

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გოგუცა სულთანშვილი

მსუბუქი ბეტონი - საქართველოს მომავალი

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

აკტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა მშენებლობა

შიფრი 0406

თბილისი

2019 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში

სამშენებლო ფაკულტეტი

სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის ტექნოლოგიებისა და საშენი მასალების
დეპარტამენტი №103

ხელმძღვანელები: პროფ. მარინა ჯავახიშვილი;

პროფ. ვლადიმერ ლოლაძე;

რეცენზენტები: პროფ. შახი ბაქანიძე;

ტ.მ.კ. ომარ მელქაძე;

დაცვა შედგება 2019 წლის ----, მარტს, 14 საათზე,

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის

სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე,

კორპუსი (I), ბიბლიოთეკა (508)

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

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

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი: პროფ. დ. ტაბატაძე

თემის აქტუალურობა: დედამიწაზე კლიმატის გლობალურ ცვლილებაზე ტექნოგენური ფაქტორების ზემოქმედება, ისეთი ტექნოლოგიების შემუშავებას მოითხოვს, რომლებიც ადამიანის საცხოვრებელ გარემოში, ეკოლოგიური სტაბილურობის ცვლილებასა და მის საქმიანობაზე ზემოქმედების მინიმუმამდე დაყვანის შესაძლებლობას იძლევა. ამასთან დაკავშირებით, თანამედროვე მშენებლობაში ენერგო და რესურსდამზოგ ტექნოლოგიებსა და მასალებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

თანამედროვე სამოქალაქო მშენებლობაში ფოროვან შემდგომზე მსუბუქი ბეტონი ფართოდ გამოიყენება სამშენებლო დეტალების, ნაკეთობების და კონსტრუქციების ფართო ნომენკლატურის დასამზადებლად, მათი მასის და თბოგამტარობის შესამცირებლად. მშენებლობის ტექნიკური პროგრესის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულებაა შემდგომი დიდი მასშტაბებით მსუბუქი ბეტონის გამოყენება. საქართველოში ერთ-ერთი პირველი დაიწყო მსუბუქი კონსტრუქციული ბეტონის გამოყენება გასული საუკუნის 30-იან წლებში ბუნებრივ, მსუბუქ შემსებზე (იმელის შენობა, სტუ-ის პირველი კორპუსი-მსუბუქი, 50 მარკის პემზაბეტონისგანაა აგებული გასული საუკუნის 40-იან წლებში). თანამედროვე სამოქალაქო მშენებლობაში მსუბუქი ბეტონის, ფოროვან შემდგომზე დამზადებული ნაკეთობები გამოირჩევა ტექნოლოგიურობით, სიმტკიცით, ხანგამძლეობით და ეკონომიურობით. ასეთი მასალები ერთ-ერთი საუკეთესო საშუალებაა გარე ბუნებრივი ფაქტორების ზემოქმედებისაგან მოსახლეობისა და დასახლებული ტერიტორიის დასაცავად.

მრავალშრიანი ნაკეთობების დამზადების თანამედროვე მეთოდები საკედლე ნაკეთობების შრეებად ან ეტაპობრივად დაყალიბება - აწყობის ტექნოლოგიების გამოყენებაზეა დაფუძნებული. აღნიშნული ტექნოლოგიები დამზადების ტექნოლოგიური ციკლის დროის და მზა პროდუქციის ღირებულების ზრდას იწვევს. ეს საბოლოოდ აისახება ასეთი ნაკეთობების და ტექნოლოგიების გამოყენებით მშენებარე ნაგებობების ეკონომიკურ ეფექტურობაზე. აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტაში დიდ როლს

თამაშობს მსუბუქი შემვსებებით დამზადებული მრავალშრიანი სამშენებლო ნაკეთობები და კონსტრუქციები, რადგანაც თითოეულ შრეს ექსპლუატაციის პირობებიდან გამომდინარე ცალკე დატვირთვა აქვს. ხშირ შემთხვაში აღნიშნული კონსტრუქციები, რომლებიც გარე ფიზიკურ დატვირთვებს განიცდიან, ამავე დროს უნდა ასრულებდნენ თბო, ბგერასაიზოლაციო და შემომზღუდავი კონსტრუქციების ფუნქციებს. ამიტომაც, საქართველოს სამრეწველო და ნედლეულის ბაზის მდგომარეობის გათვალისწინებით, ნაგებობების შემომზღუდავი, საკედლე კონსტრუქციების აგებისთვის ელემენტების დამზადების ტექნოლოგიის არჩევისას, უპირატესობა უნდა მიენიჭოს ბეტონის მრავალშრიანი თბოსაიზოლაციო ნაკეთობების ერთსტადიან დაყალიბებას - როგორც მინიმალური რაოდენობის სამუშაო ოპერაციების მქონე ტექნოლოგიას.

სამუშაოს მიზანი შემომზღუდავი კონსტრუქციებისთვის მსუბუქი ბეტონის ფოროვან შემვსებიანი ნაკეთობების ერთსტადიანი დაყალიბების ტექნოლოგიის შემუშავება ვიბროვანშრეების გზით სხვადასხვა ფუნქციური დანიშნულების ბეტონის შრეებით.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები გამომდინარეობს ჩვენი კვლევის ძირითადი მიზნიდან: შემომზღუდავი კონსტრუქციებისთვის ბეტონის ნაკეთობების ერთსტადიანი დაყალიბების ტექნოლოგიის შემუშავება, სხვადასხვა ფუნქციური დანიშნულების ბეტონის შრეებით.

შემოთავაზებული მეთოდის საფუძველზე ნავარაუდევია ასევე მოღუნული ელემენტების დამზადების ტექნოლოგიის შემუშავება ანაკრები მრავალშრიანი გუმბათებისა და თაღებისთვის.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე, დამუშავებული გვაქვს ორშრიანი და სამშრიანი ბეტონის ენერგო და რესურსდამზოგი ნაკეთობების დამზადების ტექნოლოგიები.

ძირითადი ლაბორატორიული ცდები და კვლევები ჩატარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სამეცნიერო-კვლევით სასწავლო ცენტრში.

ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე და მიღებული შედეგების გამოყენება

თანამედროვე მშენებლობაში მსუბუქი ბეტონი, ფოროვან შემვსებზე ფართოდ გამოიყენება შენობებისა და ნაგებობების კონსტრუქციების შემოსაფარგლად. ასეთ კონსტრუქციებში ყოველ ფენას თავისი ფუნქცია გააჩნია. შემოთავაზებული ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა ერთსტადიანი, მსუბუქ და მძიმე შემავსებელზე დამზადებული ცემენტობეტონის ნარევისაგან ვიბროგანშრევების გზით შეიქმნას მრავალშრიანი დამცავი კონსტრუქცია. რაც ეკონომიურად მნიშვნელოვნად უფრო იაფი ჯდება. ასეთი ტექნოლოგიით დამზადებული მრავალშრიანი ნაკეთობები, შეიძლება წარმატებით იქნას გამოყენებული როგორც საკედლე ბლოკებისა და პანელების სახით, ისე შეთავსებული სახურავების სახით, ხოლო საჭიროების შემთხვევაში სართულშორისი გადახურვის ფილების სახით, რომლებიც ითავსებენ მზიდ და თბოსაიზოლაციო ფუნქციებს.

ნაშრომის სტრუქტურა

ნაშრომი შედგება 144 გვერდისაგან და მოიცავს შესავალ ნაწილს, ძირითად ტექსტს (შესავალი, ლიტერატურის მიმოხილვას 6 თავად წარმოდგენილ შედეგების განსჯასა და დასკვნას). თან ერთვის გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხა და ნაშრომის აპრობაცია.

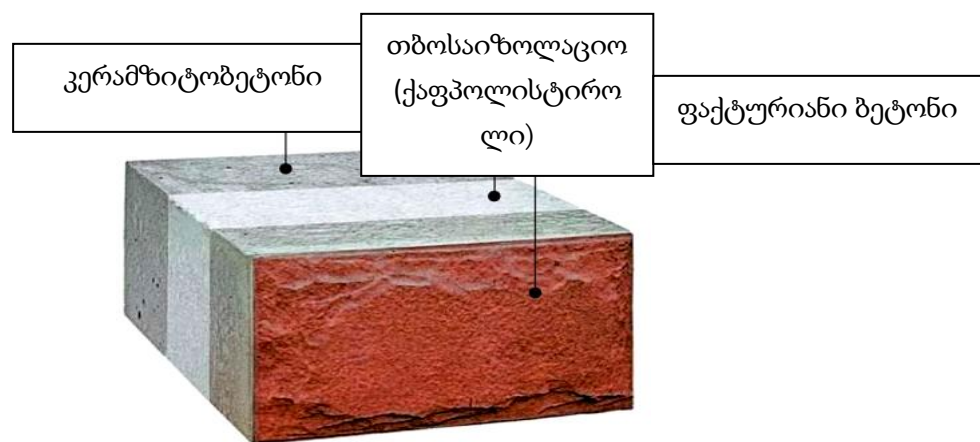
ნაშრომის ძირითადი შინაარსი ნაშრომის შესავალში განხილულია თანამედროვე სამოქალაქო მშენებლობაში გამოყენებული მრავალშრიანი სამშენებლო ნაკეთობების და კონსტრუქციების აქტუალობა.

ხელოვნური და ბუნებრივი ფოროვანი თბოსაიზოლაციო მასალების ფართო არჩევანი განაპირობებს შემოთავაზებული მეთოდის გამოყენებას, მშენებლობაში შემომზადები მრავალშრიანი კონსტრუქციების და ნაკეთობების დამზადებისთვის.

ნაშრომის I თავში განხილულია მრავალშრიანი მრავალფუნქციური ელემენტების დამზადების ტექნოლოგიები მშენებლობაში, კვლევის მიზანი და მეთოდები.

ახალი შენობა-ნაგებობების მშენებლობისას მრავალფუნქციურობის თვისებები შემომზღუდავ კონსტრუქციებში, მშენებლობის პროცესში თავიდანვე იდება.

შემომზღუდავი კონსტრუქციებისთვის მრავალფუნქციურობის მინიჭების ყველაზე გავრცელებული მეთოდია მათი შრედაშრე დამზადება, სადაც თითოეული შრე საკუთარ განსაზღვრულ ფუნქციას ასრულებს, მაგალითად, მზიდი, კონსტრუქციული შრე, და თბო და ბგერათსაიზოლაციო შრეები.



