზემოქმედების წყაროები და მოსალოდნელი სიდიდე.

სტატიაში წარმოდგენილია გარემოზე ზემოქმედების სიდიდის სქემატური გამოსახულება რკინიგზების დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის სტადიებზე მათი ნორმალური ფუნქციონირებისას და ტექნოგენური ავარიების ზემოქმედებისას ლიანდაგის ელემენტების მტყუნების შემთხვევაში. შემოთავაზებულია რკინიგზების მხრივ გარემოზე ზემოქმედების ანთროპოგენულ საზღვრებში დარჩენისთვის საჭირო ღონისძიებათა მიმოხილვა.

დასახულია სარკინიგზო ტრანსპორტის ეფექტურ ფუნქციონირებასთან ერთად ტექნოგენური კატასტროფების თავიდან აცილებისთვის შემდგომი კვლევის მიმართულება.

საკვანძო სიტყვები: სარკინიგზო ტრანსპორტი, გარემოზე ზემოქმედების შეფასება

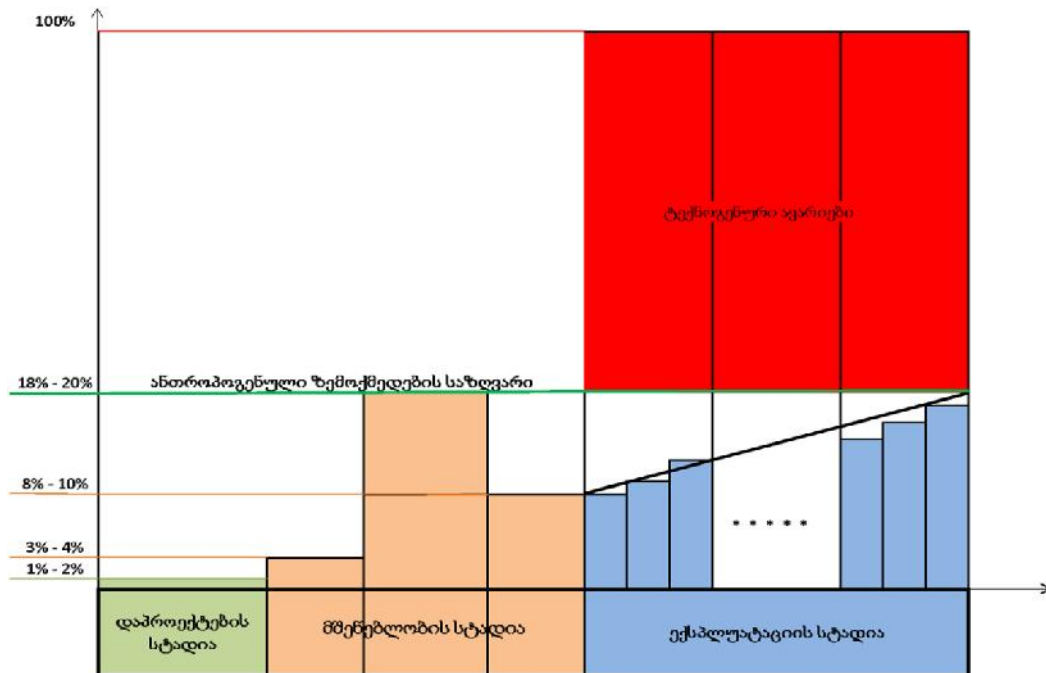
1. შესავალი

რაციონალური, ეკოლოგიურად უსაფრთხო ბუნებათსარგებლობის უზრუნველყოფი საინჟინრო გადაწყვეტილების მიღებისა და დასაბუთების მიზნით რკინიგზებისა და საავტომობილო გზების მშენებლობისა და რეკონსტრუქციისას გარემოზე ზემოქმედების შეფასება განიხილება ყველა ეტაპზე – მშენებლობის დაწყებამდე, მშენებლობისას და მშენებლობის მერე, რომლის მიზანია ბუნებრივი გარემოს ზიანისა და სოციალურ-ეკოლოგიური დაძაბულობის მინიმიზაცია, აგრეთვე განსახილველ რეგიონში სამეურნეო საქმიანობის გამო გარემოს ცვლილებების პროგნოზირება [1,2].

2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ რკინიგზების დაპროექტების, მშენებლობისა (რეკონსტრუქციისა ან მოდერნიზაციისა) დაექსპლუატაციის სტადიებზე გარემოზე ზემოქმედება.

ჩვენს მიერ შემუშავებულია სქემატური გამოსახულება (ნახ.1), რომელიც გამოსატავს რკინიგზების ფუნქციონირების გამოგარემოზე ზემოქმედების სიდიდეს მისი დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის სტადიებზე ნორმალური ფუნქციონირებისას და ტექნოგენური ავარიების ზემოქმედებას მათი ელემენტების მტყუნებისას.



ნახ. 1. გარემოზე ზემოქმედების სიდიდის სქემატური გამოსახულება რკინიგზების დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის სტადიებზე

როგორც ნახაზიდან 1 ჩანს საპროექტო სტადიაზე გარემოს მიმართ ზემოქმედება 0-ის ტოლია, თუმცა მთავარი საფუძველი იმისა, რომ ახალი რკინიგზების მშენებლობისას და ასევე რეკონსტრუქციისა და მოდერნიზაციის დროს მინიმალური ზიანი იქნას მიყენებული გარემოზე, სწორედ ამ სტადიაზე წყდება. უნდა აღინიშნოს, რომ რეკონსტრუქცია-მოდერნიზაცია ნაკლებად რთული დასაგეგმია, ვინაიდან ფაქტობრივად სახეზე გვაქვს ის ზემოქმედება, რასაც რკინიგზების ექსპლუატაციის გამო განიცდის გარემო და წინასწარ შეიძლება განისაზღვროს ის საინჟინრო ღონისძიებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ კონკრეტული სარკინიგზო უბნის გარემოსთან ჰარმონიულ თანაარსებობას.

მშენებლობის დროს ხდება გარემოს ინტენსიური ხელყოფა, თუმცა მოსაპირკეთებელი სამუშაოების დროს, მშენებლობის დასრულების ეტაპზე პროექტის მიხედვით უნდა განხორციელდეს გარემოსდაცვითი სამუშაოები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ეკოლოგიური ბალანსის მაქსიმალურ აღდგენას მყარი ნარჩენების მართვით, მცენარეების ჩარგვით და წმენდისა და მავნე ნივთიერებათა გაუვნებელყოფის სხვადასხვა სამუშაოების წარმოებით. შესაბამისად, საერთო ჯამში, სარკინიგზო ობიექტის მშენებლობა უზრუნველყოფილი უნდა იქნას ეკოლოგიურად უსაფრთხო მასალების გამოყენებით და მისი დასრულების შემდეგ გარემოზე ზემოქმედება გამოიხატებოდეს მხოლოდ ამ ობიექტის კონტურების ფარგლებში. ცხადია, გარემოზე ზემოქმედება ამ შემთხვევაში 0-ს ვერ გაუტოლდება, ანუ ვერ დადგება ეკოსისტემის აღდგენითი ან თვითაღდგენითი მდგომარეობა, რომელიც ხასიათდება მისი სრული დაბრუნებით საწყის მდგომარეობაში, მაგრამ უნდა რჩებოდეს ანთროპოგენულობის საზღვრებში და არ სცდებოდეს 8-10%-ს ანუ ადაპციურობის (წონასწორობის ლოკალური ან სტატიკური გადანაცვლება) ფარგლებს.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა გამახვილდეს იმ ფაქტზე, რომ ლიანდაგის ექსპლუატაციისას ადგილი აქვს ნარჩენი დეფორმაციების დაგროვებას, რომელიც გავლენას ახდენს გარემოზე მავნე ზემოქმედების პერმანენტულ ზრდაზეც. საჭიროა საინჟინრო ღონისძიებების გატარება, რათა

შენარჩუნებული იქნას რკინიგზის ლიანდაგის უმტყუნებლობის მაღალი ხარისხი, რითიც გარანტირებულად დარჩება გარემოზე მაწვე ზემოქმედება კონტროლირებად და მართვად ფარგლებში [1].

აგრეთვე, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება რკინიგზის ლიანდაგის მოვლა-შენახვისა და შეკეთებების დაგეგმვას, რათა უზრუნველყოფილი იქნას ცვეთის პროდუქტების დაგროვების მინიმუმამდე დაყვანა, მათი უტილიზაციის შესაძლებლობა, შეკეთებებს შორის ვადების გაზრდა და სხვ. თუმცა, შეკეთებებს შორის ვადების გაზრდა უნდა მოხდეს იმ პრინციპით, რომ სარკინიგზო ობიექტის მდგომარეობა არ სცდებოდეს საიმედოობისა და უმტყუნო მუშაობის ფარგლებს, ლიანდაგის თითოეულ ელემენტს გააჩნდეს მასში წარმოქმნილი ძაბვების მიღების რეზერვი.

სატრანსპორტო მშენებლობისას გარემოზე ზემოქმედების შეფასება უნდა ჩატარდეს პროექტის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების სტადიაზე, რომლის დროსაც აუცილებელია გამოყენებული უნდა იქნას სტატისტიკური მონაცემებიც. ასეთ შემთხვევაში დაპროექტების სტადიაზე მისი ხელახლა ჩატარება საჭირო აღარ გახდება, გარდა იმ შემთხვევისა, როცა ორ სტადიიანი დაპროექტებისას მუშა პროექტის შემუშავებისას მიღებული ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების გადაწყვეტილებები მოძველდა ან გადაიხედა დაშესაბამისად, შეიცვალა დააქედან გამომდინარე, მოსალოდნელია გარემოზე ზემოქმედების პირობები განსხვავდებოდეს უკვე შემუშავებული დოკუმენტისგან. მაშინ საჭირო გახდება მისი განმეორებით ჩატარება. ერთ სტადიიანი დაპროექტებისას ბუნებრივ და სოციალურ გარემოზე ზემოქმედების შეფასება უნდა შესრულდეს პროექტთან ერთად;

საერთო ჯამში, გზშ-ის დოკუმენტის შემუშავების დროს ხდება საპროექტო გადაწყვეტილებების მიღება, რომელთა განხორციელება შესაძლებელია თუ ისინი აკმაყოფილებენ შემდეგ პირობებს:

- აღამიანის ჯანმრთელობისთვის არ წარმოადგენს საფრთხეს პირდაპირ, ირიბად, კუმულაციურად და სხვა ტიპის ზემოქმედების სახით, მათ შორის შემდგომი პერიოდისთვისაც;
- გარემოს არ მიიყვანს შეუქცევად პროცესებამდე ან კრიზისულმოვლენებამდე როგორც მშენებლობისას, ასევე მისი ექსპლუატაციისას და ლიკვიდაციის საჭიროების დადგომისას;
- ნაგებობის რომელიმე ელემენტის/ცალკეული ელემენტების ტექნიკური მტყუნების შემთხვევაშიც კი ვერ გამოიწვევს კატასტროფულ შედეგებს.

რომელიმე ზემოთ აღნიშნული პირობის შეუსრულებლობის შემთხვევაში საჭიროა განხილულ იქნას ნეგატიური მოვლენების კომპენსაციის ვარიანტები, რადგან ძალზე მნიშვნელოვანია დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის სტადიაზე მინიმალური ზიანის გარანტიის მიღება, დაბინძურების თავიდან აცილების, ეკოლოგიური წონასწორობის აღდგენის ან კომპენსაციის შესაძლებლობისკვლევა. ამასთან, გათვალისწინებული უნდა იყოს როგორც თავად სატრანსპორტო ნაგებობის მიერ გარემოზე, ისე გარემოსგან სატრანსპორტო ნაგებობაზე ზემოქმედება.

გზშ-ის დოკუმენტის შემუშავების დროს საჭიროა გათვალისწინებული იყოს ოპერატიული ეკოლოგიური კონტროლის კომპლექსური ღონისძიებები და მისი ჩართვა რკინიგზების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პროცესში.

3. დასკვნა

რკინიგზების ფუნქციონირების გამო გარემოზე ზემოქმედების ანალიზის მიხედვით მისი დასაშვებ სიდიდეებად უნდა მივიღოთ: მშენებლობის სტადიაზე

ძირითადი სამუშაოების წარმოებისას გარემოს მაქსიმალური დაბინძურება 18–20%, მოსაპირკეთებელი სამუშაოების შემდეგ – 8–10%, ხოლო რკინიგზების ნორმალური ფუნქციონირებისას ექსპლუატაციის სტადიაზე ლიანდაგის შეკეთებებს შორის ნარჩენი დეფორმაციებით დაგროვილი ცვეთის პროდუქტებითა და გადაზიდვების წარმოებით დაბინძურება კაპიტალური შეკეთების წინ არ უნდა აღემატებოდეს ანთროპოლოგიური ზემოქმედების საზღვარს გარემოს მაქსიმალურ დაბინძურებას, ანუ 20%-ს, ხოლო კაპიტალური შეკეთების შემდეგ 10%-ს, რაც უზრუნველყოფს გარემოზე ზემოქმედების შედეგების თვითაღდგენის ან აღდგენის შესაძლებლობას პერმანენტული გარემოსდაცვითი ღონისძიებების გატარებით.

ლიტერატურა

1. , 2008. - . 456.
2. , 2004. - . 238.

მოდიფიცირებადი თიხა-ფიქალი ევექტური ღანამატი
საქართველოში კომპოზიტური საშენი მასალების
ტექნოლოგიაში.

მ. აბაზაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77,0175 თბილისი
საქართველო.)

რეზიუმე: სტატიაში მოცემულია არამადნეული სასარგებლო წიაღისეულის - თიხა-ფიქლის, ბეტონის დაბალტექმპერატურული რეჟიმით მიღებული აქტიური მინერალური ღანამატის, გამოყენების ევექტურობის მოკლე ანალიზი. მოყვანილია ექპერიმენტული კვლევების შედეგები.

საკვანძო სიტყვები: თიხა-ფიქალი, კომპოზიტი, მინერალური ღანამატი, დეჰიდრატაცია, რენტგენოდიფრაქტოგრაფია, ბეტონი, სეისმომედეგი მშენებლობა.

1. შუსაგალი

არამადნეული სასარგებლო წიაღისეული ასრულებს მნიშვნელოვან როლს ნებისმიერი ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებაში. ეს განპირობებულია მათი მრავალმიზნობრივი გამოყენების შესაძლებლობით: სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის შექმნის პროცესში, კონსტრუქციული მასალების წარმოებაში (კომპოზიტური მასალები) და სხვა. როგორც ცნობილია საქართველოში საკმაოდ არის არამადნეული სასარგებლო წიაღისეულის მარაგები. კერძოდ, საქართველო მდიდარია: კირქვებით, მერგელით, არგილიტებით, ცეოლითებით, თიხებით, თიხა-ფიქლებით და სხვა. სხვადასხვა არამადნეული სასარგებლო წიაღისეულის ბაზაზე იწარმოება მრავალი სამშენებლო მასალა, მათი გამოყენება ხდება, როგორც ბუნებრივი სახით, აგრეთვე მექანიკური, თერმული და ქიმიური დამუშავების შემდეგ.

სეისმურად საიმედო და მდგრადი ნაგებობების მშენებლობის აუცილებლობამ გაამკაცრა ბეტონის ნაკეთობებისადმი წაყენებული მოთხოვნები. დღეს მსოფლიოში აღინიშნება ტენდენცია, რომელიც გულისხმობს მშენებლობაში მაღალი სიმტკიცის არმატურისა და მაღალი სიმტკიცის ახალი თაობის მაღალი საქსპლუატაციო თვისებების მქონე ბეტონების გამოყენებას.

საქართველოში დღეისათვის ნაკლებადაა ცნობილი ადგილობრივი მასალებით ახალი თაობის, მაღალი კლასის ბეტონების მიღების შესაძლებლობები. ამისათვის საჭიროა ქვეყნის სამშენებლო ბაზარზე არსებული მასალების თვისებების კვლევა, მსოფლიოში არსებული თანამედროვე ტექნოლოგიების ათვისება და მორგება ადგილობრივ პირობებთან, ნორმატიული დოკუმენტების შექმნა და ა.შ.

საქართველოში დიდი რაოდენობით არსებული არამადნეული სასარგებლო წიაღისეულის თიხა-ფიქლის გამოყენება მშენებლობაში ოდითგანვე ხდებოდა ჩვენს ქვეყანაში. მას დღესაც იყენებენ იატაკების, კედლების, გადახურვების მოსაწყობად, ფართო მოხმარება აქვს მას დიზაინშიც, როგორც მოსაპირკეთებელ მასალას. ეს ძირითადად განპირობებულია თიხა-ფიქლის სტრუქტურის ისეთი თვისებებით როგორიცაა: მაღალი სიმკვრივე, გარემო პირობების მოქმედების მიმართ მდგრადობა, ხოლო მისი ვიზუალური მრავალფეროვნება, შენობების დიზაინში მისი ფართოდ გამოყენების საშუალებას იძლევა. ცნობილია თიხა-ფიქლების უნიკალური თვისებები, კერძოდ შესაბამისი მაღალტექმპერატურული დამუშავების შემდგომ მისი მოცულობა 3-8-ჯერ იზრდება, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მსუბუქი შემესების კერამიზიტის მიღებისათვის და მის ბაზაზე კერამიზიტბეტონის წარმოებისათვის. თიხა-ფიქალზე ჩატარებული კვლევების ჩვენი მიმართულებაა საქართველოსთვის აქტუალური, სეისმომედეგი მშენებლობისათვის

საჭირო, მაღალი კლასის ბეტონისათვის, დაბალტემპერატურული რეჟიმით მიღებული აქტიური მინერალური დანამატის გამოყენება. კვლევები განპირობებულია კიდევ იმ ფაქტორით, რომ საქართველოს ზოგიერთი მდინარის მიერ ჩამონატანი თიხა-ფიქლის დიდი მარაგები ზოგ შემთხვევაში ეკოლოგიურ პრობლემებსაც კი ქმნის (ყვარელი, მდ. დურუჯი) კერძოდ დგება მათი უტილიზაციის პრობლემა.

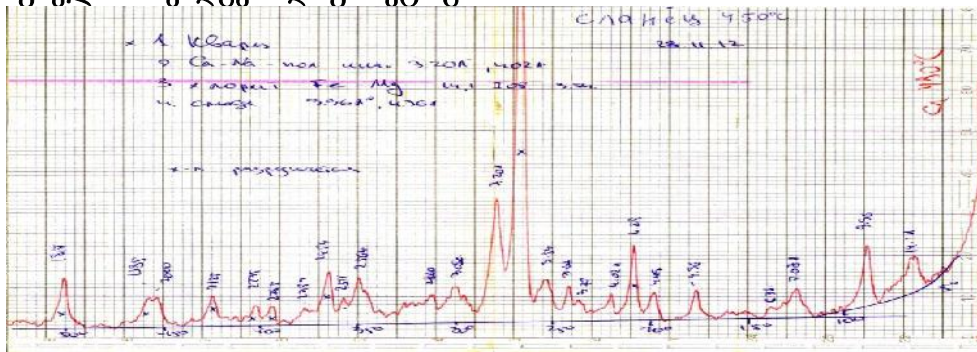
2. ძირითადი ნაწილი

ამ კონკრეტული საკითხის შესწავლის პროცესში ლაბორატორიულად გამოკვლეულ იქნა თიხა-ფიქლის, როგორც ქიმიური შედგენილობა და სტრუქტურა, ასევე თერმული მდგრადობა, რაც მაღალი ხარისხის ცემენტებისა და ბეტონის მიღების აუცილებელი წინაპირობაა.

