

ISSN 1512-3936

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
სამშენებლო ფაკულტეტი

მშენებლობა

№2(45) 2017

სამეცნიერო-ტექნიკური

ჟურნალი



თბილისი 2017

მ შ ე ნ ე ბ ლ ო კ ა

მთავარი რედაქტორი – მალხაზ წიქარიშვილი
მთავარი რედაქტორის

მოადგილეები – გელა ყიფიანი
როინ იმედაძე

დამფუძნებელი
გიორგი ლალუნდარიძე

სამეცნიერო-სარედაქციო კოლეგიის წევრები:

ბაციკაძე თამაზი, გურგენიძე დავითი, დანელია დემური, დრაშკოვიჩი ფერდინანდი (სლოვაკეთი), კვიციანი ტარიელი, კოდუა ნოდარი, კლიმიაშვილი ლევანი, კუბლაშვილი მურმანი, კუბესკოვა დარია (ჩეხეთი), მახვილაძე რევაზი, მექმარიაშვილი 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, ჭოსონელიძე 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 ლალუნდარიძე

... : ...
.
: ... ; :
: ...
- :
.. , . ; .. ; . (); ..
; .. ; .. ; .. ; . ;
.. Кубескова Д. (Чешская республика); ; . ; ..
; .. (); .. ; .. ; ..
(); (); .. ; .. ();
.. ; . . ; .. ; .. ; ..
; .. , .. .

: ...
: 65-93; 599 478422
E-mail:tinmag@mail ru
- : www.sheneba.ge
:

..

BUILDING

EDITOR-IN-CHIEF: M. Tsikarishvili

DEPUTY EDITORS

IN-CHIEF: G. Kipiani;

R. Imedadze

CONSTITUTIVE:

G. Lagundaridze

MEMBERS OF SCIENTIFIC-EDITORIAL BOARD:

T. Batsikadze; Chernogolov (Russia); V. Chikladze; A. Chikovani; G. Chokhanelidze; D. Gurgenidze; D. Danelia; F. Drashkovich; M. Javakhishvili; T. Kvitsiani; O. Khazaradze, T. Khmelidze; N. Kodua; L. Klimiashvili; M. Kublashvili; D. Kubeskova (Czech Republic); R. Makhviladze; E. Medzmariashvili; V. Miachenkov (Russia); I. Mshvenieradze; A. Nadiradze; A. Prangishvili; Y. Raichik (Poland); J. Rip (Nederland); P. Rekvava; Z. Tsikhelashvili; R. Tskhvedadze.

Responsible secretary T. Magradze

Tel: 65-93; 599 478422

E-mail:tinmag@mail.ru

Web-site:www.sheneba.ge

Computer and Program providing:

L. Lagundaridze

შინაარსი

რ. მახვილაძე, რ. სიხარულიძე, ლ. ჯოგლიძე, ბ. სიხარულიძე. შენობათა სართულშუა გადახურვის ფილუმში სითბო და გვერდობაშეცარვის მაღალი მაჩვენებლების უზრუნველყოფის გზები და მათი სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტურობა.....6

ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, ა. ლეპანიძე. ავამაღლოთ არსებული და ასაშენებელი შენობა-ნაგებობების სეისმომდებლობა.....12

შ. ბაქანიძე, ლ. ზამბახიძე, ბ. სურგულაძე, გ. შალიტაური. მასალის ეკონომიის შესაძლებლობა გეგმაში ტენილდემიანი შემომფარბლავი კედლის გამოყენებისას16

.....20

ა. კვარაცხელია, გ. ყიფიანი. შენობანი ფირფიტების დინამიკური მდგრადობა.....23

ლ. უგულავა, გ. რობაქიძე. მსუბუქი დეკორატიული ბეტონი29

მ. გრძელიშვილი, ა. კობახიანი, ი. მარღიშვილი. ენერგოეფექტური შენობები და მათი ძირითადი თბოტექნიკური მაჩვენებლები.....32

თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, გიორგობიანი, ვ. ტურაშვილი. სქელკედლიანი ცილინდრის ბანბარშიშება ზღვრულ დატვირთვაზე შიბა წნევის პირობებში.....36

ა. ნადირაძე, ი. შინაშვილი, დ. გოცაძე, ბ. ჭავჭავაძე, ა. ჯანჯღავა. სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემების დამზადება წინასწარდაბაშული რკინაბეტონის ბოქების გამოყენებით.....39

გ. დანელია. დახრილი ხიმინჯების ბანბარშიშება 43

ნ. მურღულია, თ. მადრაძე, კ. იაშვილი, ლ. ყორღანაშვილი. რკინაბეტონით შევსებული ფოლადის მილის ცენტრალური კუმშვა47

.....52

ნ. ნაკვეთაური. წინასწარდაბაშული რკინაბეტონის კარკასული შენობების საიმედოობის უზრუნველყოფა55

.....59

მ. ბეგიაშვილი, ნ. მუმლაძე თ. შუბითიძე. პარალელური გადატანის ზედაპირები63

რ. იმედაძე, თ. მადრაძე, მ. მანჯავიძე, ლ. ბერიძე. არქიტექტურა თუ კონსტრუქცია66

ლ. კახიანი, გ. გურუშიძე, გ. ორაგველიძე. ღუნვადი ელემენტების დახრილი კვეთის სიმტკიცის შემოწმება რკინაბეტონის რღვევის მექანიკის მეთოდების გამოყენებით70

A. Гасьмова.73

მ. ბეგიაშვილი, გ. ყიფიანი, მ. თოდუა. მიწისძვრის კატასტროფული მოვლენებისაგან ზოგიერთი დაცვითი ღონისძიებები77

ა. საყვარელიძე. ასაკის ბავშვებს ბეტონის ბაჭირჯვებაზე	86
ლ. ჯანაშია, ი. მიქაბა და გ. კოხია. საავტომობილო გზების დაცვა ღვარცოფული ნაკადებისგან	89
შ.პაქანიძე, ლ. ზამბახიძე, ბ. სურგულაძე, ა. ჩხარჩხალია. მრავალსართულიანი შენობების შემოღობვის კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტის საპროექტისათვის	94
ლ. ვერულაშვილი, ლ. ბალანჩივაძე, ნ. არეშიძე, ნ. ნაკვეთაური. სამშენებლო საქმეში გამოყენებული კომპოზიტები	101
..... (, ,)....	103
ზ. კიკნაძე, თ. ტაბატაძე. ფორმათვარდობის თანამედროვე პარადიგმა....	106
ზ. მჭედლიშვილი, ა. ტაბატაძე, ლ. ქრისტესიაშვილი. მაღალ ტემპერატურულ რეჟიმში მომუშავე დისკებში ტემპერატურების განაწილების ანგარიში	110
..... c	113
მ. გრძელიშვილი, კ. ჭურაძე, ნ. ოთარაშვილი. ძალაქისბანაშენიანების რთულ პირობებში ჩაღრმავებული ნაგებობების მშენებლობის ხერხები	117
ა. საყვარელიძე. ბეტონის ბაჭირჯვება	120
მ. მოისწრაფიშვილი, თ. ყიფიანი. სატრანსპორტო გვირაბების პროექტირების თანამედროვე მიდგომები	122
თ. ბაციკაძე, ჯ. ნიჟარაძე, რ. გიორგობიანი, ვ. ტურაშვილი. შეღბენილი ცილინდრის დრეკად-პლასტიკური მდგომარეობა გარე წნევისა და ცვლადი ტემპერატურის პირობებში	129
ჯ. სამხარაძე, მ. ჯავახიშვილი. საქართველოს სანედლეულო ბაზის გამოყენებით აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალების ტექნოლოგიის დამუშავება და მათი გამოყენება თანამედროვე ბინათმშენებლობაში....	134
თ. ჩუბინიძე. მოზაიკური ხელოვნების განვითარების ზოგადი მიმოხილვა.....	138
ნ. თევზაძე, რ. ჟღენტე. „მშენებლობისა და არქიტექტურის“ მოდულის შესახებ.....	149
ლ. უგულავა. სამშენებლო სპეციალობის სტუდენტების პრაქტიკის თაობაზე.....	159
მილოცვა	161
SUMMARIES.....	164

**შენობათა სართულშუა გადახურვის ფილგში სითბო და
ბემრაგაუმტარობის მაღალი მაჩვენებლების უზრუნველყოფის
გზები და მათი სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტურობა**
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175 თბილისი
საქართველო, შპს „ეკოთბილმშენი“ თბილისი, ტყიბულის ქ. №16)
რ. მახვილაძე, რ. სინარულიძე, ლ. ჯოგლიძე, ბ. სინარულიძე

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია შენობების მაღალი თბოწინალობის, თბო და ბგერაგაუმტარობის მქონე დაბალი მოცულობითი წონის მასალებით მოწყობილი სართულშუა გადახურვები, რითაც უნდა გაუმჯობესდეს როგორც საცხოვრებელი, ასევე სამსახურეობრივი დასაქმების გარემო; გაანალიზებულია მათი გამოყენებისაგან სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტურობა შესაბამისი დასკვნებითა და რეკომენდაციებით.

საკვანძო სიტყვები: რკინაბეტონი, გადახურვის ფილები, პენოპლასტი, მსუბუქი ფოროვანი შემავესებლები, მასალის მოცულობითი წონა, თბოგამტარობა, თბოწინალობა, ბგერა-თბოგაუმტარობისა და თბოათვისების საანგარიშო კოეფიციენტები.

1. შესავალი

როგორც საცხოვრებელ, ასევე საზოგადოებრივ და სამრეწველო დანიშნულების შენობებში ცხოვრებისა და საქმიანობის კომფორტული გარემოს შექმნის საჭიროებით კედლებთან და ტიხრებთან ერთად სართულშუა გადახურვების კონსტრუქციებში თბოწინალობის, თბო და ბგერაგაუმტარობის მაღალი მაჩვენებლების მქონე მასალა-ნაკეთობების გამოყენებაა საჭირო. თვითმზიდვიკედლებისა და ტიხრების მოწყობისას სასურველია დაბალი მოცულობითი წონის მასალების მოხმარება, ხოლო გადახურვის რკინაბეტონის კონსტრუქციებში დათბუნების თანამედროვე სერტიფიცირებული მასალების გამოყენება, რომლებსაც ასევე თბო და ბგერაგაუმტარობის მაღალი მაჩვენებლები გააჩნიათ.

თემა საკმაოდ მრავალი სახეობის მასალა-ნაკეთობების გაანალიზებას საჭიროებს, რის გამოც მოცემულ სტატიაში აქცენტირებას სართულშუა გადახურვის კონსტრუქციებზე ვაკეთებთ.

2. ძირითადი ნაწილი

მრავალსართულიანი შენობების დაპროექტება და მშენებლობაც ძირითადად მონოლითური რკინაბეტონის კარკასულ კონსტრუქციებში ხორციელდება, რაც განპირობებულია მათი მდგრადობისა და ამტანუნარიანობის უზრუნველყოფის საჭიროებით. საქართველოში აღნიშნულ მოთხოვნებს ემატება 8-9 ბაღიანი სეისმიური პირობების უზრუნველყოფასთან კნ 01.01-09 „სეისმომდევნი მშენებლობა“ დაკავშირებული მოთხოვნები.

რკინაბეტონის მზიდ კონსტრუქციებში (სვეტებში, რიგელებში და გადახურვებში) გამოიყენება მძიმე ხრეშოვან შემავესებლებზე დამზადებული ბეტონები, რომელთაც მომქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების II-3-79* სამშენებლო თბოტექნიკა”, დანართები 2 და 3 [1]. მათში მოყვანილი მაჩვენებლების მიხედვით ბინებში და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში ნორმატიული საექსპლუატაციო პირობების შენარჩუნების საჭიროებით აუცილებელი ხდება იატაკების დათბუნება. თუ ზედა და ქვედა ბინებში გათბობის სისტემები ჩართული არ არის თქვენი ბინის გათბობის პირობებში სითბოს დანაკარგები მნიშვნელოვანი იქნება, მაცხოვრებლებს კი დასჭირდებათ უფრო

მეტი თბოენერჯის მოხმარება. შედეგად დანესტიანდება ჭერიცა და იატაკის შემადგენელი ფენებიც, გაჩნდება კონდენსატი.

აღნიშნული ნორმებისა და მისი 2 და 3 დანართების მიხედვით ბინების ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში ინდექსი -ს შესაბამისობით რკინაბეტონით მოწყობილ სართულშუა გადახურვებში თბოგამტარობის საანგარიშო კოეფიციენტი პუნქტი 1 სვეტი 8 მიხედვით $\lambda=2,04$ ვტ/მ²°C, ხოლო 24 საათიანი თბოათვისების გათვალისწინებით საანგარიშო კოეფიციენტი სვეტი 10 მიხედვით $S=16,95$ ვტ/მ². ორივე კოეფიციენტი არასახარბიელო მაჩვენებლებად ითვლება.

რკინაბეტონის მზიდ კონსტრუქციებში გამოიყენება ხრეშოვანი შემავსებელი, მისი მოცულობითი წონა 2500 კგ/მ³-ია, ითვლება ცივ მასალად, რაც ცხადია უარყოფითად აისახება შენობის შიგთავსის თბურ მაჩვენებლებზეც.

თუ რკინაბეტონში გამოყენებული იქნება ფოროვანი პემზაზე დამზადებული ბეტონი მოცულობითი წონით 900 კგ/მ³, მაშინ ვმსჯელობთ დანართი 3-ის პუნქტი 10-ის სვეტებში 8 და 10-ით, $\lambda=0,343$ ვტ/მ²°C და $S=5,2$ ვტ/მ²°C.

რაც უფრო დაბალია თბოგამტარობის კოეფიციენტი გადახურვები უფრო მეტად ბგერაგაუმტარიცაა, რაც მეტად მნიშვნელოვანი ფაქტორია სამეზობლო ურთიერთობებში. ეს ნიშნავს, რომ დამთბარი ბინის იატაკიდან და ჭერიდან ნაკლები სითბო გაედინება ქვედა და ზედა მეზობლების სათავსებში. ასევე თუ კედლებიც საიმედო მასალითაა ამოშენებული ბინა ინარჩუნებს ჩართული გათბობის სისტემით დაგროვილ ტემპერატურას. სხვა შემთხვევაში კედლები და ჭერი ნესტიანდება ჩნდება კონდენსატი.

შიდა კომფორტის უზრუნველყოფის საჭიროებით იყენებენ თბოსაიზოლაციო მასალებს. სართულშუა გადახურვებში ტრადიციულად გამოიყენება ნაყარი ფოროვანი მასალები, მათ შორისაა კერამზიტი და პემზის ხრეში სხვადასხვა მოცულობითი წონით, რაც უფრო დაბალია მოცულობითი წონები, მით უკეთესია მათი თბო, ასევე ბგერასაიზოლაციო მაჩვენებლებიც.

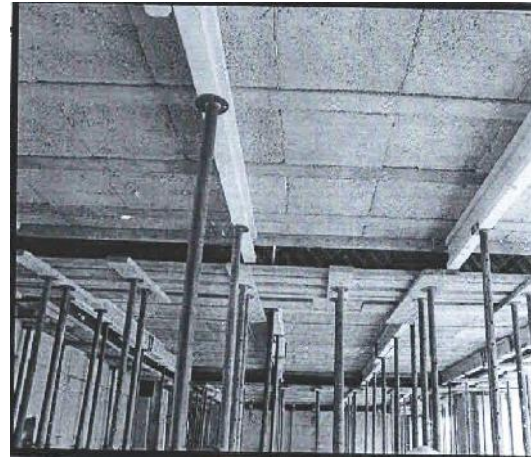
მაგალითად კერამზიტის შემთხვევაში მოცულობითი წონით 800 კგ/მ³ იმავე 3 დანართის პუნქტში 158 მიხედვით $\lambda=0,23$ ვტ/მ²°C, $S=3,6$ ვტ/მ²°C, ხოლო მოცულობითი წონით 200 კგ/მ³ (იხ. პუნქტი 162) $\lambda=0,123$ ვტ/მ²°C და $S=1,303$ ვტ/მ²°C. ფოროვანი პემზის შემთხვევაში მოცულობითი წონით 800 კგ/მ³ (პუნქტი 166) $\lambda=0,263$ ვტ/მ²°C, $S=3,83$ ვტ/მ²°C. ხოლო მოცულობითი წონით 400 კგ/მ³ $\lambda=0,16$ ვტ/მ²°C, $S=2,12$ ვტ/მ²°C. (პუნქტი 168).

სამწუხაროდ პრაქტიკაში მშენებლობებზე საავტორო და ტექნიკური დოკუმენტაციის უყურადღებობის შედეგად ვაიმშენებლები გრანულოვანი კერამზიტისა და ხრეშოვანი პემზის ნაცვლად უპირატესად იყენებენ ვულკანური წილის, პემზის, შენობების დემონტაჟისაგან ნაშალი აგურისაგან დამზადებულ ფხვნილებს, რომლითაც გაჯერებულია თბილისის, ხაშურისა და სხვა ქალაქების სამშენებლო მასალების ბაზრები. ასეთი ფხვნილი იყრება გადახურვის ფილაზე, სწორდება 6-8 სმ სისქეზე, ზემოდან 2-3 სმ სისქით ეწყობა ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარით მომასწორებელი ფენა, ბოლოს კი იგება სუფთა იატაკი.

საპროექტო მდგომარეობაში თბოსაიზოლაციოდ გამოყენებული ფხვნილი ძირეულად ცვლის კერამზიტის, პემზის და სხვა ფოროვანი მასალების თბოგამტარობის მაჩვენებლებს, უახლოვდება ქვიშისას მოცულობით წონამდე 1600 კგ/მ³ (იხ. პუნქტი 174), რაც ორჯერ ან მეტად აუარესებს თბოგამტარობისა $\lambda=0,58$ ვტ/მ²°C და 24 საათიან პერიოდზე თბოათვისების $S=7,91$ ვტ/მ²°C საანგარიშო კოეფიციენტების მაჩვენებლებს.

ნაშრომის გარშემო მასალების შეგროვების პროცესში მსუბუქი გადახურვების კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების მოძიებისას, ჩვენსა და უცხოურ სამეცნიერო წყაროებში ათობით საინტერესო მოსაზრებას გავცანით

კომბინირებულ რამდენიმე 2-3 ფენისაგან შედგენილ სართულშუა გადახურვის ფილოვან კონსტრუქციებზე, რომელთაგან შუა ფენები ანალოგიურად სახურავის სენდვიჩ-პანელებისა პენოპლასტის მსგავსია. მათ შორის საქართველოს ინტელექტუარი საკუთრების ეროვნული ცენტრის „საქპატენტი“ 2014 წლის 27 ოქტომბერს სტატიის ერთ-ერთი ავტორის ბატონ რევაზ სიხარულიძის დაპატენტებული გამოგონება „ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა“ [4] მათ შორის გამოირჩევა ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტების აწყობადობის სიმარტივით. მათი გამოყენებით შენდება რამდენიმე ობიექტი თბილისსა და ბაკურიანში. ფოტოსურათებზე წარმოდგენილია ქ. თბილისში, კრწანისში, მრავალსართულიანი სახლის მშენებლობის პროცესი.



სურ. 1 მრავალსართულიან საცხოვრებელ სახლზე სართულშუა გადახურვის მოწყობის დადამასრულებელი ეტაპი - ზედა რკინაბეტონის მოწყობის სამუშაოები

სურ. 2 სართულშუა გადახურვის ქვეშა დაბჭერი საყალიბე ძელები ტელესკოპიური ღვარები

დაინტერესებული პიროვნება თავად უნდა გაეცნოს პატენტის შინაარსს. მოკლე აღწერილობით მისი სამშენებლო ხიბლი მდგომარეობს შემდეგში:

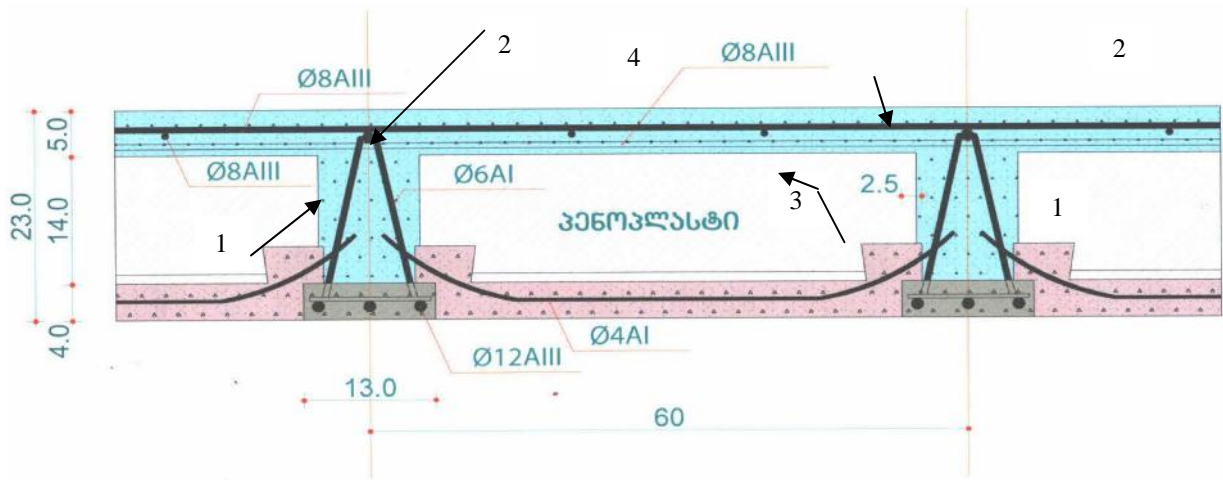
- მონოლითურ რკინაბეტონის კარკასში სვეტების ამოყვანის შემდეგ გარე კონტურისა და შიდა, გრძივი მიმართულებით სვეტების გასწვრივ რიგელების მოწყობის საჭიროებითა და საპროექტო დოკუმენტაციის შესაბამისობით ეწყობა არმატურის კარკასები, ცხადია მათ ქვეშ სვეტებს შორის რიგელის ძირის მთელ სიგანეზე უნდა გაიდოს საყალიბე ქარგილებიც, ასევე ქარგილები მაგრდება რიგელების კვეთის გვერდებზეც სიმაღლის ქვედა ნაწილებზე გადახურვის ზედაპირის დონიდან 23 სმ სიმაღლის ღია მდგომარეობაში შენარჩუნებით, იხილეთ სურათი 3;

- მეორე ეტაპია რიგელების ძირის დაბეტონება მოწყობილი ყალიბის საყალიბე გვერდულების სიმაღლეზე მონიშნულ დონემდე;

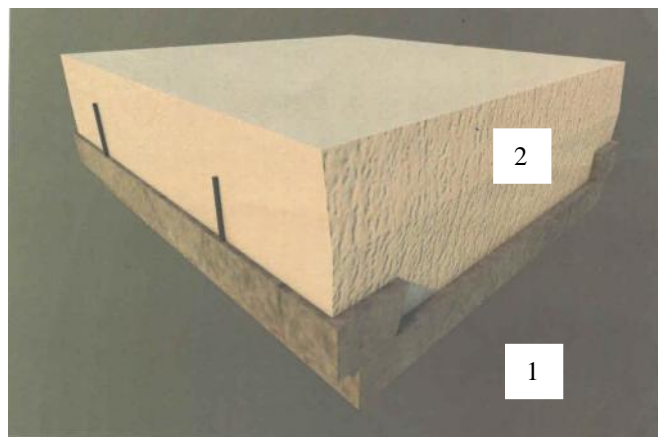
- მესამე ეტაპია გრძივად განლაგებული რიგელების უკვე დაბეტონებულ ქვედა თაროებში წინასწარ დამზადებული რკინაბეტონის ძელების (ტრიგონების) შეწყობა (ნახაზი 3) ბიჯით 60-60 სმ;

- მეოთხე ეტაპია ძელ-ტრიგონებს შორის 60სმ ბიჯში ასევე წინასწარ გამზადებული რკინაბეტონის ძირისა და მასში ჩასმული 14 სმ სისქის პენოპლასტით ამოვსებული ბლოკების ჩაწყობა, იხილეთ ნახაზი 4;

- მესხუთე ეტაპია წინა მიმდევრობით ჩაწყობილი ძელ-ტრიგონებისა და გადახურვის პენოპლასტით ამოვსებული ბლოკების არმატურის ბადეებით დაფარვა და ერთიანობაშივე დაბეტონება, რაც კარგად ჩანს ფოტოზე №1.



სურ 3 სართულშუა გადახურვის კონსტრუქცია დასრულებულ მდგომარეობაში: 1 - რიგელების დაბეტონებული ქვედა თაროში არმატურის დაუბეტონებელ კარკასში შეწყობის წინ ძელ-ტრიგორების 4 სმ სისქეზე დაბეტონებული ფუძე, 2 - ძელ-ტრიგორების დაუბეტონებელი არმატურის კარკასის ამოშვებული ნაწილი, 3 - პენოპლასტით ამოვსებული რკინაბეტონის ფუძე-კოლოფი ძელ-ტრიგორებზე ჩამოსადები თაროებით, 4 - სართულშუა გადახურვის მოწყობის დამასრულებელი ეტაპი - 2 და 3 პოზიციების თავზე ეწყობა არმატურის ბადეები და ბეტონით ივსება ძელ-ტრიგორების სივრცე სიღმეში, პოზიცია 2 და გადახურვის მთლიან ფართობზე პოზიცია 3 და ბეტონით სწორდება დაარმატურებული ზედაპირი მეხუთე ეტაპის სამუშაოები მოიცავენ რიგელებისა და ძელ-ტრიგონების დაუბეტონებული ნაწილების ამოვსებასა და გადახურვის ფილის ფორმირებას ერთიანი რკინაბეტონის ზედაპირით იხილეთ ფოტო 1.



სურ. 4 პენოპლასტით და რკინაბეტონის ფუძით შედგენილი გადახურვის ბლოკები ზომით 47X47 სმ, სიმაღლით 14 სმ: 1 - რკინაბეტონის ფუძე ორმხრივი ჩამოსადები თაროებით; 2 - პენოპლასტი

ასეთი ფენობრივი თანამიმდევრობით გადახურვების მოწყობისას ნახევრად მცირდება რკინაბეტონით შედგენილი ფილის სისქე 18 სმ-დან 9 სმ-მდე (იხილეთ სურათი 3), შესაბამისად მისი საკუთარი წონაც $1\text{მ}^2\text{-ზე} - 1 \times 1 \times 2,5 \times 0,09 = 0,225$ ტონით, რაც სვეტების ბადის 6X6 მეტრზე შემთხვევაში სვეტზე გადაცემული მუდმივ დატვირთვებში შეადგენს $6 \times 6 \times 0,225 = 8,1$ ტონას, ხოლო 10 სართულიანი შენობის შემთხვევაში ერთ საძირკველზე ვერტიკალურ ძალას 81 ტონა აკლდება. ასევე თუ გრძივი და განივი რიგელები ტრადიციული ვარიანტით მიღებული იყო კვეთებით 40X60 სმ, გამოგონებით შესაძლებელია მათი შემცირება 50 ან 40 სმ-

მდე გადახურვებისაგან მათზე გადაცემულ შემცირებული დატვირთვების გამო, ასევე ნაკლები იქნება მოთხოვნილება საყალიბო შეფიცვრაზეც რიგელებისა და ფილების ფორმირების პერიოდში, იხილეთ ფოტო 2.

უფრო მნიშვნელოვანია თბოგამტარობის მაჩვენებლები, რომელიც დანართი 3 მიხედვით პოზიციები 142-149 პოლიმერული მასალების გამოყენების შემთხვევაში შეადგენს: პენოპოლისტიროლზე სამი სტანდარტის მიხედვით $\lambda=0,05-0,06$ ვტ/მ⁰C; პენოპლასტის ორ სტანდარტზე $\lambda=0,052-0,064$ ვტ/მ⁰C; პენოპოლიურეტანის სამ სტანდარტზე $\lambda=0,04-0,05$ ვტ/მ⁰C.

აღნიშნული მაჩვენებლები 1979 წლის მასალებზეა გაანგარიშებული მას შემდეგ 30 წელზე მეტია გასული და უკეთესი მაჩვენებლების მქონე მსუბუქი მასალებიცაა შექმნილი, რომელთა გამოყენებაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს ჩვენს მოსაზრებებს.

აღნიშნულს წინა გვერდებზე მოცემული ფხვნილოვან წიდასთან შედარებით $\lambda=0,58$ ვტ/მ⁰C ათჯერ უკეთესი თბოგამტარობის მაჩვენებლები გააჩნია და რაც მთავარია მისი დაყრა იატაკზე აღარ იქნება საჭირო, ანუ გადახურვებისაგან 1 მ² ფართობზეც მცირდება დატვირთვები $1 \times 1 \times 0,08 \times 1,6 = 0,13$ ტონით, სვეტების 6X6 მეტრ ბადეზე $0,13 \times 6 \times 6 = 4,68$ ტონით, რაც შუა სვეტზე გადატანილი დატვირთვის ტოლფასია.

ცხადია თბოგამტარობის კოეფიციენტის სიდიდის დადგენაზე მნიშვნელოვნად ზემოქმედებს დამატებულ მასალის სისქეც, მაგრამ ჩვენს შემთხვევაში ყველა მათგანი თანაბარ პირობებშია განხილული.

ასევე მსუბუქი მასალების გამოყენებით მიიღწევა ბგერაგამტარობის შემცირების ეფექტიც. ორივე თბოგამტარობისა და ბგერაგამტარობის მაჩვენებლების გაუმჯობესება სამეზობლო თანაცხოვრებაში სოციალური პირობების გაუმჯობესებასაც შეუწყობს ხელს – აღარ ან ნაკლებად შემაწუხებელი გახდება ხმაურის ფონი.

ზემოთ გაანალიზებული ფაქტობრივი მასალისა და მოსაზრებების საფუძველზე თვალსაჩინოა ფულადი და შრომითი დანახარჯების მიხედვით ეკონომიკური ეფექტიც. გამომგონებელი ბატონი რევაზ სიხარულიძე საუბარში მორიდებით 20%-ის ფარგლებს ჯერდება და დაინტერესებულ პირებს ურჩევს თვითონ მოახდინონ გაანგარიშება. ჩვენც არ დავარდვევთ მომხმარებლის ინტერესს და მხოლოდ ერთ საკითხს შევეხებით.

როგორც წინა გვერდებზე აღინიშნა მონოლითურ-ასაწყობ კარკასში გამოგონების მიხედვით საკმარისია მოეწყოს რიგელები კონტურზე კარკასის ოთხმხრივი შეკვრით და გრძივი მიმართულებით, განივად კი მხოლოდ კიდევში და კიბის უჯრედშია მათი მოწყობა საჭირო.

ტრადიციულად შედგენილ კონსტრუქციულ დოკუმენტაციაში 8 ბალიანი სეისმური პირობების გათვალისწინებით უპირატესობა ენიჭება სვეტებს შორის ორივე მიმართულებით რიგელების მოწყობას.

განვიხილოთ მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლის ერთი სართული ზომებით გეგმაში 18X43,2 მეტრი, სვეტების გრძივი ბიჯი 6,6-6,6 მეტრი, კიბის უჯრედში 3,6 მეტრი, განივი ბიჯი 6-6 მეტრია, ერთი სართულის ფართობი იქნება $18 \times 43,2 = 806$ მ².

ტრადიციულ ვარიანტში გრძივი და განივი რიგელების კვეთი მივიღოთ 40X60 სმ, მათი მთლიანი სიგრძე ორივე მიმართულებით შეადგენს $43,2 \times 4 + 18 \times 8 = 316,8$ გრძივ მეტრს. მოთხოვნილება ბეტონზე იქნება $316,8 \times 0,4 \times 0,6 = 76,03$ მ³, მოთხოვნილება არმატურაზე თუ მისი შეცულობა 1 მ³ ბეტონში 140 კგ-ია - $76,03 \times 140 = 10644$ კგ = 10.64 ტონა.

გამოგონების მიხედვით განხილულ ვარიანტში კონტურული და კიბის უჯრედში გათვალისწინებული რიგელების კვეთი მივიღოთ 40X50 სმ, მათი

მთლიანი სივრცე 196,8 გრძივი მეტრია, მოთხოვნილება ბეტონზე $196,8 \times 0,4 \times 0,5 = 39,36$ მ³, არმატურის ხარჯი $39,36 \times 140 = 5510$ კგ = 5,51 ტონა.

ორივე ვარიანტის მონაცემების შედარებით მასალებზე მოთხოვნილება განახევრებულია.

ასევე განვიხილოთ კარკასის მდგრადობის უზრუნველყოფის საკითხიც, რაც მნიშვნელოვანია განსაკუთრებით სეისმურად აქტიურ 7-8 ბალიან რაიონებში. განხილულ ვარიანტში ტრადიციულთან შედარებით სვეტებს შორის განივი მიმართულების რიგელები 60-60 სმ ბიჯით ჩანაცვლებულია ძელ-ტრიგონებით კვეთებით 13X23 (h) სმ, სურათი 3, რაც კონსტრუქციული თვალსაზრისით რკინაბეტონის წიბოებს წარმოადგენენ და მცირე ბიჯის გამო უფრო მეტ სივრცით სიხისტეს ანიჭებენ შენობას. კიბის უჯრედის კედლებშიც შესაძლებელია განივი რიგელების ჩანაცვლება დიაფრაგმული კედლებით. გრძივი მიმართულებით დიაფრაგმული ორი კედლის გათვალისწინება კი დამპროექტებლების პრეროგატივაა.

3. დასკვნა

წარმოდგენილ ნაშრომში საინჟინრო-კონსტრუქციული და ეკონომიკური ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ წარმოდგენილი რკინაბეტონის მონოლითურ-ასაწყობი კარკასის გამოყენებით გადახურვის კონსტრუქციებში უმჯობესდება ბგერა და თბოსაიზოლაციო მაჩვენებლები, რაც დადებითად უნდა აისახოს მრავალსართულიან შენობებში მოსახლეობის სამეზობლო კეთილდღეობაზე უხმაური გარემოში ცხოვრების პირობების უზრუნველყოფით.

ასევე თვალსაჩინოა ეკონომიკური ეფექტიც. მცირდება და თითქმის ნახევრდება ძირითადი სამშენებლო მასალების არმატურისა და ბეტონის შესასყიდი ხარჯები, შესაბამისად შრომითი დანახარჯებიც შენობის კარკასის ამოყვანაზე.

მნიშვნელოვნად კლებულობს შენობის საკუთარი წონაც და შესაბამისად გრუნტზე დაწოლის სიდიდეც, რაც ასევე დადებითად იმოქმედებს მზიდი სამშენებლო კონსტრუქციების მოწყობის ღირებულებაზე.

ლიტერატურა

- 1) II-3-79*, . . . , 1982.
- 2) ნ. ვერულავა, რ. მახვილაძე – საქართველოში მშენებლობის სფეროში ენერგოდამზოგველობის ამადლების პრობლემის მოკლე ანალიზი, მოსაზრებები და წინადადებები, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „ენერჯია“, №3-4 (43-44), თბილისი 2007, გვ 43-51;
- 3) რ. მახვილაძე, ლ. ჯოგლიძე შენობათა შემომზღუდავ კონსტრუქციებში სითბო და ბგერაგაუმტარობის მაღალი მაჩვენებლების უზრუნველყოფის გზები და მათი სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტურობა, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2 (41), თბილისი 2016, გვ 63-68.
- 4) რ. სიხარულიძე „ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა“ საქპატენტის მიერ 2014 წლის 27 ოქტომბერს გაცემული პატენტი.

ავამაღლოთ არსებული და ასაშენებელი შენობა-ნაგებობების
სეისმომდებობა

ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, ა. ლებანიძე

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია საკითხები, რომელიც ეხება არსებული და ასაშენებელი შენობა-ნაგებობების სეისმომდებობის ამაღლებას სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენებით. განხილულია არსებული სეისმოდამცავი სისტემები, მათი მოწყობისა და გაანგარიშების თავისებურებები, შემოთავაზებულია მშენებლობაში მათი დანერგვის საკითხები.

საკვანძო სიტყვები: სეისმომდებობა, კონსტრუქციები, სიხისტე, სეისმოდამცავი სისტემები, სიმტკიცე, დეფორმაცია.

1. შესავალი

ლიტერატურიდან ცნობილია [1],[2], რომ მშენებლობის ისტორია მოიცავს დიდი რაოდენობის მონაცემებს შენობების რღვევის შესახებ, რომელიც გამოწვეულია ნაგებობის რხევებით, მდგრადობის დაკარგვით, რაც მიანიშნებს ნაგებობის დინამიკური გაანგარიშების არასრულყოფაზე.

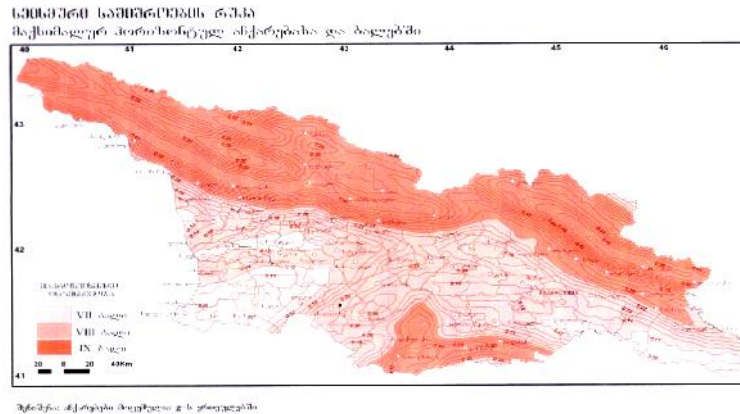
თანამედროვე მშენებლობაში დღეისათვის პრიორიტეტულს წარმოადგენს კარკასული შენობები, როგორც ჩვენს ქვეყანაში ასევე საზღვარგარეთ, რომელთა სეისმოსაფრთხოება განპირობებულია არსებული ნორმატიული მასალების შედეგად ჩატარებულ გაანგარიშებებზე, ანტისეისმური დონისძიებების გათვალისწინებაზე და სხვა.

2. ძირითადი ნაწილი

შენობა-ნაგებობების სეისმომდებობის პრობლემა მეტად აქტუალურია და მნიშვნელოვანი მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის რეგიონისა და ქალაქისათვის, რომლებიც განლაგებულია სეისმურად აქტიურ ზონებში. საქართველოს ტერიტორია, როგორც კავკასიის სეისმურად აქტიური რეგიონის შემადგენელი ნაწილი, განეკუთვნება ხმელთაშუა ზღვის სეისმურ სარტყელს [2]. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ საქართველოს და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე უძველესი დროიდან ისტორიულ წარსულში ადგილი ჰქონდა საკმაოდ დიდი სიმძლავრის მიწისძვრებს. ბოლო 50 წლის განმავლობაში აღნიშნულმა რეგიონმა 20-ჯერ და მეტჯერ განიცადა ძლიერი, ინტენსივობის 7-9 ბალის სიმძლავრის მიწისძვრა, რომელმაც დიდი მატერიალური ზარალი და ადამიანთა მსხვერპლი გამოიწვია, დაინგრა მრავალი შენობა. შენობათა დანგრევის მიზეზს წარმოადგენდა მათი საანგარიშო და გაანგარიშებებში კონსტრუქციების ფაქტიური დეფორმაციების არ გათვალისწინება. კონსტრუქციების დეფორმაციაზე დიდ გავლენას ახდენს მიწისძვრის ციკლური და ნიშანცვლადი ზემოქმედება, ასევე მასალათა მექანიკური მახასიათებლების ცვლილებები, რაც თავის მხრივ ცვლის ბზარწარმოქმნისა და ზღვრული მდგომარეობის ხასიათს, მიყვებართ ელემენტის სიხისტის კლებამდე და მთლიანად შენობის საანგარიშო სქემის ცვლილებამდე.

მიუხედავად მრავალი ქვეყნის მეცნიერების მიერ მნიშვნელოვანი რაოდენობის კვლევებისა, რომელიც სეისმომდებობის მშენებლობის ცენტრებში მიმდინარეობს, პრობლემა არ არის საკმარისად შესწავლილი.

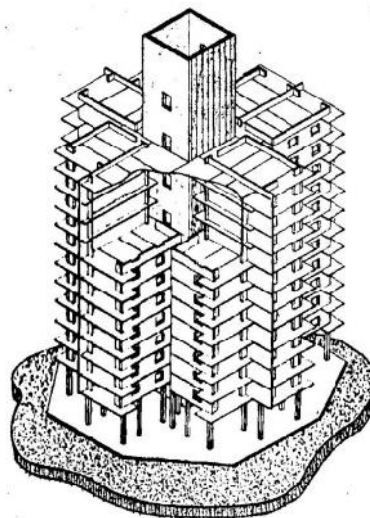
საქართველოს სეისმური დარაიონების რუკა (ნახ.1), რომელზედაც კარგად არის ასახული რა საფრთხე შეიძლება დაემუქროს ჩვენს ტერიტორიას მიწისძვრისას.



ნახ.1. სეისმური რუკა

სეისმომდეგობაზე სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენებით გაანგარიშების ისტორია იწყება მე-19 საუკუნის ბოლოდან, როდესაც პირველად 1930 წელს გამოქვეყნდა ცნობები ნაგებობების სეისმოიზოლაციის შესახებ, რომელიც დაფუძნებული იყო მოქნილი პირველი სართულის ან სარდაფის გამოყენებაზე. მკვლევარები თვლიდნენ, რომ მოქნილი შენობის სეისმური რეაქცია ნაკლები უნდა ყოფილიყო ხისტი შენობის სეისმურ რეაქციაზე, რადგან მოქნილი შენობის თავისუფალი რხევის პერიოდი დიდია, ანგარიშში მიიღება დინამიური კოეფიციენტის მცირე მნიშვნელობა, რაც ამცირებს სეისმური ძალის სიდიდეს [1], ამ კვლევებზე დაყრდნობით აშშ იღებენ გადაწყვეილებას მოქნილი პირველი სართულის მქონე შენობების მასიურ მშენებლობას.

მოქნილი პირველი სართულის შემთხვევაში გვაქვს მოქნილი ჩარჩო პირველ სართულზე, ხოლო შენობის ზედა ნაწილი წარმოადგენს ხისტ კონსტრუქციას. პირველი სართულის მოქნილობის მისაღწევად ჩარჩოს ელემენტები კეთდება მცირე განიკვეთის, ზედა ნაწილი საკმაოდ ხისტია, ამიტომ დეფორმაცია მცირეა და გაანგარიშებისას მისი სიდიდე შეიძლება მხედველობაში არ მივიღოთ [2].



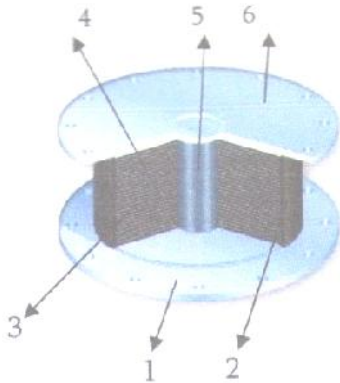
ნახ.2 მოქნილი პირველი სართულის მქონე შენობა

შენობათა სეისმოდამცავი თანამედროვე სისტემის შექმნა სათავეს იღებს იმ პერიოდიდან, როცა გამოქვეყნდა 1925 წელს ვისკორდინის წინადადება ნაგებობის სარდაფში სფერული დაბოლოების ელემენტის გამოყენების შესახებ. მისი აზრით

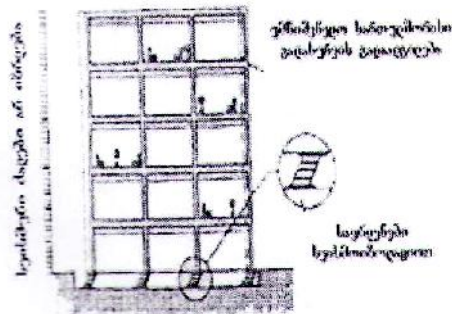
ასეთი კონსტრუქცია მნიშვნელოვნად შეამცირებდა მიწისძვრის დროს აღებრულ ინერციის ძალებს.

იმ პეროდისათვის ნაგებობათა სეისმოდაცვა ემყარებოდა კონსტრუქციათა მზიდუნარიანობის გაზრდას, რაც დაკავშირებული იყო მასალის დიდ ხარჯთან, დღეისათვის იგი ნაკლებად პოპულარულია. თანამედროვე მშენებლობაში ხშირად გამოიყენება სისტემები, რომლებიც ამცირებენ გრუნტისაგან ნაგებობაზე გადმოცემულ სეისმურ აჩქარებას. ასეთი სისტემები აქტიური სეისმოდამცავი საშუალებებია და იყოფა რამდენიმე ჯგუფად: სეისმოიზოლაციური სისტემები, ადაპტაციური სისტემები, დემფერული სისტემები, სისტემები რხევის ჩახშობის გამოყენებით და აქტიური კომბინირებული სისტემები [5].

აქტიური სეისმოდამცავი სისტემებით ნაგებობის სეისმომდეგობის უზრუნველყოფის მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ნაგებობაში ან საძირკველზე სხვადასხვა სპეციალური სისტემების და კონსტრუქციების მოწყობის გზით ხორციელდება მათზე მოსული სეისმური ზემოქმედების ინტენსივობის შემცირება. ასეთი სეისმოდამცავი კონსტრუქცია არის რეზინა-ლითონის დემფერი, რომელიც განთავსებულია საძირკველსა და ნაგებობას შორის [6].



ნახ.3. რეზინა-ლითონის დემფერი



ნახ.4. შენობაში რხევის ჩახშობა მიწისძვრის დროს სეისმოიზოლაციის სისტემის გამოყენებით.

ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ აქტიური სეისმოდაცვის საშუალებები ეფექტური გამოყენებით შესაძლებელია ნაგებობის სეისმური ზემოქმედების ორ-სამჯერ შემცირება, რაც საშუალებას იძლევა გაანგარიშება ჩატარდეს ერთი ბალით ნაკლებ სეისმურ ზემოქმედებაზე. სეისმომდეგობაზე გაანგარიშებისას ბოლო დროს ფართოდ გამოიყენება ორი სტრატეგიული მიმართულება - სეისმომდეგი შენობების “პასიური დარეგულირება” ენერჯის გაბნევა და სეისმოიზოლაცია. სტრატეგია ენერჯის გაბნევისა მდგომარეობს იმაში, რომ კონსტრუქციის სისტემაში განთავსდება სპეციალურად დაპროექტებული ენერჯის გაბნევის ელემენტები. ნაგებობის დინამიური რხევისას ეს ელემენტები შეიძლება იყოს ლითონის კავშირების სახით, რომელიც დამაგრებულია ნაგებობაზე და მუშაობს მასთან ერთად პარალელურად. ასევე ენერჯის განბნევისათვის გამოყენებულია ჰიდრაულიკური ბლანტი დემფერები (რხევის ჩამსშობები) და სხვა.

სეისმოიზოლაცია, რომელიც როგორც წესი განთავსებულია საძირკველსა და მიწისზედა ნაგებობის ნაწილს შორის, ახდენს გრუნტისა და ნაგებობის გადაადგილებებისა და რხევების განცალკევებას. აქედან გამომდინარე ნაგებობა იყოფა ორ ნაწილად: საძირკველი, რომელიც ხისტად არის შეერთებული გრუნტთან და მიწისზედა ნაწილი ნაგებობისა, რომელიც მოქნილად არის შეერთებული საძირკველთან. ისინი განცალკევებული არიან საიზოლაციო ნაკერით, რომელშიაც თავსდება საიზოლაციო ელემენტი [6].

სეისმოიზოლაციის სისტემა ხასიათდება შედარებით დაბალი სიხისტით ჰორიზონტალური მიმართულებით და მაღალი ვერტიკალური სიხისტით.

შენობა-ნაგებობის გაანგარიშებისას შეიძლება რეალიზებული იყოს ორი სტრატეგია:

ნაგებობის საკუთარი რხევის პერიოდის გაზრდა და ერთდროულად რხევის ჩახშობის გაზრდა.

პირველ სტატეგიაში წრფივი დრეკად-პლასტიკური მოწყობა გამოიყენება ნაგებობის ძირითადი რხევის პერიოდის გაზრდისათვის, რაც მაქსიმალურად შეამცირებს სპექტრულ აჩქარებას, რომელიც მოქმედებს ნაგებობის მასაზე. აჩქარების რეაქციის სპექტრი სხვადასხვა სახის გრუნტებისათვის სხვადასხვაა. სეისმური თავისებურებები [2] გვიჩვენებენ, რომ პერიოდის ყველაზე დიდი მნიშვნელობა $0,2g \pm 0,8g$ -მდე ზღვრებში ხვდება, სწორედ 10 სართულამდე შენობების დიდი რაოდენობა ამ ზღვრებშია.

აჩქარების რეაქციის სპექტრის სწრაფი შემცირება უფრო მაღალი პერიოდის მნიშვნელობისას, პერიოდისათვის სიდიდით $2 \div 4$ -მდე, სპექტრული აჩქარება შეიძლება იყოს 2-3-ჯერ ნაკლები, ვიდრე ზემოთაღნიშნული, მეორეს მხრივ გადაადგილების რეაქციის სპექტრი იზრდება რხევის პერიოდის გაზრდისას და მიაღწევს იზოლირებული ნაგებობის ანალოგიურ პერიოდს. სეისმოიზოლაციის სისტემის გამოყენებისას მიწისძვრის დროს ძირითადი გადაადგილება ხდება იზოლაციის სისტემის დონეზე, ნაგებობის გადაადგილება არის შეზღუდული. სეისმოიზოლაციის ზემოთ ნაგებობის ნაწილი პრაქტიკულად იქცევა როგორც მყარი ტანი.

3. დასკვნა

ენერგეტიკული მიდგომა გვიჩვენებს, რომ ენერჯის დიდი ნაწილი თავმოყრილია ნაგებობის საძირკველში და განიბნევა იზოლაციის სისტემაში.

ამგვარად, სეისმოიზოლაცია იცავს კონსტრუქციის ელემენტებს მოსალოდნელი რღვევის დეფორმაციისაგან. იზოლაციის სისტემის ენერჯის განბნევის თვისება გამოყენებულია საძირკველის გადაადგილების შესამცირებლად.

მიწისზედა ნაწილში ეფექტების შემცირება ხდება ჰორიზონტალური სეისმური ძალის შეზღუდვის ხარჯზე. შემოთავაზებული სეისმოიზოლაცია ფართოდ უნდა დაინერგოს, როგორც ახალი შენობა-ნაგებობების აგებისას, ასევე არსებული შენობების სეისმომდეგობის ამაღლების და უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის.

ლიტერატურა

1. . - , 2012, .279.
2. . - , 2002, .322.
3. ლ.კახიანი, მ.მარჯანიშვილი-მრავალსართულიანი არასიმეტრიული შენობების გაანგარიშება სეისმიურ ზემოქმედებაზე სიმპოზი-უმში „სეისმომდეგობა და საინჟინრო სეისმოლოგია“ სამშენებლო მექანიკის ჟურნალი, თბილისი, 2000წ, გვ.4.
4. ლ. კახიანი ლ. მახვილაძე, გ. ნიჟარაძე, მსხვილბლოკური საცხოვრებელი სახლების სეისმომდეგობის ამაღლების ტექნოლოგიური გადაწყვეტა. საქართველოს კერამიკოსთა ასოციაციის ჟურნალი, 1(22) თბილისი 2010, გვ.6.
5. ლ. კახიანი, ი.სალაძე, ა.ღებანიძე, ლ.ბაღანჩივაძე, რკინაბეტონის მაღლივი კარკასული შენობის სეის-მომდეგობის უზრუნველყოფა სეისმოიზოლაციის სისტემების გამოყენებით, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა”, №4(27), 2012, გვ.13-139;
6. ლ.კახიანი, ი.სალაძე, სეისმოიზოლაციის მქონე კარკასული შენობის გამარტივებული წრფივი გაანგარიშების მეთოდი – სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა”№2(29), 2013, გვ.124.

მასალის ეკონომიის შესაძლებლობა გეგმაში ტენილდერძიანი შემომფარგლავი კედლის ბამოყენებისას

შ. ბაქანიძე, ლ. ზამბახიძე, ბ. სურგულაძე, გ. შალიტაური
 (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77)

რეზიუმე: უკარკასო კონსტრუქციული გადაწყვეტისას, შენობა-ნაგებობების შემომფარგლავ კედლებს, კორიზონტალურ დატვირთვებზე მუშაობისას, მოეთხოვებათ გარკვეული სიხისტე მათ მართობ სიბრტყეში. აღნიშნულ ამოცანას უფრო ეფექტურად ასრულებენ არა ლენტური, არამედ რთულპროფილურზედაპირიანი (ტეხილი, ტალღოვანი, გოფირებული და სხვ.) კედლები.

ნაშრომში განხილულია ტეხილდერძიანი კედლები და დასაბუთებულია მასალის ეკონომიის შესაძლებლობა.

საკვანძო სიტყვები: შემომფარგლავი, ლენტური, ტეხილდერძიანი კედლები, ინერციის მომენტი, განიკვეთის ფართობი, მასალის ხარჯი, მასალის ეკონომია.

1. შესავალი

როგორც წესი, შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავ კედლებს ასრულებენ გეგმაში წრფივი ღერძებით, ანუ ლენტურს. შენობის უკარკასო, გრძივი მზიდკედლიანი კონსტრუქციული გადაწყვეტის შემთხვევაში, მათზე კორიზონტალური ძალების (ქარი, სეისმური დატვირთვა) მოქმედებისას, მნიშვნელოვანია აღნიშნული კედლების სიხისტე მათ მართობ სიბრტყეში. ასეთ შემთხვევაში შესაძლებელია, ლენტურის ნაცვლად, კედლების რთულპროფილურზედაპირიანი კონსტრუქციული გადაწყვეტა [1,2], რაც მნიშვნელოვნად აამაღლებს მათ სიხისტეს კედლების მართობ სიბრტყეში კვეთის ინერციის მომენტის ამაღლების ხარჯზე. ასეთ შემთხვევაში, მართალია, მცირედენ გაიზრდება კედლის საერთო სისქე, მაგრამ იქმნება მასალის (უმეტესწილად-მძიმე ბეტონის) ეკონომიის შესაძლებლობა.

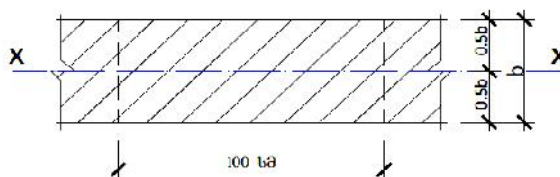
რთულპროფილური კედლების ზედაპირებზე წარმოქმნილი „უბეების“ გამოყენება

შესაძლებელია სხვადასხვა დანიშნულებით: მოსაპირკეთებელი ფილების მიმაგრება, თბოსაიზოლაციო მასალის განთავსება, ვენტილირებადი ფასადის არხების მოწყობა და სხვ.

ნაშრომში ამ თვალსაზრისით განხილულია შემომფარგლავი კედლების რთულპროფილურზედაპირიანი კონსტრუქციული გადაწყვეტის ერთ-ერთი ტიპი, კერძოდ- ტეხილდერძიანი კედელი.

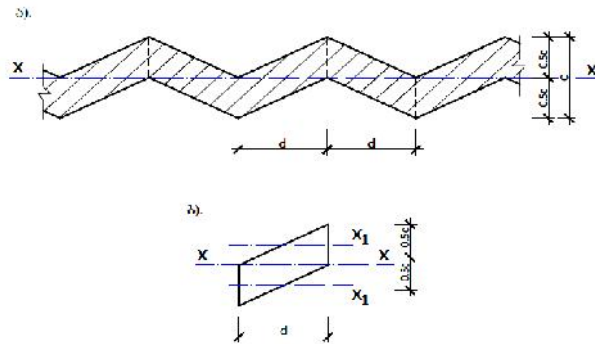
2. ძირითადი ნაწილი

გაანგარიშებები, როგორც წესი, სრულდება შემომფარგლავი კედლის 1 გრძივი მეტრისათვის. განვიხილოთ ლენტური კედელი სიგანით b (ნახ.1). მისი განიკვეთის ფართობია $S_{\text{კ}}=100 b$ (სმ²), ხოლო კვეთის ინერციის მომენტი $x-x$ ღერძის მიმართ (ანუ კედლის მართობ სიბრტყეში) $I_{\text{კ}}=\frac{100 b^3}{12}=8.333 b^3$ (სმ⁴);



ნახ.1 ლენტური კედლის გეგმის შრამმენტი

ლენტური კედელი შევცვალოთ ტოლი ინერციის მომენტის მქონე ტეხილფერძიანი კედლით, სიგრძით c [3] (ნახ.2).



ნახ.2 ტეხილფერძიანი კედელი (კედლის სიმაღლე 0.5c)
 ა). კედლის გრძობის ფრაგმენტები;
 ბ). კედლის ნაწილის სიგრძით d

კედლის ნაწილი სიგრძით d შედგება ორი მართკუთხა სამკუთხედისაგან (ისინი ერთმანეთისაგან გამოყოფილი არიან კედლის გრძობი ღერძით).
 კვეთის ინერციის მომენტები: (იგი შედგება ორი მართკუთხა სამკუთხედისაგან) 1

სამკუთხედის (X_1 ღერძის მიმართ)
$$I_1 = \frac{d(\frac{c}{2})^3}{36} = \frac{dc^3}{288} \text{ (სმ}^4\text{);}$$

კედლის ნაწილის – სიგრძით d :
$$I_d = 2 \frac{dc^3}{288} + 2 \left[\frac{d \frac{c}{2}}{2} \cdot \left(\frac{\frac{c}{2}}{3} \right)^2 \right] \approx 0.0208 dc^3 \text{ (სმ}^4\text{)}$$

ტეხილფერძიანი კედლის 1 გრძობი მეტრის:
$$I_g = \frac{100}{d} \cdot I_d = \frac{100 \cdot 0.0208 dc^3}{d} = 2.08 c^3 \text{ (სმ}^4\text{)}.$$

მოცემული (ლენტური) და შემოთავაზებული (ტეხილფერძიანი) კედლების კვეთების ინერციის მომენტების ტოლობიდან ($I_{ლ} = I_g$) განვსაზღვროთ ტეხილფერძიანი კედლის სისქე: $8.333 b^3 = 2.08 c^3$

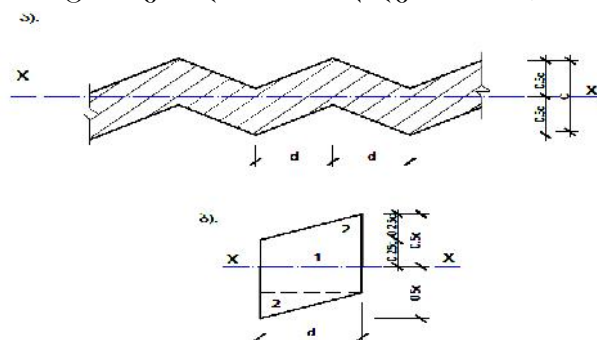
საიდანაც $C = 1.59b$ და $0.5 C = 0.795 b$

განსახილველი კედლები შევადაროთ ერთმანეთთან მასალის (ბეტონის) ხარჯის, ანუ მათი ფართობების მიხედვით: $S_{ლ} = 100b$; $S_g = 0.5 \cdot C \cdot 100 = 0.5 \cdot 1.59 b \cdot 100 = 79.5 b$

ლენტური კედლების ნაცვლად ტეხილფერძიანი კონსტრუქციული გადაწყვეტის შემთხვევაში მასალის ეკონომია შეადგენს $\frac{100 - 79.5}{100} \cdot 100 = 20.5 \%$

ტეხილფერძიანი კედლის ზემოთ განხილული კონსტრუქციული გადაწყვეტის დროს “კბილის” სიმაღლე მიღებული გვექონდა $0.5 C$.

განვიხილოთ შემთხვევა, როცა “კბილის” სიმაღლეა $0.25 C$ (ნახ.3)



ნახ.3 ტეხილფერძიანი კედელი (კედლის სიმაღლე 0.5c)
 ა). კედლის გრძობის ფრაგმენტები;
 ბ). კედლის ნაწილის სიგრძით d

კედლის ნაწილი სიგრძით d შედგება ერთი მართკუთხედის (1) და 2 სამკუთხედისაგან (2). მათი ინერციის მომენტებია:

$$I_1 = \frac{d \left(\frac{c}{2}\right)^3}{12} = \frac{dc^3}{96}; \quad I_2 = \frac{d \left(\frac{c}{2}\right)^3}{36} = \frac{dc^3}{2304}; \quad I_d = \frac{dc^3}{96} + 2 \cdot \frac{dc^3}{2304} + 2 \left[\frac{d \cdot c}{2} \cdot \left(\frac{c}{4} + \frac{c}{4} \cdot \frac{1}{3} \right)^2 \right] = \frac{dc^3}{25.6};$$

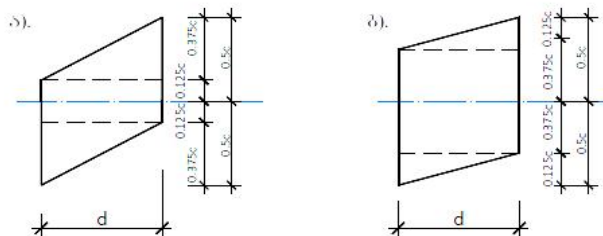
ხოლო ტეხილდერძიანი კედლის 1 გრძივ მეტრზე: $I_{\delta} = I_d \cdot \frac{100}{d} = \frac{dc^3}{25.6} \cdot \frac{100}{d} = 3.91 C^3$

პირობიდან $I_{\text{კ}} = I_{\delta}$ გვექნება: $8.333 b^3 = 3.91 C^3$, საიდანაც $C = 1.286 b$, $0.5 C = 0.643 b$

1 გრძივი მეტრი ტეხილდერძიანი კედლის ფართობი: $S_{\delta} = 0.75 \cdot C \cdot 100 = 0.75 \cdot 1.286 \cdot b \cdot 100 = 96.45 b$

მასალის ეკონომია $\frac{100 - 96.45}{100} \cdot 100 = 3.55 \%$

ანალოგიურად გაანგარიშებული გვაქვს (ნაშრომში არ მოგვაქვს) ტეხილდერძიანი კედლები “კბილის” სიმაღლისას $0.375C$ და $0.125C$ (ნახ.4). კედლის მიღებული სისქეების და მასალის ეკონომიის მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 1.

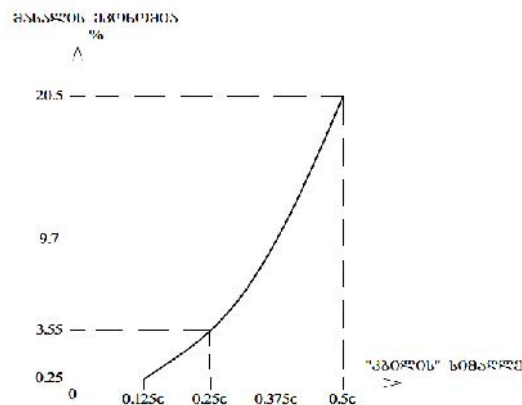


ნახ. 4 ტეხილდერძიანი კედლის ნაწილი სიგრძით d „კბილის“ სიმაღლისას: ა) $0,375c$, ბ) $0,125c$

მასალის ეკონომიის მნიშვნელობები ლენტურის ნაცვლად ტეხილდერძიანი კედლის გამოყენებისას ცხრილი 1.

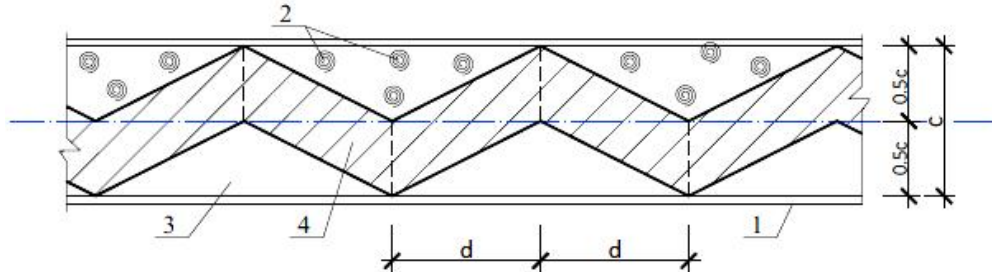
ტეხილდერძიანი კედლის გეომეტრიული მახასიათებლები		მასალის ეკონომია (%)
კედლის „კბილის“ სიმაღლე	კედლის საერთო სისქე (C)	
0.125 C	1.14 b	0.25
0.25 C	1.28 b	3.55
0.375 C	1.44 b	9.7
0.5 C	1.59 b	20.5

შენიშვნა: b -არის ლენტური კედლის სისქე
 ტეხილდერძიანი კედლის „კბილის“ სიმაღლეზე მასალის ეკონომიის დამოკიდებულების გრაფიკი მოცემულია ნახაზზე 5.



ნახ.5 “კბილის” სიმაღლეზე მასალის ეკონომიის დამოკიდებულების გრაფიკი: ტეხილდერძიანი კედლის კბილის სიმაღლეზე

ტეხილღერძიანი კედლების წარმოქმნილი “უბეების” სხვადასხვა დანიშნულებით (თბოიზოლაცია, ვენტილირებადი ფასადების მოწყობა, ფასადების მოპირკეთება) გამოყენების სქემა იხილეთ ნახ.6



ნახ.6 ტეხილღერძიანი კედლის უბეების შესაძლო ფუნქციები:

1. მოპირკეთება ან მოუხსნადი ყალიბი; 2. თბოიზოლაცია;
3. არხები ვენტილირებადი ფასადისათვის;
4. მზიდი კედელი

3. დასკვნა

ღენტიური შემომფარგლავი კედლების ნაცვლად იგივე სიხისტის მქონე ტეხილღერძიანი კედლის გამოყენება იძლევა მასალის ხარჯის ეკონომიის საშუალებას (დაახ. 20%-მდე). ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტი იზრდება ტეხილღერძიანი კედლის “კბილის” სიმაღლის ზრდის კვალდაკვალ.

ლიტერატურა

1. ვლოლაძე, შ.ბაქანიძე, ნ. მსხილაძე, ვ. პირმისაშვილი. მრავალშრიანი მრავალ-ფუნქციური შემომფარგლავი კონსტრუქციები და მათი დამზადების ხერხი. პატენტი P 5990. 01.06.2014, გვ.12
2. შ. ბაქანიძე, ვ. ლოლაძე, ლ. სამხარაძე, ვ.პირმისაშვილი. მრავალშრიანი კედლის დაბეტონების ხერხი. პატენტი P 6074, 05.28.2014. გვ.16
3. ვ. ლოლაძე, შ. ბაქანიძე, ნ. მსხილაძე, ვ.პირმისაშვილი. მონოლითურ მშენებლობაში მოუხსნადი ყალიბების გამოყენების კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური გადაწყვეტები. მონოგრაფია, სტუ, თბილისი, 2012, გვ. 181

(77,0175,)
 : - ()

(1976) (1),

(2,3).

1.

2.

- 1.
- 2.
- 3.

$$Q_t = {}_1Q_{t-1} + {}_2Q_{t-2} + \dots + {}_pQ_{t-p} + a_t \quad (1)$$

$p -$
 $t -$
 $t -$ () .

(1)

”, y (1) “ t
 y (t-1).

$$Q_t = Q_{t-1} + a_t; \quad (2)$$

(1) $| \dots | < 1$.
 (2) (“ ”)

(3) :
 $Q_t = {}_1Q_{t-1} + {}_2Q_{t-2} + a_t;$ (3)
 $Q_t = {}_1Q_{t-1} + {}_2Q_{t-2} + {}_3Q_{t-3} + a_t;$ (4)

():

1. ${}_2 + {}_1 < 1;$
2. ${}_2 - {}_1 < 1;$
3. $-1 < {}_2 < 1.$

M q .
 CC(1), CC(2) :

$$Q_t = a_t - {}_1 t-1;$$
 (5)

$$Q_t = a_t - {}_1 t-1 - {}_2 t-2;$$
 (6)

$$Q_t = a_t - {}_1 t-1 - {}_2 t-2 - \dots - {}_q t-q;$$
 (7)
 $q -$;
 $t -$;
 $a_t -$. (CC(q) .)

CC(1) CC(2).
 q

(p,q) .
 $p=1$ (1)
 $q=1$.
 :

$$Q_t = Q_{t-1} + a_t - t-1;$$
 (8)

$$Q_t = {}_1Q_{t-1} + \dots + {}_pQ_{t-p} + a_t - {}_1 t-1 - \dots - {}_q t-q;$$
 (9)

$a_t -$.
 1. $-1 < + < 1 -$, ;
 2. $-1 < + < 1 -$, ;
 (p,q) ,

(1),

()

, N = 72:

(1.0) $Q_t = 0.69Q_{t-1} + 35.8$;

(2.0) $Q_t = 0.79Q_{t-1} - 0.124Q_{t-2} + 34.9$;

(1.1) $Q_t = 0.63Q_{t-1} + 35.1 + 0.19 Q_{t-1}$;

(2.1) $Q_t = 1.55Q_{t-1} - 0.65 Q_{t-2} + 34.7 + 0.8 Q_{t-1}$.

, N = 45:

(1.0) $Q_t = 0.57Q_{t-1} + 29.4$;

(2.0) $Q_t = 0.63Q_{t-1} - 0.101Q_{t-2} + 29.8$;

(1.1) $Q_t = 0.33Q_{t-1} + 35.1 - 0.319 Q_{t-1}$;

(2.1) $Q_t = 0.27Q_{t-1} + 0.1 Q_{t-2} + 34.7 - 0.389 Q_{t-1}$.

, N = 69:

(0.1) $Q_t = 61.7 - 0.351 Q_{t-1}$.

, N = 82:

(1.1) $Q_t = 71.9 - 0.689Q_{t-1} - 0.964 Q_{t-1}$.

N –

3.

1. „ „ 1974 .

2. . 28-30 .-

1976. .

3. .

84.N1,1976 . .

