

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ლევან ლოლაძე

მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიდროებადი
ბეტონები თანამედროვე მშენებლობაში

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2012 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ლევან ლოლაძე

მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიდროებადი
ბეტონები თანამედროვე მშენებლობაში

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარმოდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2012 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტზე საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის კ. ზავრიევის სამშენებლო მექანიკისა და სეისმომედეგობის ინსტიტუტში.

სამეცნიერო ხელმძღვანელები: სრული პროფესორი
რევაზ ცხვედაძე

ასოცირებული პროფესორი
მალხაზ ტურძელაძე

რეცენზენტები: სრული პროფესორები: **მ. ლორთქიფანიძე**

ნ. ბოჭორიშვილი

დაცვა შედგება 2012 წლის "-----" -----, ----- საათზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე, კორპუსი I, აუდიტორია N 507ა.

მისამართი: 0175, თბილისი, მ. კოსტავას ქ. 72.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატის – სტუ-ს ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს
სწავლული მდივანი,
სრული პროფესორი

მურმან კუბლაშვილი

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა: თანამედროვე მშენებლობაში ნათლად გამოიკვეთა მაღალი სიმტკიცის ბეტონების (მსბ) დამზადების ტექნოლოგიების ათვისების აუცილებლობა. ამ სახის ბეტონის და არმატურის რაციონალური კომბინირებით შესაძლებელია მათი თვისებების უფრო სრულად და ეფექტურად გამოყენება. მაღალი სიმტკიცის ბეტონით მონოლითური და ასაწყობი კონსტრუქციების დამზადების შემთხვევაში, მცირდება მათი საკუთარი მასა და შესაბამისად განიკვეთის ფართობი, რაც იწვევს ნედლეულის, ნახევარფაბრიკატების, მზა პროდუქციის ტრანსპორტირებაზე და მშენებლობაზე გაწეული დანახარჯების შემცირებას.

არსებობს ძირითადად მსბ-სა და ჩვეულებრივი ბეტონებს შორის საზღვრის დაწესების ორი თვალსაზრისი. პირველის თანახმად, მაღალი სიმტკიცის ბეტონებად ითვლებიან ბეტონები, რომელთა სიმტკიცის ზღვარი მეტია, ვიდრე მათში გამოყენებული ცემენტისა. ხოლო მეორეს მიხედვით – ბეტონები, რომელთა სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე ნორმატულ დოკუმენტებში მითითებულ მაქსიმალურ სიმტკიცეზე მეტია. თუმცა ჩვენი ვარაუდით, ზუსტი სადემარკაციო ხაზის გაკლებას აზრი არ აქვს, რადგან ნორმატული დოკუმენტები ხშირად იცვლებიან და ასეთი დაყოფა ყოველთვის პირობით ხასიათს იძენს.

მაღალი სიმტკიცის ბეტონი, ხასიათდება რა სწრაფი გამყარებით, საპროექტო სიმტკიცეს აღწევს ძალზე მოკლე დროში. ეს იწვევს მშენებლობის ტემპების მნიშვნელოვან დაჩქარებას მონოლითურ ბინათმშენებლობაში და მნიშვნელოვნად ამცირებს ნაკეთობების გაორთქვლის პერიოდს მათი ქარხნული წარმოებისას, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში თბოტენიანი დამუშავების პროცესის ჩატარება სრულიად აღარ არის საჭირო.

დაბალი დეფორმაციის უნარით გამორჩეული მაღალი სიმტკიცის ბეტონების მუშაობა ხანმოკლე და ხანგრძლივი დატვირთვების ზემოქმედებისას, კეთილსაიმედოდ აისახება ცალკეული ელემენტების სიხისტეზე, რაც საშუალებას იძლევა შემცირდეს ბეტონის ცოცვალობით გამოწვეული დანაკარგები არმატურის წინასწარი დაძაბვისას. მაღალი

სიმტკიცის ბეტონების შეკვების დეფორმაციების მნიშვნელობები, მიუხედავად ცემენტის მომეტებული ხარჯისა, არ აღემატება, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში კიდევაც ჩამოუვარდება ჩვეულებრივი ბეტონის ანალოგიურ მაჩვენებლებს. მაღალი სიმტკიცის ბეტონები (80-150 მპა) მიიღებიან მაღალი აქტიუობის ცემენტების, გარეცხილი, დაფრაქციებული ქვიშის, 120-150 მპა-ზე მაღალი სიმტკიცის ღორღის, მაპლასტიფიცირებელი ქიმიური მოდიფიკატორების და სხვადასხვა მიკრო და ულტრადისპერსული დანამატების (დაფქული კირქვა, მეტაკაოლინი, ნაცარწატაცი, წიდა, მიკროკაუმიწა და სხვ.) ერთობლივი გამოყენებით. ამგვარი ბეტონების წყალცემენტის ფარდობა დაბალია ($V/C=0,3-0,35$ და უფრო ნაკლები). მაღალი სიმტკიცის ბეტონები ხასიათდებიან გადიდებული სიმკვრივით, ხანგამძლეობით, ატმოსფერული და სხვა აგრესიული მოქმედებისადმი მედეგობით.

მაღალი სიმტკიცის ბეტონების ტექნოლოგიის ერთ-ერთ ძირითად მოთხოვნას წარმოადგენს მაღალი სიმკვრივე, რაც მიიღწევა მისი მოცულობის ძალზე მტკიცე მსხვილი შემესებით მაქსიმალური გაჯერებით. ეს შემესებები წარმოქმნიან უწყვეტ, ხისტ კარკასს (შემესების 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 შესამებული შემადგენელი მასალების სასარგებლო თვისებები.

ბეტონის დუღაბში ორგანული ნაერთების (სულფომელამინები და ნაფტალინფორმალდეჰიდები) დამატებით დამზადებულ იქნა მაღალი ძვრადობის ბეტონის ნარევი. ასევე, ბოლო ხანში დაიწყო ბეტონის ნარევიში მაღალდიპერსული კაუმიწის მტვრის, მიკროსილიკას დამატება, რომლის ნაწილაკების ზომები 30-100-ჯერ ნაკლებია ცემენტის ნაწილაკების ზომებზე. სწორედ მიკროკაუმიწის ნაწილაკები ავსებენ ცემენტის მარცვლებს შორის არსებულ სივრცეს. ამით მიიღწევა საკონტაქტო ზონაში ცემენტის ქვის მაღალი სიმტკიცე. ამავე დროს

კაუმიწის მტვერი პუცოლანურ რეაქციაში შედის კალციუმის ორჟანგთან, რომელიც დაბალი მექანიკური სიმტკიცით ხასიათდება. ამ რეაქციის შედეგად მიიღებიან კალციუმსილიკატჰიდრატები, რომლებიც საგრძნობლად ამაღლებენ ცემენტის ქვის სიმტკიცეს.

უკანასკნელ პერიოდში მიკროკაუმიწასთან ერთად ფართოდ იყენებენ ნაცარწატაცს, წიდას, მეტაკაოლინს და ა.შ. დღეისათვის შემუშავებული მსბ-ის ნარეგების შედგენილობა საშუალებას იძლევა წ/ც-ის ფარდობა შემცირდეს 0-25-0-3-მდე, რის შედეგადაც მიიღებიან 120-150 მპა მარკის ბეტონები.

მაღალი სიმტკიცის ბეტონების წარმოებაში დაგროვილმა გამოცდილებამ ბიძგი მისცა ევროკავშირის ქვეყნებს შეექმნათ ნორმატული ბაზა: მაღალი სიმტკიცის ბეტონების წარმოების და გამოყენების შესახებ საქართველოში ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე, წარმოების ნარჩენების უტილიზაციით და თანამედროვე დანამატებით შესაძლებელია მივიღოთ მაღალი სიმტკიცის ბეტონი. შემკვრელად უმჯობესია გამოყენებულ იქნეს „ჰაიდელბერგცემენტის“ დაბალეგზოთერმული პორტლანდცემენტები; მდ. ხრამის აუზის და იმირის ინერტული მასალები, კვარცის ქვიშა, ქ. ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის ღუმელებში გამოყენებული ქვანახშირის ნაცარი და ამავე ქარხნის საკვამლე მილების ფილტრებში დაგროვილი მტვერი – სილიკომანგანუმი, ტყიბულის ქვანახშირის ნაცარი, უცხოური წარმოების მიკროსილიკა, თანამედროვე კარბოქსილატური ქიმიური დანამატები, სიბლანტის მოდიფიკატორები და ა.შ.

მსბ-ის გამოყენების პერსპექტივები საქართველოში ძალიან დიდია. ახალ პროექტებში მისი დანერგვით მიღწეული იქნება დროის და შრომითი დანახარჯების შემცირება, ბეტონის კონსტრუქციების ხარისხის მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება, სიმტკიცის, კოროზიამდეგობის და ხანმდეგობის მკვეთრი ზრდა.

სამუშაოს მიზანი: საქართველოში მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიროებადი ბეტონების გამოყენების შესაძლებლობება, ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე მათი შედგენილობის გაანგარიშება, გამყარებული ბეტონის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების კვლევა და მის დანერგვა წარმოებაში.