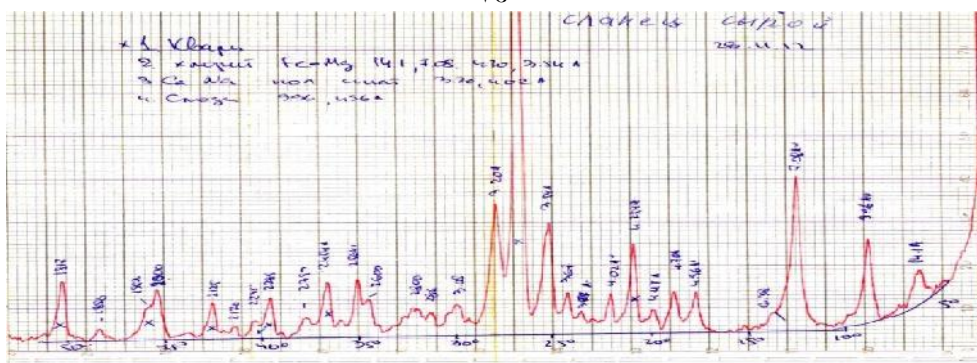
ნიმუშების სრული გაუწყლოების ტემპერატურის დადგენის მიზნით ჩატარდა მინერალის კვლევა დიფერენციალური თერმული ანალიზის მეთოდით. თიხაფიქლის DTA მრუდზე წყლის დისოციაცია ძირითადად 100°C-ზე ხდება. მცირე ინტენსივობის ენდოთერმული პიკი 490°C-ზე მიუთითებს თიხაფიქლის შემადგენლობაში არსებული რკინა-მანგანუმის ქლორიდის სტრუქტურის რღვევაზე. ეგზოთერმული პიკი 700°C - ზე, დეჰიდრატაციის დასრულებაზე მიგვანიშნებს. ნიმუშში მასის დანაკარგი 3.7%-ს შეადგენს.

თერმული ანალიზის საფუძველზე, დეჰიდრატაციის დამთავრების ტემპერატურაზე, მოხდა შესასწავლი ნიმუშის თერმული დამუშავება. ხოლო შემდეგ რენდგენოდიფრაქტომეტრული ანალიზის მეთოდით შესწავლილ იქნა მინერალის, როგორც საწყის ასევე შესაბამის ტემპერატურაზე დამუშავებული ნიმუშები.

თიხაფიქლის რენდგენოდიფრაქტოგრამა



ნახ. 1 საწყისი



2.490°C-ზე გახურების შემდეგ.

თიხაფიქლის დიფრაქტოგრამიდან ჩანს, რომ ის შედგება კვარცის Fe-Mg-ის ქლორიდის, Ca, Na -მინდურის შპატისა და ქარსისგან. ნიმუშის 490°C-ზე გახურებამ

სტრუქტურის მცირედ შეცვლა გამოიწვია, რაც ძირითადად რკინა-მანგანუმის ქლორიდის სტრუქტურის რღვევაში გამოიხატება.

ამრიგად, საქართველოს მინერალური ნედლეულის ბაზაზე შესწავლილი და შემოთავაზებულია თიხაფიქალი, რომლებიც საშენი მასალების წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიებში საჭიროებისამებრ შეიძლება გამოვიყენოთ მაღალეფექტურ მინერალურ მიკრო და ნანო დანამატად.

ცხრილი 1

თიხაფიქალის ქიმიური შემადგენლობა ოქსიდების სახით.

თიხაფიქალი	ქიმიური შემადგენლობა ოქსიდების სახით%							
ოქსიდები	(Na,K)P ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₂	Al ₂ O ₃	SiO ₂	H ₂ O
%	4,7	1,32	2,83	7,59	0,58	18,73	59,5	4,1

თანამედროვე მასალათმცოდნეობის ერთ-ერთი ძირითადი ამოცანაა კომპოზიციური მასალების მაღალი ხანმედგობის განმაპირობებელი სტრუქტურის მიზანმიმართული ფორმირების ხერხების დამუშავება, რათა მიღებული პროდუქტი ხასიათდებოდეს დასახული საექსპლუატაციო თვისებებით წარმოების ტექნოლოგიის მაქსიმალური სიმარტივის დროს. ბეტონის (ცემენტის) კომპოზიტების სტრუქტურის მოდიფიცირების ყველაზე გავრცელებული მეთოდია მის შემადგენლობაში მაღალი აქტივობის მიკრო და ნანო დანამატების შეყვანა, რომელთა შემადგენლობაშია მიკროკაჟმიწა, მიკროთიხამიწა, მეტაკაოლინი თუ სხვა.

ჩვენს შემთხვევაში ბეტონის მოდიფიკატორად შერჩეულია წვრილდისპერსული დაბალტემპერატურული რეჟიმით (500⁰C) მიღებული აქტიური მინერალური დანამატი - თიხა-ფიქლის ფხვნილი, რომელიც გამოწვის შემდეგ დაფქულ იქნა ლაბორატორიულ წისკვილში, დაფქვის სიწმინდით - ნარჩენი საცერზე N 008-5%.

მაღალი სიმტკიცის ბეტონების ტექნოლოგიის ერთ-ერთ ძირითად მოთხოვნას წარმოადგენს მაღალი სიმკვრივე, რაც მიიღწევა ძალზე მტკიცე მსხვილი შემვსებით მისი მოცულობის მაქსიმალური გაჯერებით. ეს შემვსებები წარმოქმნიან უწყვეტ, ხისტ კარკასს (შემვსების კონტაქტური განთავსება), რის შედეგადაც ბეტონის სიმტკიცემ შეიძლება 15-20%-ით მოიმატოს.

მაღალი სიმტკიცის ბეტონების ტექნოლოგიის მეორე ძირითად თავისებურებას წარმოადგენს გამოყენებული ცემენტის მარკაზე უფრო მაღალი მარკის ბეტონების მიღება. ამის მიღწევა შესაძლებელია არა მხოლოდ გაზრდილი მოთხოვნების შესატყვისი მასალების გამოყენებით, არამედ ბეტონის ისეთი სტრუქტურის შექმნით, სადაც მიზანშეწონილად იქნება შეხამებული შემადგენელი მასალების სასარგებლო თვისებები.

ბეტონის სიმტკიცის ზრდასთან ერთად განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება შემვსები მასალების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს. თუ ჩვეულებრივი ბეტონის შემთხვევაში შემვსები თამაშობს ინერტული მასალის როლს, მაღალი სიმტკიცის ბეტონებში შემვსებების ხარისხსა და თვისებებს თავიანთი წვლილი შეაქვთ ბეტონის სიმტკიცის ზრდაში.

მსხვილი შემვსების სახით გამოიყენება მკვრივი მთის ქანების დამსხვრევით მიღებული ღორღი. ღორღის სიმტკიცე კუმშვისას, წყლით გაჟღენთილ მდგომარეობაში, სტანდარტის თანახმად, 1,5-ჯერ უნდა აღემატებოდეს დასამზადებელი ბეტონის მარკას. დასაშვებია უფრო დაბალი სიმტკიცის ღორღის გამოყენებაც, მაგრამ ეს სიმტკიცე არ უნდა ჩამოუვარდებოდეს მისაღები ბეტონის მარკას. ამ შემთხვევაში საჭიროა ღორღის

გამოცდა ბეტონში და სათანადო ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების შემდეგ უნდა მოხდეს მისი გამოყენება.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ქვიშისა და ღორღის გრანულომეტრია და სხვა თვისებები ვერ აკმაყოფილებს მაღალი სიმტკიცის ბეტონების დასამზადებლად ვარგისი მასალებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს (უნდა ითქვას, რომ საქართველოს მდინარეების აუზების შემვსებების უმეტესობა ასეთია), ცდილობენ, რომ ამ ნაკლის კომპენსირება მოახდინონ მოდიფიცირებული დანამატებით.

ჩვენს შემთხვევაში წვრილ და მსხვილ შემვსებებად გამოყენებულია მდინარე ხრამის აუზის ქვიშა და ხრემის მსხვრევით მიღებული ღორღი, რომელთა ჩვენს მიერ შესწავლილი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები ქვემოთაა მოცემული

ბეტონის შემვსებების - ქვიშა-ღორღის ტესტირება (გამოყენებული სტანდარტები: EN 932, EN 933, EN 1097 და 8735-88):

შემვსებად რენტაბელურია ადგილობრივი მასალების გამოყენება, რადგან ეს მნიშვნელოვნად ამცირებს ბეტონის ღირებულებას(შემვსები და წყალი შეადგენს ბეტონის მასის85-90%-ს).

მდინარეხრამისაუზის ქვიშის,ფიზიკურ-მექანიკურიმახასიათებლებია:

8735-88-ის მიხედვით, ქვიშის ტენიანობა გამოცდის მომენტისათვის აღმოჩნდა: $W_{ქვ}=5,6\%$; ქვიშის ნამდვილი სიმკვრივე EN 1097-7-ის (პიკნომეტრი) მიხედვით: $\rho_n=2,61\text{გ/სმ}^3$; ქვიშის ნაყარი მოცულობითი სიმკვრივე 8735-88-ის მიხედვით: $\rho_m=1,538\text{გ/სმ}^3$; ცარიელობა ქვიშაში 8735-88-ის მიხედვით: $V_{ქვ}=(1-\rho_m/\rho_n)100=41\%$; თიხოვანი, ლამისებრი დამტვრისებრი მინარევების არსებობა ქვიშაში დადგენილია 8735-88-ის შესაბამისად: იგი შეადგენს – 1,6%-ს,რაც ნაკლებია სტანდარტით განსაზღვრულ დასაშვებ ნორმაზე-3%.

ქვიშის გრანულო მეტრული შედგენილობა განსაზღვრულია ევროსტანდარტ 933-2-ის და 8735-88-ის შესაბამისად; ექსპერიმენტი ჩატარებულია ავტომატურ საცრედ დანადგარზე

ცხრილი 2

მდ. ხრამის აუზის ქვიშის მარცვლოვანი შედგენილობა:

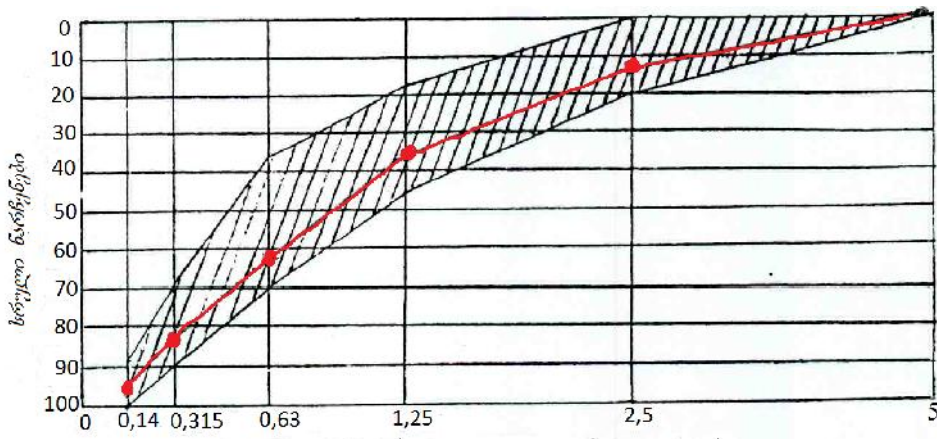
ნარჩენები	საცრის ნახვრეტის ზომები, მმ										გავიდა №015
	4,75	3,35	2,36	1,70	1,40	1,00	0,71	0,50	0,25	0,15	
კერძო,გრ	36	50	70	92	64	114	144	157	213	49	11
კერძო,%	3,6	5,0	7,0	9,2	6,4	11,4	14,4	15,7	21,3	4,9	1,1
სრული,%	3,6	8,6	15,6	24,8	31,2	42,6	57	72,7	94,0	98,9	100

ГОСТ8735-88-ის მიხედვით სრული ნარჩენები საცრებზე შეადგენს: 2,5-15,6%;1,25-36,9%;0,63-64,85%;0,315-83,5%;0,15-98,9%.

ქვიშის სისხოს მოდულია: $M_s=15,6+36,9+64,85+83,5+98,9/100=3,0$

გამოსაკვლავი ქვიშა განეკუთვნება ე.წ. მსხვილი ქვიშების ჯგუფს (ნარჩენი 0,63 საცერზე შეადგენს 64,85%-ს). ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია მდ. ხრამის აუზის ქვიშის გაცრის გრაფიკი.

როგორც გრაფიკიდან ჩანს, ქვიშის გაცრის მრუდი მოთავსდა დაშტრიხულ ზონაში, ამდენად ქვიშა ვარგისია გამოსაყენებლად.



საჯრის ხერვტის ზომები მმ-ში.

ნახაზი 3.

მდინარე ხრამის აუზის ღორღის, ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებია:

ГОСТ 8269-87-ის მიხედვით ღორღის ტენიანობა გამოცდის მომენტისათვის აღმოჩნდა: $W_d=0,9\%$; ღორღის ნამდვილი სიმკვრივე EN 1097-7-ის (პიკნომეტრი) მიხედვით: $\rho=2,71\text{გ/სმ}^3$; ღორღის ნაყარი მოცულობითი სიმკვრივე ГОСТ 8269-87-ის მიხედვით: $\rho=1,42\text{გ/სმ}^3$; ცარიელობა ღორღში ГОСТ 8269-87-ის მიხედვით: $V_{\text{ჰვ}}=(1-\rho/\rho_s)100=47,6\%$; თიხოვანი, ლამისებრი და მტვრისებრი მინარევების არსებობა ღორღში დადგენილია ГОСТ 8269-87-ის შესაბამისად: იგი შეადგენს $-0,42\%$ -ს, რაც ნაკლებია სტანდარტით განსაზღვრულ დასაშვებ ნორმაზე -1% .

ღორღის გრანულომეტრული შედგენილობა განსაზღვრულია ევროსტანდარტ EN 933-2-ის და ГОСТ 8269-87-ის შესაბამისად; ექსპერიმენტი ჩატარებულია ავტომატურ საცრელ დანადგარზე (იხ. ცხრილი 3): ცხრილი №3.

მდ. ხრამის აუზის ღორღის მარცვლოვანი შედგენილობა:

ნარჩენები	საჯრის ნახერვტის ზომები, მმ							გავიდა №5,0
	19,0	16,0	12,5	9,5	8,00	6,3	5,0	
კერძო, გრ	640	1618	4637	3102	1227	1939	1473	358
კერძო, %	4,23	10,79	30,91	20,68	8,18	12,93	9,82	2,39
სრული, %	4,23	15,02	45,93	66,61	74,79	87,72	97,54	99,93

ღორღის მარცვლოვანი შედგენილობა ГОСТ 8269-87-ის მიხედვით: ფრაქცია $<5\text{მმ}$ -ზე $-2,39\%$; ფრაქცია $5-10\text{მმ}$ $-41,27\%$; ფრაქცია $10-20\text{მმ}$ $-56,27\%$.

გამოკვლეულ იქნა “ჰაიდელბერგცემენტის” ქარხნის მიერ გამოშვებული პორტლანდცემენტის სამშენებლო-ტექნიკური და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები (გამოყენებული სტანდარტებია: EN 196, EN 197-1, ГОСТ 310-76, ГОСТ 10178-85):

1. პორტლანდცემენტის ნამდვილი სიმკვრივე დადგენილია ლე-შატელიეს ხელსაწყოზე (მარკა 62- L0025/B) ევროსთან და რტ EN 196-6-ის შესაბამისად; იგი შეადგენს: $\rho=3,09\text{გ/სმ}^3$;
2. პორტლანდცემენტის ნაყარი მოცულობითი მასა (სიმკვრივე) განსაზღვრულია ГОСТ 310.2-76-ის მიხედვით: $\rho=1255\text{კგ/მ}^3$;

-

«

»

3. პორტლანდცემენტის ცომის ნორმალური სისქელე დადგენილია ვიკას ავტომატურ აპარატ VIKAMATIC 63-L0027/E-ზე, სტანდარტ EN 196-3-ის შესაბამისად: იგი შეადგენს ცემენტის მასის 26%-ს (წყლის შემცველობა);
4. პორტლანდცემენტის შეკვრის ვადები დადგენილია ვიკას ავტომატურ აპარატ VIKAMATIC 63-L0027/E-ზე სტანდარტ EN 196-3-ის მიხედვით:
შეკვრის დასაწყისია – 1 სთ და 45წთ;
შეკვრის დასასრული – 4 სთ და 05 წთ;
5. პორტლანდცემენტის დაფქვის სიწმინდე დადგენილია GOCT10178-85-ის და GOCT6613-86-ის შესაბამისად:
ნარჩენი 008-სა ცერზე შეადგენს 9%-ს;
6. პორტლანდცემენტის მარკა განსაზღვრულია ევროსტანდარტ EN 196-1-ის შესაბამისად (გამოყენებული აპარატურა: ავტომატური პროგრამით სამართავი მიქსერი AUTOMIX EN -65-L0006/AM; სამგანყოფილებიანი ყალიბი 65-L0010/A, ზომებით 40X40X160მმ; სამშენებლო დუღაბის სანჯღრევი დანადგარი 65-L0012/E, ციფრული მთვლელით; ცემენტის ნიმუშების გამყარების კარადა 65-L0013/D; ცემენტის ძელაკების ღუნვაზე და კუმშვაზე გამოსაცდელი წნეხები 65-L0019/8 და 50-C9030 შესაბამისად):

ცემენტის ნიმუშების გამოცდა მოხდა 28-ე დღეს;
 ცემენტის 28-დღიანი ძელაკების გამოცდის შედეგები:

ღუნვაზე: $R_c = 3pl / 2bh^2 = 6,5$

კუმშვაზე: $R_k = P/F = 43,75$ მპა;

ამ მონაცემების მიხედვით, ევროსტანდარტ EN 197-1-ის (“ცემენტი - ნაწილი 1: ცემენტის შედგენილობა”) მიხედვით, ცემენტის მარკაა - CEM 42,5 N.

თიხა-ფიქლით მოდიფიცირებული ბეტონის შედგენილობა და ტესტირება

ზემოთ მოყვანილი მონაცემების საფუძველზე განხორციელდა B40 კლასის ბეტონის შედგენილობის დაპროექტება და დამზადებულ იქნა ე.წ. საბაზო ნიმუშები (6 ცალი კუბი ზომებით 150X150X150მმ) ყოველგვარი დანამატის გარეშე; წყალცემენტის ფარდობა ამ შემთხვევაში შეადგენდა $V/C=0,5$; შედარების მიზნით დაპროექტებულ იქნა მეორე შედგენილობა, სადაც მაპლასტიფიცირებელ დანამატად გამოყენებულ იქნა Sika-ს ფორმის პლასტიფიკატორი Viscocrete SF-18 (1%-ის ოდენობით ცემენტის მასიდან), რამაც საშუალება მოგვცა წყალცემენტის ფარდობა შეგვემცირებინა $V/C=0,34$ -მდე; ამ სერიაშიც დამზადებულ იქნა 6 კუბის ფორმის ნიმუში, ზომებით 150X150X150მმ; დაპროექტებულ იქნა ასევე ბეტონის მესამე შედგენილობაც, სადაც ცემენტის ხარჯი შემცირებულ იქნა 10%-ით, ბეტონის შედგენილობაში შეყვანილ იქნა თიხა-ფიქლის თერმოლამუშავების შედეგად მიღებული წვრილდისპერსული მამოდიფიცირებელი დანამატი ცემენტის მასის 10%-ის ოდენობით; ბეტონის შემადგენელი სხვა კომპონენტების ცვლილება არ განხორციელდა.

ნიმუშები გამოცდილი იქნა 7 და 28 დღის ასაკში. ნიმუშების გამოცდის გასაშუალოებული შედეგები მოყვანილია ცხრილში 4.