ფენოვანი ფირფიტების დინამიკური მდგრადობა

ა. კვარაცხელია, გ. ყიფიანი

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

(საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი, ქ. წამებული 16, 0144, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: გადმოცემულია ფენოვანი ფირფიტის დინამიკური მდგრადობა პერიოდულად მკუმშავი დატვირთვის მოქმედებისას, რომელიც მოდებულია მის შუა სიბრტეზე. მიღებულია ზოგადი ფორმულები საკუთარი რხევების სიხშირეების, კრიტიკული დატვირთვისა და აგზნების კოეფიციენტისათვის, რომლებიც ითვალისწინებენ განივი ძვრისა და მაღალი რიგის პარამეტრული წევრების გავლენას. ამ ფაქტორების გათვალისწინებით მიღებულია დინამიკური არამდგრადობის ზონები ტრანსვერსალური იზოტროპული ფირფიტებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ფირფიტა; მდგრადობა; დინამიკა; კრიტიკული დატვირთვა; ამპლიტუდა

1. შუსავალი

განხილულია ფენოვანი ფირფიტების სპეციალური ამოცანის გამოკვლევა. ფენოვან ფირფიტაზე სტაციონარული ტემპერატურული ველის ზემოქმედება. გამოიყენება ბადების მეთოდი. მაგალითის სახით მოცემულია ერთგვაროვანი ფირფიტა ფენოვან დრეკად ფუძეზე მოთავსებული. ფენოვანი გარსებისა და ფირფიტებისათვის ნაჩვენებია ზოგადი სისტემისა და ორპარამეტრიანი ფენოვანი ფუძის წონასწორობის განტოლების ერთობრივი გამოყენების შესაძლებლობა, რომლის მოდელი შემოთავაზებული ვ. ვლასოვისა და ნ. ლეონტიევის [1] მიერ. მიღებულია გამოსახულებები სისქის მიხედვით ცვლადი დრეკადობის მოდულის მქონე ერთფენიანი ფუძის პარამეტრებისათვის.

მრავალფენოვანი ფირფიტები და გარსები მონაცვლეობით მზადდება დიდი სიხისტის ფენებისაგან, როელთაც ეწოდება შემავსებელი. მათი სისქე შეიძლება მნიშვნელოვნად იცვლებოდეს. მზიდ ფენებად იყენებენ ლითონებს, მათ შენადნობებს, მაღალი სიმტკიცის კომპოზიციურ მასალებს.

შემავსებლად გამოიყენება სხვადასხვა სიმტკიცის ქაფპლასტი, ფოროვანი რეზინი, კორპის ხე, ლითონები და მათი შენადნობები ფიჭის სახით, ტალღისებრი ფურცლები და ა.შ. მშენებლობაში ფართოდ გამოიყენება ფენოვანი პანელები, რომელთა მზიდი ფენები ლითონის ან რკინაბეტონისაგან მზადდება, ხოლო შემავსებელია მსუბუქი ბეტონების სხვადასხვა ტიპები.

ხშირად მრავალფენიან ფირფიტებსა და გარსებს ამზადებენ ძირითადი ელემენტებისაგან, როგორცაა მინაქსოვილი, მინაშპონი, აზბესტი, ხის შპონი და ა.შ. მათ აწეობენ ფენებად ერთმანეთზე და სინთეზური ფისით აწებებენ. ამ შემთხვევაში შემავსებლის როლს შემკვრელი ასრულებს. ამ საკითხებზე დაწვრილებით ლიტერატურა გადმოცემული მიმოხილვით სტატიებში [2, 3, 4].

როგორც ავღნიშნე, მრავალფენიანი ფირფიტები და გარსები ფართოდ გამოიყენება ტექნიკის სხვადასხვა სფეროებსა და მშენებლობაში. ეს გამოწვეულია მთელი რიგი მნიშვნელოვანი თვისებებით: დიდი სიხისტით, შედარებით მცირე წონით, კარგი ბგერითი და თბური იზოლაციით, აგრეთვე ვიბრო- და რადიოსაიზოლაციო თვისებებით. მაგრამ თანამედროვე ფირფიტები, კომპოზიციური მასალები და სხვადასხვა შემავსებლები გამოირჩევიან მცირე სიხისტით ძვრაზე და ტრანსვერსალური სიზუსტით (დიდი დეფორმაციებით განივი მიმართულებით). აქედან გამომდინარე, მრავალფენიან ფირფიტებსა და

გარსებში აუცილებელია განვივი ძვრის, ცალკეული ფენების დაახლოების და მნიშვნელოვანი ანიზოტროპიის გათვალისწინება. ახალი მასალების სპეციფიკური თავისებურებანი და მათი გათვალისწინების აუცილებლობა გაანგარიშებათა თეორიაში აღმოჩენილი იყო ს. ამბარცუმიანის მიერ [5] შემდგომში კი ნაშრომებში 6, 7].

მრავალფენიანი გარსები და ფირფიტები პირველად გამოიყენეს ავიაციაში. ისინი წარმოადგენენ სამფენიან კონსტრუქციებს ორი კიდურა მზიდი და შუაშემავსებელი ფენით. სამფენიანი ფირფიტების თეორიის საფუძვლების დამუშავება ითვლება ჯერ კიდევ მეოცე საუკუნის 30-იანი წლებიდან. სამეცნიერო ლიტერატურა, რომელიც ეხება როგორც მრავალფენიან, ასევე როგორც კერძო შემთხვევა სამფენიანი ფირფიტებს და გარსებს, რამოდენიმე ათას ნაშრომს [8] შეიცავს. რომელთა შემდგომი გადმოცემულია ნაშრომებში [9, 10, 11, 12, 13, 14].

მთელ რიგ ნაშრომებში [15, 16] და [17, 18] გადმოცემულია კონტურის მიმართ ნებისმიერად განლაგებული ჭრილებით ან ხვრეტით შესუსტებული სამფენიანი ფირფიტისა და გარსის მდგრადობის გაანგარიშების მიახლოებითი და დაზუსტებული მეთოდები. მათ საფუძველზე შეიძლება შემუშავდეს პრაქტიკული რეკომენდაციები მშენებლობაში ფართოდ გამოყენებული სამფენიანი ანაკრები პანელების გაანგარიშებისა და დაპროექტების საქმეში.

სწორედ ეს არის მრავალფენიანი ფირფიტებისა და გარსების თეორიის მრავალგვარი ვარიანტების შექმნის მიზეზი. ამ დარგში გამოქვეყნებული ნაშრომების რიცხვი ყოველწლიურად იზრდება.

შემოთავაზებულია ახალი თეორიები, რომლებიც მათი შექმნის სხვადასხვა მიდგომას ეყრდნობა. ჩვენს მიერ განხილული ამოცანაც ეყრდნობა დრეკლობის თეორიისა და სამშენებლო მექანიკის ზოგად დამოკიდებულებებს.

2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ სტაციონალური ტემპერატურული ველის მოქმედება კონტურით დაყრდნობილი მრავალფენიანი ფირფიტაზე. ფირფიტის სისქის მიხედვით ტემპერატურის განაწილება ჩავთვალოთ არაწრფივად. ფირფიტაზე მოქმედებს მკუმშავი დინამიკური დატვირთვა, რომელიც მოდებულია მის შუა სიბრტყეზე $Ox_1(\beta = -1, \gamma = \delta = 0)$ დერძის მიმართულებით. გამოვიკვლიოთ მისი დინამიკური მდგრადობა. [19]-ის საფუძველზე გვქვინება:

$$F_1 \Delta^2 \phi = 0;$$

$$\begin{aligned} D_{11} \Delta^2 w - P_{111} \Delta^2 \chi + \rho_1 w_{,tt} - q^* &= 0; \\ -P_{111} \Delta^2 w &= (S_{111} \Delta^2 - P_{13} \Delta) \chi = 0, \end{aligned} \quad (1)$$

სადაც

$$q^* = \bar{q}^* w; \quad \bar{q}^* N(t) (\Delta_N - \Delta_{N1}^2). \quad (2)$$

აქ ოპერატორები

$$\Delta_N = w_{,11}; \quad \Delta_{N1}^2 = \frac{h^2}{12} (w_{,1111} + w_{,2222}). \quad (3)$$

ამოხსნა მივიღეთ შემდეგი ფორმით:

$$\begin{aligned} w(x_1, x_2, t) &= \bar{w}_{rs}(t) s; \quad \chi(x_1, x_2, t) = \bar{\chi}_{rs}(t) s; \\ S &= \sin \alpha_1 x_1 \sin \alpha_2 x_2; \quad \alpha_1 = r \pi a_1^{-1}; \quad \alpha_2 = r \pi a_2^{-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

ეს გამოსახულებები აკმაყოფილებს სასაზღვრო პირობებს, რომლებშიც უნდა ვიგულისხმოდ, რომ $M_{11} = M'_{11} = 0$.

(1) სისტემაში პირველი განტოლება დამოუკიდებელია ორი დანარჩენისაგან და აღწერს ბრტყელ ამოცანას. დანარჩენი ორი განტოლება აღწერს დინამიკურ მდგრადობას და (4)-ის ჩასმის შემდეგ მიიღებს სახეს:

$$D_{11} \theta^2 \bar{w}_{rs} - P_{111} \theta^2 \bar{\chi}_{rs} + \rho_1 \bar{w}_{rs,tt} - N(t) \alpha_1^2 \left(1 + \frac{h^2}{12} \theta \right) \bar{w}_{rs} = 0;$$

$$-P_{111}\theta^2\bar{w}_{rs} + (S_{111}\theta^2 + P_{13}\theta)\bar{\chi}_{rs} = 0, \quad (5)$$

სადაც θ განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$\theta = \alpha_1^2 + \alpha_2^2. \quad (6)$$

(5)-დან $\bar{\chi}_{rs}$ -ის გამორიცხვით მიიღება:

$$\left(D_{11}\theta^2 - \frac{P_{111}\theta^3}{S_{111}\theta + P_{13}} \right) \bar{w}_{rs} + \rho_1 \bar{w}_{rs,tt} - N(t)\alpha_1^2 \left(1 + \frac{h^2}{12}\theta \right) \bar{w}_{rs} = 0;$$

ავლნიშნოთ

$$N_3 = \frac{D_{11}\theta^2}{\alpha_1^2}; \quad d = \frac{P_{111}^2\theta}{D_{11}(S_{111}\theta + P_{13})}; \quad \eta = \frac{1}{1 + \frac{h^2\theta}{12}}. \quad (7)$$

მაშინ წინა განტოლება ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$\bar{w}_{rs,tt} + \frac{\alpha_1^2 N_3}{\rho_1} \left[1 - d - \frac{N(t) \left(1 + \frac{h^2\theta}{12} \right)}{N_3} \right] \bar{w}_{rs} = 0. \quad (8)$$

შემოვიტანოთ აღნიშვნები

$$\omega_0^2 = \alpha_1^2 N_3 / \rho_1; \quad \omega^2 = \omega_0^2 (1 - d); \quad (9)$$

მაშინ (8) განტოლება შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგნაირად:

$$\bar{w}_{rs,tt} + \omega^2 [1 - N(t)/N^*] \bar{w}_{rs} = 0, \quad (10)$$

სადაც N^* კრიტიკული დატვირთვაა, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$N^* = N_3 \eta (1 - d). \quad (11)$$

თუ დინამიკური დატვირთვა წარმოადგენს შემდეგი ტიპის ფუნქციას:

$$N^* = N_0 + Nf(t), \quad (12)$$

სადაც $f(t)$ არის პერიოდული ფუნქცია T პერიოდით, მაშინ (10)-ს უწოდებენ ჰილის [20] განტოლებას.

კერძო შემთხვევაში, როდესაც

$$N(t) = N_0 + N \cos \lambda t, \quad (13)$$

(10) განტოლება შეიძლება დავიყვანოთ შემდეგ სახეზე:

$$\bar{w}_{rs,tt} + \Omega_{rs}^2 (1 - 2\mu_{rs} \cos \lambda t) \bar{w}_{rs} = 0. \quad (14)$$

მას უწოდებენ მატიეს [20] განტოლებას. აქ Ω_{rs} წარმოადგენს ფირფიტის საკუთარ რხევების სიხშირეს, რომელიც დატვირთული გარე დატვირთვის N_0 მდგენელით. (12) და (13)-ში შემავალ N სიდიდეს უწოდებენ აგძნების ამპლიტუდას, ხოლო μ_{rs} - აგძნების კოეფიციენტს. ისინი განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებიდან:

$$\Omega_{rs}^2 = \omega^2 \left(1 - \frac{N_0}{N^*} \right); \quad \mu_{rs} = \frac{N}{2(N^* - N_0)}. \quad (15)$$

როგორც ცნობილია, მატიეს განტოლებას კოეფიციენტების ზოგიერთი ფარდობისათვის აქვს უსაზღვრო ზრდადი ამოხსნები, რომლებიც წარმოადგენენ დინამიკური არამდგრადობის ზონებს. მათი საზღვრები შეიძლება დავადგინოთ მიახლოებითი ფორმულებით [21]:

არამდგრადობის პირველი მთავარი ზონისათვის

$$\lambda^* = 2\Omega_{rs} \sqrt{1 \pm \mu_{rs}}; \quad (16)$$

მეორე ზონისათვის

$$\lambda^* = \Omega_{rs} \sqrt{1 \pm \frac{1}{3}\mu_{rs}^2}; \quad \lambda^* = \Omega_{rs} \sqrt{1 - 2\mu_{rs}^2}; \quad (17)$$

მესამე ზონისათვის

$$\lambda^* = \frac{2}{3}\Omega_{rs} \sqrt{1 - 9\mu_{rs}^2 / (8 \pm 9\mu_{rs})}. \quad (18)$$

აქ λ^* გარე დატვირთვის კრიტიკული სიხშირეა, რომელიც შეესაბამება დინამიკური არამდგრადობის ზონების საზღვრებს; – მრავალფენიანი ფირფიტის საკუთარი რხევების სიხშირე დინამიკური არამდგრადობის ზონაში.

$$(15)\text{-დან გვაქვს: } N^* = N_0 + N/2\mu_{rs}, \quad (19)$$

საიდანაც გამომდინარეობს, რომ კრიტიკული დატვირთვა სტატიკურად მოდებული გარე დატვირთვის ტოლია, როდესაც $\mu_{rs} = 0.5$. ამის შესაბამისად,

$$\mu_{rs} \leq 0.5. \quad (20)$$

წინააღმდეგ შემთხვევაში კრიტიკული დატვირთვა ნაკლებია სტატიკურზე, რაც შეუძლებელია.

(16)-(18) ფორმულებიდან ჩანს, რომ (20) პირობის შემთხვევაში არამდგრადობის ზონის სიგანე სწრაფად მცირდება მისი ნომრის ზრდასთან ერთად. ყველაზე განიერია პირველი ზონა, რომელსაც დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც გარე დატვირთვის N_0 მუდმივი შემდგენი ნულის ტოლია. მაშინ (14) მიიღებს სახეს:

$$\bar{w}_{rs,tt} + \omega^2(1 - 2\mu_{rs} \cos \lambda t)\bar{w}_{rs} = 0, \quad (21)$$

სადაც (11) და (15)-ის გათვალისწინებით

$$\mu_{rs} = \frac{N}{2N^*} = \frac{N}{2N_3\eta(1-d)} = \frac{\mu_{rs}^0}{\eta(1-d)}. \quad (22)$$

μ_{rs}^0 სიდიდე შეესაბამება კლასიკურ თეორიას და განისაზღვრება ფორმულით: $\mu_{rs}^0 = \frac{N}{2N}$. (23)

$$\text{მისი ზღვრული მნიშვნელობა } \mu_{rs}^0 = 0.5\eta(1-d). \quad (24)$$

შესაბამისად შეიძლება (16)-(18) ფორმულები გარდაექმნად არამდგრადობის ზონების საზღვრებისთვის, თუ გავითვალისწინებთ (9)-ს:

$$\lambda^* = 2\omega_{rs}^0 \sqrt{1-d \pm \frac{\mu_{rs}^0}{\eta}}; \quad \lambda^* = \omega_{rs}^0 \sqrt{1-d + \frac{(\mu_{rs}^0)^2}{3\eta^2(1-d)}};$$

$$\lambda^* = \omega_{rs}^0 \sqrt{1-d - \frac{2(\mu_{rs}^0)^2}{\eta^2(1-d)}};$$

$$\lambda^* = \frac{2}{3}\omega_{rs}^0 \sqrt{1-d - \frac{9(\mu_{rs}^0)^2}{\eta[8\eta(1-d) \pm 9\mu_{rs}^0]}}. \quad (25)$$

ამ ფორმულების განსაკუთრებულობა ისაა, რომ იგი მიღებულია მრავალფენიანი ფორფიტების კლასიკური თეორიის ω_r^0 , μ_{rs}^0 ტერმინებში განივი ძვრის და პარამეტრული წევრების დაზუსტების შესწორების გათვალისწინებით.

ტრანსვერსალურ-იზოტროპული ფირფიტის დინამიკური არამდგრადობის ზონების საზღვრები კლასიკური თეორიით ($\mu=1$, $h_* = 0.1$, $r = s = 1$) ცხრილი 1

μ_{11}^0	$\lambda^* / 2\omega_{r1}^0$					
	ზონა 1		ზონა 2		ზონა 3	
0	1,000	1,000	0,500	0,500	0,333	0,333
0,1	0,949	1,049	0,495	0,501	0,331	0,332
0,2	0,894	1,095	0,480	0,503	0,323	0,327
0,3	0,837	1,140	0,453	0,507	0,307	0,320
0,4	0,775	1,183	0,412	0,513	0,273	0,312
0,5	0,707	1,225	0,354	0,516	0,199	0,302

ტრანსვერსალურ-იზოტროპული ფირფიტის დინამიკური არამდგრადობის ზონების საზღვრები შემოთავაზებული თეორიით ($\mu=1, h_* = 0.1, r = s = 1$)

ცხრილი 2

μ_{11}^0	$\lambda^* / 2\omega_{11}^0$					
	ზონა 1		ზონა 2		ზონა 3	
0	0,949	0,949	0,474	0,474	0,316	0,316
0,1	0,893	1,001	0,468	0,475	0,313	0,314
0,2	0,835	1,050	0,449	0,478	0,304	0,309
0,3	0,771	1,098	0,416	0,483	0,281	0,301
0,4	0,702	1,143	0,365	0,490	0,231	0,291
0,443	0,671	1,162	0,335	0,494	0,189	0,286

(22)-დან $\mu_{rs}^0 \leq 0.5$ გათვალისწინებით მიიღება

$$\mu_{rs} \leq \frac{1}{2}\eta(1-d). \quad (26)$$

მაგალითის სახით განვიხილოთ ტრანსვერსალურად იზოტროპული ერთფენიანი ფირფიტა. მივიღოთ შემდეგი საწყისი მონაცემები:

$$K_1 = \frac{E_1}{E_2} = \frac{v_1}{v_2} = 1; \quad K_2 = \frac{E_1}{G_{12}} = 2; \quad K_3 = \frac{E_3}{G_{13}} = \frac{E_2}{G_{23}} = 5;$$

$$v_{12} = v_{13} = v = 0.3; \quad a_1 = a_2 = a; \quad r = s = 1; \quad h_* = \frac{h}{a} = 0.1. \quad (27)$$

რიცხვითი შედეგები, რომლებიც მიღებულია ზემოთ მოყვანილი ფორმულების მიხედვით, მოცემულია 1 და 2 ცხრილებში. მ შედეგების შედარებამ აჩვენა, რომ განივი ძვრისა და მაღალი რიგის პარამეტრული წვევრების გათვალისწინება შესამჩნევლად ზრდის დინამიკური არამდგრადობის ზონებს. ამასთანავე ხდება მათი გადაადგილება იმ ზონებთან შედარებით, რომლებიც კლასიკური თეორიით განისაზღვრება.

3. დასკვნა

მიღებულია, რომ ფენოვანი ფირფიტების დინამიკური მდგრადობა დაიყვანება პილის ან მატეის განტოლებების გამოკვლევაზე. საკუთარი რხევების სიხშირეების, აგზნების კოეფიციენტისა და კრიტიკული დატვირთვისათვის მიღებულია ზოგადი გამოსახულებები. დადგენილია, რომ განივი ძვრისა და მაღალი რიგის პარამეტრული წვევრების გათვალისწინება იწვევს დინამიკური მდგრადობის ზონების შემცირებას და მათ გადაადგილებებს კლასიკური თეორიით განსაზღვრული ზონების მიმართ.

ლიტერატურა

1. : . 1960. -491 .
2. / 1987, -67 .
3. მუხაძე ლ., ყიფიანი გ. საქართველოში თხელკედლიანი ფირფიტებისა და გარსების თეორიის გამოკვლევათა მიმოხილვა (1987-1997 წწ.) // მეცნიერება და ტექნიკა, თბილისი, “მეცნიერება“ 1997, №№4-5, გვ. 125-127.
4. Kipiani G.O. Review of works on the calculation of thin-walled spatial systems with discontinuous parameters (1980-2013)//Actual problems of Architect and Construction,

- materials of V International Conference. 25-28 June 2013/Under editorship of E.B. Smirnov, SPGASU. is. 2, part. 1. Saint Petersburg, 2013, pp. 262-267
5. . . . : , 1967 -268 .
 6. მახარაძე გ., კვარაცხელია ა., ყიფიანი გ., ანიზოტროპული თხელი გარსებისა და ფირფიტების გაანგარიშება დაზუსტებული თეორიით. თბილისი: “ტექნიკური უნივერსიტეტი“ 1998, -97 გვ.
 7. გიორგაძე თ., კვარაცხელია ა., ყიფიანი გ. თხელი დამრეცი გარსების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის გამოკვლევა. “ტექნიკური უნივერსიტეტი“ თბილისი, 1999, -101 გვ.
 8. . . . : : , 1980. -375 .
 9. . . . // : -1988. c. 45-49.
 10. . . . // -1989. 1. – .29-30.
 11. . . . // -1989. - 4, - .34-36.
 12. Mikhailov B.K., Kipiani G.O., Stremecka M. Stability of structural construction units in 3-Bandwich plate with slots // Miedzynarodowa Konferencja naukowa. Najnowsze naukowo-badawere problemy budownictwa I inzynierii srodowiska. Bialystok; Wydawnictwa Politechaiki Bialosockiej, 1989, -Tom I, -P.335-340.
 13. Kipiani G., Okroshidze A. Method of analysis of three-layered plates with anchor links between layers on stability and deformability//Problems of Mechanics, 4(53), Tbilisi, 2013, pp. 99-103.
 14. Churchelauri Z., Kipiani G. Calculation of thin-walled prefabricated tyoe shells with model of plastic-rigid body//Selected blind peer reviewed papers from 7th International Canference on Contemporary Problems pf Architect and Construction. November 19-21, 2015. Florence-Italy. 2015. Pp. 19-24.
 15. . . . : « » , 1991. -189 .
 16. . . . , .- , 1996. - 442 .
 17. Kipiani G. Design procedure on stability of three-layered plate with cuts and holes//Georgian International journal of Science and Technology, Vol. 1, 4. New Yourk 2008. pp. 327-342.
 18. Kipiani G., Rajczyk M., Lausova L. Influence of tectangular holes on stability of three-layered plates//Applied Mecanics and Materials. Vol. 711(2015) pp. 397-401. ©(20156) Trans. Tech. Publications, Switzerland. Doi:10.428www.scientific.net/AMM.711.397
 19. . . . // 1965, 5. . 68-80.
 20. . . . : , 1972. -432 .
 21. . . . : , 1956. - 418 .

მსუბუქი დეკორატიული ბეტონი

ლ. უგულავა, გ. რობაქიძე

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

რეზიუმე: განხილულია დეკორატიული ბეტონის დანიშნულება, გამოყენების არე, მისი თვისებები, მიღების ხერხები, მოცემულია საქართველოს ვულკანური წიდეების საბადოების მარაგი, მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, გამოყენების საშუალება დეკორატიული ბეტონის მისაღებად.

საკვანძო სიტყვები: ვულკანური წიდა, ატმოსფერომედეგობა, შექმედეგობა, წყალმედეგობა, ხანმედეგობა.

1. შესავალი

თანამედროვე მშენებლობაში, როდესაც ბეტონი წარმოადგენს ძირითად სამშენებლო მასალას, დეკორატიული ბეტონი არის უფრო მიმზიდველი თავისი შეფერილობით, ვიდრე ტრადიციული, ძირითადად, ნაცრისფერი ბეტონთან შედარებით. შენობა უფრო იგებს, გამოირჩევა სხვა შენობებისაგან არქიტექტურული თვალსაზრისით.

2. ძირითადი ნაწილი

ფერადი ბეტონის მისაღებად იყენებენ სხვადასხვა მასალას, როგორც მინერალური ასევე ორგანული წარმოშობის. ამისათვის ყველა მასალა, რომელიც გამოიყენება ფერადი ბეტონის მისაღებად აუცილებლად უნდა ხასიათდებოდეს შექმედეგობით, ატმოსფერომედეგობით, ყინვამედეგობით, წყალმედეგობით და სხვა მრავალი თვისებები, რაც უზრუნველყოფს ხანმედეგი დეკორატიული ბეტონის მიღებას, რომელიც წაყენებული აქვს ბუნებრივ ქვას და ბეტონს.

ფერადი ბეტონის და დეკორატიული ქვების მიღებისას გამოიყენება ფერადი ცემენტი, ქვიშები, კირქვები, მარმარილო, ტუფები, ბაზალტები, გრანიტი, ფიქლები და სხვა.

დეკორატიული ბეტონის მიღებისას გამოიყენება ღია სტრუქტურა, რაც ქმნის შესაძლებლობას მოვახდინოთ ბუნებრივი ქვის იმიტაცია ან და შეიქმნას ახალი დიზაინის ქვა, რომელიც არ არის ბუნებაში.

ბეტონის გაანგარიშების დროს აუცილებლად გასათვალისწინებელია მისი წყალუქონადობა, ქიმიური ნეიტრალობა, წყალმედეგობა პერიოდული დატენიანება, შრობა და ყინვამედეგობა, სადღაც 300 ციკლამდე თუ ის გამოიყენება გარე ექსპლუატაციისათვის.

ამ სახის ბეტონების გამოყენება რეკომენდებულია შენობების შემომზადავი კედლებისათვის, მოსაპირკეთებელი ფილებისათვის, როგორც გარე ისე შიგა კედლებისათვის და სხვა კონსტრუქციებისათვის საჭირო სასურველი ფაქტურის მისაღებად.

გარდა ამისა ამ სახის მასალის გამოყენება დასაშვებია არსებული შენობებისათვის, რომლებსაც აქვთ ექსპლუატაციის დიდი პერიოდი.

თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ საქართველოში არსებობს ვულკანური წიდეების დიდი მარაგი (ცხრილი 1) და ამ მასალიდან დამზადებული ბეტონი კარგად ასრულებს თავის დანიშნულებას, როგორც შენობის შემომზადავი კონსტრუქციები [2] და რაც მნიშვნელოვანია ამ მასალის შეფერილობა ხასიათდება სასიამოვნო ფერით და შექმედეგობით.

ცხრილი 1

საქართველოს ზოგიერთი საბადოს ვულკანური წილის მარაგი

№	საბადოს დასახელება	საბადოს მარაგი, მილიონი ტონა
1	მოდგა	23,14
2	ოკამი	5,65
3	დადეში	36,6
4	სუღდა	4,23
5	ტაშკალა	2,814
6	დელიფი	8,0
7	სადამო	52,0

ბუნებრივი ვულკანური წილები ხასიათდებიან მცირე მოცულობითი მასით და მისგან დამზადებული ბეტონი მიეკუთვნება მსუბუქ ბეტონებს (1600 კგ/მ³). ამ ბეტონის გამოყენება თანამედროვე მშენებლობაში მნიშვნელოვანია ესთეტიკური თვალსაზრისით (ცხრილი 2).

ცხრილში 1 მოყვანილია საქართველოში არსებული ვულკანური წილების რამდენიმე საბადოს მარაგი, რაც საშუალებას გვაძლევს დავამზადოთ მსუბუქი დეკორატიული ბეტონი.

მე-2 ცხრილში მოყვანილია ჩატარებული კვლევების შედეგები დეკორატიული, სხვადასხვა მარკის ბეტონების შედგენილობებით.

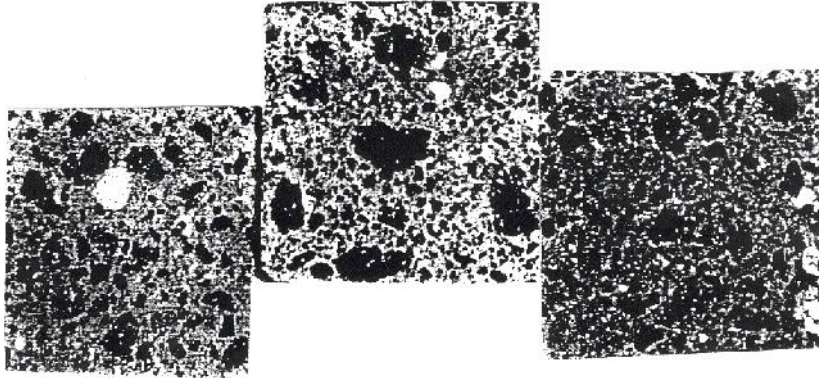
ცხრილი 2

ვულკანურ წილებზე დამზადებული მსუბუქი ბეტონი
 მასალების ხარჯი 1 მ³ ბეტონზე

საბადოს დასახელებები	ბეტონის მარკა	მასალების ხარჯი 1 მ ³ ბეტონზე										მოცულობითი მასა
		ცემენტი	ქვიშა		ღორღი						წყალი, ლ	
			კბ.	ლ.	5-10 მმ		10-20 მმ		20-40 მმ			
					კბ.	ლ.	კბ.	ლ.	კბ.	ლ.		
ოკამი	100	250	755	685	210	320	310	315	-	-	300	1560
		240	600	545	145	235	200	325	270	450	290	1490
	150	320	640	580	235	360	315	510	-	-	335	1560
	200	390	605	55	230	350	300	485	-	-	355	1585
		440	530	480	250	385	315	510	-	-	320	1600
250	490	525	475	245	380	310	500	-	-	280	1650	
სუღდა	100	270	660	695	155	290	240	510	-	-	295	1355
		340	650	685	80	150	110	235	180	410	300	1420
	150	390	620	655	150	280	230	490	-	-	295	1455
დადეში	100	230	740	705	245	305	275	400	-	-	320	1525
		210	695	660	150	185	210	260	235	390	280	1539
	150	315	670	640	270	336	310	450	-	-	285	1610
	200	370	605	675	290	360	350	510	-	-	275	1670
	250	445	580	550	280	345	330	480	-	-	280	1685
	300	535	555	530	270	335	320	465	-	-	230	1760

ამ სახის ბეტონის დამზადება შესაძლებელია, როგორც ფერადი ასევე ჩვეულებრივი ცემენტის გამოყენებით.

ექსპერიმენტები გაგრძელდება ფერადი ცემენტების და სხვა მინერალების გამოყენებით.



სურ. 1 დეკორატიული ბეტონის ნიმუშები

ამ სახის ბეტონის გამოყენება რეკომენდებულია გარე კედლების, აგრეთვე კიბის უჯრედების, კოლების, საკონცერტო დარბაზების, კაფეების და სხვა საზოგადო დანიშნულების სათავსოებისათვის.

3. დასკვნა

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დეკორატიული ბეტონის მისაღებად ადგილობრივი მასალის გამოყენებით, სახელდობრ ვულკანური წილები: ოკამი, დელიფი, სულდა, ტაშკალა და სხვა სახის მასალებით მიღებულია მსუბუქი დეკორატიული ბეტონები.

ლიტერატურა

1. (). .1976.
2. ლ. უგულავა. შენობების გარე კედლების წყალმდეგობის თვისებების პრობლემები. „მშენებლობა“ № 4(28), 2011.
3. ლ. უგულავა, გ. რობაქიძე. ბუნებრივ ფოროვანი შემკვსებების გამოყენება სხვადასხვა დანიშნულების კონსტრუქციებში. „ენერჯია“ 2(50). ნ.1. 2009.
4. . (). .1986.

ენერგოეფექტური შენობები და მათი ძირითადი
თბოტექნიკური მახასიათებლები

მ. გრძელიშვილი, ა. კობალიანი, ი. მარღიშვილი

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

რეზიუმე: ენერგოეფექტური მშენებლობა თანამედროვე სამოქალაქო მშენებლობის ერთ-ერთი აქტუალური მიმართულებაა და მიზნად ისახავს სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების დაზოგვას, განახლებადი ენერჯის ფართო გამოყენებას და გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებას. ამ მიზნის მისაღწევად მნიშვნელოვანია შენობათა ენერგომოთხოვნილების და შემომზღუდი კონსტრუქციების თბოტექნიკური მახასიათებლების მკაცრი რეგლამენტირება.

შემომზღუდი კონსტრუქციების შემოთავაზებული თბოგადაცემის კოეფიციენტების დანერგვა სამშენებლო პრაქტიკაში არა მარტო მნიშვნელოვნად დაზოგავს ენერგორესურსებს არამედ გააუმჯობესებს გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობას და შექმნის წინაპირობას რათა სამომავლოდ მშენებლობაში გამოვირიცხოთ ძვირადღირებული გათბობის სისტემების მოწყობა.

საკვანძო სიტყვები: მშენებლობა, ენერგოდაზოგვა, ენერგოეფექტურობა, თბოგადაცემა, გათბობის სისტემა.

1. შესავალი

ენერგოეფექტური მშენებლობა თანამედროვე სამშენებლო დარგის ერთ-ერთი ინოვაციური მიმართულებაა და მისი დანიშნულებაა ისეთი შენობა-ნაგებობების აგება, რომელიც ენერგორესურსების მაქსიმალურ ეკონომიას უზრუნველყოფს ისე, რომ სათავსებში შენარჩუნებული იქნას ნორმალური თბური რეჟიმი. შენობათა ენერგოეფექტურობის გაზრდის მრავალი გზა არსებობს, რომელთაგან ყველაზე მარტივი და ადვილად მისაღწევადია შენობის ისეთი გარსის შექმნა, რომელიც მაქსიმალურად შეამცირებს გარემოში სითბოს კარგვას და სათანადოდ შენობის თბურ დატვირთვას. ამის მისაღწევად კი საჭიროა პროექტირების სტადიაზე შემომზღუდი კონსტრუქციების ძირითადი თბოტექნიკური მახასიათებლების თბო და ტენგადაცემის კოეფიციენტების და მათი წინააღმდეგობების სიდიდეების ოპტიმიზაცია.

შემომზღუდი კონსტრუქციების კომპლექსური თბოტექნიკური გაანგარიშება და სათავსების საექსპლუატაციო თბური რეჟიმების წინასწარი დადგენა უზრუნველყოფს სათანადო ენერგოეფექტურობის კლასის შენობის შექმნას.

2. ძირითადი ნაწილი

ენერგოეფექტური მშენებლობა სამოქალაქო მშენებლობის ახალი მიმართულებაა და იგი შეიქმნა გასული საუკუნის 70-იან წლებში, პირველი მსოფლიო ენერგეტიკული კრიზისის შემდეგ. ამ დროიდან მოყოლებული დღემდე მსოფლიოში მრავალი ენერგოეფექტური სახლი აშენდა. დღეისათვის არ არსებობს ენერგოეფექტური სახლის ერთიანი ოფიციალური საერთაშორისო განსაზღვრა. მიუხედავად ამისა ევროპაში ენერგოეფექტური სახლების შემდეგი სახეები არსებობს:

დაბალი ენერგომოხმარების სახლები – რომელებიც, მოიხმარენ 50%-ით ნაკლებ ენერჯიას ვიდრე ჩვეულებრივი სახლები, რომელებიც მოიხმარენ მოქმედი ნორმების შესაბამისი ენერჯიას ულტრადაბალ ენერგომოხმარების სახლები, რომელებიც მაღალი ენერგოეფექტურობით და გარემოზე უმნიშვნელო ზემოქმედებით ხასიათდებიან. ასეთ სახლებში ენერგომოხმარება 70-90%-ით ნაკლებია ვიდრე ჩვეულებრივ სახლებში, ულტრადაბალი ენერგომოხმარების

სახლს მკვეთრად აღნიშნული მოთხოვნებით მოეკუთვნება გერმანული პასიური სახლი (Passivhaus) ფრანგული Effinergie, შვეიცარული Minenergie და სხვა.

უნდა აღინიშნოს, რომ გერმანული პასიური სახლი, რომელიც გასული საუკუნის 90-იან წლებში შეიქმნა მსოფლიოში საუკეთესო სტანდარტად არის მიჩნეული.

ენერგომეგნერირებელი სახლები – რომლებიც საკუთარი მიზნებისათვის გამოიმუშავენ ელექტროენერჯიას. ჭარბი ენერჯიის შემთხვევაში ხდება მისი ქსელში რეალიზაცია. ეს სახლები ძირითადად განახლებად ენერჯიას მოიხმარენ. ასეთ სახლებს აქტიურ სახლებსაც უწოდებენ.

სახლი CO₂-ის ნულოვანი გამონაბოლქვით. ასეთი სახლები CO₂-ს საერთოდ არ გამოყოფენ, რაც თავისთავად იმას ნიშნავს, რომ სახლის ენერგომომარაგება განახლებადი ენერგოწყაროებიდან ხორციელდება. ამ სტანდარტის სახლები ძირითადად დიდ ბრიტანეთში შენდება. 2016 წლიდან დიდი ბრიტანეთში მხოლოდ ამ სტანდარტის სახლები შენდება.

ენერჯიის ყველაზე მსხვილ მომხმარებლად ითვლება შენობა-ნაგებობები. განვითარებულ ქვეყნებში შენობა-ნაგებობების მიერ მოხმარებული ენერჯიის რაოდენობა მთელი მომხმარებელი ენერჯიის 50%-ის ტოლია, განვითარებად ქვეყნებში კი 40-45%-ია. ამ ენერჯიის 87% იხარჯება შენობის გათბობა-ვენტილაციის სისტემებზე.

საბჭოთა კავშირში და მათ შორის საქართველოშიც აშენებული შენობები მსოფლიოში ყველაზე ენერგოტევიად შენობებად ითვლება. ამ შენობებში სითბოს ხარჯი შენობების გასათბობად 350-380 ვტ·სთ/მ²წელ. ზოგჯერ კი ეს სიდიდე 680 ვტ·სთ/მ²წელ აღწევს რაც 5-10-ჯერ მეტია ევროპაში აგებულ ანალოგიურ სახლებთან შეადრებით, პასიური სახლის სტანდარტთან შეადრებით ($q=15$ ვტ·სთ/მ²°C). საქართველოში აშენებულ (თუ მშენებარე) სახლებში, სითბოს ხარჯი შენობების გასათბობად (25±45)-ჯერ მეტია ვიდრე ევროპაში მშენებარე სახლებში.

შენობათა ენერგოეფექტურობის გაზრდის მიზნით ევროპის თითქმის ყველა ქვეყანაში ასევე რუსეთში და ყოფილ საბჭოთა ქვეყნებში მიღებულია კანონი შენობათა ენერგოეფექტურობის შესახებ. ენერგოეფექტურობის და ენეროდაზოგვის მოთხოვნები განხილულია СНИП-ში გერმანიაში ენერგოდაზოგვის შესახებ მოთხოვნები წარმოადგენილია ენერგოდაზოგვის ნორმებში ENEV (Energie einsparung Verordnung).

ეს ნორმები პირველად დამუშავდა გასული საუკუნის ბოლოს, ხოლო სამოქმედოდ შემოვიდა 2002 წელს (ENEV-2002). წლების განმავლობაში ეს ნორმები თანდათან მკაცრდებოდა (ENEV-2007, 2008, 2009) და ბოლოს შესწორებებით ENEV-2014 ძალაში შევიდა 2016 წლიდან. გერმანიაში აშენებული ყველა შენობა უნდა აკმაყოფილებდეს ან ნორმებს.

ამ ნორმებით წინასწარ განსაზღვრულია შემომზადებული კონსტრუქციების თბოგადაცემის კოეფიციენტი, ამ კოეფიციენტების მიხედვით დაპროექტებული და კონსტრუირებული შენობის გარსი უზრუნველყოფს სათავსებში ნორმალური მიკროკლიმატის შექმნას ენერჯიის მინიმალური დანახარჯებით.

შემომზადებული კონსტრუქციების თბოგადაცემის კოეფიციენტები ENEV-2014 ნორმების მიხედვით მოცემულია ცხრილი 1.

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს გარე კედლებისათვის თბოგადაცემის კოეფიციენტი ტოლია 0,24 ვტ/მ²°C და იგი ევროპაში ნებისმიერი მასალისაგან მშენებარე ყველა შენობისათვის ერთი და იგივეა.

თბოგადაცემის კოეფიციენტის ეს მნიშვნელობა ორჯერ მეტია -ით განსაზღვრულ მნიშვნელობაზე, რომელიც 0,476 ვტ/მ²°C-ის ტოლია, როდესაც გათბობის პერიოდის გრად. დღეები 2000-ის ტოლია. ევროპის ქვეყნებისათვის

გარდა. დღეების თითქმის ეს რიცხვია დამახასიათებელი. СНиП-ის მიხედვით გარდა. დღეების მატებასთან ერთად თბოგადაცემის კოეფიციენტის სიდიდე კლებულობს და მაქსიმალური გარდა. დღეების შემთხვევაში, რომელიც 12000-ის ტოლია, თბოგადაცემის კოეფიციენტი 0,2 ვტ/მ²°C შეადგენს, რომელიც თითქმის უტოლდება EnEv-2014 მნიშვნელობას.

შემომზადებული კონსტრუქციების დაპროექტებისას და შენობათა თბური დატვირთვების განსაზღვრის დროს შესაძლებელია როგორც -ის ასევე EnEv-2014 მონაცემებით სარგებლობა, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველომ ხელი მოაწერა ევროპის ენერგეტიკულ გაერთიანებასთან მიერთების პროტოკოლს და აიღო ვალდებულება დაუახლოვდეს ევროპულ სტანდარტებს ენერგოეფექტური მშენებლობის სფეროში. 2022 წლიდან საქართველოში მშენებლობის სფეროში ენერგოეფექტური პროექტების განხორციელება იწყება, რომელიც როგორც საჯარო ასევე კერძო მშენებლობებს შეეხება. ამიტომ მიზანშეწონილია ევროპული ნორმებით სარგებლობა.

შემომზადებული კონსტრუქციების თბოგადაცემის კოეფიციენტები ცხრილი 1

№	კონსტრუქცია	თბოგადაცემის კოეფიციენტი k ვტ/მ ² °C	
		საცხოვრებელი და არასაცხოვრებელი სახლები როდესაც t _ა 19°C	არასაცხოვრებელი სახლები როდესაც t _ა < 19°C
1	გარე კედელი	0,24	0,35
2a	ფანჯარა, ფანჯარაკარები	1,3	1,9
2b	სახურავის (სხვენის) ფერდოს ფანჯრები	1,4	1,9
2c	შემინვა	1,1	-
2d	ფარდიანი ფასადი	1,5	1,9
2e	მინის სახურავი	2,0	2,7
2f	ფანჯარა კარები აღჭურვილობით (სარქველი, ნაკეცი, შიბერი და ა.შ.)	1,6	1,9
3a	ფანჯარა, ფანჯარაკარები, სხვენის ფერდოს ფანჯარა განსაკუთრებული შემინვით	2,0	2,8
3b	განსაკუთრებული შემინვა	1,6	-
3c	ფარდიანი ფასადები განსაკუთრებული შემინვით	2,3	3,0
4	ბრტყელი გადახურვა	0,24	0,35
5a	კედლები რომლის მეორე მხარეს განლაგებულია გრუნტი ან გაუმთბარი სათავსები	0,3	-
5b	იატაკი	0,5	-
5c	გადახურვა რომლის ქვეშ იმყოფება გარე ჰაერი	0,24	0,35

EnEv-2014 ნორმებით განსაზღვრულია აგრეთვე შენობების ენერგოეფექტურობის კლასები. ასევე როგორც საყოფაცხოვრებო ტექნიკაზე აქაც გვაქვს ენერგოეფექტურობის შვიდი კლასი A-დან B-მდე. ყველაზე მაღალი ენერგოეფექტურობით ხასიათდება A კლასის შენობები. ყველაზე დაბალი ენერგოეფექტურობა G კლასის შენობებს გააჩნია. ენერგოეფექტურობის კლასი (ცხრილი 2) მომხარებული ენერგით განისაზღვრება

შენობათა ენერგოეფექტურობის კლასები ცხრილი 2

ენერგოეფექტურობის კლასი	მომხარებული ენერგია კვტ.სთ/მ ² წელ.
A+	<30
A	<50
B	<75
C	<100
D	<130
E	<160
F	<200

G	<250
H	>250

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს ენერგოეფექტურობის ყველაზე მაღალ კლასს A+ მიეკუთვნება შენობები, რომლების წლიური ენერგომომხმარება 30 კვტ·სთ/მ²წელ-ზე ნაკლებია, რომელიც ფაქტიურად “სამლიტრიანი” სახლების კატეგორიას წარმოადგენს. “3 ლიტრიანი სახლი” წარმოადგენს პასიური, ნულოვანი ენერგომოთხოვნილების და ენერგია+სახლების წინამორბედს.

გარდა EnEv-2014 ნორმებისა გერმანიის მთელი რიგი ინსტრუქციების (RAL, Passivhaus და სხვა) მიერ მიღებულია ენერგოდაზოგვის/ენერგოეფექტურობის კლასიფიკაცია, მოხმარებული წლიური ენერგიის რაოდენობის მიხედვით:

KFW60≤60 კვტ·სთ/მ²წელ.

KFW40≤40 კვტ·სთ/მ²წელ.

3 ლიტრიანი სახლი ≤30 კვტ·სთ/მ²წელ.

პასური სახლი ≤15 კვტ·სთ/მ²წელ.

ნულოვანი ენერგიის და ენერგია+სახლები

ზემოთ ჩამოთვლილი ენერგომოთხოვნების მიხედვით დამპროექტებელს შეუძლია ენერგოეფექტური შენობების შემომზადული კონსტრუქციების დაპროექტება ასეთი შენობათა თბური დაცვის განხილული ნორმირების მიდგომა დაფუძნებულია შენობის როგორც ერთიანი ენერგეტიკული სისტემის განხილვაზე. ეს მიდგომა გეთავაზობს მთლიანად შენობის და არა მარტო მისი ცალკეული შემომზადული კონსტრუქციის (კედელი, ფანჯარა, იატაკი და ა.შ.) ენერგომოთხოვნილების ნორმირებას. იმისათვის, რომ დასახული ენერგომოთხოვნების მიღწევის დროს გამოირიცხოს მიკროკლიმატის პარამეტრების დაქვეითება შემოტანილია დამატებითი მოთხოვნები, რომელიც ითვალისწინებს სათავის პაერის და მისი შემომზადებული კონსტრუქციების ზედაპირების ტემპერატურის ნორმირებას. შენობათა ენერგომოთხოვნების სისტემის ნორმირების ძირითად მახასიათებლად მიღებულია შენობის გასათბობლად საჭირო ხვედრითი ენერგოდანახარჯები და ამ დანახარჯების მიხედვით ხდება შემდგომ როგორც ცალკეული შემომზადებული კონსტრუქციის ასევე მთლიანად შენობის გარსის თბური დაცვის განსაზღვრა.

შემთავაზებული ნორმატივი სწორად ასახავს შენობათა ენერგომოთხოვნილებას, რადგანაც იგი არ არის დამოკიდებული მშენებლობის რაიონის კლიმატოლოგიურ მონაცემებზე. ეს იმას ნიშნავს, რომ ერთი და იგივე შენობას რომელიც სხვადასხვა კლიმატურ რეგიონში შენდება სხვადასხვა თბოდაცვითი მახასიათებლებით ერთი და იგივე ხვედრითი ენერგომოთხოვნილება გააჩნიათ.

3. დასკვნა

2022 წლიდან საქართველოში მშენებლობის დარგში ენერგოეფექტური პროექტირების განხორციელებასთან დაკავშირებით საჭიროა საპროექტო-ნორმატიული ბაზის მთელი რიგი მოთხოვნების გათვალისწინება. ერთ-ერთი ასეთი მოთხოვნაა შემომზადებული კონსტრუქციების ისეთი თბოტექნიკური მახასიათებლების და შენობათა კუთრი ენერგომოთხოვნილების შერჩევა, რომელიც მასქიმალურად უზრუნველყოფს ენერორესურსების დაზოგვას, სათავსებში ნორმალური ტემპერატურულ-ტენიანობრივი რეჟიმების შენარჩუნებით.

ლიტერატურა

1. 1, 2014
2. 10 2010
3. EnE,2014 – Bundesgesetzblatt 3951, 2013 Bonn;
4. EnE,2009 – Bundesgesetzblatt 3951, 2009 Bonn;
5. EnE,2014 – Директива отложенных действий или регрес энергосбережения и энергоэффективности 23 мая 2014 [http:// www. enev-2014info](http://www.enev-2014info);
6. Schock – Bauphysik – Handbuch, 2017 [www. schueck – schweitz.ch](http://www.schueck-schweitz.ch)

სქელკედლიანი ცილინდრის ბაანბარიშება ზღვრულ დატვირთვაზე შიგა წნევის პირობებში

თ. ბაციკაძე, ნ. მურდულია, გიორგობიანი, ვ. ტურაშვილი

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

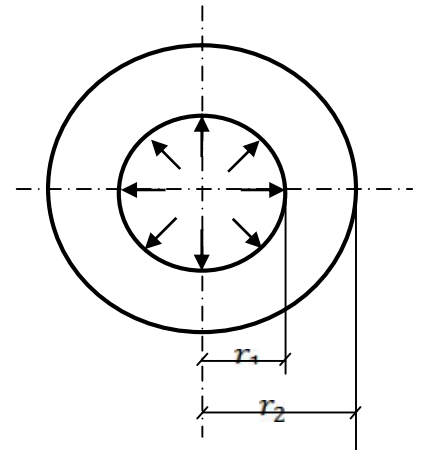
რეზიუმე: სქელკედლიანი ცილინდრული გარსი განიცდის შიგა კედელზე თანაბრად განაწილებული წნევის ზემოქმედებას. ცილინდრის მასალა უკუმშვადია, ხოლო დეფორმაცია ბრტყელი. ნაშრომში განსაზღვრულია შიგა წნევის ის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც წარმოიშობა პლასტიკური ზონები, პირველ რიგში ცილინდრის შიგა კედელზე. თუ $F(r) = \frac{G(r)}{r^2 \cdot K(r)}$ ფუნქცია, სადაც $G(r)$ დრეკადობის მოდულია და $K(r)$ დენადობის ზღვარი, აკმაყოფილებს მონოტონური კლების პირობას $[r_1, r_2]$ ინტერვალში, მაშინ პლასტიკურობა გავრცელდება ცილინდრის დანარჩენ ნაწილზე. განსაზღვრულია წნევის ის მნიშვნელობა, რომელსაც შეესაბამება მთელი ცილინდრის პლასტიკური დეფორმაცია.

საკვანძო სიტყვები: პლასტიკური დეფორმაცია, სქელკედლიანი ცილინდრი, წნევა, ზღვრული დატვირთვა, განმეორებადი დატვირთვა.

1. შესავალი

განვიხილოთ სქელკედლიანი ცილინდრის დეფორმაცია, რომელსაც იწვევს წნევა შიგა კედელზე. ცილინდრის კვეთი წარმოადგენს წრიულ რგოლს. ცილინდრის მასალა უკუმშვადია და იდეალურად პლასტიკური. ადგილი აქვს ბრტყელ დეფორმაციას. აქედან გამომდინარე მასალის დენადობის ზღვარი და დრეკადობის მოდული მხოლოდ რადიუსის ფუნქციებს წარმოადგენენ (ნახ. 1)

ერთგვაროვან ცილინდრში დეფორმაციის განვითარების შედეგად პლასტიკური ზონა წარმოიშება შიგა ზედაპირზე, ხოლო არაერთგვაროვანი ცილინდრის შემთხვევაში პლასტიკური ზონა შეიძლება სხვადასხვა ადგილას წარმოიშვას.



ნახ. 1

2. ძირითადი ნაწილი

ნაშრომში [1] ნაჩვენებია, რომ პლასტიკური ზონა წარმოიშება შიგა ზედაპირზე და შემდეგ გავრცელდება გარე კონტურზე იმ შემთხვევაში თუ დაკმაყოფილდა შემდეგი ფუნქციის მონოტონური კლების პირობა (r_1, r_2) ინტერვალში

$$F(r) = \frac{G(r)}{r^2 \cdot K(r)} \tag{1}$$

ამ ფორმულაში $G(r)$ დრეკადობის მოდულია, $K(r)$ დენადობის ზღვარი, ხოლო r_1 და r_2 ცილინდრის შიგა და გარე რადიუსები. P_1 -ით აღვნიშნოთ დატვირთვის ის სიდიდე, რომლის დროსაც წარმოიშება პლასტიკური დეფორმაცია შიგა ზედაპირზე; P_2 იყოს დატვირთვის ის სიდიდე, რომლის დროსაც პლასტიკური დეფორმაცია გავრცელდება მთელ ცილინდრზე. დაწვეროთ მათი გამოსახულებები

$$P_1 = 2 \frac{K(r_1)}{G(r_1)} [g(r_1) - g(r_2)]; \quad P_2 = h(r_2) - h(r_1) \tag{2}$$

$$g(r) = - \int \frac{G(r)}{r^3} dr; \quad h(r) = 2 \int \frac{K(r)}{r} dr \tag{3}$$

ახლა დავეუშვათ, რომ ცილინდრის შიგა დატვირთვა P არის განმეორებადი. როგორც ცნობილია განმეორებადი დატვირთვა იწვევს ცილინდრის კვეთებში ნარჩენი ძაბვების წარმოქმნას, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ

ცილინდრის დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობაზე დატვირთვის შემდგომი ციკლების დროს.

თუ მოთხოვნა ისეთია, რომ გაანგარიშების მიზმიდან გამომდინარე დაუშვებელია პლასტიკური დეფორმაციების არსებობა, მაშინ შიგა წნევა არ უნდა აღემატებოდეს P_1 -ს. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ განმეორებადი შეზღუდული პლასტიკური დეფორმაციები, რომლებიც ერთმანეთს მისდევენ არ ქმნიან კონსტრუქციის ნგრევის საფრთხეს. სხვა სურათი გვაქვს, თუ ამგვარი დეფორმაციები საწინააღმდეგო ნიშნის იქნება. ამ შემთხვევაში აუცილებლად მოხდება კონსტრუქციის რღვევა.

ამგვარად ორი სახის საფრთხესთან გვაქვს საქმე

- 1) შიგა P წნევა მრავალჯერადაა, მაგრამ ერთნიშნა, მოსალოდნელია განვითარდეს შეუჩერებელი პლასტიკური დენადობა.
- 2) P – წნევა ციკლურია (სხვადასხვა ნიშნის) რომელიც გარანტირებულად გამოიწვევს ცილინდრის რღვევას.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე გვექნება

$$P_{\text{ზღვ}} = m_{2\text{თ}} [2P_1, P_2] \quad (4)$$

ანუ $P_{\text{ზღვ}} < P_2$ თუ $P_2 < 2P_1$ (5)

$P_{\text{ზღვ}} < P_1$ თუ $2P_1 < P_2$ (6)

პირობიდან $P_2 = 2P_1$ მივიღებთ

$$h(r_2) - h(r_1) = \frac{4K(a)}{G(a)} r_1^2 [g(r_1) - g(r_2)] \quad (7)$$

(2) და (3) ფორმულების საფუძველზე მივიღებთ

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{K(r)}{r} dr = 2 \frac{K(r_1)}{G(r_1)} r_1^2 \left[- \int \frac{G(r)}{r^3} dr \right] \quad (8)$$

როცა მასალის დრეკადი და პლასტიკური არაერთგვაროვნება ერთმანეთთან არის დაკავშირებული, ანუ ადგილი აქვს ტოლობას

$$[K(r)]^2 = K_0 \frac{G(r)}{G_0}$$

მაშინ მე-(8) პირობა მიიღებს სახეს

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{K_0 \sqrt{\frac{G(r)}{G_0}}}{r} dr = 2 \frac{K(r_1)}{G(r_1)} r_1^2 \left[- \int_{r_1}^{r_2} \frac{G(r)}{r^3} dr \right] \quad (9)$$

განვიხილოთ ისეთი მაგალითი, როცა ცილინდრის მასალა დრეკადათ ერთგვაროვანია, ხოლო პლასტიკურად არაერთგვაროვანი. ასეთ შემთხვევაში (2)

და (3) მიიღებენ შემდეგ სახეს $P_1 = K(r_1) \left[1 - \frac{r_1'}{r_2'} \right]$ (10)

$$P_2 = 2 \int_{r_1}^{r_2} \frac{K(r)}{r} dr \quad (11)$$

როცა $P_2 = 2P_1$ მივიღებთ შემდეგ თანაფარდობებს

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{K(r)}{r} dr = K(r_1) \left[1 - \frac{r_1^2}{r_2^2} \right]$$

აქედან გარდაქმნის შედეგად მივიღებთ

$$1 - e^{\alpha(r_2 - r_1)} = \alpha \cdot r_1 \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2} \right) \quad (12)$$

იმ კერძო შემთხვევაში, როცა $K(r) = K_0 \cdot r \cdot e^{-\alpha r}$ (12)-დან მივიღებთ

$$\int_{r_1}^{r_2} K_0 \cdot e^{-\alpha r} \cdot dr = K(r_1) \left[1 - \frac{r_1^2}{r_2^2} \right] \quad (13)$$

გავითვალისწინოთ, რომ α -წარმოადგენს მცირე პარამეტრს ფუნქცია $e^{\alpha(r_2 - r_1)}$ წარმოვადგინოთ მწკრივის სახით და ამ მწკრივიდან ავიღოთ პირველი ორი წევრი, ამის შემდეგ (13)-დან გამომდინარე გვექნება

$$\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 + \frac{r_2}{r_1} - 2 = 0 \quad (14)$$

საიდანაც

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \quad (15)$$

აქედან გამომდინარე ზღვრული მდგომარეობის პირობას ექნება შემდეგი სახე

$$P_{\text{ზღვ}} < P_2 \quad \text{თუ} \quad \frac{r_2}{r_1} < \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \quad (16)$$

$$P_{\text{ზღვ}} < 2P_1 \quad \text{თუ} \quad \frac{r_2}{r_1} > \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \quad (17)$$

[1] ნაშრომის გამოყენებით შესაძლებელი ხდება ცილინდრიდან სფეროზე გადასვლა, რომლისთვისაც ზღვრული დატვირთვების სიდიდეები იქნება

$$P_1 = 2 \frac{Q(r_1)}{G(r_1)} r_1^3 [q_0(r_1) - q_0(r_2)]; \quad P_2 = h_0(r_2) - h_0(r_1) \quad (18)$$

სადაც

$$h_0(r) = 2\sqrt{3} \int r^{-1} \cdot K(r) dr; \quad q_0 = - \int r^{-4} \cdot G(r) dr \quad (19)$$

$$P_{\text{ზღვ}} = \min \left\{ r \cdot \frac{r_1^3 \cdot Q(r_1)}{G(r_1)} [q_0(r_1) - q_0(r_2)] \cdot [h_0(r_2) - h_0(r_1)] \right\}$$

$$P_2 = 2\sqrt{3} \int r^{-1} \cdot K(r) dr \quad (20)$$

თუ პლასტიკურ არაერთგვაროვნებას აქვს სახე

$$K(r) = K_0 \cdot e^{-ar} \quad (21)$$

გვექნება

$$P_1 = \frac{2\sqrt{3} \cdot K_0}{3} \cdot e^{-ar} \left[1 - \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 \right]; \quad (22)$$

$$P_2 = 2\sqrt{3} \int \frac{K_0 \cdot e^{-ar}}{r} \cdot dr = 2\sqrt{3} K_0 \cdot E_1(-ar)$$

ასეთ კერძო შემთხვევაში მივიღებთ

$$\frac{r_2}{r_1} < R_0 \quad P_{\text{ზღვ}} < P_2 = 2\sqrt{3} K_0 [-E_1(-ar_1) + E_1(-ar_2)] \quad (23)$$

და

$$P_{\text{ზღვ}} < 2P_2 = \frac{4\sqrt{3}}{3} K_0 \cdot e^{-aa} \cdot \left[1 - \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 \right] \quad \text{როცა} \quad \frac{r_2}{r_1} > R_0$$

R_0 – გამოითვლება შემდეგი განტოლებიდან

$$2e^{-aa} \left[1 - \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 \right] = 3[E_1(-ar_2) - E_1(-ar_1)]$$

3. დასკვნა

შესწავლილია სქელკედლიანი ცილინდრის დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციები. განსაზღვრულია შიგა წნევის ის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც შიგა ზედაპირზე წარმოიშობა პლასტიკური ზონები. განსაზღვრულია აგრეთვე წნევის ის მნიშვნელობა, რომელსაც შეესაბამება პლასტიკური დეფორმაციები მთელ ცილინდრში. ჩამოყალიბებულია ცილინდრის რღვევის პირობები. მიღებულია ზღვრული დატვირთვის მნიშვნელობები.

ლიტერატურა

1. „...“ 1956 . 3.
2. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიუარაძე “ სქელკედლიანი სფერული გარსის არადრეკადი დეფორმირმაციები მუდმივი ტემპერატურული გრადიენტის პირობებში”. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა” №2 (5) 2007 წ.

**სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემების დამზადება
წინასწარდაბაზული რკინაბეტონის ბოძების გამოყენებით**

ა. ნადირაძე, ი. შიხაშვილი, დ. გოცაძე, ბ. ჭავჭავაძე, ა. ჯანჯღავა
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: შ.პ.ს. „მიქსორი“-ს ქარხანაში დამზადდა სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემები, რომლის ერთ-ერთ ძირითად ნაწილს წარმოადგენს წინასწარდაბაზული რკინაბეტონის ბოძები, ნაკეთობა დანერვილია გორში, ქსოვრისში, ქარელში, დუშეთში რომელიც მეტად სასარგებლოა აღნიშნულ რეგიონებში სოფლის მეურნეობის უკეთ განვითარებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: წინასწარდაბაზული რკინაბეტონის ელემენტები, სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემები, დამჭერი ბაგირები, ფიტინგები.

1. შესავალი

საქართველოში გავრცელებულია სუბტროპიკული კლიმატური პირობების თითქმის ყველა ტიპი: ნოტიო-სუბტროპიკული, ზომიერად ნოტიო, ზომიერად მშრალი და მშრალი კლიმატურია. ჩამოთვლილი კლიმატური პირობებიდან ხელსაყრელია ზომიერად ზომიერად მშრალი სუბტროპიკული ჰავა მევენახეობის, მებაღეობის და მეცხოველეობის განვითარებისათვის.

საქართველოს ტერიტორიაზე ჰაერის მასების შემოჭრას შეუძლია მკვეთრად შეცვალოს ამინდი. ზაფხული ჩვენს ქვეყანაში კლიმატისა და ამინდის მკვეთრი ცვლილებით გამოირჩევა. მაღალმა ტემპერატურამ უხვი ნალექის ფონზე, რეგიონებში არაერთხელ დააზარალა სოფლის მეურნეობა. ბუნებრივი ნალექები, სეტყვის სახით წარმოადგენს მნიშვნელოვან საფრთხეს ხეხილისა და სხვა კულტურული მცენარეების ბაღებისათვის.

სეტყვა ხანგრძლივი არ არის, იგი ძირითადად მოდის აღმოსავლეთ საქართველოში და გრძელდება საშუალოდ 10 – 15 წუთს. სეტყვის ღრუბელი გადაადგილდება ტერიტორიაზე საშუალოდ 20 – 30 კმ/სთ სიჩქარით და აზიანებს 15 – 25 კმ სიგრძის და 1-2 კმ სიგანის ტერიტორიას.

აღნიშნული დრო სრულიად საკმარისია იმისათვის, რომ გაანადგუროს ან მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენოს სოფლის მეურნეობის დარგებს, ამიტომ ბაღების დაცვა გამანადგურებელი სეტყვისგან წარმოადგენს ძალიან მნიშვნელოვან სახელმწიფო პროგრამას სოფლის მეურნეობისათვის.

ჩვენი ქვეყანა უძველესი დროიდან ცნობილია ვაზის კულტურით, ამიტომ ვენახის დაცვა სეტყვისგან მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა. ბოლო პერიოდში საქართველოში შ.პ.ს. „მიქსორის“ გუნდის მიერ შეიქმნა და დაინერგა სეტყვისგან დამცავი კონსტრუქციები. ევროპაში სეტყვისგან დასაცავად ძირითადად გამოიყენება თანამედროვე სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემები, რომლებიც შედგება როგორც წესი რკინაბეტონის ბოძებისაგან, დამჭერი ბაგირებისაგან, სპეციალური სეტყვის საწინააღმდეგო ბაღებისაგან და მისი დამჭერი ფიტინგებისაგან.

სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემები, როგორც წესი, გარდა ძირითადი ფუნქციისა, ასევე იცავს ბაღებს ფრინველებისაგან და ქარისაგან. დამცავი ბაღე აგრეთვე იძლევა საშუალებას თანაბრად გადანაწილდეს განათება მცენარეებზე, საჭიროების შემთხვევაში კი შემცირდეს მზის ზემოქმედების ინტენსივობა და შეიცვალოს შუქის ნაკადის სპექტრი.



2. ძირითადი ნაწილი

შ.პ.ს. „მიქსორის“ რკინაბეტონის ქარხანაში 2015 წლიდან დაიწყო სექციის საწინააღმდეგო სისტემებისათვის წინასწარდაბული რკინაბეტონის ბოძების წარმოება, რისთვისაც სპეციალურად აეწყო საწარმოო ტექნოლოგიური ხაზი.

ამ ეტაპზე ქარხანა აწარმოებს რკინაბეტონის ბოძებს სიგრძით 5 მ. განიკვეთის ბოძების ტრაპეციული კვეთისა, სიმაღლით 94 მმ, სიგანით 94 მმ და 80 მმ. ბოძებით არმირებულია, 6 ცალი წინასწარდაბული ბაგირით BP – II, დიამეტრით 5 მმ. ბოძების წარმოებისათვის გამოიყენება B 40 კლასის წვრღიმარცვლოვანი ბეტონი.

შემკვრელის შემსვებების და დანამატის გამოყენებით გაანგარიშებული იქნა რკინაბეტონის ბოძების 1 მ3 ბეტონის ნარევის ოპტიმალური შედგენილობა

ცხრილი 1

შემადგენელი მასალების რაოდენობა					
ცემენტი	წყლი ლ.	ქვიშა (0 – 2მმ)	ქვიშა (2 – 5 მმ)	ღირღი (5 - 10მმ)	ქიმიური დანამატი %
1	2	3	4	5	6
580	170	225	665	750	1,1 % (6, 38კვ)

მჭიდა მასალა, რომელსაც ვიყენებთ აღნიშნული ბეტონის მისაღებად წარმოებულია კომპანია „ჰაიდელბერგცემენტი“-ს მიერ. გამოყენებულია CEM – 42,5 ტიპის ცემენტი. ჰაიდელბერგის ცემენტი გადის შემოწმებას EN 197-1 სტანდარტის მიხედვით ცემენტი აკმაყოფილებს სტანდარტის ყველა კრიტერიუმს. შემსვებები რომლებიც გამოყენებულია ბეტონის დასამზადებლად მიეწოდება ქსოვრისის კარიერიდან, მასალები მოწმდება მიქსორის ლაბორატორიაში, შემოწმება ხდება საქართველოში მოქმედი სტანდარტებით (EN; GOCT). აღნიშნული შედგენილობით, უახლესი ტექნოლოგიით დამზადებული იქნა სექციის საწინააღმდეგო რკინაბეტონის ბოძები თბოტენიანი დამუშავებით.

ბოძების წარმოება ხდება სპეციალურ საწარმოო ხაზზე. ხაზის სიგრძეა 120 მ. რომელზეც ერთდროულად მზადდება 144 ცალი ბოძი. ხაზი შედგება 24 ცალი ლითონის ყალიბებისაგან, დამჭიმი მექანიზმებისაგან და ბეტონის ჩამწყობი დანადგარისაგან, რომელიც აგრეთვე აღჭურვილია ვიბრო მოწყობილობით. საწარმოო ხაზი აღჭურვილია კონსტრუქციის თერმულად დამამუშავებელი სისტემით.

წარმოებაში რკინაბეტონის წინასწარდაბული ბოძების დამზადების ტექნოლოგია მიმდინარეობს შემდეგი თანმიმდევრობით.

ბოძების საწარმოო ციკლი იწყება ყალიბების მომზადებით. ყალიბები ეწყობა ტექნოლოგიურ ხაზზე და იწმინდება დადგენილი მექანიზებული წესით. გაწმენდილი ყალიბები იპოხება სპეციალური საპოხი მასალით. თითოეული ყალიბის ბოლოში დამონტაჟებულია სპეციალური ჩამკეტი, „სავარცხლები“-ს ქვედა ნაწილი.

ე.წ. „სავარცხლები“ რომლებიც აფიქსირებენ არმატურის ბაგირების მდებარეობას ყალიბებში. შემდეგ ეტაჟზე სპეციალური დანადგარის საშუალებით იღება არმატურის ბაგირები, რომლებიც იკეტებიან „სავარცხლის“ ზედა ნაწილის დაყენებით. ყოველივე ამის შემდეგი მიმდინარეობს არმატურის ბაგირების დაძაბვა დომერატების საშუალებით.

წინასწარმომზადებულ, არმირებულ ყალიბებში სპეციალური დანადგარით წარმოებს ბეტონის ნარევის ჩაწყობა ტექნოლოგიურ ხაზზე საბეტონე კალათით. ეს დანადგარი ბეტონის ნარევს თანაბრად ანაწილებს ყალიბებში და აწარმოებს მის ვიბრირებას. ამ ოპერაციის შემდეგ დასაყალიბებელი ნაკეთობები იღებენ საჭირო სიმტკიცეს.

დაბეტონების ეტაჟზე წარმოებს ბეტონის სტანდარტული საგამოცდო ნიმუშების აღება.