ფასადური მრავალშრიანი ბლოკი. ნაჩვენებია ფენების შემადგენელი მასალები



კედლის წყობა მსუბუქი ბეტონის მრავალშრიანი სამშენებლო ბლოკით

მზიდი შემომზღუდავი კონსტრუქციული ელემენტების მქონე არსებული შენობა-ნაგებობების რემონტის და რეკონსტრუქციის დროს, მათი თბოსაიზოლაციო თვისებების ასამაღლებლად გამოიყენება შრედაშრე დათბუნების მეთოდი. ამ მეთოდით, არსებულ შემომზღუდავ კონსტრუქციებზე მაგრდება დამატებითი შრეები შესაბამისი მასალისგან, რომლებიც ხელს უწყობს ამ კონსტრუქციებისთვის საჭირო დამატებითი თვისებების მინიჭებას.



სავენტილაციო ფასადის სისტემის მოწყობა

კონსტრუქციების შრედაშრე დამზადება იწვევს მრავალსაქმიანობას მათი წარმოებისას, რაც აისახება ნაგებობების აშენების ვადებზე და დამატებით ეკონომიკურ დანახარჯებში. ერთი ტიპის მრავალშრიანი კონსტრუქციების ქარხნული და პოლიგონური დამზადება გარკვეულწილად ზრდის მრავალშრიანი კონსტრუქციების გამოყენების ეკონომიკურ ეფექტურობას. თუმცა თვით მრავალშრიანის დამზადების პრინციპი, შრეების თანმიმდევრული, ცალ-ცალკე დაწყობით, მრავალფუნქციური მრავალშრიანი კონსტრუქციების დამზადების ტექნოლოგიის ეკონომიკური ეფექტურობის სუსტი რგოლია. გარდა ამისა, ჩნდება სპეციალური ბმის გამოყენების საჭიროება, შრეებს შორის გადაბმის საიმედოობის უზრუნველსაყოფად.

მეორე თვში განხილულია მრავალშრიანი მსუბუქი ბეტონის ნაკეთობის შრეების დაყალიბების მეთოდების დადგენა, ორშრიანი ბეტონის ნაკეთობის ნარევის განშრეების კონტროლის მეთოდიკა ბეტონის ნარევის შემადგენლობის დადგენისა და მომზადების პროცესში

დასახული მიზნის მისაღწევად ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია, რომ შრეების წარმოსაქმნელ მასალად გამოყენებულ იქნას ისეთი შემავსებლები, რომელთაც

ეწეება მაქსიმალურად განსხვავებული, კონტრასტული მოცულობითი მასები. ეს პირობა ადებულ იქნა საკმაოდ თხელი ბეტონის ნარევის განშრევების შესაძლებლობიდან გამომდინარე. ასეთი ნარევები განშრევდება შემავსებლის გრანულების საკუთარი მასის ზემოქმედებითაც კი. მკვრივი მძიმე ფენის მისაღებად გამოიყენება ჩვეულებრივი მძიმე შემვსები მთის ქანები. ბეტონის თბოსაიზოლაციო შრის მსუბუქი ფენის მისაღებად შემოთავაზებულია გამოყენებულ იქნას აფუებული პოლისტიროლის გრანულები.

აფუებული პოლისტიროლი ფართოდ გამოიყენება მსოფლიო მშენებლობის პრაქტიკაში, როგორც ერთ-ერთი ეფექტური თბოსაიზოლაციო მასალა.



მასალები, რომელიც გამოყენება მსუბუქი ბეტონის მასაში მრავალშრიანი ნაკეთობის მისაღებად

1. ამობურცული პოლისტიროლის გრანულები; 2. ცემენტი; 3. მძიმე შემვსები, 4. ქვიშა; 5. ქვიშის მტვრისებრი ფრაქცია, 6. სუპერპლასტიფიკატორი; 7. წყალი ბეტონის მასის შემკვრელად.

კვლევის ჩატარებისას ჩვენ მიერ მრავალშრიანი ბეტონის ნაკეთობის ვიბროშრების მისაღებად გამოვიყენეთ სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტის სამეცნიერო კვლევით და საექსპერტო ლაბორატორიაში არსებული ვიბრო მაგიდა.

საცდელი ნარევით და შემდეგ მიღებული ნარევის ჩამოსხმით კუბიკებად ზომით 15×15 ×15სმ, შემდგომ მათი ვიბრაციით ნარევის განშრევებამდე,

დავადგინეთ აუცილებელ ტექნოლოგიური პარამეტრები, მრავალშრიანი ბეტონური ნაკეთობის შრეების დასაყალიბებლად.

დადგინდა შემავესებლის მსხვილი და წვრილი, ასევე მტვრისებრი ფრაქციის აუცილებელი რაოდენობა, საერთო ბეტონის ნარევის მზიდი, კონსტრუქციული (K) და თბოსაიზოლაციო (T) შრეები გაანგარიშებული სისქით. მტვრისებრი ფრაქცია აუცილებელია, იმისათვის, რომ მივიღოთ ცემენტთან ერთად მინიმალური სისქის „მიკრობეტონი“-ს აფსკები, რომელიც შემოეკვრება მსუბუქი შემავესებლის ქაფპოლისტიროლის თითოეულ გრანულს „T“ შრეში, იმისათვის რომ ამ შრეში შეიქმნას ქაფპოლისტიროლის გრანულებს შორის საიმედო კონტაქტი;

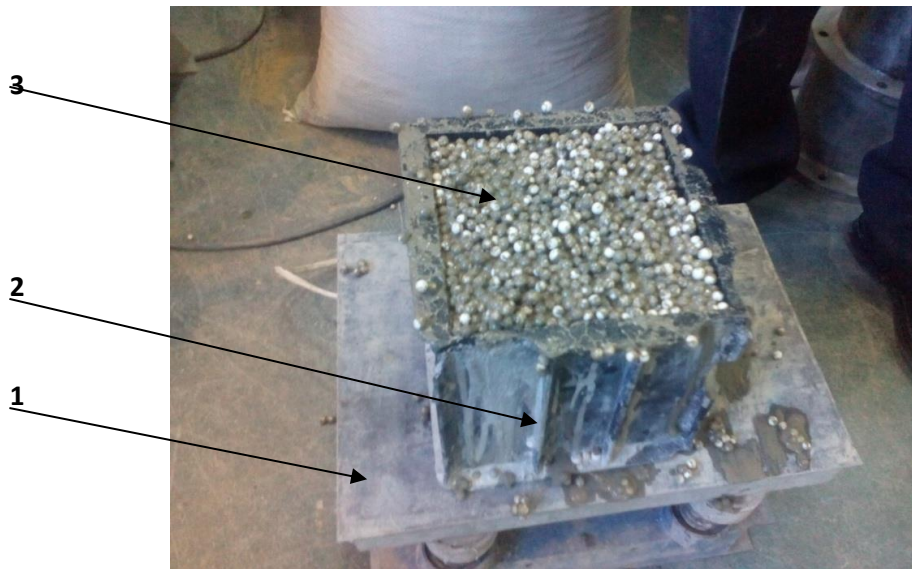
დადგინდა ცემენტის აუცილებელი რაოდენობა, ბეტონის ნარევის თხევადი ნაწილის მისაღებად, რომელსაც უზრუნველყოფდა ნარევი შემავესებლის მარცვლებზე აფსკის წარმოქმნას;

დადგინდა აუცილებელი რაოდენობა თბოსაიზოლაციო მასალის გრანულირებული პოლისტიროლის, “T” შრის მოცემული გაანგარიშებული სისქის მისაღებად;

დადგინდა ბეტონის ნარევე ვიბროზემოქმედების დრო მის მკაფიო განშრევებამდე;

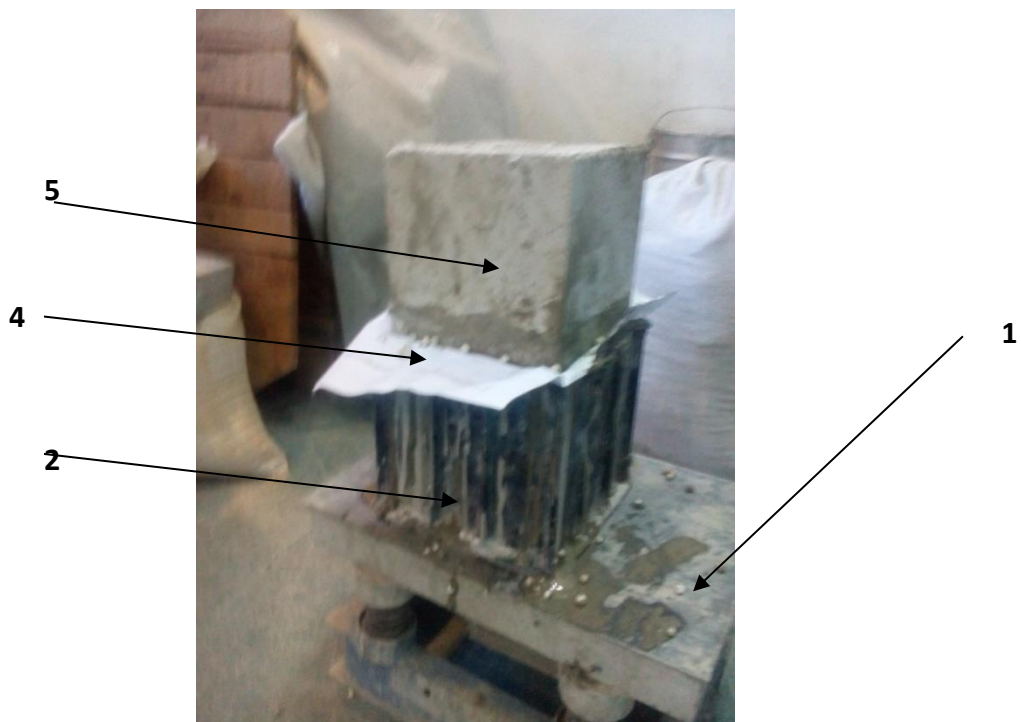
დადგინდა პლასტიფიცირებული დანამატების აუცილებელი რაოდენობა ბეტონურ მასაში, რომელიც უზრუნველყოფდა მის მკაფიო განშრევებას.

დადგინდა ოპტიმალური წყალ-ცემენტის ფარდობა ბეტონის ნარევი, რომელიც უზრუნველყოფს პლასტიფიკატორთან ერთად აუცილებელ პლასტიკურობას.



მსუბუქი ბეტონის ნარევის ფორმა ვიბრომაგიდაზე ვიბროგანშრეების შემდეგ დატვირთვის გარეშე:

1 - ვიბრომაგიდა; 2 - ფორმა, განშრეებული ნარევით შევსებული; 3 - ბეტონი ნარევის განშრეებული ზედაპირი.