ცხრილი 4

ბეტონის შედგენილობა და ტესტირება

№	მიკროშემეგების სახე	ბეტონის შემადგენლობა კგ/მ ³	კონუსის ჯღენა, სმ	ზოგადი სიმკვრივე, კგ/მ ³	სიმტკიცე კუმშვაზე, მპა
---	---------------------	--	-------------------	-------------------------------------	------------------------

		ცემენტი	ქვიშა ფრაქცია 0,14-5მმ	ღორღი ფრაქცია 5-20მმ	მიკროშე მესხები	პლასტიკი ფიკატორი	წყალი		7 დღე	28 დღე	7 დღე	28 დღე
1	-	488	815	838	-	-	244	4	2,34	2,35	41,3	53,9
2	-	488	845	858	-	4,88	166	6	2,31	2,32	57,7	70,1
3	თიხა-ფიქალი	438	845	858	50	4,88	166	3	2,32	2,33	59,4	72,8

როგორც 4 ცხრილიდან ჩანს, ბეტონის მეორე შედგენილობის (მაპლასტიფიცირებულ დანამატად გამოყენებული იქნა Sika Viscocrete SF-18-1%-ის ოდენობით ცემენტის მასიდან, რამაც შეგვადლებინა წ/ც-ის 0,34-მდე შემცირება) ნიმუშების სიმტკიცეების საშუალო მნიშვნელობა (70,1 მპა) დაახლოებით 30%-ით აღემატება საბაზო ნიმუშების სიმტკიცეების საშუალო მნიშვნელობას (53,9 მპა), ხოლო მინერალური მიკროშემესხების, თიხა-ფიქლის, ცემენტის მასიდან 10%-ის ოდენობით დამატებამ, ცემენტის ხარჯის 10%-ით შემცირების შემთხვევაში, მიგვადწევინა ბეტონის სიმტკიცის კიდევ უფრო მნიშვნელოვანმატებას 72,8- მპა.

3. დასკვნა

შედეგების განხილვა გვიჩვენებს:

1. მოდიფიცირებული მინერალური დანამატის თიხა-ფიქლის გამოყენება პლასტიფიკატორთან ერთად ზრდის ბეტონის სიმტკიცეს კუმშვაზე უდანამატოსთან შედარებით დაახლოებით 35%-ით, ე.ი. კომპლექსური დანამატების მეშვეობით შესაძლებელია ბეტონის კლასის მნიშვნელოვანი ამაღლება.
2. ბეტონებში მოდიფიცირებული დანამატის (თერმოდამუშავებული თიხა-ფიქალი) შეყვანამსაშუალება მოგვცა შეგვემცირებინა ცემენტის ხარჯი, გაგვეუმჯობესებინა ბეტონის ტექნიკური თვისებები.
3. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული ქვეყანაში არსებობს თიხა-ფიქლის უტილიზაციის პრობლემა, ამიტომ მისიგამოყენება ბეტონის წარმოებაში აგრეთვე ხელს შეუწყობს ამ საკითხის მოგვარებას.

ლიტერატურა

1. P.C. Демьянова, В.И. Калининов. Об использованных дисперсных наполнителях в цементных и бетонных системах. //ж. Строительство. 1999, №1, стр. 24-28.
2. რ. სხვიტარიძე, ბ.კეშელავა, ი.გიორგაძე, შ.ვერულავა. ნანორმირების გამოყენება ბეტონის ტექნოლოგიაში// მეცნიერება და ტექნოლოგიები. სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი. 2(716). 2014. თბილისი. გვ. 65-69.
3. ბ. კეშელავა, რ. სხვიტარიძე, გ. წინწკალაძე, ლ. ოკუჯავა, მ. აბაზაძე, ნ.ერემაძე. ცეოლითების გამოყენება კომპოზიციურ საშენ მასალათა ნანოტექნოლოგიაში //“ენერჯია“. 2(70).2014. თბილისი. გვ. 99-101.
4. M. Collepardi. Admixtures-Enhancing concrete performance // 6th International Congress, Global Construction, Ultimate Concrete Opportunities, Dandee, U.K. – 5-7 July 2005.

ცეცხლგამძლე ბაზართოვადი ცემენტები და ხსნარები

თ. გაბადაძე, ი.სულაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ცეცხლგამძლე გაფართოებადი ცემენტების და ხსნარების მიღების ტექნოლოგიის და თვისებების შესწავლის შედეგები. ნაჩვენებია გამოყენების ის სფეროები, სადაც გაფართოებადი ცეცხლგამძლე ხსნარები მოგვეცემენ სითბოს დანაკარგების შემცირების და ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების საშუალებას. მოცემულია ალუნიტური გაფართოებადი ცემენტის ქვის გამაგრების დროს მიმდინარე პროცესების შესწავლის შედეგები გახურებისას და შემდგომი რევიდრატაციისას. ნაჩვენებია გაფართოებადი ცემენტების მიღების ახალი გზები.

საკვანძო სიტყვები: ცეცხლგამძლე, დეფორმაცია, გაფართოებადი ცემენტი, პირაპირი, ეტრინჯიტი, შამოტი.

1. შესავალი

ცეცხლგამძლე ცემენტების და ხსნარების გამოყენების არეალი ძალზე ფართოა. ეს არის სხვადასხვა თბური აგრეგატები, მბრუნავი და სტაციონარული ღუმელები, საკვამლე მილები და სხვ. ცეცხლგამძლე ცემენტების ძირითადი სახეებია თიხირცემენტი, ფოსფატური შემკვრელები, თხევადი (ხსნადი) მინა, პორტლანდცემენტი სხვადასხვა დანამატებით.

თიხირცემენტი (1) მაღალტემპერატურული ($1550-1650^{\circ}\text{C}$) სინთეზის პროდუქტია. ამ ცემენტის მისაღები ძირითადი კომპონენტის – დიდი რაოდენობით თიხირის (Al_2O_3) შემცველი ნედლეულის (ბოქსიტების) დეფიციტი და სიძვირე, გამოწვის და დაფქვის პროცესის დიდი ენერგოტევადობა (დაახლოებით 1500 კვტ.სთ/ტ), მიუხედავად მაღალი საექსპლუატაციო ტემპერატურისა (1700°C -მდე), ზღუდავს მის ფართო გამოყენებას.

ფოსფატური შემკვრელები (2) ასევე მაღალტემპერატურული მასალებია. მაგრამ მათი გამოყენება მოითხოვს: დეფიციტურ, ძვირადღირებულ კომპონენტებს, შემკვრელი კომპოზიციის (ფოსფორმჟავა+ალუმინის, მაგნიუმის, თუთიის და სხვ. ოქსიდები) წინასწარ მომზადებას რთული ტექნოლოგიით, გამაგრების სპეციფიურ პირობებს და სხვ., რაც ასევე ზღუდავს მისი გამოყენების არეალს.

საინტერესო შემკვრელია თხევადი (ხსნადი) მინა (3). იგი მიიღება სოდის ან ნატრიუმის სულფატის შეღობით ქვიშასთან და მიღებული ე.წ. „ლოდსილიკატის“ თბური დამუშავებით საჭირო სიმკვრივის მქონე წყალხსნარის მიღებისთვის. მის საფუძველზე მზადდება როგორც ცეცხლგამძლე, ასევე მუავაგამძლე ცემენტები, მაგრამ ქიმიური თუ ტემპერატურისადმი მდგრადობის და მაღალი სიმტკიცის მისაღწევად აუცილებელია გამაგრების ინტენსიფიკატორების-ქრომის ანჰიდრიდის, ნატრიუმის სილიციუმფტორიდის ან ქრომმანგანუმის წარმოების ნარჩენი წილის გამოყენება. ამასთან პირველი ორი ტოქსიკურია, ხოლო ქრომმანგანუმის წიდა დეფიციტური. შესაძლებელია სხვა მასალების – კირის, ცემენტის, მეტალურგიული წილების გამოყენება, მაგრამ ისინი გამაგრების პროცესის ნაკლებ ინტენსიფიკაციას ახდენენ. ამ მჭიდის გამოყენების ტემპერატურული ინტერვალი განსაკუთრებით დიდი ცეცხლგამძლეობის მქონე შემკვრელების (შამოტი, მაგნეზიტი, ქრომმაგნეზიტი და სხვ.) გამოყენებისას აღწევს $1100-1200^{\circ}\text{C}$. სიმტკიცის და ცეცხლგამძლეობის მხრივ

საუკეთესო შედეგები მიიღწევა თხევადი მინის წყალხსნარის გამოყენებისას სიმკვრივით 1,38-1,42 გ/მ³.

გამოყენების ფართო ტემპერატურული ინტერვალით და ხელმისაწვდომობით გამოირჩევა პორტლანდცემენტი და მისი სახეობები. სწორედ მათ ბაზაზე დამზადებული ცეცხლგამძლე ცემენტები, ხსნარები და ბეტონები გამოიყენება 700-1400⁰C-და უფრო მეტ ტემპერატურულ ინტერვალში, რომელშიც მუშაობს თბური აგრეგატების ან მათი კვანძების უმეტესობა. პორტლანდცემენტის და მისი სახეობების საფუძველზე შექმნილი ცეცხლგამძლე ცემენტების, ხსნარების და ბეტონების თვისებები, მიღების და გამოყენების ტექნოლოგია დეტალურად არის შესწავლილი (4,5,6).

2. ძირითადი ნაწილი

პორტლანდცემენტის მდგრადობაზე მაღალტემპერატურულ გარემოში სხვა ფაქტორებთან ერთად უარყოფით გავლენას ახდენს მისი ჰიდრატაციის და გამაგრების პროცესში ცემენტის სიმტკიცის ძირითადი მატარებლის – სამკალციუმიანი სილიკატის ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნილი კალციუმის ჰიდროქსიდის (პორტლანდიტის) დეჰიდრატაცია 549⁰C, რაც იწვევს სტრუქტურის შესუსტებას. დეჰიდრატაციის შედეგად წარმოიქმნება კალციუმის ოქსიდი (ჩაუმქრალი კირი), რომელმაც ნაკეთობაში ან თბურ აგრეგატში მუშაობის გარკვეულ პირობებში (მაგ. თბური ზემოქმედების შეჩერებისას გარემოს სინესტის ზეგავლენით) შეიძლება განიცადოს ხელმეორე ჰიდრატაცია კირის ჩაქრობის პროცესის თანამდგევი მოვლენით – მოცულობის მნიშვნელოვანი მატებით. ეს კი იწვევს სიმტკიცის კიდევ უფრო კლებას და ნაკეთობის დაშლასაც კი. ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად ცემენტის შემადგენლობაში შეყავთ ე.წ.წმინდად დაფქვილი დანამატები (წდდ), ძირითადად სილიციუმის დიოქსიდის შემცველი მასალები. სილიციუმის დიოქსიდი მაღალ (800⁰C და მეტი) ტემპერატურებზე შეაბამს გამოთავისუფლებულ კალციუმის ოქსიდს სხვადასხვა სილიკატებში (რანკინიტი, გელენიტი), რაც თავიდან გვაცილებს კირის ჩაქრობის თანამდგევი პროცესებს და ზრდის სიმტკიცეს.

კვლევებით დადგენილია, რომ რიგი ფაქტორების გათვალისწინებით წდდ-დანამატად უმჯობესია არა ბუნებრივი, არამედ უკვე თერმულ ზემოქმედება გავლილი მასალების გამოყენება (მაგ. შამოტი, წიღები, მაგნეზიტი). ეს თავიდან გვაცილებს იმ არასასურველ დეფორმაციებს, რომელსაც განიცდის ნებისმიერი ბუნებრივი მასალა გახურებისას. შემსებებადაც მიზანშეწონილია თერმული წინაისტორიის მქონე მასალების (შამოტი, მაგნეზიტი, ქრომომაგნეზიტი და სხვ.) გამოყენება, რაც აუმჯობესებს მათ ცეცხლგამძლე თვისებებს და ამცირებს დეფორმაციებს გახურებისას. ცეცხლგამძლე ცემენტები პორტლანდცემენტის საფუძველზე დამოუკიდებლად პრაქტიკულად არ გამოიყენება.

მაღალი საექსპლოატაციო თვისებების მქონე ცეცხლგამძლე ხსნარების და ბეტონების საფუძველზე ნაკეთობების მისაღებად ან თბური აგრეგატების მშენებლობისას თბური ზემოქმედების დაწყებამდე უნდა მკაცრად იყოს დაცული რიგი პირობები, კერძოდ: ა) ისინი უნდა მაგრდებოდნენ ნორმალურ პირობებში არანაკლები 14 დღელამე; ბ) გარკვეული რეჟიმით უნდა განხორციელდეს შრობა დაბალ ტემპერატურებზე (მაგალითისთვის ლაბორატორიული ნიმუშები თბურ დამუშავებამდე უნდა გამოშრენ 105-110⁰C არანაკლები 32 საათისა) გ) დანადგარის გახურება საექსპლოატაციო ტემპერატურამდე უნდა მიმდინარეობდეს შესაბამისი სარეჟიმო მოთხოვნების დაცვით. ეს ზომები, ახანგრძლივებენ რა დანადგარის ექსპლოატაციაში შეყვანის დროს, ამავე დროს უზრუნველყოფენ მის ხანგრძლივადსაიმედო მუშაობას. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ცეცხლგამძლე ცემენტების, ხსნარების და ბეტონების ლაბორატორიული ნიმუშები მარკის

-

«

»

დადგენისათვის გამოიყენება როგორც 800°C 4სთ დაყოვნებით გამოწვის, ასევე 7 დღეღამე ჰაერ-ნესტიან გარემოში შენახვის შემდეგ. ეს საჭიროა, რათა დადგენილ იქნას კომპოზიციაში თავისუფალი (შეუბმელი) კირის არსებობა, რაც გამოჩნდება სიმტკიცის მკვეთრ ვარდნაში ან ნაკეთობის დაბზარვა-დაშლაში. სწორედ ეს მაჩვენებელი, (რომელიც უნდა იყოს კუმშვაზე სიმტკიცის სამარკო სიდიდის არანაკლები 40%), არის ცეცხლგამძლე ხსნარების და ბეტონების ვარგისიანობის ძირითადი განმსაზღვრელი.

მნიშვნელოვანი საერთო ნაკლი, რომელიც გააჩნია ყველა განხილულ ცეცხლგამძლე ცემენტს და ნაკეთობებს მათ საფუძველზე, არის ჩაჯდომის (მოცულობის შემცირების) დეფორმაციები ჯერ კიდევ ნორმალურ პირობებში გამაგრებისას (კონტრაქცია), რომლებიც ძლიერდება მაღალ ტემპერატურებზე მუშაობის პროცესში. ჩაჯდომის დეფორმაციები უარყოფით გავლენას ახდენენ არამარტოსიმტიკეზე, არამედ აგრეგატების ჰერმეტიკობაზე (მონოლითურობაზე). ჩაჯდომის გამო თბური აგრეგატების კონსტრუქციების და დეტალების შემაერთებელ პირაპირებში ბზარების და ღრეჩოების წარმოქმნა მნიშვნელოვნად ზრდის თბურ დანაკარგებს, ხდება სათბობის წვის პროდუქტების და დასამუშავებელი მასალებიდან გამოყოფილი მანეე აირების გამოსვლა ტექნოლოგიური ტრაქტის მთელ სიგრძეზე, რაც ეკოლოგიურად მავნეს ხდის სამუშაო გარემოს.

სტუ-ს სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრაზე მიმდინარეობდა და მიმდინარეობს სამუშაოები ისეთი ცეცხლგამძლე ცემენტების, ხსნარების და ბეტონების მიღების, თვისებათა შესწავლის და სხვადასხვა თბურ აგრეგატებში გამოყენების მიზნით, რომელთაც მაღალ ცეცხლგამძლე თვისებებთან ერთად ექნებოდათ გაფართოების უნარი, რათა დადებითი დეფორმაციების სიდიდეებს გადაეჭარბებინათ მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით გამოწვეული უარყოფითი (ჩაჯდომის) დეფორმაციების სიდიდეებისათვის. ეს იძლევა საშუალებას შევინარჩუნოთ თბური აგრეგატების ჰერმეტიკობა, რაც გარკვეულად აღმოფხვრის ზემოთ მითითებულ ნაკლოვანებებს, შეამცირებს თბურ დანაკარგებს და გააუმჯობესებს ეკოლოგიურ მდგომარეობას.

ცხადია, გაფართოებად ცეცხლგამძლე კომპოზიციაში ცემენტი:წდ:შემესები გაფართოების უნარის მატარებელი უნდა იყოს ცემენტი. ასეთად შერჩეულ იქნა იმავე კათედრაზე დამუშავებული ალუნიტური გაფართოებადი ცემენტი (აგც) (7). გაფართოებადი ცეცხლმედეგი ცემენტის მისაღებად პირველად ჩატარებული კვლევების შედეგები მოცემულია (8). შემდგომში გაფართოებადი ცეცხლგამძლე ცემენტების და მათ ბაზაზე ცეცხლგამძლე გაფართოებადი ხსნარების და ბეტონების მიღების, თვისებათა შესწავლის და გამოყენების ხაზით დიდი მოცულობის სამუშაოები ჩატარდა, რომელთა შედეგები გადმოცემულია (9,10,11 და სხვ.). სამუშაოები მიმდინარეობდა და მიმდინარეობს სფეროს წამყვან ორგანიზაციებთან: [(„ტექნოლონიკა“ და „ტექნოპროექტი“ ქ. მოსკოვი), („ტექნოსტროი“ ქ. იაროსლავლი), („თბილსრესი“, ს/გ „აზოტი“ საქართველო) და სხვ.] თანამშრომლობით და დაფინანსებით.

გაფართოებადი ცეცხლგამძლე კომპოზიციების მისაღებად გამოკვლეული იქნა მრავალი როგორც ადგილობრივი ბუნებრივი (დიატომიტი, სპონგოლიტი, პემზა, კვარცის ქვიშა და სხვ.), ასევე ტექნოგენური (შამოტი, მაგნეზიტი, ქრომომაგნეზიტი, კორუნდი და სხვ.). როგორც წდ, ასევე შემესებად გამოყენების მიზნით. უპირატესობა მიენიჭა ტექნოგენურ მასალებს, რადგან მათი წინასწარი მაღალტემპერატურული დამუშავება განაპირობებდა დეფორმაციების შემცირებას და ხელს უწყობდა სიმტკიცის შენარჩუნებას გამოწვის შემდეგ ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში (400-1200°C). დადგენილი იქნა მათი დამატების რაოდენობის გავლენა გაფართოებადი ცემენტების გაფართოების სიდიდეზე

ნორმალურ პირობებში, დეფორმაციებზე და სიმტკიცეზე გახურებისას. ყველა მათგანისათვის შემუშავებული იქნა ცეცხლგამძლე გაფართოებადი ხსნარების და ბეტონების ოპტიმალური შედგენილობა. როგორც წინააღმდეგ, ასევე შემსუბუქებლად ჩამოთვლილი მასალებიდან ძირითადად ხელმისაწვდომობის გამო უპირატესობა მიენიჭა შამოტს.

აღც ბაზაზე დამზადებული ცეცხლგამძლე გაფართოებადი სხვადასხვა შედგენილობის ცემენტების და ხსნარების სიმტკიცეები და დეფორმაციები როგორც ჩვეულებრივ პირობებში, ისე მაღალი ტემპერატურების ზემოქმედებისას დეტალურად არის შესწავლილი. შედარებისათვის შესწავლილ იქნა იგივე საკითხები რიგითი პორტლანდცემენტის გამოყენებისას. ამ კვლევებმა აჩვენა, რომ ორივე ცემენტის გამოყენებისას სიმტკიცის ცვლილების სურათი პრაქტიკულად ერთნაირია. რაც შეეხება დეფორმაციებს, პორტლანდცემენტზე დამზადებული კომპოზიციები თავიდანვე განიცდიდნენ ჩაჯდომას, რაც ძლიერდებოდა მაღალი ტემპერატურების ზემოქმედებისას. ტემპერატურის ზემოქმედებით ჩაჯდომის დეფორმაციებს განიცდიან აგრეთვე აგც ბაზაზე დამზადებული კომპოზიციებიც, ოღონდ ამ შემთხვევაში, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია, გაფართოების სიდიდეები ყოველთვის აღემატება გახურებისას ჩაჯდომით გამოწვეულ დეფორმაციებს. ეს საკითხები ფართოდ არის განხილული (9,10,11) და ჩვენ მიერ ჩატარებული მრავალი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ანგარიშებში და მათ აღარ განვიხილავთ.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, პორტლანდცემენტის გახურებისას მიმდინარე პროცესები დეტალურად არის შესწავლილი. რაც შეეხება აგც გახურებისას მიმდინარე პროცესებს, ისინი შესწავლილია ჩვენს მიერ. ამ კვლევებში დიდი ყურადღება ექცეოდა გაფართოების გამომწვევ ნაერთს-კალციუმის ჰიდროსულფოალუმინატს $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$ (მინერალი ეტრინგიტი). ინდივიდუალური მინერალის - ეტრინგიტის გახურებისას მიმდინარე პროცესები გამოკვლეული იქნა (12), მაგრამ ამ ნაერთის შემცველი ცემენტის ქვის გახურებისას მიმდინარე პროცესები პირველად ჩვენს მიერ იქნა გამოკვლეული (13).