ყალიბებში მოთავსებულ ბეტონს დამატებით უკეთდება ვიბრირება დანადგარზე დამაგრებული ზედაპირული ვიბრატორით, რაც უზრუნველყოფს ნაკეთობების საჭირო სიმტკიცეს. დაბეტონების შემდეგ ყალიბებს ეხსნებათ „სავარცხლები“, რის შემდეგ მთლიანი ტექნოლოგიური ხაზი იფარება სპეციალური საფარით და იწყება მთელი ტექნოლოგიური ხაზის თერმული დამუშავება ორთქლით. თბოტენიანი დამუშავება გრძელდება 6-7 საათი, რომელიც მიმდინარეობს ტემპერატურის თანდათანობითი მომატებით 70° – 80° -მდე. როგორც კი ტემპერატურა მიაღწევს 70° – 80° -ს მას აყოვნებენ 4 საათის განმავლობაში, რის შედეგაც ხდება მისი გაგრილება.

ნაკეთობებთან ერთად თერმულად დამუშავებას გადიან ბეტონის კუბიკებიც. საკონტროლო ნიმუშების ლაბორატორიული შემოწმების შემდეგ და საჭირო სიმტკიცის მიღწევის შემდეგ ხდება წინასწარდაბული ბაგირების ჩაჭრა და ბოძებზე ძაღვების გადაცემა. თბოტენიანი დამუშავების დამთავრების შემდეგ ხდება ბოძების ყალიბებიდან ამწით ამოღება და მისი ხარისხის კონტროლი.

ნიმუშები, რომლებიც აკმაყოფილებენ სტანდარტით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს ინახება სპეციალურ საწყობებში. ნახ.1 გამოსახულია მზა პროდუქცია, ხოლო ნახ. 2 სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემის საბოლოო სახე დამონტაჟებული საქართველოში, კერძოდ დუშეთში.



ნახ. 1



ნახ. 2

სეტყვის საწინააღმდეგო წინასწარდაძაბული ბოძების ტექნიკური მახასიათებლები:

1. ბეტონის კლასი - 40
2. ბეტონის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე 28 დ/დ ასაკში - 512 კგძ/ სმ²
3. რკინაბეტონის ბოძის სიგრძე - 5 მ.
4. წნული არმატურა დიამეტრით - 5 მმ.
5. ყინვამედეგობა - 200

3. დასკვნა

შ.პ.ს. „მიქსორის“ რკინაბეტონის ქარხანაში დამზადებული იქნა წინასწარდაძაბული რკინაბეტონის ბოძები, რომლებიც გამოყენებული იქნა სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემის შექმნისათვის და დამონტაჟებულია გორის, კასპის და ღუშეთის რაიონებში.

ლიტერატურა

1. ა. ნადირაძე. საშენი მასალები და ნაკეთობები. თბილისი 2014, გვ. 50-60
2. ა. ნადირაძე. ბეტონისა და რკინაბეტონის ნაკეთობათა ტექნოლოგია. თბილისი. 1994, გვ. 100-200

დახრილი ხიმინჯების გაანგარიშება

გ. დანელია

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

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია დახრილი კიდული ხიმინჯის გაანგარიშების მეთოდოლოგია. კერძოდ, ხიმინჯების სიგრძისა, განივკვეთის ფართისა და დახრის კუთხის სათანადოდ შერჩევით მოცემულია ხიმინჯის ოპტიმალური განივკვეთის გაანგარიშება.

საკვანძო სიტყვები: ხიმინჯოვანი საძირკვლები, კიდული ხიმინჯები, გრუნტის აქტიური და პასიური დაწოლა, ხიმინჯის მდგრადობა, მაქსიმალური ძალები ხიმინჯში.

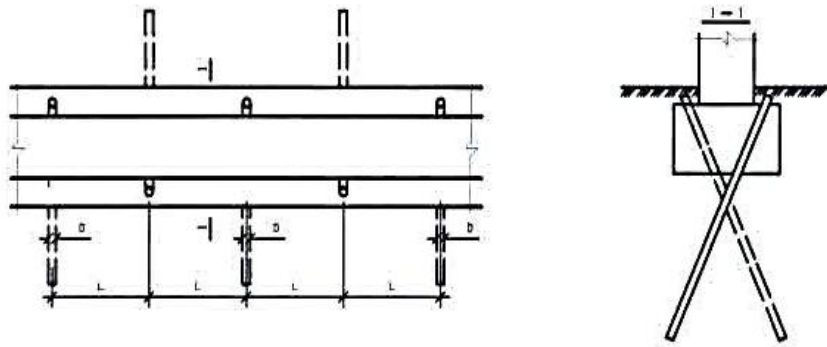
1. შუსაგალი

ვერტიკალური ხიმინჯების ზიდვის უნარი განპირობებულია როგორც ხიმინჯის მასალის სიმტკიცით, ასევე ხიმინჯის გარშემო გრუნტის სიმტკიცით. პრაქტიკიდან ცნობილია, რომ კიდული ხიმინჯების ზიდვის უნარი მასალის მიხედვით გაცილებით დიდია ხიმინჯის ზიდვის უნარზე გრუნტის სიმტკიცის მიხედვით.

ხიმინჯის დახრილად მოწყობის შედეგად შესაძლებელია მიღწეული იქნეს ხიმინჯის ოპტიმალური გაბარიტები.

2. ძირითადი ნაწილი

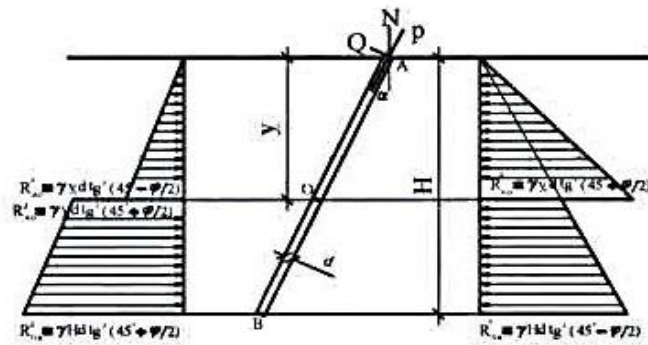
დახრილი ხიმინჯები წარმოადგენენ მცირე დიამეტრის მქონე ნაბურღ-ნატენ ხიმინჯებს, რომელთა მოწყობა გრუნტში წარმოებს დახრილად გარკვეული კუთხით.



ნახ.1 ხომინჯოვანი საძირკველი დახრილი ხიმინჯებით

ხიმინჯის მასალის უკეთ გამოყენების მიზნით ხიმინჯი უნდა მოეწყოს დახრილად. ამ შემთხვევაში მცირდება ხიმინჯზე მოქმედი განივი ძალა, რაც საშუალებას იძლევა შემცირდეს ხიმინჯის განივკვეთის ფართი. მეორე მხრივ, ხიმინჯზე იმოქმედებს განივი ძალა, რაც გამოიწვევს ხიმინჯის ღუნვას. ამგვარად, ხიმინჯის სიგრძის, განივკვეთის ფართის და დახრის კუთხის სათანადო შერჩევით შეიძლება მიღწეული იქნეს, რომ ხიმინჯის ზიდვის უნარი მასალისა და გრუნტის მიხედვით გაუტოლდეს ერთმანეთს ე.ი. $P_{\text{მასალა}} \approx P_{\text{გრ.}}$. რაც წარმოადგენს ოპტიმალური ხიმინჯის შერჩევის პირობას.

დასმული ამოცანის გადაწყვეტისათვის ვიღებთ შემდეგ საანგარიშო სქემას



ნახ. 2 დახრილი ხიმინჯის საანგარიშო სქემა

განივი ძალა Q იწვევს ხიმინჯის შემობრუნებას O წერტილის მიმართ, რომლის ორდინატა y_0 უცნობია. მიღებული სქემის თანახმად ხიმინჯი მუშაობს როგორც კონსტრუქცია დრეკად გარემოში. დრეკადი გარემოს მახასიათებელი ანუ გრუნტის დამყოლობის კოეფიციენტი წარმოადგენს ცვლად სიდიდეს, რომელიც სიღრმეში იზრდება. აღნიშნული სქემა ზუსტად ასახავს ხიმინჯის მუშაობას, მაგრამ იგი მეტისმეტად რთულია.

ანგარიშის გამარტივების მიზნით შემოგვაქვს შემდეგი დაშვებები:

1. უგულვებლყოთ ხიმინჯის დეფორმაცია სიმცირის გამო და მას განვიხილავთ როგორც ხისტ ძეგს, რომელიც ბრუნავს O წერტილის გარშემო;
2. ხიმინჯის განივკვეთის სიმცირის გამო არ ვითვალისწინებთ ხიმინჯის საკუთარ წონას;
3. გრუნტის დაწოლას ხიმინჯის გვერდით პირეულზე განვიხილავთ როგორც გრუნტის აქტიურ და პასიურ დაწოლას.

საანგარიშო სქემის თანახმად ხიმინჯის AO უბანზე მარცხიდან იმოქმედებს გრუნტის აქტიური დაწოლა ინტენსივობით

$$e_{AO}^{\circ} = j y d t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right); \quad 0 \leq y \leq y_0$$

სადაც j – გრუნტის კუთრი წონაა, φ – გრუნტის შიგა ხახუნის კუთხე, d – ხიმინჯის დიამეტრი ან განივკვეთის ზომა.

ხიმინჯის AO უბანზე მარჯვნიდან იმოქმედებს გრუნტის პასიური დაწოლა ინტენსივობით

$$e_{AO}^{\circ} = j y d t g^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right); \quad 0 \leq y \leq y_0$$

ხიმინჯის OB უბანზე მარცხიდან იმოქმედებს გრუნტის პასიური დაწოლა ინტენსივობით

$$e_{OB}^{\circ} = j y d t g^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right); \quad y_0 \leq y \leq H$$

ხიმინჯის OB უბანზე მარჯვნიდან იმოქმედებს გრუნტის აქტიური დაწოლა ინტენსივობით

$$e_{OB}^{\circ} = j y d t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right); \quad y_0 \leq y \leq H$$

მოვახდინოთ ეპიურების დაჯამება. ხიმინჯის OA უბანზე მარჯვნივ იმოქმედებს გრუნტის დაწოლა ინტენსივობით

$$E_{AO}^{\text{მარჯ}} = j y d \left[t g^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) - t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]; \quad 0 \leq y \leq y_0$$

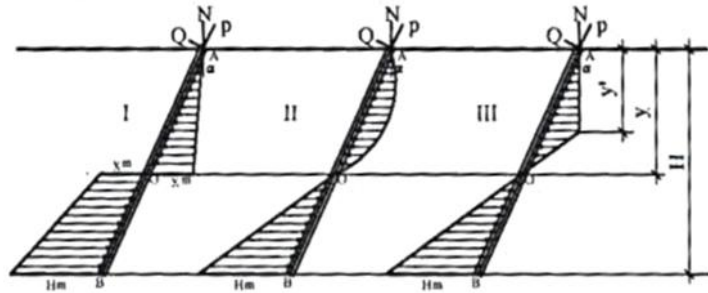
ხიმინჯის OB უბანზე მარცხნივ იმოქმედებს გრუნტის დაწოლა ინტენსივობით

$$E_{OB}^{მარცხ} = jyd \left[\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\xi}{2} \right) - \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\xi}{2} \right) \right]; \quad y_0 \leq y \leq H$$

შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$m = jd \left[\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\xi}{2} \right) - \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\xi}{2} \right) \right]; \quad \text{მაშინ} \quad E_{AO}^{მარჯ} = ym, \quad 0 \leq y \leq y_0 \quad \text{და}$$

$$E_{AO}^{მარცხ} = ym \quad y_0 \leq y \leq H.$$



ნახ. 3 ძაბვების განაწილება გრუნტში

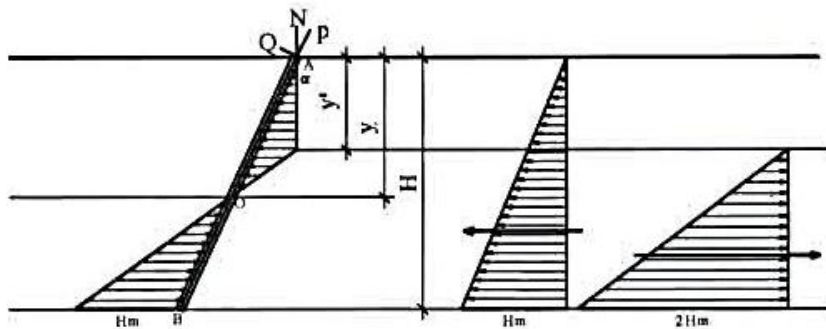
ხიმინჯის მობრუნების O წერტილში მივიღეთ ძაბვების მკვეთრი ნახტომი I სქემა, რაც გრუნტული გარემოს პირობებში პრაქტიკულად შეუძლებელია, ამიტომ საჭიროა მიღებული ძაბვების ეპიურების კორექტირება. მიღებული ძაბვების ეპიურა შეიძლება შეიცვალოს პარაბოლური მოხაზულობის ეპიურით (სქემა II), რომელიც გადაკვეთს ხიმინჯს O წერტილში.

უფრო მარტივი იქნება ძაბვების ტეხილი ეპიურის სქემა III (ნახ. 3).

ძაბვების აღნიშნული ეპიურის (ნახ. 3 სქემა III) აგებისათვის საჭიროა ვიცოდეთ σ_B და y' მნიშვნელობები, რომლებიც განისაზღვრებიან შემდეგი პირობებიდან

$$\sum x = 0 \quad \sum M_B = 0$$

შეცვალთ ეპიურა (სქემა III) ორი ეპიურის ჯამით (ნახ. 4)



ნახ. 4 ჯამური ძაბვები

$$\sum x = Q \cos \gamma - P \sin \gamma - \frac{mH^2d}{2} + \frac{d(\tau_B + H \cdot m)(H - Y')}{2} = 0$$

$$M_B = Q \frac{H}{\cos \gamma} - \frac{mH^3d}{6} + \frac{d(\tau_B + H \cdot m)(H - Y')^2}{6} = 0$$

მარტივი გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ

$$y' = H - \frac{mH^3 d - 6Q \frac{H}{\cos \gamma}}{2P \sin \gamma - 2Q \cos \gamma + mH^2 d} \quad (1)$$

$$t_B = \frac{(2P \sin \gamma - 2Q \cos \gamma + mH^2 d)^2}{mH^3 d^2 - 6Q \frac{H}{\cos \gamma}} - mH \quad (2)$$

მაქსიმალური ძაბვა რომელიც შეიძლება აიტანოს გრუნტმა B წერტილში შედაგენს

$$t_B^{\max} = mH \quad (3)$$

მაშინ ხიმინჯის მდგრადობის პირობა ჩაიწერება შემდეგნაირად

$$t_B \leq t_B^{\max} \quad (4)$$

ხიმინჯის ანგარიში წარმოებს შემდეგნაირად. ჯერ დაინიშნება ხიმინჯის სიგრძე, განივკვეთის ზომები და დახრის კუთხე. განისაზღვრება ხიმინჯზე მოსული დატვირთვები Q და P. ძაბვა σ_B ხიმინჯის წვერზე B წერტილში განისაზღვრება (2) ფორმულით და შემოწმდება (4) პირობა. ხიმინჯის აღნიშნული ზომები საკმარისია თუ ხიმინჯის მდგრადობის პირობა (4) დაკმაყოფილებულია.

უნდა შემოწმდეს ასევე ხიმინჯის ზიდვის უნარი გრუნტის მიხედვით ხიმინჯის თავზე მოდებული გრძივი P ძალის მიხედვით

$$P \leq \gamma_c \left(\chi_c RA + U \sum_{i=1}^n \chi_{cf} f_i h_i \right)$$

მას შემდეგ რაც შერჩეული იქნება ხიმინჯის ზომები, უნდა შემოწმდეს ხიმინჯი ღუნვაზე. მაქსიმალური მღუნავი მომენტი ხიმინჯის კვეთში იქნება იქ სადაც განივი ძალა უდრის ნულს.

$$Q_y = Q - \frac{my^2 d}{2} = 0 \quad (5)$$

აქედან
$$y_{\max} = \sqrt{\frac{2Q}{md}} \quad (6)$$

მაქსიმალური მღუნავი მომენტი ხიმინჯის განივკვეთში განისაზღვრება

ფორმულით
$$M_{\max} = Q \cdot y_{\max} - \frac{my_{\max}^3 d}{6} \quad (7)$$

მიღებული მაქსიმალური მომენტის მიხედვით შეირჩევა ხიმინჯის არმირება.

3. დასკვნა

ნაშრომში მოცემულია დახრილი კიდული ხიმინჯის გაანგარიშების მეთოდოლოგია, რომლის საშუალებით ხიმინჯის სიგრძის, განივკვეთის ფართისა და დახრის კუთხის სათანადოდ შერჩევით მიიღწევა ხიმინჯის ოპტიმალური დაპროექტება.

ლიტერატურა

1. 2.02.03-85
2. 2.02.01-85
3. Справочник проектировщика. Основания и фундаменты. М.-Л. 1985

რკინაბეტონით შევსებული ფოლადის მილის ცენტრალური კუმშვა

ნ. მურდულია, თ. მადრაძე, კ. იაშვილი, ლ. ყორღანაშვილი

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

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია რკინაბეტონით შევსებული ფოლადის მილის, ცენტრალური კუმშვის სტატიკურად ურკვევადი ამოცანა. შესწავლილია განსახილველი კონსტრუქციის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა, გადაწყვეტილია საპროექტო ამოცანა და ნახევრებია მისი ძირითადი დადებითი გამოვლინებები.

საკვანძო სიტყვები: რკინაბეტონი, ფოლადის მილი დრეკადობის მოდული, ჰუკის კანონი, დენადობის ზღვარი, სიმტკიცის ზღვარი, საანგარიშო წინაღობა, ზღვრული მდგომარეობათა მეთოდი.

1. შესავალი

რკინაბეტონით შევსებული ფოლადის მილი (ბშმ), როგორც მზიდი კონსტრუქცია პირველად გამოყენებული იქნა 1931 წელს პარიზის შემოგარენში 9 მეტრის სიგრძის ერთმალისანი ხიდის მშენებლობის დროს ამ ხიდის ორი თაღი შესრულებულია ბეტონით შევსებული ექვსი მილისაგან დიამეტრით 60X3,5 მმ.

1936 წელს სანკტ-პეტერბურგში მდინარე ნევაზე აგებული იქნა ერთმალისანი, უირიბნო წამწის ხიდი სიგრძით 101 მ. აქ გამოყენებული იქნა ბშმ-ის მსხვილგაბარიტიანი პაკეტი, რომელიც შედგებოდა 40 ბშმ-გან დიამეტრით 140X5 მმ [1].

ხიდმშენებლობის გარდა ბშმ წარმატებით გამოიყენება სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობაში. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ რკბშმ-ის შიდა ზედაპირზე კოროზიის შეუძლებლობის გამო მისი კოროზიამდეგობა 2-ჯერ იზრდება, სიმტკიცე კი 1,8÷2,7-ჯერ [2].

რკბშმ გამოირჩევა მაღალი მზიდუნარიანობით, ის წარმოადგენს ორი სხვადასხვა მასალის სიმტკიცის მახასიათებლების ოპტიმალური კომბინაციის საუცხოო მაგალითს, რაც ვლინდება ლითონის (ხშირ შემთხვევაში ფოლადი), რკინაბეტონის და ბშმ-ის ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების შედარების დროს. კერძოდ ბშმ ლითონის კოლონასთან შედარებით იძლევა მასალის 56% ეკონომიას. ფასი 74%-ით მცირეა, ხოლო საერთო დანახარჯები მცირდება 62%-ით, რაც შეეხება რკინაბეტონის კოლონას მასთან შედარებით ბშმ 2-ჯერ ამცირებს მასლათა ხარჯს, მათ შორის ბეტონს. პუბლიკაციებში ხახვასმულია შრომის დანახარჯების საგრძნობი კლება, დაახლოებით 2-ჯერ, რაც გამოწვეულია არმირების მკვეთრი შემცირებით და აქედან გამომდინარე მის მოწყობაზე გახარჯული შრომის და დროის ეკონომიით. ამავე დროს ფოლადის მილი და საზოგადოდ მილი ასრულებს მოუხსნელი ყალიბის მოვალეობას. ყველაფერი ეს აიხსნება შრომის დანახარჯების შემცირებაში, რაც უმეტეს შემთხვევაში „თამაშობს“ 100%-200% შორის.

2. ძირითადი ნაწილი

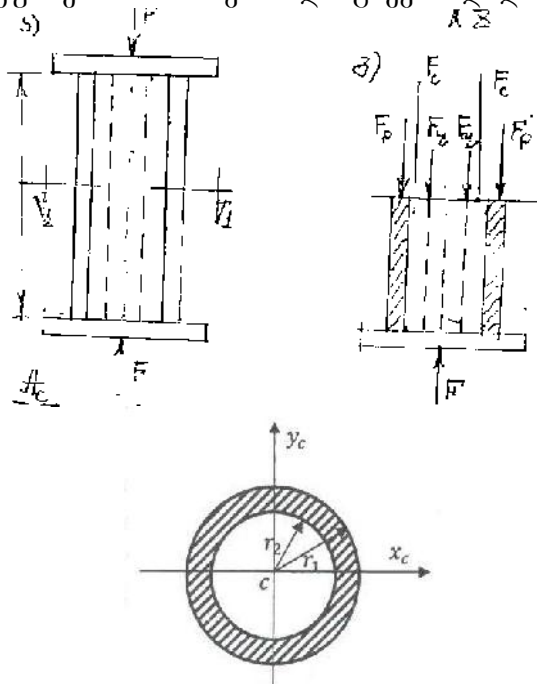
განვიხილოთ ერთი ბოლოთი ხისტად ჩამაგრებული ძელი, რომელიც შედგება წვრილმარცვლოვანი არმირებული ბეტონით შევსებული ფოლადის მილისაგან (ნახ. 1). რკბშმ კონსტრუქციულ ელემენტზე მოქმედი დერძული F ძალა გადანაწილდება ელემენტის შემადგენელ კომპონენტებზე (ნახ. 1 გ). გვექნება:

$$\sum Z = 0; F = F_p + F_c + F_r \quad (1)$$

სადაც: F_p , F_c და F_r ფოლადის მილზე, ბეტონზე და არმატურაზე მოსული გარე F დატვირთვის ნაწილი.

ამოცანა სტატიკურად ურკვევადია.

ვგულისხმობთ, რა კონსტრუქციის შემადგენელ კომპონენტებს შორის სრულ კონტაქტს, რაც იწვევს კუმშვისას მათ ერთიდაიგივე სიდიდით შემოკლებას [3].



ნახ. 1

ჰუკის კანონის თანახმად გვექნება:

$$\frac{N_p \ell}{E_p A_p} = \frac{N_c \ell}{E_c A_c} = \frac{N_f \ell}{E_f A_f} \quad (2)$$

სადაც p აღნიშნავს მილს (pipe) მილი;

f აღნიშნავს არმატურის (fixcyre - არმატურა);

c აღნიშნავს ბეტონს (concrete - ბეტონი);

აქ $N_p = F_p$, $N_c = F_c$, $N_f = F_f$

(2)-ისა და (1) ერთობლივი ამოხსნით განისაზღვრება თითოეულ კომპონენტზე მოსული ძალა. დაეუშვათ, რომ $E_f = E_p$, მაშინ გვექნება:

$$F_c = \frac{F_c / A_c \cdot A_c}{E_c / E_f A_c + A_p + A_f} F,$$

$$F_p = \frac{A_c / A_c \cdot A_c}{E_c / E_f A_c + A_p + A_f} F \quad (3)$$

$$F_f = \frac{A_f}{E_c / E_f A_c + A_p + A_f} F$$

ძაბვათა შესაბამისი კომპონენტები კი მიიღებენ სახეს

$$\dagger_c = \frac{E_c / E_f}{E_c / E_f A_c + A_p + A_f} \dagger_p = \dagger_f = \frac{1}{E_c / E_f A_c + A_p + A_f} \quad (4)$$

ზოგადად ძაბვათა ფარდობა გვაძლევს $\frac{\dagger_c}{\dagger_p} = \frac{E_c}{E_p}$; $\frac{\dagger_p}{\dagger_f} = \frac{E_p}{E_c}$; $\frac{\dagger_f}{\dagger_c} = \frac{E_f}{E_c}$; (5)

3%-იანი არმირების შემთხვევაში (4) ფორმულები გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\dagger_c = \frac{s}{0,809065 - 0,023565s - 0,7855r^2(1-s)} \frac{F}{D^2}$$

$$\tau_p = \tau_f = \frac{1}{0,809065 - 0,023565s - 0,7855r^2(1-s)} \cdot \frac{F}{D^2} \quad (6)$$

სადაც: $s = E_c / E_f$

D – ფოლადის მილის გარე დიამეტრია; $r = d/D$ d – ფოლადის მილის შიგა დიამეტრია.

რკინაბეტონით შევსებული ფოლადის მილის ზღვრული მდგომარეობა დამყარდება მაშინ როდესაც ძაბვები ფოლადის მილსა და არმატურაში ერთდროულად მიაღწევენ დენადობის ზღვარს, ანუ $\tau_p = \tau_f = \tau_y$. ზღვრული ძალვა ამ შემთხვევისათვის მიიღებს სახეს:

$$N_u = \tau_c A_c + R_y (A_p + A_f) \quad (7)$$

(5) ფორმულის გათვალისწინებით: $\tau_c = s \cdot R_y$ (8)

(8) ჩავსვათ (7)-ში
$$N_u = R_y A_f \left(1 + \frac{sA_c + A_p}{A_f} \right) \quad (9)$$

შემოვიტანოთ აღნიშვნა
$$1 + \frac{sA_c + A_p}{A_f} = k_c \quad (10)$$

სადაც k_c კოეფიციენტი ზოგად შემთხვევაში ითვალისწინებს რკინაბეტონის და ფოლადის მილის ერთობლივ მუშაობას [4], ამასთან $k_c > 1$.

შესაბამისად გვექნება: $N_u = R_u A_f K_c$

$$\begin{aligned} \tau_c &= s A_f^{-1} k_c^{-1} F / D^2 \\ \tau_p &= \tau_f = k_c^{-1} A_f^{-1} F \end{aligned} \quad (11)$$

ან $N_u = 0,023565 R_u K_c D^2$

$$\tau_c = \frac{s}{0,0235656 k_c} \cdot \frac{F}{D^2} \quad \tau_p = \tau_f = \frac{1}{0,0235656 k_c} \cdot \frac{F}{D^2} \quad (12)$$

აქ $k_c = 34, (3) - s - 33, (3) r^2 (1 - s)$ (13)

ცხრილებში წარმოდგენილია k_c კოეფიციენტის მნიშვნელობები α და β სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის. განხილულია:

ა) ზოგადი შემთხვევა, როდესაც ფოლადის მილი შევსებულია რკინაბეტონით (ცხრილი 1, ცხრილი 2);

ბ) პირველი კერძო შემთხვევა – ცარიელი ფოლადის მილი (ცხრილი 3)

$$\tau_p = \frac{F_p}{A_p} = 1,273074 \frac{F}{(1-r^2)D^2} \quad (14)$$

$$\tau_f = \tau_c = 0$$

გ) მეორე კერძო შემთხვევა – ბეტონით შევსებული ფოლადის მილი (ცხრილი 4, ცხრილი 5)

$$\begin{aligned} \tau_c &= \frac{s}{0,7855 - 0,0235659 - 0,7855r^2(1-s)} \cdot \frac{F}{D^2} \\ \tau_p &= \frac{s}{0,7855 - 0,0235659 - 0,7855r^2(1-s)} \cdot \frac{F}{D^2} \end{aligned} \quad (15)$$

რკინაბეტონით შევსებული ფოლადის მილი K_c^{-1} ცხრილი 1

d/D	0,80	0,84	0,86	0,88	0,90	0,94	0,96	0,99
E_c/E_f								
0,0350	3,0949	3,6578	4,0399	4,5201	5,1479	7,2220	9,1191	15,3100
0,0500	3,0275	3,5543	3,9079	4,3476	4,9153	6,7330	8,3218	13,0690

0,0800	2,9013	3,3639	3,6687	4,0396	4,5081	5,9299	7,0834	10,1110
0,1000	2,8228	3,2480	3,5240	3,8573	4,2771	5,4931	6,4440	8,7853
0,1225	2,7394	3,1267	3,3748	3,6710	4,0345	5,0722	5,8500	7,6559
0,1500	2,6440	3,0635	3,2088	3,4664	3,7777	4,6388	5,2576	6,6163
0,1775	2,5550	2,8652	3,0584	3,2834	3,5516	4,2733	4,7742	5,8253
0,2000	2,4865	2,7704	2,9454	3,1474	3,3858	4,014	4,4401	5,3063

რკინაბეტონით შევსებული ფოლადის მილი ბეტონის βK_c^{-1} ცხრილი 2

d/D	0,80	0,84	0,86	0,88	0,90	0,94	0,96	0,99
E _c /E _f								
0,0350	0,1083	0,1280	0,1414	0,1582	0,1802	0,2528	0,3192	0,5358
0,0500	0,1514	0,1777	0,1954	0,2174	0,2458	0,3367	0,4161	0,8089
0,0800	0,0321	0,2691	0,2935	0,3232	0,3606	0,4744	0,5667	0,8089
0,1000	0,2823	0,3248	0,3524	0,3857	0,4272	0,5493	0,6444	0,8785
0,1225	0,3356	0,3830	0,4134	0,4497	0,4942	0,6213	0,7166	0,9378
0,1500	0,3966	0,4595	0,4813	0,5200	0,5666	0,6958	0,7886	0,9924
0,1775	0,4535	0,5086	0,5438	0,5928	0,6304	0,7585	0,8474	1,0340
0,2000	0,4973	0,5541	0,5891	0,6295	0,6772	0,8029	0,8880	1,6613

α	0,80	0,84	0,86	0,88	0,90	0,94	0,96	0,99
K _c ⁻¹	3,5363	4,3243	4,8911	5,6431	6,7004	12,9371	16,2383	63,9755

ბეტონით შევსებული ფოლადის მილი K_c⁻¹ ცხრილი 4

d/D	0,80	0,84	0,86	0,88	0,90	0,94	0,96	0,99
E _c /E _f								
0,0350	3,3292	3,9896	4,4469	5,0378	5,8304	8,6412	11,5048	23,4869
0,0500	3,2476	3,8615	4,2810	4,8164	5,5231	7,9280	10,2271	18,4758
0,0800	3,0960	3,6286	3,9897	4,4273	4,9964	6,8047	8,3684	12,9499
0,1000	3,0025	3,4883	3,8075	4,2010	4,6977	6,2174	7,4641	10,7970
0,1225	2,9039	3,3428	3,6270	3,9726	4,4017	5,6672	6,6550	9,0959
0,1500	2,7918	3,1808	3,4283	3,7251	4,0869	5,1140	5,8765	7,6271
0,1775	2,6881	3,0337	3,2508	3,5066	3,8142	4,6592	5,2610	6,5667
0,2000	2,6088	2,9231	3,1178	3,3460	3,6167	4,3432	4,8457	5,8960

ბეტონით შევსებული ფოლადის მილი K_c⁻¹ ცხრილი 5

d/D	0,80	0,84	0,86	0,88	0,90	0,94	0,96	0,99
E _c /E _f								
0,0350	0,1165	0,1396	0,1556	0,1763	0,2041	0,3024	0,4027	0,8220
0,0500	0,1624	0,1931	0,2141	0,2408	0,2762	0,3964	0,5114	0,9238
0,0800	0,2477	0,2903	0,3187	0,3542	0,3997	0,5444	0,6695	0,0360
0,1000	0,3003	0,3488	0,3808	0,4201	0,4698	0,6217	0,7464	1,0797
0,1225	0,3557	0,4095	0,4443	0,4866	0,5392	0,6942	0,8152	1,1142
0,1500	0,4188	0,4771	0,5142	0,5588	0,6130	0,7671	0,8815	1,1441
0,1775	0,4771	0,5385	0,5769	0,6224	0,6770	0,8270	0,9338	1,1656
0,2000	0,5218	0,5846	0,6236	0,6692	0,7233	0,8686	0,9691	1,1792

მაგალითი. განვიხილოთ რკინაბეტონით შევსებული ფოლადის მილი, რომელზედაც მოქმედებს შემკუმშავი საანგარიშო დატვირთვა $F=1800$ კნ. ბეტონის საანგარიშო წინაღობაა $R_c=9$ მპა, ხოლო დრეკადობის მოდული $E_c=0,1 \cdot 10^5$ მპა. შევარჩიოთ არმატურის კვეთი, თუ ფოლადის მილის და არმატურის საანგარიშო წინაღობა $R_f=280$ მპა და დრეკადობის მოდულია $E_f=2 \cdot 10^5$ მპა.

$$\text{ამოცანის პირობის თანახმად: } s = \frac{E_c}{E_f} = \frac{0,1 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^5} = 0,05$$

დავნიშნოთ $\alpha=0,9$, მაშინ (6) ფორმულის გამოყენებით სიმტკიცის პირობა მიიღებს სახეს:

$$f_c = \frac{0,05}{0,809065 - 0,023565 \cdot 0,05 - 0,7855 \cdot 0,81 \cdot (1 - 0,05)} \cdot F / D^2 \leq R_c$$

საიდანაც მივიღებთ, რომ $D=0,22$ მ, მაშინ $A_f=0,028565 \cdot D^2=0,023565 \cdot 22^2=11,41$ სმ². [5] სახელმძღვანელოს დანართში არებული ცხრილი 5-დან ვარჩევთ 4 არმატურის ღეროს დიამეტრით $d_f=20$ მმ (4Ø20 -11).

მრღვევი დატვირთვა განვსაზღვროთ (9) ფორმულით:

$$N_u = R_y A_f \left(1 + \frac{S A_c + A_p}{A_f} \right) = 280 \cdot 10^6 \cdot 11,41 \cdot 10^{-4} \left(1 + \frac{0,050,61269 D^2 + 0,14925 D^2}{0,023565 D^2} \right) =$$

$$= 3194,8 \cdot 10^2 \cdot 8,6333 = 27581,773 \cdot 10^2 = 2758,2 \text{ კნ}$$

3. დასკვნა

- ბეტონით (რკინაბეტონით შევსებული მილის (ბშმ) გაჭიმვა ან კუმშვა წარმოადგენს სტატიკურად ურვევ ამოცანას, ამიტომ ის მატარებელია ყველა თვისების რაც დამახასიათებელია სტატიკურად ურკვევი სისტემებისათვის. კერძოდ, განსახილველი სტრუქტურის ერთერთი ელემენტის სიხისტის გაზრდა გამოიწვევს ელემენტზე მოსული ძალვის ზრდას და პირიქით;
- $\alpha=d/D$ ფარდობის ზრდა იწვევს (ცხრილი 1,2,3,4,5) K^{-1}_c გაზრდას, ანუ ძაბვათა გაზრდას. ცხრილში 7 სადაც განიხილება მხოლოდ რკინაბეტონი ბეტონზე მოსული ძაბვა განიცდის კლებას;
- $\beta=E_c/E_f$ ფარდობის ზრდა იწვევს (იხილეთ ცხრილები) ძალვათა კომპონენტების ზრდას ისე, რომ $\sigma_f = \sigma_p$ და $\frac{f_c}{f_f} = \frac{E_c}{E_f}$ ტოლობა რჩება ძალაში. უნდა აღინიშნოს, რომ როდესაც β უახლოვდება 1-ს, ხდება ძაბვათა ნიველირება d/D ფარდობის მთელ სიგრძეზე;
- მაქსიმალური ძაბვა წარმოიშვება ცარიელ ფოლადის მილში $\alpha=d/D=0,99$ ფარდობისას. ძაბვის უახლოესი მნიშვნელობა დაფიქსირდა $\alpha=d/D=0,99$ ფარდობისათვის ბეტონით შევსებული ფოლადის მილის კვეთში და ის განსხვავდება ძაბვის უდიდესი მნიშვნელობისაგან 63,3%-ით;
- მასალათა გამძლეობის საშუალებით რკინაბეტონის შევსებული ლითონის მილის განგარიშება გაჭიმვა-კუმშვაზე მარტივი და თვალსაჩინოა, ხოლო შედეგი საიმედო.

ლიტერატურა

1. 1974 . 144
2. : - 2009
509-515
3.
4. « » 1976 608
5.
« » 1986 416

. . . = ? ?

(: , . 77,0175, ,)

?

?

?

: = = = = = = =

= = =

1.

–

,

30%

2.

,

,

,

,

.

⊠ : , ;

⊠ , ,

⊠ , (,

), (,

⊠ , ,

⊠ , .

,

(, . .)

,

,

სამშენებლო ობიექტებისათვის საჭიროა მათი ენერგეტიკული მოთხოვნების დაკმაყოფილება. ამის მიზნით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მათი ენერგეტიკული მოთხოვნების დაკმაყოფილება. ამის მიზნით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მათი ენერგეტიკული მოთხოვნების დაკმაყოფილება.

()

-20-30°C, -30 -50°C.

15-25%.

()

3.

1. . . .« ». 1986 , ,
2. . . .« ». 1978 , ,
3. « » 1968 , ,
4. ». 2001 , ,

წინასწარდაბაზული რკინაბეტონის კარკასული შენობების
 საიმედოობის უზრუნველყოფა

ნ. ნაკვეთაური

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია კარკასულ-პანელოვანი წინასწარდაბაზული რკინაბეტონის მრავალსართულიანი შენობები არმატურის დაჭიმვით სამშენებლო პირობებში, მათი გაანგარიშებისა და საიმედოობის უზრუნველყოფის თავისებურებები.

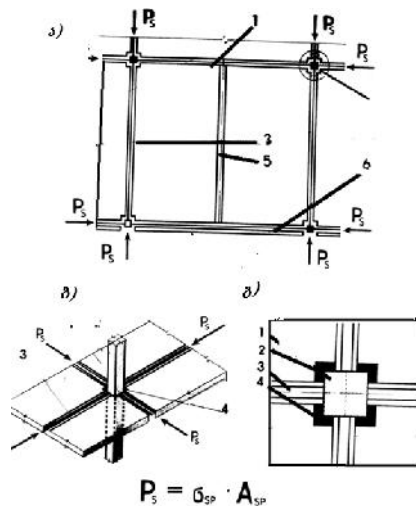
საკვანძო სიტყვები: კარკასულ-პანელოვანი, არმატურა, წინასწარდაბაზული რკინაბეტონი, საიმედოობა, სიხისტე.

1. შესავალი

გასული საუკუნის ბოლოს საქართველოში დაიწყო კარკასულ-პანელოვანი მრავალსართულიანი შენობების მშენებლობა არმატურის დაჭიმვით სამშენებლო პირობებში, ე.წ. ბრანკო ქუჩელის სისტემა, რომელიც იუგოსლავიაში უკვე აპრობირებული იყო. IMC-ის კარკასულ-პანელოვანი სისტემა განვითარდა სხვა მიმართულებით, აღნიშნულმა სისტემამ ბევრად შეამცირა ტიპური ელემენტების სახეები და ის მინიმალურ რიცხვამდე დაიყვანა, თუმცა არ შეზღუდულა შენობაში სივრცის განაწილება, პირიქით სისტემამ არქიტექტორებს მისცა სივრცის განაწილების საოცარი შესაძლებლობები: შენობების საძირკვლები, სართულების რაოდენობა, საცხოვრისის თავისუფლად განაწილების შეუზღუდაობა. კარკასული სისტემა, რომელმაც სტატიკის თვალსაზრისით საერთოდ არ უარყო რკინაბეტონის კონსტრუქციებით ასეთი ტიპის შენობების მშენებლობის მთავარი პრინციპები.

კარკასულ-პანელოვანი სისტემა არმატურის დაჭიმვით სამშენებლო პირობებში კონსტრუქციული საფუძველი ცალკეული მზიდი კონსტრუქციების ერთმანეთთან გაერთიანების მკაცრი უზრუნველყოფის განხორციელებაზეა დაფუძნებული. კვანძების საკმაოდ სიმტკიცე განსაზღვრავს მთლიანი სიტემის საიმედოობას.

კარკასული სისტემის მონოლითურობა მიღწეულია წინასწარი დაბაზულობით. სვეტსა და გადახურვის ფილის გაერთიანება ხორციელდება არმატურის წინასწარი დაბაზვით და შეხების ზედაპირებზე დიდი ხახუნის ძალების წარმოქმნით.



2.პირითადი ნაწილი

სისტემის საიმედოობა, ეჭვს ბადებდა მისი შემოღებისთანავე ბევრ სპეციალისტს შორის. რადგან ჟუჟელის სისტემამ უარი თქვა დამკვიდრებულ პრინციპზე გადახურვის ფილის კოჭზე დაყრდნობაზე, საშიშროება იმისა რომ ფილა ექსპლუატაციის პირობებში ჩამოცურდებოდა წინასწარი ძაბვების ვარდნის გამო, იყო და დღესაც რჩება სპეციალისტებისათვის საეჭვო, სწორედ ამ მიზნით ჩატარდა კომპიუტერული კვლევა სისტემის საიმედოობის დასადგენად. შერჩეული სიმტკიცის მახასიათებლები აღებული იქნა ქ. თბილისში გურამიშვილის გამზირზე არსებულ ორი დაუმთავრებელი საცხოვრებელი კორპუსის, ერთი 7 სართულამდე და მეორე სამ სართულამდე. შეიქმნა კომპიუტერული მოდელი, სადაც განიხილებოდა ორი ვარიანტი:

დასახული ამოცანების გადაწყვეტა შესაძლებელი გახდა ქ. თბილისის სხვადასხვა უბნებში მდებარე 10 დასრულებული და 2 დაუმთავრებელი 16 სართულიანი კორპუსების მონიტორინგით ნახ. 2.



სურ. 2. ჟუჟელის სისტემის შენობები დასრულებული ქ.თბილისში

ათი 16-სართულიანი კორპუსის დათვალიერება-კვლევისას აღმოჩნდა რომ კორპუსებს არ გააჩნიათ ისეთი დეფექტები, რაც ნორმებით არ არის დასაშვები. დასრულებულ და ექსპლუატაციაში მყოფი საცხოვრებელი სახლების მზიდი ელემენტები: სვეტები, გადახურვის ფილები და მონოლითური ნაკერები, სადაც განთავსებულია წინასწარდაძაბული არმატურა, მთლიანად ვარგისია ნორმალური ექსპლუატაციისათვის. მზიდ ელემენტებში არამრღვევი მეთოდით: ხელსაწყო შმიდტის ჩაქუჩით. კონსტრუქციული ელემენტების სხვადასხვა წერტილებში შემოწმდა ბეტონის სიმტკიცე, რომელიც შეადგენდა 30-40%-ით მეტს, ვიდრე პროექტშია მითითებული, რაც მოსალოდნელიც იყო და უნდა მივაწეროთ მოკუმშული ბეტონის არაერთგვაროვნებას.



სურ. 3. შმიდტის ჩაქუჩი.



სურ.4. ძაბვების გაზომვის პროცესი.

კორპუსებში სხვადასხვა სიდიდის წინასწარი მომკუმშავი ძალებისა და განსხვავებული ზომის გადახურვის ფილებში სიმტკიცისა და მომკუმშავი ძალების კვლევით მიღებული შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

ასაწყობი და მონოლითური რკინაბეტონის ელემენტების ვიზუალური დათვარიელებით კორპუსებში რაიმე დაზიანებები არ დაფიქსირებულა, მაშინ როცა ქ.თბილისში 90-იანი წლიდან დღემდე მომხდარი მიწისძვრების შედეგად მრავალი ახალი კორპუსი მე-2 და მე-3 კატეგორიის დაზიანების სიაშია და მოითხოვს აღდგენა-გაძლიერებას.

საინტერესო შედეგები აჩვენა დაუმთავრებელმა ორმა კორპუსმა (ნახ.2, ნახ.4). იქ, სადაც დღესაც ღია ცის ქვეშ დგას ერთი მე-7 და მის გვერდით მე-3 სართულამდე შეწყვეტილი კორპუსი, რომელსაც არ გააჩნია არცერთი საინჟინრო კომუნიკაცია, კვანძების ზოგიერთი ნაწილები დაუმონოლითებელია და გაჭიმული არმატურა დაუცველია კოროზიისაგან.

დაუმთავრებელი კორპუსების მზიდი ელემენტები შემოწმებული იქნა პირველი სართულიდან მე-6 სართულის ჩათვლით, როგორც ასაწყობი ისე მონოლითური უბნები, შემოწმდა ასევე განაპირა და შუა კვანძები, სიხისტის დიაფრაგმები. აღებული მაჩვენებლები მოყვანილია 1 ცხრილში. როგორც პირველი ცხრილიდან ჩანს, მონიტორინგის შედეგად მზიდი ელემენტების სიმტკიცის მახასიათებლები შეესაბამება და აკმაყოფილებს პროექტით გათვალისწინებულს.

ცხრილი 2

ბეტონის სიმტკიცე ასაწყობ და მონოლითურ ნაკერებში, მპა					
ელემენტების დასახელება	I სართული				
	სვ-1	სვ-2	სვ-3	სვ-4	სვ-5
სვეტები	42(52)	53(48)	24(30)	38(32)	42(50)
გადახურვის ფილები	ფ-1	ფ-2	ფ-3	ფ-4	ფ-5
	53(34)	32(34)	35(42)	32(34)	22(32)
მონოლითური ნაკერები	ნ-1	ნ-2	ნ-3	ნ-4	ნ-5
	42(32)	34(38)	34(36)	33(32)	32(34)
II სართული					
სვეტები	სვ-1	სვ-2	სვ-3	სვ-4	სვ-5
	32(52)	43(48)	34(30)	28(32)	52(40)
გადახურვის ფილები	ფ-1	ფ-2	ფ-3	ფ-4	ფ-5
	43(44)	42(44)	35(32)	32(43)	28(29)
მონოლითური ნაკერები	ნ-1	ნ-2	ნ-3	ნ-4	ნ-5
	32(42)	44(38)	41(36)	43(42)	52(44)
VI სართული					
სვეტები	სვ-1	სვ-2	სვ-3	სვ-4	სვ-5
	38(40)	43(42)	42(40)	35(38)	32(33)
გადახურვის ფილები	ფ-1	ფ-2	ფ-3	ფ-4	ფ-5
	20(24)	28(30)	28(20)	22(24)	18(22)
მონოლითური ნაკერები	ნ-1	ნ-2	ნ-3	ნ-4	ნ-5
	25(29)	22(38)	32(36)	32(32)	26(34)
დიაფრაგმა მე-2 სართ.	38	42			
დიაფრაგმა მე-3 სართ.	41	42			
დიაფრაგმა მე-6 სართ.	39	40			

შენიშვნა: ფრჩხილებში მოთავსებული მაჩვენებლები აღებულია სხვადასხვა ხელსაწყოთი.

სისტემის საიმედოობის დასადგენად დაუმთავრებელი კორპუსის მონიტორინგის შედეგად ასაწივ და მონოლითურ ელემენტებში მიღებული ბეტონის სიმტკიცის მახასიათებლების გათვალისწინებით და საინჟინრო კომპიუტერული პროგრამა LIRA-10 შეშვებით შეიქმნა საანგარიშო მოდელის ორი ვარიანტი და გამოიცადა მუდმივმოქმედ დატვირთვებსა და წინასწარი ძაბვების ზემოქმედებაზე, რომლის შედეგები სავსებით აკმაყოფილებს ნორმებით გათვალისწინებულს.

3. დასკვნა

ქ. თბილისში „ქუეელი“-ს სქემით აგებული და ექსპლუატაციაში მყოფი შენობების მონიტორინგმა გვიჩვენა, რომ ცვლილებები დაჭიმულ ბაგირებსა და დამონოლითებულ ბეტონში სიმტკიცის თვალსაზრისით არ შემცირებულა, პირიქით 30–35 წლის შემდეგ რკინაბეტონის ელემენტებში სიმტკიცის მახასიათებლები გაზრდილია 25–30%-ით, რაც დადასტურებულია მრავალი კვლევების ანალიზით ლიტერატურაში.

დაჭიმული ბაგირების კვლევებმა გვიჩვენა, რომ მიუხედავად ხანგრძლივი დროის განმავლობაში უმეტესწილად დარჩენილნი, ინარჩუნებენ სავსებულ სიმტკიცეს, დაცულია კოროზიისაგან, საიმედოდ არის ჩაანკერებული.

ლიტერატურა

1. Кимберг А.М. Эффективная конструктивная система каркасно-панельных зданий с натяжением арматуры в построечных условиях: Методические рекомендации./ ТбилЗНИИЭП. Тбилиси, 1985. - 32 с.
2. Маркаров Н.А., Филаретов М.Н. Конструктивно-технологические особенности каркасно-панельных зданий с натяжением арматуры в построечных условиях в СССР.// Бетон и железобетон.- 1990.- №4. С.17-19.
3. Баланчивадзе Л.А. Расчетные и конструктивные параметры при замоноличивании домов с натяжением арматуры в построечных условиях. Дис. 1990 г.

(77,0175,)

1.

Q(t)

2.

. 1

Q(t).

x=

$$\delta A = -\sum_{k=1}^L \int E_k \mathfrak{F}_k(x) \frac{\partial^2 U_k}{\partial x^2} \frac{\partial^2 U_j}{\partial x^2} dx - \sum_{k=1}^L \int \rho_k F_k(x) \frac{\partial^2 U_k}{\partial t^2} \partial U_j dx - M_0 \frac{\partial^2 U_{1/l}}{\partial t^2} \partial U_1(l) +$$

$$+ J_0 \frac{\partial^3 U_{1/l}}{\partial x \partial t^2} \partial U_1(l) - \sum_n m_n \frac{\partial^2 U_n}{\partial t^2} / x_n \partial U_n(x_n) + \sum_n J_n \frac{\partial^3 U_n}{\partial x \partial t^2} / x_n \partial U_n(x_n) + Q(t) \partial U_1(l) = 0$$

(1)

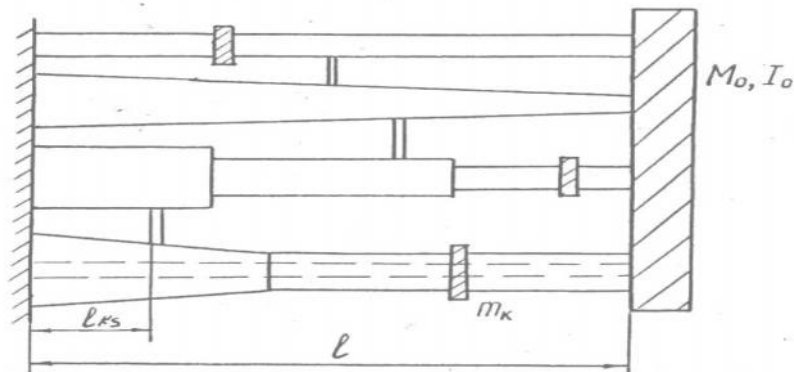
$$\bar{E}\varphi = E \left[\varphi(t) - \int_0^t R(t-\tau)\varphi(\tau) d\tau \right]$$

Q(t)

, n

m_n

j_n.



$\bar{u}(x, t)$
 $\bar{u}(x),$

$$U_k(x, t) = \sum_{j=1}^s y_j(t) \cdot \bar{u}_{kj}(x) \quad k = \overline{1, L}$$

$$j = \overline{1, S}$$
(2)

S – , участвующих в разложении.

$$\ddot{u}_k = \sum_{j=1}^s \ddot{y}_j(t) \cdot \bar{u}_{kj}(x)$$

Учитывая, что

$$u_k = \sum_{j=1}^s u y_j(t) \cdot \bar{u}_{kj}(x)$$

и переход от (I) к уравнениям Эйлера, получаем систему:

$$C_{ji} \ddot{y}_j + A_{ji} y_j = f_j(t) + \sum_{k=1}^s \int_0^t R_{jk}(t-\tau) y_k(\tau) d\tau$$
(3)

с соответствующими начальными условиями

$$y_j(0) = y_{j0} \quad \dot{y}_j(0) = v_{j0}$$

В (3) введены следующие обозначения:

$$C_{ji} = \sum_{k=1}^L \int_b^a \dots_k F_k(x) \bar{u}_{kj} \bar{u}_{ki} dx + M_{0ij}(\ell) \bar{u}_{li}(\ell) - J_0 \frac{d \bar{u}_{1j}}{dx} \bar{u}_{li}(\ell) + \sum_n m_n \bar{u}_{nj}(x_n) \bar{u}_{ni}(x_n) - \sum_n J_n \frac{d \bar{u}_{ni}}{dx} \bar{u}_{ni}(x_n)$$

$$A_{ji} = \sum_{k=1}^L \int_{\ell} E_k \bar{u}_k(x) \frac{d^2 \bar{u}_{kj}}{dx^2} \cdot \frac{d^2 \bar{u}_{ki}}{dx^2} dx$$

$$f_j(t) = Q(t) \bar{u}_{ij}(\ell)$$
(4)

В коэффициенты A_{ji} здесь для вязкоупругих стержней входят не операторы \bar{E}_k а мгновенные значения модуля упругости. Из условий ортогональности собственных форм, которые для нашей системы могут быть представлены в следующем виде:

$$\left[\begin{array}{l} \sum_{k=1}^L \int_b^a \dots_k F_k(x) \bar{u}_{kj} \bar{u}_{ki} dx + M_{0ij}(\ell) \bar{u}_{li}(\ell) - J_0 \frac{d \bar{u}_{1j}}{dx} \bar{u}_{li}(\ell) + \sum_n m_n \bar{u}_{nj}(x_n) \bar{u}_{ni}(x_n) - \\ - \sum_n J_n \frac{d \bar{u}_{ni}}{dx} \bar{u}_{ni}(x_n) \end{array} \right] \ddot{y}_j u y_i = 0$$

$$\left[\sum_{k=1}^L \int_b^a E_k \bar{u}_k(x) \frac{d^2 \bar{u}_{kj}}{dx^2} \frac{d^2 \bar{u}_{ki}}{dx^2} dx \right] y_i u y_i = 0, \quad i \neq j$$

матрицы коэффициентов C_{ji} , A_{ji} должны быть диагональными при численной реализации алгоритма диагональные элементы превышали остальные не менее, чем на 5-6 порядков. На основании сказанного система (3) может быть заменена следующей:

$$\ddot{y}_j + \bar{\xi}_j^2 y_j = F_j(t) + \sum_{k=1}^s \int_0^t F_{jk}(t-\tau) y_k(\tau) d\tau$$
(5)

где $\bar{\xi}_j^2 = \frac{A_{jj}}{C_{jj}}$; $F_j = \frac{f_j}{C_{jj}}$ а μ - параметр, указывающий на малость интегральных ядер в (3).

Дополнительной проверкой правильности выкладок здесь служит равенство коэффициентов ω_j^2 квадратам собственных частот соответствующей упругой задачи.

Учитывая, что $y_j(0) = y_{j0}$ $y_j'(0) = v_{j0}$, применим к (5) интегральную формулу Коши:

$$y_j = y_{j0} \cos \check{S}_j t + \frac{v_{j0}}{\check{S}_j} \sin \check{S}_j t + \frac{1}{\check{S}_j} \int_0^t \sin \check{S}_j (t-\tau) F_j(\tau) d\tau + \frac{1}{\check{S}_j} \int_0^t \sin \check{S}_j (t-\tau) \sum_{k=1}^s \int_0^\tau F_{jk}(\tau-s) y_k ds d\tau \quad (6)$$

Преобразуя входящие в систему (6) повторные интегралы

$$\begin{aligned} \int_0^t \sin \check{S}_j (t-\tau) \int_0^\tau (\tau-s) y_k(s) ds d\tau &= \int_0^t y_k(s) \int_0^{t-s} \sin \check{S}_j (t-\tau) F_{jk}(\tau-s) ds d\tau = \int_0^t y_k(t-\tau) \int_0^\tau \sin \check{S}_j (\tau-s) F_{jk}(s) ds d\tau = \\ &= \int_0^t y_k(t-\tau) \int_0^\tau \sin \check{S}_j (t-s) F_{jk}(s) ds d\tau - \int_0^t y_k(t-\tau) \int_\tau^t \sin \check{S}_j (\tau-s) F_{jk}(s) ds d\tau - \\ &- \int_0^t y_k(\tau) \left[\Gamma_{jk}^c(\check{S}_j) \sin \check{S}_j (t-\tau) - \int_0^\tau y_k(t-\tau) \int_\tau^\infty \sin \check{S}_j (\tau-s) F_{jk}(s) ds d\tau \right] \end{aligned}$$

приводим (6) к виду

$$\begin{aligned} y_j = y_{j0} \cos \check{S}_j t + \frac{v_{j0}}{\check{S}_j} \sin \check{S}_j t + \frac{1}{\check{S}_j} \int_0^t \sin \check{S}_j (t-\tau) F_j(\tau) d\tau + \\ + \frac{1}{\check{S}_j} \left\{ \sum_{k=1}^s \Gamma_{jk}^c(\check{S}_j) [\sin \check{S}_j (t-\tau) - \Gamma_{jk}^s(\check{S}_j) \cos \check{S}_j (t-\tau)] y_k(\tau) d\tau + \sum_{k=1}^s \int_0^t y_k(t-\tau) \int_\tau^\infty \sin \check{S}_j (\tau-s) \check{S}_{jk}(s) ds d\tau \right\} \quad (7) \end{aligned}$$

Дважды дифференцируя (7) и прибавляя к полученному выражению произведение на ω_j^2 , получаем:

$$\begin{aligned} \ddot{y}_j + \frac{1}{\check{S}_j} \Gamma_{jk}^s(\check{S}_j) y_k + \check{S}_j^2 y_j - \sum_{k=1}^s \Gamma_{jk}^s(\check{S}_j) y_k = F_j(t) - \\ - \sum_{k=1}^s y_{k0} \int_0^\infty \cos \check{S}_j (t-s) F_{jk}(s) ds - \frac{1}{\check{S}_j} \sum_{k=1}^s v_{k0} \int_0^\infty \sin \check{S}_j (t-s) F_{jk}(s) ds - \\ - \frac{1}{\check{S}_j} \sum_{k=1}^s \int_0^t [y_k''(\tau) + \check{S}_j^2 y_k(\tau)] \int_{t-\tau}^\infty \sin \check{S}_j (t-\tau-s) F_{jk}(s) ds d\tau \quad (8) \end{aligned}$$

Можно показать, что при определённых условиях, а именно, малости интегральных членов в (3) и одинаковых начальных условиях пешения задачи Коши для (8) близки решениям следующей системы:

$$\ddot{\bar{y}}_j + \frac{1}{\check{S}_j} \Gamma_{jk}^s(\check{S}_j) \bar{y}_k - \check{S}_j^2 \bar{y}_j - \sum_{k=1}^s \Gamma_{jk}^s(\check{S}_j) \bar{y}_k = F_j(t) \quad (9)$$

Для этого рассмотрим в резонансном случае систему уравнений

$$\ddot{y}_j + \check{S}_j^2 y_j = F_j(t) + \sum_{k=1}^s \check{S}_{jk}(t-\tau) y_k(\tau) d\tau \quad (10)$$

и эквивалентную ей систему

$$\begin{aligned} \ddot{y}_j + \frac{1}{\check{S}_j} \sum_{k=1}^s \Gamma_{jk}^s(\check{S}_j) \dot{y}_k + \check{S}_j^2 y_j - \sum_{k=1}^s \Gamma_{jk}^s(\check{S}_j) y_k = F_j(t) - \\ - \sum_{k=1}^s y_{k0} \int_0^\infty \cos \check{S}_j (t-s) F_{jk}(s) ds - \frac{1}{\check{S}_j} \sum_{k=1}^s v_{k0} \int_0^\infty \sin \check{S}_j (t-s) F_{jk}(s) ds - \\ - \frac{1}{\check{S}_j} \sum_{k=1}^s \int_0^t [\dot{y}_k(\tau) + \check{S}_j^2 y_k(\tau)] \int_{t-\tau}^\infty \sin \check{S}_j (t-\tau-s) F_{jk}(s) ds d\tau \quad (11) \end{aligned}$$

Подставит правую часть (10) вместо квадратных скобок последнего члена выражения (11) что справедливо в случае диагонального характера матрицы F_{jk} , либо близости резонансных частот: $(\check{S}_j^2 - \check{S}_k^2) = 0$ и учитывая, что начальные условия в нашем случае нулевые, получим:

$$\begin{aligned} \ddot{y}_j + \frac{1}{\check{S}_j} \sum_{k=1}^s \Gamma_{jk}^s(\check{S}_j) \dot{y}_k + \check{S}_j^2 y_j - \sum_{k=1}^s \Gamma_{jk}^s(\check{S}_j) y_k = F_j(t) - \frac{1}{\check{S}_j^2} \\ - \sum_{k=1}^s y_{k0} \int_0^t F_j(\tau) d\tau + \sum_{k=1}^s \int_0^t F_{jk}(\tau-0) y_k(\tau) d\tau + \int_{t-\tau}^\infty \sin \check{S}_j (t-\tau-s) F_{jk}(s) ds d\tau \end{aligned}$$

откуда, отбрасывая слагаемое второго порядка малости, приходим к выражению (9).
 Отметим, что более строгое доказательство перехода от системы (8) к (9).

Считая далее, что материал всех вязкоупругих стержней обладает одинаковыми реологическими свойствами, можно записать:

$$-F_{jk}(t-\tau) = b_{jk}R(t-\tau)$$

где $R(t-\tau)$ -

$$b_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^M \int E_i \mathfrak{T}_i(x) \frac{d^2 \zeta_{ij}}{dx^2} \frac{d^2 \zeta_{ik}}{dx^2} dx}{C_{ij}}$$

$$\ddot{y}_j + \frac{1}{\mathfrak{S}_j} \sum_{k=1}^s \Gamma^s b_{jk}(\mathfrak{S}_j) y_k + \mathfrak{S}_j^2 y_j - \sum_{k=1}^s b_{jk} \Gamma^c(\mathfrak{S}_j) y_k = F_j(t) \quad (12)$$

Здесь

$$\Gamma^s(\mathfrak{S}) = \int_0^\infty R(\tau) \sin \mathfrak{S}\tau d\tau$$

$$\Gamma^c(\mathfrak{S}) = \int_0^\infty R(\tau) \cos \mathfrak{S}\tau d\tau$$

y_j

3.

1.
 1980, 35 .
2.
 « »
3. 12, 1972
 « »
4.
 II - « » 1981, . 85-86.

პარალელური გადატანის ზედაპირები

მ. ბეგიაშვილი, ნ. მუმლაძე თ. შუბითიძე

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

რეზიუმე: თანამედროვე საინჟინრო წარმოებაში გამოყენებული გეომეტრიული ზედაპირებიდან მნიშვნელოვანია კინემატიკური ზედაპირები. სტატიაში განხილულია კინემატიკური ზედაპირების ერთ-ერთი სახე პარალელური გადატანის ზედაპირები. გამოიყენება: მათი წარმოქმნის კანონზომიერება და გრაფიკული აგება, ზედაპირის განმსაზღვრელი ელემენტების ურთიერთდამოკიდულობა. ორთოგონალური გეგმილების აგება. მონაკვეთების პროპორციულობის კოეფიციენტების საშუალებით მიღებულია ერთმანეთისაგან განსხვავებული ზედაპირების სახეები.

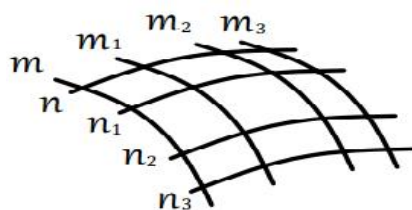
საკვანძო სიტყვები: კინემატიკური ზედაპირი, პარალელური გადატანის ზედაპირი, ჩებიშევსკის ბაღე, ზედაპირის საყრდენი ელემენტები, პროპორციულობის კოეფიციენტი.

1. შუსაგალი

მსახველობით გეომეტრიაში ზედაპირი განიხილება, როგორც სივრცეში მოძრავი წირის ყველა მდებარეობის უწყვეტი სიმრავლე, ზედაპირის ასეთ განსაზღვრას კინემატიკური ეწოდება. ზოგჯერ ზედაპირის წარმოქმნა შესაძლებელია გარკვეული წესით აღებული წერტილთა სიმრავლით. წერტილების შემაერთებელი წირები ქმნის ზედაპირის ფორმას.

2. ძირითადი ნაწილი

ზედაპირების საორიენტაციო კლასიფიკაციის მიხედვით პარალელური გადატანის ზედაპირები მიეკუთვნებიან კანონზომიერ ზედაპირებს. ეს ზედაპირი შეიძლება იყოს წრფოვანი ან მრუდწირული. ზედაპირი წარმოიქმნება სივრცეში მსახველის (წრფის ან მრუდი წირის) პარალელური გადაადგილებით. სივრცეში მოძრავი n წირის ყველა მდებარეობა ქმნის წირთა ოჯახს. წირის ყოველი წერტილი შემოწერს m წირს. სურ.1-ზე პარალელური გადატანის ზედაპირი წარმოდგენილია ბადით, რომლის თვითეულ უჯრას აქვს წყვილ-წყვილად ტოლი და პარალელური მრუდწირული გვერდები. ასეთ ბადეს ჩებიშევსკის ზღვრულ ბადეს უწოდებენ. ჩებიშევსკის ბადისებური ზედაპირები მიიღება ასევე გარკვეული კანონზომიერებით გამოხაზული წრფეთა კონების დახმარებით. ზედაპირის საწყისი ანუ საყრდენი ელემენტები შეიძლება იყოს ორი

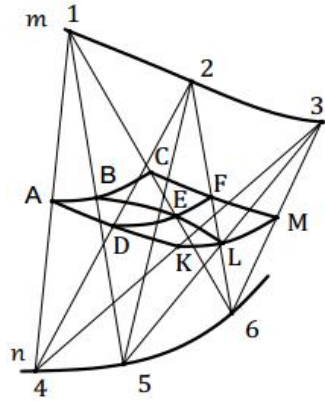


სურ.1

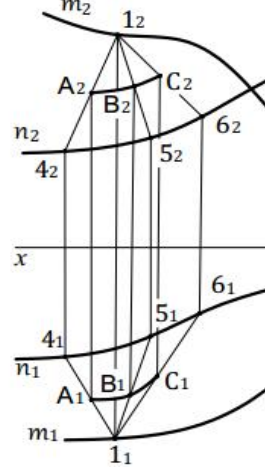
სივრცითი წირი, წრფე და წირი რომლებიც ერთმანეთს არ კვეთენ, ორი ალმაცერი წრფე. ზედაპირის ბადის მსახველის და მიმართველის თანაკვეთის წერტილები მდებარეობენ საწყისი ელემენტების მკვეთ წრფეებზე გარკვეული პროპორციულობის კოეფიციენტის დაცვით.

მოცემულია ორი სივრცითი წირი m და n ისინი ერთმანეთს არ კვეთენ (სურ.2). ორივე წირზე მონიშნულია ერთმანეთისაგან თანაბრად დაშორებული წერტილები: m -ზე 1,2,3,[1,2]=[2,3], n -ზე 4,5,6,[4,5]=[5,6]. აღნიშნული წერტილები შეერთებულია ერთმანეთთან, თვითეული წერტილიდან გამოდის სამი მონაკვეთი. მონაკვეთებზე

მონიშნულია წერტილები: A,B,C,D,E,F,K,L,M. ეს წერტილები მიღებულია მონაკვეთებს შორის პროპორციულობის k კოეფიციენტის დაცვით, მოცემულ შემთხვევაში $k=[1,A]:[A,4]=1$, $[1,B]:[B,5]=1$, $[1,C]:[C,6]=1$ და ა.შ. დანარჩენი მონაკვეთებიც იგივე პირობას აკმაყოფილებენ.



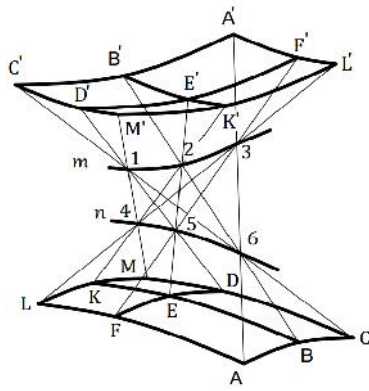
სურ.2



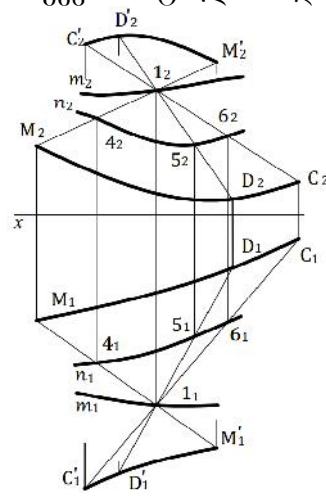
სურ.3

მოცემულ სურათზე m და n წირების დამაკავშირებელი $[1,4]$, $[1,5]$, $[1,6]$, $[2,4]$, $[2,5]$, $[2,6]$, $[3,4]$, $[3,5]$, $[3,6]$ მონაკვეთებისთვის A,B,C,D,E,F,K,L,M შუა წერტილებია. A,B,C,D,E,F,K,L,M წერტილების შემაერთებელი წირები წარმოქმნის ზედაპირს. ზედაპირის გამოხაზვისას m და n წირებზე მდებარე წერტილებს შორის მანძილები შესაძლებელია იყოს ერთმანეთისგან განსხვავებული, მაგრამ პრო-პორციულობის k კოეფიციენტი წირების დამაკავშირებელი მონაკვეთებისთვის იქნება უცვლელი. ეპიურზე ზედაპირის ორთოგონალური გეგმილების ასაგებად, საკმარისია აისახოს m და n წრფე, მათი დამაკავშირებელი რამოდენიმე წრფე და ამ წრფეებზე მდებარე ზედაპირის განმსაზღვრელი წერტილები (სურ.3).