კვლევის ძირითადი ამოცანები:

- მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიროებადი ბეტონებისათვის გამოსადეგი ადგილობრივი სანედლეულო ბაზის მიმოხილვა; მსბ-ის ნედლეულისა და ნახევარფაბრიკატებისათვის წაყენებული მოთხოვნების შესაბამისად მათი ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებების განსაზღვრა, გავრცელების არისა და გამოყენების სფეროების დადგენა;
- მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიროებადი ბეტონის ნარეგების და გამყარებული ბეტონის თვისებებზე მათი მდგენელების ხარისხისა და დოზირების გავლენის შესწავლა;
- მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიროებადი ბეტონების შედგენილობის შერჩევა; ამ მიზნით მაღალი ხარისხის ადგილობრივი შემკვებების, ფეროშენადნობთა ქარხნის ნარჩენების (წვრილდისპერსული სილიკომანგანუმი) და კარბოქსილატური ქიმიური დანამატების გამოყენების შესაძლებლობების მიმოხილვა;
- მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიროებადი ბეტონების სიმტკიცის და დეფორმაციულობის მაჩვენებლების განსაზღვრა და მათი შედარება ჩვეულებრივი მძიმე ბეტონის ანალოგიურ მახასიათებლებთან;
- ადგილობრივ ნედლეულზე დამზადებული მაღალი სიმტკიცის ბეტონების ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების განსაზღვრა.
- ექსპერიმენტით მიღებული შედეგის თეორიულად მიღებულ შედეგებთან შედარება.

კვლევის მეთოდები: მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიროებადი ბეტონების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების ექსპერიმენტალური კვლევა, თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევით მიღებული შედეგების ანალიზი.

მეცნიერული სიახლე: საქართველოში მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიროებადი ბეტონები ნაკლებად არის რეკომენდებული და გამოყენებული მშენებლობაში, ასევე ნაკლებად არის მათი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები შესწავლილი საქართველოში არსებული ნედლეულის გამოყენებით.

ძირითადი შედეგების საიმედოობა: განპირობებულია თეორიული და ექსპერიმენტალური კვლევების დასაბუთებული მეთოდების

გამოყენებით, აგრეთვე სხვადასხვა ავტორების მიერ მიღებული ექსპერიმენტალური გამოკვლევის შედეგებთან თანდამთხვევით.

აპრობაცია: სადისერტაციო ნაშრომის როგორც ცალკეული ისე ძირითადი შედეგები მოხსენებულ იქნა სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ ორ სემინარზე, საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტის სტუდენტთა ორ საერთაშორისო კონფერენციაზე და საზღვარგარეთ ორ საერთაშორისო კონფერენციაზე.

პუბლიკაციები: სადისერტაციო სამუშაოს ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია დისერტაციასთან დაკავშირებულ 12 სამეცნიერო ნაშრომში.

სამუშაოს მოცულობა და სტრუქტურა: სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, ლიტერატურის მიმოხილვის, მიღებული შედეგების განსჯის, დასკვნის და გამოყენებული ლიტერატურის 94 დასახელების ნუსხისაგან. ტექსტის საერთო მოცულობა 166 გვერდი.

ნაშრომის შინაარსი

შესავალში მოცემულია ნაშრომის საერთო დახასიათება, დასაბუთებულია პრობლემების აქტუალობა, სამუშაოს მიზანი და კვლევის მეთოდები, მეცნიერული სიახლე, პრაქტიკული ღირებულება, შედეგების რეალიზაცია, მეცნიერული დასკვნების და რეკომენდაციების დასახელება, სამუშაოს აპრობაცია, ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა.

პირველ თავში მოცემულია მაღალი სიმტკიცის ბეტონის მიმოხილვა. მაღალი სიმტკიცის ბეტონის გამოჩენამ ევროპაში და აშშ-ში საფუძველი ჩაუყარა ახალ ერას მშენებლობაში. მისმა უნიკალურმა თვისებებმა საშუალება მისცა მშენებლებს განეხორციელებინათ ისეთი გრანდიოზული პროექტები, როგორებიცაა: გვირაბი ლა-მანშიის სრუტის ქვეშ, 125 სართულიანი ცათამბრჯენი ჩიკაგოში, აკაში-კაიკოს ხიდი იაპონიაში მაღის სიგრძით 1990მ, მაცხოვრის ტაძარი მოსკოვში და ა.შ.

უკანასკნელ წლებში მსბ-ის გამოყენების არე გაფართოვდა და მას ამჟამად მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში იყენებენ. ეს გარემოება პირველ რიგში გამოიწვია მსბ-ის დამზადების ტექნოლოგიის განვითარებამ და მასზე მოთხოვნის მკვეთრმა ზრდამ.

მსბ-ის ტექნოლოგია დამყარებულია ბეტონის სტრუქტურის ჩამოყალიბების პროცესის მართვაზე მისი წარმოების ყველა ეტაპზე. ამ მიზნით იყენებენ მაღალხარისხოვან პორტლანდცემენტს ან კომპოზიტურ შემკვრელს, ბეტონის სტრუქტურის და თვისებების ქიმიური მოდიფიკატორების კომპლექსებს, აქტიურ წვრილდისპერსულ მინერალურ კომპონენტებს და სტაბილიზატორებს, გაფართოებად დანამატებს. მსბ-ის ნარევის დამზადების დროს მიმართავენ ინტენსიურ ტექნოლოგიას, რაც უზრუნველყოფს დოზირების სიზუსტეს, ნარევის გულდასმით მომზადებას და მასის ჰომოგენიზაციას, მის ხარისხიან შემკვრივებას და გამყარებას.

გასული საუკუნე გამოჩენილია მშენებლობაში, რადგან ბეტონმცოდნეობისა და ბეტონის ტექნოლოგიის დარგში გადაღებული იქნა მნიშვნელოვანი ნაბიჯები, რამაც შეცვალა დიდი ხნის დამკვიდრებული წარმოდგენები ბეტონზე, რომელიც იყო და დღესაც რჩება ყველაზე უფრო პოპულარულ და გამოყენებად მასალად მშენებლობაში.

მეცნიერების მრავალრიცხოვან მიღწევათაგან ბეტონმცოდნეობის დარგში ყველაზე უფრო აღსანიშნავია ის გამოკვლევები, რომლებმაც გააღრმავეს ჩვენი წარმოდგენები ბეტონის მიკროსტრუქტურაში მიმდინარე პროცესებზე და ხელი შეუწვევს მასალის სიმტკიცის, დეფორმაციულობის, ხანმედგობის და სხვა ძირითადი მახასიათებლების გაუმჯობესებას. ამ შრომებს შორის განსაკუთრებით ფასეულია ცემენტის ჰიდრატაციის პროცესებთან და ცემენტის ქვის სტრუქტურის ჩამოყალიბებასთან დაკავშირებული ექსპერიმენტული კვლევები.

ბეტონმცოდნეობის მეორე მნიშვნელოვანი მიღწევა – ბეტონისა და რკინაბეტონის კოროზიისაგან დაცვისა და ხანმედგობის ასამაღლებელი ღონისძიებების შემუშავება. დღეისათვის აღიარებულია, რომ ბეტონის ტექნოლოგიაში კოროზიამედგობა დამოკიდებულია ცემენტის ქვაში თხევადი და აბრუნებული აგენტების შეღწევის ხარისხზე და იმავე აგრესიულ აგენტებთან ცემენტის ქვის რეაქციის უნარზე. ე.ი. ცემენტის ქვის დიფერენციულ ფორიანობაზე და ფაზურ შედგენილობაზე. გარდა ამისა, განისაზღვრა სისტემის ყინვამედგობის

კავშირი სტრუქტურის სხვა პარამეტრებთან: პირობითად ჩაკეტილ ფორების ზომებთან და მათ შორის დაშორებების ფაქტორთან.

ბეტონის ტექნოლოგიაში გადამწყვეტი როლი შეასრულეს ცემენტის სისტემების დანამატ-მოდულიკატორებით დამუშავების და ბეტონის მოდიფიცირების მიმართულებით ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა კვლევებმა და პრაქტიკით დადასტურებულმა შედეგებმა. განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს ურთიერთკავშირი ორგანული მასალების მოლეკულებს, ადსორბციული შრეების თვისებებს და ცემენტ-წყლის სისტემას შორის. ამ მოვლენაზე დაყრდნობით და ცემენტის სისტემაში მიმდინარე პროცესების გაანალიზებით, შექმნილ იქნა ახალი მასალები ბეტონების მოდიფიცირებისათვის.

ბეტონის ტექნოლოგიაში დიდი გარდატეხა მოახდინა სუპერპლასტიფიკატორების (სპ) და ტექნოგენური წარმოშობის მაღალდისპერსული კაუმიწაშემცველი მასალების, უმეტესად მიკროკაუმიწის (მკ), გამოჩენამ. განსაკუთრებული შედეგი დაფიქსირდა სპ-ის და მკ-ს ერთობლივი გამოყენებისას. ზემოხსენებული დანამატ-მოდულიკატორების ოპტიმალური შეჯერება და საჭიროების შემთხვევაში მათთან ერთად სხვა ორგანული და მინერალური წარმოშობის მასალის გამოყენება, იძლევა ბეტონის ნარევების რეოლოგიური მახასიათებლების მართვის და მიკროდონებზე ცემენტის ქვის სტრუქტურის მოდიფიცირების საშუალებას ისე, რომ ბეტონს მიენიჭოს მაღალი საექსპლუატაციო საიმედოობა. ამგვარად შეიქმნა High Performanse Concrete, რომელიც მოიცავს მაღალი (50-80 მპა) და ზემაღალი (80-150 მპა) სიმტკიცის ბეტონებს. ეს ბეტონები ხასიათდებიან დაბალი შეღწევადობით, კოროზიამდევობით და ხანგამძლეობით. მზადდებიან მაღალპლასტიკური ნარევებისაგან.

ბეტონების თვისებების მკვეთრი ცვლილება გამოწვეულია ცემენტის სისტემაში მიმდინარე რთული კოლოიდურ-ქიმიური და ფიზიკური მოვლენების შედეგად, რომლებიც ექვემდებარებიან მოდიფიკატორების ზემოქმედებას და ეს ყველაფერი საბოლოო ჯამში აისახება ცემენტის ქვის ფაზურ შედგენილობაზე, ფორიანობაზე, სიმტკიცეზე და ხანგამძლეობაზე. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე,

ცხადია, რომ სპეციალისტებმა ამგვარი ბეტონების წარმოება მიაკუთვნეს „მაღალ ტექნოლოგიებს“.