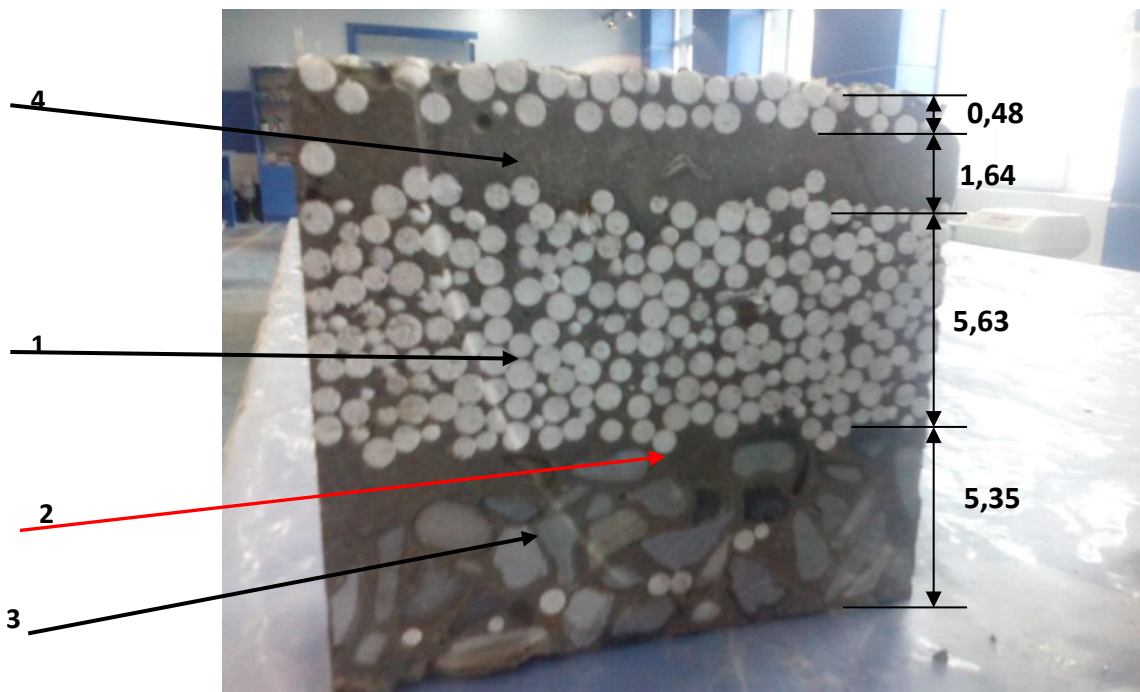
მსუბუქი ბეტონის ნარევის ფორმა ვიბრომაგიდაზე ტვირთიანი ვიბროგანშრეების შემდეგ:

1 - ვიბრომაგიდა; 2 - ფორმა, შევსებული განშრევებული ნარევით; 4 - ჩასაგები წყალგაუმტარი ფართი ბეტონის ნარევსა და ტვირთს შორის; 5 - ბეტონის კუბი ტვირთის სახით.



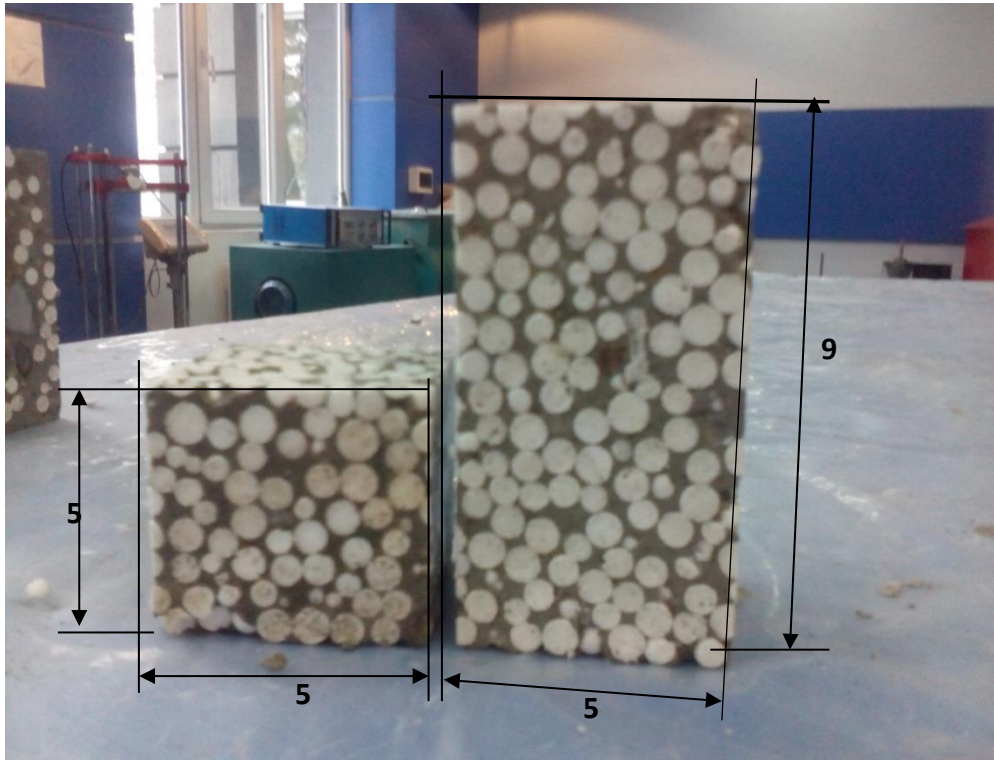
5
4
2

ფორმა, მსუბუქი ბეტონის ნარევის განშრევებული ნარევითა და ტვირთით, რომელიც დადგინდა გამოშრობის კამერაში: 2 - ფორმა, შევსებული განშრევებული ნარევით; 4 - ჩასაგები წყალგაუმტარი ფართი ბეტონის ნარევსა და ტვირთს შორის;

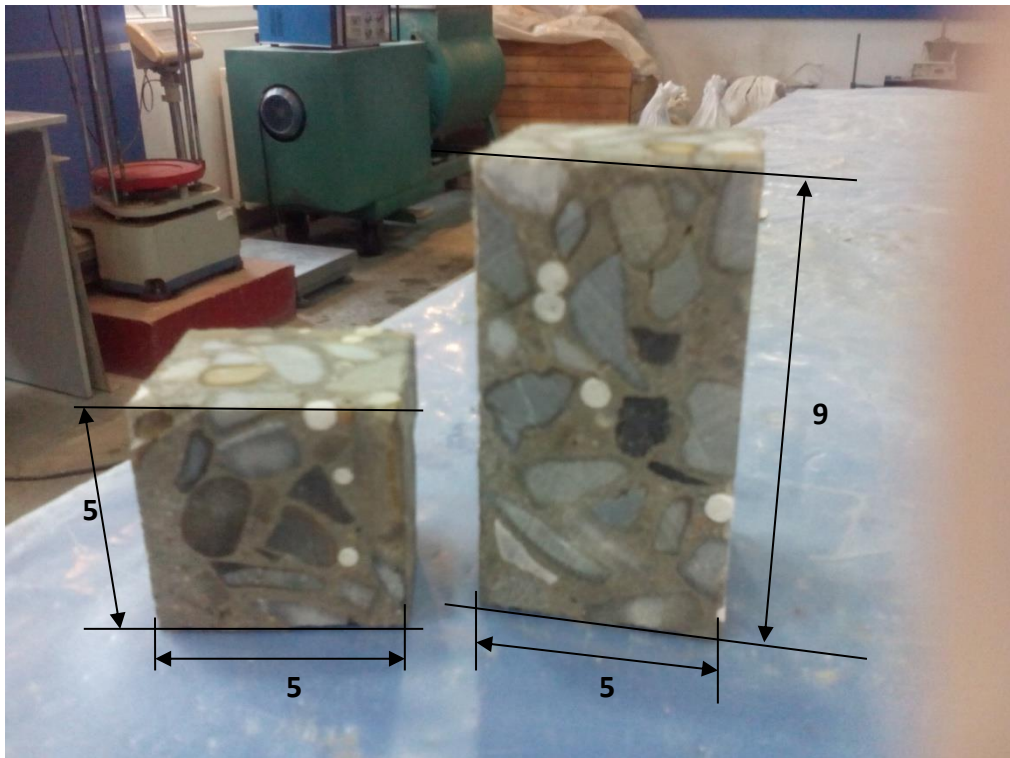


ნიმუშის გახერხვის შემდეგ ჩანს განშრევებული მსუბუქი ბეტონის სტრუქტურა: 1 - თბოსაიზოლაციო შრე; 2 - გამჭოლი შრე; 3 - კონსტრუქციული შრე; 4 - დამცავი შრე. (დამცავ შრეზე პენოპოლისტიროლის შემთხვევითი გრანულები).

შრეების სისქე ნაჩვენებია სანტიმეტრებში.



თბოსაიზოლაციო (T)შრის ნიმუშები, რომელიც გამოიხერხა მსუბუქი ბეტონის კუბიდან ბეტონის განშრევებული ნარევის შემადგენლობის კორექტირებით. ზომები მოცემული სანტიმეტრებში.

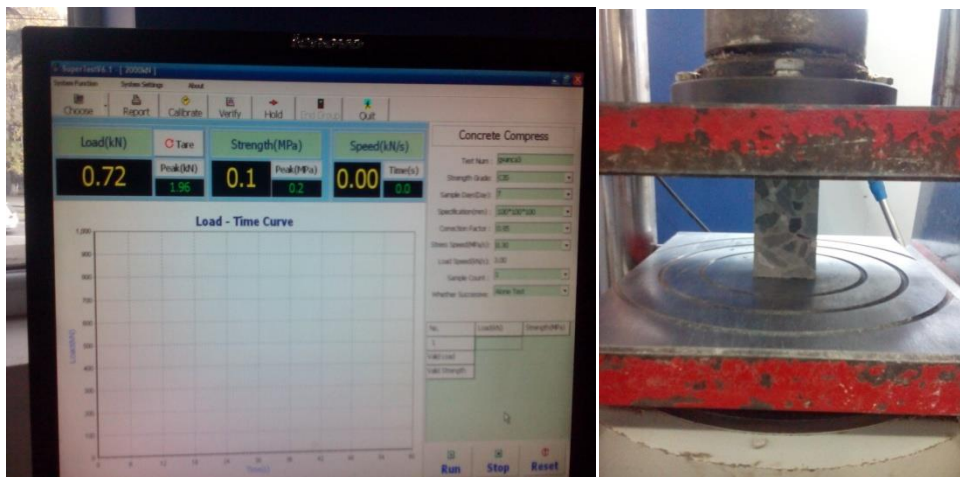


თბოსაიზოლაციო (K)შრის ნიმუშები, რომელიც გამოიხერხა მსუბუქი ბეტონის კუბიდან ბეტონის განშრევებული ნარევის შემადგენლობის კორექტირებით. ზომები მოცემული სანტიმეტრებში.