ორ მრუდ სივრცით m და n წირზე მონიშნულია წერტილები: m -ზე 1,2,3, n -ზე 4,5,6 (სურ.4). წერტილებს შორის მანძილი ერთმანეთის ტოლი არ არის. m და n წირებზე მდებარე წერტილები ერთმანეთთან შეერთებულია წრფეებით (1,4), (1,5), (1,6), (2,4), (2,5), (2,6), (3,4), (3,5), (3,6). წრფეებზე აღნიშნული წერტილების ორივე მხარეს პროპორციულობის k კოეფიციენტის გათვალისწინებით ვიღებთ წერტილებს A,B,C,D,E,F,K,L,M და A',B',C',D',E',F',K',L',M'. მაგალითად (1,6) წრფეზე 1 და 6 წერტილებიდან გადაზომილია $[1,6]$ მონაკვეთის ტოლი სიდიდე, მიღებულია



სურ.4

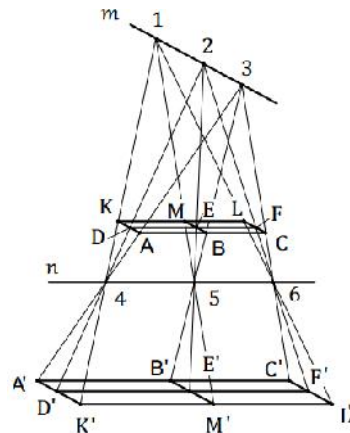


სურ.5

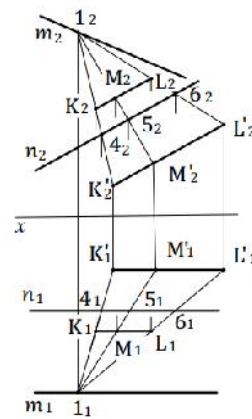
მიღებულია C და C' წერტილები. (1,4) წრფეზე 1 და 4 წერტილებიდან გადაზომილია $[1,4]$ მონაკვეთის ტოლი სიდიდე, მიღებულია M და M' წერტილები და

ა.შ. k კოეფიციენტი ტოლია ერთ წრფეზე მდებარე მონაკვეთების ფარდობის $k = [C,6]:[1,6]=[C11]:[1,6]=1$, ეს ფარდობა ორივე წირის დამაკავშირებელი წრფის მონაკვეთებისთვის ერთნაირია. m და n წირის ორივე მხარეს წარმოიქმნება ზედაპირი. ერთი განისაზღვრება A,B,C,D,E,F,K,L წერტილებით მეორე $A',B',C',D',E',F',K',L',M'$ წერტილებით. ეპიურზე ზედაპირი გამოსახულია მისი განმსაზღვრელი ელემენტებით (სურ.5).

გადატანის ზედაპირების განსაკუთრებული შემთხვევაა როცა საყრდენი ელემენტები ალმაცერი წრფეებია (სურ.6). m და n ალმაცერ წრფეებზე მონიშნულია წერტილები m -ზე 1,2,3, n -ზე 4,5,6. გარკვეული პროპორციულობის k კოეფიციენტის დაცვით მიიღებულია ორი სიბრტყე პარალელოგრამი $ACKL$ და $A'C'L'K'$. ორივე პარალელოგრამის შესაბამისი გვერდები ურთიერთპარალელურია $[AK]||[A'K']$, $[KL]||[K'L']$.



სურ.6



სურ.7

$[AK]||[K'L]$ პარალელურია $[A'K']||[K'L']$. აღნიშნული თვისების მიხედვით ორივე პარალელოგრამი $ACKL$ და $A'C'L'K'$ ურთიერთპარალელურია. (1,4), (1,5), (1,6), (2,4), (2,5), (2,6), (3,4), (3,5), (3,6) წრფეებზე m -ის ზედა მხარეს ნებისმიერი ფარდობით მონიშნული წერტილებიც განსაზღვრავენ პარალელოგრამს, რომელიც სურათ-6-ზე მიღებული პარალელოგრამების პარალელური იქნება. ზედაპირი ეპიურზე გამოსახულია მისი განმსაზღვრელი ელემენტებით: m და n ალმაცერი წრფეებით, მათი მკვეთი (1,4), (1,5), (1,6), წრფეებით და პარალელოგრამების თითო გვერდით $[KL]$ ($K1L1, K2L2$) $[K'L']$ ($K'1L'1, K'2L'2$) (სურ.7).

3. დასკვნა

ჩებიშევსკის ბადისებური ზედაპირის განხილვის მაგალითზე, მათი განმსაზღვრელი ზოგიერთი ელემენტის და პროპორციულობის k კოეფიციენტის ცვლილებით მივიღეთ სხვადასხვა სახის პარალელური გადატანის ზედაპირები. მათი გრაფიკული აგებისათვის ძირითადი იყო საყრდენი ელემენტების ურთიერთდამოკიდულება. გეომეტრიული კანონზომიერებით დამტკიცდა ალმაცერი წრფეების მიმართ აგებული ზედაპირების (პარალელოგრამების) პარალელურობა. ზედაპირების პრაქტიკული გამოყენების მიზნით აიგო ორთოგონალური გეგმილები მათი განმსაზღვრელი ელემენტების გამოყენებით. მნიშვნელოვანია რომ ეპიურზე ზედაპირების ასახვისას უცვლელი რჩება სივრცითი ზედაპირების გეომეტრიული თვისებები.

ლიტერატურა

1. ი. ხატისკაცი ზედაპირების თანაკვეთის წირის აგების თეორია და პრაქტიკული გამოყენება გამომცემლობა „განათლება“ თბილისი 1989წ.
2. გ. ვაჩნაძე მხაზველობითი გეომეტრიის კურსი. გამომცემლობა „განათლება“ თბილისი 1979წ.
3. А. Бубеников «Начертательная геометрия» Москва, «Высшая школа» 1973 г.

არქიტექტურა თუ კონსტრუქცია

რ. იმედაძე, თ. მაღრაძე, მ. მანჯავიძე, ლ. ბერიძე

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

რეზიუმე: სტატიაში განმარტებულია დიდი ხნის არსებული დავის საგანი გრძელდებოდა დავა იმის შესახებ, თუ რომელი უფრო მნიშვნელოვანია ნაგებობების განხორციელების დროს, არქიტექტურა თუ კონსტრუქციები აზრი ორად იყოფოდა და რადგან ეს ორი მიმართულება მეტად მჭიდროდაა დაკავშირებული ერთმანეთთან საბოლოოდ მოხდა შეთანხმება, რომ ორივე თანაბრად მნიშვნელოვანია და მათი მნიშვნელობის გაზრდა თუ შემცირება დამოკიდებულია მარაველ ფაქტორზე.

საკვანძო სიტყვები: არქიტექტურა, კონსტრუქცია, ნაგებობა, წერ ფორმა.

1. შუსაგალი

აზრი იმის შესახებ, რომ ნაგებობის ფორმის შექმნა თანაბრადაა დამოკიდებული კონსტრუქციებზე ისევე ძველია, როგორც მსჯელობა არქიტექტურაზე. ზოგიერთი პირველ ადგილზე აყენებენ კონსტრუქციას, მაგრამ არ საზღვრავს ფარდობის შემდეგ სამ პირობას: სიმტკიცე, მოხერხებულობა და სიამოვნება ე.ი. კონსტრუქცია, ფუნქცია და სილამაზე. ამ შეფარდებების დამტკიცებას ცდილობენ დაწვებული XVIII საუკუნიდან დღემდე.

2. ძირითადი ნაწილი

არქიტექტურა თუ კონსტრუქციები – ამ საკამათო საკითხზე წარმოებულ პოლემიკაში გამოიკვეთა ავტორთა სამი თეორია:

პირველი თეორია ამტკიცებს, რომ არქიტექტურა არის პლასტიკური ხელოვნება, ხოლო კონსტრუქცია – საშუალება განახორციელოს ხელოვნების ნიმუში. ეს თეორია ცოცხლობდა XX საუკუნემდე.

მეორე თეორია ამბობს, რომ ფორმის შექმნა დამოკიდებულია მის ფუნქციაზე. ე.ი. არსებობს ასეთი პოსტულატი ფორმა დამოკიდებულია ფუნქციაზე. ამ თეორიას მხარს უჭერდა ზოგიერთი სპეციალისტი, მაგალითად ხუდო ხერინგი, რომელიც თვლის, რომ ნაგებობის ფორმები შეესაბამება მასში ჩადებულ სასიცოცხლო ფენომენებს და მოითხოვს რომ კონსტრუქცია იყოს სიამოვნების წყარო.

მესამე თეორიით, რომელიც დაუმსახურებლად იწოდება ფუნქციონალიზმად, თვლის, რომ ის უნდა იწოდებოდეს კონსტრუქტივიზმად და აყენებს პოსტულატს „ფორმა გამოდის კონსტრუქციიდან“. ეს თეორია წარმოიქმნა ახალი ტექნიკის და ახლი საშენი მასალების შემოსვლის მომენტში. ამ თეორიის ირგვლივ მიმდინარეობდა დიდი დისკუსია ისეთ პიროვნებებს შორის როგორებიცაა: ლოჟიე, პერიე, მის ვან დეპ რეზი, გოეთე.

გიგანტური ნაგებობების მშენებლობის პერიოდში გამოჩნდა პირველი სქემები ეტენ ბულებს ნაშრომებში. ის მოღვაწეობდა იმ ეპოქაში, როცა ხორცილდებოდა დიდი ლითონის ხიდების მშენებლობა ინგლისში და საფრანგეთში. მისი და მენდელსონის აზრით, რომელმაც დააპროექტა უნაგირის ფორმის აეროპორტი, ინჟინრებმა უნდა შესძლონ მისი განხორციელება და აღსანიშნავია, რომ არქიტექტურა უნდა მიჰყვეს კონსტრუქციებს და ამავე დროს კონსტრუქციები უნდა მოერგონ არქიტექტურას. მიუხედავად იმისა, რომ ბულე

არქიტექტორია ის თვლის, რომ კონსტრუქციას შეუძლია შექმნას დიდი მასსტაბის არქიტექტურა.

იყო პერიოდი, მე-XIX საუკუნის დასაწყისი, როცა დიდი დავა მიდიოდა აქტივეტორებსა და კონსტრუქტურორებს შორის, მათი მნიშველობიდან გამომდინარე (შინკელი, ბეტისერი) ამ პერიოდში კონსტრუქცია გახდა დამოუკიდებელი, ინჟინერი გამოეყო არქიტექტურას, რის გამოც ის გადაიქცა არქიტექტორის პრობლემად.

შინკელი ქმნიდა ახალ კონსტრუქციებს და იყენებდა მათ იქ, საიდანაც ის სარგებელს იღებდა. შინკელს თავისი პრაქტიკული მიღწევები არ გადაჰქონდა თეორიაში. მისი თეორია მდგომარეობდა იმაში, რომ უნდა აშენო კონსტრუქციულად და რომ სტრუქტურამ უნდა გამოავლინოს კონსტრუქცია, რაც ძალიან ართულებდა მშენებლობას.

ბეტისერი იყო თეორიტიკოსი. ის ცდილობდა ეჩვენებინა, რა დამოკიდებულება ჰქონდათ ბერძნებს კონსტრუქციებთან და თვლიდა რომ მისი თანამედროვე არქიტექტორები დაეყრდნობოდნენ ამ პრეცედენტს. ის კონსტრუქციას განიხილავდა, როგორც პირველად ელემენტს, მაგრამ აჩვენებდა განსხვავებას ინტიმურ ფორმასა და ნამდვილ ფორმას შორის ე.ი. მოხაზულობის, პროფილის, ორნამენტების და კანელიურების მიხედვით. ის თვლიდა, რომ სწორედ ესენი აქცევდნენ კონსტრუქციებს ხელოვნების ნიმუშად. ბეტისერი იყო პირველი ვინც ფოლად თვლიდა საშენ მასალად. მისი აზრით არქიტექტურამ ამოწურა ორ სტატიკურ მდგომარეობაში ყოფნის შესაძლებლობა (კუმშვა და ჭრა) და რჩებოდა მესამე მდგომარეობა – გაჭიმვა. ფოლადი იყო მასალა რომელიც თავისი თვისებებით შეესაბამებოდა სტატიკურ მოთხოვნებს. მისი აზრით არქიტექტურის მომავალი ეკუთვნის ფოლადს.

XIX საუკუნის პირველ ნახევარში განხორციელდა დიდი ნაგებობები, რომლებმაც გამოიწვიეს არქიტექტორების და ხალხის აღტაცება. ლაბრუსი იყო პირველი ვინც აჩვენა, როგორ უნდა გამოვიყენოთ ფოლადი პრაქტიკულად. მან დაუმორჩილა ფოლადის კონსტრუქციები აქტივეტურულ ფორმებს, რომლებიც უკეთესი იყო ვიდრე ქვის კონსტრუქციები. გოტფილდს მიაჩნდა, რომ საუკეთესო ფოლადის კონსტრუქცია არის ის რომლის მასა დაყვანილი მინიმუმადე. მაგრამ ზოგიერთ არქიტექტორს, მაგალითად ზემლერს მიაჩნდა, რომ ფოლადის კონსტრუქციების სიმსუბუქე უნდა შეიცავდეს მათი მასიურობით, რათა გაქრეს მათი სიმსუბუქის შტაბეჭდილება. ასეთივე აზრი ჰქონდა ანატოლი დე ბოდეს და გროპუსს, რომლებიც ამბობდნენ, რომ მძიმე ხის კოჭი არ უნდა ეყრდნობოდეს ორ მსუბუქ ფოლადის დგარს, მიუხედავად იმისა რომ ისინი იჭერენ მას, მაგრამ თველის არ უნდა დაიჯერის ეს. ამავე აზრზე იყო არქიტექტორი ვილჰელმ ლოტცე, რომელიც ამტკიცებდა, რომ ასეთი სტატიკური გრძობის არსებობა შეუძლებელია. ეს ხანგრძლივი კამათი აჩვენებს, რომ არქიტექტურის შესაძლებლობები ფოლადის გამოყენებით რჩებოდა მდელვარების საგნად თითქმის თანამედროვე ეპოქამდე.

არქიტექტორებს კარგად ესმოდათ, რომ ფოლადი ან უფრო ზუსტად ფოლადის და მინის შეთავსება არღვევდა ტრადიციულ არქიტექტურულ გაგებას, იმ შემთხვევაში თუ ასეთი შეთავსება მიღებული იქნება ისე, რომელსაც აკეთებენ ინჟინრები.

მოდერნის სტილის ოსტატი ორტა, რომელსაც კარგად ესმოდა ფოლადის ბუნება, თავის ქმნილებებში იყენებდა მის თვისებებს: მცირე მოცულობა, სიმსუბუქე, თვისება აიტანოს დიდი დატვირთვები მცირე განივკვეთის ელემენტებმა. მას უნდოდა მიეცა მისთვის ფორმა და აძლევდა კიდევ, იყენებდა რა მის თვისებებს. ფოლადს როგორც მასალას იყენებდნენ ნეოგოთიკის ისეთი ოსტატი, როგორებიც იყვნენ ვილლი და ვიოლე-დ-დიუკი. ისინი მიხვდნენ, რომ

ახალი მასალა მოითხოვდა ახალ ტექნიკას და იძლეოდა ახალი ფორმების შექმნის შესაძლებლობას.

ამ დროს საფრანგეთში იქმნება ახალი მასალა რკინაბეტონი. ამ მასალის ათვისება მოხდა უფრო მცირე დროში ვიდრე ფოლადისა. რკინაბეტონს ჰქონდა უფრო მეტი მოცულობა, რაც ასე მოსწონდა ზოგიერთ არქიტექტორს.

ოგიუსტ პერე რკინაბეტონის უდიდესი ოსტატი, რომელიც ამავე დროს იყო კონსტრუქციოზიმის დიდი თეორიტიკოსი იღებს ვილე-დე-დიუკისა და შუაზაის დოკტრინას: კონსტრუქცია საზღვრავს არქიტექტურულ ფორმებს უმცირეს დეტალებამდე. პერე ყოველთვის მხარს უჭერდა ამ დოკტრინას და მასში დებდა განსაკუთრებულ აზრს: ყველა დიდი ატრქიტექტურული სტილი განსხავდებოდა კონსტრუქციული გადაწყვეტებით და კონსტრუქციების კანონები მოქმედებენ ყველა არქიტექტურულ სტილზე. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ მუდმივი კანონები ე.ი. კონსტრუქციული კანონები, წარმოადგენენ ახალ ფორმებს ნებისმიერი საშენი მასალებისათვის. პერეს მიმდევრები ფიქრობენ, რომ კონსტრუქციები უნდა მოერგონ არქიტექტორის რადიკალურ ცვლილებას.

დიდი კონსტრუქციების შემოქმედებას, ისეთებისა როგორებიც იყვნენ: ფრეისინე, მაიარა, ნერვი, ტოროზი აქვს დიდი მნიშვნელობა, რომდენადაც ისინი იყვნენ კონსტრუქტორები. მათ კონსტრუქციები ჩაფიქრებული აქვთ, როგორც არქიტექტურული ქმნილება. არქიტექტორების და თეორიტიკოსი კონსტრუქციების ძალისხმევით, რომელიც გამოხატული იყო ინჟინრებისა და არქიტექტორების შეთანხმებული ქმედებით გამოიხატა იმ შედეგებში, რომელიც ითვლებიან XX საუკუნის შედეგებად. მაგალითად: ნერვის შემოქმედებაში გამოიხატა არქიტექტურული ტენდენციები, რომელიც მიდის ისე შორს, რომ მის პროექტებში უფრო მნიშვნელოვანია არა ეკონომიკურად მიზანშეწონილი კონსტრუქცია, არამედ მოცულობით გამოწვეული შტაბეჭდილება.

თანდათანობით მოხდა ისე, რომ არქიტექტორებმა ფიქრი დაიწყეს როგორც კონსტრუქტორებმა. ანტონიო გაუდი ამბობს, რომ ახალმა არქიტექტურამ უნდა გადააჭარბოს გოთიკას. განვითარდეს და გამოიყენოს ახალი მასალები. ვაკსმანი ამტკიცებს რომ კონსტრუქცია უზრუნველყოფს ფუნქციას.

სტატის ავტორების მიერ ჩატარებულ ამ მიმოხილვით, გამოიკვეთა კონსტრუქციოზიმის სამი ფილსოფიური აზრი:

1. ცდა იმისა, რომ არქიტექტურის და კონსტრუქციების მნიშვნელობა წარმოაჩინოს მათ შორის პირველობის თვალსაზრისით საინერესოა და ამის პასუხია ის, რომ ცნობილი არქიტექტორები აღიარებენ კონსტრუქციების უდიდეს მნიშვნელობას და კონსტრუქტორები არქიტექტორებისას, რამდენადაც ორივე მხრე დღეს შემოქმედებითად უდგება საქმეს და ცდილობენ მათ შემოქმედებაში გამოიყენონ, როგორც არქიტექტურის ისე კონსტრუქციების მაღალი მიღწევები.
2. იდეა იმის შესახებ, რომ ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგიები უზულებელყოფენ ყველა არქიტექტურული სტილის ფორმალურ კონცეფციებს, ავტორებს არასწორად მიაჩნიათ. ამ იდეას ემხრობოდა ნედელსონი.
3. ის იდეა, რომ კონსტრუქცია უნდა წარმოადგენდეს სივრცით გისოსო დანიშნულების გარეშე, რომელშიც ჩაწერება ფუნქციური სტრუქტურები. ეს კონცეფცია წამოაყენა ვაკსმანმა, მაგრამ ეს საკითხი გადის არქიტექტურის გაგების საზღვრებს იქით და მათთვის მიუღებელია.

მშენებლობის ინდუსტრიის განვითარების პერიოდში, როცა ნაგებობები კეთდებოდა ასაწყობი კონსტრუქციებით, გაჩნდა აზრი იმის შესახებ, რომ ეს არის არქიტექტურის დასასრული. ასეთმა პერიოდმა დიდხანს არ გასტანა და დღეს მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში, უპირველესი მოთხოვნილება არის ნაგებობების სეისმომდებობის და საიმედოობის გაზრდა. ამან გამოიწვია მონოლითური

მშენებლობის განვითარება შენობების მაღალი სეისმომდებლობით. ამის გამო შეწყდა სტანდარტული უსახო ფორმის ნაგებობების მსენებლობა. გაფარდოვდა ინდივიდუალური პროექტებით ყველა სახის ნაგებობების მშენებლობა, მეტი გასაქანი მიეცა არქიტექტორის ფანტაზიას. რაც შეეხება კონსტრუქტორებს მათი მაღალი კვალიფიკაცია, როგორც ყოველთვის საჭირო და აუცილებელია ორიგინალური და სპეციალური ნაგებობების კონსტრუქციების საიმედოობის და მდგარდობის გაანგარიშებისათვის.

ბოლო პერიოდში იყენებენ რა ნაგებობების კონსტრუქციების გაანგარიშების თანამედროვე ნორმებს და წესებს კონსტრუქტორები არქიტექტორებთან ერთად ქმნიან გაცილებით უკეთესი ფორმის და დაგეგმარების ნაგებობებს, რომლისათვისაც იყენებენ თანამედროვე მასალებს და სამშენებლო ტექნიკას.

რაც შეეხება მთავარ შეკითხვას არქიტექტურა თუ კონსტრუქციები, ეს საკითხი უკვე გარკვეულია და აღარაა სადაო. ორივე მიმართულება მთავარია და თანაბრად მნიშვნელოვანი.

3. დასკვნა

ავტორების მიერ სტატიაში მოყვანილი თემის შესახებ დავა, არქიტექტურა თუ კონსტრუქციები, წლების და საუკუნეების განმავლობაშიც კი მიმდინარეობდა. ვითარდებოდა ორივე მიმართულება და ოროვეს ჰყავდა თავისი მხარდამჭერები. მშენებლობის, საშენი მასალების, სამშენებლო ტექნიკის, არქიტექტურის და კონსტრუქციების განვითარება თანდათან ხდებოდა და ასევე იკვეთებოდა საიმედო ნაგებობების შექმნისათვის ორი ძირითადი მიმართულების არქიტექტორებისა და კონსტრუქტორების, უფრო მეტად დაახლოებისა და ერთმანეთის საქმეებში მეტად გარკვევის საკითხი. კარგი არქიტექტორი კარგად უნდა ერკვეოდეს კონსტრუქციებში და პირიქით.

ლიტერატურა

1. მ. მენდელსონი. “რკინაბეტონის შესაძლებლობები”. 1914 წ. ბერლინი;
2. ვიოლე-ლუ-დიუკი “ახალმა არქიტექტურამ უნდა გადააჭარბოს გოთიკას” 1930წ. პარიზი.

ღუნვადი ელემენტების დახრილი კვეთის სიმტკიცის შემოწმება
რკინაბეტონის რღვევის მმქნივის მეთოდების გამოყენებით

ლ. კახიანი, გ. გურეშიძე, გ. ორაგველიძე.

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 68,
საქართველო, 0,175, თბილისი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია რკინაბეტონის ღუნვადი ელემენტების განივი ძალის ზემოქმედებით გამოწვეული დახრილი კვეთის სიმტკიცის და ხანგამძლეობის შემოწმება რკინაბეტონის რღვევის მექანიკის მეთოდების გამოყენებით. შემოთავაზებულია გაანგარიშების მეთოდი, M, Q და N გამოთვლა წონასწორობის სამი განტოლების საშუალებით.
საკვანძო სიტყვები: განივი ძალა, რკინაბეტონი, რღვევის მექანიკა, სიმტკიცე, ძაბვის ინტენსიობის კრიტიკული კოეფიციენტი.

1. შესავალი

რკინაბეტონის ღუნვად ელემენტებს მიეკუთვნებიან ფილები და რიგელები, რომელიც შენობა-ნაგებობებში გამოყენებული კონსტრუქციების საერთო ფართობის დაახლოებით 60%-ს შეადგენს. მათ სწორ გაანგარიშებასა და კონსტრუირებაზე არის დამოკიდებული შენობა-ნაგებობების სიმტკიცე, მდგრადობა, ხანგამძლეობა და უსაფრთხო ექსპლოატაცია.

მკვლევარების მიერ ჩატარებული მრავალი ექსპერიმენტის შედეგების [1] ანალიზი ადასტურებს, რომ ძალები (მღუნავი მომენტი, განივი ძალა, გრძივი ძალა, მხები ძაბვები), რომელიც მოქმედებს ღუნვად ელემენტებზე, იწვევენ სხვადასხვა სახის დეფორმაციებს და ბზარებს, რომლის გაანგარიშების მეთოდები დამყარებულია ექსპერიმენტით დადგენილ კოეფიციენტებზე, და შეტანილია ნორმატიულ დოკუმენტებში.

2. ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია, რკინაბეტონი წარმოადგენს არაერთგვაროვან მასალას, რომლის გაანგარიშების მეთოდები განსხვავებულია ერთგვაროვანი მასალის

გაანგარიშების მეთოდებისაგან. განივი ძალისა და მღუნავი მომენტის გაანგარიშებებში ნორმატიულ სახელმძღვანელოებში (ნორმებში) შემოთავაზებულ მეთოდებში, გათვალისწინებული არ არის რკინაბეტონის კვეთში არსებული ტექნოლოგიური თუ გამყარების შედეგად არსებული ბზარები და სიცარიელები, რომელიც წარმოიქმნება გამყარების შემდეგ წყლის აორთქლების შედეგად. ამდენად რკინაბეტონის ელემენტების გაანგარიშება მხოლოდ ნორმებში მოცემული მეთოდებით არ იძლევა კონსტრუქციების რეალური მუშაობის სურათს, რომელიც მრავალი ექსპერიმენტით არის დადასტურებული [4,5].

სტატიაში შემოთავაზებულია ღუნვადი ელემენტის გაანგარიშება განივი ძალის ზემოქმედებისა, რომელიც იწვევს საყრდენთან დახრილ ბზარს და ელემენტის რღვევას. ამ დროს გრძივ და განივ არმატურაში ძაბვები აღწევენ საანგარიშო სიდიდეს, ბზარის გახსნა აიძულებს მომენტს მობრუნდეს შეკუმშული ზონის ირგვლივ. მაგრამ, როდესაც არმატურა კარგად არის ჩაანკერებული და მისი კვეთის ფართობი მნიშვნელოვნად დიდია, მაშინ შეიძლება მოხდეს ელემენტის ერთი ნაწილის დაცილება მეორე ნაწილთან, ე.ი. დეფორმაცია ბეტონში შეიძლება გავრცელდეს განივი ძვრის ზემოქმედების შედეგად.

ღუნვად ელემენტში საყრდენთან ახლოს ზღვრული მდგომარეობისას წარმოქმნილი გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი ბზარიანი ელემენტის სიმტკიცის შემოწმება ხდება სტატიკის წონასწორობის განტოლების გამოყენებით, ე.ი. მოქმედი შიგა ძალების გეგმილების ჯამი X და Y ღერძის მიმართ არის 0 -ის

ტოლი და შიგა ძალების მომენტი რომელიმე წერტილის მიმართ არის 0-ის ტოლი.

$$\sum X = 0; \sum M = 0; \sum Y = 0 \quad (1)$$

ღუნვადი ელემენტის შეკუმშულ ზონაში ზღვრული დატვირთვისას, როდესაც ($M=0,8+0,9M_{max}$) ყალიბდება (შიგა ძალების) მოცულობითი დაბეჭდვისგან გადაძაბვის ზონა, სადაც თავს იყრის სხვადასხვა ნიშნის მქონე დაბეჭდვის ფენა, შეკუმშული და გაჭიმული ბეტონი, ასევე სხვადასხვა დაძაბულობის მქონე შეკუმშული ბეტონი, განივი ძვრისაგან ჩნდება მიკრო და მაკრო ბზარები, ისინი ერთიანდებიან და წარმოიქმნება ბზარი „მატრიცა-შემავსებლის“ კიდეზე.

განივი ძალას Q კვეთში ეწინააღმდეგება, ბზარის ზემოთ მდებარე შეკუმშული ბეტონი, გრძივი არმატურა, (დაბეჭედი მათში აღიძვრება ძვრის ძალისაგან), განივი არმატურა, აღუნული ღეროები (დაბეჭედი აღიძვრება ნორმალური ძალისაგან). ბზარის წვერზე ქდგილი აქვს, როგორც ძვრის დეფორმაციის, ასევე ახლენის დეფორმაციასაც.

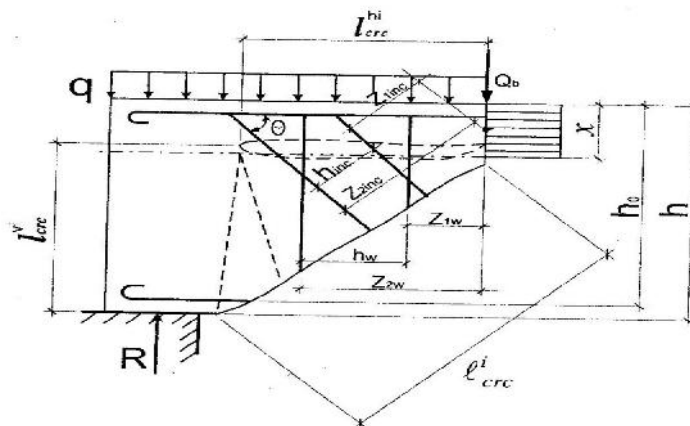
დახრილი ბზარის პარამეტრების დასადგენად საჭიროა გამოყენებული იქნას l_{crc}^h შემდეგი ფორმულებით: [5] (ნახ. 1)

$$l_{crc}^h = 2\sqrt{K_{ic} \cdot h_w \cdot h} / \sqrt{K_{iic} \cdot h \cdot l_{bg}} - 15,6\sqrt{K_{ic} \cdot h_w} \quad (2)$$

სადაც: K_{ic} , K_{iic} - დაბეჭდვის ინტენსივობის კოეფიციენტი, აიღება ცხრილებიდან ბეტონისა და არმატურის კლასების მიხედვით.

h_w - განივი ღეროებს შორის მანძილი

h - კვეთის სიმაღლე.



ნახ. 1. ღუნვადი ელემენტის დახრილი კვეთის სიმტკიცეზე გაანგარიშების სქემა.

ღუნვადი ელემენტებისათვის რკინაბეტონის რღვევის მექანიკის მეთოდების გამოყენებით ფორმულა (1)-ის მიხედვით შეგვიძლია დავადგინოთ განივი ძალის და მღუნავი მომენტის მაქსიმალური სიდიდეები:

$$Q = K_{iic} (K_{pz} \cdot b(h - l_{csc}^{vl}) + K_{iic}^{st} / f \sqrt{d'} \cdot A_s + K_{iic}^{st} / f \sqrt{d} \cdot A_0 + \sum_i^{l_{csc}^{hi} / h_w} 4 K_{ic}^{st} / \sqrt{dm} \cdot A_w + \sum_i^{l_{csc}^i / h_i} 4 \sqrt{(K_{ic}^{st,ing} + K_{iic}^{st,ing})^2 / \sqrt{d_w}} \cdot A_{ing} \cdot \sin \mu$$

სადაც μ - აღუნულ ღეროების დახრის კუთხეა.

$$M = 4 K_{ic}^{st} / 12 \sqrt{d'} \cdot A_s (X / 2 - a') + \sum_{m=1}^{l_{csc}^{hi} / h_w} 4 K_{ic}^{st} / \sqrt{d_w} \cdot A_{sw} \cdot Z_{mw} + \sum_{i=1}^{l_{csc}^i / h_w} 4 \sqrt{(K_c^{st,ing})^2 + (K_{nc}^{st,ing})^2} / \sqrt{d_{ing}} \cdot A_{ing} \cdot Z_{ing} + 4 K_{ic}^{st} / \sqrt{d} \cdot A_s (h_0 - 0,5 X)$$

სადაც z_w განივი და აღუნული დეროს მხარი. (ნახ. 1.)

X – შეკუმშული ზონის სიმაღლე, გამოითვლება

$\sum X = 0$ -ის მიხედვით, რომელიც ტოლია

$$4K_{ic}^{st} \cdot f \sqrt{d'} \cdot A_s + K_{iic} / 2K_{pr} \cdot b \cdot X = 4K_{ic}^{st} / \sqrt{d} \cdot A_s + 4\sqrt{(K_{ic}^{st,ing})^2 + (K_{iic}^{st,ing})^2} / \sqrt{d_{ing}} \cdot A_{ing} \cdot \cos \mu ;$$

საიდანაც გამოითვლება X -ი. გასათვალისწინებელია, რომ $h - l_{crc}^{kz} \neq X$

3. დასკვნა

აღსანიშნავია, რომ ბეტონი სხვადასხვანაირად ეწინააღმდეგება სახვადასხვა შიგა ძალებს: ნორმალურ ბზარებს შორის ბეტონი მუშაობს გაჭიმვაზე, ხოლო ბზარის ზემოთ მდებარე ბეტონი მუშაობს კუმშვაზე. რღვევის დროს კვეთში შეკუმშულ ზონაში ძვრის ძალებისაგან წარმოქმნილ კორიზონტალურ ბზარსა და შეკუმშულ ბეტონს შორის ფენა, სადაც მოსალოდნელია ახალი ძვრის ბზარის წარმოქმნა მუშაობს კუმშვაზე, N_{bt} - ძალის გავლენით.

$$N_{bt} = K_{iic} / K_{pr} \cdot b \cdot (X_{ivt} - a_r^{hi} / 2)$$

როგორც ნაშრომიდან ჩანს, რკინაბეტონის რღვევის მექანიკის მეთოდების გამოყენება გაანგარიშებისას აუმჯობესებს ელემენტის სიმტკიცეს, ხანგამძლეობას და საიმედო ექსპლოატაციას.

ლიტერატურა

1. В.И. Мурашов, Э.Е. Сигалов, В.Н. Байков. Железобетонные конструкций, - общий курс, Москва, 1962. стр 656.
2. ა. პირადოვი, კ. პირადოვი, ლ. კახიანი, გ. იოსებაშვილი – ბეტონის და რკინაბეტონის რღვევის მექანიკის საფუძვლები, სტუ გამომცემლობა, თბილისი, 1999, 71 გვ.
3. Г.Г. Гурешидзе – „Повышение трещиностойкости стеновых панелей из легкого бетона на основе методов механики разрушения“, диссертация – Тбилиси, 1990 г.
4. ლ. კახიანი, გ. დორკინი, ბ. ლორთქიფანიძე – ორფენოვანი ღუნვადი ელემენტების გაანგარიშება რღვევის მექანიკის მეთოდების გამოყენებით – ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები 1–2, თბილისი 2002, გვ. 3.
5. А. Пирадов, К. Пирадов, Л. Кахиани, Г. Иосебашвили – расчет бетонных и железобетонных конструкций на основе методов механики разрушения; „Мецниереба“, Тбилиси, 1999, ст. 249.

А. Гасымова

(: B 77,0175,)
?
?

1.

Theaceae,

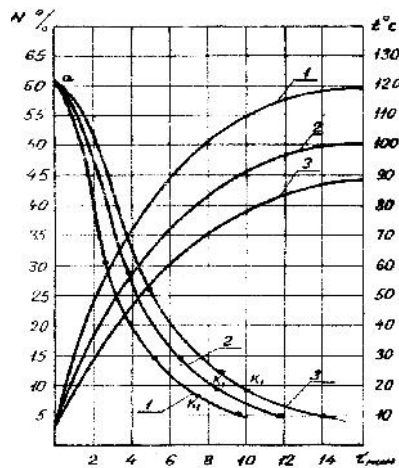
2.

2
1,
2,
4
-3 500 3.
6 7 5 (200).
8.
9 10,
0 350
11,

(
 (. 3
 (1-h-150 , 2-h=150 , 3-h=350).
 h

;
 ;
 . 2.2
 (5).

W^b
 † .



. 2. 1 - h=150 , 2 - h=150 ,
 3 - h=350

W^b †

(3-5%)

1
 $\frac{dW}{dt}$;
 4-5%.
 2
 $h = 150$
 2 60° 5
 105° ,
 120° ,
 – 78-83° .

1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	61,5	150	220	3752	20	6,6	9	73,3	3,8	121
2.	62	250	220	2729	14,5	8,2	11,8	66,8	3,6	106
3.	62	350	220	1752	10	9	14,8	60	3,6	90
4.	61,5	150	180	2402	14,1	11,1	15,1	67,5	3,8	110
5.	62	150	127	1343	11	16,2	27,3	66,1	3,8	90
6.	62	150	80	731	9,5	18,1	37,2	50	4	85

3.

$h = 250$

100-110° ,
 $h = 350$
 90° .

1. , 1996.
2. 1966.
3. , 1961.
4. , 1955.
5. , 1960.
6. , 1955.

**მიწისძვრის კატასტროფული მოვლენებისაბან ზოგიერთი
დაცვითი ღონისძიებები**

**მ. ბეღიაშვილი (საქართველოს საინჟინრო აკადემია), გ. ყიფიანი
(საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი), მ. თოდუა (საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტი).**

რეზიუმე: გადმოცემულია ადამიანთა და ქვეყნების მონაგარის მიწისძვრის კატასტროფული მოქმედებისაგან დაცვის საშუალებების მიმოხილვა.

გამოყოფილია 3 სხვადასხვა სისტემა, რომელთა დაცვით შესაძლებელი იქნება ავიცილოთ, ან საგრძნობლად შევამციროთ მიწისძვრის ზემოქმედების შედეგები.

პირველს მიეკუთვნება ნაგებობათა დაპროექტების და მშენებლობის მოქმედი სამშენებლო ნორმების და წესების “სეისმოძვედვეი მშენებლობა” (პნ01.01-09) სრული დაცვა და ასევე “ევრიკოდები 8” გამოყენება.

ნაგებობათა მაღალი სეისმოაქტიურ პირობებში მშენებლობის დროს გამოყენებულ იქნას წლების განმავლობაში მოქმედი უნიფიცირებული კარკასული კონსტრუქციებისათვის გამოყენებული, ექსპერიმენტალურად შემოწმებული და სამი ათეული წლის განმავლობაში მასიურად დანერგული იის-04 სერიის კვანძები.

შემდეგი, სეიმოიზოლაციური სისტემების გამოყენებაა, რომლის მეშვეობითაც 1-2 ბალით მცირდება სეისმური ზემოქმედების ინტენსივობა, ხოლო ნაგებობაში არსებული არამზიდი ელემენტები თითქმის არ ზიანდება.

ასეთ სისტემებს იყენებს ბევრი ქვეყანა, საქართველოს გარდა.

დასმულია საკითხი სისტემის მასიურად გამოყენების, როგორც ახალ, ისე ექსპლუატაციაში მყოფ შენობებში.

მესამე სისტემა, რომელიც ამჟამად მუშავდება, როგორც საქართველოში, რუსეთში, აზერბაიჯანში და ასევე მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში, ეს არის მიწისძვრების პროგნოზირება. ზოგი მონაცემებით პროგნოზირება, ანუ მიწისძვრის წინასწარმეტყველება უკვე ინერგება ბევრ ქვეყანაში, ზოგის მონაცემებით ეს მეთოდი ახლა მუშავდება.

ავტორთა აზრით სამივე მეთოდი მისაღებია და მათი ერთობლივი გამოყენება მასალის მზადყოფნის შესაბამისად აუციელებელია.

საკვანძო სიტყვები: ანტისეისმური ღონისძიებები, მიწისძვრა, სეიმოიზოლაცია, ლითოსფერო, ატმოსფერო, იონოსფერო, მაგნიტუდა, გეოფიზიკური მოვლენა, ელექტრო-მაგნიტური გამოსხივება, წინასწარმეტყველება, ტროპატენა.

1. შუსაგალი

ყოველწლიურად 3-4, ხანდახან მეტი კატასტროფული მიწისძვრა ხდება დედამიწაზე, 2016 წელს მოხდა ტაივანის, იტალიის M=6,2 მაგნიტუდის 2016 წლის 24 აგვისტოს მიწისძვრები, რომლებმაც კოლოსალური ზარალი მიაყენეს მოსახლეობას. უფრო ადრე 2015 წლის ფუკუსიმას ტრაგედია.

ამ მხრივ ჩვენი ქვეყანა, საქართველოც არ წარმოადგენს გამონაკლისს. ჩვენთვის ცნობილია ორმოცამდე 5 მაგნიტუდის დამანგრეველი მიწისძვრა მოყოლებული VIII-IX საუკუნეებიდან. ისტორიამ შემოგვინახა ზარზმის, XI საუკუნის თმოგვის და სამცხის 1283 წლის მიწისძვრები (თმოგვის M=6,5 და სამცხის M=7 მაგნიტუდა). უახლესი პერიოდის - 1920 წლის გორის, 1940 წლის ტაბაწყურის, სულ ახალახან რაჭის 1991 წლის და თბილისის 2002 წლის მიწისძვრები.

მარტო რაჭის მიწისძვრამ 46 000 საცხოვრებელი სახლი დაანგრია, უსახლკაროდ დარჩა 100 000 მცხოვრები. დაიღუპა 200 ადამიანი.

ნათელია, რომ ასეთი კატასტროფული მოვლენების მიმართ თანამედროვე მეცნიერება, საინჟინრო დონე, გულგრილი ვერ დარჩება.

2. პირითაღი ნაწილი

2.1. სეისმომდეგვი მშენებლობის ახალი ასპექტები

მრავალ სეისმოაქტიურ ქვეყანაში იაპონიაში, ამერიკის შეერთებულ შტატებში, ახალ ზელანდიაში, რუსეთში ფართოდაა გაშლილი სამეცნიერო კვლევები, ექსპერიმენტალური მშენებლობები, მუშავდება ახალი სეისმომდეგვი იდეოლოგია მიწისძვრის შედეგების შესამცირებლად.

თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს სეისმომდეგვი მშენებლობის განვითარებაში სამეცნიერო პოტენციალის, ყოველდღიურ სისტემატურ შევსებას ჩვენს ცოდნასა და გამოცდილებაში, მეტყველებს ერთი მაგალითი.

1988 წლის 7 დეკემბრის $M=7,0$ მაგნიტუდის სიმძლავრის მეტად ტრაგიკულმა მიწისძვრამ ჩვენს მოძმე სომხეთში (ქ. სპიტაკში და ქვეყნის დიდ ტერიტორიაზე) იმსხვერპლა 25 ათასამდე ადამიანი და გამოიწვია დიდი მატერიალური ზარალი.

1989 წლის 17 ოქტომბრის კალიფორნიის (ლომა პრიტა, აშშ) მიწისძვრამ, რომელიც იმავე სიმძლავრის იყო, იმსხვერპლა 62 ადამიანის სიცოცხლე, ზარალიც შედარებით მცირე იყო.

ეს მაგალითი მეტყველებს მასზე, რომ კვალიფიცირებული, სერთიფიცირებული ინჟინერ-მშენებლის მიერ ნაგები შენობები, რომელთა გაანგარიშების და მშენებლობის დროს გათვალისწინებული იყო მეცნიერების და ტექნიკის უახლესი მიღწევები, უფრო მდგრადია და ნაკლებად ზარალდებიან სეისმური, თუნდაც ტრაგიკული, ზემოქმედების დროს.

იქ, სადაც შენობა-ნაგებობების დაპროექტებაზე, მეცნიერული კვლევების შედეგების გამოყენებაზე, მათ პრაქტიკაში დანერგვაზე, აგრეთვე მშენებლობის დროს სამშენებლო ნორმებზე და წესებზე დაყრდნობით ხარისხის კონტროლს დიდი ყურადღება ექცევა, დამანგრეველი მიწისძვრების შედეგები საგრძნობლად მცირდება.

გვინდა ყურადღება შევაჩეროთ სპეციალისტ-ინჟინრების კვალიფიკაციის ამაღლების საკითხზე. ევროპაში ყოველ 5 წელიწადში ერთხელ ხდება მოქმედი მშენებლების, დამპროექტებლების და მეცნიერების კვალიფიკაციის გადამზადება სპეციალურ კურსებზე, სერთიფიკატის გაცემით.

ჩვენს მიერ შექმნილი იყო ასევე უნიკალური უნიფიცირებული კარკასული კონსტრუქციები ყველა დანიშნულების მშენებლობისათვის 7, 8 და 9 ბალისანი რაიონებისათვის 16-18 სართულამდე. ცალკე იყო მრავალსართულიანი სამრეწველო მშენებლობისათვის 1600 კვ.მ-მდე კვ.მ, დიდმალიანი კონსტრუქციები სავაჭრო და სასწავლო დაწესებულებებისათვის, მონოლითური სისტემები ინდუსტრიალური მშენებლობისათვის, უნიკალური კარკასული კონსტრუქციები წინასწარ დაძაბული არმატურით გადახურვებში მშენებლობის პირობებში და სხვა. ჩვენს მიერ შექმნილი კონსტრუქციები გამოყენებული იყო ყველა სეისმურ რაიონში მასიური მშენებლობისათვის, აშენდა და ექსპლუატაციაშია მილიონობით ნაგებობა. ქვემოთ მოვიყვანთ იმ სეისმომდეგვი მშენებლობის სისტემებს, რომლებიც დღესაც ფუნქციონირებენ, მაგრამ დრო და მეცნიერული მიღწევების დონე გვეკარნახობს, რომ ხვალ ეს სისტემები უნდა შევცვალოთ, ან დაუეკავშიროთ ახალ სისტემებს და ამავედროულად სულ სხვა მეთოდებიც გამოვიყენოთ, რომლებიც აქამდე მეცნიერული თვალსაზრისით არ გამოიყენებოდა.

2.2. მოქმედი სეისმომდეგვი კონსტრუქციები XX საუკუნის ბოლოს

ტრადიციული მშენებლობის დროს, სეისმომდეგობის ამაღლების მიზნით ნაგებობაში ხდებოდა კვეთების, სიმტკიცის და წონის გაზრდა.

ამ შემთხვევაში სიმტკიცე კი იზრდებოდა, მაგრამ შენობა ეკონომიურად არამომგებიანი ხდებოდა. ამ შემთხვევაში წონის გაზრდით იზრდება ინერციული სეისმური დატვირთვა, რომელიც ითხოვს კვეთების კიდევ ერთხელ გადახედვას.

ამიტომ შემოტანილი იქნა ჩარჩო-კავშირებიანი სისტემები, როცა სეისმური დატვირთვის მისაღებად ე.წ. დიაფრაგმები იყო გამოყენებული, რომლებიც გათვლილია ჰორიზონტალურ ზემოქმედებაზე, ხოლო კარკასი, მისი სიხისტის შესაბამის სეისმურ ძალაზე გაითვლება.

ამით შევქმელით მზიდი ელემენტების კვეთების შენარჩუნება 16-18 სართულიანი შენობებისათვის და სეისმომდებლობის ამაღლება (ИИС-04-0).

შემდეგ გაძლიერდა კოლონებისა და რიგელების შეერთების კვანძები სეისმური ძალებისაგან ნიშანცვლად მომენტებზე. კვანძები ექსპერიმენტალურად გამოიცადა და დაინერგა უნიფიცირებულ სერიაში (ИИС-04-8).

აქვე აღვნიშნავთ, რომ კარკასში, რომლის კოდი იყო ИИС-04, აშენებული მილიონობით ნაგებობებიდან თითქმის 30 წლის განმავლობაში, სეისმური ზემოქმედებისაგან არც ერთი არ დაზიანებულა (ჩამონგრეულა).

2.3. ახალი სეისმოდამცავი სისტემები. სეისმოიზოლაცია

მიწისძვრების შედეგების ანალიზის დროს შეიმჩნევა, რომ საანგარიშო მიწისძვრის შედეგად ნაგებობაში, მის კონსტრუქციულ ელემენტებში ჩნდება სხვადასხვა სიდიდის ბზარები. შემდგომი განმეორებითი ბიძგების დროს ბზარების რაოდენობა იზრდება, ამავდროულად შენობების სიხისტე მცირდება და შედეგად მცირდება სეისმური დატვირთვის სიდიდეც.

აღნიშნულიდან გამომდინარეობს შემდეგი: თუ ვიცით, რომ შენობების სიხისტის შემცირებით შეგვიძლია შევამციროთ მასზე მოსული სეისმური ზეგავლენაც, მაშასადამე უნდა ვიფიქროთ, როგორ შეიძლება ამ გზით გადავარჩინოთ ნაგებობა. ამ გარემოების ძიებამ მეცნიერები, სეისმომდებლობის სპეციალისტები, მიიყვანა ახალი სეისმოდამცავი ღონისძიებების შექმნამდე [1-4], [6-8], [13-20], [22-24]. ასე შეიქმნა ახალი სეისმოდამცავი სისტემები: სეისმოიზოლაცია და სეისმოდამცავი სისტემები.

დღეს მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში, რომლებიც აქტიური სეისმური ზემოქმედების ზონაში არიან განლაგებული, ფართოდ გამოიყენება 100-მდე ტიპის სეისმოიზოლაციური სისტემა. ესენია: **აქტიური და პასიური სისტემები.**

აქტიურ სეისმოდამცავ სისტემებში რთავენ დამატებით ენერჯის წყაროებს და ელემენტებს, რომელთა მეშვეობითაც ხდება ამ წყაროების მუშაობის რეგულირება.

მაგრამ მათი რეალიზაცია ითხოვს მნიშვნელოვან დანახარჯებს მათ მოწყობასა და ექსპლუატაციაზე. ეს გარემოება გამორიცხავს აქტიურ სეისმოდამცავი სისტემების ფართო გამოყენებას სამშენებლო დარგში.

პასიურ სეისმოდამცავ სისტემებში შედიან სეისმოდამცავი და სეისმოიზოლაციის საშუალებები. აქ დამატებითი ენერჯის წყაროები არ გამოიყენება.

სეისმოდამცავი სისტემებში შედის დემპფერები და დინამიური დამცავები. აქ რხევითი კონსტრუქციების მექანიკური ენერჯია გადადის სხვა სახის ენერჯიაში, რასაც მივყავართ რხევის დემპფერებამდე ან გადანაწილებამდე დასაცავ კონსტრუქციიდან ჩამხშობამდე.

სეისმოიზოლაციის სისტემებში უზრუნველყოფილია მექანიკური ენერჯის შემცირება, რომელსაც კონსტრუქცია იღებს საფუძვლიდან, ნაგებობის რხევის სიხშირის განრიდებით მოჭარბებული სიხშირის ზემოქმედებიდან.

გამოიყენება სეისმოიზოლაციის **ადაპტირებული და სტაციონარული** სისტემები.

ადაპტირებულ სისტემებში დინამიური მახასიათებლები იცვლებიან და მიწისძვრის პროცესში “მიესადაგებიან” სეისმურ ზემოქმედებას.

სტაციონალურ სისტემებში მიწისძვრის პროცესში დინამიური მახასიათებლები ნარჩუნდებიან.

ამ ეტაპზე, საქართველოში სეისმოიზოლაციური სისტემების ათვისების ეტაპზე, ჩვენ მიგვაჩნია საჭიროდ დავიწყოთ დანერგვა სტაციონალური სეისმოიზოლირებული საძირკვლებით.

ეს შესაძლებელია შესაფერისი ელასტიკური საყრდენების განლაგებით საძირკვლებზე, რომლებიც საშუალებას მოგვცემს მივადწიოთ საჭირო გადაადგილებებს მიწისზედა ნაგებობებისა, საძირკვლებისა და ელასტიკური საყრდენების მიმართ.

ელასტიკური საყრდენები ხორციელდება სპეციალური ტყვიის გულანებიანი რეზინოლითონის ტყვიის გულანებიანი სეისმოიზოლატორებით.

ასეთი საყრდენი იზოლატორების ეფექტურობა მიღწეულია ტყვიის გულანების მაღალი დისიპაციური ენერჯის თვისებებით. ასეთი საყრდენი მოქმედებს, როგორც დრეკად-პლასტიკური ელემენტი: უზრუნველყოფს სეისმოიზოლაციას და ზღუდავს სეისმურ ზემოქმედებას ნაგებობაზე.

რეზინოლითონის სეისმოიზოლატორების ტყვიის გულანები საყრდენებს შესძენენ დამატებით დემფერების თვისებებს სეისმური ზემოქმედების დროს.

ტყვიის გულანა განაბნევს ენერჯიას, ხოლო რეზინოლითონის სეისმოიზოლატორი უზრუნველყოფს მიწისზედა ნაგებობის გადაადგილებას და რეცენტრირებას.

ტყვიის გულანას ახასიათებს რეკრისტალიზაცია და ინარჩუნებს თავის თვისებებს გადაადგილების განუსაზღვრელი ციკლის დროს.

ნაგებობები რეზინოლითონის საყრდენებზე, მრავლად არის აგებული იაპონიაში, აშშ-ში, საფრანგეთში, ახალ ზელანდიაში, ჩვენს მეზობელ სომხეთში და თურქეთში. გამოკვლევებმა აჩვენა მათი მაღალი საიმედოობა და მდგრადობა.

მათი საწარმოო გამოშვება ათვისებულია სომხეთში. სომეხი კოლეგების ცნობით იქ 10 ქარხანაა ამოქმედებული. კავშირი გვაქვს საფრანგეთთან, პარიზთან ახლოს მდებარე ქარხანასთანაც.

ჩვენს მიერ 2016 წელს დამუშავდა და საკონკურსოდ წარედგინა 12 სართულიანი შენობის პროექტი საქართველოს ეკონომიკის და მდგრადი განვითარების სამინისტროსათვის და ორსართულიანი სარდაფით საბავშვო ბაგაბაღისათვის სეისმოიზოლაციური რეზინოლითონის საყრდენებზე [2].

საფრანგეთში აშენებული სეისმოიზოლირებული საყრდენების გამოყენებით ატომური ელექტროსადგურის შენობა ქ. კრუაში წარმოადგენს ასეთი ტიპის საძირკვლების კლასიკურ მაგალითს, სადაც თანმიმდევრულადაა გამოყენებული დრეკადი და დემფერირებული საყრდენები. სუსტი ბიძგების დროს, როცა ჰორიზონტალური დატვირთვა საყრდენებზე არ აღემატება ხახუნის ძალებს, სისტემა მუშაობს ხახუნრივ ფარგლებში, ხოლო როცა დატვირთვა იზრდება და გადალახავს ხახუნის ძალებს, ხდება საძირკვლის ზედა ფილის (კონსტრუქციის) გაცურება საძირკვლების მიმართ. ამ დროს ხდება დატვირთვების რამოდენიმეჯერ შემცირება, როგორც თვით შენობაზე, ისე მასში არსებულ მოწყობილობაზე.

ცხადია ახალი სისტემების ათვისების პერიოდში გვერდს ვერ ავუვლით გარკვეულ სირთულეებს, მაგალითად საყრდენების ღირებულებას, მათი გამოცვლის გარკვეულ სირთულეებს, ხახუნის ძალების რეგულირებას და ა.შ.

მაგრამ სეისმოიზოლაციური სისტემების გამოყენების ეფექტურობა აშკარაა. ამაზე მეტყველებს ის გარემოებაც, რომ კაპიტალისტურ სამყაროში, სადაც იციან ფულის თვლა, ეს სისტემები მასიურად ინერგება და რაც მთავარია ადამიანთა სიცოცხლე და ძვირადღირებული სამრეწველო მოწყობილობა გადარჩება. ეს კი უმნიშვნელოვანესია!!!

2.4. მიწისძვრების პროგნოზირების შესახებ

საერთაშორისო კატასტროფების ცენტრის მონაცემებით დამანგრეველი მიწისძვრების შედეგად მარტო 2008 წელს დაიღუპა 235 000 ადამიანი, ამიტომ

მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის მეცნიერი ჩართულია ამ პრობლემის აცილების საქმეში.

როგორც ზევით იყო აღნიშნული, უკანასკნელ პერიოდში შექმნილია უნიკალური სისტემა ნაგებობების ფიზიკური განადგურების თავიდან ასაცილებლად—ეს ნაგებობათა სეისმო-იზოლაციის სისტემაა. მისი გამოყენებით შესაძლებელია 1-2 ბალით შევამციროთ მიწისძვრის სიძლიერე, გადავარჩინოთ შენობათა შიდა მოწყობილობა ნგრევისაგან, შევამციროთ ადამიანთა მსხვერპლი და ა.შ.

საზღვარგარეთ ბევრ ქვეყანაში, მათ შორის აზერბაიჯანში (ქ. ბაქოში) და რუსეთში (ქ. ტომსკში) ფართო მასშტაბით გაჩაღებულია სამეცნიერო-საკვლევო მუშაობა, ზოგიერთ ქვეყანაში შექმნილია საწარმოო დანადგარები.

აზერბაიჯანში, ბაქოში შეიქმნა სპეციალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, რომელსაც ხელმძღვანელობს მსოფლიოს გეოლოგიური გარემოს გლობალურ ცვლილებათა პრობლემების საერთაშორისო კომიტეტის თავმჯდომარე, მიწისძვრების პროგნოზირების გლობალური ქსელის პრეზიდენტი, პროფესორი ელჩინ ხალილოვი. [5]

ბატონი ხალილოვის დაპატენტებულმა მიწისძვრების პროგნოზირების, სრულიად ახლებურად გააზრებულმა, გეოფიზიკურმა ხელსაწყო-სადგურმა—ტროპატენამ 2011 წლისათვის საწარმოო მოხმარებისათვის დამზადებული 4 ასეთი სადგური დაამონტაჟა ბაქოში, საკუთარ ინსტიტუტში, ისლამაბადში (პაკისტანი), ჯაკარტაში (ინდონეზია) და სტამბულში (თურქეთი).

შეიქმნა მიწისძვრების პროგნოზირების გლობალური ქსელი (GNFE), სადაც შედიან და შევლენ ის ქვეყნები, რომელთაც გააჩნიათ ეს ხელსაწყო-სადგური. აღნიშნული მიწისძვრების პროგნოზირების მთავარი ოფისი მდებარეობს ლონდონში, აქვთ ოფისები მიუნხენში და აშშ-ში.

ა. საკანდელიძის ცნობით [5], “ტექტონიკური ტალღები, გაივლის რა ხალილოვის ხელსაწყო-სადგურში დაახლოებით 10 ათასი კმ-ის ფარგლებში, გამოიწვევს გრავიტაციული ველის სამჯერ მკვეთრ ცვლილებას, რისი დახმარებით განისაზღვრება მომავალი მიწისძვრის ძალა, დრო, ინტენსივობა და ლოკაცია (ადგილმდებარეობა).

ინტერნეტის საშუალებით სადგურები მიმდინარე სუსტ და მოსალოდნელი ძლიერი მიწისძვრების შესახებ ინფორმაციას მუდმივად გადასცემს ცენტრალურ სადგურს მაინის ფრანკფურტში.

ეს სადგურები (ტროპატენა) მზადდება სტამბულში, ხოლო მისი სრულყოფა და ტესტირება ხალილოვის ინსტიტუტში, ბაქოში.

ა. საკანდელიძის მონაცემებით [5] მიწისძვრების პროგნოზირება 3-7 დღით ადრე უკვე შესაძლებელია.

რუსეთში ქ. ტომსკში კლიმატური და ეკოლოგიური სისტემების მონიტორინგის ინსტიტუტში, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის ციმბირის განყოფილებაში, დამუშავდა გეოფიზიკური რეგისტრატორი, რომლის საშუალებითაც პროგნოზირდება ტერიტორიების სეისმოსაშიშროება და ხდება მიწისძვრის კერის განსაზღვრაც [21].

მრავალარხიანი გეოფიზიკური რეგისტრატორი -01 მცირე ზომისაა, იწონის 3 კგ. იგი შექმნილი იყო ელექტრომაგნიტური ველების მიწიდან გამოსხივების გასაზომად.

ავტორების განცხადებით ეს რეგისტრატორი ხარისხით აღემატება მსოფლიოში ყველა აქამდე ცნობილ არსებულ ხელსაწყოებს. დამუშავებულია ალგორითმი და პროგრამული უზრუნველყოფა ელექტრომაგნიტური სიგნალების “წასაკითხად”.

ახლახან ტომსკელმა მეცნიერებმა შეისწავლეს ვიეტნამში ორი ატომური ელექტროსადგურისათვის განკუთვნილი ტერიტორია და დაადგინეს მშენებლობის

შესაძლებლობა, ვინაიდან აღმოჩნდა, რომ მიწის წიაღში არსებული რღვევა არ არის აქტიური და ამდენად საშიში მშენებლობისათვის.

რეგისტრატორი შესაძლებელია მუდმივ მონიტორინგის სტადიაშიც ვამუშაოთ, როგორც კი დაიწყება დედამიწის ქერქის დეფორმაცია, რეგისტრატორი ახდენს მათ ფიქსაციას. ეს კი, როგორც ცნობილია მიწისძვრის წინამორბედი.

განსაკუთრებით სასარგებლოა -01-ის გამოყენება მაგისტრალურ გაზ და ნავთობსადენებზე.

ამ შემთხვევაშიც, ისევე, როგორც ბ-ნ ე. ხალილოვთან, საჭიროა მრავალათასიანი ერთიანი ქსელების მოწყობა ბევრ ქვეყანაში სათანადო სადგურებით.

მიწისძვრების პროგნოზირების პრობლემებზე ასევე მუშაობენ [4] საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის სპეციალისტები.

ცნობილია, რომ არსებული მიწისპირა და თანამგზავრული მეთოდებით შესაძლებელია გამოვლენილ იქნას მრავალი სახის ანომალური გეოფიზიკური მოვლენა. ამ მოვლენებს ადგილი აქვს მიწისძვრის წინა პერიოდში და უშუალოდ დაკავშირებულია მიწისძვრის მომზადების პროცესთან.

ასეთი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების დეტექტირება მიმდინარეობს იაპონიაში, ამერიკის შეერთებულ შტატებში, ევროპაში, რუსეთში.

ჩვენში ჯერჯერობით არ არსებობს ელექტრომაგნიტური გამოსხივების დეტექტორების ქსელი, ამიტომ ზემოთ ნახსენები შრომა ეყრდნობა უცხოელი მეცნიერების ექსპერიმენტალურ მონაცემებს და ელექტროდინამიკაზე დაყრდნობით, წარმოადგენს ელექტრომაგნიტურ გამოსხივების გენერაციის შესახებ მნიშვნელოვან ცნობებს.

“საქართველოსა და კავკასიის მიმდებარე ტერიტორიის მაღალი გეოდინამიკური აქტივობა გამოხატულია ორივე, სეისმური და ანტისეისმური დეფორმაციებით, რომელიც განპირობებულია ლითოსფეროს ფილების ჯერ კიდევ მიმდინარე მიახლოებითი და აფრიკა-არაბეთის კონტინენტური ფილის ჩრდილოეთის მიმართულებით მოძრაობით, წელიწადში რამდენიმე მილიმეტრის სიჩქარით”.

ავტორთა ცნობით ამის გამო ბოლო საუკუნის მანძილზე, კავკასიაში 40-მდე 5 მაგნიტუდის მიწისძვრაა დაფიქსირებული.

საქართველოში ყოველწლიურად იზრდება მიწისძვრების რისკი, რადგან ქვეყანაში მატულობს მნიშვნელოვანი ობიექტების მშენებლობა-გაზსადენების, ნავთობსადენების, კაშხლების, მასიური მრავლასართულიანი საზოგადოებრივი დანიშნულების ობიექტების და ა.შ.

ამიტომაც განსახილველი ნაშრომის მნიშვნელობა ღირსშესანიშნავი მიწისძვრების “წინასწარმეტყველების”, პროგნოზირების სფეროში.

მიწისძვრების პროგნოზირების, ანუ გარკვეული სიზუსტით მიწისძვრის მოხდენის დროის, ადგილის და სიძლიერის ერთდროულად განსაზღვრის შესაძლებლობას საფუძვლად უდევს წარმოდგენილი ნაშრომი.

იმისათვის, რომ ფართოდ იქნას გამოყენებული მეცნიერთა შრომის შედეგები პროგნოზირების შესახებ, პრაქტიკაში, საჭიროა ქვეყანაში ფართოდ გავრცელდეს ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ქსელების როლი, სწორედ ქსელებით მიღებულმა მონაცემებმა გაამდიდრა მეცნიერება ფასდაუდებელი ინფორმაციით: ძლიერი მიწისძვრების წინ ადგილი აქვს ძლიერ დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებას. ამასთან, როგორც ლაბორატორიულმა, ასევე მიწისძვრებზე უშუალო დაკვირვებებმა უჩვენა, რომ ძლიერ დაბალი სიხშირის გამოსხივება დაკავშირებულია დედამიწის ქერქში რღვევის გაჩენასთან.

მაშასადამე განხილული და გაანალიზებულია სამი სხვადასხვა მიწისძვრების პროგნოზირების სისტემა: ბაქოს ინსტიტუტის დირექტორის ე. ხალიღვის, ხელსაწყო-სადგურის-ტროპატენას საშუალებით.

ამ სისტემით სხვადასხვა ქვეყნებში დამონტაჟებულია ეს სადგურები და გაერთიანებული არიან მსოფლიოს მიწისძვრების პროგნოზირების გლობალურ ქსელში.

ჩვენს ხელთ არსებული ინფორმაციით მიწისძვრის პროგნოზირება უკვე შესაძლებელია სტიქიამდე 3-7 დღით ადრე.

მაგრამ ჩვენ არ ვიცნობთ პრაქტიკაში მიღებულ შედეგებს.

მესამე მასალა [4] წარმოდგენილია ჩვენი, ქართველი სპეციალისტების მიერ და საკმაოდ კარგად არის შესრულებული მეცნიერული თვალსაზრისით.

მაგრამ ავტორთა განცხადებით “მიუხედავად იმისა, რომ მიწისძვრების პრობლემის კვლევას მსოფლიოს ცნობილი მეცნიერების უაღრესად საინტერესო შრომები ეძღვნება, დღემდე არ ჩანს მიწისძვრის წინასწარმეტყველების, ანუ გარკვეული სიზუსტით მიწისძვრის მოხდენის დროის, ადგილის და სიძლიერის ერთდროულად განსაზღვრის შესაძლებლობები”. სამეცნიერო და პრაქტიკული კვლევები კიდევ უნდა გაგრძელდეს.

3. დასკვნა

წინამდებარე ნაშრომში აღწერილია მიწისძვრების კატასტროფებიდან დაცვის რამოდენიმე სისტემა:

1. საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმები და წესები–“სეისმომდებელი მშენებლობა” (პნ 01.01-09), რომელიც განსაზღვრავს შენობის მზიდი კონსტრუქციების (ელემენტების) მზიდუნარიანობის ამაღლებას სეისმური ზემოქმედების ინტენსივობის შესაბამისად.

ეს ღონისძიებები არ ამცირებს სეისმურ დატვირთვებს, არამედ მხოლოდ ითვალისწინებს მათ.

დამუშავდა კონსტრუქციები და მონტაჟის მეთოდოლოგია 16-18 სართულიანი საცხოვრებელი სახლებისათვის და მრავალსართულიანი სამრეწველო დანიშნულების ობიექტებისათვის გადახურვების არმატურის დაძაბვით მშენებლობის პირობებში (პროფ. ყუყულის სისტემით).

სამი ათეული წლის განმავლობაში მათი გამოყენებისას არ ყოფილა სეისმური ზემოქმედებისაგან მათი ნგრევის შემთხვევა.

2. სეისმური ზეგავლენის მნიშვნელოვანი შემცირების მიზნით, მსოფლიოს წამყვანი მეცნიერების მიერ, შემოღებული იქნა ეფექტური სეისმოდაცვის საშუალებები. ეს მეთოდები ითვალისწინებს მასის და სიხისტის შეცვლას, ანუ სისტემის დემპფირებას, გადაადგილების და სიჩქარისაგან დამოკიდებულებით.

როგორც ვიცით შენობის სიხისტის შემცირებით შეგვიძლია მასზე მოსული სეისმური ზეგავლენა შევამციროთ. მაშასადამე უნდა ვიფიქროთ, როგორ შეიძლება ამ გზით გადავარჩინოთ ნაგებობა.

მეცნიერებმა დაიწყეს სეისმური ზეგავლენისაგან დაცვის სისტემების ძიება.

და აი უკანასკნელი ოცდაათი წლის განმავლობაში შეიქმნა რამოდენიმე პრაქტიკაში დანერგილი მეთოდი, რომლებსაც კრებსითად **სეისმოიზოლაცია** ეწოდა.

სეისმოიზოლაციური სისტემები ფართოდ გამოიყენება იაპონიაში, აშშ-ში, ახალ ზელანდიაში, ევროპის ბევრ ქვეყანაში, ჩვენს მეზობელ ქვეყნებში. ყველგან ჩვენი ქვეყნის გარდა.

სეისმოიზოლაცია არის ნაგებობათა დაცვის სტრატეგია, რომელიც ფართოდაა ცნობილი, როგორც “ვიბრაციის პასიური კონტროლი”.

ასამდე სეისმოიზოლაციის სისტემის პატენტია მსოფლიოში, გამოიყენება, როგორც საზოგადოებრივ, ისე სამრეწველო ნაგებობებში, ხიდებში, გუმბათებში და ა.შ.

ამ სისტემის ერთერთი დადებითი მახასიათებელია ის, რომ მიწისძვრის დროს ნარჩუნდება შენობაში არსებული არამზიდი ელემენტები.

ჩვენი რეკომენდაციაა საწყის ეტაპზე საქართველოში გამოყენებული იქნას სეისმოდაცვის შეკუმშვის საყრდენები, რომლებიც წარმოადგენენ რეზინოლითონის და რეზინოპლასტიკურ ელემენტებს.

ასეთი საყრდენები საგრძნობლად ზრდის რხევის ჩახშობას და თითქმის 2-ჯერ ამცირებს შენობის რეაქციას სეისმური ზემოქმედების დროს და ასევე 2-ჯერ მცირდება რხევის ძირითადი პერიოდი.

მათი გამოყენება შესაძლებელია როგორც ახალი მშენებლობის დროს, ისე უკვე აშენებული შენობის უსაფრთხოებისათვის.

3. მესამე სისტემა ეს მიწისძვრების წინასწარმეტყველების სისტემაა, რომელიც დაფუძნებულია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების მოდელზე.

იმისათვის, რომ დავაფიქსიროთ კონტინენტების ურთიერთგადაადგილება და ამ დროს მათი ელექტრომაგნიტური გამოსხივება, მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში იქმნება სპეციალური სადგურები.

ამ დანადგარების ავტორთა განცხადებით მათი რეგისტრატორები და ტროპატენები წარმატებით მუშაობენ და დადებით შედეგებსაც ამჟღავნებენ.

4. უნდა ვუზრუნველყოთ სამშენებლო ნორმების და წესების –“სეისმომდეგი მშენებლობა” (პნ 01.01-09) გაკორექტირება და “ევროკოდი 8”-ს “სეისმომდეგი კონსტრუქციების დაპროექტების” ქართული ვერსიის დროული დანერგვა.

გათვალისწინებული იქნას ახალ მშენებლობაში სეისმოზოლოგიური ელემენტების აუცილებელი გამოყენება.

აუცილებლად გამოყენებული იქნას აგრეთვე უკვე ექსპლუატაციაში მყოფი საბავშვო ბაღების, სკოლების, საავადმყოფოების, პოლიციის და ადმინისტრაციული შენობების, წყალსადენის, სახანძრო დაცვის და ანალოგიური ნაგებობების სეისმოზოლოგიურ საყრდენებზე გადაყვანა.