ამჟამად საქართველოს სამშენებლო ბაზარზე შემოტანილი სუპერპლასტიფიკატორები შეიძლება კლასიფიცირდეს ძირითადად ორი ნიშნის მიხედვით: მასალების შედგენილობის და ცემენტის სისტემაზე მოქმედების მექანიზმის ძირითადი ეფექტის მიხედვით. მეორე ნიშნის მიხედვით სპ-ების კლასიფიკაცია უფრო სარწმუნოა, რადგან მაპლასტიფიცირებელი თვისებების მქონე ყოველი ახალი მასალის აღმოჩენისას ძნელდება შედგენილობის მიხედვით მათი დაჯგუფება.

ამავე თავში განხილულია თვითშემჭიდროებადი ბეტონები, რომელთა მიღება შესაძლებელი გახდა ახალი თაობის მაპლასტიფიცირებელი დანამატების გამოყენებით. 1981 წელს იაპონურმა ფირმამ „Nippon Shokobai” პირველმა დააპატენტა პლასტიფიკატორი პოლიკარბოქსილატის ფუძეზე. ამის შემდეგ დაიწყო კვლევები ამ ფუძეზე პლასტიფიკატორების წარმოებისა. ეს პლასტიფიკატორი ამცირებს ნარევის წყალმოთხოვნას 40%-მდე. ცნობილია, რომ პლასტიფიკატორები ლინგოსულფონაფტების ფუძეზე ამცირებენ წყალშემცველობას 5-15%-ით, ხოლო სულფონაფტალინფორმალდეჰიდის ბაზაზე 15-25%-ით. რუსეთში პლასტიფიკატორებს პოლიკარბოქსილატების გამოყენებით უწოდებენ ჰიპერპლასტიფიკატორებს. ცნობილია იტალიური წარმოების ჰიპერპლასტიფიკატორები Policarbodal 1000, Policarbodal 800, იაპონური პლასტიფიკატორი AQVALOC HW-1. მონოლითური დაბეტონების დროს გამოიყენება Sika Viscocrete -3088, Sika Viscocrete -1030, ხოლო თვითშემჭიდროებადი ბეტონებისათვის სპეციალურად განკუთვნილია Sika Viscocrete-20HE და Sika Viscocrete-3.

სუპერპლასტიფიკატორები აწესრიგებენ ბეტონის ნარევის ტექნოლოგიურ თვისებებს. ისინი არიან ორგანული წარმოშობის პოლიელექტროლიტები, რომელთა ძირითად ფუნქციას წარმოადგენს ჰეტეროგენურ სისტემებში ქიმიური არის დისპერჰირება. მათი შეტანა ბეტონის ნარევაში საჭიროა ტექნოლოგიური თვისებების რეგულირებისათვის და აგრეთვე „რეოპლასტიკური” ბეტონის ნარევების მისაღებად, რომლებიც ხასიათდებიან დაბალი წყალცემენტის ფარდობით, არაგანშრევადობით და მაღალი კოჰეზიით.

მშენებლობაში ახალი ამბიციური პროექტების გამოჩენამ (დაკიდებული ხიდები იაპონიაში და ჩინეთში, მსხვილი ჰიდროტექნიკური და სატრანსპორტო ნაგებობები ჰოლანდიაში, გერმანიაში და სხვა) გაზარდა მოთხოვნა განსაკუთრებით მაღალი სიმტკიცის ბეტონებზე (80-150 მპა და მეტი). ასეთი კონსტრუქციების ასაგებად საჭირო გახდა დიდი მოცულობების სხმული ნარევების გამოყენება. ხშირ შემთხვევებში დაბეტონების ობიექტების ძლიერმა დაშორებამ ბეტონის ნარევების მომზადების ადგილებიდან, ხმელეთიდანაც კი (ზღვები, მდინარეები), აუცილებელი გახდა ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა, დროისა და შრომითი დანახარჯების შემცირება ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირებაზე, შემკვრივებაზე და ა.შ. ასევე პროექტით მოთხოვნილი იქნა ბეტონის მაღალი სიმტკიცე მისი გამყარების ადრეულ სტადიაზე.

აღნიშნული ამოცანების შესრულებას ხელი შეუწყო თეორიულმა გამოკვლევებმა და პრაქტიკულმა დანერგვებმა, რომლებიც შემდეგ მიმართულებებად ჩამოყალიბდა:

- მაღალი სიმტკიცის ბეტონების მისაღებად მულტიფრაქციული შემესებების გამოყენება;
- მასალის სიმტკიცის, კოროზია და ბზარმდებლობის ასამაღლებელი მიკრო და ულტრადისპერსული დანამატების გამოყენება;
- ბეტონის სხმული ნარევების რეოლოგიური თვისებების მართვა;
- ბეტონის თვისებების რეგულირებისათვის ახალი ტიპის ქიმიური მოდიფიკატორების შექმნა.

1986 წელს იაპონელმა პროფესორმა ჰაჯიმე ოკამურამ (კოჩის უნივერსიტეტი), შეიმუშავა ახალი ბეტონის ნარევის შედგენილობა, რომლის მეშვეობით შესაძლებელი გახდა რთული ფორმის და ხშირად დაარმატურებული ელემენტების დაბეტონება განშრევების გარეშე. გამყარებულ ბეტონს ახასიათებდა მაღალი სიმტკიცე (>60 მპა) და ხანმდებობა. ოკამურა გამოვიდა ინიციატივით მიღებულ ახალ მასალას დარქმეოდა - „თვითშემჭიდროებადი ბეტონი“ (თშბ) – Самоуплотняющийся бетон (СУБ) – Self-Compacting Concrete (SCC).

თვითშემჭიდროებადი ბეტონის დეფორმაციულობის მაღალი ხარისხი და ვიბრირების გამორიცხვა საგრძნობლად აუმჯობესებს

ბეტონის კონსტრუქციების ხარისხს და გვაძლევს უპირატესობას მშენებლობის დიზაინსა და ტექნოლოგიურ პროცესებში. თშბ-ის რეცეპტურა განსხვავებულია არა მხოლოდ ახალი თაობის დანამატების (პოლიკარბოქსილატები) გამოყენების გამო ნარევის მომზადებისას, არამედ თშბ-ის შედგენილობის დაპროექტება მოითხოვს შემდგომების გრანულომეტრული შედგენილობის ოპტიმიზაციას და მიკროშემდგომების დანერგვას. ცხადია, დასაყალიბებელი კონსტრუქციების თვისებების პროგნოზირება ბეტონმცოდნეობის დარგში მოღვაწე მკვლევარების წინაშე მდგარ რთულ ამოცანას წარმოადგენს.

უახლოეს პერსპექტივად უნდა იქცეს მაღალეფექტური რეგულატორების შექმნა, რომლებიც ბეტონის შეკვრას და გამყარებას შეუწყობს ხელს. დღეისათვის გამოყენებული ქლორიდის საფუძველზე დამზადებული გამყარების დამაჩქარებლებს აქვთ რიგი შეზღუდვები, რომლებიც დაკავშირებულია ბეტონის დამცავი თვისებების შემცირებასთან არმატურასთან მიმართებით.

ერთ-ერთი პერსპექტიული მიმართულება XXI საუკუნის სამშენებლო მასალათმცოდნეობაში არის ისეთი მასალების შექმნა, რომელთაც ექნებათ ლითონთან, კერამიკასთან და პოლიმერთან მიახლოებული ახალი თვისებები. ეს სერიოზული ამოცანა გადაჭრილი იქნება, თუ გამოვიყენებთ სპეციალური დანიშნულების კომპლექსურ მოდიფიკატორებს. ეს მასალები უნდა გამოირჩეოდნენ მაღალი სიმტკიცით გაჭიმვაზე ღუნვისას და აგრეთვე ზემოდალი სიმტკიცით კუმშვის დროს. მძიმე ბეტონის განვითარების ზოგადი მიმართულება უახლეს ათწლეულში მდგომარეობს მისი ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებების გაუმჯობესებაში დღევანდელ დონესთან შედარებით; ენერჯის ხარჯის და შრომატევადობის შემცირებაში საწარმოს ყველა ტექნოლოგიურ გადამუშავებაზე, ბუნებრივი მინერალების რესურსების შენახვასა და მსხვილტონაუიანი მინერალური ნარჩენების უფრო აქტიურ გამოყენებაში.

მეორე თავში (შედეგები და მათი განსჯა), განხილულია მსბ-ების და თშბ-ების ადგილობრივი სანედლეულო ბაზა; მოყვანილია მათი ფიზიკურ-ტექნიკური თვისებები, გავრცელების არე და გამოყენების სფეროები. საქართველოში მრავლად მოიპოვება ისეთი ინერტული

მასალები, რომელთა გამოყენება მაღალი სიმტკიცის ბეტონების მისაღებად მეტად ხელსაყრელია. ასეთი კარიერებია, მაგალითად: ს. თამარისის, ხრამ-იმირის, კოლობანის, ჩოლაბაურის, კურსების და წყურგილის კარიერები. მაგალითისათვის: ს. თამარისის ინერტული მასალების საბადო მდებარეობს 5 კმ-ში. მარნეულის რკ. სადგურიდან. ნაშრომში გამოკვლეულია და ცხრილების სახით ნაჩვენებია აღნიშნული კარიერების მასალების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები. ანალოგიურადაა შესწავლილი და დახასიათებული სხვა კარიერის მასალებიც.