განსაკუთრებით საინტერესო აღმოჩნდა აგც ქვის გამოწვის შემდგომი რეგიდრატაციის პროცესების კვლევის შედეგები. დადგინდა, რომ ცემენტის ქვის და ეტრინგიტის დაშლის პროდუქტებიდან რეგიდრატაციის პროცესში კვლავ ხდება ეტრინგიტის კრისტალების აღდგენა, ოღონდ მათი ფორმა და ზომები დამოკიდებულია ეტრინგიტის წარმომქნელ საწყის ფაზებზე. კერძოდ: ა) $100^{\circ}C$ გამოწვის შემდგომი რეგიდრატაციისას ეტრინგიტი წარმოიქმნება თაბაშირის და დაბალდა მაღალფუძიანი კალციუმის ალუმინატების ურთიერთქმედების შედეგად; ბ) $200-400^{\circ}C$ გამოწვის შემდგომი რეგიდრატაციისას ეტრინგიტი წარმოიქმნება ხსნადი ანჰიდრიტის, კალციუმის ჰიდროქსიდის, კალციუმის მონოსულფოალუმინატის და უწყლო მაღალფუძიანი კალციუმის ალუმინატებისგან; გ) $600-1000^{\circ}C$ გამოწვის შემდგომი რეგიდრატაციისას ეტრინგიტი წარმოიქმნება უხსნადი ანჰიდრიტის (ან ესტრიხ-თაბაშირის), კალციუმის ოქსიდის და უწყლო კალციუმის ალუმინატებისგან. ზემოთქმული საშუალებას გვაძლევს გავამრავალფეროვნოთ ახალი გაფართოებადი ცემენტების მიღების გზები და საშუალებები.

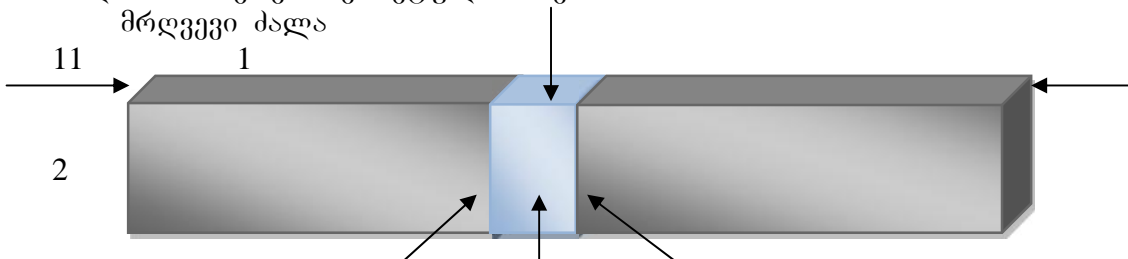
როგორც აღინიშნა, გაფართოებადი ცეცხლგამძლე ცემენტების და მათ ბაზაზედამზადებული ხსნარების ეფექტურობა უნდა გამოვლინდეს თბური ნაგებობის მონოლითურობის შენარჩუნებაში, ე.ი. თბური ზემოქმედების შედეგად ნაგებობის ცალკეულ ელემენტებს შორის უნდა შენარჩუნდეს მონოლითურობა (მთლიანობა), მათ შორის არ უნდა წარმოიქმნას ღრეჩოები და ბზარები. ამ ფაქტის დამადასტურებელი ექსპერიმენტების არსი მდგომარეობს შემდეგში: რიგითი პორტლანდცემენტის საფუძველზე მომზადებული ცეცხლგამძლე

-

«

»

ხსნარისგან ვაყალიბებდით პრიზმის ფორმის მქონე ნიმუშებს ზომით 40x40x70მმ. მათი დამუშავება ხდებოდა ზემოთ აღნიშნული წინასწარი გამაგრების და შრობის რეჟიმებით, შემდეგ ორი პრიზმა თავსდებოდა ყალიბში (310.1...4. 81მიხედვით). წინასწარ ხდებოდა შესაერთებელი ზედაპირების სხვადასხვა მეთოდით დამუშავება (წყლით დასველება, დაღარვა, მარილმუყავის ხსნარით დამუშავება და სხვ.).მათ შორის სიცარიელებებს (პირაპირებს) ვავსებდით გაფართოების სხვადასხვა სიდიდის მქონე ცეცხლგამძლე ხსნარებით (იხ.ნახაზი). შედარებისათვის პირაპირებს ვავსებდით რიგითი პორტლანდცემენტის ბაზაზე დამზადებულიცეცხლგამძლე ხსნარებითაც. ორივე შემთხვევაში ხსნარის შედგენილობა იყო 1:0,3:1. წინასწარი გამაგრების და შრობის შემდეგ ვატარებდით ნიმუშების თბურ დამუშავებას 200-1000°C ტემპერატურულ ინტერვალში. ნიმუშების გამოცდა ხდებოდა ღუნვაზე სიმტკიცის ზღვრის დამდგენ დანადგარზე -100. მრღვევი ძალის მიყენება ხდებოდა პირაპირზე მისი ზედაპირის მართობული მიმართულებით.ღუნვაზე სიმტკიცის არსებობა მიგვანიშნებს კონსტრუქციის მთლიანობაზე, ე.ი. ჰერმეტიულობაზე.



ნახაზი. ცეცხლგამძლე ბეტონის ელემენტებს (1) შორის პირაპირის (2) ზედაპირებს შორის სივრცის გაფართოებადი ცეცხლგამძლე ხსნარით (3) შეერთების (შევისების) სქემა სხვადასხვა გაფართოების მქონე აგც საფუძველზე დამზადებული ცეცხლგამძლე ხსნარებით შექმნილი პირაპირების ღუნვაზე სიმტკიცის მაჩვენებლები ნორმალურ პირობებში გამაგრების, სხვადასხვა ტემპერატურაზე დამუშავების და ჰერმეტიკის გარემოში შენახვის შემდეგ ნაჩვენებია ცხრილში. რიგით პორტლანდცემენტზე დამზადებული ცეცხლგამძლე ხსნარებით შექმნილი პირაპირებს ჯერ კიდევ ნორმალურ პირობებში გამაგრებისას ჩაჯდომის გამო არ ჰქონდათ სიმტკიცე ღუნვაზე (ე.ი. ვერ გვაძლევდნენ მონოლითს). ამიტომ მათი შედეგები არ არის მოყვანილი.

ცეცხლგამძლე ხსნარის გაფართოების სიდიდე, %	სიმტკიცე ღუნვაზე, კგ/სმ ²					
	7 დღელამე ნორმალურ პირობებში გამაგრებისას	შრობის შემდეგ 105-110°C -ზე 32 საათის განმავლობაში	გახურების შემდეგ, °C			800°C-ზე გამომწვარი ნიმუშების სიმტკიცე 7 დღელამე ჰერმეტიკის გარემოში შენახვისას
			300	500	800	
0,54	10,2	10,8	8,20	4,0	1,4	1,0
1,20	18,8	20,1	10,0	4,2	2,2	1,5
1,65	25,1	26,2	15,5	8,6	3,8	2,6
2,20	22,4	22,8	12,4	7,0	2,9	2,0
2,95	21,5	22,0	8,40	5,2	1,8	0,8
3,52	15,8	10,2	2,2	0,7	0,1	არა

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, ცეცხლგამძლე ხსნარის გაფართოების სიდიდის ზრდა დადებითად მოქმედებს მონოლითის ღუნვაზე სიმტკიცის ზრდაზე როგორც ნორმალურ პირობებში გამაგრებისას, ასევე შრობის შემდეგ. აღნიშნულს განაპირობებს არამარტო გაფართოებისას

ბლანტი საბზაო ბიტუმების რეოლოგიური თვისებები

თ. პაპუაშვილი, გ. ჯღამაია, მ. სულამანიძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას
77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია გაუმჯობესებული სტანდარტის პროექტი, სადაც შეტანილია დამატებითი მოთხოვნები და მოყვანილია ევროპულ ნორმებთან შესაბამისობაში. ამ უკანასკნელში უფრო დეტალურადაა მოცემული სხვადასხვა სახის ბიტუმების რეოლოგიური თვისებებისადმი წაყენებული მოთხოვნები, რათა უფრო ობიექტური წარმოდგენა ვიქონიოთ ბიტუმის ე.წ. „ქცევაზე“ ასფალტბეტონის შემადგენლობაში. ახალი სტანდარტის პროექტში ყურადღება გამახვილებულია დინამიკურ სიბლანტეზე 60°C , კინემატიკურ სიბლანტეზე 135°C და დაძველების პროგნოზზე 163°C -ზე.

საკვანძო სიტყვები: ბლანტი ბიტუმი, ინერტული მასალა, კრობადობა, ვისკოზიმეტრი, პარციალური ვაკუუმი, დინამიკური და კინემატიკური სიბლანტე, კალიბრაციის კოეფიციენტი, რეოლოგია, კორელაცია.

1. შესავალი

ბლანტი ბიტუმების რეალური რეოლოგიური თვისებების განსაზღვრა და მათი გათვალისწინება ასფალტბეტონების ნარევის მომზადებისას და ადგილზე დაგების ტემპერატურული რეჟიმების შერჩევისას საშუალებას გვაძლევს მნიშვნელოვნად ავამაღლოთ ინერტული მასალისადმი კრობადობა, ძვრისადმი მდგრადობა და შესაბამისად გავზარდოთ მთლიანობაში ასფალტბეტონის საფარების ხანმდგრადობა, როგორც სტატიკური ისე დინამიკური დატვირთვის შემოქმედების პირობებში.

2. ძირითადი ნაწილი

ამჟამად ბლანტი საბზაო ბიტუმების ხარისხზე მოთხოვნა რეგლამენტირებულია საქართველოში მოქმედი სტანდარტით GOCT 22245-90. ამასთან უნდა აღინიშნოს, რომ მასში არ არის ასახული ბიტუმების რეოლოგიური თავისებურებანი ტექნოლოგიურ და საექსპლუატაციო ტემპერატურებზე. საზღვარგარეთის მოწინავე გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ რეოლოგიური თვისების შეფასება გვაძლევს უფრო ობიექტურ წარმოდგენას ბიტუმის ე.წ. „ქცევაზე“ ასფალტბეტონის შემადგენლობაში. თანამედროვე ეტაპზე დამუშავებულია გაუმჯობესებული სტანდარტის პროექტი, რომელშიც შეტანილია დამატებითი მოთხოვნები და მოსულია შესაბამისობაში ევროპულ ნორმებთან. მოცემულ ნაშრომში შევხებით ძირითად პარამეტრებს, რომელიც მოყვანილია ბლანტი ბიტუმების გაუმჯობესებულ სტანდარტში, კერძოდ:

დინამიკური სიბლანტე 60°C -ზე-ეს პარამეტრი ახასიათებს ბიტუმის რეოლოგიურ თვისებას საფარში ზაფხულის სეზონის ექსპლუატაციის პირობებში. დინამიკური სიბლანტე საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ ასფალტბეტონის საფარის მდგრადობაზე ნაკვალევის წარმოქმნისა და სხვადასხვა პლასტიკური დეფორმაციების მიმართ.

კინემატიკური სიბლანტე 135°C -ზე ეს პარამეტრი ახასიათებს ბიტუმის ტექნოლოგიურ მაჩვენებელს ასფალტბეტონის ნარევის მომზადების პროცესში. მოცემული ტემპერატურული რეჟიმი მაქსიმალურად მიახლოებულია ასფალტბეტონის ნარევის მომზადების და ადგილზე მისი დაგების ტემპერატურასთან, საბზაო საფარების მშენებლობისას.

დაძველების განსაზღვრა თხელ აცსკში RTFOT-ის მეთოდით 163°C-ზე ვინაიდან ბიტუმის შემკვრელის რეოლოგიური თვისებები იცვლება ასფალტბეტონის მომზადების პროცესში და განიცდის ცვლილებას შემდგომი ექსპლუატაციისას, აქედან გამომდინარე დაძველების მოვლენა ითვლება მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილად შემკვრელის თვისებების ნორმირების დროს.

როგორც ცნობილია ასფალტბეტონის ნარევის მომზადების სტადიაზე, აგრეთვე მისი დაგების პროცესში ხდება მისი ინტენსიური ტექნოლოგიური დაძველება. ეს მეთოდი საშუალებას გვაძლევს უფრო ობიექტურად მოვახდინოთ დაძველების პირობების იმიტაცია, ვიდრე დღეს მოქმედი სახელმწიფო სტანდარტი ГОСТ 18180-72 ითვალისწინებს. დაძველების მიმართ ბიტუმის მდგრადობის ამაღლების მოთხოვნების გაზრდა საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ ასფალტბეტონის საფარის მომსახურების ვადა. აგრეთვე ახალი სტანდარტის პროექტში დამატებით გათვალისწინებულია ბიტუმების თვისებათა რიგი მაჩვენებლების ცვლილება დაძველების შემდეგ RTFOT-ის მეთოდით - დინამიკური სიბლანტე - 60°C-ზე, წელვადობა 25°C-ზე, პენეტრაცია 25°C-ზე, სიმყიფის ტემპერატურა და მასის დაკარგვა.

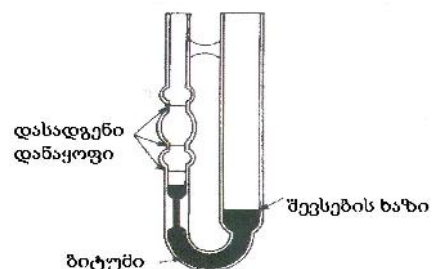
სტანდარტის პროექტში გათვალისწინებულია მოთხოვნათა დაყოფა თვისებათა მაჩვენებლების და კონკრეტული კლიმატური პირობების მიხედვით, რაც გვაძლევს საშუალებას მოვახდინოთ ბიტუმების ხარისხისადმი წაყენებული მოთხოვნების დიფერენცირება, კონკრეტული ექსპლუატაციის პირობებისათვის.

25°C ტემპერატურაზე ნემსის შეღწევადობის სიღრმის მიხედვით პირობითი სიბლანტის მახასიათებელი შევიწროვდა პრაქტიკაში ყველაზე უფრო გამოყენებადი ბიტუმის მარკისათვის, პენეტრაციით 35-დან 100-მდე. დინამიკური და კინემატიკური სიბლანტის განსაზღვრის მეთოდები რეგლამენტირებულია დარგობრივ საგზაო მეთოდოლოგიურ დოკუმენტებში (ОДМ 218. 7.001-2008).

დინამიკური სიბლანტე 60°C-ზე -ის მოთხოვნების თანახმად - ბიტუმის შემკვრელების დინამიკური სიბლანტე განისაზღვრება ვაკუუმის ვისკოზიმეტრით 60°C-ზე, როცა ბიტუმი წარმოადგენს სითხეს, მიახლოებულს ნიუტონის სითხესთან (ძვრის ძაბვა პროპორციულია დეფორმაციის სიჩქარესთან). შემოთავაზებული მეთოდიკის თანახმად ვისკოზიმეტრის მილაკი ივსება ბიტუმის შემკვრელით დიდი მუხლიდან შევსების ხაზის დონემდე. შემდეგ ხელსაწყოს დგამენ თერმოსტატში ტემპერატურით 135°C. შემდგომ ეტაპზე მას მოათავსებენ თერმოსტატირებულ წყლის ან ზეთის აბაზანაში, რომელშიც დაცულია მუდმივი ტემპერატურა 60°C. ამ ოპერაციის შემდეგ ვისკოზიმეტრის ვიწრო მუხლში მიეწოდება პარციალური ვაკუუმი, ბიტუმის შემკვრელის გადადინების სტიმულირებისათვის.

ვაკუუმი აუცილებელია იმისთვის, რომ 60°C-ზე ბიტუმის შემკვრელს ჰქონდეს ბლანტ-პლასტიური თვისებები და არ ჰქონდეს გადადინების საშუალება

გამოცდის პროცესში ფიქსირდება დრო (წამებში), რომელიც აუცილებელია ნივთიერების გადადინებისთვის ორ



ნახ. 1. ვაკუუმური ვისკოზიმეტრი

დადგენილ ნიშნულს შორის. ამ შემთხვევაში დინამიკური სიბლანტე გამოითვლება დროის ნამრავლით ვისკოზიმეტრის კალიბრაციისკოეფიციენტზე.

კინემატიკური სიბლანტე 135°C-ზე - ამ ტემპურაზე ბიტუმის შემკვრელი ხდება საკმაოდ დენადი და შეიძლება გადადინება მოხდეს კაპილარული მილაკიდან მხოლოდ საკუთარი სიმძიმის ძალით, ამიტომაც ამ შემთხვევაში არაა აუცილებელი გამოვიყენოთ პარციალური ვაკუუმი.

ბიტუმის შემკვრელ ნივთიერებას ჩაასხამენ ვისკოზიმეტრის დიდ ნახვრეტში შევსების ხაზამდე. შემდეგ მას ათავსებენ ზეთის აბაზანაში თერმოსტატირებისათვის. დაბალი ვაკუუმი მიეწოდება პატარა ნახვრეტიდან ან მცირე წნევით დიდი ნახვრეტიდან, ბიტუმის გადადინების სტიმულირებისთვის სიფონის სეგმენტზე, უშუალოდ შევსების ხაზის ზემოთ. შემდეგ სიმძიმის ძალის ზემოქმედებით ბიტუმის შემკვრელი ჩაედინება ქვემოთ კაპილარული მილაკის ვერტიკალურ სეგმენტზე. ცდის პროცესში იზომება დრო (წამებში), რომელიც აუცილებელია ბიტუმის გადადინებისათვის ორ დადგენილ დანაყოფს შორის.

სტანდარტის პროექტში შემოთავაზებული მაჩვენებლების ცვლილების რეგრესიული ანალიზი იძლევა საშუალებას გამოავლინოთ ზოგიერთი კანონზომიერება და კორელაციური კავშირები, კერძოდ:

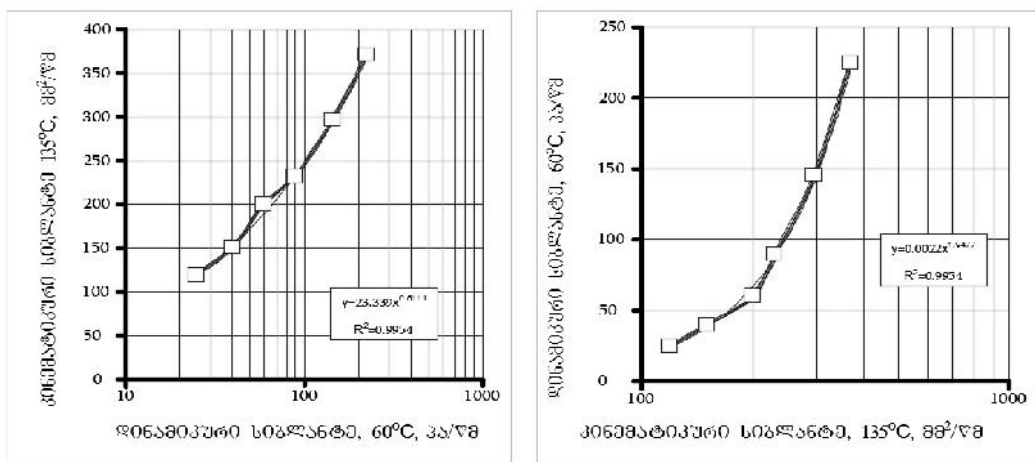
$$C_{30} = 23,339 \cdot \eta_{\text{დინ}}^{0,5111}, \quad (1)$$

$$\eta_{\text{დინ}} = C_{30}^{-1,9477}, \quad (2)$$

სადა C_{30} - კინემატიკური სიბლანტე, მმ²/წმ; $\eta_{\text{დინ}}$ - დინამიკ. სიბლანტე, პა*წმ.