ცხრილი 1

მსუბუქი ბეტონის ნარევის შემადგენლობა კგ/მ³, რომელიც შერეჩეულ იქნა ბეტონის ნარევის განშრევებისას ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე

ცემენტი მარკით 300, კგ/მ ³	ღორღი 5-10 მმ, კგ/მ ³	ქვიშა 0- 5 მმ, კგ/მ ³	ქვიშის მტვრის ებრი ფრაქი, კგ/მ ³	აფუებული პოლისტირ ოლისგრან ულები, ლიტრი	C კ; კგ/მ ³	წყალი, ლიტრი	წყალ-ცემენტის ფარდობა
436	523	319	71	593	4,36	268	0,614



მრავალშრიანი ნაკეთობის ნიმუშის გამოცდა წნეხზე

ცხრილი 2

ცემენტი მ 300, კგ/მ ³	ღორდი 5-10 მმ, კგ/მ ³	ქვიშა 0-5 მმ, კგ/მ ³	ქვიშის მტვრისებრ ი ფრაქცია, კგ/მ ³	აფუებუ ლი პოლისტი როლის გრანულე ბი, ლიტრი	c R _a კგ/მ ³	წყალი, ლიტრი	წყალ / ცემენტი
392	800	471	60	304	3,9	236	0,6

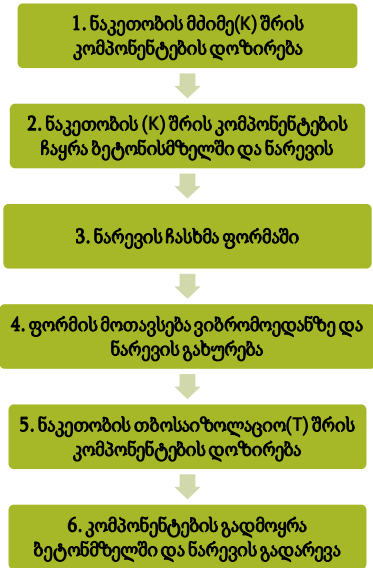
ტექნოლოგიური ოპერაციების შედარება - მსუბუქი ბეტონის მრავალშრიანი ნაკეთობის დამზადება ტრადიციული, არსებული მეთოდებით და ნაკეთობის მომზადება შემოთავაზებული მეთოდით მძიმე და მსუბუქი შემავსებლიანი ერთიანი ბეტონის ნარევის ვიბროგანშრევეებით, იხ. ცხრილი 3, სადაც ჩანს, რომ შემოთავაზებული მეთოდი საჭიროებს არსებითად ნაკლებ შრომის დანახარჯს.

მსუბუქი ბეტონის მრავალშრიანი ნაკეთობის დამზადების ტრადიციული მეთოდით და შემოთავაზებული მეთოდით შრეებად დაბეტონების ტექნოლოგიური ოპერაციების შედარება .

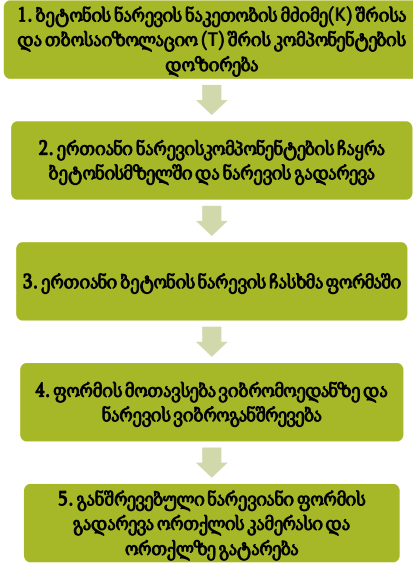
ცხრილი 3

ტექნოლოგიური ოპერაციების შედარება

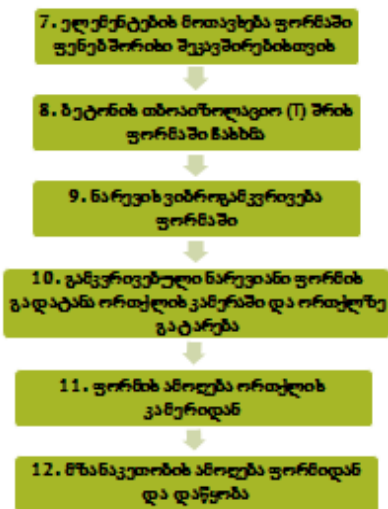
ბეტონის მრავალშრიანი ნაკეთობის დამზადება ტრადიციული მეთოდით



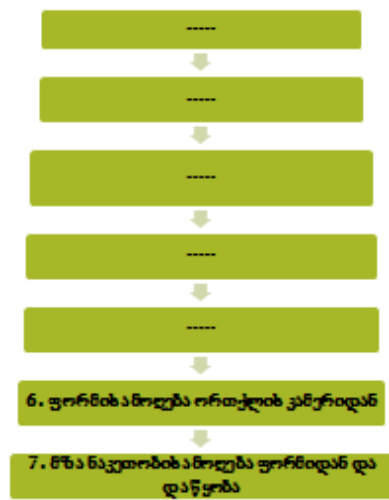
შრეზად დაბეტონებით და ნაკეთობის მომზადება შემოთავაზებული მეთოდით



ბეტონის მრავალშრიანი ნაკეთობის დამზადება ტრადიციული მეთოდით



ნაკეთობის მომზადება შრეზად დაბეტონებით შემოთავაზებული მეთოდით



მსუბუქი ბეტონის მრავალშრიანი ნაკეთობის მომზადება, არსებული მეთოდებით, საჭიროებს შრეებს შორის ჩასაგებს და გათბობას ყოველ ჩალაგებულ

შრეზე. გარდა ამისა, აუცილებელია უზრუნველყოფილ იქნას კონსტრუქციული კავშირი ბეტონის ნაკეთობის ჩალაგებული შრეებს შორის. შრეებს შორის კავშირი უზრუნველყოფილია ნაკეტობასი სპეციალური ჩაყენებით. ეს ტექნოლოგიური ოპერაცია არ არის საჭირო ბეტონის მრავალშრიანი ნაკეთობის მომზადებისას იმ ნარევის ვიბროგანშრეებისას, რომელიც შეიცავს კომპონენტებს თბოსაიზოლაციო და კონსტრუქციული შრეების მისაღებად. როგორც ჩანს, ცხრილი 5-დან, მხოლოდ ერთი თბოსაიზოლაციო და ერთი კონსტრუქციული შრიანი ბეტონის ნაკეთობის მომზადებისას, მცირდება ტექნოლოგიური ოპერაციების რაოდენობა მე-5-ე პოზიციაზე.

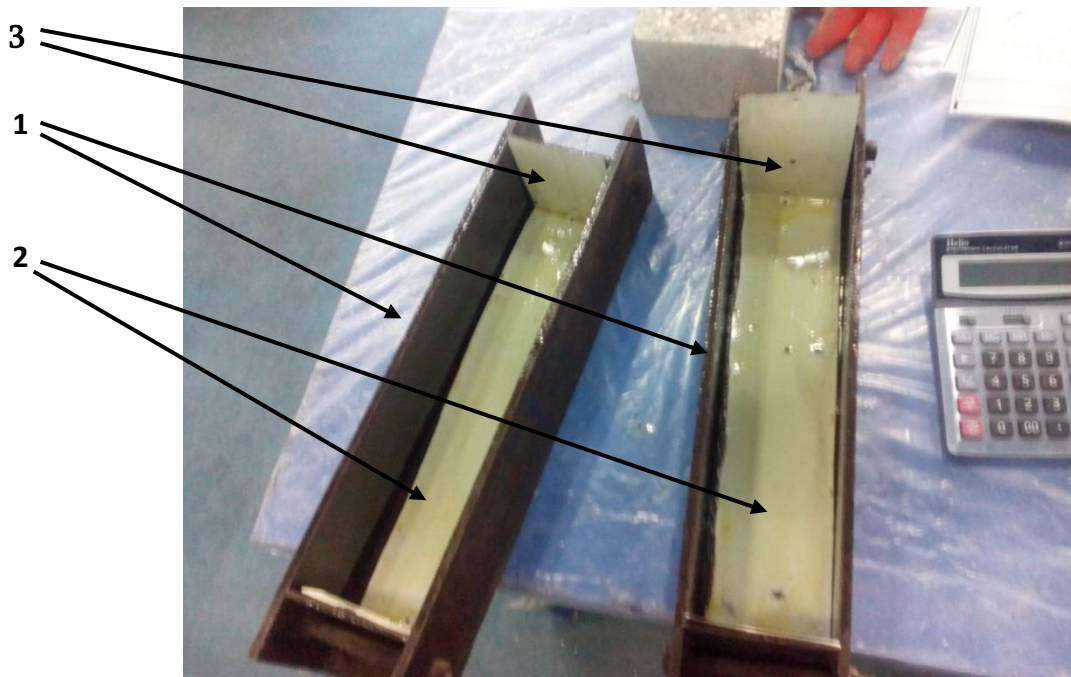
მესამე თავში განხილულია ჩაზნექილთალოვანი და ამოზნექილთალოვანი მოხაზულობის მრავალშრიანი მსუბუქი ბეტონის ნაკეთობის დაყალიბების ტექნოლოგია.

ჩვენ მიერ, შემოთავაზებულია ბრტყელი ან თალოვანი პროფილის დაფარვის ფარების მრავალშრიანი შენაერთის მოსამზადებლად, გამოყენებულ იქნას შემოთავაზებული და ზევით აღწერილი ტექნოლოგია ბეტონის მრავალშრიანი ელემენტების მომზადებისას, რომელიც ფორმირდება მძიმე და მსუბუქი შემავსებლებიანი ბეტონის ნარევის ვიბროგანშრეებით. ამასთან, იმისათვის, რომ ნაკეთობას მიენიჭოს ჰიდროსაიზოლაციო თვისება, ჰიდროსაიზოლაციო დანამატის სახით გამოყენებულია ბეტონში - „პენეტრონი“ ან სხვა, მსგავსი სახის მასალა.

შემადგენლობის შეირჩევა ხდებოდა მოცემული სიდიდეების გათვალისწინებით $T_{\text{ბ}}$ და $K_{\text{ბ}}$ - თბოსაიზოლაციო და კონსტრუქციული შრეების სისქეები. ექსპერიმენტებში მოცემული სისქე შეადგენდა: $T_{\text{ბ}} = 2$ სმ და $K_{\text{ბ}} = 5$ სმ. მოლუნული, თალოვანი მოხაზულობის ბეტონის მრავალშრიანი ელემენტების დამზადების ტექნოლოგიის შემუშავება მიდინარეობდა ლაბორატორიულ ნიმუშებზე.

ნიმუშების დაბეტონება და ბეტონის ნარევის განშრევა, მიმდინარეობდა სტანდარტულ ლაბორატორიულ ფორმებში პრიზმებისთვის, ზომით 10X10X40სმ. ფორმების ძირზე ეფინებოდა სპეციალური, ზეთწასმული ამოსაღები სადები-

თხელი სახურავი რკინა. სადების ბოლოები ამოწეული იყო ზევით, სწორი კუთხეებით.