განხილულია შემკვრელი ნივთიერებები – პორტლანდცემენტების და დანამატებიანი პორტლანდცემენტების სახეობები და მათი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები; გამოყენების თავისებურებები და დოზირება. ასევე განხილულია მაპლასტიფიცირებელი დანამატების და მიკროამესებების მრავალი სახეობა და მათი მოქმედების მექანიზმი; წარმოების ნარჩენების გამოყენების შესაძლებლობა მაღალი სიმტკიცის და თვითშემჭიდროებად ბეტონებში.

ნაშრომის **მესამე თავში** განხილულია მაღალი სიმტკიცის ბეტონების შედგენილობების შერჩევა ძირითადად ბაზალტისა და გრანიტის ღორღზე, სხვადასხვა სახის ცემენტებისა და დანამატების გამოყენებით.

გამოკვლეულია შემკვრელების გრანულომეტრული შედგენილობა და ფიზიკურ-ტექნიკური მახასიათებლები; მონაცემები შეტანილია ცხრილებში.

შესწავლილია აგრეთვე „ჰაიდელბერგცემენტის“ კასპის ცემენტის ქარხნის პროდუქტის სამშენებლო ტექნიკური თვისებები. მისი აქტივობა გამოყენების მომენტისათვის შეადგენდა 480 კგ/სმ²-ს.

ექსპერიმენტებისათვის გამოყენებული იყო ბეტონის ნარევი ქიმიური დანამატი სუპერპლასტიფიკატორი ვისკოკრეტი SF-18. მაღალი ეფექტურობის სუპერპლასტიფიკატორი ვისკოკრეტი SF-18 წარმოადგენს მესამე თაობის სუპერპლასტიფიკატორს. ის არის უნიკალური, მრავალმხრივი, განსაკუთრებით ეფექტურია ნარევი დასამატებლად. ის უზრუნველყოფს წყლის რაოდენობის შემცირებას, რაც იწვევს ნარევის თვისებების გაუმჯობესებას, ვდებულობთ მაღალი სიმტკიცის ბეტონს, რომელიც არის ადვილად ჩაწყობადი, ძალზე მცირეა ამ

ბეტონის წყალშედწევადობა, შეკლების ხარისხი და ა.შ. ამ სუპერპლასტიფიკატორის გამოყენებით ცემენტის ხარჯი მცირდება 30%-ით.

ინდიკატორებზე ანათვლების აღების შემდეგ გამოანგარიშებულია ბეტონის გრძივი დეფორმაციების სათანადო მნიშვნელობები თითოეული ანარევის ნიმუშებისათვის და დადგენილია დრეკადობის მოდულის მნიშვნელობები. ცხრილ 1-ში და ცხრილ 2-ში წარმოდგენილია ბაზალტის და გრანიტის შემდგომებზე დამზადებული ბეტონის ნიმუშების სიმტკიცეების და დრეკადობის მოდულის მნიშვნელობები ცალკეული სერიების მიხედვით.

ცხრილი 1

ბაზალტის ბეტონის ფიზიკურ – მექანიკური მახასიათებლები

№/ №	კუბური სიმტკიცე მპა	პრიზმული სიმტკიცე მპა	სიმტკიცე გაჭიმვაზე ღუნვისას მპა	დრეკადობის მოდული მპა	დანამატის სახე და რაოდენობა	შენიშ- ვნა
1	51.75	42,08	4,5	37620	უდანამატი(°)	
2	62,25	46,68	6,3	38700	Sika FFN1,5%	
3	59,00	44,26	5,8	39500	Sika FFN 2%	
4	64,85	48,24	6,5	40215	Sika FFN 1%	
5	55.80	45,39	5,3	38200	Sika 300 1%	
6	65.20	48,00	6,5	40800	Sika 300 1,5%	
7	66.43	54,00	6,8	41400	Sika 300 2%	

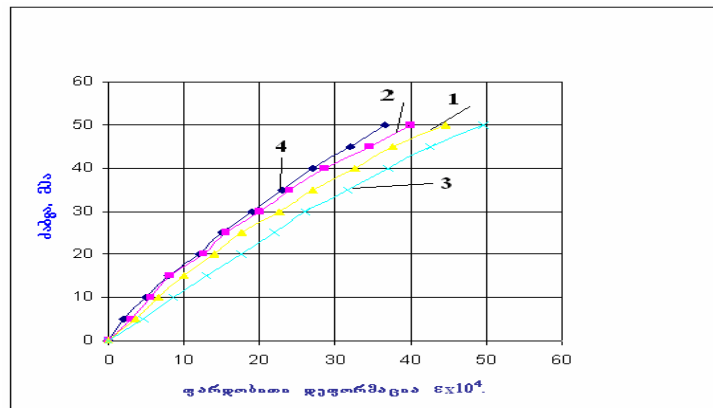
ცხრილი 2

გრანიტის ბეტონის ფიზიკურ – მექანიკური მახასიათებლები

№/ №	კუბური სიმტკიცე მპა	პრიზმული სიმტკიცე მპა	სიმტკიცე გაჭიმვაზე ღუნვისას მპა	დრეკადობის მოდული მპა	დანამატის სახე და რაოდენობა	შენიშ- ვნა
---------	---------------------------	-----------------------------	--	-----------------------------	-----------------------------------	---------------

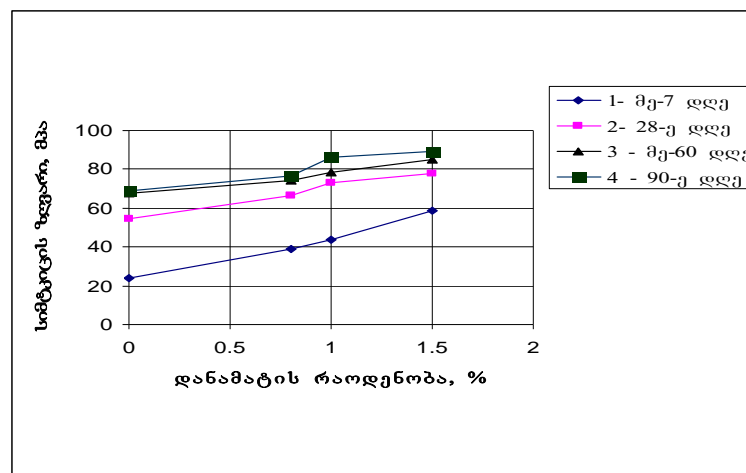
1	52,33	39,0	6,1	41500	უღანამატო
2	55.60	43.0	6,2	43221	Sika FFN 1,5%
3	63.40	48,6	7,2	44500	Sika FFN 2%
4	58.10	45,7	6,4	43750	Sika FFN 1%

ბაზალტის შემცველზე დამზადებული ბეტონის მე-2 ანარევის ნიმუშების 28 დღიანი ნიმუშების კუმშვაზე გამოცდის დიაგრამა ნაჩვენებია სურათ 1-ზე.

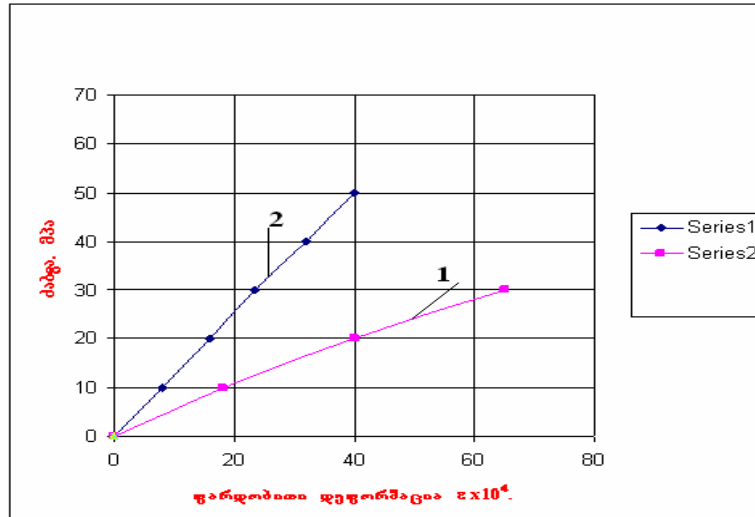


სურ. 1. ბაზალტის ბეტონის კუმშვაზე გამოცდის დიაგრამა 28-ე დღეს.
 1. უღანამატო; 2. ვისკოკრეტი –SF18 - 0.8% დანამატით; 3. ვისკოკრეტი –SF18 - 1% დანამატით; 4. ვისკოკრეტი –SF18 - 1.5% დანამატით.

ბეტონის ნიმუშების კუმშვაზე სიმტკიცის ზღვრის დამოკიდებულება მაქლასტიფიცირებელი დანამატის რაოდენობაზე მე-7, 28-ე, მე-60 და 90-ე დღიანი გამყარების შემდეგ ნაჩვენებია სურ. 2-ზე.



სურ. 2. ბაზალტის ბეტონის კუმშვაზე სიმტკიცის ზღვრის დამოკიდებულება დანამატის რაოდენობაზე.



სურ. 3. ბაზალტის ბეტონის კუმშვაზე გამოცდის დიაგრამა.

დანამატი 1.5%; ნარევი №1.

1) მე-7 დღე; 2) 28-ე დღე.

ბეტონის სიმტკიცის შეფასება გაჭიმვისას გვეხმარება გავიგოთ რკინაბეტონის ქცევის ხასიათი სხვადასხვა დატვირთვების ზემოქმედების დროს, მიუხედავად იმისა, რომ კონსტრუქციების ანგარიშისას ძალიან ხშირ შემთხვევაში არ ითვალისწინებენ ბეტონის სიმტკიცეს გაჭიმვის დროს.

ექსცენტრისიტეტის ზემოქმედების გარეშე, პირდაპირი გამჭიმავი ძალების მოღება ნიმუშზე მისი გაჭიმვაზე გამოცდისას ძალიან ძნელია. ამასთან ერთად ის რთულდება დამატებითი მეორადი ძაბვების ზემოქმედებით.