5. შენობების დაპროექტების დროს გამოყენებული იქნას კარკასულ ნაგებობებში კოლონა+რიგელების ცენტრალური ზონების გაძლიერება საავტორო მოწმობის შესაბამისად -04-2 სერიის ანალოგიურად.

6. განახლდეს მუშაობა ანტისეისმური ღონისძიებების სამეცნიერო კვლევის დარგში. მხედველობაში მიღებული იქნას, რომ ბოლო 15 წლის განმავლობაში საქართველოში შეწყდა ასეთი ინსტიტუტების ფუნქციონირება და შესაბამისად მეცნიერული კვლევები.

7. აღდგეს სამეცნიერო-ექსპერიმენტალური ბაზები სეისმომდეგი მშენებლობის ექსპერიმენტებისა და ნაგებობათა მდგრადი განვითარებისათვის.

8. სეისმოლოგების სამარ

თლიანი განცხადებით ადამიანები იღუპებიან არა მიწისძვრის მოვლენისაგან, არამედ მიწისძვრის შედეგად დანგრეული, ჩამონგრეული შენობებისაგან.

ლიტერატურა

1. ბედიავილი მ.- „საქართველოში სეისმოზოლოგიის სისტემის დანერგვისათვის“. „მშენებლობა“ სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი №4(31) თბილისი 2013 წ. 39-45 გვ.
2. ბედიავილი მ. „სამოქალაქო ნაგებობათა ანტისეისმური ღონისძიებები (დაზიანებული ნაგებობების აღდგენა-გამაგრების მაგალითები). ნაშრომი დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 2016. საქართველოს პარლამენტის ეროვნული ბიბლიოთეკა <http://dspacrnplg.gov.ge/hano>.
3. Sokhadze A, Bediasvili M, – “Improvement of buildings seismic resistance by application of application of seismic insulation”. International Conference - Seismic-2014. “Seismic resistance and rehabilitation of buildings” transactions 29-30 May 2014. Tbilisi, Georgia, Publishing house “Universal” Tbilisi 2014. pp. 49-57
4. კაჭახიძე მ, კაჭახიძე ნ, კალაძე თ. ”ლითოსფერო-ატმოსფერო-იონოსფეროს ბმული მოდელი” - საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულთა სახ. ქართული უნივერსიტეტი” თბილისი 2015 წ.
5. საკანდელიძე ა. – ”მიწისძვრების 3-7 დღით ადრე პროგნოზირება უკვე შესაძლებელია” გაზ. ”ასავალ-დასავალი” 2014 წ. 24-30 ნოემბერი №47.

6. „...»...»... 2015. -555 .
7. „...»... 15 2007. -11-15 .
8. ცხველაძე რ., ჯანყარაშვილი დ., ტაბატაძე დ. შენობა-ნაგებობების საესმომედევობა და ანტისეისმური ღონისძიებები. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2013. -123 გვ.
9. კობიძე გ. ყურაშვილი მ. ნაგებობათა სეისმომედევობა. თბილისი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 1995. -140 გვ.
10. ზავრიევი კ., ქარცივაძე გ. და სხვა „სეისმომედევი ნაგებობების საფუძვლები“, „განათლება“, თბილისი-1979, -237 გვ.
11. „...» 1979. -237 .
12. „...» - „...» - . 2002. – 332ს.
13. „...» 1996. - 442 .
14. Кипиани Г. ”Устойчивость и колебания панелей при сейсмических воздействиях” - Материалы конференции "Качество и надежность строительных материалов и конструкии в сейсмостойком строительстве". Батуми. 1988. Тбилиси. Мецниереба с.15-16.
15. „...» // . 1990. -57-63 .
16. „...» . 1994. -2ც. . " .67.11.03" . 668-94.
17. Kipiani G. Definition of critical loading on three-layered plate with cuts by transition from static problem to stability problem//Contemporary Problems in Architecture and Construction. Selected peer reviewed papers the 6Th International Conference on Contemporary Problems of Architecture and Construction, June 24-27, 2014, Ostrava, Czesh Republic. Edited by Darja Kubeckova. Trans Tech. publications LTD, Switzerland, 2014, pp. 143-150.
18. Kipiani G. Kalabegashvili M., Tabatadze D. Study of tower buildings caused by ground displacement with taking into account the physical nonlinearity of material.// International Conference Seismics 2014 “ Seismic Resistance and rehabilitation of buildings”, transactions 29-30 May 2014. Tbilisi, Georgia, publishing House “Universal”, Tbilisi, 2014. pp 49-57.
19. „...» 1978.-246 .
20. „...» 15 2007. .11-15
21. Журнал "Сейсмостойкое строительство" Безопасность сооружений. 2016 г. №5, стр. 9. Томск (Россия).
22. გაბრიჩიძე გ. ”იტალიის მიწისძვრა და ჩვენ” გაზ. ”საქართველოს რესპუბლიკა” 2016 წ. 15 სექტემბერი №172.
23. სეხნიაშვილი ე. როგორ გავაუსაფრთოთ მიწისძვრის ქმედება. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. საქართველოს ურბანიზაციისა და მშენებლობის სამინისტრო. თბილისი: მეცნიერება, 1992.
24. Kipiani Gela, Tadia Mikheil, Paresishvili Akaki, Chachkhiani Nodar, Sulashvili Vazha. Seismic impact and antiseismic measures of buildings// 15th Internatio0nal Conference Modelling in Mehcanics 2017. Proceedings of extended Abstractsw. VSB-Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering. Ostrava, Szech Republic. 2017. pp. 17-18.

ასაკის ბავლენა ბეტონის გაჯირჯვებაზე

ა. საყვარელიძე

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

რეზიუმე: გამოკვლეულია სხვადასხვა ასაკის $t_0=14,28,60$ დღის ბეტონის გაჯირჯვების საკითხები. დადგენილია ყველა ასაკის ბეტონის გაჯირჯვების დეფორმაციები ნიმუშების სხვადასხვა ინტენსივობით დანეტიანების დროს გარემოს ფარდობითი ტენიანობის ზღვრებში 1000%. ნახვენებია, რომ ბეტონის დატენიანებისას მასალის ტენშემცველობა არ არის დამოკიდებული ასაკზე გამოთვლილია ყველა ასაკის ბეტონის წრფივი გაჯირჯვების კოეფიციენტის მნიშვნელობა.

პირველად არის დადგენილი გაჯირჯვებაზე ბეტონის ასაკის გავლენის კანონი და შემუშავებულია ამ კანონის ამსახველი გამოსაულებები, ხარისხობრივი ფუნქციების გამოყენებით.

ფორმულებით გამოთვლილი დეფორმაციები კარგი სიზუსტით ასახავენ გაჯირჯვების ექსპერიმენტალურ მონაცემებს.

საკვანძო სიტყვები: ბეტონი, ასაკი, ტენშემცველობა, გაჯირჯვება, წრფივი, კოეფიციენტი, სორბცია, ფარდობითი ტენიანობა, მოდული, კანონი, ფუნქცია, ექსპერიმენტი.

1. შესავალი

გაჯირჯვების საკითხების გამოკვლევის ექსპერიმენტებში გამოიყენებოდა სხვადასხვა ასაკის ($t_0=14,28,60$ და 180 დღე) ნიმუშები-ცილინდრები დიამეტრით 70 და სიგრძით 70 და 300 მმ. აღნიშნული ასაკის მიღწევამდე ნიმუშები ინახებოდა „სტანდარტულ“ პირობებში: გარემოს ფარდობითი ტენიანობა $\varphi=100\%$, ჰაერის ტემპერატურა $T=20\pm 1^\circ C$. ასეთ პირობებში ყველა ასაკის ნიმუშების ტენშემცველობა იყო ერთნაირი $W=4,6\%$ (მასის მიხედვით). გამოცდების დაწყების წინ ხდებოდა ყველა ასაკის ნიმუშების გამოშრობა მუდმივ წონამდე $W=0\%$ (მასის მიხედვით).

ექსპერიმენტებში ნიმუშები $W=0\%$ -ით თავსდებოდა კამერებში გარემოს ფარდობითი ტენიანობით 70 და 100%. ასეთ პირობებში ნიმუშები განიცდიან დატენიანების (გვერდითი ზედაპირიდან) სხვადასხვა ინტენსივობით. 70 მმ სიგრძის ნიმუშების ბოლოები იზოლირებულია და რეალიზდება უსასრულო ცილინდრის ამოცანა, მესამე რიგის სასაზღვრო პირობებში. /1,2,3,4/ ბეტონის ტექნოლოგიური პარამეტრები /1,4/-ში. ჩატარებულია ექსპერიმენტების 2 სერია. I-ში ნიმუშების დატენიანებისას ხდება მათი პერიოდული აწონვა, იმ დრომდე სანამ არ მიიღწევა ნიმუშსა და გარემოს შორის ტენიანი წონასწორობის მდგომარეობა, როდესაც ტენის გაცვლა გარემოსა და ნიმუშს შორის აღარ ხდება. ამ დროიდან გამოკვლეულ დიაპაზონებში (70 და 100%) ნიმუშების წონა რჩებოდა მუდმივი. წონითი ექსპერიმენტები გრძელდებოდა 300 დღე. დადგინდა, რომ აღნიშნულ ფარდობითი ტენიანობის გარემოში ნიმუშები ტენიანი წონასწორობის პირობას აღწევდნენ 180 დღეში. დანარჩენი 120 დღის განმავლობაში ნიმუშების მიღწეული წონა არ იცვლებოდა.

ექსპერიმენტების II სერიაში ანალოგიური ფარდობითი ტენიანობის კამერებში ყველა ასაკის ნიმუშები განიცდიდნენ გაჯირჯვებას. გაჯირჯვების დეფორმაციები, ზღვრულ მნიშვნელობებს აღწევდნენ 180 დღეში.

2.პირითადი ნაწილი

გამოცდების წინა ყველა ასაკის ნიმუშები შრებოდა მუდმივ წონამდე ($W=0\%$) გამოსაშრობ კამერაში 105°C დროს /1/ შემდეგ ნიმუშები გამოიცდებოდა 70 და 100% ფარდობითი ტენიანობის პირველ სერიაში ფიქსირდებოდა დროში ნიმუშების წონის ცვლილება (წონითი ექსპერიმენტები), ხოლო II სერიაში ხდებოდა ნიმუშების გაჯირჯვების დეფორმაციის გაზომვა.

ცდებით დადგენილია:

სორბაციის დროს ყველა ასაკის ნიმუშების ტენშემცველობა შესაბამის ფარდობითი ტენიანობის გარემოში იყო ერთნაირი. ე.ი. ბეტონის ტენშემცველობა (სორბციის დროს) არ არის დამოკიდებული ასაკზე; ნიმუშების გაჯირჯვების დეფორმაციები ორივე ფარდობითი ტენიანობის გარემოში აღწევენ შესაბამის ზღვრულ მნიშვნელობებს 180 დღეში. $t_0=14,28,60$ და 180 დღის ასაკის ბეტონის გაჯირჯვების დეფორმაციების ზღვრული მნიშვნელობები 180 დღის ბოლოს, მასალის ტენშემცველობა ცდების დასაწყისში, ცდის ბოლოს, კამერაში გარემოს ფარდობითი ტენიანობა $t-t_0=180$ დღის განმავლობაში მოცემულია ცხრილში 1.

სხვადასხვა ასაკის ბეტონის ტენშემცველობა და გაჯირჯვების ზღვრული მნიშვნელობები 180 დღეში ცხრილი 1

ნიმუშების ტენშემცველობა W%		გარემოს ფარდობითი ტენიანობა φ%	ბეტონი			
ცდის დასაწყისში $t-t_0=0$	ცდის ბოლოს $t-t_0=180$	ექსპერიმენტის პროცესში $0 < t-t_0=180$ დღე	ასაკი t_0			
			14	28	60	180
			გაჯირჯვების დეფორმაცია, $\epsilon_M \cdot 10^{-6}$ $t-t_0=18$ დღე			
0	0	0	0	0	0	0
0	2,4	70	100	91	80	71
0	3,7	100	122	110	101	85

ცხრილი 1-ის მონაცემებით ბეტონის გაჯირჯვების მის ტენშემცველობაზე დამოკიდებულების $\epsilon_M \sim W$ აგებით და გრაფიკების ანალიზით დავრწმუნდებით, რომ გარემოს ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონში $0 \div 100\%$, ანუ ბეტონის ტენშემცველობის დიაპაზონში $0 \div 3,7\%$ (მასის მიხედვით), ტენის სორბციის დროს გაჯირჯვების ზღვრული დეფორმაციები კარგად აპროქსიმირდება წრფივი გაჯირჯვების ერთი კოეფიციენტით

$$\epsilon_H(t_0) = \beta_H(t_0)(W - W_0) \quad (1)$$

სადაც $\epsilon_H(t_0)$ – ნებისმიერი ასაკის ბეტონის გაჯირჯვების ზღვრული დეფორმაცია;

$\beta_H(t_0)$ – სხვადასხვა ასაკის მასალის წრფივი გაჯირჯვების კოეფიციენტი;

W_0 – მასალის ტენშემცველობა ცდების დასაწყისში $W=W_0=0\%$ (მასის მიხედვით);

W – მასალის ტენშემცველობა დიაპაზონში. $0 \leq W \leq 3,7\%$ (მასის მიხედვით)

ანუ გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $0 \div 100\%$.

ფორმულა (1) ცხრილი 1 მონაცემებზე დაყრდნობით, უმცირეს კვადრტთა მეთოდით ვანგარიშობთ სხვადასხვა t_0 ასაკის ბეტონის წრფივი გაჯირჯვების კოეფიციენტების მნიშვნელობებს.

სხვადასხვა t_0 ასაკის ბეტონის წრფივი გაჯირჯვების კოეფიციენტების სიდიდეები მოყვანილია ცხრილი 2.

წრფივი გაჯირჯვების კოეფიციენტების $\beta_H(t_0)$ მნიშვნელობები ცხრილი 2

კოეფიციენტი $\beta_H(t_0) \cdot 10^{-2}$	ბეტონი			
	ასაკი t_0			
	14	28	60	180
$\beta_H(t_0)$	0,37	0,33	0,3	0,26

ცხრილი 2 მონაცემების ჩასმით ფორმულაში (1) გამოვითვლით $\epsilon_H(t_0)$ -ის თეორიულ მნიშვნელობებს. დამოკიდებულების $\epsilon_H(t_0) \sim W$ აგებით დავრწმუნდებით, რომ თეორიული გრაფიკები კარგი სიზუსტით ასახავენ თეოთეული ასაკის ბეტონის ექსპერიმენტალურ მონაცემებს.

ცხრილი 2-ის მონაცემების აგებით ორმაგ ლოგარითმულ სკალაში $lg\beta_H \sim lgt_0$ დავრწმუნდებით, რომ დამოკიდებულება $lg\beta_H \sim lgt_0$ წრფივია კარგი სიზუსტით. β_H კოეფიციენტების $t_0=14,28,60$ და 180 დღეზე შესაბამისი ხარისხობრივი დამოკიდებულებების პარამეტრები განისაზღვრება ფორმულით

$$\beta_H(t_0) = \beta_H(t_0) \left[\frac{t_{CT}}{t_0} \right]^\alpha \quad (2)$$

უმცირეს კვადრატთა მეთოდით მიღებული გამოსახულებების შეტანით (1)-ში მივიღებთ:

$0 \div 100$ გარემოს ფარდობითი ტენიანობის ზღვრებში ანუ მასალის ტენშემცველობის ზღვრებში $0 = W_0 \leq W \leq W_{cp} \leq 3,7\%$

$$\beta_H(t_0) = \beta_H(t_{CT}) \left[\frac{t_{CT}}{t_0} \right]^\alpha (W - W_0) \quad (3)$$

ამ ფორმულაში (2) და (3) t_{CT} არის ნიმუშების ასაკი, რომელიც მიღებულია სტანდარულად. ჩვენ შემთხვევაში სტანდარტულად მიღებულია ასაკი $t_0=28$ დღე.

გამოთვლებით დადგინდია მასალის გაჯირჯვების ხარისხის მაჩვენებელი α . ხარისხის მაჩვენებელი ჩვენს შემთხვევაში უდრის $\alpha=0,12$.

3. დასკვნა

გამოკლეულია სხვადასხვა ბეტონის გაჯირჯვების საკითხები. ნაჩვენებია, რომ სორბცის დროს ასაკს გავლენა არა აქვს ბეტონის ტენშემცველობაზე. განსაზღვრულია სხვადასხვა ასაკის ($t_0=14,28,60$ და 180 დღის) ბეტონის წრფივი გაჯირჯვების კოეფიციენტები.

დადგინდია ბეტონის წრფივი გაჯირჯვების კოეფიციენტის, მასალის ასაკზე დამოკიდებულების კანონი. შემუშავებულია კანონის ამსახველი ახალი ტიპის გამოსახულება, ხარისხობრივი ფუნქციის გამოყენებით.

პირველად არის შემუშავებული ბეტონის გაჯირჯვების უნივერსალური მოდელი, რომელიც მაღალი სიზუსტით ასახავს სხვადასხვა ასაკის კომპოზიტის გაჯირჯვების პროცესებს გარემოს ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონზე $0 \div 100\%$.

ლიტერატურა

6. . . . , 1998, . 131
7. . . . « » 1964, . 517
8. . . . « » , 1968, . 471
9. ა. საყვარელიძე. ბეტონის ტენგამტარობის პარამეტრების განსაზღვრა. თბილისი, “ჰიდროინჟინერია” №1(5), 2008წ. გვ. 100-108

საავტომობილო გზების დაცვა ღვარცოფული ნაკადებისგან

ლ. ჯანაშია, ი. მიქაგა და ვ. კონია

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

რეზიუმე: სტატია ეხება ერთ-ერთ ბუნებრივ მოვლენას, კერძოდ ღვარცოფულ ნაკადებს და მისგან საავტომობილო გზების დაცვას. აღნიშნული საკითხების გადაწყვეტა, კერძოდ ღვარცოფების რეგულირების და მათ წინააღმდეგ ბძოლის ახალი მეთოდების დამუშავება არის საგზაო მშენებლობის ერთ-ერთი აქტიური პრობლემა. კვლევის მიზანს წარმოადგენს ღვარცოფული ნაკადებისგან საგზაო ქსელის დაცვასთან დაკავშირებული პრობლემების გადაწყვეტას. ნახვენებია საქართველოში ღვარცოფების წარმოშობის პოტენციური და არსებული ადგილები. შემოთავაზებულია ღვარცოფული ნაკადებისგან საგზაო ვაკისის და მისი ხელოვნური ნაგებობების დაცვის აქტიური და პასიური მეთოდები, მათი შესაბამისი საშუალებები.

საკვანძო სიტყვები: ღვარცოფული ნაკადი, ნიაღვარი, ფორმირება, საარეგულაციო ნაგებობების პროექტირება და სხვა.

1. შესავალი

საქართველოს ტერიტორიაზე გავრცელებული ბუნებრივი კატასტროფებიდან ერთ-ერთი ძირითადი ყურადღების ობიექტია ღვარცოფები, რომლებსაც ადგილი აქვს თითქმის ყველა მთის და მთისწინა რეგიონში. ღვარცოფები დიდ ზიანს აყენებენ როგორც საავტომობილო გზებს, ასევე ქვეყნის ეკონომიკას.

ღვარცოფი (სელი) ეწოდება ქვატალახიან ნიაღვარულ ნაკადს, რომელიც წარმოიქმნება მდინარის მაღალმთიან აუზში. ღვარცოფის წარმოშობის მიზეზი შეიძლება იყოს: თავსხმა წვიმები, მაღალმთიან ხეობებში ტექტონიკური პროცესების შედეგად შექმნილი ტბების უეცარი დაცლა, მთის მდინარეში შექმნილი ხერგილის გარღვევა. უკანასკნელი ორი მიზეზით ღვარცოფის წარმოშობა შედარებით იშვიათად ხდება. ამავე დროს ასეთი ღვარცოფის პროგნოზი ძალიან ძნელია. პირველი ორი მიზეზიდან უდიდეს ხიფათს იწვევს თავსხმა წვიმები.

კავკასიაში, კერძოდ საქართველოში, გლობალური დათბობის და მაღალი ენერგეტიკული კლასის ტექტონიკურმა პროცესებმა მნიშვნელოვნად გაართულა მაღალმთიანი ზონების გრავიტაციული მდგომარეობა. ღვარცოფის მაფორმირებელ კერებში დაგროვდა დიდი რაოდენობის მყარი მასალა, რომელიც მზადაა გააქტიურებისთვის. განსაკუთრებით მძიმე ვითარებაა კახეთის რეგიონში, მდინარე დურუჯის სათავეებში, სადაც ინტენსიური ეგზოგენური პროცესების შედეგად დაგროვდა მილიონობით კუბური მეტრი კლდოვანი ქანების ნაშალი. ხეობაში პერიოდულად ვითარდება დამანგრეველი ძალის ღვარცოფული პროცესები, რაც საშიშროებას უქმნის ქალაქ ყვარელს და მიმდებარე ტერიტორიებს.

საქართველო მთაგორიანი ქვეყანაა მისი 80%-ი ღრმა ხეობებით და მაღალი მთებით არის წარმოდგენილი. საავტომობილო გზების ქსელი შეადგენს 20000 კმ-ს. და ფარავს ქვეყნის მთელ ტერიტორიის ყოველ 1000 კმ²-ს დაახლოებით 300 კმ-ს. სიგრძის გზების ქსელით. აქედან საერთაშორისო მნიშვნელობის საავტომობილო გზა 1445 კმ-ია, ხოლო შიდა სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის საავტომობილო გზა 5446 კმ. (რუკა 1). საგზაო ქსელის დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის პრობლემები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთიმეორისგან რეგიონების მიხედვით, რაც გამოწვეულია ბუნებრივი პირობების (რელიეფი, გეოლოგია, კლიმატი, მცენარეული საფარი და ა. შ.) სხვადასხვაობით.

დასავლეთ საქართველოს ტერიტორია ჭარბტენიანია. მისი კლიმატი ხასიათდება ხშირი, მცირე ინტენსივობის ხანგძლივი წვიმებით, რაც რთულ რელიეფთან და თიხნარ ნიადაგებთან ქმნის რიგ პრობლემებს. მათ შორის საგზაო ინფრასტრუქტურისთვის ერთ-ერთი ძირითადი პრობლემაა მიწის ვაკისის ფერდობების მდგრადობის შენარჩუნება და მეწყერებისგან დაცვა.



რუკა 1. საქართველოს საავტომობილო გზები

აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიის უმეტესი ნაწილი არასაკმარისი ტენიანობით გამოირჩევა. წლის განმავლობაში ძლიერი წვიმებია გაზაფხულსა და შემოდგომაზე, სხვა დროს კი სიმშრალეა. ხეობათა ფერდობების დიდი დახრილობა, შედარებით ღარიბული მცენარეული საფარი და ხეების ფსკერის დიდი გრძივი ქანობები, აგრეთვე თიხნარი გრუნტები კაჭარის ჩანართებით, ინტენსიური ხანმოკლე წვიმების შემდეგ წარმოქმნის ღვარცოფულ ნაკადებს, რომლებიც დიდ საფრთხეს უქმნიან არსებულ სანტრანსპორტო ინფრასტრუქტურას და მათ შორის პირველ რიგში საგზაო ვაკისს და წყალ გადამშვებ ნაგებობებს.

ცოდნის თანამედროვე დონეზე და კვლევის არსებული მეთოდების ანალიზით ღვარცოფთა კერების ჩამოყალიბების და გამოტანის კონუსზე გაჩერების მახასიათებლების შეფასებისა და მისი ზღვრული კრიტიკული მაჩვენებლების დადგენა და დაზუსტება თანამედროვე პირობებშიც არ კარგავს თავის აქტუალურ მნიშვნელობას.

ბუნებაში ღვარცოფთა მრავალი სახეობა არსებობს, რომელთა ჩამოყალიბება სპეციფიკურ, ძირითდ კერებში ხდება, ეს მისი შემადგენელი კომპონენტების ურთიერთ თანაფარდობის კვლევიდან დასტურდება, აღნიშნულიდან გამომდინარე ღვარცოფის სპეციფიკური ბუნება, ე.ი. დაძვრის, მოძრაობის გაჩერების პირობების შეფასება მისი ტანის ფიზიკურ-მექანიკური, რეოლოგიური სხვა მახასიათებლების ცვლილების კანონზომიერებათა შესწავლის საფუძველზე უნდა განხორციელდეს.

ღვარცოფული მოვლენები - არის პროცესთა ისეთი ერთობლიობა, რომლებიც მჭიდროდაა დაკავშირებული ღვარცოფის ფორმირებასთან, მოძრაობასთან, მის დამანგრეველი ზემოქმედებასთან, ტრანსფორმაციასთან და მყარი ნატანის დალექვასთან.

ღვარცოფსაწინააღმდეგო ღონისძიებათა პროექტირებისა და რიგი საინჟინრო საკითხების გადაწყვეტაში მიზანშეწონილია ქართველი მეცნიერების მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგების უფრო ფართო გამოყენება. მათ მიერ დადგენილი იქნა ღვარცოფთა სახეების სასაზღვრო პირობები და შეფასების რიგი კრიტერიუმები, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ პროცესის შეფასება ჯერ კიდევ სრულად არ არის წარმოდგენილი მოვლენების მრავალფაქტორიანობისა და კვლევის სიღარიბის გამო.

ფაქტორთა შორის ღვარცოფთა ფორმირებაში თავსება წვიმებს განსაკუთრებული ადგილი უკავია, ხოლო პროცენტულად შემდეგი ადგილები ეკუთვნის თანამიმდევრულად: წვიმებს და თოვლის დნობას, ან თოვლის მასების ჩამოზავებას, მყინვარებს და ბუნებრივი ან ხელოვნური წყალსაცავების გარღვევას.

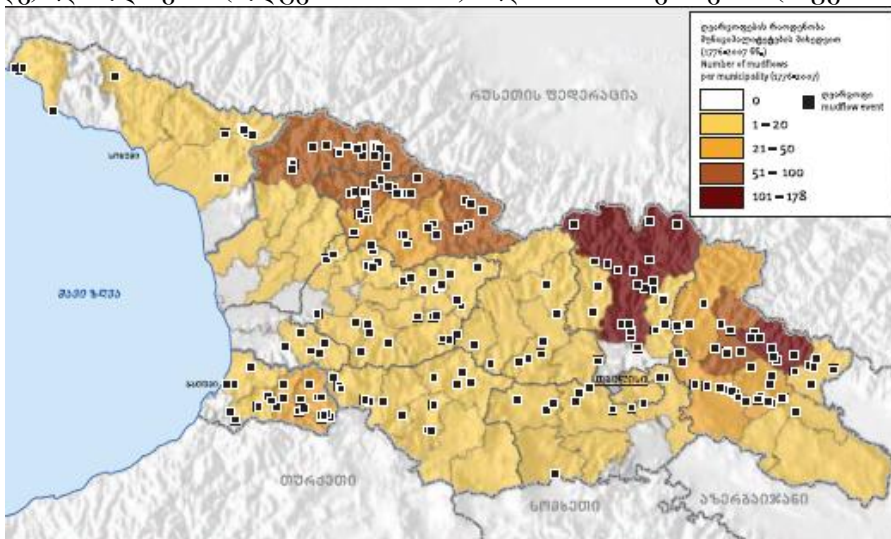
საქართველოში გამოტანის კონტურზე გამოტანილი მყარი მასის მოცულობის მიხედვით გამოირჩევა მდინარეების: ღურუჯის, ლაჯანურის, არაგვის და თერგის აუზების ღვარცოფწარმომქმნელ კერებში ფორმირებული ნაკადები.

საინჟინრო თვალსაზრისით ღვარცოფსადინართა კალაპოტების მდგრადობა და სარეგულაციო ნაგებობათა პროექტირება ისეთი კრიტერიუმების გათვალისწინებას საჭიროებს, როდესაც არ ხდება ნაკადის სტრუქტურის ცვლილება და მდგრადობის კოეფიციენტის ნორმატივებიდან გამოსვლა. პირობის დარღვევის შემთხვევაში და მათი სადინარის ღიობების ზომების არასწორად დანიშვნის შემთხვევაში მოსალოდნელია ხერგილების წარმოქმნა და ეკოლოგიური სტაბილურობის დარღვევა.

ღვარცოფი იმდენად რთულია და ისეთი გამოვლენები გააჩნია, რომ აუცილებელი ხდება მათი მონიტორინგი და სარისკო სიტუაციების ახალი მონაცემებით შევსება. ღვარცოფული მოვლენების შედეგად დაფიქსირებულია საავტომობილო გზების გადაკვეთის და ხელოვნური ნაგებობების ნგრევის მრავალი შემთხვევა. ღვარცოფული კერები და მასში დაგროვილი ღვარცოფწარმომქმნელი მასის ზღვრული წონასწორობის დარღვევა გამოტანის კონტურზე, წარმოადგენს სატრანზიტო უბანზე განლაგებულ საავტომობილო გზების მწყობრიდან გამოსვლის ერთ-ერთ პოტენციურ საშიშროებას.

უკანასკნელ წლებში მკვეთრად გაუარესდა გარემოს დინამიკური წონასწორობის პირობები, რაც გამოწვეულია რიგი სუბიექტური და ობიექტური ფაქტორებით. ეგზოდინამიკური პროცესების შედეგად, მსოფლიო მასშტაბით, განსაკუთრებით კრიზისული სიტუაციაა შექმნილი მთიან რეგიონებში, სადაც გარემოს ლანდშაპტური პირობები ხელს უწყობს სტიქიური პროცესის-ღვარცოფების განვითარებას.

საქართველოს ღვარცოფული რაიონებია: კოდორი-ბზიფის, ენგური-ხობის, რიონის, ყვირილა-ძირულას, აჭარა-გურიის (ჭოროხი-სუფსის), თერგი-არღუნის, ლიახვის, არაგვის, ცივ-გომბორის (იორის), ალაზანის, ჯავახეთის, მესხეთის (მტკვრის-ზედა ბორჯომამდე), შიდა ქართლის (მტკვრის მარჯვენა ნაპირი თბილისამდე) და ლოქის (ალგეთი-ხრამის) მდინარის ხეობები. (რუკა 2.).



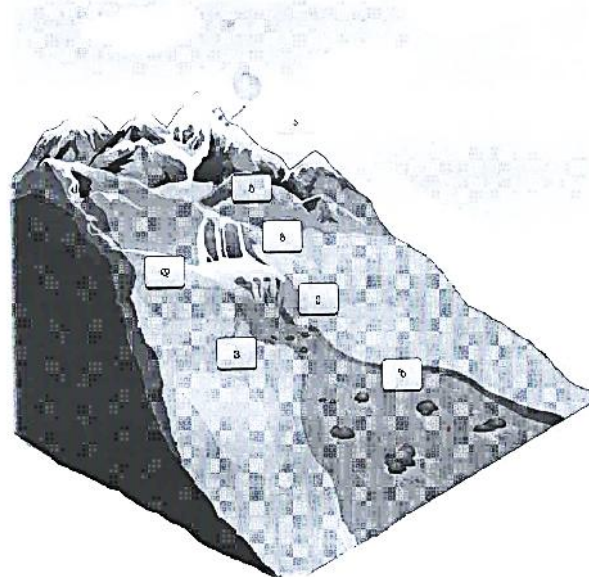
რუკა 2. ღვარცოფის წარმოშობის პოტენციური ადგილები საქართველოში

აქედან გამომდინარე, ეროზიულ-დვარცოფულ მოვლენებთან ბოლოა ჩვენი ქვეყნისთვის უმნიშვნელოვანეს პრობლემას წარმოადგენს.

2. დვარცოფის წარმომშობი ფაქტორები

დვარცოფული გამოტანის კუმულაციური მრუდის ანალიზი ადასტურებს, რომ ისინი წყლის მილიმეტრიანი და მასზე ნაკლები მყარი ნაწილაკების და ქვის ჩანართის ნარევით შექმნილ მრავალკომპონენტთან გარემოს წარმოადგენს. იგი არ წარმოადგენს წყლის ნაკადით ტრანსპორტირებულ მყარ დანალექს და მათი ჩამოყალიბება დვარცოფწარმოქმნელ კერებში ხდება სიმძლავრის მიხედვით. დვარცოფები გარემოს ეკოლოგიური სტაბილურობისათვის ერთ-ერთ საშიშ ბუნებრივ სტიქიას წარმოადგენს.

დვარცოფთა ფორმირების ფაქტორთა შორის თავსხმა წვიმებს განსაკუთრებული ადგილი უკავია, ხოლო პროცენტულად შემდეგი ადგილი თანმიმდევრულად წვიმებს, თოვლის დნობას, მიწის ან თოვლის ჩამოზავებას, მყინვარის და ბუნებრივი ხერგილების ან ხელოვნური წყალსაცავების გარღვევას ეკუთვნის მაგალითად (სურათი 1.) ნაჩვენებია მყინვარის დნობისგან გამოწვეული დვარცოფი.



სურათი 1. ნაჩვენებია მყინვარის დნობისგან გამოწვეული დვარცოფი ა) მზის სხივების ინტენსიური ზემოქმედებით დნება მყინვარი; ბ) მილიონობით ტონა წყალი აკუმულირდება მთის კალთებში; გ) წარმოიქმნება ტბა ზღვის დონიდან 3000-3500 მ, რომელიც გადმოედინება ნაპირისკენ; დ) წყალი მიედინება ქვემოთ ქანობზე, ავსებს ნაპრალებს და ბზარებს, შემდეგ კი იწყებს ზედაპირზე დინებას; ე), ვ), ზ) პირველად მოძრაობაში მოდიან გრუნტის მცირე ზომის ნაწილაკები, შემდეგ კენჭი და ღორღი, სულ ბოლოს ქვები და კაჭარები.

3. დასკვნა

დვარცოფის საანგარიშო ხარჯის დადგენისთვის აუცილებელია ფერდობებზე არსებული გრუნტების ფიზიკო-მექანიკური თვისებებისა და რელიეფის კონკრეტულ მახასიათებელთა გათვალისწინება საინჟინრო კვლევა-ძიების მეთოდების გამოყენებით.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია დვარცოფთან ბრძოლის მეთოდებისა და საშუალებების ორ ჯგუფად, აქტიურ და პასიურ სახეობად დაყოფა. აქტიურ ჯგუფს მიეკუთვნება ღონისძიებები, რომელთა წინასწარი განხორციელება

აუცილებელია და რის შედეგადაც მცირდება ღვარცოფის წარმოქმნის საშიშროება. ესენია: ფერდობების დატერასება, მათი ქანობების შემცირების მიზნით, ფერდობებზე ფესვთა მძლავრი სისტემის მქონე მრავალწლიანი მცენარეების გაშენება, ბუჩქნარის და ერთწლიანი ბალახების გაშენება, ხეების დახრამვის განვითარების საწინააღმდეგო ღონისძიებების ჩატარება, მაგ. წყალშემკრები ხაზის პერპენდიკულარული ბარაჟების დაყენება ადგილობრივი ქვის მასალების ან ანაკრები რკინაბეტონის ელემენტებისაგან. პასიური ღონისძიებებია მიწის ვაკისისა და ხელოვნური ნაგებობებისათვის დამცავი და სარეგულაციო ნაგებობების აღმართვა, კალაპოტების რეგულარული წმენდა ნარიყი და ნაშალი ქანებისგან და ა.შ.

პასიური ღონისძიებების განხორციელებისთვის აუცილებელია ღვარცოფის ჩამოდინების სიჩქარის, ჩამონადენის ხარჯის, ჩამონატანი მყარი მასის მახასიათებლების წინასწარი განსაზღვრა, რისთვისაც აუცილებელია მათი გაანგარისების მეთოდების სრულყოფა ორი ძირითადი მიმართულებით:

- ღვარცოფების შემქმნელი ფაქტორების მახასიათებელთა ჩამონათვალისა და მათი პარამეტრების შემდგომი დაზუსტება;
- უფრო დახვეწილი მათემატიკური აპარატის და თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამების გამოყენება.

ლიტერატურა

1. О. Г. Натишвили, В. И. Тевзадзе; ОСНОВЫ ДИНАМИКИ СЕЛЕЙ; Академия Наук Институт водного хозяйства; Тбилиси 2007, 213 с.
2. Байнатов Ж.Б., Конструкций селезашитных сооружений и методы их расчета. Из. Алма-Ата-1991 год, 159 с.
3. გ. კიზირია; ხიდები და ნაგებობები გზებზე; თბილისი 1980
4. ი. ყრუაშვილი; ღვარცოფები და მათთან ბძოლის მეთოდები; თბილისი 2014, 337 გ.
5. Церетели Э.Д. – Природно-катастрофические явления и проблема устойчивого развития Грузии и приграничных территорий. Диссертация на соискание ученой степени докт. геогр. Наук, Тбилиси, 2003.
6. Херхеулидзе И.И., Сквозные защитные и регулирующие сооружения на горных условиях. Гидрометеоиздат, 1967, 131с.

**მრავალსართულიანი შენობების შემომფარგლავი კედლების
კონსტრუქციული გადაწყვეტის საკითხისათვის**

შ. ბაქანიძე, ლ. ზამბახიძე, ბ. სურგულაძე, ა. ჩხარჩხალია
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი,
მ. კოსტავას 77)

რეზიუმე: განხილულია მრავალსართულიანი შენობების სხვადასხვა მასალებით შესრულებული, ერთშრიანი და ორშრიანი შემომფარგლავი კედლების სხვადასხვა კონსტრუქციული გადაწყვეტა და შესრულებულია მათი ტექნიკურ-ეკონომიკური კრიტერიუმების ანალიზი.

საკვანძო სიტყვები: მრავალსართულიანი შენობები, შემომფარგლავი კედლები, კონსტრუქციული შრე, თბოსაიზოლაციო შრე, ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა.

1. შესავალი

მრავალსართულიანი შენობების შემომფარგლავი კედლები სრულდება ერთშრიანი ან მრავალშრიანი (უმეტესწილად-ორშრიანი) კონსტრუქციული გადაწყვეტით. ისინი უნდა აკმაყოფილებდნენ კონსტრუქციულ, თბოსაიზოლაციო და ჰიდროსაიზოლაციო მოთხოვნებს. რადგან ჰიდროსაიზოლაციო შრის (მობათქაშება, მოპირკეთება, შეღებვა და სხვ.) სისქე უმნიშვნელოა, ამიტომ ძირითად შრეებად (სისქის თვალსაზრისით) შეიძლება ჩაითვალოს კონსტრუქციული და თბოსაიზოლაციო შრეები.

ერთშრიანი შემომფარგლავი კედლის სისქე მიიღება კონსტრუქციული და თბოტექნიკური გაანგარიშებების შედეგად მიღებული სისქეებიდან მაქსიმალური მნიშვნელობის ტოლი, რის გამოც არარეალიზებული რჩება კედლის მასალის ან კონსტრუქციული, ან თბოტექნიკური მახასიათებლები, რაც იწვევს მასალის გადახარჯვას.

ორშრიან კედლებში ზემოაღნიშნული ხარვეზი აღმოფხვრულია, რადგან თითოეული შრის სისქის დადგენა ხდება ან მხოლოდ კონსტრუქციული, ან მხოლოდ თბოტექნიკური მოთხოვნების საფუძველზე.

კონსტრუქციულ შრეს, როგორც წესი, ასრულებენ მძიმე ბეტონით. რაც შეეხება თბოსაიზოლაციო შრეს, იგი შეიძლება შესრულებულ იქნეს ადგილობრივი მსუბუქშემავსებლიანი (პემზა, ტუფი, წიდა და ა.შ) ბეტონით.

შენობის სართულიანობის მატებასთან ერთად, ცხადია, იზრდება მისი ქვედა სართულების კედლების კონსტრუქციული შრის სისქე, რაც ზრდის მასალების ხარჯს და, აქედან გამომდინარე, იცვლება მთლიანად, კედლის, ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრები.

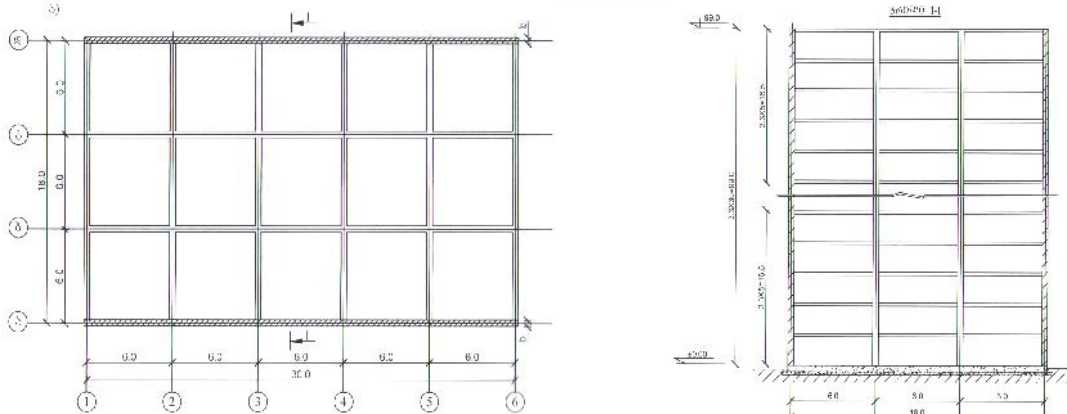
ნაშრომში, კონკრეტულ რიცხვით მაგალითზე, განხილულია მრავალსართულიანი შენობის შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტის ოთხი ვარიანტი [1]:

ერთშრიანი- მძიმე ბეტონით; იგივე- მსუბუქი ბეტონით; იგივე- აგურით (ცხადია, რკინაბეტონის გულარების და სარტყლების გათვალისწინებით) და 2-შრიანი (მზიდი შრე-მძიმე ბეტონით და თბოსაიზოლაციო შრე- მსუბუქი ბეტონით).

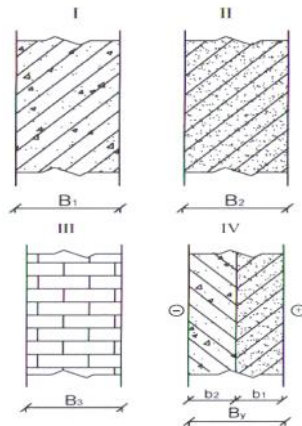
ნაშრომის მიზანია იმის დადგენა, თუ როგორ იცვლება შემომფარგლავი კედლის ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური კრიტერიუმები (მასალატევადობა, შრომატევადობა, თვითღირებულება) კედლის მასალის სახესთან და შენობის სართულიანობის ზრდასთან მიმართებაში.

2. ძირითადი ნაწილი

განხილულია მრავალსართულიანი შენობა ზომებით გეგმაში 18x30 მ, უჯრედოვანი კონსტრუქციული გადაწყვეტით, განივი და გრძივი კედლების ბიჯით 6 მ, სართულების სიმაღლით- 3.3 მ (ნახ.1).



ნახ.1. საკვლევი შენობა: ა) გეგმა; ბ) ჭრილი 1-1 შიგა განივი და გრძივი კედლები, სართულშუა გადახურვები, აგრეთვე ორშრიანი კედლის კონსტრუქციული შრე შესრულებულია მძიმე ბეტონით (B20), ხოლო თბოსაიზოლაციო შრე-მსუბუქი ბეტონით (B7.5). შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტის 4 ვარიანტი მოცემულია ნახაზზე 2.



ნახ. 2 შემომფარგლავი კედლის კონსტრუქციული გადაწყვეტის ვარიანტები: I – ერთშრიანი, მძიმე ბეტონით, II – ერთშრიანი, მსუბუქი ბეტონით, III – ერთშრიანი, აგურით, IV – ორშრიანი

5,10,15,20,25 და 30 სართულიანი შენობების კომპიუტერული სივრცითი გაანგარიშების შედეგად მიღებული კედლების სისქეები მოცემულია ცხრილში 1. ოთხივე ვარიანტისთვის შიგა კედლების სისქეები მიღებულია კონსტრუქციული გაანგარიშებით, ხოლო შემომფარგლავი კედლების-კონსტრუქციული და თბოტექნიკური გაანგარიშების შედეგად მიღებული მაქსიმალური მნიშვნელობის ტოლი, სახელდობრ: I ვარიანტისთვის-თბოტექნიკური გაანგარიშებით, II და III ვარიანტებისთვის-კონსტრუქციული გაანგარიშებით, IV ვარიანტის მზიდი შრე-კონსტრუქციული გაანგარიშებით და თბოსაიზოლაციო შრე-თბოტექნიკური გაანგარიშებით.

შემომფარგლავი კედლების მიღებული სისქეები ვარიანტების და შენობის სართულიანობის მიხედვით. ცხრილი 1.

შენობის სართულიანობა	სართულები	შიგა კედლების სისქე (მძიმე რკინაბეტონი)	შემომფარგლავი კედლების სისქეები ვარიანტების მიხედვით (სმ)									
			I ვარიანტი (მძიმე რკ/ბეტ)		II ვარიანტი (მსუბუქი რკ/ბეტ)		III ვარიანტი (აგური, რკ/ბეტ გულარებით)		IV ვარიანტი (ორშრიანი)			
			მიღებული	საშუალო	მიღებული	საშუალო	მიღებული	საშუალო	მძიმე ბეტონი	მსუბუქი ბეტონი	საერთო	
			მიღებული	საშუალო	მიღებული	საშუალო	მიღებული	საშუალო	მიღებული	საშუალო	მიღებული	საშუალო

5	1-5	16	78	78	20	20	38	38.0	10	10	14	24	24
10	1-5	16	78	78	24	22	38	38.0	10	10	14	24	24
	6-10	16	78		20		38				14	24	
15	1-5	18	78	78	30	24.7	51	42.3	10	10.7	14	26	24.7
	6-10	16	78		24		38				10	24	
	11-15	16	78		20		38				10	24	
20	1-5	22	78	78	38	28.0	51	44.5	10	11.8	14	29	25.8
	6-10	18	78		30		51				12	26	
	11-15	16	78		24		38				10	24	
	16-20	16	78		20		38				10	24	
25	1-5	28	78	78	50	32.4	63	48.2	10	13.0	14	32	27.0
	6-10	22	78		38		51				15	29	
	11-15	18	78		30		51				12	26	
	16-20	16	78		24		38				10	24	
	21-25	16	78		20		38				10	24	
30	1-5	32	78	78	62	37.3	77	55.0	10	14.1	14	36	28.1
	6-10	28	78		50		63				18	32	
	11-15	22	78		38		63				15	29	
	16-20	18	78		30		51				12	26	
	21-25	16	78		24		38				10	24	
	26-30	16	78		20		38				10	24	

კედლების მიღებული სისქეების მიხედვით გაანგარიშებული მასალების ხარჯი 30-სართულიანი შენობის შემომფარგლავი კედლების ვარიანტების მიხედვით იხ. ცხრ.2 (შენობის ფასადების საერთო ფართობია 9504 მ²)

მასალების ხარჯი 30-სართულიანი შენობის შემომფარგლავი კედლებზე ვარიანტების მიხედვით ცხრილი 2.

შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტის ვარიანტები												
I		II		III						IV		
მძიმე ბეტონი B20, მ ³	არმატ. A-III, ტ	მსუბუქი ბეტ. M-50, მ ³	არმატ. A-III, ტ	მძიმე ბეტონი B20, მ ³	არმატურა, ტ		აგური		ცემენტ-კირის ღეულაბი, მ ³	მძიმე ბეტ. მ ³	არმატ. A-III, ტ	მსუბუქი ბეტ. M-50, მ ³
					A-I	A-III	მ ³	ათასი ცალი				
7413,0	141,61	4086,7	87,44	1330,6	4,63	41,64	3896,6	1496	896,7	1378,1	36,78	1330,56

ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები განსაზღვრულია ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვების საფუძველზე (ხარჯთაღრიცხვები NN1+4)-[2,3].

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა N1

მძიმე რკინაბეტონით მოწყობილ შემომფარგლავ კედლებზე (I ვარიანტი).

საფუძველი: ცხრილი 2.

შედგენილია: 2017 წლის I კვარტლის ფასებში.

N	ნორმატივის N და შიფრი	სამუშაოების და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ.	რაოდენობა		ღირებულება, ლარი	
				ნორმ. ერთ.	პროექტით	ერთეულზე	სულ
1	2	3	4	5	6	7	8

-

«

»

1	6-14-11	მონოლითური რკინაბეტონის კედლების მოწყობა B20 კლასის ბეტონით	100 მ ³	-	74,13	-	1322392,9
		-შრომის დანახარჯები	კაც.სთ.	446	33062	4,6	152085,2
		-მანქანები	მან	77	5708	3,2	18265,6
	თ.1,1; პ.12	-არმატურა A-III	ტ	-	141,61	1272,0	180127,9
	თ.4,1; პ.332	-ბეტონი B20	მ ³	101,5	7524,2	108,0	812613,6
	თ.5,1; პ.138	-საყალიბე ფარები, 25 მმ	მ ²	66,0	4892,6	13,0	63603,8
	თ.5,1; პ.37	-ძელები III 6. 40-60 მმ	მ ³	0,12	8,9	490,0	4361,0
	თ.5,1; პ.22	-ჩამოგანილი ფიცრები, III 6, 40 მმ და მეტი	მ ³	1,37	101,6	378,0	38404,8
	თ.1,4; პ.16	-სამშენებლო ჭანჭიკები	ტ	0,08	5,93	3000,0	17790,0
	თ.1,4; პ.14	-ელექტროდები 342	ტ	0,1	7,4	4300,0	31820,0
		-სხვა მასალები	მან	14,0	1037,8	3,2	3321,0
		სულ					1322392,9
		მათ შორის ხელფასი					152085,2

ნორმატიური შრომატევადობა:
 152085,2 : 4,6 = 33062,0 კაც.სთ

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა N2

მსუბუქი რკინაბეტონით მოწყობილ შემომფარგლავ კედლებზე (IIვარიანტი).

საფუძველი: ცხრილი 2.

შედგენილია: 2017 წლის I კვარტლის ფასებში.

N	ნორმატივის N და შიფრი	სამუშაოების და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ.	რაოდენობა		ღირებულება, ლარი	
				ნორმ. ერთ.	პროექტით	ერთეულზე	სულ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	6-14-10	შემომფარგლავი კედლების მოწყობა მსუბუქი ბეტონისაგან, სისქით 37 სმ, მარკით M50	100 მ ³	-	40,867	-	810215,5
		-შრომის დანახარჯები	კაც.სთ.	704	28770,4	4,6	132343,8
		-მანქანები	მან	100	4086,7	3,2	13077,4
	თ.1,1; პ.12	-არმატურა A-III	ტ	-	87,44	1272,0	111226,7
	თ.4,1; პ.337	-მსუბუქი ბეტონი M50	მ ³	101,5	4148,0	91,0	377468,0
	თ.5,1; პ.138	-საყალიბე ფარები, 25 მმ	მ ²	132	5394,4	13,0	70127,2
	თ.5,1; პ.37	-ძელები III 6., 40-60 მმ	მ ³	0,24	9,8	490,0	4802,0
	თ.5,1; პ.22	-ჩამოგანილი ფიცრები, III 6., 40 მმ და მეტი	მ ³	2,75	112,4	378,0	42487,2
	თ.1,4; პ.16	-სამშენებლო ჭანჭიკები	ტ	0,16	6,5	3000,0	19500,0
	თ.1,4; პ.14	-ელექტროდები 342	ტ	0,2	8,2	4300,0	35260,0
		-სხვა მასალები	მან	30,0	1226,0	3,2	3923,2
		სულ					810215,5
		მათ შორის ხელფასი					132343,8

ნორმატიური შრომატევადობა:
 132343,8 : 4,6 = 28770,4 კაც.სთ

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა N3
 აგურის შემომფარგლავი კედლების მოწყობაზე (III ვარიანტი)
 საფუძველი: ცხრილი 2.
 შედგენილია: 2017 წლის I კვარტლის ფასებში

N	ნორმატივის N და შიფრი	სამუშაოების და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ.	რაოდენობა		ღირებულება, ლარი	
				ნორმ. ერთ.	პროექტით	ერთეულზე	სულ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	8-5-2 თ.4,1; პ.361 თ.4,1; პ.1	აგურის კედლების მოწყობა -შრომის დანახარჯები -მანქანები -კირ-ცემენტის დუღაბი, M50 -აგური კერამიკული -სხვა მასალები	გპ კაც.სთ. მან გპ ათასი ცალი მან	- 4,23 0,78 0,23 0,384 0,17	3896,6 16482,6 3039,3 896,2 1496,3 662,4	- 4,6 3,2 90,0 370,0 3,2	721954,5 75820,0 9725,8 80658,0 553631,0 2119,7
2	6-12-8 თ.1,1; პ.10 თ.1,1; პ.12 თ.4,1; პ.332 თ.5,1; პ.138 თ.5,1; პ.22 თ.1,4; პ.14	რკინაბეტონის გულარების (სვეტების) მოწყობა პერიმეტრით 3,0 მ-მდე -შრომის დანახარჯები -მანქანები -არმატურა A-I -არმატურა A-III -ბეტონი B20 -საყალიბე ფარები, 25 მმ - ფიცარი ჩამოგანილი, III 6., 40 მმ და მეტი -ელექტროდები 342 -სხვა მასალები	100 მპ კაც.სთ. მან ტ ტ მპ მ ² მპ ტ მან	- 1280 240 - - 101,5 164 0,75 0,25 30,0	4,752 6082,6 1140,5 1,567 14,1 482,3 779,3 3,6 1,19 142,6	- 4,6 3,2 1295 1272 108 13,0 378 4300,0 3,2	120747,5 27980,0 3649,6 2029,3 17935,2 52088,4 10130,9 1360,8 5117,0 456,3
3	6-15-9 თ.1,1; პ.10 თ.1,1; პ.12 თ.4,1; პ.332 თ.5,1; პ.138 თ.1,4; პ.14	რკინაბეტონის სარტყელების მოწყობა -შრომის დანახარჯები -მანქანები -არმატურა A-I -არმატურა A-III - ბეტონი B20 -ყალიბის ფარები, 25 მმ -ელექტროდები 342 -სხვა მასალები	100 მპ კაც.სთ. მან ტ ტ მპ მ ² ტ მან	- 854 106 - - 101,5 140 0,25 74	8,554 7305,1 906,7 3,06 27,543 868,2 1197,6 2,2 633,0	- 4,6 3,2 1295 1272 108 13,0 4300 3,2	196322,3 33603,5 2901,4 3962,7 35034,7 93765,6 15568,8 9460,0 2025,6
		1, 2 და 3 პოზიციების ჯამი					1039024,3
		მათ შორის ხელფასი					137403,5

ნორმატიური შრომატევადობა:
 137403,5 : 4,6 = 29870,3 კაც.სთ

-

«

»

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა N4
 2-შრიანი შემომფარგლავი კედლების მოწყობაზე (IV ვარიანტი).
 საფუძველი: ცხრილი 2.
 შედგენილია: 2017 წლის I კვარტლის ფასებში.

N	ნორმატივის N და შიფრი	სამუშაოების და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთ. ერთ.	რაოდენობა		ღირებულება, ლარი	
				ნორმ. ერთ.	პროექტით	ერთეულზე	სულ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	6-14-8 თ.1,1; პ.12 თ.4,1; პ.332 თ.5,1; პ.138 თ.5,1; პ.37 თ.5,1; პ.22 თ.1,4; პ.16 თ.1,4; პ.14	კედლის კონსტრუქციული შრის მოწყობა მძიმე ბეტონისაგან (B20 კლასის) სისქით 14,1 სმ. -შრომის დანახარჯები -მანქანები -არმატურა A-III -ბეტონი B20 -საყალიბე ფარები, 25 მმ -ძელები III 6., 40-60 მმ -ფიცარი ჩამოგანილი, III 6., 40 მმ და მეტი -სამშენებლო ტანჯიკები -ელექტროდები 342 -სხვა მასალები	100 მ ³ კაც.სთ.მ ან ტ მ ³ მ ² მ ³ მ ³ ტ ტ მან	- 1370 147 - 100,0 264,0 0,49 5,49 0,32 0,41 61	13,781 18879,9 2025,8 36,78 1378,1 3638,2 6,8 75,7 4,4 5,7 840,4	- 4,6 3,2 1272,0 108,0 13,0 490,0 378,0 3000,0 4300,0 3,2	408591,6 86847,5 6482,6 46784,2 148834,8 47296,6 3332,0 28614,6 13200,0 24510,0 2689,3
2	6-13-17 თ.4,1; პ.337 თ.5,1; პ.138 თ.5,1; პ.37 თ.5,1; პ.22	კედლის თბოსაიზოლაციო შრის მოწყობა მსუბუქი ბეტონისაგან -შრომის დანახარჯები -მანქანები -მსუბუქი ბეტონი M50 -ყალიბის ფარები, 25 მმ -ძელები III 6., 40-60 მმ -ფიცარი ჩამოგანილი, III 6., 40 მმ და მეტი -სხვა მასალები	100 მ ³ კაც.სთ. მან ტ მ ² მ ³ მ ³ მან	- 437,0 76,0 102,0 264,0 0,49 5,09 63,0	13,3056 5814,5 1011,2 1357,2 3512,7 6,5 67,7 838,3	- 4,6 3,2 91,0 13,0 490,0 378,0 3,2	230611 26746,7 3235,8 123505,2 45665,1 3185,0 25590,6 2682,6
		1 და 2 პოზიციების ჯამი-სულ					639202,6
		მათ შორის ხელფასი					113594,2

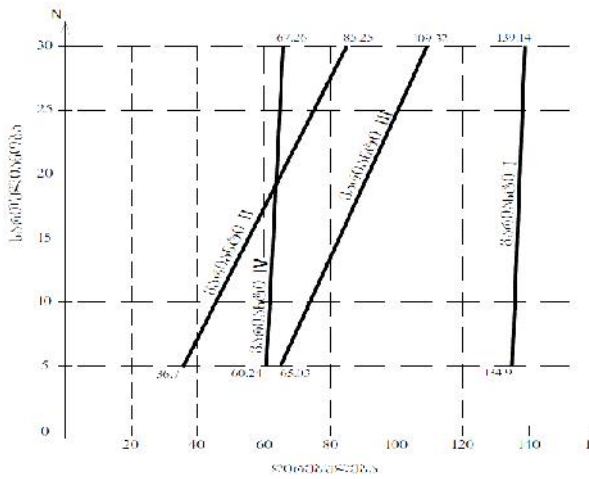
ნორმატიური შრომატევადობა
 $113594,2 : 4,6 = 24694,4$ კაც.სთ

ვარიანტების სახარჯთაღრიცხვო ღირებულებების და ნორმატიული შრომატევადობების მიხედვით განსაზღვრულია შემომფარგლავი კედლების აგების თვითღირებულებები და შრომატევადობები 30-სართულიანი შენობის ფასადების ზედაპირის 1 მ²-თვის (ცხრ.3).

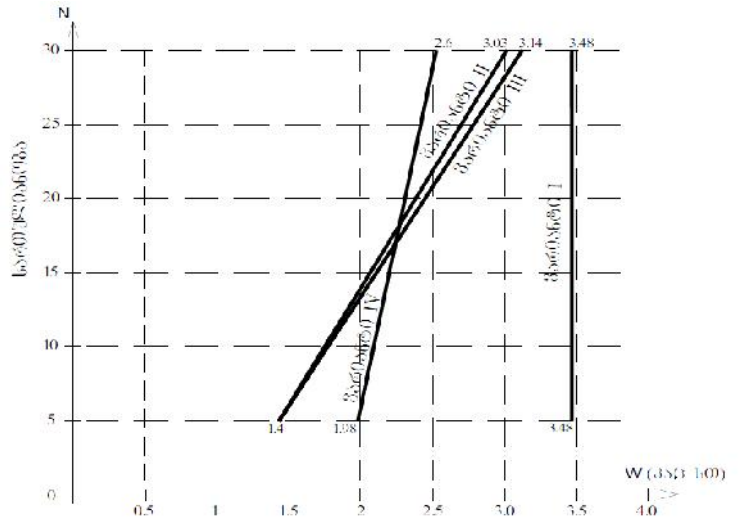
30 სართულიანი შენობის ფასადების ზედაპირის 1 მ²-ის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები (ცხრილი 3)

ვარიანტები	ტექნიკ-ეკონ. მაჩვენებლ. მნიშვნ.		ტექნიკურ-ეკონ. მაჩვ. %		საშუალო %	სხვაობა %-ში
	ღირებულება, ლარი	შრომატევად. კაც.სთ	ღირებულება	შრომატ.		
I	139,14	3,48	206,9	133,8	170,4	70,4
II	85,25	3,03	126,7	116,5	121,6	21,6
III	109,32	3,14	162,5	120,8	141,7	41,7
IV	67,26	2,6	100	100	100	-

ანალოგიურად განსაზღვრულია 5, 10, 15, 20 და 25 სართულიანი შენობების ფასადების ზედაპირების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები, რის საფუძველზეც აგებულია შემომფარგლავი კედლების ზედაპირების 1 მ²-ის ღირებულების და შრომატევადობის–შენობის სართულიანობაზე დამოკიდებულების გრაფიკები ვარიანტების მიხედვით (ნახ.3 და ნახ.4);



ნახ.3 შიგნშარბლაში კედლების 1 მ²-ის ღირებულების შენობის სართულიანობასთან დამოკიდებულების გრაფიკი



ნახ.4 შიგნშარბლაში კედლების 1 მ²-ის შრომატევადობის შენობის სართულიანობასთან დამოკიდებულების გრაფიკი

3. დასკვნა

მრავალსართულიანი შენობების შემომფარგლავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტების ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზის შედეგად ირკვევა შემდეგი:

- ერთშრიანი კედლებისთვის:
 - მძიმე ბეტონით შესრულებული: გაუმართლებელია ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით, შენობის ნებისმიერი სართულიანობისთვის;
 - აგურით შესრულებული: ნაკლებად ეფექტურია;
 - მსუბუქი ბეტონით შესრულებული: ეფექტურია დაახლოებით 20 სართულამდე შენობებისთვის, უფრო მაღალი შენობებისათვის ეფექტურია;
- ორშრიანი კედლებისთვის:
 - ნაკლებად ეფექტურია დაახლოებით 20 სართულამდე შენობებისთვის; ეფექტურია უფრო მაღალი შენობებისთვის.

ლიტერატურა

- ვ. პირსიმაშვილი. სამშენებლო პროცესების ოპტიმალური ტექნოლოგიური გადაწყვეტები. სადოქტორო დისერტაცია. სტუ. თბილისი, 2015, გვ.130
- СниП IV.2.82. Сборники элементарных сметных норм на строительные конструкции и работы. М., 1984, стр. 223.
- მშენებლობის შემფასებელთა კავშირი. სამშენებლო რესურსების ფასები (2017 წლის I კვარტლის დონეზე), თბილისი, 2017, გვ.140

სამშენებლო საქმეში გამოყენებული
კომპოზიტები

დ. ვერულაშვილი, ლ. ბალანჩივაძე, ნ. არეშიძე, ნ. ნაკვეთაური
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას - 77, 0175
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში გადმოცემულია სამშენებლო საქმეში გამოყენებული სხვადასხვა კომპოზიტების სახეობები, მათი აგებულება, შემადგენლობა, კონსტრუქციული გადაწყვეტა და გავლენა სხვადასხვა ძალის ცვლილებებზე. კონსტრუქციის შემსუბუქება და ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების დადგენა.

საკვანძო სიტყვები: შემკვრელი, მაარმირებელი, თერმორეაქტიული, აზბესტცემენტის ფურცლები.

1. შუსაკალი

კომპოზიტური მასალები წარმოადგენს ორგანული ნივთიერებების ჯგუფს, ბუნებრივ ან ხელოვნურ მაღალმოლეკულურ შენაერთებს პოლიმერებს, რომლებიც გახურებისა და წნევის მოქმედებით ადვილად გადადიან პლასტიკურ მდგომარეობაში. გარე ძალების მოქმედებისას დებულობენ განსაზღვრულ ფორმას, რომელსაც შემდგომში ინარჩუნებენ.

შემადგენლობის მიხედვით კომპოზიტები წარმოადგენს რთულ ნივთიერებებს, მათი შეერთება ძირითადად ხდება დაწებებით, ამ ხერხით სხვადასხვა კომპოზიტების შეერთების უპირატესობა მდგომარეობს შესაერთებელი ელემენტების კვეთების შეუსუსტებლობაში, რაც განასხვავებს მას სხვა სამშენებლო მასალებისგან.

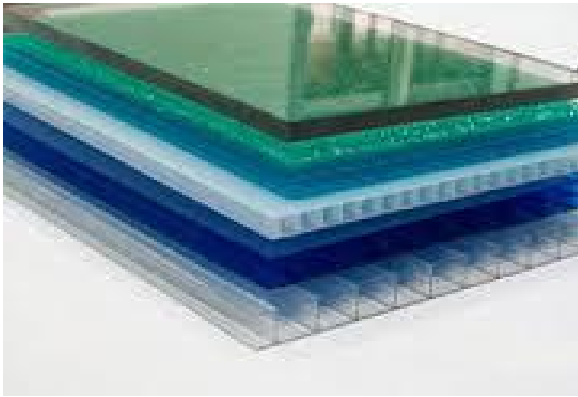
დაწებება განსაკუთრებით ეფექტურია თხელფურცლოვანი მასალების შეერთებისას, რომლებიც შედუღებისას დიდ დეფორმირებას

განიცდიან. შესაწებებელი ზედაპირები უნდა იყოს სუფთა, ამავე დროს ხორკლიანი, ხოლო წებოვანი ნაკერის სისქე არ უნდა აღემატებოდეს 0,1მმ. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ წებოვან შეერთებას აქვს უარყოფითი მხარე, დაბალი სითბომედეგობა, რაც სინთეზური ფისების ორგანული ბუნებიდან გამომდინარეობს. უკანასკნელ ხანებში ამ მიმართულებით ჩატარდა კვლევები და მიღებული იქნა შედეგებით სითბომედეგი წებოები, რომლებიც აკმაყოფილებენ წაყენებულ მოთხოვნებს.

2. ძირითადი ნაწილი

როგორც, ცნობილია თანამედროვე მშენებლობაში ფართოდ გამოიყენება კომპოზიტები, ძირითადად მათი გამოყენება აქტუალურია გემთმშენებლობაში და ავიამშენებლობაში, რაც განპირობებულია მათი სიმსუბუქით კომპოზიტური მასალებიდან მინაპლასტი ყველაზე მეტად პასუხობს იმ მოთხოვნებს, რომლებიც კონსტრუქციულ მასალებს წაყენება. იგი კომბინირებული მასალაა და შედგება ორო შემადგენლისაგან 1) შემკვრელი და 2) მაარმირებელი შემკვრელად გამოიყენება თერმორეაქტიული ფისები, მაარმირებელი მინის ბოჭკო, რომელიც უზრუნველყოფს მინაპლასტიკის მაღალ სიმტკიცეს, მინაპლასტიკი არის წვადი და ძნელად წვადი, პრაქტიკაში იგი გვხვდება გამჭვირვალე და გაუმჭვირი სახით.

მინაპლასტიკი სხვა სამშენებლო მასალებთან შედარებით მცირე მოცულობითი წონის წყალუფონადი მასალაა, მაგრამ ხანგრძლივი დატენიანებისას სინესტეს შთანთქავს და მისი სიმტკიცე ეცემა. მინაპლასტიკის - დამუშავების პროცესში გამოყოფილი მინის მტვერი ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მეტად მავნებელია.



ნახ.1 კომპოზიტები მშენებლობაში მინაპლასტიკებით გადახურვა მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ინდუსტრიულ რაიონებში განლაგებულ სამრეწველო შენობებში, რადგანაც ასეთ რაიონებში ატმოსფერული ჰაერის აგრესიულობის გამო ფურცლოვანი ფოლადი ან აზბესტცემენტის ფურცლები სწრაფად ექვემდებარება კოროზიას და გამოდის წყობიდან-ქიმიურად აგრესიულ გარემოში მინაპლასტიკები მერქანთან ერთად შეუცვლელი მასალაა.

როდესაც რკინაბეტონის კონსტრუქციებს აგრესიულ გარემოში უხდებათ მუშაობა, კონსტრუქციის დამცველ ფენად იყენებენ მინაპლასტს, ასეთი დაფარვა კონსტრუქციის მუშაობას 4-5ჯერ ახანგრძლივებს.

კომპოზიტური მასალების სიმტკიცე და დრეკადობის მოდულის თვისებები დამოკიდებულია მარმირების ორიენტაციაზე. ისეთ კომპოზიტებში როგორცაა მინაპლასტიკი, მარმირებისათვის გამოიყენება მინის ბოჭკო. ცნობილია რომ ტემპერატურის აწევას პლასტმასების სიმტკიცე და დრეკადობის მოდული მცირდება, საანგარიშო წინააღობისა და დრეკადობის მოდულის მნიშვნელობები მიიღება ცხრილში მოცემული მნიშვნელობების შესწორების კოეფიციენტზე გადამრავლებით, კომპოზიტების სიმტკიცე და სიხისტე ასევე დამოკიდებულია ტენიანობაზე, ტენის ხანგრძლივი მოქმედებისას მისი სიმტკიცე და დრეკადობის მოდული რაღაც ზღვრებში იცვლება, როდესაც ელემენტი ჰალურ ფაქტორებთან ერთად მოქმედებს ტემპერატურულ-ტენიანობის ფაქტორები, გაანგარიშებებში დამატებით შემოდის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი, რომლებიც ითვალისწინებენ ტემპერატურის ზრდის, ტენიანობის მომატების და ატმოსფერული პირობების შეცვლის გავლენას.

ძირითადად კონსტრუქციული კომპოზიტების საანგარიშო მახასიათებლების და მუშაობის პირობების კოეფიციენტების მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილებში.

3. დასკვნა

ეს მეტად ეფექტური კონსტრუქციული ელემენტი მთელ მსოფლიოში გავრცელდა და დიდი მოწონებას დაიმსახურა. კომპოზიტის გამოყენება აქტუალურია გემთმშენებლობაში და ავიამშენებლობაში, მისი სიმსუბუქის გამო. საქართველოში მისი გამოყენება სულ ახლახან დაიწყო, იგი ძირითადად შენობების ფასადების შესამოსად გამოიყენება, როგორც შემვსები მასალა.