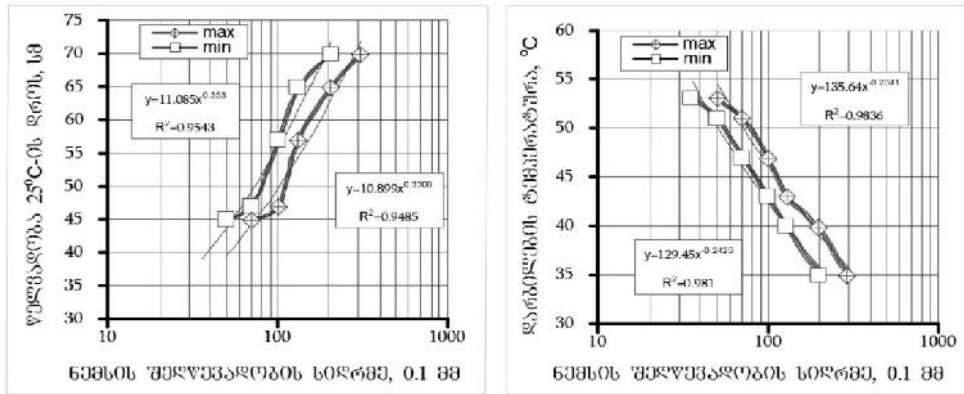


ნახ. 2. ვისკოზიმეტრი Zeifuchs დამჭირებით



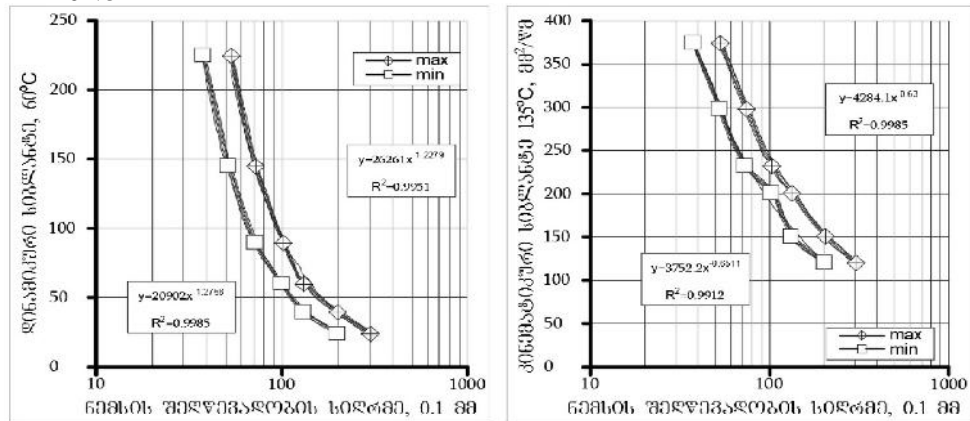
ნახ. 3. კინემატიკური და დინამიკური სიბლანტის ცვლილება სხვადასხვა მარკის საგზაო ნავთობბიტუმებისათვის

დადგენილია, რომ დინამიკური და კინემატიკური სიბლანტის მნიშვნელობების კორელაცია ურთიერთ შორის ხდება 99%-იანი საიმედოობით. მიღებული ხარისხობრივი დამოკიდებულება შეიძლება გამოყენებული იქნას შესაფასებელი მაჩვენებლების პროგნოზისათვის. სტანდარტის დანერგვის პირველ ეტაპზე საგზაო მშენებლობის პრაქტიკაში სტატისტიკური მონაცემების შეგროვებისათვის მიზანშეწონილია განვახორციელოთ აუცილებელი ექსპერიმენტალური შემოწმება სერტიფიცირებულ აკრედიტირებულ ლაბორატორიებში. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ სამწუხაროდ დღევანდელი რეალობიდან გამომდინარე ყველა ლაბორატორია არ არის აღჭურვილი პარციალური და ვაკუუმური ვისკოზიმეტრით. კინემატიკური და დინამიკური სიბლანტეების ცვლილება სხვადასხვა მარკის საგზაო ბიტუმებისათვის სახელმწიფო სტანდარტის პროექტის მიხედვით ნაჩვენებია ნახ. 3-ზე.



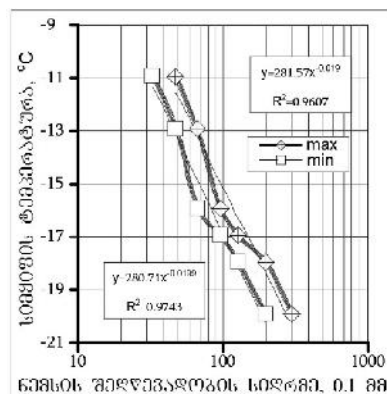
ნახ. 4. ბიტუმის წელვადობის და დარბილების ტემპერატურის ცვლილება ნემსის შეღწევის სიღმეზე დამოკიდებულებით

ერთდროულად მიღებულია მდგრადი ხარისხობრივი მათემატიკური გამოსახულებები ბლანტი საგზაო ბიტუმების თვისებების ყველა ნორმირებული მახვენებლის ცვლილებისათვის, 25°C-ზე ნემსის შეღწევადობის სიღრმის მახვენებლის მიხედვით. (ნახ.4).



ნახ. 5. ბიტუმის სიმეიფის ტემპერატურის ცვლილება სიბლანტეზე დამოკიდებულებით

ნახ.5-ზე ნახვენებია სიმეიფის ტემპერატურის ცვლილება სიბლანტეზე დამოკიდებულებით, რომელსაც აგრეთვე გააჩნია საკმაოდ მაღალი კორელაცია (0,961-0,974-ის ფარგლებში).



ნახ.6. ბიტუმის დინამიკური და კინემატიკური სიბლანტის ცვლილება ნემსის შეღწევის სიღმეზე დამოკიდებულებით

ამავე ნახაზზე წელვადობის მახვენებლისათვის დადგენილია, რომ მიღებულ რეგრესიულ მოდელს გააჩნია კორელაციური კავშირი 0,949-დან 0,954-მდე. ანალოგიურად დარბილების ტემპერატურისათვის მრავალჯერადი კორელაციის კოეფიციენტი შეადგინა 0,981-დან 0,984-მდე.

კიდევ უფრო დიდი სიზუსტით კორელირდება ურთიერთ შორის ნემსის შეღწევადობის სიღრმე დინამიკურ (0,995-0,999) და კინემატიკურ (0,991-0,999) სიბლანტეს შორის (ნახ. 6).

მიღებული შედეგები ადასტურებენ, რომ ქვედა ზღვრული მნიშვნელობის მიხედვით სხვადასხვა მარკის ბიტუმებისათვის პენეტრაციის ინდექსი მოთავსებულია 0-2,5 ის ფარგლებში და ყოველთვის არ ჯდება 22245-ით მოთხოვნილ (-1 დან +1 მდე) ქვედა ზღვარზე. მიზანშეწონილია დავაკორექტიროთ ამ მაჩვენებლის მოთხოვნები ქვედა ზღვარის მიხედვით (1,4-მდე და მეტი ბიტუმებისათვის, პენეტრაციისათვის 130 და მეტი) ან გადავხედოთ მოთხოვნებს, რომელიც წაეყენება დარბილების ტემპერატურას.

ბლანტი საგზაო ბიტუმების და პოლიმერით მოდიფიცირებული ბიტუმოვანი შემკვრელების რეოლოგიური თვისებების გათვალისწინება ტექნოლოგიური და საექსპლუატაციო ტემპერატურების ფართო დიაპაზონში მოგვცემს საშუალებას გაცილებით საფუძვლიანად დავნიშნოთ ორგანული შემკვრელების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესები ნავთობგადამამუშავებელ საწარმოებში, ასფალტბეტონის ნარეგების მომზადების რეჟიმი საგზაო სამშენებლო ინდუსტრიის ორგანიზაციებში, დაგების ტექნოლოგია და ასფალტბეტონის ნარეგების დატკეპნის პროცესები.

ეს საშუალებას მოგვცემს ჩავატაროთ პროგნოზი ბიტუმბინერალური ნარეგის საიმედოობაზე სამუშაო ტემპერატურათა ფართო დიაპაზონში და შევაფასოთ საფარის ხანმედეგობა საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების საექსპლუატაციო პირობებში. დაკვირვებებით და ცდებით დადგენილია, რომ საგზაო ბლანტი ბიტუმების თვისებათა მაჩვენებლების სტანდარტებს შორის არსებობს სტაბილური კორელაციური კავშირი ($K_{კორ}=0,949-0,999$). ბიტუმების მიღებული თვისებები ნათლად არის აღწერილი რეგრესიული მოდელის ამ სახით $y=bx^a$, რაც საშუალებას გვაძლევს განსაზღვრული საიმედოობით განვახორციელოთ მათი სტანდარტული მაჩვენებლების ოპერატიული პროგნოზი.

3. დასკვნა

- აღგენილი იქნა, რომ დინამიკური და კინემატიკური სიბლანტის მნიშვნელობების კორელაცია ურთიერთ შორის ხდება 99%-იანი საიმედოობით.
- მიღებულია მდგრადი ხარისხობრივი მათემატიკური გამოსახულებები ბლანტი საგზაო ბიტუმების თვისებების ყველა ნორმირებული მაჩვენებლების ცვლილებისათვის, 25°C-ზე ნემსის შეღწევადობის სიღრმის მიხედვით.
- წელვადობის მაჩვენებლებისათვის დადგენილია, რომ მიღებულ რეგრესიულ მოდულს გააჩნია კორელაციური კავშირი 0,949-დან 0,954-მდე.
- დარბილების ტემპერატურისათვის მრავალჯერადი კორელაციის კოეფიციენტი გამოისახა 0,981-0,984-ის ფარგლებში.
- ბლანტი საგზაო ბიტუმების რეოლოგიური თვისებების გათვალისწინებით ტექნოლოგიური და საექსპლუატაციო ტემპერატურების ფართო დიაპაზონი მოგვცემს საშუალებას მიზანმიმართულად დავნიშნოთ ორგანული შემკვრელების წარმოების ტექნოლოგიური პროცესები, ზუსტად შევარჩიოთ ასფალტბეტონების ნარეგების მომზადების რეჟიმი, დაგების ტექნოლოგია და დატკეპნის სათანადო პროცედურები.

ლიტერატურა

1. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.
2. ОДМ218.7.001-2008 Рекомендации по методам определения физико-химических свойств вязких нефтяных дорожных битумов.
3. ГОСТ 18180-72. Битумы нефтяные. Метод определения изменения массы после прогрева.
4. Золотарев В.А. Реологические свойства асфальтовязущего при динамическом деформировании. 2010.

რკინაბეტონის კონსტრუქციული ელემენტების მუშაობისა და რღვევის მიქანიზმის კვლევა

ლ. კახიანი, მ. თავაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.№77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: წინამდებარე სტატიაში განხილულია სხვადასხვა მკვლევარი მეცნიერების მიერ ჩატარებული რკინაბეტონის კონსტრუქციული ელემენტების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შესწავლა სეისმური დატვირთვის ზემოქმედებისა და საექსპლუატაციო ვარგისიანობის უზრუნველსაყოფად. განხილულია შემთხვევები, როდესაც შეკუმშულ ელემენტზე რეალურად მოქმედებს მღუნავი მომენტი, გრძივი ძალა და მგრები მომენტი. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ მიწისძვრისგან დანგრეული ნაგებობების უმრავლესობა მგრები მომემტით არის გამოწვეული.

საკვანძო სიტყვები: შენობები და ნაგებობები, რკინაბეტონის კონსტრუქციები, სეისმდეგობა, ღუნვა, გრება, კუმშვა, ძალები.

1. შესავალი

მშენებლობის დარგში სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი მოითხოვს შენობებისა და ნაგებობების კონსტრუქციების ზიდვის უნარისა და საექსპლუატაციო ვარგისიანობის უზრუნველსაყოფად პროექტირების მეთოდების განუწყვეტლივ სრულყოფას. ოპტიმალური პროექტირების საინჟინრო კრიტერიუმების სრულყოფისათვის, აუცილებელია რკინაბეტონის მუშაობის სრულიად ახლებურად შესწავლა და საანგარიშო მოდელების დაზუსტება. დასაბუთებული პრაქტიკული რეკომენდაციებისა და ნორმატიული დოკუმენტების შექმნის საფუძველი კი რკინაბეტონის თეორიის შემდგომი განვითარებაა. ამიტომაც აუცილებელია, მიზანდასახული ექსპერიმენტულ-თეორიული კვლევების ჩატარება, რათა შესწავლილი იქნას ჯერ კიდევ შეუსწავლელი საკითხები, კერძოდ, რთულ დეფორმირებულ მდგომარეობაში მყოფი რკინაბეტონის კონსტრუქციების ხანმოკლე და ხანგრძლივი სიმტკიცის განსაზღვრა სტატიკური და სეისმური დატვირთვისას.

2. ძირითადი ნაწილი

რკინაბეტონის კონსტრუქციული ელემენტების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შესწავლა სეისმური ზემოქმედებისას, წარმოადგენს ერთ-ერთ აქტუალურ მიმართულებას ნაგებობების სეისმომდეგობის სფეროში, ვინაიდან სეისმური ზემოქმედება შეიძლება განხილული იქნას, როგორც ნიშანცვლადი მცირე ციკლური დატვირთვა. დღემდე ჩატარებული ექსპერიმენტულ-თეორიული გამოკვლევები, რომლებიც ჩატარებულია ჩვენთან [4;5] და საზღვარგარეთ [1;2;3] სრულად ვერ ასახავენ რღვევის შემთხვევებს. ამ საკითხის შესწავლა მნიშვნელოვანია იმდენად, რამდენადაც სეისმური დატვირთვის ზემოქმედების დროს რკინაბეტონის კონსტრუქციული ელემენტების ბზარწარმოქმნის მომენტი,

ზღვრული ზიდვის უნარი და რღვევის ხასიათი ხშირ შემთხვევაში გამოწვეულია გრეხით.

შესასწავლია შენობა-ნაგებობების რკინაბეტონის ელემენტების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის კანონზომიერებანი, დაზიანების დაგროვების ხასიათი, რღვევის ფორმები, სიმტკიცის და დეფორმაციის ცვლილების ხასიათი, ხანგამძლეობა. რაც მთავარია, შესაქმნელია უახლესი ტექნოლოგიებით შექმნილი საანგარიშო აპარატი, რომელიც გაითვალისწინებს ერთდროულად მღუნავი მომენტების, მგრეხი მომენტებისა და მკუმშავი ძალის ერთდროულ ზემოქმედებას.

ამ საკითხების შესწავლას მიედვნა მრავალი მეცნიერის ი. გვოზდევის, ს. ალექსანდროვსკის, მ. გიფშაძანის და სხვათა ნაშრომები.

ჩვენ ქვეყანაშიც წლების წინ ჩატარებული სამეცნიერო-საკვლევი სამუშაოები [4;5], რომელიც მიძღვნილი იყო რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შესწავლისათვის დღეისათვის საკმარისი არ არის.

უკანასკნელ წლებში გამოქვეყნებულ ლიტერატურაში განსაკუთრებით დიდი ყურადღება აქვს დათმობილი კვლევებს, სადაც შესწავლილია კონსტრუქციული ელემენტების ქცევა ერთჯერად და მრავალჯერ განმეორებადი დატვირთვის დროს [4;5]. ამ სამუშაოთა საფუძველზე ჩამოყალიბდა გარკვეული შეხედულებები რკინაბეტონის ელემენტების სიმტკიცისა და დეფორმაციული თვისებების ცვლილების, პლასტიური დეფორმაციების დაგროვების, ბზარების გახსნის შესახებ და სხვა.

სეისმური ტიპის დატვირთვების გავლენის შესწავლა რკინაბეტონის კონსტრუქციულ ელემენტებზე განსაკუთრებით ფართოდ არის წარმოდგენილი ქართველ სპეციალისტთა მიერ შესრულებულ კვლევებში, რომლებიც ტარდებოდა პროფესორების კ. ზაგრივეის, შ. ნაფეტვარიძის, გ. ქარცივაძის, ჯ. ესაიაშვილის, გ. აბაშიძის, პ. ლუტიძის, ა. პირადოვის და სხვათა ხელმძღვანელობით, რაც დღესაც მეტად აქტუალურია ჩვენი ქვეყნისათვის, რომელიც სეისმურად აქტიურ რეგიონში მდებარეობს.

ბოლო წლების მიწისძვრების შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ შენობა-ნაგებობების რკინაბეტონის ელემენტების ჩარჩოვანი ტიპის კონსტრუქციების დაპროექტებისა და გაანგარიშების საკითხებში ყველაფერი რიგზე არ არის. ამავე კვლევებმა გვიჩვენა, რომ მზიდი რკინაბეტონის კონსტრუქციები მნიშვნელოვნად ზიანდებიან მღუნავი და მგრეხი მომენტების ერთობლივი მოქმედებისას, მგრეხი მომენტისა და მკუმშავი ძალის ზემოქმედების გამო. მნიშვნელოვანია ის გარემოებაც, რომ ექსპერიმენტულ-თეორიულ სამუშაოებში, რომელიც მიძღვნილია გრეხის საკითხებისადმი და შესრულებულია ა. გვოზდევის, ვ. ბაიკოვის, ა. ზალესოვის, ი. აიზერბერგის, გ. ქარცივაძის, ლ. კახიანის, [4;5], ჯ. ესაიაშვილის და სხვათა მიერ, განიხილება რკინაბეტონის კონსტრუქციების თავისებურებანი სეისმური დატვირთვის მაღალი დონის დროს, მაგრამ ისინი ყოველთვის ვერ იქნა გამოყენებული კონსტრუქციების სიმტკიცის შესაფასებლად.

ლიტერატურაში მოცემული ექსპერიმენტულ-თეორიული სამუშაოების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ რკინაბეტონის კონსტრუქციათა უმეტესი ნაწილი ექსპლუატაციის დროს განიცდის რთული ძალური ფაქტორების კომპლექსურ ზემოქმედებას. სხვადასხვა ქვეყნებში ძლიერი მიწისძვრების შედეგების ანალიზმა დაგვანახა, რომ მზიდი რკინაბეტონის კონსტრუქციების მნიშვნელოვანი დაზიანებები ნიშანცვლადი მგრეხი მომენტის აღძვრის გამო ხდება. ამგვარი ტიპის დაზიანებები ხდება არა მარტო ნაგებობის ფუძის მოძრაობის ტალღური ხასიათის და არასიმეტრიული შენობების არსებობის გამო [4], რომელსაც ახასიათებს მასების არარეგულარული განლაგება და სიხისტის

ცვლილება, არამედ აბსოლუტურად სიმეტრიული შენობების კონსტრუქციებშიც, რაც, ჩვენი აზრით, გამოწვეულია ბეტონის არაერთგვაროვნებით და მისი სიმტკიცის მახასიათებლების განბნევის გამო. მზიდ კონსტრუქციებში არაერთდროულად აღიძვრება მნიშვნელოვანი არადრეკადი და ნარჩენი დეფორმაციები. დეფორმაციების ასეთი არაერთდროული წარმოქმნა და შესაბამისად მნიშვნელოვნად განსხვავებული დაზიანებების აღძვრა სხვადასხვა კონსტრუქციებში ხელს უწყობს გრეხის პროცესის განვითარებას.

3. დასკვნა

სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერების კვლევების შედეგების განხილვის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ:

1. არ არსებობს გამოკვლევები, რომლებშიც საფუძვლიანად შეისწავლებოდეს ნიშანცვლადი მგრეხი მომენტის ზემოქმედება ცალკე, მით უმეტეს, მღუნავ მომენტთან და მკუმშავ ძალასთან ერთად.
2. გართულებულია ღუნვა და შეკუმშული რკინაბეტონის ელემენტების სიმტკიცის და დეფორმაციულობის სწორი შეფასება, რომელიც სეისმური დატვირთვის ზემოქმედების დროს დამატებით განიცდიან გრეხას.
3. რთულად დეფორმირებადი რკინაბეტონის ელემენტების სეისმომდეგობის საიმედო შეფასებისათვის აუცილებელია მათი ქცევის ხასიათისა და რღვევის მექანიზმის დადგენა სეისმური ტიპის ძალების ზემოქმედებისაგან.