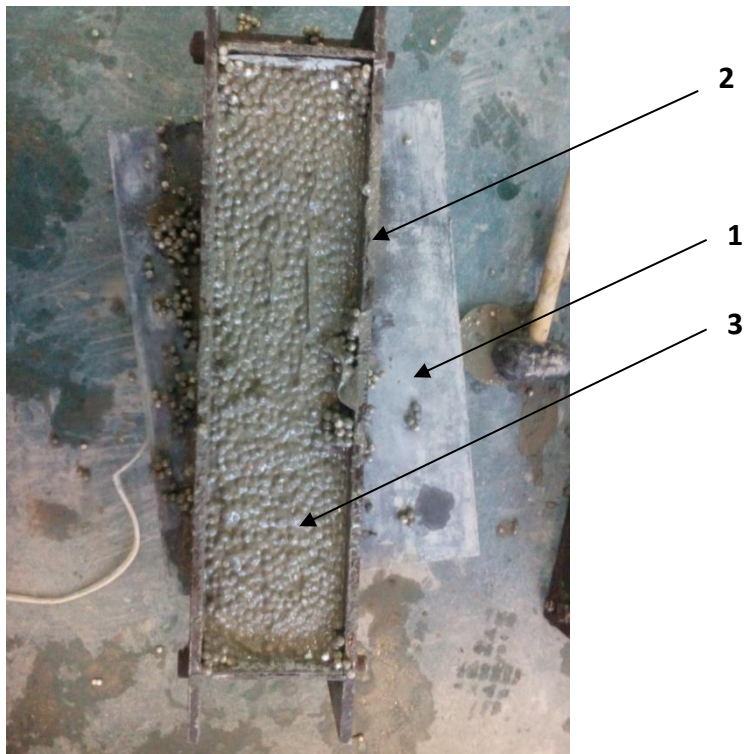


ფორმა ჩასადებით, მოლუნული, თაღოვანი მოხაზულობის მრავალშრიანი ელემენტებისთვის.

მსუბუქი ბეტონის ნარევის შემადგენლობა, კგ/მ³

ცხრილი 4

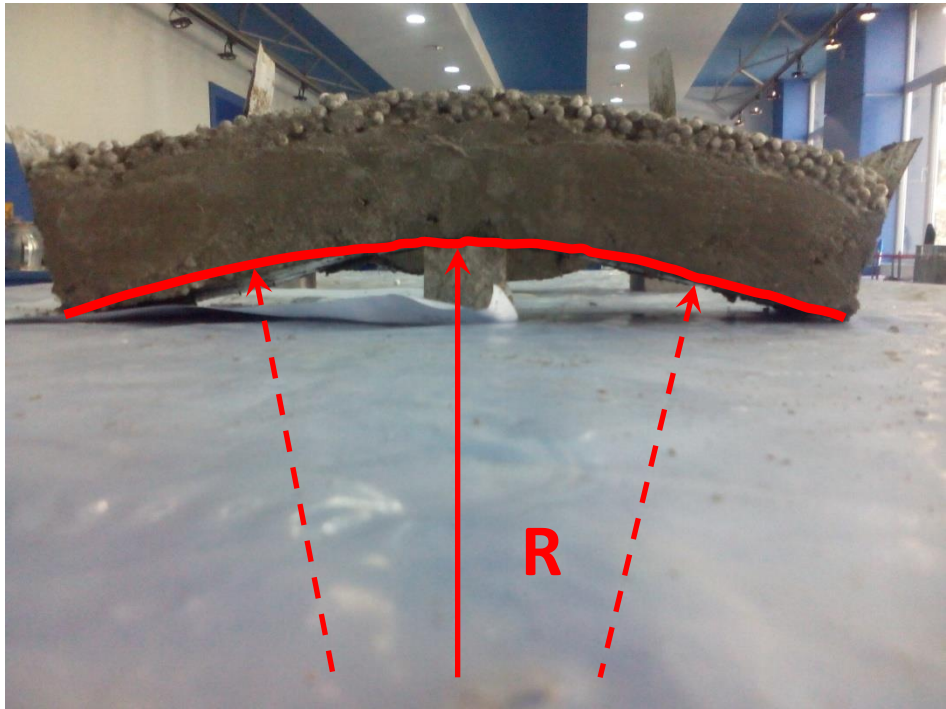
ცემენტი მ 300, კგ/მ ³	ღორღი 5-10 მმ, კგ/მ ³	ქვიშა 0-5 მმ, კგ/მ ³	ქვიშის მტვრისებრი ფრაქცია, კგ/მ ³	აფუებუ ლი პოლისტი როლის გრანულე ბი, ლიტრი	c R _a კგ/მ ³	წყალი, ლიტრი	წყალ / ცემენტი
392	800	471	60	304	3,9	236	0,6



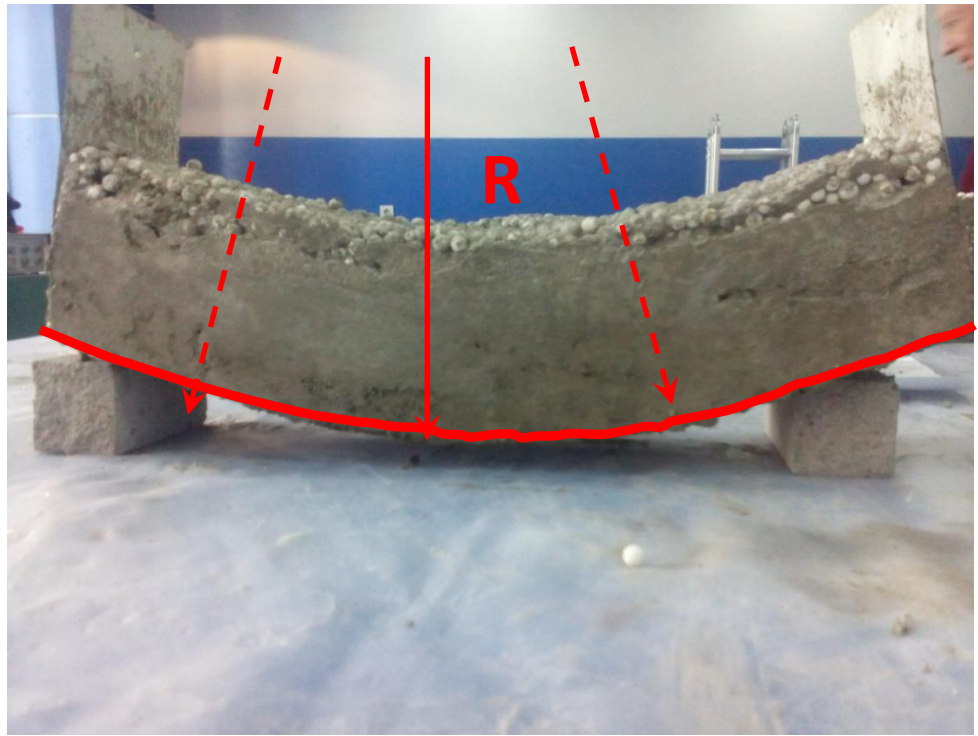
მსუბუქი ბეტონის ნარევით სავსე ფორმა ვიბრომაგიდაზე ვიბროგანშრევეების შემდეგ: 1 - ვიბრომაგიდა; 2 - განშრევებული ნარევით სავსე ფორმა; 3 - ბეტონის განშრევებული ნარევის ზედაპირი.



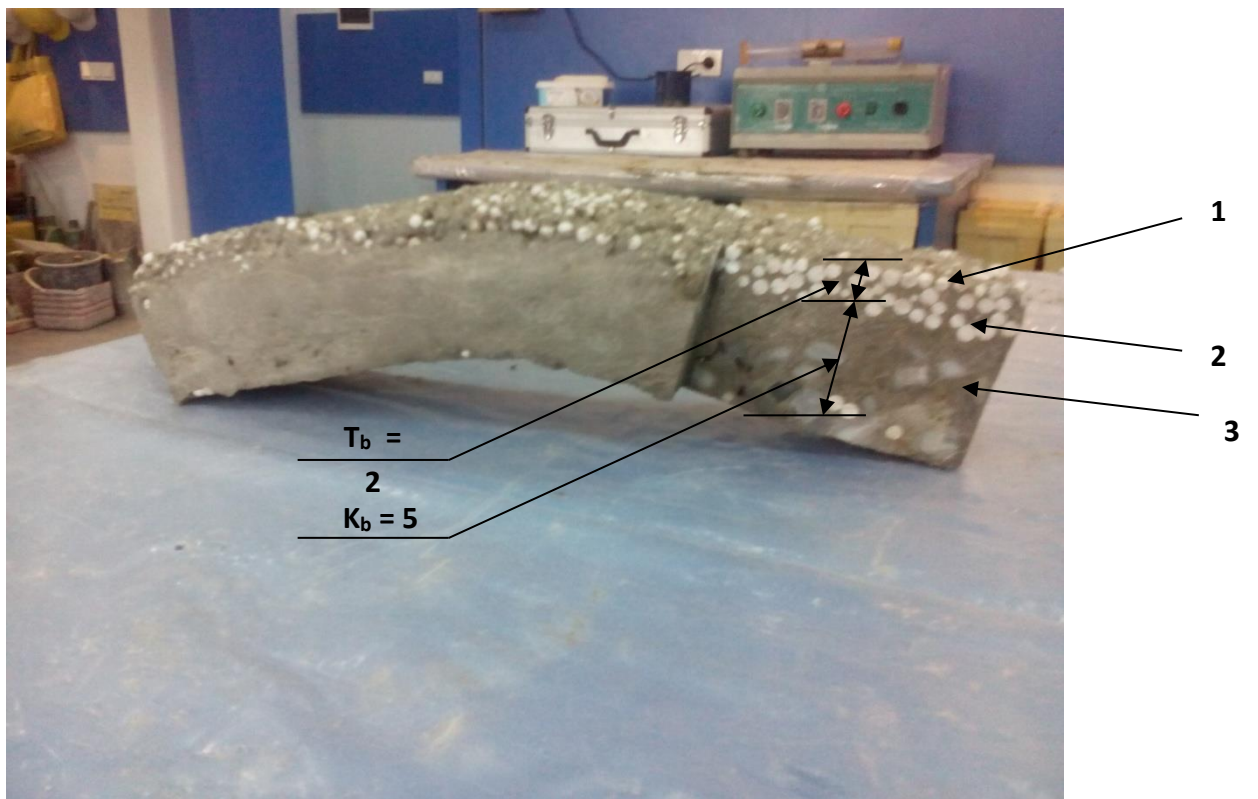
სადების ფორმიდან განშრევებული ჩაზნექილი ელემენტის გამოცალკეების პროცესი.