ამგვარი სირთულეების გამო სასურველია გაიზომოს ბეტონის სიმტკიცე გაჭიმვაზე დაუარმირებელი ბეტონის პრიზმის ღუნვაზე გამოცდით. თეორიულად მაქსიმალური გამჭიმავი ძაბვა, რომელიც იქმნება გამოსაცდელი პრიზმის ქვედა ნაწილში, ცნობილია როგორც სიმტკიცის ზღვარი ღუნვაზე. ეს განსაზღვრა თეორიის იმ წარმოდგენას ეთანადება, რომ ძაბვა ნეიტრალური ღერძიდან დაშორების პროპორციულია.

ღუნვაზე გამოსაცდელად დამზადებული იქნა პრიზმის ფორმის 4X4X16 სმ ზომის ბეტონის ნიმუშები. ბეტონის შედგენილობა,

დამზადებისა და დაყალიბების ტექნოლოგია, ნიმუშების გამოცდა წარმოებდა GOCT -10180 მოთხოვნების შესაბამისად.

ნიმუშების გამოცდა ღუნვაზე წარმოებდა წნეხზე INSTRON 1115, რომელიც აღჭურვილია ღუნვაზე გამოსაცდელი სპეციალური მოწყობილობით (სურ. 3). ნიმუშები თავსდებოდა სპეციალურ სადგამზე, ორ საყრდენ წერტილში და დატვირთვის მოდება ხდებოდა ნიმუშების შუა წერტილში, (ცენტრალური დატვირთვა).

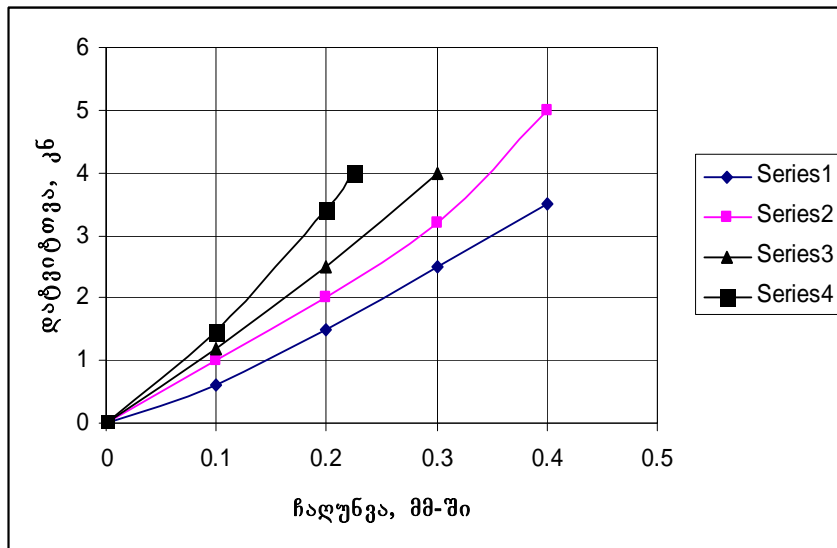


სურ. 3. ნიმუშების გამოცდა გაჭიმვაზე ღუნვის დროს

ნიმუშების ჩაღუნვის გადაადგილების რეგისტრაცია წარმოებდა სპეციალური ექსტენზომეტრებით, რომელიც მაგრდებოდა ნიმუშზე დატვირთვის მოდების ქვედა წერტილში და რომელიც მჭიდროდ ეკვრებოდა გამოსაცდელი ნიმუშების ქვედა ზედაპირს.

დატვირთვის რეგისტრაციისათვის გამოყენებული იყო ელექტრონული დინამომეტრი, რომლიდანაც ინფორმაცია მიეწოდებოდა რეგისტრაციის პულტს და ერთდროულად მიმდინარეობდა როგორც ჩაღუნვის სიდიდის მნიშვნელობის, ისე დატვირთვის ზემოქმედების ჩაწერა კოორდინატებში $p - h$.

ბაზალტის შემკვებზე დამზადებული ბეტონის ღუნვაზე გამოცდის შედეგები ასახულია სურ. 4-ზე მოყვანილ გრაფიკებზე.



სურ. 4. ბაზალტის შემესვებზე დამზადებული ბეტონის ჲუნვაზე გამოცდის შედეგები

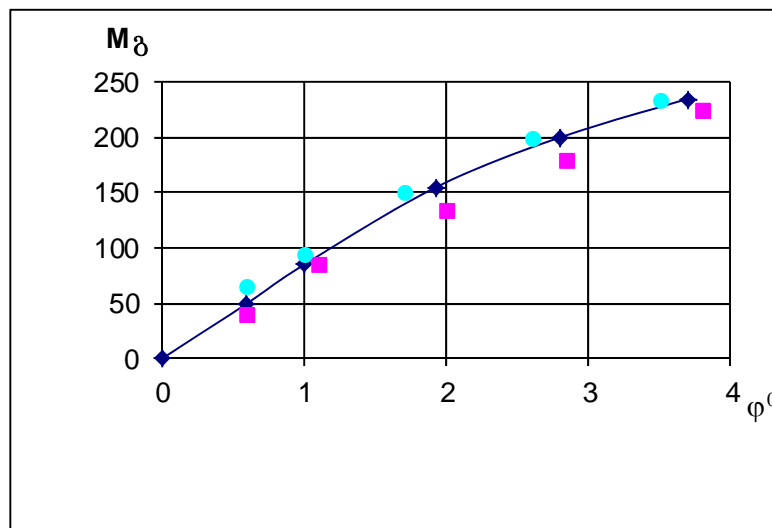
ბეტონის ნიმუშების გამოცდა გრეხაზე. ბეტონის ნიმუშების გრეხაზე გამოსაცდელად დამზადებული იქნა 4X4X16 სმ ზომის პრიზმის ფორმის ნიმუშები, სადაც შემესვებად გამოყენებული იყო ბაზალტის და გრანიტის შედარებით წვრილი ფრაქციის (14-16 მმ ზომის) ინერტული მასალები. დანამატებად გამოყენებული იყო Sika FFN და Sika 300.

ხელსაწყო, რომელშიც ხდებოდა ნიმუშების ჩამაგრება გამოსაცდელად, მოცემულია სურ. 5-ზე. ამ ხელსაწყოს ერთი ბოლო არის ხისტად ჩამაგრებული, ხოლო მეორე ბოლოს შეუძლია იბრუნოს n-360⁰-იანი კუთხით. მბრუნავი მომენტის შესაქმნელად დატვირთვის მოდება წარმოებს მრგვალ დისკზე, რომელიც ხისტად არის შეერთებული მოძრავ ნაწილთან. მრგვალი დისკოს ნაპირზე ჩამაგრებული ბაგირის გადაადგილებით ხდება მისი მობრუნება, რაც თავის მხრივ აბრუნებს მოძრავ ნაწილს და რომლის შემოტრიალებაც იწვევს მასში ჩამაგრებული ნიმუშების გრეხას. ხელსაწყოს მოძრავ ნაწილში დამაგრებულია საათის ტიპის ინდიკატორი, რომელიც გვიჩვენებს გრეხი ელემენტის მობრუნების კუთხეს. მთლიანად ეს ხელსაწყო მაგრდება წნეხ INSTRON 1115-ის ქვედა სადგარზე, ხოლო ზედა სადგარის მომჭერებზე მაგრდება ბაგირი, რომელიც შეერთებულია მრგვალ დისკოსთან, რომელიც თავის მხრივ ხისტად არის შეერთებული ხელსაწყოს მბრუნავ ნაწილთან. ბაგირის დაჭიმვის ძალა, ივივება რაც გრეხი დატვირთვა.



სურ. 5. გრეხვაზე ნიმუშების გამოსაცდელი ხელსაწყო

ხელსაწყოზე მოდებული მგრეხი მომენტი ფიქსირდება წნეხის ჩამწერი მექანიზმის საშუალებით, ხოლო მობრუნების კუთხის ათვლა წარმოებს ინდიკატორის ჩვენების მიხედვით. ხოლო ძვრის კუთხე $\gamma=1\varphi$; გამოცდილი ნიმუშების განივკვეთი იყო კვადრატული. სურ. 6-ზე მოყვანილია ბაზალტისა და გრანიტის ნიმუშების მგრეხი მომენტის მობრუნების კუთხეზე დამოკიდებულების გრაფიკი. მაქსიმალური ძალა იანგარიშება ფორმულით: $\tau = \frac{M}{\alpha \cdot b^3}$, მაქსიმალური ძალა $\tau = \frac{M}{\alpha \cdot b^3} = 400 \text{ კგძ}$.



სურ. 6. ბაზალტის ნიმუშების გრეხვაზე გამოცდის შედეგები
 1. □ --- უდანამატო; 2. ○ --- SIKA 300 1%; 3. ■ --- SIKA 300 2%.

ჩვენს მიერ ასევე გაანგარიშებულ იქნა თვითშემჭიდროებადი ბეტონის შედგენილობები, როგორც ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის ფილტრებში დაგროვილი აქტიური სილიციუმის ორჟანგის შემცველი მტვრის, ასევე ნორვეგიული წარმოების პროდუქტის – მიკროკაჟმიწის გამოყენებით. ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის ნარჩენის ქიმიური შედგენილობის შედარება ახლო საზღვარგარეთის ქვეყნების ანალოგიური ქარხნების ნაჩვენებია ცხრილებში 3 და 4.

თვითშემჭიდროებადი ბეტონის მისაღებად ჩვენს მიერ გამოყენებული შემსესებები აკმაყოფილებენ EN 206-1-ის მოთხოვნებს, ცემენტი თავისი მახასიათებლებით შეესაბამება EN 1971-ს, დანამატები აკმაყოფილებენ EN 934-2000-ის მოთხოვნებს.