ლიტერატურა

1. А. Гвоздев - О пересмотре способов расчета железобетонных конструкций – Госстроиздат, М. 1934.
2. В. Мурашов – Расчет железобетонных элементов по стадии разрушения - Госстроиздат, М. 1938.
3. В. Баиков – Железобетонные конструкций – М.
4. Г. Карцивадзе, Л. Кахиани – Определение сейсмических усилия многоэтажных каркасных зданиях при поперечно-крутильных колебаниях – Строительные конструкции и расчет сооружений – Тбилиси 1978.
5. Д. Эсаишвили – Прочность и деформативность железобетонных элементов при совместном одностороннем и двухстороннем воздействии изгибающих и крутящих моментов – Госкомиздат ГССР, Тбилиси 1987.

საპირაპირო ღრეჩოების მდგომარეობის ანალიზი და რგოლური ლიანდაგის სამედლოობის პრობნოზირება

ნ. რურუა, ლ. ჩხეიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია საპირაპირო ღრეჩოების მდგომარეობის ანალიზი და რგოლური ლიანდაგის სამედლოობის პროგნოზირების საკითხები. გაანალიზებულია საპირაპირო ღრეჩოების მოწყობის და მოვლა-შენახვის არსებული ნორმატიული დოკუმენტები, რომლებიც სრულად ვერ პასუხობენ 25 მეტრიანი რელსების ექსპლუატაციის მოთხოვნებს ურთიერთსაწინააღმდეგო რეკომენდაციების შემცველობის გამო. შემოთავაზებულია საპირაპირო ღრეჩოების მნიშვნელობების დაჯგუფების ხერხი ინტერვალური სტატისტიკური რიგის დახმარებით. განსაზღვრულია პიკეტურ ტემპერატურთა ფაქტიური მკუმშავი ვარდნის მნიშვნელობები. წარმოდგენილია საპირაპირო ღრეჩოების გახსნის გრაფიკის ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელია დასკვნებისა და რეკომენდაციების გაცემა რგოლური ლიანდაგის მუშაობის საიმედოობაზე მინიმალური საანგარიშო ტემპერატურის დადგომის მომენტში, საპირაპირო ღრეჩოების გარეკვის ან რეგულირების გადაუდებელი სამუშაოების შესრულების საჭიროების შესახებ.

საკვანძო სიტყვები: რელსი, რგოლური ლიანდაგი, საპირაპირო ღრეჩო, საპირაპირო ღრეჩოების გარეკვა და რეგულირება, ინტერვალური სტატისტიკური რიგი, ტემპერატურთა ფაქტიური მკუმშავი ვარდნა, რგოლური ლიანდაგის მდგრადობა.

1. შუსავალი

საქართველოს რკინიგზაზე 25 მეტრიანი რელსების ექსპლუატაცია არსებული საპირაპირო ღრეჩოებით იწვევს გარკვეულ სიძნელეებს. ზამთრში იზრდება ჭანჭიკების ჭრის და პირაპირების გაწყვეტის შემთხვევები, რომლებიც იწვევენ მოძრაობის შეფერხებას და სხვა დაუშვებელ შედეგებს. ზაფხულში მაქსიმალური საანგარიშო ან მასთან ახლოს მდგომი ტემპერატურის დადგომისას ხდება რგოლური ლიანდაგის გაგდება, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მატარებლის მარცხი და ავარია.

ამჟამად რგოლური ლიანდაგის საპირაპირე ღრეჩოების მთლიანი გაზომვა წარმოებს წელიწადში ორჯერ: გაზაფხულზე და შემოდგომაზე. სალიანდაგო მეურნეობის მუშაკებს უნდა შეეძლოთ საპირაპირო ღრეჩოების ფაქტიური მდგომარეობის ანალიზი, ღრეჩოების გარეკვის და რეგულირების სხვადასხვა გადაუდებელი ღონისძიებების გამოყენების აუცილებლობის განსაზღვრა, რომლებიც უზრუნველყოფენ რგოლური ლიანდაგის საიმედო მუშაობას და მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების მაღალ დონეს.

არსებულ ნორმატიულ დოკუმენტაციებში, რომლებიც განსაზღვრავენ საპირაპირო ღრეჩოების მოწყობის და მოვლა-შენახვის პირობებს, არ არის განსაზღვრული მკაცრი მოთხოვნები ღრეჩოების თავიდან დაყენების სისწორეზე და ექსპლუატაციის პროცესში მის შემდგომ მოვლა-შენახვაზე. აღნიშნული დოკუმენტები სრულად ვერ პასუხობს 25 მეტრიანი რელსების ექსპლუატაციის მოთხოვნებს, შეიცავს ზოგიერთ გაურკვეველ, ურთიერთსაწინააღმდეგო რეკომენდაციებს და გარკვეულწილად მოძველებულია.

2. პირითაღი ნაწილი

საპირაპირო ღრეჩოების საგაზაფხულო გაზომვის მდგომარეობის გაანგარიშებისა და ანალიზის საფუძველზე ხდება მოცემულ უბანზე რგოლური ლიანდაგის მუშაობის საიმედოობის პროგნოზირება ლიანდაგის მდგრადობის მიხედვით და გაიცემა რეკომენდაციები საპირაპირო ღრეჩოების გარეკვის ან რეგულირების გადაუდებელი სამუშაოების შესრულების საჭიროების შესახებ. წაძვრის არსებობისას შემთხვევაში წინააღმდეგობით ახდენენ 25 მეტრიანი რელსების საპირაპირო ღრეჩოების დამატებით გაზომვებს მოსალოდნელი ექსტრემალური ან მასთან ახლოს მდგომი ტემპერატურის დადგომისას.

საპირაპირო ღრეჩოების საშემოდგომო გაზომვების და ზამთარში მოსალოდნელი პირაპირების გახსნის აგებული გრაფიკის ანალიზის საფუძველზე გაიცემა დასკვნები და რეკომენდაციები რგოლური ლიანდაგის მუშაობის საიმედოობაზე მინიმალური საანგარიშო ტემპერატურის დადგომის მომენტში, ასევე იმ პიკეტებში და პირაპირებში, სადაც შესაძლოა პირაპირებში ჭანჭიკების ჭრა ან გაწყვეტა, საპირაპირო ღრეჩოების გარეკვის ან რეგულირების გადაუდებელი სამუშაოების შესრულების საჭიროების შესახებ.

გაანგარიშებები ჩატარებული იქნა ახალქალაქი-ნინოწმინდის უბანის ხის შპალეტიანი ომბოხურსამაგრებიანი რგოლური ლიანდაგის (რელსების სიგრძე 25მ, რელსის ტიპი P65, ექვსნახვრეტიანი ზესადები) ერთ კილომეტრისათვის ($t_{max} = +57^{\circ}C$, $t_{min} = -38^{\circ}C$). გაზომილ იქნა საპირაპირო ღრეჩოების სიდიდეები $t_{\text{ღ}} = +5^{\circ}C$ ტემპერატურის დროს (ცხრ.1)

ცხრილი 1

საპირაპირო ღრეჩოების გაზომვის შედეგები $t_{\text{ღ}} = +5^{\circ}C$ ტემპერატურის დროს

მარცხენა დაფი	7	2	9	9	4	4	12	5	7	4	3	6	10	8	13	14	13	14	7	6
პკ	1				2				3				4				5			
მარჯვენა დაფი	1	5	2	5	1	4	1	7	6	5	5	1	5	7	2	3	10	8	3	5
მარცხენა დაფი	11	10	5	8	7	11	9	12	10	9	17	13	14	15	16	5	3	4	1	2
პკ	6				7				8				9				10			
მარჯვენა დაფი	12	3	4	10	5	2	3	12	2	4	2	4	6	5	4	5	1	8	6	3

განსახილველ უბანზე მარცხენა დაფზე ღრეჩოების სიდიდე იცვლება 1-დან 17 მმ-მდე, ხოლო მარჯვენა დაფზე 1-დან 12 მმ-მდე (ცხრ.1), რაც არ აღემატება ღრეჩოს კონსტრუქციულ მნიშვნელობას.

შესწავლილ იქნა სტატისტიკური მონაცემები, ანუ მონაცემები იმის შესახებ, თუ რა მნიშვნელობას მიიღებს ღრეჩოს სიდიდე დაკვირვების პერიოდში. საპირაპირო ღრეჩოების მნიშვნელობების დაჯგუფება მოხდა ინტერვალური სტატისტიკური რიგის დახმარებით. ამისათვის განისაზღვრა ამოკრების დანაწილების ინტერვალების რაოდენობა, ასევე ღრეჩოს უწყვეტი შემთხვევითი მნიშვნელობების ინტერვალური სტატისტიკური რიგის სიგრძე და საზღვრები (1) და (2) ფორმულების საშუალებით:

$$h = (X_{max} - X_{min}) / k \tag{1}$$

სადაც X_{max} და X_{min} - შესაბამისად საპირაპირო ღრეჩოს მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობაა, მმ;

k - ამოკრების დანაწილების ინტერვალების რაოდენობა,

$$k \approx 1 + 3,322 \lg n \tag{2}$$

n - გაანალიზებული ღრეჩოების რაოდენობა.

$$k \approx 1 + 3,322 \lg 80 \approx 7,3 \text{ ინტერვალი; } h = (17 - 1) / 7 = 2,3.$$

ინტერვალების რაოდენობა არ უნდა იყოს 7-ზე ნაკლები ყოველ 2მმ-ში.

განსახდურულ იქნა პიკეტურ ტემპერატურთა ფაქტიური მკუმშავი ვარდნა (3) ფორმულით, ამასთან (4) ფორმულით წინასწარ გამოთვლილ იქნა პიკეტზე საშუალო ღრეხოს მნიშვნელობა.

$$\Delta t_{კუმ.} = t_{max} - (t - \gamma_{საშ} / r l) = t_{max} - t - 3,4 \gamma_{საშ} \quad (3)$$

სადაც t – ტემპერატურაა, რომლის დროსაც ხდება საპირაპირო ღრეხოების გაზომვა, °C ;

$\gamma_{საშ}$ – საპირაპირო ღრეხოს საშუალო სიდიდე ორივე სარელსო ძაფზე, მმ;

3,4 – ტემპერატურათა სხვაობა, რომლის დროსაც 25 მეტრიანი რელსი სიგრძეს იცვლის 1 მმ-ით.

პიკეტზე საპირაპირო ღრეხოს საშუალო მნიშვნელობა გაანგარიშებულ იქნა

ფორმულით

$$\gamma_{საშ} = \frac{\sum \gamma_i^{მარჯ.} + \sum \gamma_i^{მარც.}}{8} \quad (4)$$

სადაც $\sum \gamma_i^{მარჯ.}$ და $\sum \gamma_i^{მარც.}$ – საპირაპირო ღრეხოების ჯამური მნიშვნელობაა შესაბამისად მარჯვენა და მარცხენა ძაფისათვის, მმ.

პირველი პიკეტისთვის იგი ტოლია

$$\gamma_{საშ} = (7 + 2 + 9 + 9 + 1 + 5 + 2 + 5) / 8 = 5,0 \text{ მმ};$$

$$\Delta t_{კუმ.} = 57 - 5 - 3,4 \times 5,0 = 35 \text{ } ^\circ C$$

გაანგარიშების შედეგები სხვა პიკეტებისთვისაც მოტანილია ცხრილ 2-ში.

ცხრილი 2

ტემპერატურთა მკუმშავი ვარდნის გაანგარიშება

პიკეტი	$\gamma_{საშ}$, მმ	t_{max} °C	$t_{ღ.}$ °C	$t_{კუმ.}$ °C	პიკეტი	$\gamma_{საშ}$, მმ	t_{max} °C	$t_{ღ.}$ °C	$t_{კუმ.}$ °C
1	5,0	+57	+5	35	6	7,9	+57	+5	25
2	4,8			36	7	7,6			26
3	4,6			36	8	7,6			26
4	7,8			25	9	8,8			22
5	8,3			24	10	3,5			40

გაანგარიშების საფუძველზე აგებულ იქნა ტემპერატურათა ფაქტიური მკუმშავი ვარდნის $\Delta t_{კუმ.}$ გრაფიკები მოცემულ კილომეტრზე (ნახ.1.ა), რომელიც უნდა შედარდეს დასაშვებს. გრაფიკზე წყვეტილი ხაზით გავლებულია $[\Delta t_y]$ P65 ტიპის რელსებიანი რგოლური ლიანდაგის მდგრადობის პირობით დასაშვები მნიშვნელობა, სწორი და მრუდე უბნებისათვის რადიუსით 600მ და 300მ, რომლთათვისაც Δt_y შესაბამისად ტოლია 38° C , 30° C და 16° C .

საპირაპირო ღრეხოების მაქსიმალურად შესაძლო მნიშვნელობების გაანგარიშების შედეგები (5) ფორმულით მინიმალური საანგარიშო ტემპერატურის დადგომისას მოცემულია (ნახ.1.ბ).

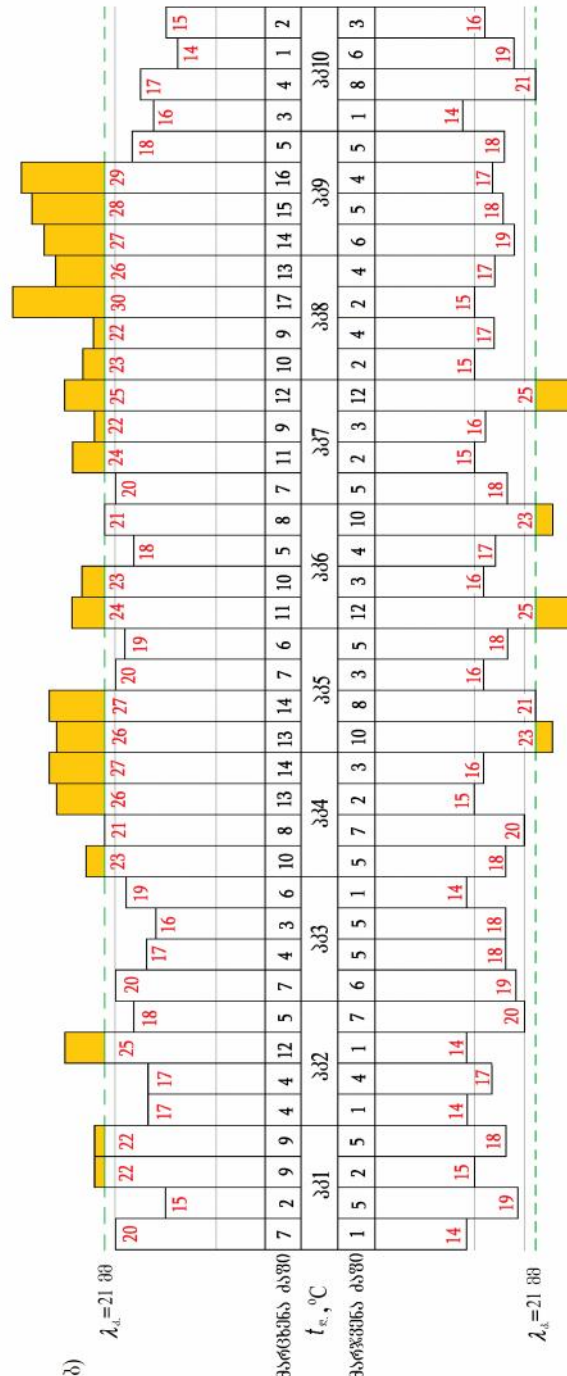
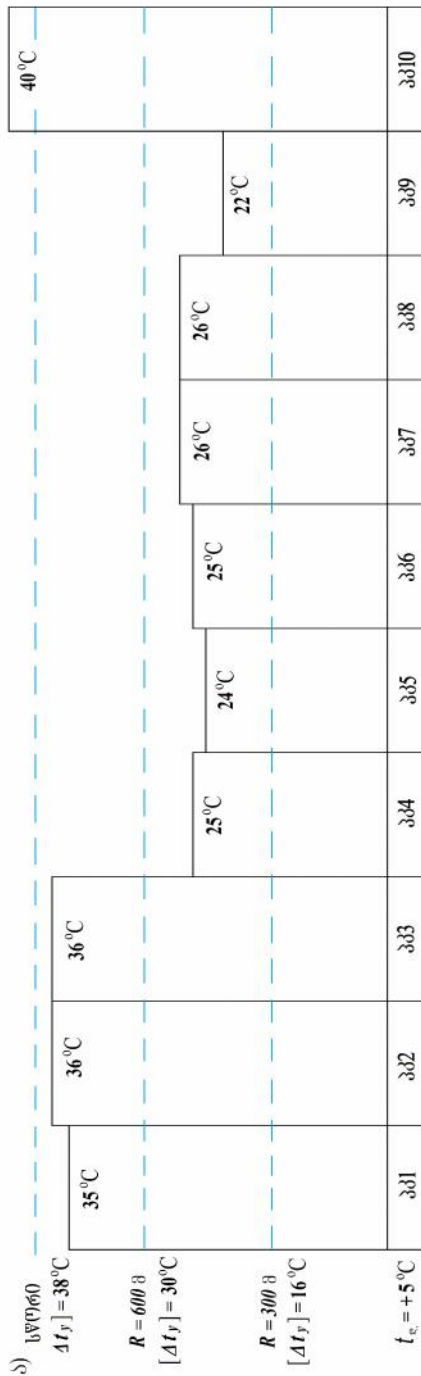
$$\gamma' = r l (t - t_{min}) = 0,295 (t - t_{min}) \quad (5)$$

სადაც $\gamma_{ფ}$ – ფაქტიური საპირაპირო ღრეხოს სიდიდე მარჯვენა ან მარცხენა ძაფზე, მმ;

t – ფაქტიური საპირაპირო ღრეხოს შესაბამისი ტემპერატურა (საპირაპირო ღრეხოს გაზომვის ტემპერატურა) °C .

მარჯვენა ძაფზე კილომეტრის თითქმის მთელ სიგრძეზე მე-17, მე-18, 21-ე, 24-ე, 28-ე და 38-ე ღრეხოების გარდა საჭიროა ყველა საპირაპირო ღრეხოს გაზრდა 5 – მმ-ით. ეს სამუშაო გადატანილ უნდა იქნეს გაზაფხულზე საპირაპირო ღრეხოების მთლიანი საგაზაფხულო გაზომვების შემდეგ.

მარცხენა სარელსო ძაფზე მე-4, მე-5, მე-8 და მე-9 პიკეტებში საჭიროა ყველა ღრეხოს შემცირება, რადგანაც საპირაპირო ღრეხობმა ზამთრის პერიოდში შეიძლება მიაღწიოს 28-30 მმ-ს. საპირაპირო ღრეხობის ასეთმა მდგომარეობამ შეიძლება გამოიწვიოს ჭანჭიკების გადაჭრა და პირაპირების გაწყვეტა, ამიტომ აღნიშნულ პიკეტებში საპირაპირო ღრეხობის რეგულირება აუცილებლად უნდა ჩატარდეს სიცივეების დაწყებამდე. 25 მეტრიანი რელსების ექსპლუატაციისას ჭანჭიკების 7 გრადუსიანი გაღუნვით ზაფხულის პერიოდში იოლდება ტემპერატურული მუშაობა, ხოლო ზამთარში იწვევს საპირაპირო ღრეხობის და პირაპირის ზონაში რელსებზე მოძრავი შემადგენლობის თვლების დინამიკურ ზემოქმედებას.



ნახ.1. რეგულური ლიანდაგის მუშაობის საიმედოობის ანალიზი: ა - ლიანდაგის მდგრადობით მაქსიმალური საანგარიშო ტემპერატურის დადგომისას; ბ- ჭანჭიკების გაღუნვის და ჭრის დროს მინიმალური საანგარიშო ტემპერატურის დადგომისას.