ლიტერატურა

1. ა. დუმბაძე „კომპოზიტური ტანის მექანიკა“, გამომცემლობა საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი 2015წ.
2. თ. ხმელიძე „ხისა და პლასტმასის სამშენებლო კონსტრუქციები“ გამომცემლობა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი 2008წ.
3. ბ. სალუქვაძე, ა. გუგუცია „ხისა და პლასტმასის სამშენებლო კონსტრუქციები“ გამომცემლობა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი 2004წ.

() .

() (SS) SS; :

1 - (1983),
2 -
3 - Me (1984).

1 () - , 30,000).
(3) (, 365). (,) ,
(3,), ;

() .

() .

() . SS "

SS ()

3.

" ()

1. "

" . 1974 .

2. - .

. 28-30 1976. .

3.

. 84.N1,1976 .

ფორმათწარმოქმნის თანამედროვე პარადიგმა

ზ. კიკნაძე, თ. ტაბატაძე

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

რეზიუმე: სამყაროს ფრაქტალური მოწყობის პრინციპის გაგება დღეისათვის ღრმად იჭრება საქმიანობის მრავალ სფეროში, მათ შორის, როგორც არქიტექტურულ-სამშენებლო ობიექტების გარესახის ფორმირებაში ასევე მათ შინაგან სტრუქტურულ ორგანიზაციაში. ქვეცნობიერის როლის მნიშვნელობის აღიარებასთან ერთად ემპირიულიდან თეორიული განზოგადებისკენ მიმართული ვექტორის - მეცნიერებიდან პრაქტიკისკენ შემობრუნებას უნდა ემსახურობდეს ყველა მეთოდოლოგიურად გამართული სასწავლო პროგრამა. ფრაქტალური არქიტექტურულს პროპედევტიკაც სწორედ ამ პინციპს უნდა ემყარებოდეს.

საკვანძო სიტყვები: ფრაქტალი, არქიტექტურა, პროპედევტიკა, გეომეტრიული გარდაქმნები.

1. შესავალი

ცნება „ფრაქტალის“ სამეცნიერო მიმოქცევაში შეყვანამ ხელი შეუწყო დისციპლინათაშორისი მიდგომის დანერგვას, რომელიც დაფუძნებულია არახაზოვანი დინამიკის, ფრაქტალური გეომეტრიის, თვითორგანიზების თეორიის მეთოდებზე. ამის შედეგია სამეცნიერო კვლევების ჩარჩოების არსებითი გაფართოება. ეს გარემოება კანონზომიერად აისახა არქიტექტურის პრაქტიკასა და თეორიაში, კერძოდ ფორმათწარმოქმნისა და კომპოზიციის თანამედროვე პარადიგმაში - დიგიტალურ არქიტექტურაში.

2. ძირითადი ნაწილი

ფრაქტალური გეომეტრიის გამოყენება არქიტექტურაში ძირითადად ხდება ახალი ობიექტის შექმნის შთაგონების წყაროს დონეზე, მაგრამ ეს არ არის „ფრაქტალურობის“ ერთადერთი ვარიანტი არქიტექტურულ პროექტირებაში და კვლევაში. „ბუნების ენით მოლაპარაკე“ ფრაქტალები ღრმად შეიჭრენ არქიტექტურაში, რომელიც როგორც შემოქმედებითი შრომის შედეგი ბუნებრივად ეფუძნება სამყაროს განვითარების კანონებს, რომლებსაც ადამიანები აღიქვამენ ინტუიციურად ან გააზრებულად. ბუნებრივი და გეომეტრიული ობიექტების ფრაქტალური განვითარების პრინციპი განსაზღვრავს როგორც გარესახის, ასევე შინაგანი სტრუქტურის ფორმირებას. დღეისთვის უპრიანია არქიტექტურული პროექტირების ახალ მიმართულებაზე მსჯელობა, რომელიც შეიძლება დახასიათდეს, როგორც არქიტექტურული ფორმათწარმოქმნის გააზრებული ფრაქტალურობა.

დღევანდელი დიგიტალური არქიტექტურის მეთოდებად გამოიყენება ფორმალისტული ალგორითმები, ნასესხები მათემატიკის სფეროდან (პარამეტრიკა, -სისტემა, ტესელაცია, ქიმერული სისტემა, ჯოვის ინტელექტი, უჯრედოვანი ავტომატი და სხვ.). ხოლო მათი კომბინაციებით ყალიბდება სხვადასხვა მიდგომები (რედუქციული, იერარქიული, ევოლიუციურ-ალგორითმული). დეტალური განხილვა არ შედის ჩვენი კვლევის სფეროში, მით უმეტეს, როცა არ ვართ დარწმუნებული, რომ ასეთი კლასიფიკაცია არ შეიცავს ლაპსუს დივიზიონ-ს ტიპის შეცდომებს (დაყოფის შეცდომა). დეკომპოზიციის კვალზე აღმოცენებულ პარამეტრულ არქიტექტურაში მთავარი არა სტილისტური მახასიათებლები, არამედ პროექტირების მეთოდოლოგიაა, რომელიც პარამეტრული ტექნოლოგიით დიდი მოცულობის მონაცემთა დამუშავებას ეფუძნება. აქ შენობა-ნაგებობების რთულ ფორმებს (როგორც წესი -

ფრაქტალურს) არქიტექტორის კომპიუტერული კვლევა განაპირობებს ტრადიციული პროექტირების მეთოდებით ამ მასშტაბის და სტრუქტურის შენობების და ქალაქთმშენებლობითი პროგრამების განხორციელება წარმოდგენელია. თუმცა არაერთი პროგრესიული არქიტექტორი ამტკიცებს, რომ „დიდი სტილი“ - დიდი შეზღუდვებია, რომელთა იგნორირებას და დაძლევას ცდილობს თანამედროვე არქიტექტურა, „მაყურებელთათვის“ პარამეტრული არქიტექტურა „დიდი სტილის“ შემცველია. „დიდია“ თუნდც იმიტომ, რომ არ ხასიათდება (არ იდენტიფიცირდება) დეკორის, პილიასტრების, ფრონტონების და ამგვარი არქიტექტურული აქსესუარების ტიპის კატეგორიებით, არამედ წარმოადგენს გარემოს ფორმირების ახალ პარადიგმას.

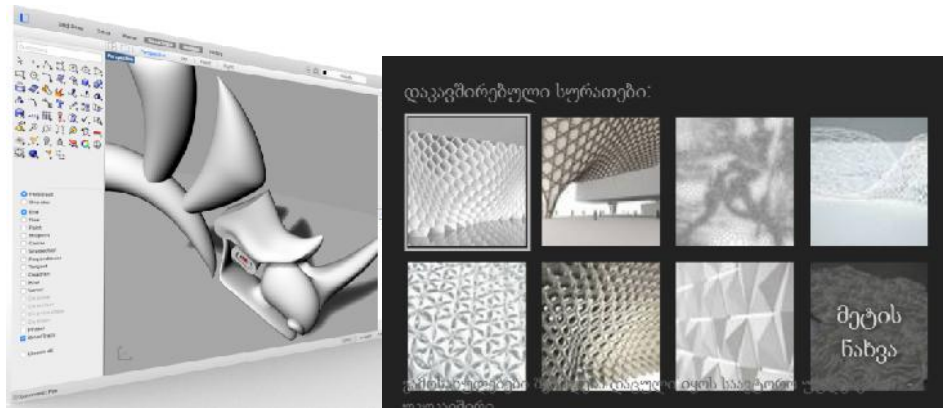
დღეისათვის პარამეტრიზმის უპირატესობა სხვა სტილებზე და მიმართულებებზე სულ უფრო და უფრო იკვეთება და ალბათ ეს გარემოება ბოლოს დაუდებს თავის დროზე მოდერნიზმის კრიზისით გამოწვეულ სტილისტურ პლიურალიზმს. პარამეტრიზმი ერთადერთი სტილია, რომელიც სრულფასოვნად იყენებს დიგიტალური რევოლუციის მემკვიდრეობას, სამყაროს მოწყობის ახალ მეცნიერულმსოფლმხედველობას და თანამედროვე ინჟინერიის მიღწევებს. ეს სტილი (შეიძლება ითქვას - „დიდი სტილი“) ვერ ეგუება მხოლოდ კლასიციზმს და მოდერნიზმს, ასევე „პენსიაში გასულ“ პოსტმოდერნიზმს და დეკონსტრუქტივიზმს. ამ მიმართულების მესვეურების ამბიციური კოგორტა (მათ შორის - შუმახერი) ეძებს თანამოაზრეებს და „ლამაზად ფუთავს“ ფრაქტალური არქიტექტურის პრინციპებს, CAD da BIM სისტემის კონცეფციებს პარამეტრიზმის გარსში. (სურ.1.)



სურ.1. ფრაქტალური არქიტექტურის ნიმუშები

ნიშანდობლივია პარამეტრული არქიტექტურის თემატიკაზე გლობალურ ქსელში ჩვენს მიერ ჩატარებული ტესტური მოძიების შედეგები. ქართულენოვან ვიკიპედიაში პროგრამული უზრუნველყოფა ასოცირდება ისეთ პაკეტთან, როგორცაა ArchiCAD, რუსულენოვანში - Compas, ხოლო ინგლისურენოვანში - ფირმა Autodesk-ის AutoCAD, AutoCAD Architecture, AutoCAD MEP, AutoCAD Structural Detailin, Showcase, AutoCAD Raster Design, Recap, 3ds Max, Navisworks Manage, Revit Architecture და სხ.

პარამეტრიზმის მამამთავარ შუმახერის პუბლიკაციებში მოხსენიებულია კომპიუტერული პროგრამა caaRhino და მისი პლაგინი Grasshoppers. (სურ.2.)



სურ.2. პროგრამა Rhino-ს პანელი

არაწრფივი არქიტექტურა, ზოგადად, დღევანდელი დიგიტალური არქიტექტურა, სპეციალისტისთვის შინაგანად და არსებითად (ზედმეტი ეგზალტაციისა და აფექტაციის გარეშე) ინფორმაციული ტექნოლოგიების, მულტიმედიაური პროექტირების, CAD და BIM სისტემების თანამედროვე შესაძლებლობების შედეგად მოიაზრება. თუ განვიხილავთ არქიტექტურული ობიექტების (ურბანული გარემოს) მხედველობით აღქმასთან დაკავშირებულ ესთეტიკური შეფასების საკითხებს, პრინციპში ვუშვებთ შეფასების პროცესში რაოდენობრივი მეთოდების გამოყენების შესაძლებლობას. ამასთანავე არ ვიზიარებთ ამ პრობლემის თუნდაც ცალკეულ ასპექტებში („სილამაზის შემადგენელ „ელემენტებში“ - გ. აზგაღდოვი) აღგებრული განტოლებებით საბოლოო, დეტერმინისტული შედეგის მიღწევის ოპტიმისტურ განწყობილებას. ჩვენი აზრით, როგორც მინიმუმი, გამოყენებული უნდა იყოს თანამედროვე ქვალიმეტრიული მეთოდები (ე.წ. ექსპერტული მოდელები, ექსპერტთა აზრის დამუშავების ტექნოლოგია, არა მკვეთრი სიმრავლეები – ლინგვისტიკური ცვლადების ფორმალიზმი). განსაკუთრებით მივუთითებთ ინფორმაციის თეორიაზე დაფუძნებულ კატეგორიებზე (ინფორმაციის რაოდენობის გაზომვა, დამუშავება, გადაცემა), რამდენადაც ინფორმაციის რაოდენობა (აღსაქმელად შესაძლო კომბინაციების რიცხვი, განუსაზღვრელობის შემცირების „ზომა“ - ენტროპია) ინტუიციურად მისაღებია „ორიგინალობის“ პირობითად (სპეციფიკური გაგებით) განსაზღვრის პროცედურაში. მოლის მიერ ჩამოყალიბებული მუსიკის ესთეტიკური აღქმის ენტროპიული მოდელი (ლოგარითმული ფუნქციის სახის გამოსახულებები) ჩვენს მიერ განზოგადებულია არქიტექტურული ობიექტების შესაძლო ვიზუალური შეფასების სიტუაციებისათვის.

ფრაქტალების შესწავლის მნიშვნელოვან არგუმენტად გვევლინება თვით ფრაქტალების თვალმისაცემი სილამაზე. ფრაქტალურმა ობიექტებმა საკვირველი დამაჯერებლობით დაამყარეს კავშირი, ასე ვთქვათ, „გადეს ხიდები“ ბუნებრივი (გარკვეულწილად სოციალური და ეკონომიკური, ესთეტიკური) მოვლენების შესწავლის ლოგიკურ და ინტუიციურ მიდგომებს შორის. პრობლემა დასაბუთებისა

სად იწყება ან მთავრდება სამყაროს აღქმის მეცნიერული თუ ემოციური კომპონენტი დღეისთვის ბოლომდე გადაჭრილი არ არის. აღმოჩნდა, რომ ზუსტი მათემატიკური ალგორითმების საფუძველზე შექმნილი ფრაქტალების ანალიზის დროს უპრიანია მივმართოთ ესთეტიკური კატეგორიებს და ასოციაციებს.

თემის აქტუალურობა განპირობებულია ამ სფეროში პრობლემური სიტუაციების არსებობით, რომელთა გადაჭრა შესაძლებელია თანამედროვე მიდგომებით, მეთოდოლოგიური და ტექნოლოგიური შესაძლებლობების გათვალისწინებით (ნოვაციური მეცნიერული კვლევების რქიტექტურის თეორიაში, არქიტექტურათმცოდნეობასა და სოციოლოგიაში, ინფორმაციული ტექნოლოგიების აპარატურული დაპროგრამული უზრუნველყოფა). საკითხის აქტუალობა –

მაღალ ტემპერატურულ რეჟიმში მომუშავე დისკებში
 ტემპერატურების განაწილების ანბარიში

ზ. მჭედლიშვილი, ა. ტაბატაძე, ლ. ქრისტესიაშვილი
 (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175,
 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია, დისკის მუშაობის დროს მისი გახურებით გამოწვეული ტემპერატურული განაწილებისა და დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზი, რომელიც თერმოდრეკადობის დერძსიმეტრიული ამოცანების ამოხსნის პრინციპებზეა აგებული.

საკვანძო სიტყვები: დისკი, ტემპერატურა, დიფერენციალური განტოლება, ძაბვა, დეფორმაცია.

1. შესავალი

კაშხლებში დისკი, განიცდის როგორც სუფთა მექანიკურ, ასევე ტემპერატურულ ზემოქმედებებსაც, რაც უფრო ართულებს მისი მუშაობის პირობებს და აყენებს უფრო მაღალ მოთხოვნილებებს დისკის მასალის ხარისხზე, რომლებსაც შეუძლიათ ექსტრემალურ პირობებში, დიდ ტემპერატურებზე მუშაობა. მოცემულ სამუშაოში ნაჩვენებია მეთოდი, რომელიც გამოიყენება დისკის, როგორც სტაციონალური აგრეთვე დროის განმავლობაში ცვალებადი ტემპერატურის განაწილების გამოთვლისას, რომელიც წარმოადგენს საწყის ეტაპს თერმული ზემოქმედების ქვეშ მყოფი სხეულის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანგარიშისას.

2. ძირითადი ნაწილი

ცილინდრულ კოორდინატებში დისკის ტემპერატურების განაწილების ამსახველი დიფერენციალურ განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

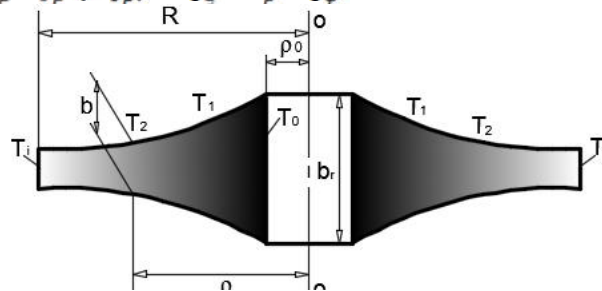
$$\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} = 0 \quad (1)$$

სადაც T არის ტემპერატურა r რადიუსი φ განსახილველი წერტილის აზიმუტი. შემოვიღოთ უგანზომილებო კოორდინატები $\rho = r/a, \zeta = z/a, T' = T/\bar{T}$, (2)

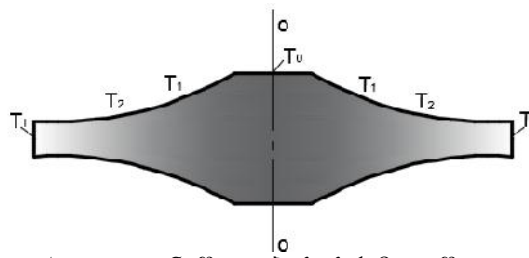
სადაც a – არის განხილული დისკის გარე რადიუსი, T' – რომელიცაა მუდმივი ტემპერატურა, T – ტემპერატურული ფუნქცია, ρ და ζ – ნულის გაზომვის კოორდინატები.

სიმარტივისათვის მივიღოთ, რომ $\bar{T} = T$. უგანზომილებო კოორდინატებში ბრუნვით სხეულში ტემპერატურების განაწილების ამსახველი დიფერენციალურ განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial}{\partial \rho} \left(\rho \frac{\partial T}{\partial \rho} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} + \frac{1}{\rho^2} \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} = 0, \quad (3)$$



სურ. 1 ტემპერატურათა განაწილების სქემა სიღრუის მქონე დისკში



სურ. 2 ტემპერატურათა განაწილების სქემა უწყვეტ ბრუნვით დისკში ტემპერატურის კონცენტრირებული განაწილებისას წარმოებულები φ -ით ტოლია ნულის და (3) მიიღებს სახეს: $\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial}{\partial \rho} \left(\rho \frac{\partial T}{\partial \rho} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0$, (4)

შემდეგში გამოსახულებების გამარტივების მიზნით $\frac{\partial^2}{\partial z^2}$ -ს მაგივრად დაწვრილ სიმბოლო D -ს, (4) განტოლება ჩაიწერება შემდეგნაირად:

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{d}{d\rho} \left(\rho \frac{\partial T}{\partial \rho} \right) + DT = 0, \quad (5)$$

(4) დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა წარმოვადგინოთ ჯამის სახით:

$$T = F_0 T^\circ + F_1 D T^\circ + F_2 D^2 T^\circ + \dots + G_0 P^\circ + G_1 D P^\circ + G_2 D^2 P^\circ + \dots, \quad (6)$$

სადაც F_j და $G_j (j = 0, 1, 2, \dots)$ არის ρ -ცვლადის ფუნქციები, ხოლო T° და P° არის z ცვლადის ფუნქციები, რომლებიც განისაზღვრება ტემპერატურების მოცემული განაწილებებით დისკის საზღვრებზე.

ჩაესვათ (6)-ი (5)-ში. მიღებული განტოლება დაკმაყოფილდება განტოლებაში, დავინახავთ რომ უკანასკნელი დაკმაყოფილდება თუ სრულდება დამოკიდებულებები:

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{d}{d\rho} \left(\rho \frac{dF_0}{d\rho} \right) = 0, \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d}{d\rho} \left(\rho \frac{dF_{j+1}}{d\rho} \right) + F_j = 0, \quad (7)$$

$$j = (0, 1, 2, \dots)$$

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{d}{d\rho} \left(\rho \frac{dG_0}{d\rho} \right) = 0, \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d}{d\rho} \left(\rho \frac{dG_{j+1}}{d\rho} \right) + G_j = 0, \quad (8)$$

ეს დამოკიდებულებები წარმოადგენენ მეორე რიგის ჩვეულებრივ წრფივ დიფერენციალურ განტოლებებს F_j და $G_j (j = 1, 2, 3, \dots)$ ფუნქციებისათვის, გარდა ამისა სასაზღვრო პირობები $j=1$ -დან დაწყებული შეგვიძლია შევარჩიოთ ნებისმიერად. ამიტომაც ღრუიანი დისკის შემთხვევაში $F_j, G_j (j = 1, 2, 3, \dots)$ ფუნქციებისათვის ზღვრულ ზედაპირებზე $\rho = \rho_0$ და $\rho = 1$ ვგულისხმობთ ნულის ტოლად, უწყვეტი დისკის შემთხვევაში $F_j (j = 1, 2, 3, \dots)$ ფუნქციებისათვის ზღვრულ ზედაპირზე, როცა $\rho = 1$ ტოლია ნულის, ხოლო როცა $\rho = 0$ (დისკის ღერძი)

$$\left(\frac{dF_{j+1}}{d\rho} \right)_{j=0} = 0$$

სრულდება პირობა:

ავღნიშნოთ T_0 -ით შიგა სასაზღვრო ზედაპირის ტემპერატურა, ხოლო T_1 -ით ტემპერატურა გარე სასაზღვრო ზედაპირზე $\rho = 1$, მაშინ (6)-ის და მიღებული პირობების გათვალისწინებით საზღვარზე, ფუნქციებისათვის $F_j, G_j (j = 1, 2, 3, \dots)$ მივიღებთ:

$$T_0 = F_{00} T^\circ + G_{00} P^\circ, T_1 = F_{01} T^\circ + G_{01} P^\circ, \quad (9)$$

ღრუიანი დისკის შემთხვევაში $T_1 = F_{01} T^\circ$ (10)

უწყვეტი დისკისათვის გვექნება: $F_{00} = F_0(\rho_0), F_{01} = F_0(1), G_{00} = G_0(\rho_0), G_{01} = G_0$ (11)

$F_0(\rho)$ და $G_0(\rho)$ შეიძლება შერჩეული იყოს სათანადოდ. მაშინ (9) და (10) წარმოადგენენ განტოლებათა სისტემას, T° და P° განსაზღვრავთ ღრუიანი ცილინდრისათვის და T° განსაზღვრავთ უწყვეტი ცილინდრისათვის. $F_0(\rho)$ და $G_0(\rho)$ ფუნქციების არჩევის შემდეგ, ფუნქციები $F_j, G_j (j = 1, 2, 3, \dots)$ განისაზღვრება განტოლებებიდან (7) და (8).

მე-(6) ფორმულის საფუძველზე და $F_j, G_j (j = 1, 2, 3, \dots)$ ფუნქციათა სისტემის გამოყენებით, ტემპერატურების განაწილების ამოცანის ამოხსნა წარმოებს წრფივი დიფერენციალური განტოლებების მეშვეობით.

ღრუიანი დისკის შემთხვევაში, (7) და (8) პირობების შესაბამისად გვექნება:

$$F_0(\rho) = 1, G_0(\rho) = l g \rho, \quad (12)$$

ხოლო უწყვეტი დისკის შემთხვევაში: $F_0(\rho) = 1$ (13)

მოყვანილი პირობების საფუძველზე (9), (11) და (12) განტოლებების გამოყენებით დრუიანი დისკისათვის გვექნება: $T_0 = T^0 + l g \rho_0 \cdot P^0, T_1 = T^0,$

აქედან გამომდინარეობს: $P^0 = \frac{1}{l g \rho_0} (T_0 - T_1)$ (14)

უწყვეტი დისკისათვის (10) (11) და (12) საფუძველზე გვექნება: $T_1 = T^0$ (15)

მოცემული ამოცანის ამოსახსნელად უნდა მოვახდინოთ (7) და (8) დიფერენციალური განტოლებების ინტეგრირება. დრუიანი დისკის შემთხვევაში (12)-ი პირობიდან გამომდინარე გვექნება:

$$F_1(\rho_1 \rho_0) = \frac{1}{4 l g \rho_0} [(1 - \rho^2) l g \rho_0 - (1 - \rho_0^2) l g \rho], \quad (16)$$

$$G_1(\rho_1 \rho_0) = \frac{1}{4 l g \rho_0} [(1 - \rho_0^2 + \rho_0^2 l g \rho_0) l g \rho - (1 - \rho^2 + \rho^2 l g \rho) l g \rho_0], \quad (17)$$

უწყვეტი დისკის შემთხვევაში მე-(13) პირობიდან გამომდინარე, მივიღებთ

$$F_1(\rho) = \frac{1}{4} (1 - \rho^2), \quad (18)$$

დრუიანი დისკის შემთხვევაში $F_j, G_j, (j = 1, 2, 3, \dots)$ ფუნქციებისათვის გვექნება:

$$F_j = \frac{(-1)^j}{2^{2j} (j!)^2} \rho^{2j} + Q_j \quad G_j = \frac{(-1)^j}{2^{2j} (j!)^2} \rho^{2j} (l g \rho - \sum_{z=1}^j \frac{1}{z}) + Q_j \quad (19)$$

სადაც: $Q_j = \sum_{k=1}^j \frac{(-1)^{j-k}}{2^{2(j-k)} [(j-k)!]^2} \rho^{2(j-k)} (L_k l g \rho + M_k - L_k \sum_{z=1}^{j-k} \frac{1}{z}),$ (20)

აქ მუდმივები L_k და $M_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ გამოდიან ზემოთ მოყვანილი პირობიდან, რის თანახმადაც $F_j, G_j, (j = 1, 2, 3, \dots)$ სასაზღვრო ზედაპირებზე $\rho = \rho_0$ და $\rho = 1$ უნდა უდრიდეს ნულს.

უწყვეტი დისკისათვის საზღვრებზე ზემოთ მოცემული პირობების შესრულების გათვალისწინებით გვექნება: $F_2(\rho) = \frac{1}{4} \left[\frac{1}{2^2} (1 - \rho^2) - \frac{1}{4^2} (1 - \rho^2) \right],$ (19)

$$F_3(\rho) = \frac{1}{4} \left[\frac{1}{2^2} \left(\frac{1}{2^2} + \frac{1}{4^2} \right) (1 - \rho^2) - \frac{1}{2^2 4^2} (1 - \rho^4) + \frac{1}{4^2 6^2} (1 - \rho^6) \right], \quad (21)$$

ტემპერატურების განაწილების გასაგებად F_j და G_j მაღალი ინდექსების მნიშვნელობების გაგება აღარ არის საჭირო. ამ გამოსახულებების ჩასმით მე-(6) გამოსახულებაში მიიღება ტემპერატურის მნიშვნელობა დისკის ნებისმიერ წერტილში.

3. დასკვნა

როგორც ცნობილია სხვადასხვა კასუსებში დისკი (სამაცივრო დანადგარებში, ორთქლისა და გაზის ტურბინებში) მუშაობს მაღალი ტემპერატურული დაძაბულობების პირობებში, რაც თავისთავად იწვევს ამ დეტალებში სათანადო დაძაბულ დეფორმირებულ მდგომარეობას. დეტალის ოპტიმალური ფორმებისა და სიმსუბუქის, ასევე დეტალების დამზადებაზე დახარჯული მასალების ეკონომიის მიზნით საჭიროა სითბური პირობების გათვალისწინებით დეტალების ანგარიში სიმტკიცეზე, რაც წარმოადგენს თერმოდრეკადობის უმთავრეს ამოცანას. მოცემულ სტატიაში გაკეთებულია ასეთი ამოცანის ამოსხნის პირველი ეტაპი, ტემპერატურული განაწილების განსაზღვრა დერძსიმეტრიული დისკებისათვის.

ლიტერატურა

1. Коваленко А.Д. Термоупругость. Киев: Вища школа 1975г. 215с.
2. Подстригач Я.С. Термоупругость тел неоднородной структуры. М:Наука, 1984г. 368с.
3. Корнев Б.Г. Задачи теории теплопроводности и термоупругости. Решения в бесселевых функциях. М: Наука, 1980г. 400с.
4. Прусов И. А. Некоторые задачи термоупругости. М: БГУ им. В. И. Ленина. 1972г. 198с.

c

(77,0175,)

7-10

1.

(25),

2015

100-150

12

1

2.

16

($\{ = 62\%$)

11

10.

9 -3.

220-1000 .. 7. 14 -

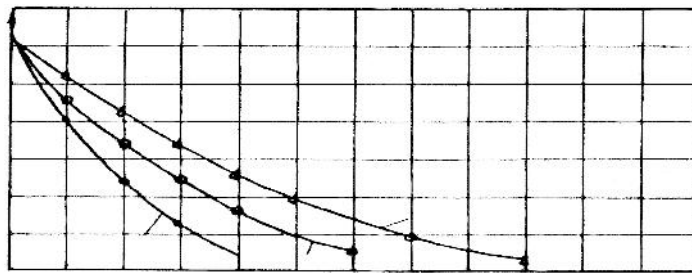
0,5 ..

19.

() ;

1, 2, 3

($\frac{dW^c}{dt}$), 2 †



1. 3, 1-h₁ = 150, 2-h₁ = 200, 3-h₁ = 250

h_1	$\frac{dW}{dt}$ %/	t_1	†
100	20,0	1,5	4,0
150	15,0	1,5	6,0
200	10,0	1,5	9,0

60° , 4 . - 70° . 100 . 3 .

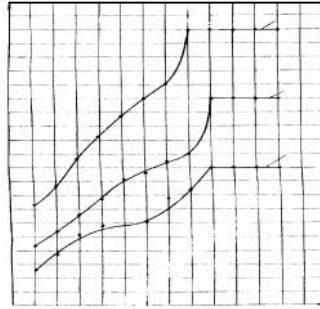
h_1 ,

10 ,

) 4000×500×2200 ;
) t : $t = 60^\circ, 80^\circ, 100^\circ, 120^\circ$;
) ($h_1 = 150, 200, 250$;

) : ;)

$h = 10$.

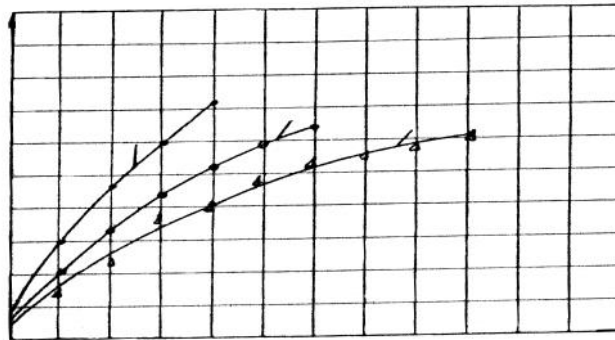


2.

1- $h_1=150$, 2- $h_1=200$, 3- $h_1=250$

, ,

3-



3.

5

,

h_1 .

h_1

,

,

$h_1 = 250$

$t = 60^\circ$

17,5

.

/ ,

$t = 120^\circ$

1,5

h_1

h_1

250 , 150

$t = 100^\circ$

12

/

17

/

,

1,4

.

()

()

3.

1.

2.

3.

4.

5.

6.

., 1996.

. 1966.

., 1961.

., 1955.

., 1960.

, 1955.

**ქალაქისბანაშენიანების რთულ პირობებში ჩაღრმავებული
ნაბეობების მშენებლობის ხერხები**

მ. გრძელიშვილი, კ. ჭურაძე, ნ. ოთარაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.№77, 0175
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ბოლო დროს მსოფლიოს დიდ ქალაქებში მოსახლეობა სწრაფად იზრდება. მაგალითად ქ. თბილისში საქართველოს მოსახლეობის 40%-ზე მეტია. ასეთ პირობებში თავი იჩინა პრობლემებმა ბინათმშენებლობაში, სატრანსპორტო ქსელის გაფართოებასა და ზოგადად, ინფრასტრუქტურის განვითარებაში. ამ პრობლემების გადაჭრის ერთ-ერთი ეფექტური საშუალებაა მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: მიწისქვეშა სივრცის ათვისება; გვირაბმშენებლობა.

1. შესავალი

ქალაქების სწრაფი ტემპით ზრდის, მოსახლეობის სიმჭიდროვის მატების, მიწისზედა მცირე ტერიტორიული რეზერვებისა და სატრანსპორტო საშუალებების სწრაფი განვითარების პირობებში განსაკუთრებით აქტუალურ მიმართულებას წარმოადგენს მიწისქვეშა სივრცის ათვისება.

ქალაქების დაპროექტებისა და მშენებლობის გამოცდილებამ დაადასტურა, რომ სატრანსპორტო, სოციალურ-ეკონომიური, სანიტარულ-ჰიგიენური, სამხედრო და სამოქალაქო თავდაცვითი მთელი რიგი საკითხების ფართო წრე შეიძლება წარმატებით გადაიჭრას კომპლექსურად მიწისქვეშა სივრცეების გამოყენებით. თანამედროვე მიწისქვეშა სამოქალაქო მეურნეობა შედგება მრავალი სხვადასხვა დანიშნულების ნაგებობისაგან, როგორცაა: სატრანსპორტო, სავაჭრო და საზოგადოებრივი კვების, გართობა-დასვენების, სამოქალაქო-თავდაცვის, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო და ა. შ.

2. ძირითადი ნაწილი

ქალაქები მიწის სიღრმეშიც იზრდებიან. ეს ნებისმიერი მეგაპოლისის განვითარების ობიექტური აუცილებლობაა. მიწის ზედაპირის ქვემოთ ინფრასტრუქტურის ელემენტების და სამეურნეო ობიექტების განლაგება ნიშნავს მოსახლეობისთვის ზედაპირის მაქსიმუმის შენარჩუნებას, ისტორიული იერსახის შენახვას და საცხოვრებელი გარემოს უფრო კომფორტულად გახდომას.

აღრე ქალაქები მიწის ზედაპირიდან მხოლოდ ზევით იზრდებოდა. ჩაღრმავებული ადგილები და დაბლობები მრავალჯერ ივსებოდა რელიეფის მოსწორებისა და წყლის დონის ზევით მისი აწევის მიზნით. ამის შედეგად ქალაქის რუკაზე ბევრი ისეთი ადგილია, სადაც ნაყარი გრუნტების ზედაპირის დონე გრუნტის წყლების დონეზე აღმოჩნდა და ეს ტერიტორიები ამჟამად ინტენსიურ განაშენიანებას განიცდის.

მჭიდრო გაშენებისას არახელსაყრელ საგრუნტო პირობებში არსებული მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ყველაზე გავრცელებული ხერხია ქვაბულების “კედელი გრუნტში” მეთოდით აგება. ქვაბულის მშენებლობამდე აგებული, მცირე წყალგამტარობის მქონე კედელი საშუალებას გვაძლევს გრუნტი დამუშავდეს კონტურმიდმა წყალდაწევის გარეშე ირგვლივმდებარე ქანის მასივის მინიმალური დეფორმაციებისას.

„კედელი გრუნტში“ – ძვირადღირებული კონსტრუქციაა, რომელიც ბეტონისა და ნაგლინი ლითონის მნიშვნელოვან ხარჯს მოითხოვს. მისი შესრულების ტრადიციული მონოლითური ვარიანტი არ არის მოკლებული რიგ ნაკლოვანებებს, რომელთა გავლენა განსაკუთრებით იგრძნობა გაწყლოვანებულ ნაყარ და მცირე სიმკვრივის გრუნტებში მუშაობისას. მათ განეკუთვნება: ბეტონის საიმედო დამცავი ფენის უზრუნველყოფისა და გრუნტში მონოლითური კედლის

არმატურის კოროზიის თავიდან აცილების შეუძლებლობა ნაგებობების ექსპლუატაციისას, ბეტონის დიდი თიების არსებობა გრუნტის ნგრევის ზონებში, პირაპირების არსებობა, რომლებიც, როგორც წესი, წყალსატარებენ, ჰიდროიზოლაციისა და ისეთი მიმჭერი კედლების მოწყობის აუცილებლობა, რომლებიც აღიქვამენ ჰიდროსტატიკურ დატვირთვას. მითითებული ნაკლოვანებები აძვირებენ მონოლითური „კედელი გრუნტში“ გამოყენებით ამოყვანილ ნაგებობებს.

მრავალსართულიანი მიწისქვეშა სატრანსპორტო კომპლექსების და სხვა დანიშნულების ნაგებობების მშენებლობა ხდება ძირითადად ქალაქის ცენტრალურ რაიონებში, სადაც მდებარეობს კაპიტალური ისტორიული შენობები, არის საქვეითო და სატრანსპორტო საშუალებათა ინტენსიური მოძრაობა, აგრეთვე დიდია საინჟინრო კომუნიკაციებისა და ქსელების რაოდენობა.

ასეთი ობიექტების აგების დროს, როგორც წესი, გამოიყენება ქვაბულის, ან ჩასაშვები ჭების ხერხები მიწის ზედაპირის მთლიანი ან ნაწილობრივი გახსნით, რაც იწვევს მიწის ზედაპირზე არსებული პირობების სერიოზულ ცვლილებას.

ქვემოთ მოყვანილი ტექნოლოგია ითვალისწინებს სამუშაოების წარმართვას დახურული წესით, რაც შესაძლებლობას იძლევა მინიმუმამდე დავიყვანოთ ქალაქში გარემოს ცვლილება. სამშენებლო სამონტაჟო პროცესები წარიმართება შემდეგი ტექნოლოგიური თანმიმდევრობით (ნახ. 1)

უპირველეს ყოვლისა მომავალი ნაგებობების ტორსში გაჰყავთ ორი მართკუთხა ჭაური, რომელთა კედლები შპუნტით ან ხიმინჯებით მაგრდება. მათი ჩაშვების სიღრმე განისაზღვრება ნაგებობების ძირის ნიშნულით. გრუნტის მოცილება და იარაღის მიწოდება ხდება ბადით. ჭაურებიდან ნაგებობის პერიმეტრზე გაჰყავთ მართკუთხა ან ტრაპეციული კვეთის წოლხვრელი, რომელსაც ამაგრებენ ხის ან ლითონის კონსტრუქციით ნაშხეფბეტონთან ერთად.

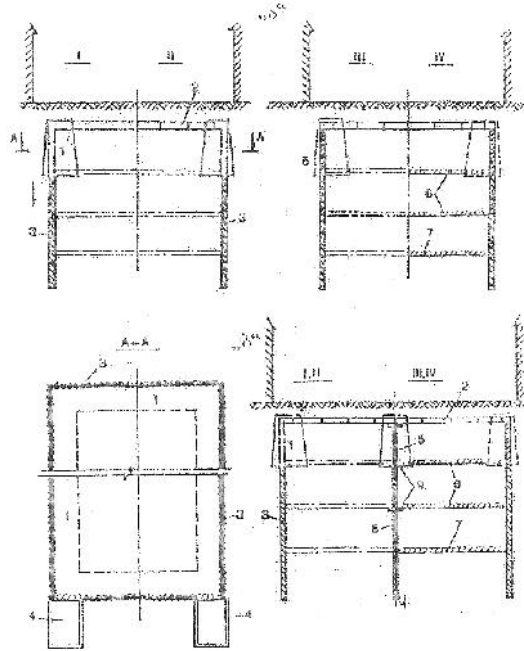
წოლხვრელიდან, მცირეგაბარიტიანი ბურღების გამოყენებით, ურთიერშემხები ან გადაძვეტი 400-600 მმ დიამეტრის ნაბურღნატენი ხიმინჯებისაგან იგება მიწისქვეშა ნაგებობების კედლები. ამის შემდეგ აგებენ გადახურვას, რომელიც წარმოადგებს ეკრანს 200-500 მმ დიამეტრის ფოლადის, რკინაბეტონის ან ასბოცემენტის მილებისაგან. ამ მილების გატარება ხდება ჰიდრაულიკური დომეტრატებითაც ნაწილ-ნაწილ, 1,5-2 მ მონაკვეთებით, მათი შემდგომი შეერთებით კუთხვილი ქუროებით ან არტახებით. სუსტ ქანებში მილებს უნდა ჩამკეტი მოწყობილობები მათზე მიდუღებული შველერების ან კუთხოვანის სახით.

მილების გატარების შემდეგ მილებიდან იღებენ გრუნტს, ხოლო სამუშაო პროცესის დასრულებისას მათ ავსებენ ბეტონით. ამ ეკრანის ბოლოებიდან ამოჰყავთ რკინაბეტონის კედელი, რომელიც ეყრდნობა ადრე აგებულ ნაბურღნატენ ხიმინჯებს.

ასე შექმნილი კედლებისა და გადახურვის დაცვის ქვეშ ხორციელდება გრუნტის ბირთვის ამოღება სქემით “ზევიდა ნქვევით” მიწის ქვეშა ნაგებობების ერთი და ორი იარუსის ფარგლებში მცირე გაბარიტიანი საგვირაბო ექსკავატორებით. ბოლოს ხდება პირველი იარუსის დაბეტონება და ციკლი თავიდან მეორდება, სანამ არ დაბეტონდება ბოლო იარუსი.

განხილული ტექნოლოგია შეიძლება იყოს ძალზე ეფექტური ერთმალთან ნაგებობებში 10-12 მ სიღრმეზე, ორმალთან ნაგებობების მშენებლობისას უნდა გავითვალისწინოთ დამატებით წოლხვრელის გაყვანა შუალედური სვეტებისა და გრძივების ასაგებად (ნახ.1 ბ).

ამ ტექნოლოგიის რეალიზაციისათვის აუცილებელია, რომ ობიექტის ჩადრმაგება იყოს არანაკლები 1,5-2 მ, რაც უზრუნველყოფს საკმარის საფარს, მილებისაგან შემდეგ არი ეკრანის ზემოთ და შესაძლებლობას იძლევა თავიდან ავიცილოთ მიწისქვეშა საინჟინრო კომუნიკაციების გადატანა. ზემოთ აღნიშნული ხერხით ასევე შესაძლებელია მეტროპოლიტენის სადგურების და ვესტიბიულების, ავტოსადგომების, მრავალფუნქციური კომპლექსების მშენებლობა.



ნახ.1 მიწისქვეშა ნაგებობების აგების ტექნოლოგიური თანმიმდევრობა.

I-IV-სამუშაოთაეტაპები; 1-წოლხერელი; 2-ეკრანი მიღებისაგან; 3-კედელი ნაბურღიხიმიწინჯებისგან; 4-ჭაურები; 5-მონოლითური რკ.ბეტონისკედელი; 6-სართულშუა გადახურვები; 7-სადირკვლის ფილა; 8-სვეტი; 9-გრძივები.

3. დასკვნა

თანამედროვე ქალაქები წარმოუდგენელია მიწისქვეშა ინფრასტრუქტურის განვითარების გარეშე, რომელიც ერთი შეხედვით თითქმის შეუმჩნეველია, მაგრამ მეტად მნიშვნელოვანია, რადგან თავისუფლდება ტერიტორია და ნაკლებად ბინძურდება გარემო.

მე-20 საუკუნის ბოლო წლებიდან აქტიურად დაიწყო მიწის ქვეშა სივრცის გამოყენება დიდ ქალაქებში. ეს დონისძიებები ტარდება მეტროპოლიტენების მშენებლობის პარალელურად, როდესაც ქალაქის განტვირთვის მიზნით გადატვირთული მაგისტრალების ქუჩები გადააქვთ მიწის ქვეშ. ბევრ შემთხვევაში სარკინიზო ხაზები გადაკეთდა ჩქაროსნულ ტრასებად, განახლდა საკომუნიკაციო დანიშნულების გვირაბები და ა.შ.

ზემოხსენებულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ მსხვილ ქალაქებში მიწის ქვეშა სივრცის გამოყენება მეტად მნიშვნელოვანია მათი ფართო შესაძლებლობების გამო, მიწის ქვეშ შეიძლება განლაგდეს მრავალფეროვანი, სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტი, ამიტომ აუცილებელია გავითვალისწინოთ მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების გამოცდილება მიწისქვეშა სივრცეების მაღალი ტექნოლოგიების, ახალი თაობის ნაგებობებისა და არქიტექტურული სიახლეების დანერგვის საქმეში.

ლიტერატურა

1. თ. ჭურაძე, კ. მჭედლიშვილი, ნ. კვაჭაძე – საქალაქო მიწისქვეშა ნაგებობები, სტუ, თბილისი, 2009 -179 გვ.
2. () , 2005 – .92

ბეტონის ბაჯირჯვება

ა. საყვარელიძე

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

რეზიუმე: შესწავლილია ბეტონის გაჯირჯვების საკითხები. დადგენილია 28 დღის ასაკის ბეტონის გაჯირჯვების დეფორმაციები. მასალის დატენიანების სხვადასხვა ინტენსივობის დროს გარემოს ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონზე $\approx 100\%$. ნახვენებია, რომ გაჯირჯვება იზრდება ბეტონის დატენიანების ინტენსივობის პროპორციულად. დადგენილია, რომ გაჯირჯვების დეფორმაციები, კარგად აისახება წრფივი გაჯირჯვების ერთი კოეფიციენტით. გამოთვლილია წრფივი გაჯირჯვების კოეფიციენტის მნიშვნელობა, 28 დღის ასაკის ბეტონისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ბეტონი, “სტანდარტული”, გაჯირჯვება, ინტენსიობა, წრფივი, გაჯირჯვების კოეფიციენტი, ფარდობითი ტენიანობა, ტენშემცველობა, ასაკი, ექსპერიმენტი.

1. შესავალი

გაჯირჯვების საკითხების შესასწავლად ჩატარებულია ცდები ბეტონის ნიმუშებზე-ცილინდრებზე დიამეტრით 70 და სიგრძით 70 და 300 მმ. გამოცდებოდა 28 დღის ასაკის „სტანდარტული“ ნიმუშები, გამომშრალი მუდმივ წონამდე. ექსპერიმენტში გამომშრალი ნიმუშები, ტენშემცველობით 0% (მასისი მიხედვით) იზოლირებული ბლოებით, თავსდებოდა კამერებში გარემოს ფარდობითი ტენიანობით 70 და 100%. ასეთ პირობებში ნიმუშები განიცდიდნენ დატენიანებას (გვერდითი ზედაპირიდან) სხვადასხვა ინტენსივობით. რეალიზდებოდა უსასრულო ცილინდრის ამოცანა, მესამე რიგის სასაზღვრო პირობებში /2,3,4/. ბეტონის ტექნოლოგიური პარამეტრები და ცდების ჩატარების მეთოდოლოგია მოცემულია /1,4/-ში.

ჩატარებულია ექსპერიმენტის 2 სერია. პირველ სერიაში ნიმუშების დატენიანებისას ხდებოდა მათი პერიოდული აწონვა, იმ დრომდე სანამ არ მიიღწეოდა ნიმუშებსა და აგრემოს შორის ტენიანობის წონასწორობის მდგომარეობა, როდესაც ტენის გაცვლა ნიმუშებსა და გარემოს შორის აღარ ხდება. ამ დროდან გამოკვეულ დიაპაზონებში (70 და 100%) ნიმუშების წონა რჩებოდა მუდმივი. დადგინდა, რომ აღნიშნულ ფარდობითი ტენიანობის გარემოში ტენიანობის წონასწორობის მდგომარეობას ნიმუშები აღწევდნენ 180 დღეში. ექსპერიმენტის II სერიაში ანალოგიურ ფარდობითი ტენიანობის კამერებში ნიმუშები განიცდიდნენ გაჯირჯვებას გაჯირჯვების ზღვრულ მნიშვნელობებს ნიმუშებში აღწევდნენ 180 დღეში.

2. ძირითადი ნაწილი

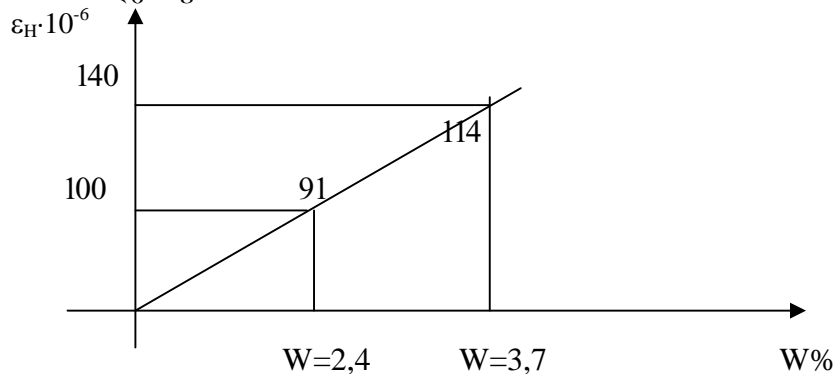
გამოცდების წინ “სტანდარტული” ნიმუშები შრებოდა მუდმივ წონამდე გამოსაშრობ კამერაში 105°C დროს /1/. შემდეგ ცდების მეთოდის თანახმად ნიმუშები თავსდებოდა 70 და 100% ფარდობითი ტენიანობის კამერებში. პირველ სერიაში ფიქსირდებოდა ნიმუშების წონის ცვლილება (წონითი ექსპერიმენტები), ხოლო II სერიაში ხდებოდა ნიმუშების გაჯირჯვების დეფორმაციის გადაფიქსირება დროში ცდები გრძელდებოდა 180 დღე. ამ დროში ორივე ფარდობითი ტენიანობის გარემოში ნიმუშების დეფორმაციები აღწევდნენ გაჯირჯვების ზღვრულ მნიშვნელობებს.

28 დღის ასაკის ბეტონის გაჯირჯვების დეფორმაციების ზღვრული მნიშვნელობები, მასალის ტენშემცველობა ცდების დასაწყისში და 180 დღის ბოლოს, კამერაში გარემოს ფარდობითი ტენიანობა ცდების დასაწყისში და გამოცდების 180 დღის განმავლობაში მოცემულია ცხრილში 1.

ბეტონის ტენშემცველობა და გაჯირჯვების ზღვრული მნიშვნელობები 180 დღეში (ცხრილი 1)

ნიმუშების ტენშემცველობა W%		გარემოს ფარდობითი ტენიანობა φ%		გაჯირჯვების დეფორმაციები 180 დღეში, $\epsilon_H \cdot 10^{-6}$
ცდის დასაწყისში $t-t_0=0$	ცდის ბოლოს $t-t_0=180$	ცდის დასაწყისში $t-t_0=0$	ცდის დროს 180 დღე განმავლობაში	
0	0	0	0	0
0	2,4	0	70	91
0	3,7	0	100	144

გარემოს ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონში $0 \div 100\%$, ანუ ბეტონის ტენშემცველობის დიაპაზონში $0 \div 37\%$ (მასის მიხედვით), გაჯირჯვების ზღვრული დეფორმაციების ϵ_H დამოკიდებულება მასალის ტენშემცველობაზე წრიფვი ხასიათისაა. იხილეთ სურათი 1.



ნახ. 1. გაჯირჯვების ზღვრული დეფორმაციის ϵ_H დამოკიდებულება ბეტონის ტენშემცველობაზე W%

გაჯირჯვების დეფორმაციები ϵ_H გამოითვლება ფორმულა (1)-ით

$$\epsilon_H = \beta_H (W - W_0) \quad (1)$$

სადაც: ϵ_H – ბეტონის გაჯირჯვების ზღვრული დეფორმაციები;

β_H – ბეტონის წრიფვი გაჯირჯვების კოეფიციენტი;

W_0 – ბეტონის ტენშემცველობა ცდების დასაწყისში $W=W_0=0\%$

W – მასალის ტენშემცველობა დიაპაზონში $0 \leq W \leq 3,7\% = W_{max}$

3. დასკვნა

ნაჩვენებია 28 დღის ასაკის ბეტონის გაჯირჯვების დეფორმაციები (დატენიანებისას) გარემოს ფარდობითი ტენიანობა მთელ დიაპაზონზე $0 \div 100\%$ იზრდება მასალის დატენიანების ინტენსივობის პროპორციულად. დადგენილია, რომ გაჯირჯვების დეფორმაციები კარგად აისახება წრიფვი გაჯირჯვების ერთი კოეფიციენტით.

ცხრილი 1-ის მონაცემებით, ფორმულა (1)-ით გამოითვლილი 28 დღის ასაკის ბეტონის წრიფვი გაჯირჯვების კოეფიციენტი ტოლია $\beta_H = 0,33 \cdot 10^{-2}$

ლიტერატურა

1. . . . , 1998, . 131
2. . . . « . . . » 1964, . 517
3. . . . « . . . », 1968, . 471
- 4.ა. საყვარელიძე. ბეტონის ტენგამტარობის პარამეტრების განსაზღვრა. თბილისი, “ჰიდროინჟინერია” №1(5), 2008წ. გვ. 100-108

სატრანსპორტო ბვირახების პროექტირების თანამედროვე მიდგომები

მ. მოისწრაფიშვილი, თ. ყიფიანი

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ზეჩქაროსნულ სარკინიგზო მაგისტრალზე გვირაბების პროექტირების თავისებურებანი და გაანალიზებულია გვირაბის მუდმივი სამაგრის კონსტრუქციული ნაწილის პარამეტრები.

სტატიაში წარმოდგენილია მოცულობით-გეგმარებითი გადაწყვეტები, შემოთავაზებულია კონსტრუქციის სამშენებლო მოთხოვნების ძირითადი პარამეტრები და გარემოზე შესაძლო ზემოქმედების შემსუბუქებისათვის საჭირო მოთხოვნები.

სტატიაში დასკვნის სახით მოცემულია იმ საინჟინრო დარგების ჩამონათვალი, რომელთა სინქრონიზებული მუშაობის შედეგად მიიღწევა საბოლოო შედეგი.

საკვანძო სიტყვები: ზეჩქაროსნული მაგისტრალები; გვირაბი.

1. შესავალი

უკანასკნელ პერიოდში, განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა სატრანსპორტო ნაგებობების უსაფრთხოებას, საექსპლუატაციო საიმედოობას, ხანმედგობასა და მდგრადობას. შესაბამისად ინტენსიური კვლევები მიმდინარეობს სამშენებლო მასალათა თვისებების გაუმჯობესების, გეომეტრიული და სტრუქტურული დაპროექტების განვითარების თვალსაზრისით. ამასთანავე, უკვე არსებულ გამოცდილებაზე დაყრდნობით მნიშვნელოვნად იხვეწება და ვითარდება სამშენებლო ნორმები და სტანდარტები, რომლებიც თავის მხრივ თეორიის, პრაქტიკის და მეცნიერების სინთეზს წარმოადგენს.

დღეისათვის, გვირაბების დაპროექტება ერთერთ მნიშვნელოვან კვლევის სამიზნეს წარმოადგენს და გულისხმობს ისეთი პროექტის შემუშავებას, სადაც გათვალისწინებულ იქნება მისი საიმედოობა და რენტაბელურობა სასიცოცხლო ვადის სრულ ამოწურვამდე, 100, 120 და თუნდაც 200 წლიან პერიოდში.

აღრე, საბჭოთა პერიოდში, სატრანსპორტო ნაგებობებს საექსპლუატაციო ვადა არ ჰქონდა განსაზღვრული და ისინი შენდებოდა განუსაზღვრელი ვადისთვის. მაგალითად, საქართველოში XIX საუკუნის მიწურულს აშენებული წიფის სარკინიგზო გვირაბი აშუამადაც ექსპლუატაციაშია და უზრუნველყოფს მატარებელთა უსაფრთხო გადაადგილებას. საგულისხმოა სწორედ ის ფაქტიც, რომ თავდაპირველად აღნიშნული გვირაბი აშენდა ერთლიანდაგიანი რკინიგზისათვის განივი კვეთის მარაგით შესაძლო სამომავლო გამოწვევებისადმი მზაობისათვის, რამაც შემდგომ პერიოდში შესაძლებელი გახადა მეორე ლიანდაგის დამატება ისე, რომ არ მომხდარა გვირაბის ძირითადი კონსტრუქციული ნაწილის შეცვლა.

წინამდებარე სტატიის მიზანია წარმოვაჩინოთ სატრანსპორტო ნაგებობის უმნიშვნელოვანესი და დღეისათვის ძალზე აქტუალური კომპონენტის – გვირაბის– დაპროექტებისადმი თანამედროვე მიდგომები სასიცოცხლო ვადის მაქსიმალური მნიშვნელობისთვის.

2. ძირითადი ნაწილი

ზეჩქაროსნულ მაგისტრალზე სატრანსპორტო გვირაბების დაპროექტება ხორციელდება სპეციალური ტექნიკური პირობების გათვალისწინებით. გვირაბების მუდმივ სამაგრს უნდა გააჩნდეს გაუმჯობესებული აეროდინამიური თვისებები, რაც გამორიცხავს შევრილების არსებობას და გულისხმობს შემდეგს (ნახ.1):

- გვირაბში ნიშები და საკნები არ ეწყობა;
- სხვადასხვა დანიშნულების კაბელები ჩაყოლებულია გვირაბის მუდმივ სამაგარში, გვირაბის შიდა კონსტრუქციებში ან ლიანდაგის ბეტონის საფუძველში ჰერმეტიზაციის უზრუნველყოფით;
- კარადები, ღიობები და ნიშები შიდა კონსტრუქციებში დახურულია, მაგ. ჟალუზის ტიპის კარებებით.



ნახ.1. გვირაბის საერთო შიდა ხედი

გვირაბის პორტალური უბნების დაპროექტება ხორციელდება მილძაბრის ტიპის. მილძაბრების გეომეტრიული პარამეტრები (მილძაბრის მონაკვეთის სიგრძე, თავად გვირაბის კვეთისა და შემავალი მილძაბრების კვეთს შორის შეფარდება) უზრუნველყოფს წნევის ცვლილების მაქსიმალურ დონეს არაუმეტეს 10 კპა-ს ფარგლებში.

გვირაბის პორტალთან შენობა-ნაგებობების არსებობის შემთხვევაში, აგრეთვე გვირაბების განთავსებისას განსაკუთრებულ ეკოლოგიურ ზონებში სპეციალურ შემთხვევებში დაიშვება ღიობების გაკეთება მილძაბრების სიგრძის გასწვრივ, რომლებიც აკავშირებს გვირაბის შიდა სივრცეს ატმოსფეროსთან და ამ უბნების ვერტიკალური ზედაპირები უნდა დაიფაროს ხმაურჩამხშობი მასალებით (ნახ.2).



ნახ.2. გვირაბის პორტალების თანამედროვე კონსტრუქცია

ზეჩქაროსნულ მაგისტრალებზე გვირაბების მშენებლობის საპროექტო დოკუმენტაციის მომზადება ხდება გეოტექნიკური ექსპერტიზის შემდეგ, რომელსაც ახორციელებს სპეციალური უფლებამოსილი ორგანო ან ორგანიზაცია.

გეოტექნიკური ექსპერტიზისათვის წარდგენილ უნდა იქნას შემდეგი დოკუმენტაცია:

- საინჟინრო-გეოლოგიური და გეოტექნიკური კვლევების შედეგები;

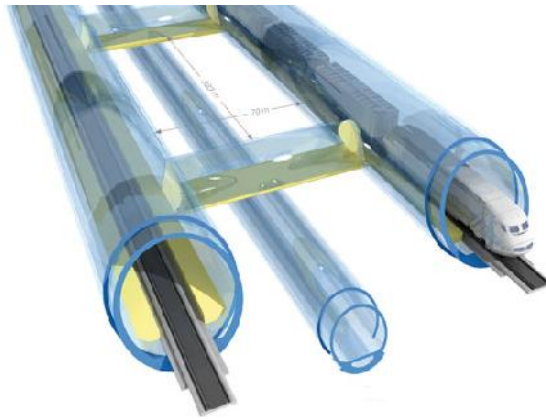
- მშენებლობის გავლენის ზონაში განთავსებული შენობა-ნაგებობების მდგრადობის დასკვნები;
- მიზიდი კონსტრუქციების საპროექტო გადაწყვეტები;
- მიწისქვეშა ნაგებობისა და გრუნტის მასივის ურთიერთქმედების მათემატიკური მოდელირების შედეგები, მათ შორის დასაპროექტებელი მიწისქვეშა ნაგებობის მიმდებარე შენობებზე გავლენის გაანგარიშებები;
- არსებული შენობების საფუძვლებისა და ფუნდამენტების გამაგრების პროექტები და სხვა ღონისძიებები მათი შენარჩუნებისთვის და უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის მიღებული ტექნიკური გადაწყვეტილებების დასაბუთებით;
- ჰიდროგეოლოგიური მდგომარეობის პროგნოზირების შედეგები;
- მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტი;
- გეოტექნიკური მონიტორინგის პროექტი (საზედამხედველო სადგური).
- გადაწყვეტილებები გენერალურ გეგმასთან დაკავშირებით;
- გვირაბებს შორის მანძილი პორტალურ უბნებზე არ ნორმირდება, თუმცა ღერძებს შორის მანძილი არ უნდა იყოს საბოლოო თადის განივი კვეთის ორმაგ სიგრძეზე ნამრავლზე ნაკლები.
- გვირაბების განლაგება გეგმაში უნდა აკმაყოფილებდეს მოთხოვნებს, რომლებსაც უყენებენ ზეჩქაროსნული მაგისტრალების ტრასის ღია მონაკვეთებს. პორტალების განლაგებისას გეგმაში 25 მ ნაკლები ღერძებს შორის მანძილით, აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნას გამყოფი ტიხრის მოწყობა.

ერთლიანდაგიანი გვირაბების ღერძებს შორის გეგმაში მიბმა გამორიცხავს მათ ურთიერთქმედებას მშენებლობისას. ღრმულების საერთო გამძლეობის კოეფიციენტი გამოთვლებისას, გრუნტის მასივის ზღვრული წონასწორობის მეთოდით პროექტირებისას, მასივის შესწავლის მონაცემებით და დეფორმაციის ანალიზით უნდა იყოს არანაკლებ 1,3-ისა; პროექტირებისას ჭაბურღილების ბურღვის მონაცემებით და ანალოგიის მეთოდით - არანაკლებ 1,5-ისა.

გვირაბებში ლიანდაგქვეშა საფუძვლის მოწყობა ბალასტზე არ დაიშვება. უპირაპირო ლიანდაგის დაპროექტება და მოწყობა ხდება მიწის ვაკისის ზედა ნაშენთან დაკავშირებული ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნების შესაბამისად ზეჩქაროსნული სარკინიგზო მაგისტრალებისათვის.

საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების გათვალისწინებით, მშენებლობისათვის არახელსაყრელი ზონების გამოვლენისას (ნაპრალები, კასტრული, მეწყრული და სხვა პროცესების განვითარების ზონები, რომლებიც არახელსაყრელია გვირაბების უსაფრთხოებისა და ექსპლუატაციის საიმედოობისათვის) დგინდება მათი გავრცელების, ინტენსიური განვითარების საზღვრები, სამშენებლო სამუშაოების პირობებზე ზეგავლენის დონე. გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული გამოკვლევებისათვის საჭიროა გრუნტების დამატებითი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების შესწავლა.

მოცულობით-გეგმარებითი გადაწყვეტების თვალსაზრისით გვირაბები უმჯობესია დაპროექტდეს როგორც ორი ერთლიანდაგიანი გვირაბი. 1000 მ-ზე ნაკლები სიგრძის გვირაბები, აგრეთვე გვირაბები, რომლებიც გაყვანილია არახელსაყრელ ბუნებრივ ან საქალაქო პირობებში შესაბამისი ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებით შეიძლება დაპროექტდეს როგორც ორლიანდაგიანი (ნახ.3), თუმცა გასათვალისწინებელია გამყოფი კონსტრუქცია, რომელიც განისაზღვრება დაპროექტებისას აეროდინამიური ზემოქმედებისა და შემადგენლობის რელსებიდან გადასვლისას კონსტრუქციის უმტყუნებლობის გამოთვლების შედეგების მიხედვით.



ნახ.3.ორლიანდაგიანი გვირაბი გამყოფი კონსტრუქციით
1500 მ-ზე მეტი სიგრძის მქონე გვირაბებში ხდება დამატებითი
გასასვლელების მოწყობა შემდეგი მიზნებისათვის:

- ადამიანების ევაკუაცია;
- სამშენებლო და სარემონტო სამუშაოების შესრულება;
- საექსპლუატაციო მოწყობილობების დამონტაჟება;
- კომუნიკაციების გაყვანა;

ასევე გათვალისწინებულია მომსახურების მრავალფუნქციური სადგური.

ელექტრომომარაგების და ელექტროგანათების კაბელები, აგრეთვე
ავტომატიკის სისტემებისა და ტელემექანიკის, სარკინიგზო
ელექტროკავშირგაბმულობის კაბელები, ასევე მიღგაყვანილობა საყოფაცხოვრებო
საჭიროებებისათვის განთავსდება საკაბელო არხებში, რომლებიც განლაგებულია
გვირაბის შიდა კონსტრუქციებში სატრანსპორტო განყოფილების გარეთ,
ლიანდაგის მყარი საფუძვლის კონსტრუქციაში ან მრავალფუნქციონალურ
შტოლნში (ასეთის არსებობისას).

განივი კვეთი, გრძივი პროფილი და გეგმა. გვირაბის განივი კვეთი
განისაზღვრება ნაგებობის კონსტრუქციულ ელემენტებზე აეროდინამიური
ზემოქმედების დასაშვებ მნიშვნელობამდე შემცირების აუცილებლობის, მგზავრთა
კომფორტულობის უზრუნველყოფის, საკონტაქტო ქსელის კონსტრუქციის,
ლიანდაგის კონსტრუქციის, წყალგამყვანის ყველა საჭირო ტექნოლოგიური
მოწყობილობის, სამშენებლო დაშვებების გათვალისწინებით, აგრეთვე
მატარებლისა და გვირაბის კვეთს შორის თანაფარდობის გათვალისწინებით,
რომელიც უზრუნველყოფს ზედმეტი წნევის უსაფრთხო დონეს.

სწორხაზოვან და არასწორხაზოვან უბნებზე გვირაბის განივი კვეთის
პროექტირება ხდება გაბარიტების შესაბამისი პარამეტრების გათვალისწინებით.
 $R > 4000$ მ მრუდის შემთხვევაში გაბარიტის გაფართოება შეიძლება არ იქნას
გათვალისწინებული.

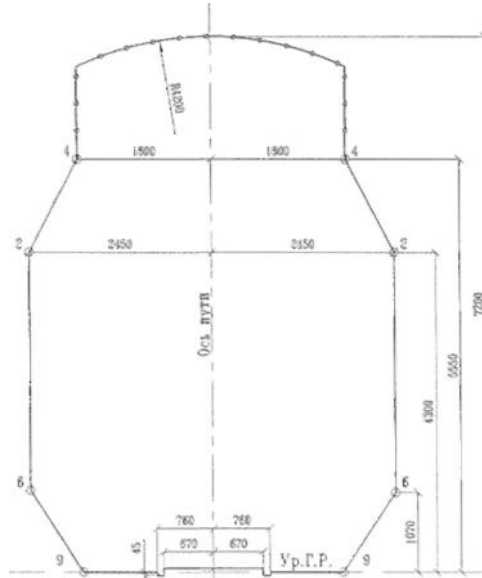
გვირაბის ტიპის მიხედვით (ერთი ან ორლიანდაგიანი) და მატარებლების
გადაადგილების საპროექტო სიჩქარის მიხედვით გვირაბის შიდა განივი კვეთი არ
უნდა იყოს ნაკლები ვიდრე:

- 75 მ² ერთლიანდაგიანი გვირაბებისათვის;
- 110 მ² ორლიანდაგიანი გვირაბებისათვის.

ლიანდაგებს შორის მანძილი ორლიანდაგიან გვირაბებში 200კმ/სთ-ზე მეტი
სიჩქარის რეალიზებისას ისეთივეა, როგორც გვირაბის გარეთ მდებარე
ლიანდაგებზე. ლიანდაგების ღერძებს შორის მანძილი ორლიანდაგიან გვირაბებში
სწორ მონაკვეთებზე მაქსიმალური სიჩქარით 350 კმ/სთ უნდა იყოს არანაკლებ
5000 მმ-ს.

400 მ-მდე სიგრძის გვირაბებში გრძივი ქანობი უნდა იყოს ერთგვარი მის
მთელ სიგრძეზე. ლიანდაგის მინიმალური დახრილობა გვირაბში - 3.

მაქსიმალური ქანობი განისაზღვრება სახელმძღვანელო ქანობის შერბილების გათვალისწინებით. სახელმძღვანელო ქანობის შერბილების კოეფიციენტი მიიღება გამოთვლით, მოძრავი შემადგენლობის გვირაბში გავლისას დამატებითი წინაღობის მიხედვით. ნახაზზე 4 წარმოდგენილია ნაგებობების მიახლოების გაბარიტი, საკონტაქტო ქსელის და დენის მიმღების განსათავსებლად სივრცის შემზღუდავი ხაზი.



ნახაზი 4. ნაგებობების მიახლოების გაბარიტი.

კონსტრუქციის სამშენებლო მოთხოვნები. მოთხოვნები, რომლებსაც უყენებენ თაღის საბოლოო კონსტრუქციას, განისაზღვრება შესაბამისი გეოტექნიკური კვლევების საფუძველზე. გვირაბების და პორტალების მოსაპირკეთებელი კონსტრუქციები რაიონებში (ზონებში) სეისმურობით 7 ბალზე მეტი, უნდა აკმაყოფილებდეს შესაბამისი წესების კრებულის მოთხოვნებს. საბოლოო თაღის კონსტრუქციისათვის გამოიყენება ასაწყობი რკინაბეტონის ბლოკები, ლითონის მილისებრი რგოლი/ტიუბინგები, მონოლითური რკინაბეტონი ან ნაშხეფბეტონი ან სხვა ბეტონის მზიდი კონსტრუქცია, რომლებიც მოცემულ პირობებში მშენებლობისას უსაფრთხოებასა და ექსპლუატაციის ხანგრძლივობას უზრუნველყოფს.

მოწყობილობების დამაგრება გვირაბში უზრუნველყოფს მდგრადობას დამრტყმელი ტაღლის ხანმოკლე ზემოქმედებისადმი ჩქაროსნული მატარებლის მოძრაობის ფრონტალურ სიბრტყეში ზედმეტი წნევის გამოთვლის გათვალისწინებით.

კონსტრუქციების გამოთვლისას გასათვალისწინებელია აეროდინამიური დატვირთვა. აეროდინამიური ზემოქმედება არ უნდა აღემატებოდეს 10 კპა-ს. გამოთვლით სქემებში ეს დატვირთვა გათვალისწინებულია, როგორც დროებითი.

ცხრილი 1-ში მოცემულია საბოლოო თაღის გათვლებისას ბზარებისადმი მდგრადი და ბზარების ხანგრძლივი გახსნის ზღვრული დასაშვები სივრცეები:

ჰიდროიზოლაციისა და კოროზიისაგან დაცვის უზრუნველსაყოფად, მშენებლობის და სამუშაოების მიღებული ტექნოლოგიების საინჟინრო-გეოლოგიური პირობებიდან გამომდინარე გამოიყენება მიწისქვეშა ნაგებობების შემდეგი სახის ჰიდროიზოლაცია: ასაკრავი, შემოსაგლესი, დასადნობი, დასაფრქვევი, აფსკური, ფოლადის ან სხვა სახის ჰიდროიზოლაცია, რომელიც გამორიცხავს წყლის შეღწევას გვირაბის შიდა სივრცეში.