თვითშემჭიდროებადი ბეტონების ნიმუშები დამზადებული იქნა ოთხი ნარევისაგან, სადაც დანამატებად გამოყენებული იყო სუპერპლასტიფიკატორი Viscocret SF 18% და ქ. ზესტაფონის ფეროშენადნობი ქარხნის ბრძმედის ღუმელის ფილტრებში დაგროვილი სილიკომანგანუმის მტვერი, რომელშიც მიკროკაჟმიწის შემადგენლობა იყო 25,2 და 35,4%. თითოეული ნარევისაგან დამზადებული იქნა 15-15 ცალი კუბის ფორმის და 9-9 ცალი პრიზმის ფორმის ნიმუშები.

ცხრილ 5-ში ნაჩვენებია თვითშემჭიდროებადი ბეტონის სხვადასხვა შედგენილობები და მათი სიმტკიცეზე გამოცდის შედეგები. როგორც ცხრილიდან ჩანს, რაც უფრო მაღალია ფეროშენადნობთა ქარხნის მტვერში მიკროკაჟმიწის ოდენობა, მით მაღალი სიმტკიცის მიიღება თვითშემჭიდროებადი ბეტონი.

ჩვენს მიერ მიღებული კორექტირებული თვითშემჭიდროებადი ბეტონის ნარევისაგან ერთ-ერთმა სამშენებლო კომპანიამ დაამზადა საცდელი საექსპერიმენტო პარტია 6 მ³ მოცულობის, რომელიც დაყალიბებული იქნა ვიბრაციის გარეშე. მიღებული კონსტრუქციის ზედაპირი აღმოჩნდა მაღალი ხარისხის, ხოლო ბეტონის სიმტკიცემ 28 დღეზე მიაღწია 60 მპა.

ცხრილი 3

ფეროშენადნობთა წარმოების ულტრადისპერული ნარჩენების ქიმიური შედგენილობები

მიკროშემესების წარმოშობა	მიკროგამაჯერებლის დასახელება	კომპონენტების შემცველობა, %-ში							
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O+Na ₂ O	MnO	SO ₃
ნოვოკუზნეცკი	ფეროსილიციუმი	89,7	2,0	1,7	2,5	1,76	1,89	–	0,3
ჩელიაბინსკი	ფეროსილიციუმი	89,2	2,84	1,68	2,1	1,75	1,43	–	0,5
ერმაკი	ფეროსილიციუმი	70,1	3,43	2,03	11,4	0,9	0,9	–	0,4
აქტიუბინსკი	ფეროსილიციუმქრომი	66,1	2,2	1,3	0,44	14,65	1,8	–	4,2
ზესტაფონი	სილიკომანგანუმი	25,2	2,64	4,27	18,6	4,0	2,1	35,8	4,2
ზესტაფონი	სილიკომანგანუმი	35,4	2,3	3,86	4,58	4,2	2,4	39,1	3,4
თბილისი	ნაცარწატაცი	58,8	5,5	31,4	0,2	1,0	2,2	–	0,1

ცხრილი 4

ფეროშენადნობთა წარმოების ულტრადისპერული ნარჩენების ზოგიერთი ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებელი

მწარმოებელი ქარხანა	ნოვოკუზნეცკი	ჩელიაბინსკი	ერმაკი	აქტიუბინსკი	ზესტაფონი	ზესტაფონი
ულტრადისპერული ნარჩენების სახეობა	ფეროსილიციუმი	ფეროსილიციუმი	ფეროსილიციუმი	ფეროსილიციუმქრომი	სილიკომანგანუმი	სილიკომანგანუმი
SiO ₂ -ის შემცველობა, %-ში	89,7	89,2	70,1	66,1	25,2	35,4
ჰიდრაულიკური აქტივობა	98	94	58	40	14,2	25
წყალმომთხოვნელობა	40	33	137	43	26	33
ნაყარი ზოგადი სიმკვრივე, კგ/მ ³	260	228	130	266	621	800
ხვედრითი ზედაპირი, სმ ² /გ	20 000 – 25 000	20 000 – 22 000	25 000 – 50 000	20 000 – 22 000	8 000 – 10 000	12 000 – 14 000

თვითშემჭიდროებადი ბეტონის ნიმუშების კუმშვაზე გამოცდის შედეგები

№ №	გრ იტენცერ	ლ შისა	ბაზალტის ქვიშა კბ		კვარცის ქვიშა კბ	ბაზალტის ღორღი კბ		დანამატები		ნიმუშის მოცულობის მასა კგ/მ ³	წ/ც ფარდობა	ბეტონის განთავის დიამეტრი სმ	ბეტონის სიმკაცე 28-ე დღეზე მკა
			0-0.25 მმ	2.5-5 მმ	0-0.125 მმ	5-10 მმ	10-14 მმ	სუპერ პლასტიფიკატორი SF 18%	მიკროკაუმიწა კბ				
1	320	190	600	320	-	820	-	ცემენტის 2%	70 (ზესტაფონი)	2.514	0.59	45	38.9
2	350	175	400	400	-	1020	-	ცემენტის 2%	100 (ზესტაფონი)	2.515	0.50	50	55.5
3	420	180	270	350	280	590	340	ცემენტის 1.5%	80 (ნორვეგია)	2.517	0.43	63	63.5
4	480	210	260	220	430	530	340	ცემენტის 1.5%	90 (ნორვეგია)	2.507	0.44	65	65.8

ამჟამად მიმდინარეობს ინტენსიური ძიება თვითშემჭიდროებადი ბეტონის მისაღები დანამატების იაფად შემოტანაზე. გარდა ამისა, მნიშვნელოვანია აგრეთვე ადგილობრივი ნარჩენი პროდუქციის, მიკროდისპერსული მაღალაქტიური კაუჩიწის შემცველი დანამატების (თბოელექტროცენტრალის ნაცრები, ფშქ მტვერი და ა.შ. ფართოდ გამოყენება.

მეთხე თავში მოცემულია სწორკუთხედის ფორმის განიკვეთიანი პრიზმული ღეროს გრეხის ამოცანის თეორიული გაანგარიშება. როგორც ცნობილია ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების გაანგარიშება დამოკიდებულია ექსპერიმენტული შედეგების და თეორიული მონაცემების მნიშვნელობაზე. მასალის თეორიული სიმტკიცის დადგენა ხდება კლასიკური დრეკადობის თეორიის მეთოდების საშუალებით, ხოლო მისი ტექნიკური სიმტკიცე კი ექსპერიმენტების (ნიმუშების გამოცდის) მიხედვით.

ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტის (სწორკუთხა განივი კვეთის პრიზმული ღეროს გრეხაზე) შემოწმებისთვის განხილულია სწორკუთხა ფორმის განიკვეთიანი პრიზმული ღეროს გრეხის სივრცითი ამოცანის გადაწყვეტა იმ კონკრეტული შემთხვევისათვის, როდესაც ღეროს ბოლოებს გადაეცემა ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მიმართული მგრეხი მომენტი, ღეროს ბოლოებზე დამაგრებული (დაწებებული) აბსოლუტურად ხისტი დისკოების საშუალებით, როგორც ეს მიღებულია სამშენებლო პრაქტიკაში ბეტონის ნიმუშების გამოცდისას.

ანალიზური ამოხსნის პრაქტიკული მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ ნიმუშის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობით მიღებული სურათი ჩაწერილი უგანზომილებო სიდიდეებში საშუალებას იძლევა მთლიანად გამოირიცხოს ექსპერიმენტით მიღებულ შედეგებზე სამაშტაბო ეფექტის გავლენა, რაც გულისხმობს იმას, რომ მსგავსი (არატოლდიდი) ფიგურების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის დასაფიქსირებლად გამოყენებული უნდა იქნას კანონი ორი მესამედის შესახებ, ანუ კონსტრუქციის ზომების შეცვლის შედეგად დაძაბულობაც უნდა შეიცვალოს ამ კანონის მიხედვით.

დასმული სივრცითი ამოცანის ამოხსნა ადვილად მიიღწევა, თუ მისი განხილვისას კლასიკური დრეკადობის თეორიის ნაცვლად

გამოვიყენებთ ი. ლუდუშაურის მიერ დამუშავებული დრეკადობის თეორიას ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებებში. ამოცანის გადაწყვეტისას შემოვიღოთ უგანზომილებო სიდიდეები (ნახ. 7)

$$x = \bar{x}/a, \quad y = \bar{y}/b, \quad z = \bar{z}/h, \quad h/a = \eta_1, \quad h/b = \eta_2.$$

სადაც 2a და 2b ღეროს განივკვეთა ზომებია, ხოლო 2h – კი ღეროს (ნიმუშის) სიგრძე (სიმაღლე).