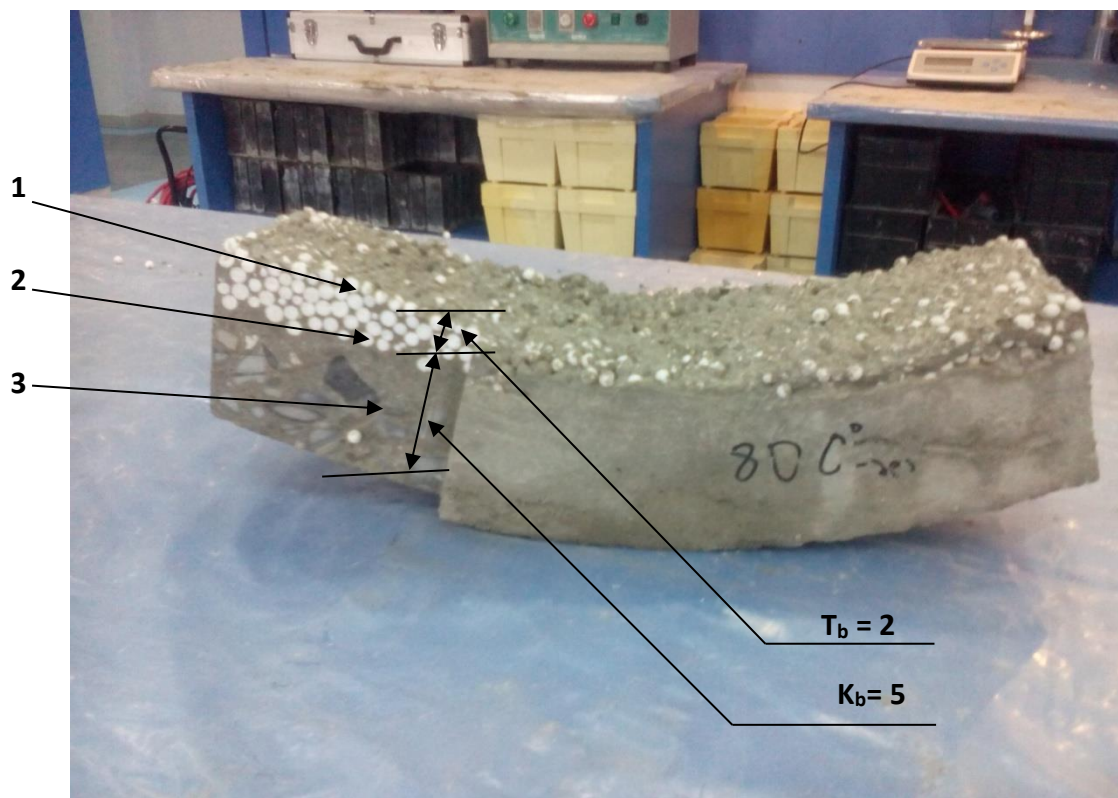
მრავალშრიანი ამოზნექილი ელემენტი, რეჟიმის კამერიდან გამოღების შემდეგ, სიმრუდის R-რადიუსით.



მრავალშრიანი ჩაზნეპილი ელემენტი, რეჟიმის კამერიდან გამოღების შემდეგ, სიმრუდის R-რადიუსით.



ვიბრირებით განშრევებული მრავალშრიანი ამოზნეპილი ელემენტის შიდა სტრუქტურა, ნიმუშის სიგრძივ ჭრილზე: 1 - თბოსაიზოლაციო შრე, $T_b = 2$ სმ; 2 - გამჭოლი შრე; 3 - კონსტრუქციული შრე, $K_b = 5$ სმ;



ვიბრირებით განშრევებული მრავალშრიანი ჩაზნექილი ელემენტის შიდა სტრუქტურა, ნიმუშის ჭრილზე: 1 - თბოსაიზოლაციო შრე, $T_b = 2$ სმ; 2 - გამჭოლი შრე; 3 - კონსტრუქციული შრე, $K_b = 5$ სმ;



ჩაზნექილი და ამოზნექილი პროფილის მაგალითი ტალღისებური პროფილის კონსტრუქციის მომზადებისას.

მეოთხე თავში განხილულია ვიბროგანშრევებით დაყალიბებული ფორიზებული ბეტონის მრავალშრიანი ნაკეთობების დამზადების ტექნოლოგიის შემუშავება მსუბუქი და მძიმე შემავსებლების შემცველი ბეტონის ნარევისაგან

ბეტონების თბოფიზიკური თვისებების გასაუმჯობესებლად გამოიყენება ბეტონის თხევადი ნარევის ნაწილის ფორიანობა. ფორიზებული ბეტონი განსხვავდება ჩვეულებრივი მსუბუქი ბეტონისგან ხელოვნურად შექმნილი წვრილფოროვანი სტრუქტურით, რომელიც მასში ფორების წარმომქმნელი დანამატების დამატებით შეიქმნა.

ბეტონის ნარევის ვიბრო-განშრევების გამოყენება სამშრიანი დაფოროვებული ნაკეთობის მისაღებად.

ნარევის ფორმაში ჩასხმისას, მძიმე შემვსები ფორმის ფსკერზე ილექება, აირწარმოქმნელის და მსუბუქი შემვსების ნაწილის ხსნარის მაღლა გამოწურვით. ნარევი შრებად იშლება. ნარევი აირბეტონის წარმოქმნისთვის, როგორც ცნობილია, საკმაოდ გათხელებულია, აქვს დენადობა $d = 20 \div 40$ სმ-ს ფარგლებში სუტარდის მიხედვით და საშუალო მოცულობითი მასა $1700 \div 1800$ კგ/მ³-ს ფარგლებში. მსუბუქი შემვსები, რასაკვირველია, ამოტივტივდება ხსნარის ნაწილიზე რომელსაც აქვს გაცილებით მეტი საშუალო მოცულობითი მასა.

ნარევზე $2,5 \div 3$ წუთის განმავლობაში ვიბრაციის, ვიბროდარტყმითი ძალების ან დარტყმითი ძალების ზემოქმედების შედეგად ხდება ნაკეთობის შრების დაყალიბება, აირწარმოქმნის პროცესის ინტენსიფიკაცია და საშუალო შრის დაფორიანება. მითითებულ ზღვარზე ნაკლები დრო ოპტიმალური განშრევებისთვის არასაკმარისია. მეტი დრო იწვევს საშუალო შრის აირბეტონის ნარევის ნაწილობრივ განშრევებას, აირის უფრო დიდი ბუშტულების დაგროვებას საშუალო შრის ზედა ნაწილში და მათ გასკდომას. ეს კი უარყოფითად აისახება შუა შრის სტრუქტურაზე და ზედა, მსუბუქი ბეტონის შრესთან მისი შეჭიდულობის სიმტკიცეზე. საჭიროების შემთხვევაში, ბეტონის ნარევზე ზემოქმედების ტექნოლოგიურად ეფექტური, სამი წუთის ფარგლებში, დროის დადგენა ხდება ზემოქმედების სახეობიდან გამომდინარე, საცდელი გზით.

დადგენილი დენადობა, სუტარდის მიხედვით $d = 20 \div 40$ სმ, აიხსნება იმით, რომ გათხელებულ აირბეტონის ნარევი მსუბუქი შემვსების შეყვანისას, ხსნარის ნაწილიდან მის მიერ წყლის შეწოვის ხარჯზე, ნარევის მოძრაობის უნარი გარკვეულწილად მცირდება. მომატებული დენადობა აკომპენსირებს ნარევის პლასტიკურობის ნაწილობრივ დაკარგვას მსუბუქი შემვსების დამატების გამო და

უზრუნველყოფს მის საჭირო დონეს ნაკეთობის შიდა აირბეტონის შრის მიღებული მოცულობითი მასიდან გამომდინარე.

გამყარების შემდეგ მიიღება მრავალშრიანი ნაკეთობა, რომლის გარე შრეები დამზადებულია საკმაოდ მტკიცე ფოროვანი, კონსტრუქციული მძიმე და კონსტრუქციული-თბოსაიზოლაციო მსუბუქი ბეტონებისგან და შუა შრე - აირბეტონისგან. ამასთან, აირბეტონის მოცულობითი მასა დამოკიდებულია გამოყენებული ნარევის ხსნარის ნაწილის დენადობაზე და $300 \div 800$ კგ/მ³ ფარგლებში მერყეობს. შრეებს აქვთ მაღალი ურთიერთ შეჭიდულობა, რადგან ნაკეთობა დამზადებულია ერთსტადიანი ტექნოლოგიით.

მიღებული სამშრიანი მსუბუქი ბეტონის ნაკეთობა ფოროვანი შრეებით ექსპლუატაციის პროცესში „სუნთქავს“ და სწრაფად აღწევს წონასწორულ ტენიანობას.

ცხრილი 5

№	ნიმუშის ტიპი და ზომები, სმ	ბეტონის შრის ტიპი	მოცულობითი მასა γ_0 , კგ/მ ³	ბეტონის შრის საშუალო მოცულობითი მასა $\gamma_{0,სშ}$, კგ/მ ³	ბეტონის სიმტკიცე R_b , კგძ/სმ ²	ბეტონის საშუალო სიმტკიცე $R_{b,სშ}$, კგძ/სმ ²
1	2	3	4	5	6	7
1	კუბი 5,6x4,6x4,9	ფოროვანი მძიმე ბეტონის ქვედა შრე	2180	2151,2	143,27	141,78
2	კუბი 5,1x5,7x4		2190		102	
3	კუბი 5,7x5,1x5		2069		242,67	
4	კუბი 5,6x4,5x4,6		1973		79,17	
5	კუბი 5,9x5,6x4,7	აირბეტონის შრე	1431	1342,75	157,06	154,77
6	კუბი 5,4x4,8x5,9		1330		189,95	

7	კუბი 5,9x4,7x6		1318		155,48	
8	კუბი 5,9x5x5,8		1292		116,57	
9	კუბი 5,7x3,7x3,7	ფოროვანი კერამზიტო ბეტონის ზედა შრე	1179	1202	46,53	56,33
10	კუბი 5x3,7x4		1201		45,06	
11	კუბი 5,5x3,6x3,7		1205		73,9	
12	კუბი 5,5x3,7x3,7		1223		59,82	

მეხუთე თავში განხილულია ნაგებობებში ორშრიანი შემომზღლუდავი ელემენტების მუშაობის გამოკვლევა რიცხვითი მეთოდით.