ცხრილი 1

გარემოს აგრესიული ზემოქმედების დონე	ბზარებისადმი მდგრადობის მოთხოვნების კატეგორია და ბზარების ხანგრძლივი გახსნის ზღვრული დასაშვები სიგანე მმ გრუნტთან კონტაქტში მყოფი კონსტრუქციებისათვის ¹⁾		დამცავი ფენის სისქე გრუნტთან კონტაქტის მხრიდან, მმ	ბეტონის მარკა წყალგაუმტარობაზე, არანაკლებ	
	გაწყლიანების ზონაში ჰიდროიზოლაციის გარეშე	გაწყლიანების ზონაში ჰიდროიზოლაციით და უწყლო ზონაში		გაწყლიანების ზონაში ჰიდროიზოლაციის გარეშე	გაწყლიანების ზონაში ჰიდროიზოლაციით და უწყლო ზონაში
არააგრესიული	3/0,15(0,2)	3/0,2 (0,2)	30	W8	W6
სუსტად აგრესიული	3/0,1 (0,15)	3/0,15 (0,15)	30	W8	W6
სამუალოდ აგრესიული	3/0,05 (0,1)	3/0,1 (0,1)	35	W10	W8
ძლიერაგრესიული	3/0,05 (0,1)	3/0,1 (0,1)	35	W12	W8

გვირაბების მონოლითურ სამაგრს გააჩნია დეფორმაციულ ტემპერატურულ-დალექვადი ნაკერები, რომელთა შორის მანძილი უნდა გაითვალისწინოს არანაკლებ 60 მ-ზე.

ენერგომომარაგება, ენერგომოწყობილობები, ელექტროგანათება, ვენტილაცია. სარკინიგზო გვირაბის ენერგომომარაგების პროექტირებისას სანათურების ტიპი და მათი დამაგრება უზრუნველყოფს ჩქაროსნული მატარებლის ფრონტალურ სიბრტყეზე მოძრაობის დამრტემელი ტალღის ხანმოკლე ზემოქმედებისადმი მდგრადობას. სანათებს და მათ სამაგრებს გააჩნია გაუმჯობესებული აეროდინამიური მაჩვენებლები.

სარემონტო მოწყობილობების და ინსტრუმენტების მიერთება ითვალისწინებს სტაციონარულ მოწყობილობებს, რომლებიც არ უნდა იყოს გამოწვეული გვირაბის კონსტრუქციის შიდა კონტურის კორპუსიდან.

ვენტილაციის და სახანძრო უსაფრთხოების სისტემის პროექტირებისას გათვალისწინებულია საჰაერო ნაკადების დინამიკა გვირაბებში და პორტალურ უბნებზე.

სადრენაჟო მოწყობილობები (სადრენაჟო შტოლნი, საბოლოო სამაგრსუკანა გრძივი დრენაჟი და სხვა) უზრუნველყოფს ჰიდროსტატიკური წნევის დაწვეას სამაგრზე დასაშვებ დონემდე.

ავტომატიკა, ტელემექანიკა და კავშირგაბმულობა. გვირაბი ადჭურვილი გადასაღობი და სასიგნალო სიგნალიზაციის მოწყობილობებით. ასევე, ლიანდაგის მდგომარეობის და გვირაბის საბოლოო თადის კონსტრუქციის კონტროლის სისტემებით, გვირაბში მიკროკლიმატის კონტროლის სისტემებით, მთის მასივის მდგომარეობის გეომექანიკური კონტროლის სისტემებით, აგრეთვე ტექნოლოგიური პროცესების მართვის სისტემით.

ავტომატიკის, სიგნალიზაციის და კავშირგაბმულობის სისტემის მოწყობილობების საკაბელო ხაზები გაყვანილია საკაბელო არხთან გვირაბის სატრანსპორტო ზონაში განთავსებული მოწყობილობით და განთავსებულია საბოლოო თადში დატანილ მილებში ცალკე, ელექტრომომარაგების კაბელებისაგან მოშორებით.

გარემოს დაცვის ღონისძიებების კომპლექსი ზეჩქაროსნულ სარკინიგზო მაგისტრალზე გვირაბების დაპროექტებისას, მშენებლობისას და ექსპლუატაციისას მოიცავს:

- გარემოზე ზემოქმედების შეფასების შედეგებს;
- განსახორციელებელი სამეურნეო საქმიანობის გარემოზე შესაძლო ნეგატიური გავლენის შესამცირებელი ან/და თავიდან ასაცილებელი და

ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების ღონისძიებების ჩამონათვალს გვირახების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პერიოდისათვის;

- რუქა-სქემას ზეჩქაროსნულ სარკინიგზო მაგისტრალზე გვირახების ტრასის განლაგების მითითებით და ტერიტორიის საგანგებო გამოყენების განსაკუთრებული პირობების, წითელ წიგნში შეტანილ ცხოველთა და მცენარეთა საცხოვრებელი ადგილების მითითებით;
- რუქა-სქემას გვირახებში ავარიის შემთხვევაში ეკოლოგიური რისკის საზღვრების და გარემოს შესაძლო დაბინძურების მითითებით.

ზეჩქაროსნულ სარკინიგზო ხაზებზე გვირახების მუშაობა და ექსპლუატაცია არ დაიშვება პროექტით გათვალისწინებული გარემოს დაცვის ღონისძიებების ჩატარების გარეშე.

საგანგებო სიტუაციების თავიდან ასაცილებელი ღონისძიებები. სამოქალაქო თავდაცვის, ბუნებრივი და ტექნოლოგიური ხასიათის საგანგებო სიტუაციების თავიდან აცილების ღონისძიებების ჩამონათვალი გვირახებისათვის გავითვალისწინებულ უნდა იქნას მოქმედი სამოქალაქო თავდაცვის და საგანგებო სიტუაციების ნორმატიული დოკუმენტების და კანონმდებლობის შესაბამისად.

გვირახები უნდა იყოს ადჭურვილი შენობა-ნაგებობების საინჟინრო სისტემების მონიტორინგის სტრუქტურირებული სისტემით შესაბამისი ნორმების მოთხოვნების გათვალისწინებით.

3. დასკვნა

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ გვირახის მშენებლობა წარმოადგენს რთულ პროექტს, რომელშიც გაერთიანებულია და ურთიერთდამოკიდებულია არაერთი საინჟინრო დარგი და გულისხმობს ყველა ამ სპეციალიზაციის სინქრონიზებულ მოქმედებას საბოლოო შედეგის მიღების მიზნით.

გვირახმშენებლობა წარმოადგენს ძვირადღირებულ პროცესს, სადაც თავს იყრის გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, გეოტექნიკური და სამოქალაქო მშენებლობის არაერთი დარგი, რაც საბოლოო ჯამში განსაზღვრავს მის ღირებულებას. აღსანიშნავია, რომ გარემოს დაცვის მიზნით გატარებული ღონისძიებანი მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს საბოლოო ღირებულების დადგენისას.

აქედან გამომდინარე, გვირახების დაპროექტების ეტაპზე აუცილებელია მხედველობაში იქნას მიღებული ყველა შესაძლო სამომავლო გამოწვევის მაქსიმალური პროგნოზირება, რათა იგი პასუხობდეს თანამედროვეობის მოთხოვნებს რაც შეიძლება დიდი ვადის განმავლობაში.

ლიტერატურა

1. TSI (Technical Specifications for Interoperability) for safety in Railway Tunnels in European High-Speed lines, version 20 December 2007
2. UIC Code 779-11 R, 2nd Edition, February 2005, Determination of Railway Tunnel Cross Sectional Areas on the Basis of Aerodynamic Considerations
3. GAWTHORPE R.G., Pressure Effects in Tunnels, 2000
4. THSRC Taiwan High Speed Rail Project, 2002
5. MACDONALD MOTT, The Channel Tunnel - A Designer's Perspective, 1994
6. CHSTP Technical Memorandum 2.4.2 Basic Tunnel Configuration, June 2008
7. BS EN 14067:2006 Railway Applications – Aerodynamics
8. UIC Code 660 OR, 2nd Edition, August 2002, Measures to ensure the technical compatibility of high-speed trains.
9. BOPP R, HAGENAH B, Aerodynamics, Ventilation and Tunnel Safety for High Speed rail tunnels
10. VARDY A, Generation and Alleviation of Sonic Booms from Rail Tunnels, Presentation to Institution of Civil Engineers, March 2010

**შედგენილი ცილინდრის დრეკად-პლასტიკური მღვრეობა
 ბარე წნევისა და ცვლადი ტემპერატურის პირობებში**

თ. ბაციკაძე, ჯ. ნიუარაძე, რ. გორგობიანი, ვ. ტურაშვილი

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

რეზიუმე: განიხილება იდეალურად დრეკად-პლასტიკური ორფენიანი ცილინდრული გარსი, რომლის შიგა ფენის სისქე გაცილებით ნაკლებია გარე ფენის სისქესთან შედარებით. გარსი ექვემდებარება ტრესკას დენადობის პირობას და დენადობის ასოცირებულ კანონს. ფენები ხასიათდებიან სხვადასხვა ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლებით. განიხილება თანაბრადგანაწილებული ტემპერატურული ველის შემოქმედება, რომელიც მოიცავს მთლიან შიგა ფენას და გარე ფენის შიგა ზედაპირს. ამავე დროს ცილინდრის გარე ზედაპირზე მოქმედებს ასევე თანაბრადგანაწილებული დატვირთვა.

მიღებულია გადაადგილებათა და ძაბვათა გამოსახულებები, როგორც დრეკადი, ისე დრეკად-პლასტიკური სტადიებისათვის. შედარებითი ანალიზის საფუძველზე მიღწეულია ამ გამოსახულებათა გამარტივება.

საკვანძო სიტყვები: დენადობის ზღვარი, ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი, დრეკადი სტადია, დრეკად-პლასტიკური სტადია, ძაბვები და გადაადგილებები.

1. შუსაშალო

განვიხილოთ ორი ფენისაგან შედგენილი ცილინდრი (შიდა ფენა შედარებით მცირე სისქისაა) ცილინდრზე მოქმედებს გარე დატვირთვა ინტენსივობით P_0 და ღერძსიმეტრიული ტემპერატურული ველი T_0 შიდა ფენის წნევა იყოს P^I . დავუშვათ, რომ ცილინდრის ორივე ფენა იდეალურად დრეკად-პლასტიკურ თვისებებს ამჟღავნებს და ექვემდებარება როგორც ტრესკას დენადობის პირობას, ასევე დენადობის ასოცირებულ კანონს. ფენების დენადობის ზღვარი და ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტები სხვადასხვაა. ჩავთვალოთ, რომ ტემპერატურა თანაბრად ნაწილდება შიგა ფენის სისქეში და ტოლია გარე ფენის შიგა ზედაპირის ტემპერატურისა.

შიგა და გარე რადიუსები შესაბამისად აღვნიშნოთ r_1 და r_2 (ნახ. 1) t – შიდა ფენის სისქეა. გარე ძირითადი ფენის პარამეტრები აღვნიშნოთ a – ინდექსით, შიგა ფენის პარამეტრები c – ინდექსით. ამასთან დავუშვათ, რომ $\alpha_c > \alpha_a$.

2. ძირითადი ნაწილი

ძაბვებისა და გადაადგილებების ველი დრეკად სტადიაში გამოისახება ცნობილი ფორმულებით:

$$\begin{aligned} \frac{E_a \cdot U_a}{1 + \gamma_a} &= \frac{E_a \cdot \alpha_a}{(1 - \gamma_a)r} \int_{r_1}^r T(r) r dr + \frac{E_a \cdot \alpha_a}{2(1 - \gamma_a)} \left[(1 - 2\gamma_a) + \frac{r_1^2}{r} \right] T_s \\ &+ \frac{P^I \cdot \alpha^2}{r_2^2 - r_1^2} \left[(1 - 2\gamma_a) \cdot r + \frac{r_2^2}{r} \right] - \frac{P_a \cdot r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \left[(1 - 2\gamma_a)r + \frac{r_1^2}{r} \right] - \frac{E_a \cdot \gamma_a \cdot \varepsilon_z}{(1 + \gamma_a)} \cdot r \\ \sigma_z &= - \frac{E_a \cdot \alpha_a}{(1 - \gamma_a)r^2} \int_{r_1}^r T(r) r dr + \frac{E_a \cdot \sigma_a}{2(1 - \gamma_a)} \left(1 - \frac{r_1^2}{r^2} \right) \cdot T_s + \frac{P^I \cdot r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 - \frac{r_2^2}{r} \right) \\ &- \frac{P^C \cdot r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 - \frac{r_1^2}{r} \right); \\ \sigma_\xi &= \frac{E_a \cdot \alpha_a}{(1 - \gamma_a)r^2} \int_{r_1}^r T(r) r dr + \frac{E_a \cdot \sigma_a}{1 - \gamma_a} \left(1 + \frac{r_1^2}{r^2} \right) \cdot T_s - \frac{E_a \cdot \alpha_z}{(1 - \gamma_a)} T(r) + \frac{P^I \cdot r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 + \frac{r_2^2}{r} \right) \\ &- \frac{P^U \cdot r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 + \frac{r_1^2}{r} \right); \end{aligned} \quad (1)$$

$$\sigma_z = E_l \cdot \varepsilon_z - \frac{E_2 \cdot \alpha_a \cdot T(r)}{(1 - \gamma_a)} + \frac{2\gamma_a \cdot P^I \cdot r_1^2}{(r_2^2 - r_1^2)} - \frac{2\gamma_a \cdot P_0 \cdot r_2^2}{(r_2^2 - r_1^2)} + \frac{\gamma_a \cdot E_a \cdot \alpha_a \cdot T_s}{(1 - \gamma_a)}$$

სადაც

$$T_s = \frac{2}{r_2^2 - r_1^2} \int_{r_1}^r T(r) r dr \quad (2)$$

შიგა თხელკედლიანი ცილინდრისათვის, რომლის სისქე აღვნიშნეთ t -თი, გარე რადიუსი $- r_1$ -ით, გარე წნევით $- P^I$ და თანაბრადგანაწილებული ტემპერატურა $- T_0$, მივიღებთ შემდეგ განტოლებებს:

$$\frac{E_c \cdot U_c}{(1 + \gamma_c) \cdot r} = E_c \cdot \alpha_c \cdot T_0 - \frac{P^I}{r_1 \left(2 - \frac{t}{r_1}\right)} \left[1 - 2\gamma_c + \frac{(r_1 - t)^2}{r^2}\right] - \frac{E_c \cdot \gamma_c}{(1 + \gamma_c)} \cdot \varepsilon_z; \quad (3)$$

$$\sigma_r = \frac{P^I}{r_1 \left(2 - \frac{t}{r_1}\right)} \left[1 - \left(\frac{r_1 - t}{r}\right)^2\right];$$

$$\sigma_\theta = \frac{P^I}{r_1 \left(2 - \frac{t}{r_1}\right)} \left[1 + \left(\frac{r_1 - t}{r}\right)^2\right]; \quad (4)$$

$$\sigma_z = E_c \cdot \varepsilon_z - E_c \cdot \alpha_c \cdot T_0 - \frac{2\gamma_c \cdot P^I}{r_1 \left(2 - \frac{t}{r_1}\right)};$$

აქ r -ი იცვლება შემდეგ საზღვრებში $1 - \frac{t}{r_1} \leq \frac{r}{r_1} \leq 1$ როცა r მიისწრაფის r_1 -კენ, ამასთან $\left(\frac{t}{r_1}\right) \ll 1$, (3)-ის ამონახსნი მარტივდება და დებულს შემდეგ სახეს

$$\frac{E_c \cdot U_c}{r_1 \cdot (1 + \gamma_c)} = E_c \cdot \alpha_c \cdot T_0 - P^I \cdot \frac{r_1}{t} \cdot (1 - \gamma_c) - \frac{E_c \cdot \gamma_c \cdot \varepsilon_z}{(1 + \gamma_c)}; \quad (5)$$

$$\sigma_r = 0; \quad \sigma_\theta = -P^I \cdot \frac{r_1}{t}; \quad \sigma_z = E_c \cdot \varepsilon_z - E_c \cdot \alpha_c \cdot T_0 - \gamma_c \cdot P^I \cdot \frac{r_1}{t}$$

ფორმულებში (1) და (5) ორი უცნობი სიდიდეა P^I და ε_z . მათი გამორკვევა შეიძლება შემდეგი პირობებიდან:

1) კონტაქტის ზედაპირზე $r = r_1$ რადიალური გადაადგილების უწყვეტობის პირობა.

2) ძალების წონასწორობის პირობა დერძის მიმართულებით.

პირველი პირობიდან მივიღებთ

$$(1 + \gamma_c)[\alpha_c \cdot T_0 - \alpha_a \cdot T_s] + [\gamma_c - \gamma_a]\alpha_a \cdot T_s = (\gamma_c - \gamma_a)\varepsilon_z$$

$$- 2P_0 \frac{(1 + \gamma_a) r_2^2}{E_a (r_2^2 - r_1^2)} + P^I \left[\frac{(1 + \gamma_a) \cdot \left(1 - 2\gamma_a + \frac{r_2^2}{r_1^2}\right)}{E_a \left(\frac{r_2^2}{r_1^2} - 1\right)} + \frac{1 - \gamma_c^2}{E_c} \cdot \frac{r_1}{t} \right] \quad (6)$$

თხელი ფენისათვის, რადგან $\left(\frac{t}{r_1}\right) \ll 1$ ფორმულა გამარტივდება და მივიღებთ

$$(1 + \gamma_c)[\alpha_c \cdot T_0 - \alpha_a \cdot T_s] + [\gamma_c - \gamma_a]\alpha_a \cdot T_s = (\gamma_c - \gamma_a) + P^I \frac{1 - \gamma_c^2}{E_c} \cdot \frac{r_1}{t} - \frac{2P_0(1 - \gamma_a^2)}{E_a \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2}\right)} \quad (7)$$

მეორე პირობიდან გვექნება

$$\int_{r_1-t}^{r_1} \sigma_z r dr + \int_{r_1}^{r_2} \sigma_z r dr = -\frac{P_0 \cdot r_2^2}{2} \quad (8)$$

გამოვიყენოთ (1) და (5) საიდანაც აღებული σ_z შევიტანოთ ამ გამოსახულებაში და მივიღებთ

$$E_c \cdot \frac{t}{r_1} [\alpha_c \cdot T_0 - \alpha_a \cdot T_s] + \sigma_a \cdot T_s \left[\frac{E_c \cdot t}{r_1} + \frac{E_t}{2} \left(\frac{r_2^2}{r_1^2} - 1 \right) \right] \\
 = P^I (\gamma_a - \gamma_c) + E_z \left[E_c \cdot \frac{r_1}{t} + \frac{E_a}{2} \left(\frac{r_2^2}{r_1^2} - 1 \right) \right] + P_0 \frac{r_2^2}{2r_1^2} (1 - 2\gamma_a) \quad (9)$$

(7)-დან და (9) - დან E_z -ის განსაზღვრის შემდეგ, იმის გათვალისწინებით, რომ $\frac{r}{r_1} \ll 1$ მივიღებთ რადგან ϵ_z - ცნობილია (6)-ის გამოყენებით გამოვთვლით P^I -ს

$$P^I \left[1 + \frac{(1 + \nu_a) E_c \cdot \frac{r_2^2}{r_1^2} + 1 - 2\gamma_a}{(1 - \nu_c^z) E_a} \cdot \frac{t}{r_1} \right] \\
 - \frac{(\alpha_c \cdot T_0 - \alpha_a \cdot T_s) \cdot E_c \cdot t}{(1 - \nu_c)} \cdot \frac{1}{r_1} \left[1 - \frac{(\gamma_c - \gamma_a) \cdot (1 - \nu_c) \cdot (1 - \nu_c) \cdot 2t}{(1 + \nu_c)(1 - \nu_c) \cdot E_a \cdot \left(\frac{r_2^2}{r_1^2} - 1 \right) \cdot r_1} \right] \\
 + \frac{P_0 \cdot E_c \cdot t}{r_1 \cdot (1 - \nu_c^z)} \left\{ \frac{\gamma_c - \gamma_a - 2\gamma_c \gamma_a + 2}{E_a \cdot \left(1 - \frac{r_2^2}{r_1^2} \right)} - \frac{2E_c(\gamma_a - \gamma_c)^2(1 - \nu_c^z)}{E_a^2 \left(\frac{r_2^2}{r_1^2} - 1 \right) \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2} \right) (1 - \nu_c^z)} \right. \\
 \left. \cdot \frac{t}{r_1} \right\} \quad (11)$$

შიდა ცილინდრისათვის, რომლის სისქე $\frac{t}{r_1} \ll 1$ მივიღებთ

$$P^I = \frac{E_c}{(1 - \nu_c)} [\alpha_c \cdot T_0 - \alpha_a \cdot T_s] + P_0 \left[\frac{(\gamma_c - \gamma_a - 2\gamma_c \gamma_a + 2) \cdot E_c \cdot t}{\left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2} \right) (1 - \nu_c^z) \cdot E_a \cdot r_1} \right] \quad (12)$$

იმ შემთხვევაში, როცა $\gamma_a = \gamma_c$

$$P^I = \frac{E_c}{(1 - \nu_c)} [\alpha_c \cdot T_0 - \alpha_a \cdot T_s] \cdot \frac{t}{r_1} + \frac{2P_0 E_c}{E_a \cdot \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2} \right)} \cdot \frac{t}{r_1} \quad (13)$$

მიღებული ფორმულები გვაძლევს დაბეჭდვის გამოთვლის საშუალებას როგორც შიდა, ასევე გარე ცილინდრის კვეთებში.

3. დასკვნა

$\left(\frac{t}{r_1} \right) \ll 1$ $\left(1 - \frac{t}{r_1} \leq \frac{r}{r_1} \leq 1 \right)$ სისქის ცილინდრისათვის განსაზღვრულია შიდა ფენის წნევისა და დეფორმაციის სიდიდეები საკონტაქტო ზედაპირზე ($r = r_1$), რადიალური გადაადგილებების უწყვეტობისა და წონასწორობის პირობებიდან, როდესაც $r \rightarrow r_1$.

მიღებული ფორმულები განსახილველ ინტერვალში გვაძლევს დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის სრულად შესწავლის საშუალებას, როგორც დრეკად ისე დრეკად-პლასტიკურ სტადიაში.

ლიტერატურა

1. Боли Б. и Уэйнер Дж. “Теория температурных напряжений” Идательство “Мир” 1965 г.
2. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე “სქელკედლიანი სფერული გარსის არადრეკადი დეფორმაციები მუდმივი ტემპერატურული გრადიენტის პირობებში”. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა” № 2(5) 2007 წ. თბილისი.
3. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე “მოთელ ზედაპირზე დატვირთული ორთოტროპული ცილინდრის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის გამოკვლევა” სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა” №4 (27) 2012 წ. თბილისი.

**საქართველოს სანედლეულო ბაზის გამოყენებით
აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალების ტექნოლოგიის
დამუშავება და მათი გამოყენება თანამედროვე
ბინათმშენებლობაში**

ჯ. სამხარაძე, მ. ჯაფარიშვილი

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

რეზიუმე: არასასურველი აკუსტიკით გამოწვეული პრობლემები იმდენად მავნებელია, რომ სასურველი აკუსტიკის უზრუნველყოფა თანამედროვე მსოფლიოს ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი და პრობლემატური გამოწვევაა. სტატიაში განხილულია საქართველოს სანედლეულო ბაზის გამოყენებით აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალის შექმნა და მისი გამოყენების შესაძლებლობები თანამედროვე ბინათმშენებლობაში. გაანალიზებულია შექმნილი მასალის თვისებები და დასაბუთებულია მისი გამოყენების ტექნიკურ-ეკონომიკური მიზანშეწონილობა.

საკვანძო სიტყვები: აკუსტიკა, აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალები, ადგილობრივი მასალები.

1. შესავალი

აკუსტიკა არის ფიზიკის დარგი, რომელიც შეისწავლის ბგერის ბუნებასა და თვისებებს, ბგერით მოვლენებს და სმენადობის პირობებს რაიმე შენობაში. იგი ერთ-ერთი უძველესი დარგია, რომლის შესახებ პირველი ისტორიული ცნობები ჯერ კიდევ ძველ ბერძენ და რომაელ მეცნიერთა ნაშრომებში გვხვდება. სასურველი აკუსტიკური პირობების უზრუნველსაყოფად გასათვალისწინებელი აუცილებელი მოთხოვნები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს შენობის გეგმარებასა და დიზაინზე, თუმცა ცუდი აკუსტიკის შედეგად გამოწვეული პრობლემები იმდენად მასშტაბური და მავნებელია თითოეული ჩვენგანისთვის, რომ ჩვენი შენობის დაპროექტებისა და მშენებლობის დროს სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია გავითვალისწინოთ აკუსტიკის ფაქტორი.

2. ძირითადი ნაწილი

აკუსტიკურ დეკორატიული მასალების წარმოებისისა და გამოყენების ტენდენციების მხრივ თუ შევადარებთ საქართველოს და მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებს, აღმოჩნდება რომ საქართველოში ასეთი ტიპის მასალების როგორც წარმოებას ასევე გამოყენებასაც ძალიან ნაკლები ყურადღება ექცევა, რაც უპირველეს ყოვლისა განპირობებულია მომხარებლის ინფორმირებულობის დაბალი დონით იმ შესაძლო შედეგების შესახებ, რაც შეიძლება გამოწვეული იქნას არასასურველი აკუსტიკური გარემოს ზემოქმედებით და ასევე იმითაც, რომ არ არსებობს სახელწიფოს მიერ რეგულაცია, რომელიც სამშენებლო ბაზრის მონაწილეებს დაავალდებულებს უზრუნველყონ მინიმალური აკუსტიკური მოთხოვნების დაკმაყოფილება სხვადასხვა ტიპის და ფუნქციონალური მშენებლობების დროს.

განსაკუთრებით გულდასაწყვეტია აღნიშნული, რადან ერთის მხრივ საქართველოს ასეთი მასალების საწარმოებლად საკმაოდ კარგი სანედლეულო ბაზა გააჩნია და ასევე, ევროპის ქვეყნებთან შედარებით ჩვენ გვყავს იაფი მუშახელი, რაც ჯამში აკუსტიკურ დეკორატიული მასალების წარმოების საკმაოდ კარგ შესაძლებლობას იძლევა. აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალების წარმოებისთვის საჭირო საქართველოს სანედლეულო ბაზა ძირითადად წარმოდგენილია პერლიტის, ობსიდიანის, თაბაშირის, გაჯის, ბაზალტის ბოჭკოს სახით. აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალის შესაქმნელად გამოყენებული იქნა შემდეგი მასალები: 1) თაბაშირი 2) აფუებული პერლიტი 3) ქაფწარმომქმნელი 4)

პვა 5) ბაზალტის არმირების ბადე ლაბორატორიაში ჩატარებული მრავალი ცდის შედეგად გამოიკვეთა მასალის დამზადებისთვის საჭირო კომპონენტების ყველაზე ეფექტური პროცენტული განაწილება, რომელიც არის მოცემული შემდეგ ცხრილში

აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალის მიღებისთვის საჭირო შემადგენელი კომპონენტების ოპტიმალური განაწილება ცხრილი 1

მასალის დასახელება	პროცენტული შემცველობა
თაბაშირი	65%
აფუებული პერლიტი	25%
პვა	4%
ქაფწარმომქნელი	4%
არმირება	2%

ექსპერიმენტის საწყის ეტაპზე განისაზღვრა კომპონენტების შერევის პროცესი და მათი თანმიმდევრობა, რასაც მეტად ფრთხილად უნდა მოვეკიდოთ, რამეთუ ხანგრძლივი მორევის პროცესში შესაძლოა დაიშალოს ან დაზიანდეს ჩვენი შემავსებლის თუ სხვა კომპონენტების სტრუქტურა და ამ ყველაფერმა უარყოფითად იმოქმედოს მიღებული საყალიბე მასალის მახასიათებლებზე. პირველ ეტაპზე ხდება ქაფწარმომქმნელისა და წყლის გაზავება, წყლის მასა არის თაბაშირის მასის 50%, ხოლო ქაფწარმომქნელის მოცულობა წარმოადგენს წყლის მასის 4%-ს. პლასტმასის ბოთლში ხდება ამ ორი კომპონენტის შერევა, ხოლო შემდეგ ლითონის ჭურჭელში გადასხმა და აქაფება. ქაფწარმომქმნის პროცესი გრძელდება დაახლოებით 1.5-2.0 წუთი, 200 ბრუნი/წამში. მას შემდეგ, რაც მიღებული გვაქვს სასურველი სტრუქტურის ქაფი, ჯერ ხდება პვას დამატება, რაც თავის მხრივ უზრუნველყოფს სხვადასხვა კომპონენტებს შორის შეჭიდულობის გაზრდას და ამავდროულად მასალის სიმტკიცის ზრდას. შემდეგ კი ხდება მცირე ოდენობებით თაბაშირის ფხვნილის დამატება. თაბაშირისა და პვას-მორევის პროცესი მიმდინარეობს დაახლოებით 1 წუთის განმავლობაში და ამის შემდეგ ბოლო ეტაპზე ხდება პერლიტის ეტაპობრივი დამატება და დაბალ ბრუნზე, 30-40 ბრუნი წამში, ხორციელდება მორევის პროცესი, რათა პერლიტის სტრუქტურა არ დაიშალოს. ამ პროცესების შედეგად მიღებულ საყალიბე მასას უკვე აშკარად აღენიშნება ფოროვანი სტრუქტურა, რაც ბგერის შთანთქმის ერთ-ერთი უპირველესი და მნიშვნელოვანი პირობაა.



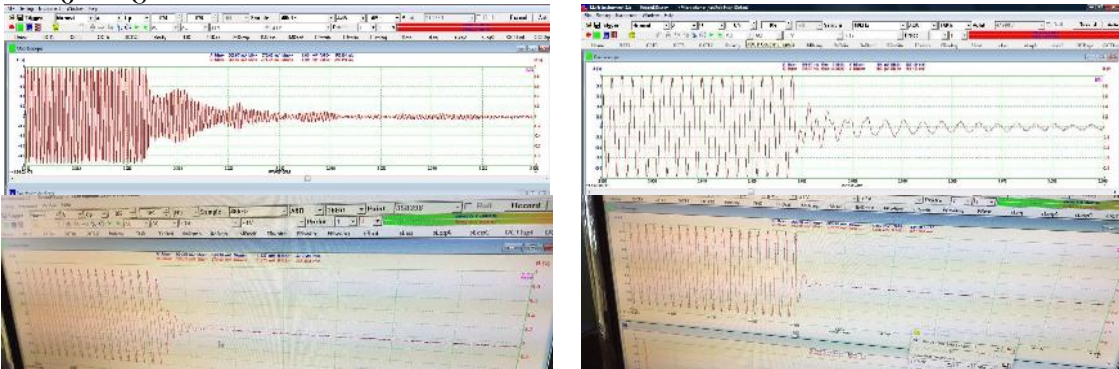
სურათი 1 ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული საყალიბე მასა

ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული საყალიბე მასის დაყალიბება განხორციელდა 4*4*16 სმ ზომის რკინის ყალიბებში. მას შემდეგ რაც გარკვეული ოდენობის საყალიბე მასა ჩაესხმება ყალიბში ხდება წინასწარ დაჭრილი ბაზალტის ბოჭკოს არმირების ჩალაგება. დაყალიბებული ნიმუშები +22, +23 °C ტემპერატურაზე ინახებოდა ოთახის პირობებში 4 დღის განმავლობაში და მხოლოდ ამის შემდეგ მოხდა ყალიბების მოხსნა და მათი მოთავსება გამოსაშრობად სპეციალურ გამოსაშრობ ღუმელში +60°C ტემპერატურაზე 2 საათის განმავლობაში. მოხდა გამომშრალი ნიმუშების აწონვა და მისი საშუალო სიმკვრივის გაზომვა, რამაც შეადგენა 470-480 კგ/მ³. აღნიშნული სიდიდე საკმაოდ კარგი მაჩვენებელია აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალისთვის. რომლის

საფუძველზეც შესაძლებელია წინასწარ ითქვას, რომ მასალას აქვს კარგი აკუსტიკური მახასიათებლები. გამომშრალი ნიმუშები გამოცდილი იქნა სიმტკიცის ზღვარის ღუნვაზე, რამაც შეადგენდა 0,9-1,03 მპა.

ბოლო ეტაპზე წარიმართა მიღებული მასალის აკუსტიკური თვისებების განსაზღვრა, რომლის საწყის ეტაპზე იმპედანსის მილის დიამეტრიდან გამომდინარე განხორციელდა მასალის დაყალიბება 9,4 სმ დიამეტრის მქონე ლითონის ყალიბში.

გამომშრობის შემდეგ ნიმუშები გამოცდილი იქნა იმპედანსის მილის მეთოდის მეშვეობით, მილში არსებული მიკროფონი და ხმის წყარო მიერთებულია კომპიუტერთან, საიდანაც ხდებოდა სხვადასხვა სიხშირეებზე ჩაწერილი ხმების მეშვეობით ნიმუშების ბგერის შთანთქმის თვისების ტესტირება. როგორც წინასწარ მოსალოდნელი იყო, სხვადასხვა სიხშირეზე სხვადასხვა ტიპის ზედაპირის მიხედვით მიღებული მახასიათებლები განსხვავდებოდა ერთმანეთისგან.



სურათი 2 ბგერის შთანთქმაზე მასალის ტესტირების შედეგები

მიღებული შედეგების ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ჩვენს მიერ შექმნილი მასალის ბგერის შთანთქმის კოეფიციენტი საშუალო სიხშირეებზე მერყეობს 0,5-0,8 ფარგლებში, რაც თაბაშირის ბაზაზე დამზადებული აკუსტიკური ფილებისთვის საკმაოდ კარგი და მისაღები მახასიათებელია.

მიღებული აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალის სახელად, მასში შემავალი ძირითადი კომპონენტების დასახელებებიდან გამომდინარე, შერჩეული იქნა დასახელება Gypertone, ხოლო ფილების ოპტიმალურ ზომად განსაზღვრული იქნა 300*300*20მმ. შექმნილი ფილა შესაძლოა გამოყენებული იქნას შენობის შიდა სივრცეებში როგორც ჭერის, ასევე კედლის მოსაპირკეთებლად.

იმისათვის, რომ დავაკმაყოფილოთ სხვადასხვა ფუნქციონალური დანიშნულების პროექტის დეკორატიული გამოწვევები, განხორციელდა მასალის ზედაპირის დამუშავება სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით. ესენია: 1) ზედაპირის გახეხვა 2) ფერის მიცემა 2) ფაქტურის მიცემა

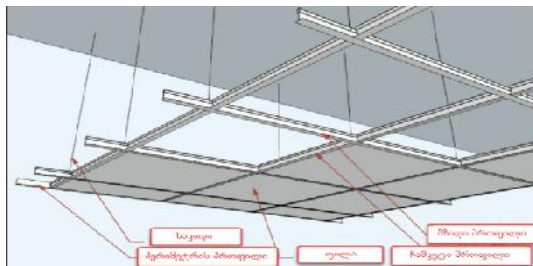
ზედაპირის გახეხვის მეშვეობით შესაძლებელი გახდა გამოსწორებული იქნას ისეთი ხარვეზები, როგორიც შეიძლება გამოწვეული იყოს მასალის დაყალიბებისა და გამომშრობის პროცესისას. ზედაპირის ხეხვისთვის გამოყენებული იქნა სპეციალური დამამუშავებელი კორუნდის რგოლები და მეტალის დანები.

ფერის მიცემა არის ასევე ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პროცესი, რადგან მისი მეშვეობით იქმნება მასალის სასურველი იერსახე. ფერი შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც ერთ-ერთი ფაქტორი, რამაც შეიძლება ფსიქოლოგიურად შეამციროს ხმაურის ზემოქმედება და მიანიჭოს ადამიანს სისუფთავის შეგრძნება. ფერის მიცემის ორი შემდეგი ძირითადი მეთოდი არსებობს: 1) ნაკეთობის კაზმში პიგმენტების დამატებით 2) ზედაპირის შეღებვით. ფერის მიცემის პირველი მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში ნაკეთობის ბგერის შთანთქმის კოეფიციენტი ძალიან მცირედ იცვლება და ფაქტიურად ძალიან

ახლოსაა იმ შემთხვევასთან, როდესაც საერთოდ არ ხდება ფერის მიცემა. რაც შეეხება მეორე მეთოდს, იმის გამო რომ ზედაპირზე საღებავის ფენის დატანისას ხდება ნაკეთობის ზედაპირზე არსებული ფორების შევსება, რომელთა მეშვეობითაც მიღწეულია ხმის ენერჯის სითბურ ენერჯიაში გადაყვანა და შემდეგ ჩახშობა, საკმაოდ უარესდება მასალის ბგერის შთანთქმის კოეფიციენტი და სწორედ ამიტომ მიერ უპირატესობა მიენიჭა პირველ მეთოდს. სხვადასხვა ტიპის ყალიბების გამოყენებით, შესაძლებელია რომ მიღებული იქნას გლუვი, ხორკლიანი, პერფორირებული და რელიეფური ფაქტურები, რაც საშუალებას მოგვცემს ერთი მხრივ ამაღლებული იქნას ჩვენი ნაკეთობის ესთეტიურობა და ასევე გაიზარდოს ნაკეთობის მიერ ბგერის შთანთქმის კოეფიციენტი. ცდების შედეგად დგინდება, რომ ყველაზე კარგ მისაღებ აკუსტიკურ მახასიათებელს ვაღწევთ, თუ გამოყენებული იქნება ნაკეთობის პერფორაცია, რადგან პერფორირებული ზედაპირი ეხმარება ჩვენს ნაკეთობას მოახდინოს ბგერის ენერჯის მარტივი შთანთქმა. ბგერის შთანთქმის კოეფიციენტი კიდევ უფრო იზრდება, თუ ჩვენს ნაკეთობის პერფორირებული ზედაპირის უკან მოვახდენთ ბაზალტის ბოჭკოს ბაზაზე დამზადებული ქეჩის დამაგრებას, ამ შემთხვევაში ერთი მხრივ პერფორირებული ზედაპირების მეშვეობით მოხდება ბგერის ენერჯის ჩახშობა და ასევე ქეჩის მეშვეობით, რომელიც საკმაოდ კარგი ბგერის ჩამხშობია და ამავედროულად ეკოლოგიურად სუფთა მასალაა. ჩვენს მიერ შექმნილი აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალა შესაძლოა გამოყენებული იქნას როგორც ჭერის ასევე კედლების მოსაპირკეთებლად. ჭერზე მონტაჟი ხორციელდება შემდეგი სქემის მიხედვით:

ჭერზე მონტაჟის სქემა

კედელზე მონტაჟის სქემა



სურათი 3 ჭერსა და კედელზე სამონტაჟო სქემები

ჭერზე მონტაჟი ხორციელდება ლითონის პროფილების ბაზაზე, ხოლო კედელზე თაბაშირის წებოს გუნდების მეშვეობით. როგორც სხვადასხვა ხარისხის ლითონის პროფილები და აქსესუარები ასევე სამონტაჟო წებო, რომლებიც საჭიროა ჩვენს მიერ შექმნილი ფილის სამონტაჟოდ, მრავლად მოიპოვება როგორც საქართველოს ბაზარზე ასევე საზღვარგარეთ და ნებისმიერ დაინტერესებულ მხარეს აქვს შესაძლებლობა შეისყიდოს იგი და მოახდინოს მათ ბაზაზე ჩვენი აკუსტიკურ-დეკორატიული ფილების მონტაჟი. სხვა ფილებისგან განსხვავებით, რომლებიც დამზადებული არიან მაგალითად მინერალური ბამბის ბაზაზე, ჩვენს მიერ დამზადებულ აკუსტიკურ-დეკორატიულ ფილას არ სჭირდება სპეციალური ადჰურვილობის (ხელთათმანები, პირბადეები) გამოყენება მონტაჟისას, რომელიც მემონტაჟეს დაიცავს ალერჯისაგან, დასუსხვისგან და ასე შემდეგ, რაც შეიძლება განვითარდეს მინაბამბის ბაზაზე დამზადებული პროდუქტების მონტაჟისას. იმისათვის, რომ მომხდარიყო ჩვენს მიერ შექმნილი აკუსტიკურ-დეკორატიული ფილის ტექნიკურ-ეკონომიკური მიზანშეწონილობის გარკვევა და იმის დაგენა, თუ რამდენად კონკურენტუნარიანი იქნება ჩვენი ფილები ბაზარზე არსებულ სხვა ანალოგიურ ფილებთან მიმართებაში, უპირველეს ყოვლისა მოხდა ჩვენი ფილების დასამზადებლად საჭირო დანახარჯების კალკულაცია და შემდეგ შედარებული იქნა მისი ანალოგიური თვისებების მქონე ფილებთან.

Gypertone-ის სარეალიზაციო ფასის დადგენა ცხრილი 2

GYPERTONE-ის დასამზადებლად საჭირო მასალების კალკულაცია და სარეალიზაციო ფასის დადგენა 1მ ² -ზე						
#	მასალის დასახელება	განზ.ერთეული	დანახარჯი პროცენტულად	დანახარჯი კილოგრამებში	ღირებულება ერთეულზე	სულ ღირებულება
1	თაბაშირი	კ	65%	6.11	GEL 0.42	GEL 2.59
2	აფუბულ პერლიტი	კბ	25%	.53	GEL 0.59	GEL 0.91
3	პვა	ლიტრი	4%	0.24	GEL 4.24	GEL 1.04
4	ქაფწარმომქნელი	ლიტრი	4%	0.24	GEL 5.51	GEL 1.35
5	არმირება	მ2	2%	1.00	GEL 1.97	GEL 1.97
სულ პირდაპირი ხარჯები						GEL 7.85
კომუნალური ხარჯები 1მ ² -ზე					11%	GEL 0.86
ხელფასებისა და სხვა ზედნადები დანახარჯები 1მ ² -ზე					15%	GEL 1.18
დანადგარებისა და სხვა მოწყობილობების დანახარჯები 1მ ² -ზე					70%	GEL 5.50
გაუთვალისწინებელი ხარჯები 1მ ² -ზე					3%	GEL 0.24
სულ პროდუქციის თვითღირებულება						GEL 15.62
მოგების ნორმა 1მ ² -ზე					12%	GEL 1.87
სულ ღირებულება დღგ-ს გარეშე						GEL 17.50
დღგ (დამატებითი ღირებულების გადასახადი)					18%	GEL 3.15
სულ 1მ²-ზე პროდუქციის სარეალიზაციო ფასი (დღგ-სა და საქართველოს კანონმდებლობით გათვალისწინებული ყველა გადასახადისა და გადასახდელის ჩათვლით)						GEL 20.65

როგორც უშუალოდ პროდუქციის მწარმოებლებისგან ასევე საქართველოს ბაზარზე არსებული პროდუქციის დილერებისა და დისტრიბუტორებისგან მოხდა ჩვენი ფილის მსგავსი აკუსტიკური მახასიათებლების მქონე სხვადასხვა მწარმოებლების აკუსტიკურ-დეკორატიული ფილების შესყიდვის შესახებ კომერციული წინადადებების მიღება და საბაზრო ფასების დადგენა, რომელთა შედეგები შეჯამებულია შემდეგ ცხრილში:

მსგავსი მახასიათებლების მქონე სხვადასხვა აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალის საბაზრო ფასები ცხრილი 3

მასალის დასახელება	1მ ² -ზე ღირებულება
Knauf აკუსტიკური ფილა	30-34 ლარი
Armstrong აკუსტიკური ფილა	39-45 ლარი
VOGL აკუსტიკური ფილა	41-50 ლარი

არსებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე ვასკენით, რომ ჩვენი აკუსტიკურ-დეკორატიული ფილა გაცილებით იაფია მის ანალოგებთან შედარებით და აქვს იგივე ტიპის აკუსტიკური მახასიათებლები. საბოლოო ჯამში ფასთა შორის სოლიდური სხვაობა მეტად პოზიტიურ გავლენას მოახდენს ჩვენი მასალის სამშენებლო ბაზარზე დამკვიდრებისათვის და მისი წარმატებული რეალიზაციისათვის.

3. დასკვნა

თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ჩვენს შენობებში კარგი აკუსტიკის შექმნა წარმოადგენს პრაქტიკულ აუცილებლობას და მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოს თანამედროვე სამშენებლო სექტორში ძირითადი აქცენტები ამ ეტაპზე არ არის გადატანილი შენობის აკუსტიკაზე, ძალიან მოკლე დროის პერიოდში სიტუაცია რადიკალურად შეიცვლება და აუცილებლად გაჩნდება

შენობის სასურველი აკუსტიკის მიღების გარდაუვალი მოთხოვნა და აუცილებლობა, რაც პირველ რიგში განპირობებული იქნება ევროკავშირის ქვეყნების სტანდარტებთან საქართველოს ინტეგრაციის პროცესით, რაც თავისთავად კიდევ უფრო უკეთეს პირობებს შექმნის ქართული ნედლეულის ბაზაზე დამზადებული ეკოლოგიურად სუფთა აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალა “Gypertone”-ის რეალიზაციისა და სამშენებლო სექტორში ფართოდ დამკვიდრებისათვის, რომელიც მისი კარგი მახასიათებლებისა და შედარებით დაბალი ფასის გამო კონკურენციას გაუწევს იმპორტირებულ აკუსტიკურ-დეკორატიულ მასალებს.

ლიტერატურა

1. A. Bies, C. H. Hansen, Engineering Noise Control Theory and Practice, London, New York: Spon Press, 2003, 3rd Edition, pp 340-399
2. Daniel R. Raichel, THE SCIENCE AND APPLICATIONS OF ACOUSTICS, New York, Springer, 2006, 2nd Edition, pp 243-281
3. Park, J, Measurement of the frame acoustic properties of porous and granular materials. J. Acoust. Soc. Amer. 118, 2005, pp 48-90.
4. Robert B. Newman, Noise Control for Buildings, guidelines for acoustical problem solving, certainTeed, 2013, pp 4-13
5. William W. Seto, Theory and Problems of Acoustics, McGraw-Hill ,1971, pp 139-150
6. Скуянс Ю.Р., Бериньш А., Беткерс Т. Применение пеногипса для декоративно – акустических плит. Тезисы докл. Рига ЛатНИИНТИ, 1985, стр. 95-96.

**მოზაიკური ხელოვნების განვითარების ზოგადი მიმოხილვა
თ. ჩუბინიძე**

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია მოზაიკური ხელოვნების განვითარების ხაზი, ამ ხელოვნების როლი და დანიშნულება. ზოგადად მიმოიხილება მოზაიკის ტექნოლოგიები და ამ ტექნოლოგიების ცვლილებები ხელოვნების განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე. სტატია მიმოიხილავს მხატვრული სკოლების სტილისტურ თავისებურებებს პერიოდიზაციის შესაბამისად, ცალკეული ქვეყნების მოზაიკური ხელოვნების ნიმუშების განხილვის მაგალითებზე.

საკვანძო სიტყვები: მოზაიკა, ხელოვნება, იატაკი, კედელი.

1. შესავალი

სიტყვა „მოზაიკა“ ლათინურიდან მოდის და დაკავშირებულია სიტყვა „მუზასთან“ – ხელოვნება, რომელიც მიძღვნილია შთაგონების ქაღალდმერთებისადმი.

მოზაიკური ხელოვნებით იქმნებოდა და იქმნება დეკორატიულ – სახვითი და მონუმენტური ხელოვნების ნიმუშები, რომლებიც სახვითი ხელოვნების სხვა უანრებთან ერთად არქიტექტურის განუყოფელ ნაწილად იქცა.

2. ძირითადი ნაწილი

მოზაიკური ხელოვნების მრავალი ტექნოლოგია არსებობს, რომლებიც დროის განმავლობაში იცვლება. მოზაიკა იკვრება პატარა კენჭებისაგან, სმალტისაგან, ნიჟარებისაგან, კერამიკული ფილებისაგან, რომლებსაც უბრალო ოთხკუთხედი ან რთული გეომეტრიული ფორმა აქვთ. ამას გარდა არსებობს მოზაიკის შერჩევის ორი ხერხი „პირდაპირი“ - რომლის დროსაც ნაწილები მაგრდება წინასწარ გამზადებულ გამაგრებულ მასაზე, რომელზედაც ნახატია დატანილი და „შებრუნებული“ როდესაც ნაწილები ეწეება სახიანი მხრიდან ნახატზე, შემდეგ ეს წყობა ზურვის მხრიდან იფარება გასამაგრებელი ხსნარით, ეცლება დროებითი ქვედა საფუძველი და მიღებული ბლოკი მაგრდება პირდაპირ კედელზე ან ჭერზე.

იატაკის მოზაიკას უკეთდებოდა რთული მრავალი, ფენიანი საფუძველი, ჯერ იქმნებოდა მსხვილი ფენის ე.წ. ბალიში, რაზედაც მაგრდებოდა ფიცრების საფარი, გვერდები მაგრდებოდა ლურსმნებით რომ არ ემოძრავათ და არ მიეღოთ დეფორმაცია. ფიცრებზე აფენდნენ თივას რომ გაჯს არ დაესველებინა, შემდეგ ისევ აწყობდნენ მომცრო ზომის ქვებს და ასხავდნენ ხრეშითა და სილით გაჯერებულ ხსნარს, რომელსაც კარგად ტკებდნიდნენ. ასეთი საფუძველი ძირითადად ღია ცის ქვეშ გამოიყენებოდა. გარეგანი ზემოქმედებისაგან დასაცავად გრუნტს ამუშავებდნენ ხის ზეთით.

მოზაიკის ისტორია იწყება ჩვ. წ. აღ-მდე II საუკუნის II ნახევრიდან, მესოპოტამიის ქალაქებიდან. ამ დროის ტექნოლოგია განსხვავებული შემდგომისაგან.

თავდაპირველად 8-10 სანტიმეტრიანი კონუსისებური ფორმის ჩხირები ეწყობოდა ხსნარზე და იღებებოდა თეთრად, შავად ან წითლად. გამოიყენებოდა გეომეტრიული ფიგურები, რომბი, სამკუთხედი. ასეთი მოზაიკებით ამკობდნენ ნაგებობის კედლებსა და კოლონებს (სურ. 1).

-

«

»



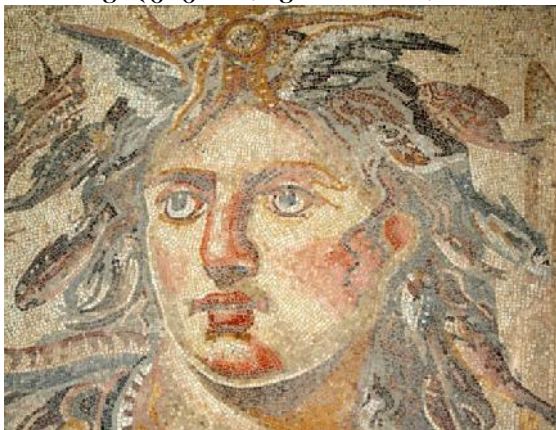
სურ.1



სურ.2

დაახლოებით ამ პერიოდისაა ინკრუსტაციის ტექნიკაც - გამოყენებულია სმალტა, პერლამუტრი, ნიჟარა, წითელი თიხა - ასეთი ტექნიკითაა შესრულებული ე.წ. „შტანდარტი ურიდან“ – 2600 2400 წ.წ. ჩვ.წ. აღ-მდე, ინახება ბრიტანეთის მუზეუმში. ეს არის ორი ერთმანეთთან ცილინდრულა შეერთებული სწორკუთხა ხის პლასტი 55X22.5 სმ. ორივე პლასტზე ლაზურიტის ფონზე ფრიზისებურად სამ იარუსად ლაგდებიან ფიგურები. გადმოცემულია ომის სცენები - დამარცხებული ტყვეების წარდგენა მეფისათვის და გამარჯვებულების პროცესია. ფიგურები სტატიურია, მაგრამ ძალიან ცხოველხატული და საინტერესოდ ფერადოვანი (სურ. 2).

ჩვ.წ. აღ-მდე I საუკუნით თარიღდება ანტიკური მოზაიკები, რომლებიც აღმოჩენილია კორონდოში, ესენი ადამინების, ცხოველებისა და მითოლოგიური არსებების კონტურული გამოსახულებები, რომლებიც შემკულია მცენარეული ორნამენტებით ძირითადად შავ ფონზე თეთრით და სტილისტურად ძალიან უახლოვდება ანტიკური ლარნაკების წითელფიგურიან ფერწერას. ანტიკური ხანის მოზაიკებს აკრავდნენ „პირდაპირი“ მეთოდით, შემდეგ ზედაპირს აშალაშინებდნენ და მიიღებოდა კარგად ცნობილი ანტიკური მოზაიკის სწორი მზინავი ზედაპირი. ანტიკური მოზაიკის აყვავების პერიოდია ელინიზმის ეპოქა, ამ დროს უკვე გამოიყენებოდა ფერადი მინა, რაც ფერადოვანი გამის უსაზღვრო მრავალფეროვნების საშუალებას იძლეოდა და ჩნდებოდა ცხოველხატული, ფერწერასთან მიახლოებული რეალისტური გამოსახულებები (სურ. N3, N4).



სურ. 3



სურ. 4

მოზაიკური ხელოვნების ბრწყინვალე ნიმუშებია პომპეის მოზაიკები. ისინი ჩვ. წ. აღ-მდე I საუკუნით თარიღდება. უმეტესი მათგანი ნეაპოლის ნაციონალ არქეოლოგიურ მუზეუმშია დაცული.



სურ. 5



სურ. 6

მოზაიკური პანოები და იატაკის საფარველები მხატვრული სტილისტიკითა და სიუჟეტებით სათავეს უდებენ არამარტო მოზაიკის არამედ საერთოდ ხელოვნების განვითარებას. თითქმის ყველა ხელოვნების მიმდინარეობა იყრის თავს პომპეის მოზაიკებში - სიმბოლიზმი, რეალიზმი, პრივიტივიზმი და ა.შ. გასაოცარია ფერთა გამა და თვით მოზაიკური ელემენტები, რომლებიც ხშირად რამდენიმე მილიმეტრია.

პომპეის მოზაიკებიდან ყველაზე ცნობილია ალექსანდრე მაკედონელის ბრძოლის თემები (სურ. 5). გასაოცარია ამ მოზაიკების ფიგურების დინამიზმი, ემოციურობა, ექსპრესია. კომპოზიციები მრავალფეროვანი და ამავე დროს შეკრული და ერთიანია. პომპეის მოზაიკებიდან ძალიან საინტერესოა ცხოველთა სერია - ლეოპარდი, ძაღლის რამდენიმე გამოსახულება. ამ მოზაიკებში კარგად შეიმჩნევა რომაული მოზაიკების ერთერთი ტიპური ხერხი - ფიგურის კონტური ხასგასმულია არამარტო ფერადი ქვებით, არამედ თვით ქვების ფორმით, ქვათა წყობით, ძალიან კარგად გადმოიცემა მოცულობა და ჩრდილები.

ძაღლების გამოსახულებები ხშირად იხმარებოდა სახლების შესასვლელებში, გვხვდება როგორც დეტალურად დამუშავებული ასევე ზოგადიც. გადმოიცემა მათი ხასიათიც, ზოგჯერ მშვიდი, ზოგჯერ გააფებული (სურ. 6).



სურ.7



სურ. 8

საოცრად რეალისტური, მოძრავი და დინამიურია ყოფითი კომპოზიციები მუსიკოსების სცენით (სურ. 7). ფერწერასთან გათანაბრებული უხვი დრაპირება, მეტყველი სახეები, ბუნებრივი მოძრაობები, შექმნილი, ღია და მექი ნაწილაკების მონაცვლეობით სრულდება. კოლორიტი მოოქროსფრო-მოწითალოა და თითქოსდა მზითაა განათებული. ასეთივე ბუნებრივობით თითქმის ნატურალისტურობამდეა მისული ფრინველებისა და თევზების გამოსახულებებიანი მოზაიკები. ფრინველის ბუმბული, თევზების თითოეული

დეტალი მოზაიკისათვის დაუჯერებელი სიზუსტით გამოისახება, ხატოვანი ფერადოვანი გამოთ, შუქჩრდილით, დენადი, ლამაზი მოძრაობებით (სურ. 8). ეს კომპოზიციები შემდგომში თითქოსდა მეორდება ევროპულ მხატვრობაში. (სნეიდერსი) პომპეის მაცხოვრებლები დიდ ყურადღებას უთმობდნენ თავიანთ საცხოვრებლებს, მდიდარი არისტოკრატების საცხოვრებლების იატაკები გეომეტრიული და ორნამენტული ფერადი მოზაიკებით იფარებოდა, ინტერიერები ირთვებოდა ძალიან მდიდრული და ჰარმონიულ ფერადოვან გამაში შესრულებული ასევე მოზაიკური ხალიჩისებური პანოებითა და დეკორით სურ. 9. 10). კედლებისთვის ფერადი სმალტა გამოიყენებოდა რაც შედარებით გვიანდულ პერიოდზე მიუთითებს, სმალტის ელემენტები ძალიან პატარებია და ამის გამო ერთის შეხედვით ფერწერის ეფექტს უახლოვდება.



სურ. 9



სურ. 10

პომპეის მოზაიკებით შეიძლება მსჯელობა, თუ რამდენად ფეხგადმული იყო იმ პერიოდში ეს ხელოვნება, რომელიც გამოიყენებოდა როგორც ექსტერიერების ისე ინტერიერების შესამკობად.

ადრებიზანტიური პერიოდის მოზაიკები ტექნოლოგიითა და გამომსახველობით თითქოსდა ეყრდნობოდა ანტიკურს, მაგრამ რა თქმა უნდა გართულებული და გამდიდრებული იყო ახალი, ქრისტიანული მოტივებით. პრინციპული განსხვავება კი იყო ის, რომ თუ ბერძნულ-რომაულ არქიტექტურაში მოზაიკით ირთვებოდა მხოლოდ საერო ნაგებობები-სასახლეები, თერმები, საცხოვრებელი სახლები და ატარებდა წმინდა ფუნქციონალურ და ესთეტიკურ დატვირთვას, უკვე ქრისტიანულ პერიოდში მოზაიკური დეკორებით იმკობოდა ბაზილიკები, ტაძრები, სამარხები და ვიზუალური ამოცანები პირველ პლანზე გადმოვიდა.

ბიზანტიურმა ოსტატებმა შეიმუშავეს სმალტის წარმოების ტექნოლოგია. შედარებით ეკონომიური მინა იყო სმალტის საფუძველი, რომელშიც ერეოდა სხვადასხვა მეტალები: ოქრო, სპილენძი, ვერცხლი და შესაძლებელი იყო მიეღოთ რამდენიმე ათეული ტონალობის მასალა, რომელიც ძალიან ადვილად იჭრებოდა სხვადასხვა ფორმისა და ზომის მოზაიკურ ელემენტებად, ძირითადად კი ჭრიდნენ ძალიან წვრილ ერთი ზომის სწორკუთხედებად.

ბიზანტიური მოზაიკები, რომლებიც ჩვენამდე შემორჩა, ძირითადად III- IV საუკუნეებს მიეკუთვნებოდა, ხოლო აღორძინება მოხდა VI-VII საუკუნეებში (ოქროს ხანა) და IX-XIV საუკუნეებში - ხატმებრძოლების შემდეგ.

ბიზანტიური მოზაიკები მონუმენტური და დიდი ზომების იქმნებოდა და ძირითადად ქრისტიანულ სიუჟეტებზე იყო აგებული. ბიზანტიური მოზაიკების ძირითადი დამახასიათებელი ნიშანი ოქროსფერი ფონი იყო, მოზაიკები ეწყობოდა პირდაპირი წესით, ფერადი სმალტა ოქროსფერ ფონზე როგორც ბუნებრივი განათების, ისე სანთლის განათების დროს ციმციმებდა და თვალისმომჭრელ და

ცოცხალ ეფექტს ქმნიდა, ამას ეხმარებოდა ღია და მუქი ფერების გრადაცია დრაპირებებზე შუქჩრდილის ეფექტისთვის. ასევე დამახასიათებელი ბიზანტიური ფრესკებისათვის იყო ფიგურთა კონტურები რომლებიც ერთ რიგად დაწყობილი სმალტის ელემენტებით იქმნებოდა ფიგურთა გარშემო მუქ ზოლად, ხოლო მეორე რიგი ფონის მხრიდან, ასეთი ხაზები მოციმციმე ფონზე კვეთდნენ ფიგურებს.

ქ. რავენას სან ვიტალეს ბაზილიკა VI საუკუნისაა, ინტერიერის კედლების, ნიშებსა და კამარებს ხალიჩისებურად ფარავს მოზაიკური დეკორი და მრავალრიცხოვანი სცენები ქრისტიანულ თემებზე (სურ. 11,12).



სურ. 11



სურ. 12

ტაძრის მთელი მოზაიკა მრავალფეროვანი და დეკორატიულია, ამავე დროს მონუმენტური. ოქროსფერი სიჭარბით, დეკორით, მოციმციმე პრიალა სმალტით მთელი ინტერიერი პომპეზურ ხასიათს ატარებს. ექსტერიერი აბსოლუტურად განსხვავებულია იგი მკაცრი და სადაა.

ასეთივე პომპეზური და მდიდრულია კონსტანტინეპოლის აია სოფიას ტაძარი. აია-სოფიას ტაძრის პირველი მოზაიკური ციკლი IX საუკუნეში შეიქმნა, აბსიდაში ღვთისშობლის გამოსახულებას ყრმით ხელში (სურ. 13), რომელიც ტახტრევანზე ზის. ოქროსფერი ფონიდან თითქოს ქანდაკებასავით იძერწებოდა ღვთისშობლის ფიგურა, ამ ეფექტის მუქი ტანსაცმელი და კონტური ქმნის. ძალიან წვრილი მოზაიკური წყობით მძიმე დრაპირება დეკორატიულად ეშვება და პომპეზური ხასიათის შექმნას უწყობს ხელს. ამავე დროს ამ მონუმენტურ, პომპეზურ ხასიათს მიწიერსა და ბუნებრივს ხდის მარიამის სახის რბილი, ქალური ოვალი, სწორი ფორმები, მომღიმარი გამოსხედვა. ტახტრევანი გეომეტრიული დეკორით იმკობა.



სურ. 13

აია-სოფიას ტაძრის მოზაიკები ბიზანტიური ხელოვნების განვითარების სხვადასხვა ეტაპს ასახავს, რადგან სრულდებოდა IX საუკუნის შუა წლებიდან X საუკუნის ბოლომდე ეტაპობრივად.

-

«

»

ბიზანტიური მოზაიკის ხერხები-სმალტა, ოქროსფერი ფონი, მოზაიკური ელემენტების უსწორმასწორო ზედაპირი, მკვეთრი კონტურები როგორც ფიგურებზე ასევე ფონზე - გამოიყენება როგორც შემდგომ შუასაუკუნეებში, ასევე თანამედროვე მოზაიკურ ხელოვნებაში. “Pietza Duza” - რაც იტალიურიდან თარგმანით „იმიტირებულ ქვას“ ნიშნავს.

XVI საუკუნიდან ჩნდება ე.წ. „ფლორენციული მოზაიკა“ - ამ დროისთვის სიახლე იყო ერთის მხრივ ის, რომ გაპრიალებული, ფერადი ქვების ინკრუსტაციები უკვე ხის ავეჯის მოსაპირკეთებლადაც გამოიყენებოდა და მეორეს მხრივ უნდა გადმოცემულიყო რეალიზმის მხატვრული პრინციპები. ფერწერული ტილოების ქვაში გადმოცემა ახალ ტექნოლოგიებს ითხოვდა.



სურ. 14



სურ. 15

1580 წელს ფლორენციაში, უფიციში მედიხების ოჯახმა დაარსა მოზაიკის სახელოსნო. გამოიყენებოდა სხვადასხვა ძვირფასი და ნახევრადძვირფასი ქვები - მარმარილო, იაშმა, ლაზურიტი, აქატი, ალექსანდრიტი, ამეთვისტო, სერდოლიკი, მალაქიტი, ქალცედონი და სხვა, რომლებიც იჭრებოდა თხელ ფირფიტებად და თითქმის ღარების გარეშე იკვრებოდა გაპრიალებული ზედაპირით. ასეთი წყობით და სხვადასხვა ფერთა გრადაციით თითქმის ფერწერული ეფექტი იქმნებოდა (ნახ. 14,15). რაც უფრო მეტი სხვადასხვა ხარისხის ქვა გამოიყენებოდა, რომლებსა თავიანთი ინდივიდუალური ფაქტურა, ჟღერადობა, ნახატი აქვთ, მით უფრო რთული იყო მათი ისეთი წყობა, რომ მიღებულიყო ერთიანი სიბრტყე, ღარების გარეშე. მიუხედავად იმისა, რომ იტალიური მარმარილო შედარებით რბილია დასამუშავებლად, მთელი ტექნოლოგია ძალზე რთული და შრომატევადი იყო და საკმაოდ დიდ დროს მოითხოვდა.

XIII-XIV საუკუნეებიდან ვრცელდება მაიოლიკის მოზაიკა ისლამურ ქვეყნებში. შუაზიის ქვეყნებში შექმნილი მოზაიკებიდან ყველაზე საინტერესოა XIV-XV საუკუნეების სამარყანდისა და ბუხარის ტაძართა მოზაიკები სურ. 16).



სურ. 16



სურ. 17

რუსეთში სმალტის მოზაიკის ტექნიკა მ.ვ. ლომონოსოვმა ააღორძინა მე-18 საუკუნეში. მისი ხელმძღვანელობით შეიქმნა ბატალური კომპოზიციები და

დაზღუდვი პორტრეტები (სურ. 17), 1864 წელს პეტერბურგის სამხატვრო აკადემიაში შეიქმნა განყოფილება, სადაც მზადდებოდა მოზაიკები „ისაკის ტაძრის“ მოსაპირკეთებლად.

მოზაიკური ხელოვნება საქართველოშიც გავრცელდა. გონიო-აფსაროსის მუზეუმ-ნაკრძალში I საუკუნის მე-2 ნახევრის მოზაიკებია აღმოჩენილი. აბანოს ნაშთების ცენტრალურ მონაკვეთში დიდ ტერიტორიაზე მოვარდისფრო და მუქი ფერის ქვების მონაცვლეობით ჭადრაკული და რომბირებული გეომეტრიული ორნამენტები უკვე საქართველოში ამ ხელოვნების არსებობაზე მეტყველებს. მოზაიკით იყო შემკული ბიჭვინთის სამნავიანი ბაზილიკის იატაკი, თვით მოზაიკა VI საუკუნით თარიღდება (სურ. 18). როგორც აღმოჩნდა მოზაიკა ამ ტაძარს არ ეკუთვნოდა, არამედ უფრო ძველს და მასზე აიგო ახალი. მოზაიკა შესრულებულია ფერადი ქვის თეთრი, შინდისფერი, ყვითელი და შავი ოთხკუთხა ნატეხებით, სუფთად დაფქული აგურისა და კირის ხსნარზე. იატაკი დაყოფილი იყო სხვადასხვა ზომის სექტორებად რომლებიც ორნამენტული ჩარჩოებით ივარგლებოდნენ. შესრულების მანერა თავისუფალია და ძალიან მიახლოებული ელინისტურ ტრადიციებთან. ამასთან შერწყმულია ადგილობრივი ორნამენტული ტრადიციებიც (ნახ. 19).



სურ. 18



სურ. 19

საქართველოში მოზაიკური ხელოვნების განვითარებაზე მსჯელობა ძალიან ძნელია, იმდენად, რამდენადაც მასალა ძალზე ცოტაა და ქრონოლოგიას მოკლებული.

შუა საუკუნეების მოზაიკურ ხელოვნებას განეკუთვნება წნორის VII საუკუნის ეკლესიის მოზაიკა, რომელიც საკურთხეველის კონქს ფარავდა, დღეისათვის უმნიშვნელო ფრაგმენტებია შემორჩენილი. მოზაიკური მხატვრობის ნიმუში შემორჩენილი იყო აგრეთვე მცხეთის ჯვრის ტაძრის საკურთხეველის აბსიდის კონქში.

ქართველი მოზაიხისტების ბრწყინვალე ოსტატობისა და მაღალმხატვრულობაზე ლაპარაკობს მოზაიკური მხატვრობა გელათის ტაძრის აბსიდის კონქში, რომელიც 1125-1130 წლებით თარიღდება (სურ. 20).



სურ. 20

მოზაიკაზე, რომელიც ტაძრის აბსიდის კონქზეა, გამოსახულია დეთისმშობელი ყრმით და მათ წინ მდგომი მთავარანგელოზები - მიქაელი და გაბრიელი. ფონი მთლიანად ოქროსფერია, რომელზეც მკვეთრად გამოიკვეთება სცენის ყველა ფიგურა, განსაკუთრებით კი დეთისმშობელი თავისი ლურჯი მოსასხამით, რაც მძიმე დრაპირებით ეშვება და მკვეთრი კონტურის გამო თითქოსდა სკულპტურულად წარმოგვიდგენს ფიგურას. ასევე ზედმიწევნით ისახება მთავარანგელოზთა პლასტიკა და ხასიათი, მოზაიკური წყობა იმდენად მჭიდროა, რომ აბსოლუტური ფერწერულობის შთაბეჭდილება იქმნება.

მოზაიკურმა ხელოვნებამ თანდათანობით განვითარება ჰპოვა და ძალიან საინტერესო და მნიშვნელოვანი ადგილი დაიკავა სახვითი ხელოვნების დარგებს შორის.

თანამედროვე მოზაიკურ მხატვრობაში ჭარბობს დიდი კომპოზიციები, რომლებიც აგებულია ლოკალურ, ფერადოვან გამებზე. ასეთ კომპოზიციებს ქმნიან გაუდი (სურ. 21), რენატო გუტუზო, ფ. ლეჟე დ. რივერა (სურ. 23) და ა. სიკეიროსი (სურ. 22). თანამედროვე მოზაიკის აღმავლობა, 1930 წლებიდან შეიძინევა ჩვენს ქვეყანაში. ეს გამოწვეულია ხელოვნებათა სინთეზის ახალი მოთხოვნილებებით, მასალის, ტექნიკის საშუალებებით. მონუმენტურ-დეკორაციული ხელოვნების ეს დარგი სულ უფრო და უფრო მეტად მკვიდრდება.