გადამწყვეტ განტოლებათა სისტემა უგანზომილებო სიდიდეებში წარმოვიდგება შემდეგი სახით:

წონასწორობის განტოლებები:

$$\sigma_x = -\int \left(\frac{\eta_2}{\eta_1} \frac{\partial \tau_{xy}^*}{\partial y} + \frac{1}{\eta_1} \frac{\partial \tau_{xz}^*}{\partial z} \right) dx + B_1(y, z), \quad (1)$$

$$\sigma_y = -\int \left(\frac{\eta_1}{\eta_2} \frac{\partial \tau_{xy}^*}{\partial x} + \frac{1}{\eta_2} \frac{\partial \tau_{yz}^*}{\partial z} \right) dy + C_1(x, z), \quad (2)$$

$$\sigma_z = -\int \left(\eta_1 \frac{\partial \tau_{xz}^*}{\partial x} + \eta_2 \frac{\partial \tau_{yz}^*}{\partial y} \right) dz + D_1(x, y). \quad (3)$$

დეფორმაციათა განტოლებები:

$$\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{h}{E} \frac{1}{\eta_1} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)]; \quad (4)$$

$$\frac{\partial V}{\partial y} = \frac{h}{E} \frac{1}{\eta_2} [\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)]; \quad (5)$$

$$\frac{\partial W}{\partial z} = \frac{h}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)]; \quad (6)$$

$$\eta_2 \frac{\partial U}{\partial y} + \eta_1 \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{h}{E} 2(1+\nu)\tau_{xy}^*; \quad (7)$$

$$\frac{\partial U}{\partial z} + \eta_1 \frac{\partial W}{\partial x} = \frac{h}{E} 2(1+\nu)\tau_{xz}^*; \quad (8)$$

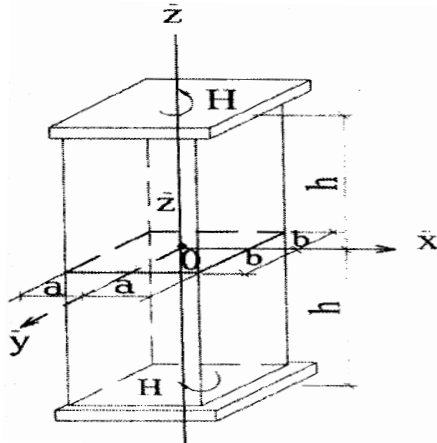
$$\frac{\partial V}{\partial z} + \eta_2 \frac{\partial W}{\partial y} = \frac{h}{E} 2(1+\nu)\tau_{yz}^*, \quad (9)$$

სადაც E განსახილველი სხეულის მასალის დრეკადობის მოდულია; ν – პუასონის კოეფიციენტი.

მიღებული (1)-(9) ცხრა კერძოწარმოებულიანი დიფერენციალური განტოლებათა სისტემიდან განისაზღვრება 9 საძიებელი სიდიდე. კერძოდ, შინაგანი ძაბვების ექვსი კომპონენტი: $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ და განსახილველი დრეკადი სხეულის ნებისმიერი მატერიალური

წერტილის გადაადგილების ვექტორის სამი მდგენელი: u, v, w . ამიტომ ცხრა დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა საკმარისია იმისათვის, რომ განსაზღვრული იქნას ცხრავე საძიებელი სიდიდე.

განვიხილოთ პრიზმული ღეროს გრესხაზე სივრცითი ამოცანა, როდესაც H -ის ტოლი მგრესი მომენტები გადაეცემა ღეროს მის ბოლოებზე დამაგრებული (დაწებებული) ხისტი დისკების საშუალებით (ნახ. 7).



ნახ. 7. პრიზმული ფორმის ღეროს გრესხაზე სივრცითი ამოცანის საანგარიშო სქემა, როდესაც H სიდიდის გარე მგრესი მომენტები გადაეცემა მის ბოლოებზე დამაგრებულ (დაწებებული) აბსოლუტურად ხისტ დისკებს).

მიღებული მათემატიკური ალგორითმის რიცხვითი რეალიზაციის მიზნით შედგენილია პროგრამა კომპიუტერისათვის, რომელიც საშუალებას იძლევა ღეროს გეომეტრიული მახასიათებლების η_1 და η_2 ნებისმიერი მნიშვნელობების კონკრეტულ შემთხვევებში განსაზღვრული იქნას შინაგანი ძაბვების კომპონენტისა და u, v, w გადაადგილების რიცხვითი მნიშვნელობები მის ნებისმიერ წერტილში.

ექსპერიმენტით მიღებულია, რომ როდესაც $\varphi = 2$. ბაზალტის შემთხვევაში მგრესი მომენტი $M_{გრ} = 155$ კგ.სმ, ხოლო გრანიტის შემთხვევაში მგრესი მომენტი $M_{გრ} = 200$ კგ.სმ. მაშასადამე მიღებული მგრესი მომენტის მიხედვით თეორიული გამოთვლით მაქსიმალური მხები ძაბვები:

$$\tau_{xz} = (\text{ბაზალტი}) = 1.55486 \cdot 2.10 \cdot 155/8^3 = 9.414191 \text{ კგ/სმ}^2$$

$$\tau_{xz} = (\text{გრანიტი}) = 1.5486 \cdot 2.10 \cdot 200/8^3 = 12.147344 \text{ კგ/სმ}^2$$

ექსპერიმენტით მიღებული მხები ძაბვები:

$$\tau_{xz}=(\text{ბაზალტი})= 155/0.210 \cdot 4^3=11.53271\text{კგ/სმ}^2$$

$$\tau_{xz}=(\text{გრანიტი})= 200/0.210 \cdot 4^3=14.88095\text{გ/სმ}^2.$$

სხვაობა თეორიული შედეგს და ექსპერიმენტალურ შედეგს შორის შეადგენს 18%-ს, რაც დასაშვებია.

მეოთხე თავში მოცემულია თვითშემჭიდროებადი ბეტონის თვითღირებულების კალკულაცია

პროდუქციის თვითღირებულება განისაზღვრება საკალკულაციო ცხრილის მიხედვით, მასში ჩამოთვლილი ხარჯების შეჯამებით.

საკალკულაციო ცხრილის 1..9 მუხლებში მოცემულია **თვითშემჭიდროებადი B50 კლასის ბეტონის** ნედლეული მასალების, სათბობის და ენერჯის ხარჯი. აღნიშნული მასალების ხარჯი იანგარიშება პროგრესული ხარჯვითი ნორმებისა და წლიური მწარმოებლურობის მიხედვით.

ცხრილი 6

პროდუქციის თვითღირებულების კალკულაცია, საკალკულაციო ერთეული თვითშემჭიდროებადი B50 კლასის ბეტონი

№ №	საკალკულაციო მუხლების დასახელება	განზ. ერთ.	დანახარჯები წლიურ პროდუქციაზე			დანახარჯები საკალკულაციო ერთეულზე		თვითღირებულების სტრუქტურა
			რაოდენობა	ერთ. ფასი, ლარი	ჯამი, ლარი	რაოდენობა	ლარებში	
1.	ნედლეული და მასალები							
	ა) პორტლანდცემენტი	ტ	5760	180	1036800	0,48	86,4	
	ბ) ბაზალტის ღორღი	მ ³	6840	20	136800	0,57	11,4	
	გ) ქვიშა	მ ³	7320	30	219600	0,61	18,30	
	დ) სუპერი SF-18	ლიტრი	84000	2,5	210000	7	17,50	
	ე) ფ.შ.ქ მტვერი	ტ	1200	20	24000	0,1	2,0	
	ვ) წყალი	ტ	1920	8,4	16128	0,16	1,34	
	სულ ნედლეულსა და მასალებზე				1643328		136,94	
2.	დამხმარე მასალები,				32867		2,74	

	2%							
4.	ენერჯია ტექნ. მიზნ.	კვტ	158000	0,184	29072		2,42	
5.	ძირითადი მუშების ძირით. და დამატებ. ხელფასი	ლარი			51177		4,27	
6.	მოწვობ. შენახვის და ექსპლუატ. ხარჯები	ლარი			95878		7,99	
7.	საამქროს ხარჯები	ლარი			132422		11,04	
	საამქრო თვითღირებულება	ლარი			1984744		165,40	
8	წუნით გამოწვეული ხარჯები	ლარი			4140		0,34	
9.	საერთო საქარხნო ხარჯები	ლარი			39695		3,31	
	სრული თვითღირებულება	ლარი			2028579		169,05	

ამგვარად, 1მ³ B50 კლასის თვითშემჭიდროებადი ბეტონის თვითღირებულებაა 169,05 ლარი.

1მ³ ბეტონის გასაყიდი ფასი ფორმირდება გეგმიური დაგროვების (8%) და დამატებითი ღირებულების გადასახადის დამატებით (15%). 1მ³ პროდუქციის გასაყიდი ფასია – 200 ლარი.

დასკვნები

1. გამოკვლეულია ბაზალტისა და გრანიტის ბაზაზე მიღებული მაღალი სიმტკიცის ბეტონების სიმტკიცის და დეფორმაციის მახასიათებლები, კუმშვაზე, გაჭიმვაზე ღუნვისას და გრესაზე გამოცდის დროს. გამოცდის შედეგად მიღებული ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლები გაცილებით უმჯობესია ჩვეულებრივი მძიმე ბეტონების ანალოგურ მაჩვენებლებთან შედარებით.
2. ნაჩვენებია ბაზალტისა და გრანიტის ბაზაზე მიღებული მაღალი სიმტკიცის ბეტონების მახასიათებლებზე (სიმტკიცე, კონუსის ჯდენა, დეფორმაციულობა) სხვადასხვა პლასტიფიკატორების ბეტონის მასაში სხვადასხვა პროცენტული რაოდენობით შეყვანის გავლენა.
3. გამოკვლეულია ბაზალტისა და გრანიტის ბაზაზე მიღებული მაღალი სიმტკიცის ბეტონის მექანიკური თვისებების ცვლილების ხასიათი დროის მიხედვით. მიღებული მონაცემების ანალიზი

გვაძლევს საშუალებას დავასკვნათ, რომ ადგილი აქვს სიმტკიცის ინტენსიურ მატებას;