3. ღასკვნა

ტემპერატურათა ფაქტიური და დასაშვები მკუმშავი ვარდნის გრაფიკის ანალიზის შედეგად შესაძლებელია შემდეგი დასკვნების გაკეთება:

- სწორ უბნებზე მხოლოდ მე-10 პიკეტში ტემპერატურათა ფაქტიური მკუმშავი ვარდნა აჭარბებს დასაშვებ მნიშვნელობას, რაც საფრთხეს უქმნის რელსსაშპალო გისოსის მდგრადობას მაქსიმალური საანგარიშო ან მასთან ახლოს მდგომი ტემპერატურის დადგომის მომენტში. აღნიშნულ პიკეტზე აუცილებელია საპირაპირო ღრეჩოების რეგულირება ან გარეკვა, ანუ ღრეჩოები უნდა გაიზარდოს ნორმალურ მნიშვნელობებამდე. კილომეტრის დანარჩენ უბნებზე ზაფხულში უზრუნველყოფილი იქნება 25 მეტრიანი რელსების ნორმალური ექსპლუატაცია, ამიტომ დამატებითი სამუშაოების ჩატარება არ არის საჭირო;

- მრუდებში რადიუსით 600 მ და მეტი ტემპერატურათა ფაქტიური მკუმშავი ვარდნა, რომელიც აჭარბებს დასაშვებს დაფიქსირებულია 1, 2, 3 და 10 პიკეტებში. რგოლური ლიანდაგის მდგრადობის პირობით დარღვევის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა ღრეჩოების გადიდება, 25 მეტრიანი რელსების ღრეჩოების რეგულირების და გარეკვის სამუშაოების ჩატარება. დანარჩენ უბნებზე ზემოთ აღნიშნული სამუშაოების ჩატარება არ არის საჭირო;

- მრუდებში რადიუსით 300 მ და ნაკლები ლიანდაგის გაგდების საშიშროება შენარჩუნებულია მთელ კილომეტრზე. 25 მეტრიანი რელსების ღრეჩოების რეგულირების და გარეკვის სამუშაოების ჩატარების დროს აუცილებელია საპირაპირო ღრეჩოების გადიდება.

ფაქტიური ღრეჩოების მდგომარეობის გაანალიზების დროს, უნდა აღინიშნოს, რომ ღრეჩოების გაზრდა საჭიროა მხოლოდ მარჯვენა სარელსო ძაფზე, სადაც ღრეჩოები მნიშვნელობები შედარებით ნაკლებია, ვიდრე მარცხენა ძაფზე და უმეტესობა ახლოა ნულოვან მნიშვნელობასთან. თუ მეზობელი პიკეტების ღრეჩოების ხარჯზე არ არსებობს საპირაპირო ღრეჩოების დარეგულირების შესაძლებლობა, მაშინ რგოლური ლიანდაგის ნორმალური ექსპლუატაციის უზრუნველსაყოფად საჭიროა ერთი ან ორი სტანდარტულად დამოკლებული რელსის ჩაგება. ამასთან დამოკლებული რელსების დაგების ადგილზე აუცილებლად უნდა დარეგულირდეს საპირაპირო ღრეჩოები.

ზამთარში საპირაპირო ღრეჩოების მაქსიმალურად გაღების გაანგარიშების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მარჯვენა ძაფზე მცირე გამონაკლისების გარდა, ფაქტიური ღრეჩოები ვერ აღწევს კონსტრუქციულ მნიშვნელობას. 25 მეტრიანი რელსების ასეთი მდგომარეობა ზამთრის პირობებში ითვლება სასურველად: მცირდება მოძრავი შემადგენლობის ზემოქმედების დონე რელსებზე პირაპირის ზონაში, მცირდება მოძრავი შემადგენლობის და ლიანდაგის, ასევე რელსებისა და მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილების მოშლა და ა.შ. მაგრამ ზაფხულის პირობებში 25 მეტრიანი რელსების საპირაპირო ღრეჩოების მდგომარეობა არადაამაკმაყოფილებელია.

ლიტერატურა

1. . . . / // 2003. - 2. . 15-19
2. P « » 29 2012 . 2791 . . . : 2012. 234 .
3. M ; - , 2007. - 166 .
4. ნ.რურუა. რკინიგზის ლიანდაგის კონსტრუქცია და ტექნიკური მომსახურება. “პოლიგრაფისტი” - თბილისი, 2012. - 507 გვ.

რკინაბეტონის თაღოვანი კონსტრუქციის ბადახურვის მოწყობის პრაქტიკული მაგალითი

ი. ქვარაია, შ. ყანჩაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.№77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია, რკინაბეტონის თაღოვანი კონსტრუქციის გადახურვის მოწყობის პრაქტიკული მაგალითი. იგი ასახავს ამ მეტად იშვიათი ტიპის მონოლითური კონსტრუქციის აგების ტექნოლოგიურ თავისებურებას.

საკვანძო სიტყვები: კესონი, თაღი, კარკასი, ბეტონი, რკინაბეტონი, კოჭი, წიბო, ყალიბი, ხარაჩო, ფანერა

1.შესავალი

კესონური გადახურვების მოწყობის მაგალითები, სხვადასხვა მასალების გამოყენებით, ჯერ კიდევ ძველ ეგვიპტურ არქიტექტურაშია გვხვდება, რაც იმ დროს ალბათ გადახურვების მასიურობის შემცირებით უფრო იყო გამოწვეული, ვიდრე სახურავების დეკორატიულობის აუცილებლობით. განსაკუთრებით დიდი გავრცელება, ასეთი კონსტრუქციების შექმნამ, როგორც სასახლეების და მდიდრული სახლების ჭერების და კამარების შიდა ზედაპირების მხატვრული გაფორმებისა და სივრცითი მოწყობის ელემენტებმა დაიწყო ძველ რომში და ძალიან ხშირად იყენებდნენ რენესანსის ეპოქაში. თანამედროვე თვალსაზრისით იგი წარმოადგენს მონოლითური რკინაბეტონის წიბოვანი გადახურვის ერთ-ერთ ნაირსახეობას, რომლის აგება წმინდა არქიტექტურული გადაწყვეტების გარდა ხანდახან საჭირო ხდება სათავსოების აკუსტიკის, განათების, ვიზუალური ეფექტის ასამაღლებლად ან სულაც ხელოვნური განათების ნიშების მოსაწყობად. მართკუთხა ან სხვა ფორმის კესონური ჩაღრმავებები გუმბათებში, კამარებში, თაღებში და სხვა არასწორხაზოვან კონსტრუქციებში ამჟამად ძირითადად კეთდება სხვადასხვა არასტანდარტული დანიშნულების ობიექტების მშენებლობის დროს და ტექნოლოგიური თავისებურებებით ხასიათდება.

2.ძირითადი ნაწილი

ქ.თბილისში, მახათას მთაზე, ივერიის ღვთისმშობლის ხატის სახელობის ტაძრისა და სამონასტრო კომპლექსის მშენებლობისას, ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ობიექტს წარმოადგენს კარიბჭე-სამრეკლოთი. აღნიშნული ნაგებობა გამოირჩევა თავისი არქიტექტურული გადაწყვეტით და ცენტრალური შესასვლელი ნაწილის ორივე მხარეს მოეწყო თაღოვანი კესონური გადახურვები. კესონური გადახურვის ტიპის შერჩევა ამ კონკრეტული შემთხვევაში განპირობებული იყო, როგორც მხატვრული თვალსაზრისით, ისე მომავალში მაღალხარისხოვანი განათების სისტემის მოწყობის აუცილებლობით.

აღნიშნული მშენებლობა გამოირჩევა გუმბათ-თაღოვანი რკინაბეტონის კონსტრუქციების სიმრავლით. თაღოვანი კესონური გადახურვის აგებაც ისევე დაიწყო, როგორც მსგავსი სხვა კონსტრუქციების შემთხვევაში. პირველ რიგში, ძალოვან ხარაჩოებზე დაეყრდნო და მომავალი თაღის ქვეშ საჭირო ნიშნულზე დაფიქსირდა, საყალიბე სისტემა. ყალიბის დაფანერებული ზედაპირი ზუსტად ასახავდა საპროექტო თაღოვანი კონსტრუქციის სიმრუდეს.

კესონური გადახურვის მოწყობის ტექნოლოგიური თავისებურების გათვალისწინება, საჭირო გახდა თაღის არმირების დაწყებისთანავე. ყველა სხვა მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციების არმირების დროს, არმატურის კარკასების განლაგების სისწორეს არ აქვს გადამწყვეტი მნიშვნელობა

კონსტრუქციის საბოლოო სახის მიღებაზე. ამ შემთხვევაში ეს ზედმიწევნით ზუსტად იყო განსახორციელებელი. აუცილებლად დაცული უნდა ყოფილიყო ურთიერთგადამკვეთი არმატურის კარკასების ურთიერთმართობული განლაგება და ზომების სისწორე, რაც სისტემატიურად მოწმდებოდა და საჭიროების შემთხვევაში დაუყოვნებლივ კორექტირდებოდა (ნახ.1).

კესონური, გამჭოლი ჩადრმავეების მისაღებად, ყალიბის ზედაპირზე, არმატურის კარკასებს შორის მყარად ჩამაგრდა აბსოლუტურად ერთნაირი ზომის, უძირო, კვადრატული ყუთები. მათი დამზადება წინასწარ მოხდა სადასადაურგლო საამქროში საყალიბე ლამინირებული ფანერისგან. სიმაღლეში ისინი აღემატებოდნენ არმატურის კარკასებს, ზუსტად ბეტონის დამცავი შრის ზომით. თითოეულ მათგანს გასამყარებლად დამატებით გაუკეთდა შუასადები (ნახ.2).



ნახ.1. კესონური გადახურვის არმირება



ნახ.2. კესონების მოსაწყობი ყუთების ჩადგმა და ჩამაგრება

ზემოთაღნიშნული წესით შედგენილმა ერთიანმა საყალიბე სისტემამ, დაბეტონებამდე კიდევ რამდენჯერმე მოითხოვა შემოწმება და შესწორება. ძირითადად ერთმანეთის მართობულად განლაგებული წიბოების სისწორის და

ზომების დასაცავად. მხოლოდ ყოველმხრივი შემოწმების შემდეგ განხორციელდა დაბეტონების პროცესი და გადახურვამ მიიღო საბოლოო სახე (ნახ.3).



ნახ.3 კესონური გადახურვა დასრულებული სახით

3. დასკვნა

რკინაბეტონის თაღოვანი კესონური გადახურვის მოწყობის პროცესში, რკინაბეტონის ჩვეულებრივი კონსტრუქციებისაგან განსხვავებით, აუცილებელია არმატურის კარკასების ზუსტი ზომების და მათი ერთმანეთის მიმართ მართობული განლაგების სისტემატიური შემოწმება და დაცვა. გარდა ამისა აბსოლუტურად ერთნაირები უნდა იყვნენ ჩაღრმავების მიმნიჭებული ფორმები.

ლიტერატურა

1. ი.ქვარაია სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების ტექნოლოგია. შსგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი, 2005. 100გვ.
2. ი.ქვარაია, თ.დვალიშვილი. რკინაბეტონის თაღოვანი რიგელისყალიბის მოწყობა. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“. №2(33) თბილისი, 2014, გვ.102-104.

მოსახრებები სარკინიგზო რელსების ელექტროკონტაქტური მეთოდით შედუღების ინსტრუქციაში ცვლილებების შეტანის შესახებ

ნ. რურუა, ლ. რუხაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მოსახრებები სარკინიგზო რელსების ელექტროკონტაქტური მეთოდით შედუღების ინსტრუქციაში ცვლილებების შეტანის შესახებ. შემოთავაზებულია მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანით რელსების შედუღებისას შენადული პირაპირების ნიშანდების წესი, ასევე შენადული პირაპირის საკონტროლო ნიმუშის სტატიკურ განივ ღუნვაზე გამოცდის სქემა, დატვირთვის მოდებით რელსის თავზე და ფუძეზე.

აკვანძო სიტყვები: ელექტროკონტაქტური შედუღება, მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანა, შედუღების ნიშანდება, სტატიკურ განივ ღუნვაზე გამოცდის სქემა, განივ სტატიკურ გაღუნვაზე შესამოწმებელი წნეხი.

1. შესავალი

სს „საქართველოს რკინიგზის“ მონაცემებით მისთვის მიწოდებული რელსებში გამოვლენილია დეფექტური ადგილები სტაციონალურ პირობებში რელსების შედუღების ტექნოლოგიის დარღვევის გამო. შენადულ პირაპირებში დეფექტების არსებობა ხელს უშლის ლიანდაგის ნორმალურ ფუნქციონირებას (დეფექტების ხშირი შემოწმება, მატარებლების მოძრაობის სიჩქარის შემცირება და სხვა). ამიტომ დღის წესრიგში დადგა ამ დეფექტების სასწრაფოდ აღმოფხვრის ღონისძიებების შემუშავება მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანის გამოყენებით.

სს „საქართველოს რკინიგზის“ დირექტორთა საბჭოს 2014 წლის 15 ოქტომბრის №7/54 დადგენილებით დამტკიცებული „სარკინიგზო რელსების ელექტროკონტაქტური მეთოდით შედუღების ტექნოლოგიური ინსტრუქცია“ ითვალისწინებს რელსების შედუღებას, როგორც სტაციონარული ისე მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანებით კონტაქტური შეპირაპირების მეთოდით.

2. ძირითადი ნაწილი

ზემოთ აღნიშნული ინსტრუქციის შესაბამისად რელსშემდუღებელ სტაციონალურ საწარმოებში შენადულ პირაპირებში რელსებზე უნდა გაკეთდეს ნიშანდება GOCT 10503-ის მიხედვით თეთრი (ცისფერი) ზეთოვანი საღებავით ყელზე და ფუძის ზედა ნაწილში ნაკერის ორივე მხრიდან 100მმ მანძილზე 20მმ სიგანის ვერტიკალური ზოლის დადებით (პუნქტები 4.8.1 და 4.8.2. [1]). მაგრამ ამ ინსტრუქციაში არაფერია ნათქვამი, საზღვარგარეთის ქვეყნებში მომხდელი ინსტრუქციებისაგან განსხვავებით, თუ როგორ უნდა მოხდეს შენადული პირაპირების ნიშანდება მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანით, მით უმეტეს რომ რკინიგზას გააჩნია მოძრავი რელსშემდუღებელი APT 1500 RC მანქანა. ამიტომ მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანით შენადული პირაპირების ნიშანდებაც უნდა იყოს განსხვავებული. ამ მიზნით ინსტრუქციაში სასურველია ჩაემატოს დამატებითი პუნქტი 4.8.3. შემდეგი რედაქციით:

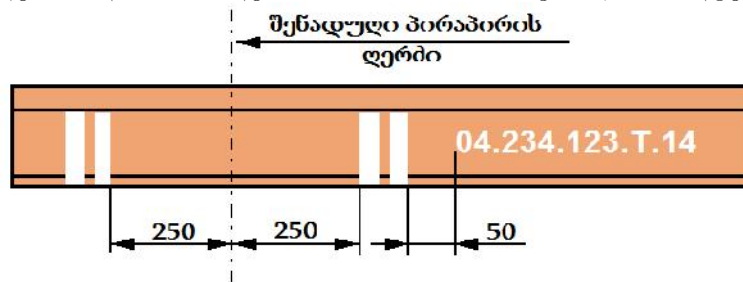
4.8.3. რელსების შედუღებისას მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანით შენადული პირაპირები რელსებზე უნდა მოინიშნოს წარუხოცველი თეთრი ზეთოვანი საღებავით GOCT 10503-ის მიხედვით ლიანდის შიგნით რელსის ყელზე და ფუძის ზედა ნაწილზე შენადული პირაპირის ღერძიდან ორივე მხარეს 250მმ მანძილზე ორი წყვილი 20მმ სიგანის ვერტიკალური ზოლის დადებით. მანძილი წყვილ

ვერტიკალურ ზოლებს შორის არ უნდა აღემატებოდეს 20მმ-ს. ყოველ შენადულ პირაპირს უნდა ჰქონდეს ნიშანდების ნომერი, რომელიც დაიტანება რელსის ყელზე წარუხოცველი ზეთოვანი საღებავით GOCT 10503-ის მიხედვით არაუმეტეს 50მმ მანძილზე განაპირა ვერტიკალური ზოლის მარჯვენა მხარეს.

შენადული პირაპირის ნიშანდების ნომერი უნდა შედგებოდეს საღებავით დატანილი ხუთი ელემენტისაგან შემდგები რიგითობით:

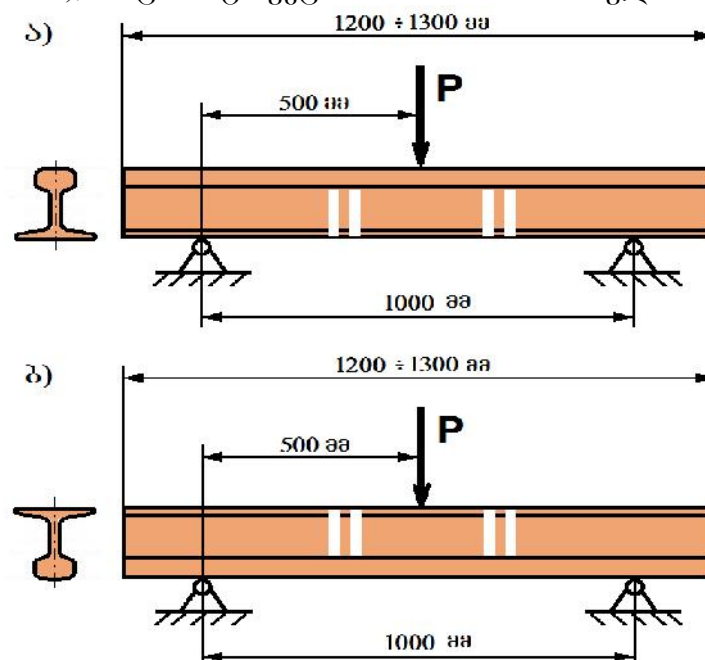
- რელსშემდუღებელი საწარმოს ნომერი, რომელზეც მიწერილია მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანა;
- მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანის ნომერი;
- შენადული პირაპირის ნომერი ცვლის პატაკის და დამტკიცებული ფორმის აღრიცხვის წიგნების მიხედვით;
- ასო „T“ წარმოადგენს დიფერენცირებული თერმული დამუშავების აღნიშვნას;
- რელსის პირაპირის შედუღების წლის ბოლო ორი ციფრი.

შენადული პირაპირის ნიშანდების ნომრის ელემენტები იმავე საღებავით ერთმანეთისაგან უნდა გამოიყოს წერტილებით. შენადულ პირაპირზე საღებავით ვერტიკალური ზოლების და ნიშანდების ნომრის მონიშვნა წარმოდგენილია ნახ.1-ზე.



ნახ.1. შენადულ პირაპირზე საღებავით ვერტიკალური ზოლების და ნიშანდების ნომრის მონიშვნა

ზემოთ აღნიშნული ინსტრუქციის მეშვიდე თავში – კონტროლის მეთოდები – აუცილებელია საკონტროლო ნიმუშის სტატიკურ განივ ღუნვაზე გამოცდის სქემის ჩვენება (ნახ.2), რაც ინსტრუქციაში არ არის ასახული.