შემოთავაზებული მეთოდით დამზადებული მრავალშრიანი კონსტრუქციების ქცევა ნაგებობებში ფასდებოდა, მრავალსართულიან შენობაში საკედლე პანელების და გადახურვის ორშრიანი ფილების, სტატიკური და სეისმური დატვირთვის ზემოქმედებისას მუშაობის რიცხვითი ექსპერიმენტების ჩატარებით. კვლევის ობიექტის სახით მიღებული იქნა ტიპური მსხვილპანელიანი ხუთსართულიანი სახლი სერიის I-464 AC-51/68, შემუშავებული თბილისის ექსპერიმენტული პროექტირების ზონალურ სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (ТбилизНИИЭП) მშენებლობისთვის IV კლიმატურ ზონაში 7-8 ბალის საანგარიშო სეისმურობით. გაანგარიშება მიმდინარეობდა სასრულ ელემენტთა მეთოდის საფუძველზე, რკინაბეტონის კონსტრუქციების ავტომატური პროექტირებისთვის პროგრამული პაკეტის „ლირას“ გამოყენებით. შენობა გათვლილი იყო სტატიკურ და სეისმურ დატვირთვებზე, I-464 AC-51/68 სერიისთვის მიღებული ერთშრიანი ტიპური ელემენტების გამოსაკვლევი ორშრიანი ელემენტებით შეცვლით. სეისმური ძალები გამოთვლილია ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნების გათვალისწინებით. ტიპურ პროექტში გარე საკედლე პანელები ერთშრიანია, სისქით 30 სმ, მსუბუქი ბეტონისგან, გადახურვის ფილები ერთშრიანია, მძიმე ბეტონისგან.

გადახურვის ორშრიანი ფილების თბოფიზიკური მახასიათებლები ასევე უფრო მაღალია, ვიდრე მძიმე ბეტონისგან დამზადებული ტიპური ერთშრიანისა. ორშრიან ფილებს აქვთ საკმარისი სიმტკიცე, სიხისტე და ბზარმდეგობა და შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც გადახურვის ფილები და როგორც სახურავის ფილები - შეთავსებულ სახურავში. საანგარიშო საექსპლუატაციო დატვირთვის ზემოქმედებისას შრეების ერთობლივი მუშაობა უზრუნველყოფილია.

რიცხვითი მეთოდით გამოკვლევები ტარდებოდა პირველ სართულზე განლაგებულ საკედლე პანელებთან. პანელებს გამოცდიდნენ მზიდი უნარის ამოწურვამდე არაწრფივი დეფორმირების პროცესების განსაზღვრისთვის. ჩატარებული გამოთვლით, რიცხვითი მეთოდით, გამოვლენილია, რომ სეისმური დატვირთვისას პანელი დრეკად სტადიაში მუშაობს.

ელემენტების შრეებში ბზარების წარმოქმნის, განვითარებისა და განლაგების გამოვლენილი ხასიათი მათი არმირების დაზუსტების შესაძლებლობას იძლევა. ჩატარებულმა რიცხვითმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა ერთიანი ბეტონის ნარევის განშრეების მეთოდით დამზადებული მრავალშრიანი ელემენტების საკმარისი საიმედოობა, საქართველოს რეგიონულ პირობებში ექსპლუატაციისთვის, ერთშრიან ნაკეთობებთან შედარებით, ფარდობითი ეკონომიკური ეფექტურობისას.

მეექვსე თავში განხილულია მრავალშრიანი ბლოკების ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშება. გაანგარიშების მიზანს წარმოადგენს მრავალშრიანი ბლოკების დამზადების ტრადიციული და შემოთავაზებული ტექნოლოგიების ურთიერთშედარება ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების მიხედვით. განხილული გვაქვს ორი ძირითადი მახასიათებელი: დამზადების თვითღირებულება და შრომატევადობა.

გაანგარიშებები შესრულებულია შენობის ფასადის 100მ²- თვის, 1მ²-თვის, 1მ³ ბეტონისა და 1 ბლოკისათვის.

ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლები განსაზღვრული გვაქვს ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვების საფუძველზე .

- ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №1-ორშრიანი ბლოკების დამზადებაზე ტრადიციული ტექნოლოგიით;
- ლოკალირ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №2-ორშრიანი ბლოკების დამზადებაზე შემოთავაზებული ტექნოლოგიით;
- ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №3 სამშრიანი ბლოკების დამზადებაზე ტრადიციული ტექნოლოგიით;
- ლოკალირ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №4 სამშრიანი ბლოკების დამზადებაზე შემოთავაზებული ტექნოლოგიით.

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №1												
		საფუძველი: დეფექტური აქტი						სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება		-	ლარი	
		შედგენილია 2018 IV კვ. დონეზე						მათ შორის ხელფასი		-	ლარი	
№ რიგითი	საფუძველი	სამუშაოების და ხარჯების დასახელება	ერთეულის განზომილება	ნორმატი ული რესურსი		მასალა		ხელფასი		მანქანა- მექანიზმ ები		ჯამი
				ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	6-13-2	ბლოკების კონსტრუქციული შრის მოწყობა მძიმე ბეტონისაგან	მ3		14							2914,64
		შრომის დანახარჯები	კაც/ სთ	6,75	94,5			6	567,0 0			567,00
		სხვა მანქანა	ლარ ი	0,86	12,0 4					3,2	38, 53	38,53
		მასალა:										
		ბეტონი მ200	მ3	1,02	14,2 8	10	1428,0 0					1428,00
		ყალიბის ფარი სისქით 25მმ	მ2	2,82	39,4 9	15	592,41					592,41
		სის ძელი	მ3	0,00	0,02	59	8,85					8,85
		სის ფიცარი 3ხ.40მმ და მეტი	მ3	0,01	0,17	43	74,3					74,3
		სამშენებლო ჭანჭიკი	კბ	4,9	68,6 0	2,	171,5					171,5
		სხვა მასალა	ლარ ი	0,76	10,6 4	3,	34,05					34,05

6-13-13	ბლოკების თბოსაიზოლაციო შრის მოწყობა მსუბუქი ბეტონისაგან	მ3		6							1113,43
	შრომის დანახარჯები	კაც/ სთ	6,05	36,3			6	217,8			217,8
	სხვა მანქანა	ლარი	0,83	4,98					3,2	15, 94	15,94
	მასალა:										
	პოლისტიროლბეტონი	მ3	1,02	6,12	95	581,40					581,40
	ყალიბის ფარი სისქით 25მმ	მ2	2,82 1	16,9 3	15	253,89					253,89
	ხის ფიცარი 3ხ.40მმ და მეტი	მ3	0,01 14	0,07	43 3	29,62					29,62
	სხვა მასალა	ლარი	0,77	4,62	3, 2	14,78					14,78

ნორმატიული შრომატევადობა 130,8 კაც/სთ

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №2												
		საფუძველი: დეფექტური აქტი						სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება		-	ლარი	
		შედგენილია 2018 IV კვ. ღონეზე						მათ შორის ხელფასი		-	ლარი	
№ რიგითი	საფუძველი	სამუშაოების და ხარჯების დასახელება	ერთეულის განზომილება	ნორმატი ული რესურსი		მასალა		ხელფასი		მანქანა- მექანიზმები		ჯამი
				ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	
1		2	3	4	5	6	7	8	7	8	9	
6-13-14		ორშრიანი ბლოკების მოწყობა მძიმე და მსუბუქშემავსებელი ანი ბეტონისაგან შემოთავაზებული ხერხით	მ3		20							4097,12
		შრომის დანახარჯები	კაც/ სთ	4,12	82,4			6	494,4			494,4
		სხვა მანქანა	ლარი	0,74	14,8 0					3, 2	47,36	47,36
		მასალა:										
		ბეტონი მ200	მ3	1,02	20,4 0	10 0	2040 ,00					2040,00
		ქაფპოლისტიროლი ს გრანულები	მ3	0,30 6	6,12	13 2	807, 84					807,84
		ყალიბის ფარი სისქით 25მმ	მ2	1,84 8	36,9 6	15	554, 4					554,4

		ხის ძელი	მ3	0,00 07	0,01 0	5 9 0	8,26					8,26
		ხის ფიცარი 3ხ.40მმ და მეტი	მ3	0,00 73	0,15	4 33	63,2 2					63,22
		სხვა მასალა	ლარი	0,51	10,2 0	3, 2	32,6 4					32,64
		ბლოკების ვიბრირება ვიბრაციულ მოედანზე										
საბაზრო		შენობის ფასადის 100მ2-სთვის ბლოკების ვიბრირების ვიბრომაგიდების არენდის ღირებულება	100კ გმ		291, 9					5, 4	1576,3 0	1576,30

ნორმატიული შრომატევადობა 87,8კაც/სთ

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №3												
№ რიგითი	საფუძველი	სამუშაოების და ხარჯების დასახელება	ერთეულის განზომილება	ნორმატიუ ლი რესურსი		მასალა		ხელფასი		მანქანა- მექანიზმე ბი		ჯამი
				ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	
1		2	3		4	5	6	7	8	7	8	9
	6-13-1	ბლოკების კონსტრუქციული შრის მოწყობა მძიმე ბეტონისაგან, ორივე შრის მოწყობით	მ3		14							3713,23
		შრომის დანახარჯები	კაც/ს თ	10,95	153,3			6	919,8			919,8
		სხვა მანქანა	ლარი	1,14	15,9 6					3,2	51,07	51,07
		მასალა:										
		ბეტონი მ200	მ3	1,02	14,2 8	10 0	1428, 00					1428,00
		ყალიბის ფარი სისქით 25მმ	მ2	4,94 9	69,2 9	15	1039, 29					1039,29
		ხის ფიცარი 3ხ.40მმ და მეტი	მ3	0,02 26	0,32	43 3	136,8 3					136,83
		სამშენებლო ჭანჭიკი	კგ	0,00 12	0,02	2, 8	0,04					0,04
		სხვა მასალა	ლარი	1,5	21,0 0	3, 2	67,20					67,20

6-13-13	ბლოკების თბოსაიზოლაციო შრის მოწყობა მსუბუქი ქაფპოლისტიროლბეტონისაგან	მ3		6								1113,43
	შრომის დანახარჯები	კაც/სთ	6,05	36,3			6	217,8				217,8
	სხვა მანქანა	ლარი	0,83	4,98					3,2	15,94		15,94
	მასალა:											
	პოლისტიროლბეტონი	მ3	1,02	6,12	95	581,40						581,40
	ყალიბის ფარი სისქით 25მმ	მ2	2,821	16,93	15	253,89						253,89
	ხის ფიცარი 3x40მმ და მეტი	მ3	0,0114	0,07	43	29,62						29,62
	სხვა მასალა	ლარი	0,77	4,62	3,2	14,78						14,78

ნორმატიული შრომატევადობა 189,6 კაც/სთ

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №4												
№ რიგითი	საფუძველი	სამუშაოების და ხარჯების დასახელება	ერთეულის განზომილება	ნორმატიული რესურსი		მასალა		ხელფასი		მანქანა-მექანიზმები		ჯამი
				ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	ერთეულ.	სულ	
1		2	3	4	5	6	7	8	7	8	9	
6-13-14		სამშრიანი ბლოკების მოწყობა მიძიე და მსუბუქშემავსებელიანი ბეტონისაგან შემოთავაზებული ხერხით	მ3		20							4205,41
		შრომის დანახარჯები	კაც/სთ	4,12	82,4			6	494,4			494,4
		სხვა მანქანა	ლარი	0,74	14,80					3,2	47,36	47,36
		მასალა:										
		ბეტონი მ200	მ3	1,02	20,40	100	2040,00					2040,00
		ქაფპოლისტიროლის გრანულები	მ3	0,306	6,12	132	807,84					807,84
		ყალიბის ფარი სისქით 25მმ	მ2	1,848	36,96	15	554,4					554,4

		ალუმინის პუდრა	კგ	0,65	13,00	8,3 3	108,29					108,29
		ხის ძელი	მ3	0,00 07	0,01	59 0	8,26					8,26
		ხის ფიცარი 3ხ.40მმ და მეტი	მ3	0,00 73	0,15	43 3	62,22					63,22
		სხვა მასალა	ლარი	0,51	10,20	3, 2	32,64					32,64
		ბლოკების ვიბრირება ვიბრაციულ მოედანზე										
	საბაზრო	შენობის ფასადის 100მ2- სთვის ბლოკების ვიბრირების ვიბრომაგიდების არენდის ღირებულება	100კვ. მ		291,9					5, 4	1576 ,30	1576,30

ნორმატიული შრომატევადობა 87,8კაც/სთ.