4. მიღებულია ბაზალტის შემესების ბაზაზე, ცემენტ CEM32.5-ის, ქიმიური დანამატების ვისკოკრეტი SF18-ის და მიკროკაუმიწის, აგრეთვე ზესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხნის ნარჩენის გამოყენებით, თვითშემჭიდროებადი ბეტონები;
5. ნაჩვენებია, რომ ეფექტური სუპერპლასტიფიკატორების გამოყენებით და ცემენტის ნაკლები დანახარჯით 400-520 კგ შესაძლებელია მაღალი სიმტკიცის თვითშემჭიდროებადი (60 მპა) ბეტონის მიღება;
6. მაღალი რეოლოგიური თვისებების მისაღწევად ბეტონის მასაში ეფექტურ სუპერპლასტიფიკატორებთან ერთად აუცილებელია წვრილდისპერსიული დანამატების დამატება;
7. შესაძლებელია ბეტონის ნარევიში წვრილდისპერსიული დანამატების სახით ქ. ზესტაფონის ფეროშენადნობი ქარხნის ბრძმდის საკვამლე მილის ფილტრებში დაგროვილი სილიკომანგანუმის მტვრის გამოყენება, მასში მანგანუმის რაოდენობის შემცირებისა და მიკროკაუმიწის გამდიდრების შემდეგ;
8. დადგენილია ბეტონის მექანიკური თვისებების ცვლილების ხასიათი გამყარების დროის მიხედვით: 1 დღის, 7 დღის, 14 დღისა და 28 დღის განმავლობაში;
9. მიღებული შედეგების ანალიზი გვაძლევს საშუალებას, რომ დამატებით გამოკვლევების შემდეგ (ცოცვალობა, წყალშეუღწევადობა, გარემო პირობების ზემოქმედება) რეკომენდაცია გაეწიოს სამშენებლო კომპანიებს აღნიშნული ბეტონის პრაქტიკაში გამოყენების შესახებ.
10. სხვაობა თეორიული გაანგარიშებით და ექსპერიმენტით მიღებული შედეგებს შორის იცვლება 15-20%-ით.
11. 1მ³ B50 კლასის თვითშემჭიდროებადი ბეტონის თვითღირებულებაა 169,05 ლარი. 1მ³ ბეტონის გასაყიდი ფასი ფორმირდება გეგმიური დაგროვების (8%) და დამატებითი ღირებულების გადასახადის დამატებით.(15%). 1მ³ პროდუქციის გასაყიდი ფასია – 200 ლარი.

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ შრომებში:

1. ლ.ლოლაძე, ი.გიორგაძე, ა.საყვარელიძე. გაჭიმვისას სხვადასხვა ტენზომეტრიულობის წვრილმარცვლოვანი ბეტონის მექანიკურ მახასიათებლებზე დეფორმაციის სიჩქარის გავლენა. ჟურნალი: „ჰიდროინჟინერია“ №2 (6), 2008. გვ. 124-127.
2. ლ.ლოლაძე, გ.თათარაშვილი, ლ.ოკუჯავა, ნ.გოგოხია, ბ.კეშელავა, ი.გიორგაძე. გრანიტის ნარჩენებზე დამზადებული მაღალი სიმტკიცის ბეტონის მექანიკური მახასიათებლების შესწავლა. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „ენერჯია“ №1 (49) 2009. გვ. 101-104.
3. L.Loladze, L.Okujava, I.Giorgadze INFLUENCE OF PLASTICIZERS WITH DIFFERENT CHARACTERISTICS ON PROPERTIES OF HIGH STRENGTH CONCRETES. ВТОРАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ „Проблемы нелинейной механики деформируемого твердого тела” 8 – 11 декабря 2009 г. Казань, Россия. Сборник трудов, с.13-16.
4. L.Loladze, I.Giorgadze, B.Keshelva, L.Okujava, N.Gogoxia. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENGINEERING AND ARCHITECTURAL SCIENCES OF BALKAN, CAUCASUS and TURKIC REPUBLICS SYMPOSIUM, INFLUENCE OF SOME ADDITIONS ON CHANGE OF HIGH STRENGTH CONCRETE PROPERTIES. ISPARTA, TURKEY 22-24 OCTOBER 2009. 123-126.
5. L.Loladze, I.Giorgadze, L.Okujava, B.Keshelva, N.Gogoxia. 12th International Conference on Mechanics and Technology of Composite Materials (MTCM). ALTERATION OF DEFORMATION MODE OF COMPOSITE MATERIALS CONSIDERING PROCESSES RUNNING IN TIME Varna, Bulgaria 22-24 September, 2009. p. 226-232.
6. ლ.ლოლაძე მაღალი სიმტკიცის ბეტონის მიღება და მისი მექანიკური მახასიათებლების (სიმტკიცე კუმშვისას და ღუნვისას) დადგენა დროის ფაქტორის გათვალისწინებით. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2 (17) 2010. გვ. 85-88.
7. ლ.ლოლაძე. ადგილობრივი ნედლეულის გამოყენებით მაღალი სიმტკიცის ბეტონის მიღება და სხვადასხვა მექანიკური მახასიათებლების (ღუნვა, გრეხვა) დადგენა. სტუდენტთა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის თეზისების კრებული. თბილისი 2010. გვ. 8.

8. Л. Лоладзе, И. Гиоргадзе, Л. Окуджава, Б. Кешелава, Н. Гогохиа. ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ С УЧЁТОМ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ВО ВРЕМЕНИ. “АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО – АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ” Вторая международная научно-техническая конференция. 30 сентября - 3 октября 2010г. Ереван-Джермук. Сборник трудов, с. 95-97.
9. L.Loladze, I.Giorgadze, A.Sakvarelidze, L.Okujava, Z.Chinchaladze SELF-COMPACTING CONCRETE, ITS ADVANTAGES AND PRODUCTION IN GEORGIA. “АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО – АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ” Вторая международная научно-техническая конференция. ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ С УЧЁТОМ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ВО ВРЕМЕНИ. 30 сентября - 3 октября 2010г. Ереван-Джермук. Сборник трудов, с. 311-316.
10. ც.ბუჩუკური ლ.ლოლაძე სენივენანის პრინციპის გამოყენების გარეშე სწორკუთხა განივკვეთის ძელის კუმშვის ამოცანის გადაწყვეტა. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(21) 2011. გვ. 27-32.
11. ლ.ლოლაძე საქართველოს ნედლეულითა და ნარჩენების გამოყენებით მაღალი სიმტკიცის ბეტონის მიღება და მისი მახასიათებლების შესწავლა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის თეზისების კრებული თბილისი 2011. გვ. 10.
12. რ.ცხვედაძე, დ.ტაბატაძე, თ.შუკაკიძე, ლ.ლოლაძე, ი.გიორგაძე ბეტონის ნიმუშის კუმშვაზე ექსპერიმენტული და თეორიული გაანგარიშების შედეგები. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3 (22), 2011.

Abstract

The creation of the new materials with the new properties, close to the metal, ceramics and polymers is one of prospective directions of concrete science of XXI century. This significant task can be solved using the special complex modifiers. These materials should be distinguished by high characteristics in deformations of different types.

The general direction of the heavy concrete advance in nearest decade consists in improvement of its physical-technical properties comparatively to present day level, decreasing of expenditure of energy and labor content in all the technological treatments, more active use of natural mineral remains.

The past century was characterized by the increasing demand of the concrete with the cement that represents the practically universal material with the distinguished physical-technical properties and whose significance increases again and again.

For instance, heavy concrete strength increasing (in MPa) has a following dynamics: 1913 – 30; 1940 – up to 40; 1960 – 50 to 60; 2000 - up to 100.

At present in advanced countries (USA, European Countries, Japan, Russia) the concrete consistence and the used process technology provides the concrete strength - greater than 100 MPa. Such concrete is used for construction of the unique, specific significance buildings, as are skyscrapers, long-span bridges and so on.

Whilst in beginnings of the past century mainly the classic heavy concretes and light-weight concretes with the light natural fillers were used, the present day in construction the concretes of different types and functions are used: light-weight, honeycomb and fireproof etc.

Among this wide option, the heavy concrete is most spread and it consists the 70% of all concretes manufactured.

The technical advance in the concrete production mainly depends on the cement industry. In the past century, many different kind investigations were conducted to achieve the production of different type cements with the high characteristics. 30 different kinds of cements are elaborated those correspond to the standard ГОСТ10178. The 80% of them has a construction use.

The common technical progress in the science and technologies caused the adoption of many new discoveries into the concrete production that the concrete manufacturing brought to the new stage of the development and allowed the production of the concrete with the strength, greater the cement strength. Particularly, the creation and use of super-plasticizers and complex modifiers increased the average and maximum strength of the concrete, together with the cement activity increasing.

In last years the particular interest to use the different remainders and modern industrial products as the concrete modifiers is noted. Particularly remainders of mineral fertilizers, petrochemical industry, metallurgy etc. are used. This option is prospective and actual, because this can solve not only technical-economical issue, but ecological as well.

The experience obtained in result of use of high strength concrete allowed the EU countries to create the normative basis: Production and use of high strength (up to 130 MPa) concrete (EN 206).

Along with increasing of the concrete strength, the significance is given to mechanical properties of the inert aggregates. The particle form and sizes of the material used, as well as the chemical interaction between filler and cement matrix, should be taken into the consideration. Whilst in case of the normal concrete the filler carries out the role of the inert material, in the concrete of the high strength, the quality and properties of the filler have influence on the concrete strength increasing.

The construction is in progress in all the world, and in the Georgia as well. The particular significance is given to finding and use of the new high effective materials. One of these materials is the self-compacting concrete.

The technology of the high strength self-compacting concrete was elaborated by the Japan scientists in 80th Of XX century. The elimination of technological defects in the massive hydro-technical structures, that can have place in result of the concrete limited compaction, was the goal of manufacturing of self-compacting concrete.

The development of the self-compacting concrete in the Japan was directed mainly to accomplishment of the concrete-casting in complex structures. The achievements of Japan specialists caused interest in Europe.

The properties of self-compacting concrete, as the simple casting without the vibration, ensuring of the full filling the complex forms, decreasing of expenditure of energy and labor content, high quality surface of the structure are, made it usable not only in the objects of special significance, but in regular buildings as well.

The reason why the builders are not using the self-compacting concrete is the lack of information about the technology of its manufacturing based on local materials and its use.

Present work is the first stage of the scientific research of the technology of the high strength self-compacting concrete obtaining based on local materials, and their properties.