ნახ.2. საკონტროლო ნიმუშის გამოცდა სტატიკურ განივ ღუნვაზე

ინსტრუქციით აგრეთვე გათვალისწინებულია, რომ მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანით სარელსო ჩანართის სარელსო გადაბმაში ელექტროკონტაქტური მეთოდით ჩადუღებამდე შესრულებულ უნდა იქნეს ანალოგიური რელსებისაგან ორი პირაპირის საკონტროლო შედუღება. საკონტროლო ნიმუშების გამოცდა უნდა მოხდეს შედუღების და რელსშემდუღებელ მანქანაში გამოღვევნილი ლითონის მოცილების შემდეგ პირაპირების დამატებითი დამუშავების გარეშე, არაუმეტეს 2 დღის განმავლობაში. ვინაიდან განივ სტატიკურ გაღუნვაზე შესამოწმებელი კომპიუტერული პროგრამით აღჭურვილი წნეხები დიდი მოცულობისაა და განთავსებულია სტაციონალურ საწარმოებში, რომლებიც საკმაოდ დიდი მანძილითაა დაშორებული შედუღების ადგილებიდან და მოითხოვს დიდ დროს და ხარჯებს. ინსტრუქციაში საჭიროა აღინიშნოს, რომ მოძრავ რელსშემდუღებელ APT 1500 RC მანქანის კომპლექტში ჩართულ იქნეს შედუღებული სარელსო პირაპირების განივ სტატიკურ გაღუნვაზე შესამოწმებელი კომპიუტერული პროგრამით აღჭურვილი მცირეგაბარიტული წნეხი, მაქსიმალური დაწნევის ძალით არანაკლებ 320 ტონაზე, ხოლო მაქსიმალური ჩადუნვის სიდიდე შეადგენდეს 60მმ-ს. ვინაიდან იმის გამო, რომ საკონტროლო ნიმუშების განივ სტატიკურ გაღუნვაზე გამოცდის პასუხი დაუყოვნებლივ იქნება ცნობილი, ამით გაცილებით დაჩქარდება შედუღების სამუშაოთა წარმოება.

3. დასკვნა

“სარკინიგზო რელსების ელექტროკონტაქტური მეთოდით შედუღების ინსტრუქციაში” განსხვავების შეტანას რელსების შედუღების ნიშანდებაში სტაციონალური და მოძრავი რელსშემდუღებელი მანქანით შედუღებისას მოგვცემს შენადული პირაპირების აღრიცხიანობის მოწესრიგების საშუალებას. ასევე შედუღებული საკონტროლო ნიმუშების სტატიკურ განივ ღუნვაზე გამოცდის სქემის დამატება გაადვილებს საკონტროლო ნიმუშების შემოწმებას.

ლიტერატურა

5. „სარკინიგზო რელსების ელექტროკონტაქტური მეთოდით შედუღების ტექნოლოგიური ინსტრუქცია“. თბილისი, 2015. 37 გვ.
6. Plasser & Theurer. Инструкция по эксплуатации. Передвижная рельсосварочная машина APT 1500 RC 2012. 56 с.
7. Распоряжение ОАО «РЖД» от 19 октября 2009 г. N 2111р. СТО РЖД 1.08.002-2009. Рельсы железнодорожные, сваренные электроконтактным способом. Технические условия 2009. 26 с.

**ბურამ ბაბრიჩიძის 85 წლის იუბილესთან დაკავშირებით
ბატონო ბურამ!**

სეისმომდეგი მშენებლობის და საინჟინრო სეისმოლოგიის საქართველოს ეროვნული ასოციაცია დიდი სიყვარულით გილოცავთ დაბადების 85 წლის იუბილეს, გისურვებთ ყოველივე კარგს და ბედნიერ წლებს.

ვსარგებლობთ შემთხვევით და გვინდა განსაკუთრებით ავღნიშნოთ, თუ რაოდენ დიდია თქვენს მიერ შეტანილი სამეცნიერო კვლევითი და საინჟინრო მუშაობის წვლილი დამანგრეველი მიწისძვრების შედეგების ანალიზისა და შენობა-ნაგებობების სეისმომდეგობის ამაღლების საკითხებში.

ბატონო გურამ, თქვენ მთელი თქვენი შეგნებული ცხოვრება მიუძღვნით სამეცნიერო, საინჟინრო და საზოგადოებრივ საქმიანობას. დიდია თქვენი წვლილი ახალგაზრდა სპეციალისტების და ასპირანტების აღზრდის საქმეში. თქვენი სამეცნიერო მოღვაწეობა დაიწყო 1959 წელს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო მექანიკისა და სეისმომდეგობის ინსტიტუტში. 1978 წლიდან თქვენი ხელმძღვანელობით ინსტიტუტის წამყვან სამეცნიერო განყოფილებაში მექანიკის რამდენიმე მნიშვნელოვანი პრობლემა იქნა გადაწყვეტილი და ახალი მიმართულებები იქნა განვითარებული, რამაც მოგიტანათ აღიარება ქვეყნისა და უცხოეთის სამეცნიერო წრეებში. 1991 წლიდან ინსტიტუტის დირექტორის თანამდებობაზე მუშაობის 15 წლის განმავლობაში თქვენი ძალისხმევით კ.ზავრიევის ინსტიტუტმა შეინარჩუნა სამეცნიერო პოტენციალი, გაამყარა ავტორიტეტი და ივალდებულა ქვეყნის სეისმური საფრთხეების უზრუნველყოფის ფუნქცია. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მიერ თქვენთვის აკადემიკოს კირიაკ ზავრიევის სახელობის პრემიის მინიჭება 2009 წელს იყო არა მარტო თქვენი მეცნიერული შედეგების მნიშვნელობის აღიარება, არამედ კ.ზავრიევის სამშენებლო მექანიკისა და სეისმომდეგობის ინსტიტუტის რამდენიმე ათეულ წლიანი მოღვაწეობის მაღალი შეფასება. ამასთან, არ შეიძლება არ აღინიშნოს თქვენს მიერ გაწეული დიდი შრომა პირველი ეროვნულ სამშენებლო ნორმებისა და წესების - „სეისმომდეგი მშენებლობა“ - დამუშავებაში, რომელიც მოქმედებაშია 2010 წლიდან, და ასევე სეისმომდეგი მშენებლობის სფეროში ევროპული კოდი 8-ის რამდენიმე ნაწილის გაანალიზებასა და ქართულ ენაზე მომზადებასთან დაკავშირებით.

დღეს თქვენ აგრძელებთ ქვეყნისთვის მეტად სასარგებლო საქმიანობას საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ბუნებრივი კატასტროფების სამეცნიერო პრობლემების შემსწავლელი კომისიის სწავლული მდივნის თანამდებობაზე და იმედი გვაქვს, რომ კიდევ დიდხანს იქნებით ჩართული საქართველოში სამშენებლო მეცნიერების განვითარებისათვის გაწეულ საქმიანობაში.

ჩვენო ბატონო გურამ, კიდევ ერთხელ გილოცავთ საიუბილეო თარიღს, გისურვებთ ჭარმაგ სიცოცხლეს, ბედნიერებას და სიხარულს თქვენ და თქვენს შესანიშნავ ოჯახს.

პაატა რეკვავა
სეისმომდეგი მშენებლობის და საინჟინრო სეისმოლოგიის
საქართველოს ეროვნული ასოციაციის დირექტორი



**მეცნიერების და მასთან პრაქტიკული საკითხების
შერწყმის შესახებ**

უღაოა და აღიარებულია ის, რომ მეცნიერება გამაგრებული პრაქტიკული დასტურით არის საწინდარი მისი ეფექტური და რაციონალური გამოყენებისა. ეს ეხება მშენებლობის საკითხებსაც, რომელიც თანამგზავრია ყველა სფეროსი კაცობრიობის განვითარებისა. მათ ჭირდებათ შენობა-ნაგებობები დაწყებული ქარხანა-ფაბრიკებიდან, კოსმოდრომებიდან, პორტებიდან, სოფლის მეურნეობის ობიექტებიდან და დამთავრებული საყოფაცხოვრებო, საცხოვრებელი და თვით ქალაქების მშენებლობებითაც.

მეცნიერების და მის პრაქტიკულად გამოყენების შემოქმედი ბრძანდება პიროვნება – პროფესიონალი და ეს განსაკუთრებით ფასობს, მაშინ როდესაც თვისება მეცნიერისა და პრაქტიკოსისა გააჩნია ერთ და იგივე პიროვნებას – ანუ ნამდვილ შემოქმედს.

ჩვენ, ამჟამად გვაინტერესს საქართველო, მისი აღმშენებლობა და კერძოდ საკითხი მშენებლობის ირგვლივ. სამაგალითოდ წარმოვიდგინოთ პიროვნებას, რომელიც ბრძანდება მეცნიერ-პრაქტიკოსი მშენებლობის დარგში (მიმართული ანტიისეისმური განხრით) და იმ პრობლემას, რომელიც გადასაჭრელია.

ბატონი ივორ ტიმჩენკო – საქართველოს მოქალაქე, დაიბადა ქ. თბილისში 1958 წელს, 1979 წელს დაამთავრა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი, მიენიჭა ინჟინერ-მშენებლის წოდება. მუშაობდა საქართველოს აკადემიის კ. ზავრიევის სახელობის ინსტიტუტში. ტექნიკურ მეცნიერების კანდიდატია, საქართველოს და სხვადასხვა უცხოური ქალაქების უამრავი თვალსაჩინო და ურთულესი ობიექტების ინჟინერი და მთავარი ინჟინერ-კონსტრუქტორია (განსაკუთრებით ანტიისეისმური მშენებლობის დარგის მიმართულებით), თვალსაჩინოა საგანგებო და კრიტიკულ ვითარებაში საკითხების გადაჭრისას. დამატებითი ცნობა: ბატონი ივორი ვაჟიშვილია საქართველოს დამსახურებული ინჟინრის ბატონ *ედისონ ტიმჩენკოსი*, რომელსაც დიდი ღვაწლი აქვს საქართველოს აღმშენებლობის მიმართ.

ბატონ ივორს ჰყავს მეუღლე, ორი ქალიშვილი, (ერთ-ერთი სიძე ქართველია). თვითონ ბატონი ივორი წარმოადგენს ამ გვარის საქართველოში მცხოვრებ, მეექვსე თაობას. ის დინჯი, ჩამოყალიბებული პიროვნებაა, კომუნიკაბელური, სასიამოვნო მოსაუბრე, გამოირჩევა თავმდაბლობით, უმაღლესი კომპეტენციით იმ საკითხებში, რომლებსაც ეხება.

ბატონი ივორი მსოფლიოში განთქმული ამერიკული ფირმის ილლ ინტერნაციონალ ბაქოს ფილიალის შეფ-კონსტრუქტორი ბრძანდება. ფირმის რეკონსტრუქციასთან დაკავშირებით, ბატონ ივორს ეპატიჟებიან მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონებში სამუშაოდ დიდ თანამდებობებზე.

ნეტავ რატომ? რატომ ამრეკილები არიან ასე დაინტერესებულები ამ პიროვნებით?

პასუხი ნათელია!! ამერიკელებმა იციან რას აკეთებენ, ანუ “საკუთესო ჩვენ, ამერიკელებსო”!

ვფიქრობთ საჭიროა, რომ საქართველოს კომპენენტურმა ორგანიზაციის ხელმძღვანელებმა უნდა მოიპატიჟონ ბატონი ივორი, გაესაუბრონ მას, ღრმად დაფიქრდნენ და საქმის ინტერესებიდან გამომდინარე მიიღონ გადაწყვეტილება მისი კომპეტენციის, გამოცდილების და ნიჭის გამოყენების თაობაზე სახელმწიფო სამსახურში (არა ადმინისტრაციული მიმართულებით, არამედ ქმედითი, პრაქტიკულია) და მის ირგვლივ პროფესიონალური სათანადო ბირთვის შექმნის ჩათვლითაც კი.

დიახ! ამ გვარად, ჩვენი საუნჯე ჩვენს, საქართველოს, სამსახურში დარჩება – ანუ “შინაურ მღვდელს შენდობა აღუდგება” და ამით ბევრი საჭირობოროტო საკითხები სამშენებლო დარგში, სახელმწიფოს მხრიდან, გადაწყდება.

ღრმა პატივისცემით ევგენი გოგოტიშვილი

SUMMARIES

J. Gigineishvili, N. Intskirveli, G. Gedevanishvili, N. Kavtaradze. MODERN WAYS TO THE PREVENTION AND MINIMIZATION OF RISKS RELATED TO PLANNING AND DESIGN SOLUTIONS ACTIVITY OF HISTORIC AND MONUMENTAL ARCHITECTURAL MONUMENTS DANGEROUS AND DAMAGED BUILDINGS.

There are a lot of different purposes monumental architectural monuments in Georgia, most of which are in need of urgent reinforcement, restoration, rehabilitation and restoration works. In recent years also are increased dangerous and damaged residential and public buildings. As causes of accidents are usually named: changes in the under foundation soils caused by man-made processes, malfunctions in their maintenance, improper operating conditions and so on. In this case, the dangerous building is considered as a complex system, which has undergone deformation and destruction, in bearing elements are originate cracks, often are damaged and actually degraded construction materials and other components in load bearing structures.

In the paper is revealed ways and means of restoration and rehabilitation of historical monuments, as well as other building technical research, based on their mode of deformation and versatile analysis by modern materials.

A. Chikovani, D. Gurgenidze. TRENDS IN HIGH-STRENGTH CONCRETE. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016.

The last decade of XX century has been particularly successful in concrete technology. New effective binders, modifiers, and active mineral additives reinforcement by fibers, making it possible to obtain super strength concrete. Their operational life is over 100 years, despite the fact that they are working in severe climate conditions and aggressive environments.

T. Batskadze, N. Murghulia, J. Nizharadze, V. Sokhadze, OBTAINING OF EQUIVALENT TO THE INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS DIFFERENTIAL EQUATION TAKING INTO ACCOUNT THE OSCILLATION DAMPING. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016.

Is considered the system having one of the degrees of freedom at transitional modes. Great importance has the taking into account of oscillation damping of the system.

The prevailing structural dynamics Vocht method does not answer on confirmed by many experiments phenomenological facts, while by the so-called Sorokin method, at study the of the system behavior during the transitional mode, one of the poles of the amplitude function describes the energy dissipation, and the other on the contrary addition of energy.

In the paper caused by internal friction vibration damping is taking into account by a viscous-elastic theory of linear continuity, which is determined by a mathematical model of the second order integro-differential equation.

P. Rekvava, NECESSARY COMPONENTS OF EUROCODE 8 EN 1998 – DESIGN OF STRUCTURE FOR EARTQUAKE RESISTANCE: NATIONALLY DETERMINED PARAMETERS. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016.

In the European Standards for design of the buildings EN 1990-EN 1999 are given Nationally Determined Parameters (NDPs) that take into account country specific climate, geophysical, geological, seismic, design and construction conditions. The set of 10 European Standards contain 58 parts and 1506 NDPs. In the article is represented statistic analysis of NDPs that were left open in Eurocodes for national choice, mainly for Eurocode 8 EN 1998. Implementation of the European Standards in Georgia must be realized on the basis of complex program of working out NDPs and preparation of National Annexes with participation of local authorities taking into consideration experience of EU Member States situated in seismic regions.

I.Kvaraia, I.Citadze. Production possibilities of cement-cotton irremovable casting like castings in Georgia. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016.

The article discusses a new type of irremovable casting production and usage possibilities in the Georgian manufacturing market.

Z. Kvinikadze, T. Kokaia. Mutual correspondence between volumes of two related figures. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

From elementary geometry is known , that if any plane, parallel to the given plane intersects two surfaces on the figures, the areas of which are equal or proportional, then volumes of given surfaces are equal or proportional.

R. Imedadze, M. Kiknadze. IMPROVEMENT OF STEEL STRUCTURES SAFETY BY THEIR REGULAR TEST. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

In the article authors show the necessity of the study and examination of the metal structures, at certain intervals, to avoid the failures structure in order to prevent rupture. The authors make recommendations in the sequencing studies, local and wide-scale damage, the elimination of their methods, the use of appropriate tools and reporting of it. The authors show that in non-controlling of structure state and neglecting the damages, would cause losses that would have been avoided due timely response. The authors provide recommendations and conclusions dedicated to the issue of article.

Setting of surfaces in required position is possible by using of affine transformations. In this article practical applying of this statement is shown, which may be used in machine-building designing process. Some examples are also considered.

M. Kechakmadze, f. Jghamaia, I. Janashia, f. Mariamidze. CONCRETE CANVAS AND ITS APPLIANCE IN CONSTRUCTION AND REHABILITATION OF MUNICIPAL FACILITIES. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

In paper are presented the features of concrete saturated fabric (concrete canvas), the description of its technological process exploitation, is determined its exploitation sphere and advantages over the regular concrete. Are determined and tested, on the base of the relevant standards, the physical features of concrete canvas.

Concrete saturated fabric – Concrete Canvas (CC) – represents the flexible canvas, which cure by soaking and becomes thin, firm, waterproof and fire resistant concrete layer. CC is successful used in construction as well as in arrangement of decorative elements, and provides the significant economy of materials of construction, operating and time resources.

M. Moistrapishvili, L. Andguladze. FEATURES OF ASSESSMENT OF RAIL TRANSPORT ENVIRONMENTAL IMPACT. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

In the article are considered the features of assessment of the railway transport environmental impact at design, construction and operation stages.

Are analyzed on each stages source of the environment impact and expected value from the rail industry.

In the article is presented the schematic image of environmental impact value from the railway at design, construction and operation stages at their normal operations and impact of anthropogenic accidents in the case of track elements failure. Is proposed the review of measures necessary to stay within the boundaries railway anthropogenic environmental impact.

Sets of further research directions to avoid railway transport functioning anthropogenic disasters.

M. Abazadze. MODIFIED CLAY-SLATE EFFECTIVE ADDITIVE IN GEORGIA COMPOSITE BUILDING MATERIALS TECHNOLOGY. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

In the article is stated the short analysis of application of non-metallic minerals clay-slate, obtained by concrete low-temperature mode the active mineral additives. Are stated results of some experimental studies

T. Gabadadze, I. Suladze. Fireproof expanding cements and solutions. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

Results of study of receipt technology and properties of fireproof expanding cements and solutions are considered in the work. There are shown the areas of application, where fireproof expanding solutions will give us an opportunity of thermal loss reduction and improvement of ecological state. There are given the results of study of current processes of alunite expanding cement stone hardening during its heating and further rehydration. New ways of receipt of expanding cement are shown.

T. Papuashvili, V. Jgamaia, M. Sulamanidze. RHEOLOGICAL PROPERTIES OF VISCOUS OF ROAD BITUMEN. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

In the present paper is considered the improved project of the standard, which includes the additional requirements and are stated in line with European norms. In the latter, more detailed are stated the requirements for various types of asphalt rheological features, in order to uphold a more objective presentation of the so-called bitumen "behavior" in the content of asphalt. The new standard focuses on the dynamic viscosity up to 60°C, kinematical viscosity up to 135°C and aging forecasts up to 163°C.

L. Kakhiani, M. Tavadze. RESEARCH OF THE MECHANISM OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURAL ELEMENTS WORK AND RUPTURE. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

In the presented article is considered a conducted by the variety of scientific research of reinforced concrete structural elements mode of deformation for providing of the seismic load impacts and ensure operational suitability. Is considered the case when on compressed element actually are acting bending moment, longitudinal force and torque. It is known from literature that ruptured by earthquake buildings are caused by torque moment.

N. Rurua, L. Chkheidze. ANALYSIS OF THE JOINT GAPS STATE AND FORECASTING OF RING TRACK RELIABILITY. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

In this paper are considered the analysis of the joint gaps state and issues of ring track reliability forecasting. Are analyzed joint gaps arrangement and maintenance existing normative documents, which can not fully meet the requirements for the operation of 25 meter rails conflicting recommendations content. Are proposed joint gaps values group method by the interval statistical series. Are defined picket temperatures actual compression drop values. Based on the analysis of the joint gaps opening diagram are made conclusions and recommendations for ring gauge reliability at occurrence of the minimum design temperature, on necessity of joint gaps call or adjustment for completion of the works.

I.Kvaraia, Sh.Yancashvili. A practical example of caisson roofing arrangement of a concrete arch. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

The article discusses a practical example of caisson roofing arrangement of a concrete arch. It explains the technological characteristics of this rare monolithic structure.

N. Rurua, L. Rukhadze. CONCEPTIONS ON AMENDMENTS IN THE METHOD OF RAIL ELECTRO-CONTACT WELDING INSTRUCTIONS. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(40), 2016

In the article are considered opinions on amendments of rail of electro-contact welding method instructions. Is proposed joints welded labeling rules by movable rails welding vehicle, as well as test scheme for welded joints control sample static lateral bending, with load application on top and bottom of rail.