ცხრილი 6

ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლები

ტექნოლოგია	ბლოკის შრიანობა	ფასადის 100კვ.მ		ფასადის 1კვ.მ		1კუბ.მ		1 ბლოკი		ფარდობითი მნიშვნელობა		ტექნიკურ ეკონომიკური ეფექტი	
		ღირებულება (ლარი)	შრომატევადობა (კაც.სთ)	ღირებ. (ლარი)	შრომატ. (კაც.სთ)	ღირებ. (ლარი)	შრომატ. (კაც.სთ)	ღირებ. (ლარი)	შრომატ. (კაც.სთ)	%	%	%	%
ტრადიციული	2 შრიანი	4028,07	130,8	40,28	1,31	181,25	32,5	2,9	0,5	100	100	100	100
	3 შრიანი	4826,67	189,6	48,27	1,9	193,75	32,5	3,1	0,51	100	100	100	100
შემოთავაზებული	2 შრიანი	5673,42	87,8	56,73	0,88	156,25	31,25	2,5	0,5	86,21	14,00	13,79	86,00
	3 შრიანი	5781,71	87,8	57,82	0,88	162,5	31,25	2,6	0,5	83,87	20,00	16,13	80,00

გასაშუალებული ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტი შეადგენს:

ორშრიანი მსუბუქი ბლოკებისთვის: 14,00%; სამშრიანი მსუბუქი ბლოკებისთვის: 20,00%-ს.

ზოგადი დასკვნები

1. შემუშავებულია ტექნოლოგია, რომელიც მძიმე და მსუბუქი შემცვლებების შემცველი ერთიანი ბეტონის ნარევის ვიბროგანშრეველი უზრუნველყოფს დადგენილი სისქის შრეებით, მრავალშრიანი ნაკეთობების მიღებას.
2. წარმოდგენილი ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ნაკეთობების მიღებას მკაფიო, თბოსაიზოლაციო და კონსტრუქციული შრეებით და მათ შორის მდებარე, ბეტონის დუღაბის ნაწილისგან დამზადებული შრით. ასეთი შიდა სტრუქტურა უზრუნველყოფს საკმაოდ მტკიცე ბმას შრეებს შორის. ეს ნაკეთობაში შრეებს შორის შეჭიდულობის უზრუნველსაყოფად სპეციალური დეტალების დაყენების გამორიცხვის საშუალებას იძლევა.
3. წარმოდგენილია ბეტონის ნარევის შერჩევის მეთოდიკა და დადგენილია ბეტონის ნარევის ვიბროგანშრეველის ოპტიმალური დრო, 2 – 2,5 წუთის ფარგლებში.
4. მრავალშრიანი მსუბუქი ბეტონის ნაკეთობების დამზადების წარმოდგენილი მეთოდი მოითხოვს გაცილებით ნაკლები რაოდენობის ტექნოლოგიური ოპერაციების გამოყენებას, ვიდრე არსებული, შრეების თანმიმდევრული, ეტაპობრივი დაწყობით.
5. შემუშავებულია ტექნოლოგია, რომელიც როგორც ამოზნექილი ისე ჩაზნექილი პროფილის მრავალშრიანი, მრავალფუნქციური ბეტონის მოღუნული ელემენტების, მსუბუქი თბოსაიზოლაციო და მძიმე კონსტრუქციული ბეტონისგან შექმნილი შრეებით, დამზადების საშუალებას იძლევა.
6. შეთავაზებულია ბეტონის ნაკეთობების ერთსტადიანი დაყალიბების მეთოდი სამშრიანი შემომზღუდავი ფოროვანი ბეტონის სამშენებლო ნაკეთობების დამზადებისთვის.
7. ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტის შედეგებმა აჩვენა, რომ ერთიანი ბეტონის ნარევის განშრეველის მეთოდით დამზადებული მრავალშრიანი ელემენტები მუშაობს საკმაოდ საიმედოდ ნაგებობებში სტატიკური და სეისმური დატვირთვებისას.
8. წარმოდგენილი ტექნოლოგიები შეიძლება, გამოყენებული იქნას სამშენებლო მასალების და ნაკეთობების მწარმოებელ არსებულ საწარმოებში არსებული მოწყობილობების და აღჭურვილობის გამოყენებით.

9. შემუშავებული ტექნოლოგიით მრავალშრიანი მსუბუქი ბეტონის საკედლე ბლოკების დამზადების ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტი ტრადიციულ ტექნოლოგიასთან მიმართებაში შეადგენს:

ორშრიანი მსუბუქი ბეტონის ბლოკებისთვის: 13,79%-ს - ღირებულების მიხედვით და 86,00%-ს - შრომატევადობის მიხედვით;

სამშრიანი მსუბუქი ბეტონის ბლოკებისთვის 16,13%-ს - ღირებულების მიხედვით და 80,00%-ს - შრომატევადობის მიხედვით;

10. გასაშუალებული ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტი შეადგენს:

ორშრიანი მსუბუქი ბეტონის ბლოკებისთვის: 14,00%; სამშრიანი მსუბუქი ბეტონის ბლოკებისთვის: 20,00%-ს.

ნაშრომის აპრობაცია სადისერტაციო კვლევის ძირითადი შედეგები ასახულია ავტორის მიერ გამოქვეყნებულ სტატიებში, სამეცნიერო ტექნიკურ კონფერენციაში მონაწილეობით და მიღებულ პატენტში.

გამოქვეყნებული სამეცნიერო შრომები და პატენტი:

1.ჯავახიშვილი მ., ლოლაძე ვ., სულთანშივილი გ., ლოლაძე ვ. /მრავალშრიანი ბეტონის ნაკეთობის დამზადების ხერხი/ სამრეწველო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენი N 6(466) 2017.03.27; პატენტის N P 2017 6645 B; შეტანილია: 2015.04.01

2.სულთანშივილი გ., /მრავალშრიანი ბეტონის ნაკეთობის მიღების პრინციპი, ერთსტადიანი დაყალიბების ტექნოლოგიის გამოყენებით/; სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, N1(48), 2018წ; 69-72 გვ.

3. Лоладзе В.В. Джавахишвили М.В. Султанишвили Г.П.

/ИССЛЕДОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ, РАБОТЫ ДВУХСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СООРУЖЕНИИ/; სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, №1(36), 2015წ; 71-81 ბგ.

4. Лоладзе В.В., Джавахишвили М.В., Султанишвили Г.П. /СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРИЗОВАННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ, ФОРМУЕМЫХ ВИБРОРАССЛОЕНИЕМ ИЗ ЕДИНОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ЛЕГКИЙ И ТЯЖЕЛЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛИ/ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, №3(38), 2015წ; 54-59 ბგ.

5. მრავალშრიანი ნაკეთობის დამზადება, მსუბუქი და მძიმე შემავსებლიანი ცემენტბეტონის ნარევისაგან ერთსტადიანი ტექნოლოგიით, **სტუ-ს N86 საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენცია, 2018წ.**

Abstract

In modern construction energy saving technologies and materials have found a special significance.

Constantly rising cost of energy carriers calls for using residential, civic and public buildings multifunction products and designs in the construction, providing opportunity of protecting the residential areas and the public places. At the same time, these products should have sufficient strength, be durable and cost-effective in manufacture and operation.

For the manufacture of multilayer concrete products, we propose to use the technology of vibra-breakdown of concrete mixture containing heavy and light fillers and binder within a single batching. Breakdown of a single concrete mix occurs due to the difference of volume weights of fillers and thixotropy of the concrete - dilution at vibration.

The success of this technology depends on a number of factors inherent in the materials from which the concrete is made - the difference in volume weights aggregates, their surface roughness and modulus (the ratio of surface area to mass of the filler material), and also the time and degree of vibration exposure.

The main obstacle to the use of this method and, accordingly, its detailed study is the lack of simultaneous presence in the regions of its possible applications, local cheap inert materials with high contrast volume weights - heavy and lightweight fillers.

In this respect, Georgia has a great potential to use this method. In Georgia, there are huge volumes of reserves of heavy aggregates - rock - sandstone, granites, basalts, etc. Georgia is also rich with natural and light aggregates - sinter-lava and scoria, and also with pearlites, obsidians, clay-shale and low-melt blowout clays. Furthermore, Georgia has blades of industrial waste material which permits their use as porous aggregates for concrete, and as additives of micro siliceous for increasing the strength of cement concretes. All of these factors provide good condition for successful application of the proposed method in the construction industry for the manufacture of multilayer structures and fencing products.

Based on the said method, it is also proposed to develop manufacturing technology of curved elements for prefabricated multilayer domes and arches.

In order to ensure successful resolution of this problem it is necessary to carry out laboratory studies to determine the optimal set of possible fillers, binders and additives in concrete mixtures; to pick up concrete contents from selected materials providing optimal performance in strength and thermo-physical properties of each layer of the multilayer items; develop an optimal manufacturing technology for multilayer product - with setting

the parameters of mixing concrete products, vibrant-breakdowns and hardening conditions of the molded items.

My personal goal in conducting research work is to deepen the knowledge in the field of construction materials and technologies, the basics of planning and carrying out scientific experiments, improving knowledge on methods of processing of experimental knowledge. Most of the experiments will be conducted in a laboratory power equipment in order to determine the strength and deformation characteristics. It is also expected to conduct experiments with the direct determination of thermal properties of layers of multilayer items.

Based on these studies it is expected to obtain the data of sound technologies for producing two- and three-layer concrete items having the energy/resource saving characteristics:

- **flatworks**, used as fence and walling elements in the building; one-piece element for a wall or in a form of certain walling blocs;
- **flatworks**, used as slab roof and overhead cover in civil and public buildings;
- **flatworks**, used as precast elements for domed roofs of building;
- **flatworks**, bent arched profiles for precast elements of domed roofs of building.