სურ. 21



სურ. 22



სურ. 23

1954 წელს არქიტექტორ კ. თოფურიძემ მოსკოვში, მიღწევათა გამოფენაზე ააგო შადრევანი „ქვის ყვავილი“ (სურ. 24), რაც საბჭოეთის სიმდიდრის ერთგვარ სიმბოლოდ უნდა ქცეულიყო ამ ტერიტორიაზე. განსაკუთრებული ვიზუალური ეფექტი იქმნებოდა შადრევნის ცენტრალური ნაწილის მოზაიკური საფარველით.



სურ. 24



სურ. 25

აღსანიშნავია მოზაიკური პანოები „ბოროდინოს პანორამის“ ფასადზე, რომელიც 1962 წელს აიგო, (ავტ. ბ. ტალბერგი). აქ ორი პანოა, თითოეული 75 კვ.მ. მოზაიკები ძირითადად ორ ფერშია გადაწყვეტილი - წითელი და ნაცრისფერი, ამ ტონალობების გრადაცია, რომელიც საკმაოდ მკვეთრია, ქმნის არა ფერწერულ ეფექტს, არამედ გრაფიკულს, ხოლო შედარებით სტატიური ფიგურები მონუმენტურობას აძლევენ პანოს. ასეთი გამომსახველობა დამახასიათებელი გახდა იმ პერიოდისათვის.

XX საუკუნის მოზაიკური ხელოვნების კიდევ ერთი ძალიან საინტერესო მაგალითია კლასიკური ბალეტის მოცეკვავის რუდოლფ ნურიევის საფლავი პარიზთან ახლოს (სურ. 25).

ეს არის ერთ-ერთი აღმოსავლური ხალიჩის ზუსტი იმიტირება, რომლებსაც აგროვებდა მოცეკვავე. ავტორი მისი მეგობარი და პარიზის იმპერიის წამყვანი მხატვარი ენტო ფრიჯეროა.

ქსოვილის ტექსტურის გამომსახვისათვის გამოყენებულია მოზაიკა, იგი შედგენილია ძალიან წვრილი, ძირითადად სწორკუთხა ელემენტებისგან, და იმდენად მჭიდროდაა ჩასმული ერთმანეთთან რომ აბსოლუტურად შეუმჩნეველია ღარების არსებობა, ამასთან ერთად ზედაპირი გაუშალაშინებელია, და აბსოლუტური ქსოვილის ილუზიას ტოვებს. ტონალურად თავშეკავებული, ძირითადად ოქროსფერი, ბორღო და ღურჯი მოზაიკური ხალიჩა აღფრთოვანებას იწვევს არა ერთ მხახველში.

მოზაიკური ხელოვნების წამყვან მხატვრად საქართველოში ზურაბ წერეთელი გვევლინება. შეიძლება ითქვას, რომ მან გაამრავალფეროვნა მოზაიკური ხელოვნების თემატიკა და დიაპაზონი, შექმნა არა მხოლოდ ცალკეული დეკორატიული პანოები არამედ რამდენიმე არქიტექტურული ანსამბლის მთლიანი დეკორატიული საფარველი.

ბიჭვინთის კომპლექსის მშენებლობა იყო ჩვენს ქვეყანაში პირველი ცდა ასეთი სახის ანსამბლის პროექტირებისა და აგებისათვის.

ყველაზე მეტად, რამაც ხელი შეუწყო წერეთლის მოზაიკებს ბიჭვინთასთან ორგანული შერწყმისა იყო მხატვრული მემკვიდრეობა. ფერადოვან მოზაიკურ პანოებში, რომლებიც ხშირად მრგვალი ფორმის სმალტისგანაა შესრულებული, მხატვარი მიმართავს ძველ ხალხურ-დეკორატიულ მომენტებს, რომლებსაც ახლებურ სახეს ანიჭებს.

მოზაიკური ჩანართებით მთელი კომპლექსის ასეთი გადაწყვეტა ორგანულად ერწყმის გარემომცველ ბუნებას, აერთიანებს მას საერთო გარემოსთან და ამავე დროს ალაშაზებს და ფერადოვანი ელერადობა შეაქვს მთელს კომპლექსში (სურ. 26).



სურ. 26



სურ. 27

ბიჭვინთის მოზაიკების შემდეგ ზ. წერეთელი უკვე თანდათან ანვითარებს თავისი შემოქმედების ძირითად ხაზს, მისი შემდგომი ნამუშევრები უკვე თავისებურ ხასიათსა და ელფერს იძენდნენ იმისდა შესაბამისად, თუ სად და რა დანიშნულებისთვის სრულდებოდნენ. საინტერესოა თბილისში პროპაგანდირების სასახლის მოზაიკური პანო.

ასევე თბილისში, გამარჯვების პარკის აუზისთვის მხატვარმა შექმნა მოზაიკური ფრიზი, რომელიც ძალზე სადა და ლაკონურია, მაგრამ ზუსტად პასუხობს დანიშნულებას.

სხვა ამოცანებს ისახავს ზ. წერეთელი თბილისში, ავტოსადგურის შენობის ფასადზე მოთავსებული პანოს გადაწყვეტისას. ეს არის რელიეფურად დამუშავებული უსწორმასწორო გარემოში მდებარე კომპოზიცია, სხვადასხვა დროისა და მარკის ავტომობილების გამოსახულებებით, რომლებიც კვეთენ ერთმანეთს.

ეს მოზაიკის რელიეფური გადაწყვეტა თითქოსდა უჩვეულოა, მაგრამ ძალიან საინტერესოა, და მხატვრის შემდგომი ძიების საგნად იქცა, რომელიც პლასტიკური ამოცანებისა და მოზაიკით შედგენილი ფერის დაკავშირების პრობლემას გულისხმობს.

ამოცანები, რომლებიც ზ. წერეთელმა ავტოსადგურის გაფორმებისას დაისახა, ანუ ფერისა და პლასტიკის სინთეზი, უკვე დასრულებული სახით ადღერის საკურორტო კომპლექსის გაფორმებაში გამოვლინდა (სურ. 27).

აუხები, ბავშვთა სათამაშო მოედნები, დასასვენებელი კუთხეები აცოცხლებდნენ ახლადგაშენიანებულ კურორტს სადაც სიმწვანე მოკლებულ ტერიტორიაზე მხოლოდ შიშველი კორპუსები იყო ამოზრდილი.

ზურაბ წერეთლის გარდა მოზაიკურ ხელოვნებაზე მუშაობდნენ სხვა ქართველი მხატვრებიც - მაგ. ნ. იგნატოვა მოზაიკური ფრიზით შეამკო საცურაო კომპლექსის ფასადი, რ. თორდიაშვილი და ა. ხარებაგამ გააფორმეს თბილისში მეტროს სადგური „პოლიტექნიკური“.

საქართველოში 2001 წელს პატრიარქის ღოცვა-კურთხევით და მხატვარ დავით კაკაბაძის ხელმძღვანელობით დაარსდა გალერეა „ფოკანი“. „ფოკანის“ სახელოსნოებში ხელოვნების სხვა დარგებთან ერთად ვითარდება მოზაიკური ხელოვნებაც. დავით კაკაბაძემ აბაშის ღვთისმშობლის შობის ტაძარში შექმნა თანამედროვე მოზაიკური პანო, რომელიც გელათის ტაძრის ღვთისმშობლის გამოსახულების ძალიან საინტერესო და მაღალმხატვრული თითქოსდა ერთგვარი განმეორებაა.

ყველა მხატვარი თავისებურად უდგება მოზაიკურ ხელოვნებას, იყენებს სხვადასხვა ტექნოლოგიას, გამომსახველობას და ეს ყველაფერი არქიტექტურასთან სინთეზით მნიშვნელოვან ემოციურ გავლენას ახდენს.

XX საუკუნის მოზაიკურ ხელოვნებაში მოხდა მრავალი სტილისა და სკოლის შეცვლა და უკვე ოთითგანვე ხელოვნებაში მიიღო ახალი სახეები.

მონუმენტური ხელოვნების ეს სახე საკმაოდ რთული და მრავალმხრივია, იგი საკმაოდ ძვირადღირებული იყო ყოველთვის, მაგრამ ამავე დროს ძალიან დიდი გამძლეობის მატარებელი. თანამედროვე ტექნოლოგიებით მიღწეულია მოზაიკური ხელოვნებისათვის სხვადასხვა მასალის გამოყენება. ეს არის კვარციტი, მურანოს მინა, ასევე უქანგავი ფოლადი და ნატურალური ოქროც კი. მოზაიკური პანოებისთვის უკვე გამოიყენება ბამბუკიც და ქოქოსის ქერქიც - მაგრამ ქოქოსი იმდენად მყარი მასალაა, რომ მისი გამოყენება ლაზერული ტექნიკის გარეშე შეუძლებელია.

როგორც ზევით დავინახეთ, მოზაიკური ხელოვნება ხშირად გამოიყენებოდა ფერწერის ალტერნატივად. მოგვიანებით, პუანტელისტებმა ფუნჯის მონასმები წერტილოვანით შეცვალეს და აღმოაჩინეს, რომ ერთმანეთის გვერდით დასმული სხვადასხვა ფერის წერტილები შორიდან სხვა ფერს წარმოქმნიდნენ და მოზაიკის ეფექტს ქმნიდნენ. (ეორე სიორა 1886 წ.) მუშაობდნენ პოლ სინიაკი. ჯონ როი, ვან გოგი, კამილ პისარო და სხვა (სურ. 28,29).



სურ. 28



სურ. 29

მოზაიკური ხელოვნება მდიდრდება და პოპულარობით სარგებლობს. ორგანიზაციები - თანამედროვე მოზაიკის ბრიტანული ასოციაცია და ამერიკელ მოზაიკის ხელოვანთა საზოგადოება სულ უფრო ანვითარებენ ამ დარგის ხელოვნებას.

ლიტერატურა

1. . « , » . 1996 .
2. ირ. ციციშვილი „ქართული ხელოვნების ისტორია“ თბილისი 1995წ.
3. შ. ამირანაშვილი „ქართული ხელოვნების ისტორია“ თბილისი 1961წ.
4. „გელათი - არქიტექტურა, მოზაიკა, ფრესკები“ თბილისი 1982წ.
5. Швидновский О.А. – Гармония взаимодействия: архитектура и монументальное Искусство» М. Цтройиздат 1984г.
6. «Всеобщая История Искусств» - Том 1,2,3 (1956-1960, 1962гг).
7. Зураб Церетели, Алпатовские чтения – 2004г.
8. Олег Швидковский – Зураб Церетели – 1985г.
9. Зураб Церетели. Три альбома – 1996г.

სიხლე სწავლების მეთოდობაში

„მშენებლობისა და არქიტექტურის“ მოდულის შესახებ

ნ. თევზაძე, რ. ჟღენტი

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

რეზიუმე: სტატიაში მოცემულია ინფორმაცია „მშენებლობისა და არქიტექტურის“ მოდულის შესახებ, რომელიც შეიქმნა სამშენებლო ფაკულტეტის მესამე კურსზე 2012 წელს.

ყურადღება გამახვილებულია სასწავლო კურსების „არქიტექტურული დაგეგმარების საფუძვლების“ (ისწავლება მესამე სემესტრში) და „არქიტექტურული დაგეგმარების“ (ისწავლება მეოთხე სემესტრში) შინაარსებზე. ამასთან, მოცემულია სტუდენტთა მიერ დამუშავებული პროექტები და მათი ანალიზი.

საკვანძო სიტყვები: არქიტექტურული სივრცე, საცხოვრისი, დაპროექტების სტადიები, ჭკვიანი არქიტექტურა, ბუნებრივი პირობები, სარეალიზაციო სივრცეები.

1. შესავალი

ადამიანები ცხოვრობენ და მოღვაწეობენ არქიტექტურულ გარემოში, არქიტექტურულ სივრცეში, არქიტექტორებისა და მშენებლების მიერ ხელოვნურად შექმნილ გარემოში. ადამიანს უყვარს ცხოვრება ღამაზ გარემოში, რომელიც დადებით გაგლენას ახდენს მასზე, აყალიბებს ერთგულ და ქვეყნის მოყვარულ პიროვნებად, ქვეყნის მოამაგედ და უბიძგებს მას კეთილი საქმეებისკენ. ფორმა და სივრცე კი - მთავარი და მუდმივი არქიტექტურული საშუალებებია. ფორმისა და სივრცის ურთიერთკავშირით და მათი ორგანიზაციის სხვადასხვა ხერხის გამოყენებით იქმნება და ფორმირდება ერთმანეთისგან განსხვავებული, თუ ერთმანეთთან მიახლოებული არქიტექტურული გარემო, რომელიც გარს გვარტყია და რომელშიც ვცხოვრობთ და ვმოღვაწეობთ.

2. ძირითადი ნაწილი

დიდი დრო არ არის გასული, რაც დაფუძნდა მოდული „მშენებლობა და არქიტექტურა“. მესამე წელია ფუნქციონირებს იგი. მოდულის ძირითადი და წამყვანი სასწავლო კურსების - „არქიტექტურის ესთეტიკა“, „არქიტექტურული დაგეგმარების საფუძვლები“, „არქიტექტურული დაგეგმარება“, ანალიზი და გასაჯაროება, ვფიქრობთ, წაადგება სასწავლო პროცესის სრულყოფას.

1. სასწავლო კურსის „არქიტექტურის ესთეტიკა“ (V სემესტრი-ლექცია და პრაქტიკული თითო საათი კვირაში) მიზანია მომავალ სპეციალისტს მისცეს ცოდნა არქიტექტურის შესახებ, შეასწავლოს „არქიტექტურული ენა“, ფორმათწარმოქმნისა და კონსტრუირების მეთოდოლოგიური საფუძვლები.

სალექციო კურსის ჩათვლა თეორიული ნაწილის ჩათვლის გარდა ვარაუდობს რეფერატის შესრულებას თემაზე „ჩემი საცხოვრისი“, რომელიც სამი დონისგან შედგება. საცხოვრისი არ არის მხოლოდ ბინა, მხოლოდ საცხოვრებელი სახლი ან მხოლოდ საცხოვრებელი გარემო, არამედ საცხოვრისი არის სამივე დონე ერთად. სტუდენტი ვალდებულია ყველა დონე წარმოადგინოს ცალ-ცალკე ოჯახის რაოდენობრივი და თვისობრივი შემადგენლობის გათვალისწინებით. მხოლოდ ამ შემთხვევაში შეიძლება სწორი ანალიზი ბინის ავკარგიანობის დადგენის თვალსაზრისით. საცხოვრისი ყველაზე ახლობელი

თემაა სტუდენტისთვის, რამეთუ იგი არქიტექტურას ბავშობიდან აღიქვამს ბინისა და სახლის, საცხოვრებელი კვარტალის და მიმდებარე ქუჩების სახით.

სასწავლო კურსის ათვისების შემდეგ სტუდენტი შეძლებს ჩაწვდეს არქიტექტურის საწყისებს, ეცოდინება რა არის არქიტექტურა და არქიტექტურული საქმიანობა, არქიტექტურული მოღვაწეობის შედეგი, რა არის დაპროექტება და დაპროექტების სტადიები, როგორ სრულდება არქიტექტურული ესკიზი, ნახატი, ნახაზი. რა არის ორთოგონალური პროექცია, აქსონომეტრია, პერსპექტივი, შენობა და ნაგებობა, როგორ გავლენას ახდენს ყოფა და ბუნებრივი პირობები არქიტექტურაზე, მასალები და კონსტრუქციები გამომსახველობაზე, რა არქიტექტურული და საინჟინრო-სამშენებლო პრობლემებია დღის წესრიგში და როგორია მათი გადაჭრის გზები.

2. სასწავლო კურსის „არქიტექტურული დაგეგმარების საფუძვლები“ (V სემესტრი-საკურსო პროექტი სამი საათი კვირაში) მიზანია მომავალ სპეციალისტს მისცეს საწყისი ცოდნა არქიტექტორის ძირითადი საქმიანობის - არქიტექტურული დაგეგმარების და ობიექტის არქიტექტურის განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორების - ადგილის ბუნებრივ-კლიმატური პირობები, სამშენებლო ადგილის მდებარეობა და ხასიათი, ობიექტის დანიშნულება, ტექნოლოგიური პროცესი და მისი სარეალიზაციო სივრცეები, არსებული თუ ახალი სამშენებლო კონსტრუქციული სისტემები და მშენებლობის პრინციპები, არქიტექტურულ-მხატვრული საშუალებები, ნორმატიული ლიტერატურა, ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები, აუცილებლად გათვალისწინების შესახებ.

აღნიშნული სასწავლო კურსი გულისხმობს არქიტექტორის ძირითადი საქმიანობის - არქიტექტურული დაპროექტების სივრცეში შეღწევას შემდეგი მოცემულობებით:

2.1. პლენერზე მარტივი არქიტექტურული ობიექტის ან მისი ფრაგმენტის ჩანახატის და აუდიტორიაში მისი ასლის შესრულება;

2.2. სხეულების (სფერო, კუბი, კონუსი, პირამიდა, ცილინდრი) გამოხაზვა და ფანქრით დაფერვა, რაც შეიძლება ჩაითვალოს მცირე არქიტექტურულ ფორმებზე გადასვლის საფუძვლად; (სურ.1)

2.3. ამორეცხვის ტექნიკის დაუფლება-შეირჩევა ძეგლის ფრაგმენტის ასლი, შესრულება ფანქარში ნახაზი ჩრდილების მონიშვნით და ერთ ფერში ამორეცხება; (სურ.2)

2.4. არქიტექტურული ობიექტის აზომვის საფუძვლების შესწავლა, რაც გულისხმობს ინტერიერის ან ექსტერიერის ნატურაში შესწავლას, ჩანახატების და კროკების შესრულებას და აუდიტორიაში ნახაზების სუფთად გამოხაზვას; (სურ.3)

2.5. მცირე არქიტექტურული ფორმები: წყლის დასაღვეი სვეტი, ღობე, ურნა, სანათი, სკამი და სხვ; (სურ.4)

2.6. მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლი;

ამასთან სტუდენტს მიეწოდება ინფორმაცია საცხოვრებელი სახლების - ინდივიდუალური, ბლოკირებული, სექციური, გაღერეული, კორიდორული, კასკადური, წერტილოვანი, ტერასული, შესახებ და პედაგოგის დახმარებით ხდება ჯგუფში 2 ან 3 თემის შერჩევა. თითოეულზე გაიცემა მოცემულობა. პარალელურად მიეწოდება თეორია მოცემულობის ყოველი კონკრეტული მონაკვეთის შესასრულებლად.

შეძლებისდაგვარად სრულყოფილი საცხოვრებელი გარემოს შექმნა იყო დასახული მიზნად გარკვეული ფორმებისა და სივრცეთა მონაცვლეობით, როდესაც სასწავლო კურსში „არქიტექტურული დაგეგმარების საფუძვლები“ მიეცათ მოცემულობა „საცხოვრებელი გარემო“ აღნიშნული მოდულის მესამე კურსის 1320 ჯგუფის სტუდენტებს. მათ უნდა შეექმნათ საცხოვრისი, საცხოვრებელი გარემო, სადაც სიამოვნებით იცხოვრებდა თავად

დამპროექტებელი და მისი ოჯახი. მოცემულობის შესრულებას წინ უძღოდა რეფერატის „ჩემი საცხოვრისის“ დამუშავება, რაც მათი საცხოვრისის ანალიზს წარმოადგენდა და პროექტის საფუძვლად იქნა მიჩნეული. თუმცა ლამაზი და სრულყოფილი გარემოს შექმნა პრაქტიკულად რთული აღმოჩნდა. ეს არც იყო გასაკვირი. მუშაობის პროცესში ამოცანა გართულდა. საცხოვრებელი გარემო გამდიდრდა ახალი ობიექტებით, როგორცაა საზოგადოებრივი ტრანსპორტის გასაჩერებელი (სურ.5.1-5.2) და გარაჟი, რომელთა სათანადო გადაწყვეტა და განთავსება საცხოვრებელ სახლთან მიმართებაში, ცხოვრების კომფორტის ამადლების გარანტიაა.

უპირველეს ყოვლისა, საჭირო იყო რეალური ტერიტორიის შერჩევა და მასზე ობიექტების განთავსება სხვადასხვა ფაქტორის გათვალისწინებით: ადგილის ოროგრაფია, ბუნებრივი პირობები, ორიენტაცია, მცხოვრებთა მოთხოვნების და, ასევე, შეძლებისდაგვარად, კონსტრუქციებისა და მასალების შესაძლებლობების გათვალისწინება.

სასწავლო კურსის ათვისების შემდეგ სტუდენტი შეძლებს ჩაწვდეს არქიტექტურული დაგეგმარების საწყისებს, დაგეგმარების პროცესის ეტაპებს, შეიგრძნოს შემოქმედებითი აზროვნების განვითარების და საბოლოო შედეგის საიდუმლო და ნიუანსები, რაც საბოლოოდ განაპირობებს არქიტექტორისა და მშენებელ-კონსტრუქტორის აზრთა მიზანშეწონილ ურთიერთმიმართებას, სათანადო განსჯასა და განსხვავებული მოსაზრებების შეჯერებას. ეს კი “ჭკვიანი“ არქიტექტურული გარემოს შექმნის საწინდარია.

3. სასწავლო კურსის “არქიტექტურული დაგეგმარება“(VI სემესტრი-საკურსო პროექტი ორი საათი კვირაში) მიზანია მისცეს სტუდენტს ცოდნა არქიტექტურული დაგეგმარების, კერძოდ, საზოგადოებრივი შენობა-ნაგებობების დაგეგმარების სპეციფიკის შესახებ.

საზოგადოებრივი შენობა-ნაგებობები ნებისმიერი დასახლების-ქალაქის, დაბის თუ სოფლის განაშენიანებაში მნიშვნელოვან ადგილს იკავებენ, ქმნიან ე.წ. საზოგადოებრივ ცენტრებს და გამოირჩევიან რიგითი განაშენიანებისგან თავისი გამომსახველობით. ამასთან, კურსის მიზანია მიაწოდოს ინფორმაცია საზოგადოებრივი შენობების შესახებ, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისგან დანიშნულების, სართულიანობის, კონსტრუქციული გადაწყვეტის, გამოყენებული სამშენებლო მასალებისა და ფორმათწარმოქმნის მიხედვით და კონკრეტული ობიექტის კონკრეტულ ადგილზე დაგეგმარებისას ობიექტის არქიტექტურის განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორების-ადგილის ბუნებრივ-კლიმატური პირობები, სამშენებლო ადგილის მდებარეობა და ხასიათი, ობიექტის დანიშნულება, ტექნოლოგიური პროცესი და მისი სარეალიზაციო სივრცეები, არსებული თუ ახალი სამშენებლო კონსტრუქციული სისტემები და მშენებლობის პრინციპები, არქიტექტურულ-მხატვრული საშუალებები, ნორმატიული ლიტერატურა, ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები, აუცილებლად გათვალისწინების შესახებ.

სტუდენტს მიეწოდება ინფორმაცია საზოგადოებრივი შენობების სახეობების შესახებ - საბავშვი ბაგა-ბაღი, სკოლა, სამაყურებლო, სავაჭრო, სპორტული შენობები, კვების ობიექტები, ღვინის ქარხანა, გარაჟი (სურ.7); პედაგოგის დახმარებით შეიძლება 2 ან 3 თემა და თითოეულზე გაიცემა მოცემულობა. პარალელურად მიეწოდება თეორია მოცემულობის ყოველი კონკრეტული მონაკვეთის შესასრულებლად.

VI სემესტრში შედარებით რთულდება მცირე არქიტექტურული ფორმები: საზოგადოებრივი ტრანსპორტის გასაჩერებელი, საჩრდილობელი პარკში, აუზი, საცეკვაო მოედანი, ყვავილების პავილიონი და სხვა; ამავე სემესტრში ხდება არქიტექტურული ტერმინოლოგიის შესწავლა და ლექსიკონის შექმნა მინიმუმ

ასი ტერმინით; მომავლის საცხოვრებელი სახლის პროექტზე და უახლესი ტექნოლოგიების გათვალისწინებით გარაჟის პროექტზე მუშაობა.

შენიშვნა: 1. ზემოჩამოთვლილი ობიექტები შეიძლება გახდეს მეოთხე კურსზე საკვალიფიკაციო ნაშრომის საფუძველი; 2. პროექტების წარმოდგენისას გამოყენებულია სტუდენტთა ჩანაწერები მათ მიერ დაპროექტებული ობიექტების განმარტებითი ბარათებიდან.

წარმოდგენილი ნამუშევრები ნათელს ჰყვენს სწავლის პროცესს და ქმნის შესაძლებლობას უკეთ დაინახოთ პროცესის თანმიმდევრობა, მისი ყოველი ეტაპი, თვალი გადადევნოთ სწავლების მეთოდოკას, რომელიც დაფუძნებულია პრინციპზე - მარტივიდან რთულისკენ, თეორიიდან პრაქტიკისკენ, პრაქტიკიდან თეორიისკენ, ხელოსნობიდან შემოქმედებამდე.

დასასრულს, წარმოვადგენთ ჩვენს ხედვას წარმოდგენილი მოდულის, მისი განვითარებისა და სათანადოდ დასრულების აუცილებლობის შესახებ. ამ უფლებას კი გვაძლევს არქიტექტორებთან და მშენებლებთან მუშაობის დიდი ხნის პედაგოგიური გამოცდილება და საპროექტო პრაქტიკა.

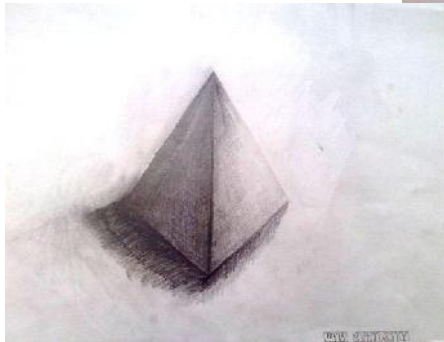
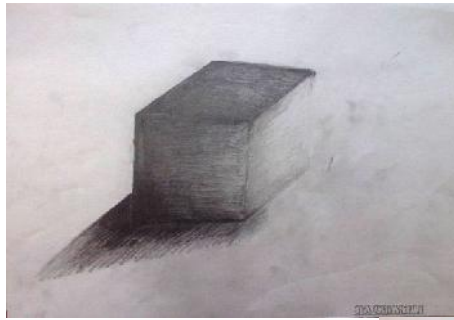
ამასთან, სამშენებლო ფაკულტეტზე „მშენებლობისა და არქიტექტურის“ მოდულის შექმნამ 2012 წელს და ამ სივრცეში დასაქმებამ სპეციალური საგნებით სხვა რანგში, სხვა დონეზე და მეტი სიღრმით დაგვანახა ფაკულტეტის შესაძლებლობები. ჩვენ არ მოვსულვართ ცარიელ ადგილზე, ჩვენ მოვედით მესამე კურსელებთან, რომლებიც უკვე ფლობენ გარკვეულ ცოდნას, უნარ-ჩვევებს, სერიოზულად ეკიდებიან მომავალს და, ამასთან, სურთ ეზიარონ არქიტექტურულ ხელოვნებას.

ვახსენეთ მომავალი, მაგრამ ეს მომავალი გამოკვეთილი არავისთვისაა. ამ კურსების გავლის შემდეგ ზოგი იხრება არქიტექტურისკენ, ზოგიც მშენებლობისკენ. მათ არ იციან, საით წავიდნენ, ყველა გზის გასაყარზე დგას. ამ შემთხვევაში ერთი მოსაზრება უდავოა: მესამე კურსზე შესრულებულმა მოცემულობებმა უნდა ჰპოვონ გაგრძელება მეოთხე კურსზე, წინააღმდეგ შემთხვევაში აღნიშნული მოდულის „მშენებლობა და არქიტექტურის“ არსებობა აზრს დაკარგავს. მეოთხე კურსზე უნდა შესრულდეს სწორედ მესამე კურსზე უკვე დაპროექტებული ობიექტების და არა სხვა ობიექტების კონსტრუქციული ნაწილი. ასეთი თანამიმდევრობა რეალური დაპროექტების მიმდევრობას უახლოვდება და უკეთესი შედეგის მომცემია.

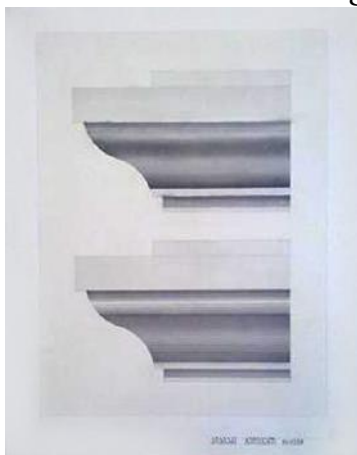
3. დასკვნა

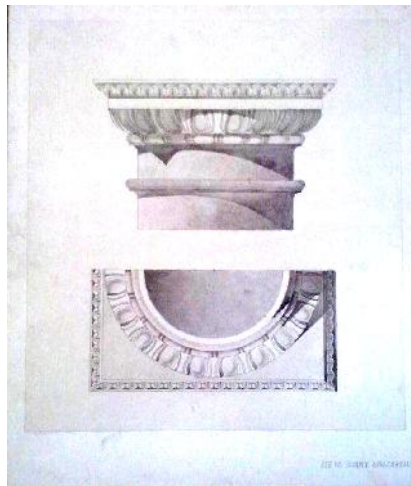
მიზანშეწონილად იქნა მიჩნეული მოდულზე „მშენებლობა და არქიტექტურა“, სპეციალური სასწავლო კურსების – „არქიტექტურული დაგეგმარების საფუძვლები“ და „არქიტექტურული დაგეგმარება“ გაძლიერება ამ კურსებზე საათების რაოდენობის გაზრდით, ან ამ საათებზე დამატებით ორი არქიტექტორ-პედაგოგის მოწვევით, ე.ი. ჯგუფში ორი პედაგოგის შეშვებით პრაქტიკულ ნაწილში. ეს ახირება არ არის. ეს ყველა არქიტექტურულ სკოლაში ასეა, რამეთუ ამ შემთხვევაში აუცილებელია თითოეულ სტუდენტთან ინდივიდუალური მუშაობა; თითოეულ მათგანზე თავისი იდეის სრულყოფასა და გადაწყვეტა-გაფორმებაში ინდივიდუალური და სპეციფიკური დახმარების გაწევა, რაც გარდაუვალია, თუ გვინდა შედეგმა ნაყოფი გამოიღოს.

ასეთი მიდგომით წინამდებარე მოდული მნიშვნელოვან შედეგზე გაგვიყვანს. საბოლოოდ მივიღებთ მშენებელ სპეციალისტს, რომელმაც კარგად იცის არქიტექტორის მოვალეობები, სირთულეები, ჩვევები. იგი უკეთ გაუგებს არქიტექტორს და შეეცდება მასთან ერთად ხორცი შეასხას მის ჩანაფიქრს. შედეგით მიღებული სიკეთე ყველა სპეციალისტმა უნდა მოიძიას.

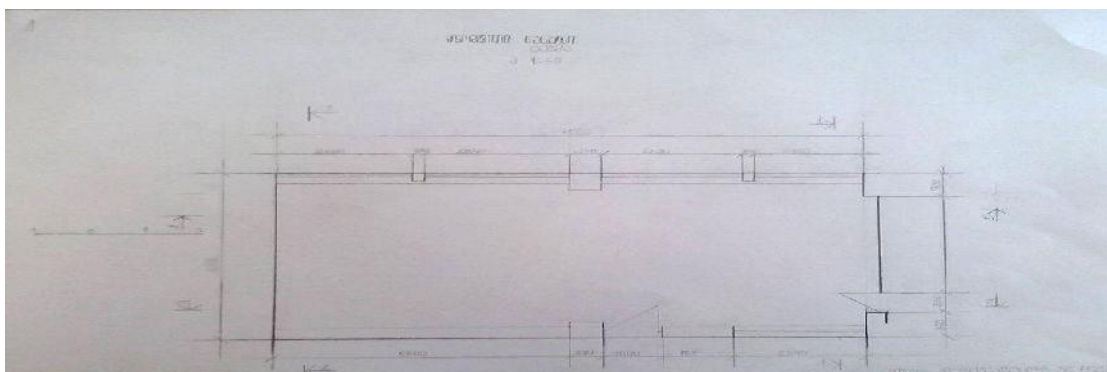
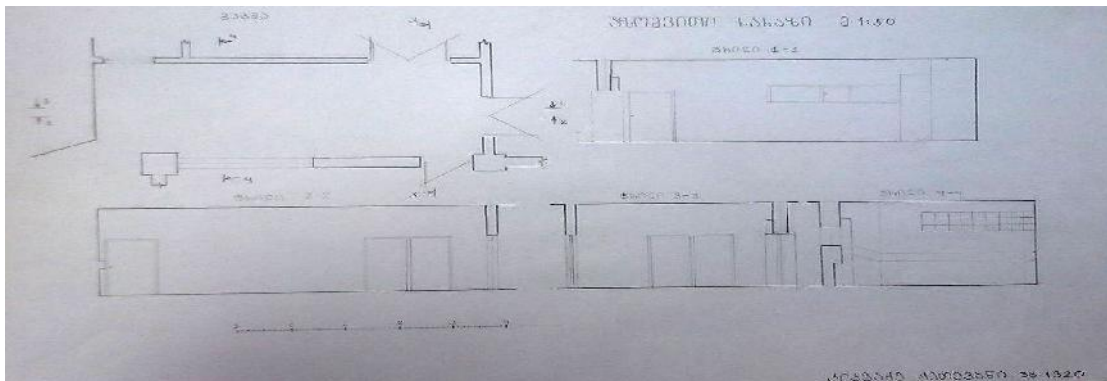
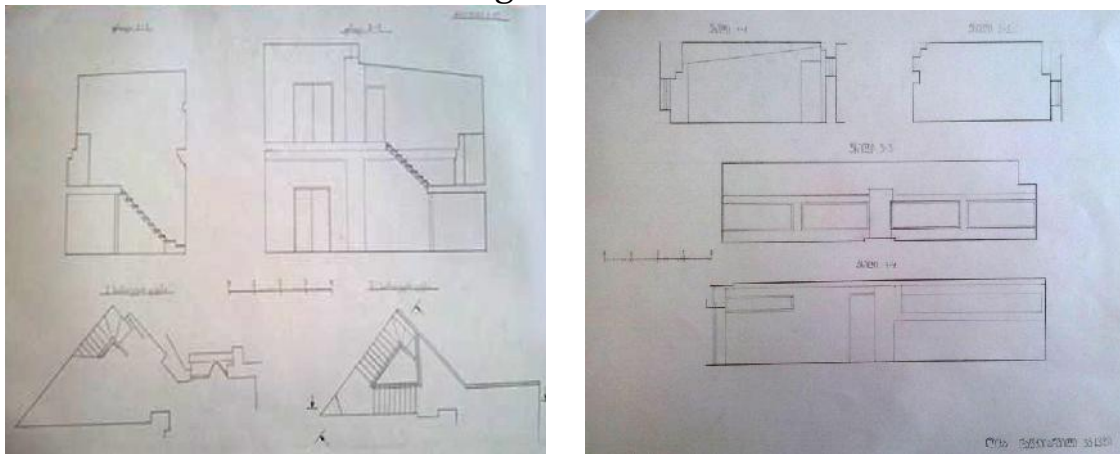


სურ.1

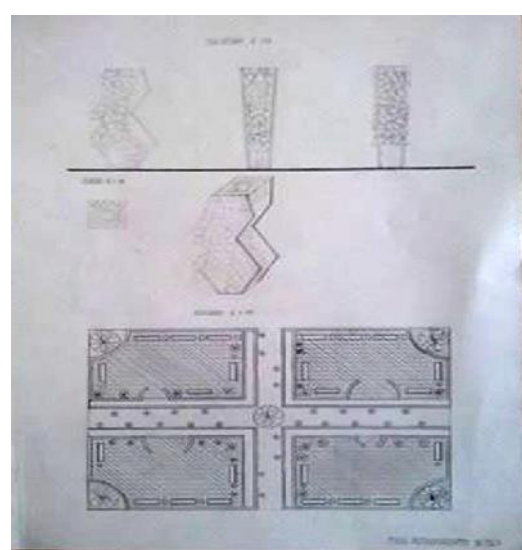
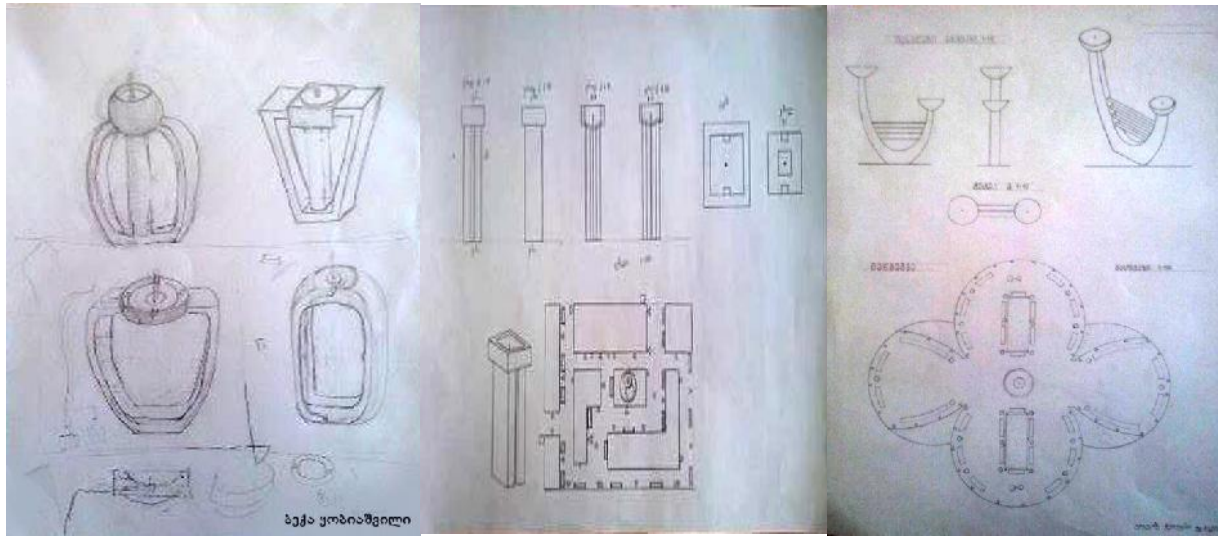




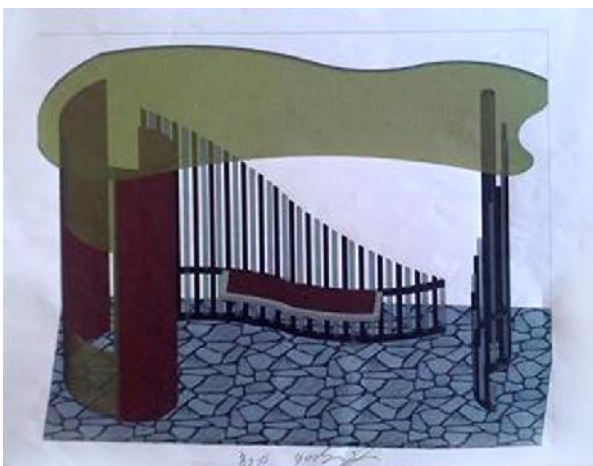
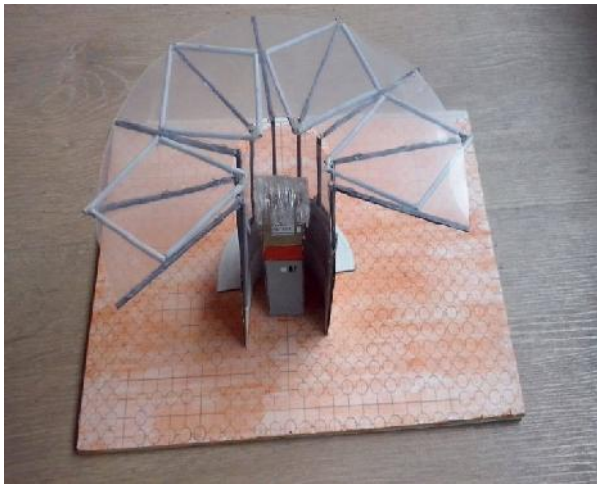
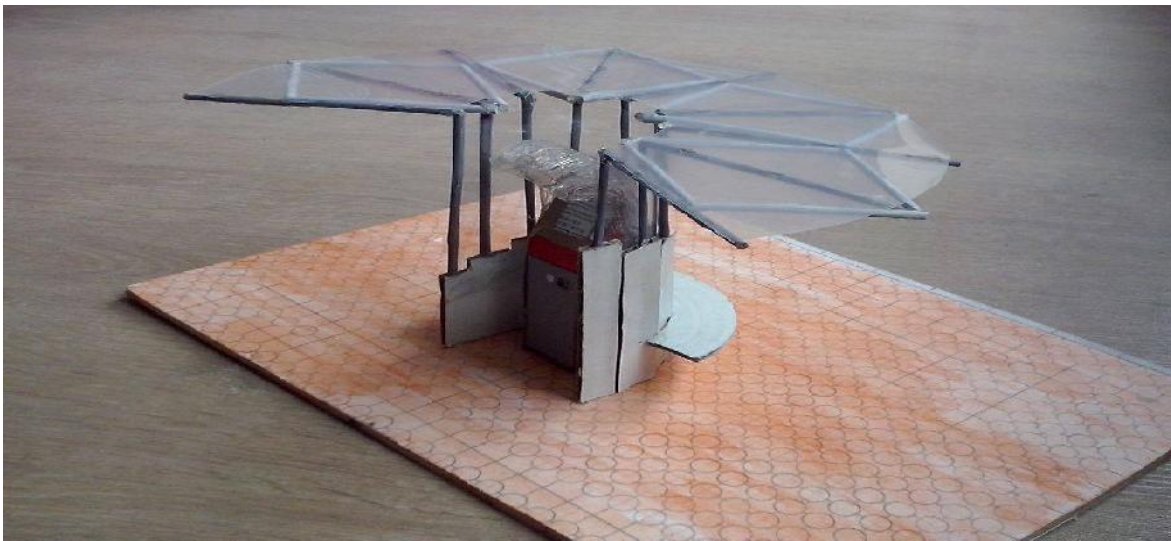
სურ.2



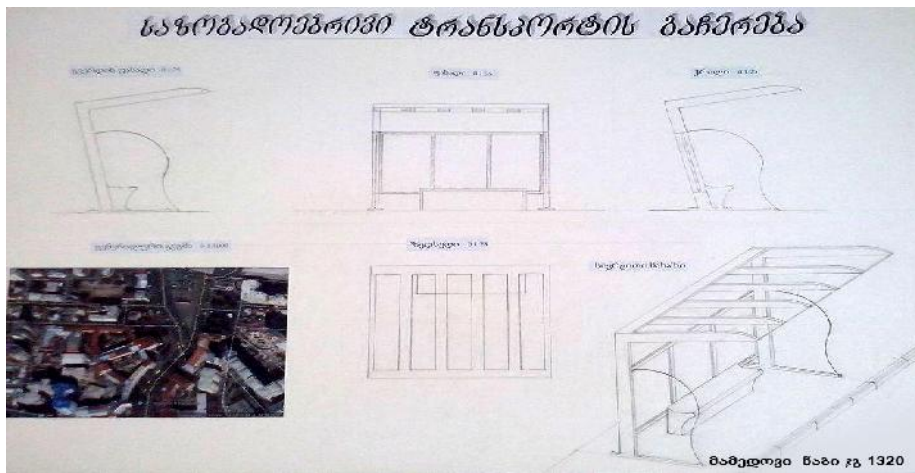
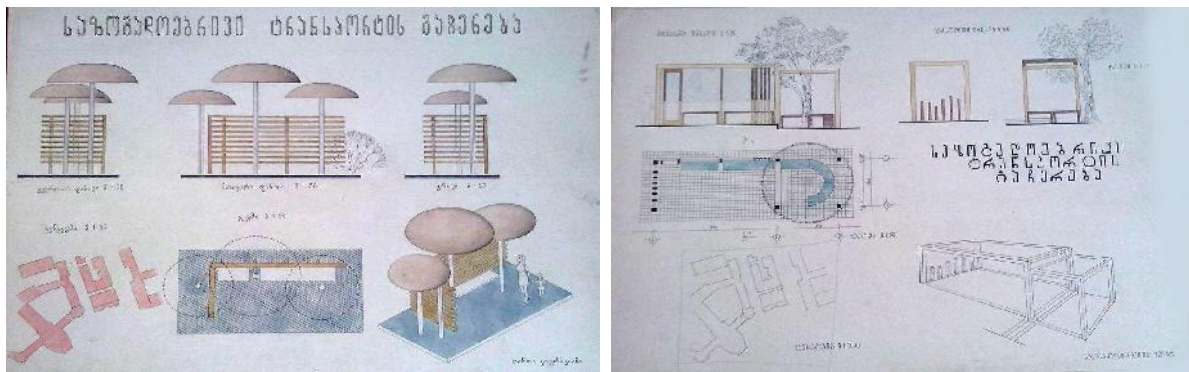
სურ.3



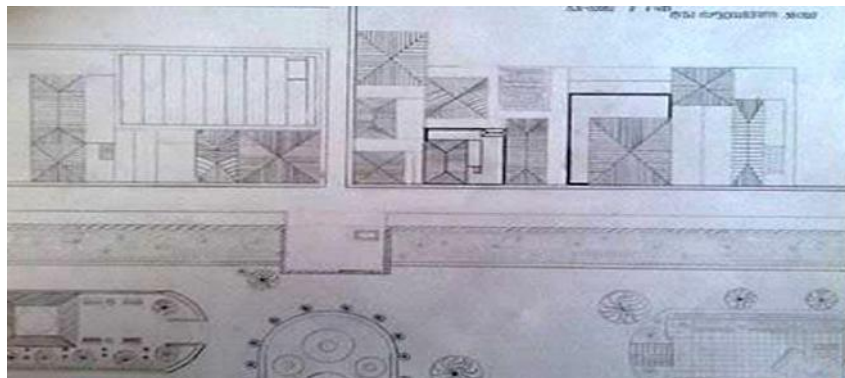
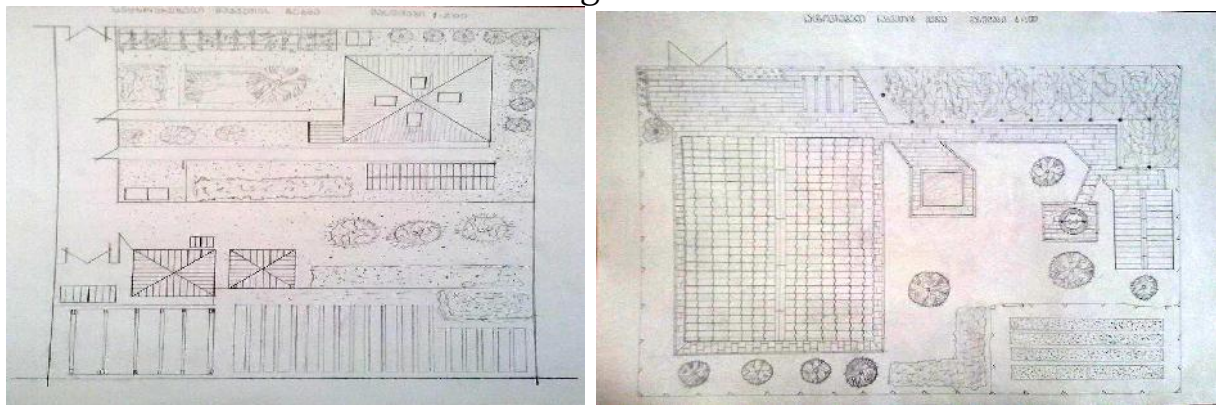
სურ.4



სურ.5.1



სურ.5.2

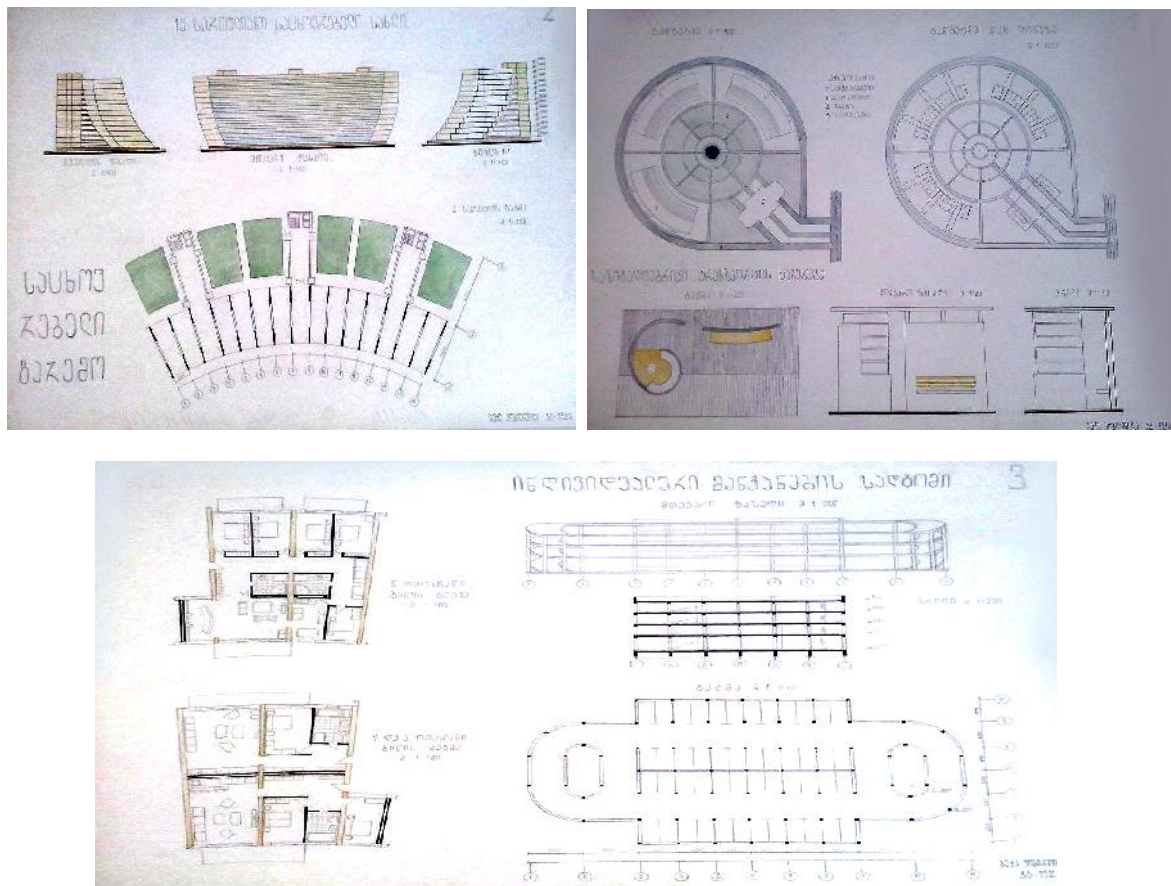


სურ.6 გენერალური გეგმები

-

«

»



სურ.7 საცხოვრებელი სახლი და გარაჟი

სამშენებლო სპეციალობის სტუდენტების
პრაქტიკის თაობაზე

ლ. უგულავა

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

რეზიუმე: საკითხი ეხება სტუდენტებს, რომლებიც ეუფლებიან მშენებლის სპეციალობას. საჭიროა, რომ ამ სტუდენტებმა გაიარონ საწარმოო პრაქტიკა არამარტო როგორც მომავალმა სპეციალისტებმა, იღებდნენ მონაწილეობას სამშენებლო პროცესებში არამედ ერკვეოდნენ ობიექტის დანიშნულებაზე, მის სოციალ-პოლიტიკურ დანიშნულებაზე და აუცილებლად გარემოს დაცვაზე.

საკვანძო სიტყვები: სტუდენტები, მშენებლობა, პრაქტიკა, სპეციალობა.

1. შუსავალი

სხვადასხვა ქვეყნების ინსტიტუტებში, სადაც ეუფლებიან მშენებლის სპეციალობას, სტუდენტები გადიან პრაქტიკას ან სასწავლო-გაცნობით ან საწარმოს. პირველ შემთხვევაში ისინი ეცნობიან სხვადასხვა საშენი მასალების მიღების ტექნოლოგიას, მეორე შემთხვევაში მონაწილეობენ საკმაოდ მნიშვნელოვანი ნაგებობის მშენებლობაში, ერკვევიან იმ მასალის აუცილებლობაზე, რომელიც გამოიყენება ამ ნაგებობის ასაშენებლად, ეცნობიან ობიექტის დანიშნულებას და გავლენას მოახდენს ის გარემოზე.

ავტორების აზრით [1] სპეციალობის ინჟინრული შესწავლის და პროექტების ანალიზი გააფართოვებს მომავალი სპეციალისტების სოფმჭვრეტელობას. ის შეისწავლის უფრო ფართოდ არსებულ პრობლემებს.

2. ძირითადი ნაწილი

სამშენებლო ფაკულტეტის სტუდენტები მეორე კურსის დამთავრებისას გადიოდნენ სასწავლო-გაცნობით პრაქტიკას ორი კვირის განმავლობაში ხელმძღვანელის თანხლებით და ქარხანასთან შეთანხმებით. ამის შემდეგ ასრულებენ ანგარიშს, სადაც მოყვანილი იყო ქარხნის პროდუქციის ტექნოლოგიური პროცესი ნედლეულიდან მზა პროდუქციამდე, მისი მომხმარებელი, თვითღირებულება.



სურ. 1 ასფალტბეტონის ქარხნა

ამდგვარი პრაქტიკის გავლის შემდეგ სტუდენტი საკმაოდ კარგად ერკვეოდა, რა ტექნოლოგიით მუშაობდა ქარხანა. რა ხარისხის საშენი მასალებით მარაგდებოდა ქვეყნის სამშენებლო ობიექტები, გარდა ამისა მათ ექნებოდათ წარმოდგენა

როგორი საქმიანობა ელოდებათ, რას წარმოადგენს ქარხანა და როგორ მარაგდება სამშენებლო ობიექტები მასალით, რეალურად და არა ვირტუალურად.

დღეისათვის გამოცდაზე გამოსვლისას სტუდენტს საკმაოდ ბუნდოვანი წარმოდგენა აქვს ქარხანაზე, მის ტექნოლოგიაზე, გამოშვებულ პროდუქციაზე და მრავალი სხვა.

კოლეგები ბოსტონიდან (მასსაჩუტცისის შტატი) [1] პრაქტიკის გავლის პრობლემები სამოქალაქო სპეციალობის უფროსი კურსის სტუდენტებისათვის ძალიან გააფართოვეს. ისინი თვლიან, რომ უფროსი კურსის სამოქალაქო მშენებლობის სტუდენტებმა უნდა გაანალიზონ პროექტში მოყვანილი გადაწყვეტილებები არამარტო ტექნიკური, არამედ სოციალურ-პოლიტიკური ფაქტორები და მისი გავლენა გარემოზე. პროექტის შესწავლისას სტუდენტი აანალიზებს მისი განხორციელების და აგრეთვე საექსპლუატაციო მეთოდებს.

დელავერსის უნივერსიტეტის სამოქალაქო მშენებლობის უნივერსიტეტმა შექმნა კომპლექსური კურსი. სტუდენტების აზრით აუცილებელია პრაქტიკის გავლა აშენებული ან მომავალ ასაშენებელი ობიექტზე წარმოების გაცნობა სტაჟირება და მუშაობა სამშენებლო პრაქტიკის მისაღებად.

იმისათვის, რომ ჩვენ ჩავატაროთ სათანადო პრაქტიკა მაღალი კურსის სტუდენტებისათვის საჭიროა დრო და შეთანხმება-მემორანდუმი ფირმასთან ან ფირმებთან, თუმცა ამ სტუდენტებს არ უნახიათ ელემენტარული აგურის, ცემენტის, ბეტონის და სხვა საშენი მასალების ტექნოლოგია ქარხნული წესით. საჭიროა შეირჩეს მნიშვნელოვანი ობიექტები და თუ შესაძლებელია გამოყენებული იყოს იმ დროის ნაწილი, რომელიც განკუთვნილია საკვალიფიკაციო ნაშრომისათვის და თვით ნაშრომი შესრულებული იყოს იმ თემებთან დაკავშირებით. სურ.2 აგურის ქარხანა ს.ს.



„მეტეხის კერამიკა“

პრაქტიკის პროგრამა ისე უნდა ჩამოყალიბდეს, რომ ახალგაზრდა სპეციალისტი იცნობდეს საშენი მასალების მიღების საფუძვლებს და გამოიყენოს ეს ცოდნა იმ ობიექტზე, სადაც ეს მასალები რეალურად გამოიყენება და ერკვეოდეს შერჩეული მასალების საექსპლუატაციო თვისებებში, კლიმატურ პირობებთან შესაბამისად.

3. დასკვნა

ახალგაზრდა რომელიც ეუფლება მშენებლის სპეციალიზაციას აუცილებლად უნდა იცნობდეს ამა თუ იმ ქარხნის მუშაობის პროცესს, მის ტექნოლოგიას და მასალის გამოყენებისას დარწმუნებული იყოს გამოყენებული მასალის სათანადო თვისებებში რაც უზრუნველყოფს მის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს შენობის ექსპლუატაციის პროცესში და აკმაყოფილებდეს პროექტს.

ქარხნის ან ობიექტის ადმინისტრაცია უნდა იყოს დაინტერესებული მიიზიდოს ახალგაზრდობა მშენებლობის ტექნოლოგიის გასაცნობად და აირჩიოს შესაბამისი საწარმო.

ლიტერატურა

1. . . . Civil Engineering – . . . , 1970. (. . .).
2. სასწავლო პრაქტიკის პროგრამა, საქართველოს ტექნიკური ინსტიტუტი. 1991წ.
3. პრაქტიკის დღიური. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი. 1991წ.

რევაზ მახვილაძე 80 წლისაა!



დაიბადა 1937 წლის 8 მაისს ქალაქ თბილისში. 1960 წელს დაამთავრა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობის სპეციალობით. არის ინჟინერ-მშენებელი, 1965–1970 წლებში მოსკოვის საბინაო-კომუნალური მეურნეობის აკადემიის ასპირანტურაში სწავლის პერიოდში დაიცვა დისერტაცია და მიენიჭა ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხი.

1960–1965 და 1971–1978 წლებში, ასპირანტურის წინა და შემდგომ პერიოდებში მუშაობდა საპროექტო ინსტიტუტებში: “საქმასხპროექტი“, “საქსახპროექტი“, “საქკომუნმშენპროექტი“, სადაც განვლო

საინჟინრო-საპროექტო შემოქმედებითი საქმიანობით დატვირთული გზა ინჟინერ-კონსტრუქტორობიდან ტექნიკური განყოფილების უფროსობამდე. 1978 წლიდან კი - ცხოვრება დაუკავშირა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო წარმოების ორგანიზაციის, ეკონომიკისა და მენეჯმენტის №23 კათედრას.

ტექნიკური საზოგადოებისათვის ცნობილია მისი ინტერესებისა და საქმიანობის სფერო. ბატონი რევაზი ცნობილია, როგორც კარგი ინჟინერი, კარგი მეცნიერი და კარგი პედაგოგი. აქვს ასორმოდგაათზე მეტი სამეცნიერო შრომა, მათ შორის ორი საავტორო მოწმობა, თერთმეტი სახელმძღვანელო, რომელთაგან უმეტესობა პრაქტიკული ღირებულებისაა და გამოყენებულია საინჟინრო-სამეცნიერო საქმიანობაში. ამ მხრივ განსაკუთრებულია მისი მუშაობის პერიოდი სახელმწიფო ტერიტორიალურ საპროექტო ინსტიტუტში „საქსახპროექტი“, სადაც მისი ინიციატივითა და ხელმძღვანელობით დაიხვეწა მრავალსართულიანი სამრეწველო შენობებისათვის განკუთვნილი ინდუსტრიული ნაკეთობების სერია -20, აგრეთვე დამუშავდა საძირკვლის კოჭებთან შეთავსებული ერთიანი საძირკვლის პანელები და სხვა. მათი დანერგვით საქართველოს მშენებლობის სამინისტრომ შრომითი და მატერიალური რესურსების დაზოგვასთან ერთად სისტემაში მიაღწია მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს. მათ ფართო გავრცელება ჰპოვეს ყოფილი საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა რეგიონებში.

მის პროფესიონალიზმს აფასებდნენ საკავშირო მშენებლობის სამინისტროს სისტემაში დასაქმებული საპროექტო ინსტიტუტების კოლექტივები, იწვევდნენ სემინარებსა და კონფერენციებზე, საკავშირო თათბირებზე.

ასევე ცნობილია მისი მოღვაწეობა საკავშირო მშენებლობის სახელმწიფო კომიტეტის მასშტაბით, რომლის დაკვეთითაც მისი ხელმძღვანელობით დამუშავდა სამშენებლო წესებისა და ნორმების რამდენიმე კრებულში თავები „სეისმურ რაიონებში მშენებლობის თავისებურებანი“ და სახარჯთაღრიცხვო ნორმატივების ასევე რამდენიმე კრებული.

ბატონი რევაზ მახვილაძე მრავალი განხორციელებული პროექტის ავტორი და მთავარი ინჟინერია. მათ შორისაა მადნეულის სამთო გამამდიდრებელი კომბინატი; საცხოვრებელი და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების შენობები თბილისში, რუსთავში, ბათუმში, ფოთში და სოხუმში; რკინა-ბეტონის ქარხნები და სახლმშენებელი კომბინატები, გამწმენდი კომპლექსები და სხვა; იგი ხელმძღვანელობდა სპეციალისტთა ჯგუფებს მიწისძვრით დაზარალებულ რეგიონებში (ტაშკენტი – 1966

წელს, პეტროპავლოვსკი კამჩატკაზე – 1971 წელს, სანხერე-ჭიათურა – 1992 წელს და თბილისში – 2002 წელს), აღდგენითი სამუშაოების დაპროექტება-განხორციელებაში.

1978 წლიდან ბატონი რევაზ მახვილაძე აქტიურ საქსპერტო საქმიანობას ეწევა. 1978–90 წლებში რევაზ მახვილაძე საქსპერტო ჯგუფის ხელმძღვანელია საპროექტო-სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციის განხილვა-დამტკიცების სახით საქაგროპრომში და საქართველოს მინისტრთა საბჭოს კაპიტალური მშენებლობის მთავარ სამმართველოში, შემდეგ საქართველოს ურბანიზაციისა და მშენებლობის სამინისტროს საქსპერტო სამმართველოში.

ამჟამად ბატონი რევაზი აქტიურად საქმიანობს რესპუბლიკის მოწინავე საპროექტო-სამშენებლო ფირმების საპროექტო საქმიანობაში ექსპერტის, კონსულტანტის, პროექტების ავტორისა და მშენებლობის ხარისხის კონტოლის სტატუსით.

ასევე ნაყოფიერია პროფესორ რევაზ მახვილაძის პედაგოგიურ-სამეცნიერო მოღვაწეობა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში. პატივისცემით სარგებლობს პროფესორ-მასწავლებელთა და სტუდენტებს შორის, ამზადებს მაგისტრანტებსა და დოქტორანტებს. მისი საინჟინრო-სამეცნიერო თემატიკა ღრმა და აქტუალურია, გამოირჩევა პრაქტიკული გამოყენების მიზანდასახულობით.

საინტერესოა ის ფაქტიც, რომ 1978–90 წლებში ბატონი რევაზი საკავშირო სამშენებლო ინსტიტუტების სახით მეთოდური და სამეცნიერო-ტექნიკური საბჭოების წევრად გვევლინებოდა. მას იცნობდა და მის აზრს პატივს სცემდა სამშენებლო დარგში მომუშავე პროფესურა.

პროფესორი რევაზ მახვილაძე თავისი დეპარტამენტის №107 “მშენებლობის ეკონომიკა და მენეჯმენტი” სახით ბაკალავრებს, მაგისტრანტებსა და დოქტორანტებს ასწავლის შემდეგ დისციპლინებს: “დაპროექტებისა და მშენებლობის ეკონომიკა და ორგანიზაცია”; “მშენებლობის ეკონომიკისა და ორგანიზაციის სპეცკურსი”; “ფასწარმოქმნა მშენებლობაში, ინვესტიციები და საბანკო კრედიტი”; “შენობა-ნაგებობათა შეფასების კრიტერიუმები და აუდიტი”; “პროექტების მენეჯმენტი”; “მშენებლობის მენეჯმენტი”. სევე, საბაზრო ეკონომიკურ ურთიერთობებზე გადასვლასთან დაკავშირებით, ყურადღებას იჩენს სახელმძღვანელოების განახლებაზე, თავის კოლეგებთან, მაგისტრანტებთან და დოქტორანტებთან ერთად მოამზადა და გამოსცა რვა სახელმძღვანელო ახლად შემოსულ დისციპლინებში: „უძრავი ქონების შეფასება და აუდიტი“, „ინვესტიციების თეორია და ანალიზი“, „ტექნიკური ზედამხედველობა მშენებლობაზე“, “ფასწარმოქმნა მშენებლობაში, ინვესტიციები და საბანკო კრედიტი”, „საბათქაშო სამუშაოთა წარმოების ტექნოლოგია“, „საქალაქო მეურნეობის ეკონომიკა და მენეჯმენტი“, “რეკომენდაციები შენობებისა და ნაგებობების სახანძრო უსაფრთხოების შესახებ”, “შენობა-ნაგებობათა შეფასების კრიტერიუმები და აუდიტი”.

2005 წლის 27 მაისს პროფესორი რევაზ მახვილაძე არჩეულ იქნა საქართველოს საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად, ხოლო 2011 წლის 23 სექტემბერს ნამდვილ წევრად (აკადემიკოსად), დამფუძნებელი და ვიცე თავმჯდომარეა საერთაშორისო ორგანიზაციის „ევროსაინსი“ სამუშაო ჯგუფისა (შტაბბინა სტრასბურგი), აგრეთვე საქართველოს მეცნიერთა პოტენციალის პრაქტიკული რეალიზაციის ხელშემწყობი ასოციაციისა „საქართველო-ევროსაინსი“ და მისთვის ჩვეული ენერგიულობით იღწვის საუკეთესო საინჟინრო-სამეცნიერო იდეების გამოვლენისათვის და რეკომენდაციას უწევს მათ დანერგვას ასოციაციის კუთვნილ ინტერნეტსაიტზე განთავსებითა და სამეცნიერო-საინჟინრო კონტაქტების გაღრმავების გზით.

2006 წელს დაიწყო და უკვე გამოიცა სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალის „მშენებლობა“ 40-ზე მეტი ნომერი. ბატონი რევაზ მახვილაძე სამეცნიერო-სარედაქციო კოლეგიის წევრია და აქტიურად იღწვის მისი თემატიკის დახვეწაზე. მისი სტატიები გამოირჩევა თეორიული და პრაქტიკული საკითხების ღრმა ანალიზით, რაც ხელს უწყობს მშენებლობაში თანამედროვე ტექნიკური და სამეცნიერო სიახლეების დანერგვას.

მის ცხოვრებაში განსაკუთრებული ადგილი უკავია ოჯახს მეუღლით, შვილებით, სიძეებითა და ექვსი შვილიშვილით. გარს ახვევია მეგობართა ფართო წრე, რომლებთანაც ამაყობს და მიუხედავად მათი საქმიანობისა, ყოველი მათგანი თავისი ბიოგრაფიის შემადგენელ ნაწილად მიაჩნია. თითოეულისგან აქვს აღებული დადებითი მუხტი, რომელმაც გამოაწრო და ცხოვრებისეული გამოცდილებაც შესძინა.

ღრმად ვართ დარწმუნებულნი, რომ პროფესორი რევაზ მახვილაძე კვლავ ახალგაზრდული შემართებით, მრავალმხრივი ცოდნითა და დიდი ინჟინრული გამოცდილებით კიდევ დიდხანს ემსახურება ახალგაზრდობის პროფესიულ აღზრდას. მისი ცხოვრებისეული კრედიტო და პროფესიული განსწავლულობა დიდ პატივისცემასა და მოწიწებას იწვევს საზოგადოების ფართო წრეებში. ამიტომაც სასიამოვნოა გარემო, სადაც ხვდები ამ საინტერესო ადამიანს, რომლისთვისაც ასაკი მხოლოდ დროის კატეგორიაა და თავისი პიროვნული თვისებებით ჯერაც არ გასცდენია ჭაბუკობას.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამშენებლო ფაკულტეტის
მშენებლობის ეკონომიკის და მენეჯმენტის №107 დეპარტამენტი

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“-ს
სარედაქციო კოლეგია

SUMMARIES

R. Makhviladze, R. Sikharulidze, L. Joglidze, B. Sikharulidze. WAYS OF PROVIDING BUILDINGS FLOOR SLABS HEAT AND SOUND CONDUCTIVITY HIGH CHARACTERISTICS AND THEIR SOCIO-ECONOMIC EFFICIENCY. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article are considered having high heat resistance, arranged with low heat and sound conductivity having low volumetric weight materials floors, thus improving both residential and workplace environment; are analyzes the socio-economic efficiency from their application with relevant conclusions and recommendations.

L. Kakhiani, L. Balanchivadze, A. Lebanidze. IMPROVE THE SEISMIC RESISTANCE OF EXISTING AND WORKED BUILDINGS. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article are considered issues related to increasing the seismic resistance of existing and constructing buildings by using seismic protection systems.

Are considered the existing seismic protection systems, their arrangement and features of calculation, are proposed issue of their implementation in the construction.

Sh. Bakunidze, L. Zambakhidze, b. Surguladze, G. Shalitauri THE POSSIBILITY OF MATERIAL ECONOMICS AT THE APPLICATION OF CONTAINING WALLS. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

At a frameless constructive solution, while working of the building containing walls on the horizontal loads, they are required to make some stiffness in their perpendicular plane of the plane. These tasks are more efficient carried out not stripe, but having complex surface (broken, wavy, corrugated, etc.) walls.

in the work re considered having broken axis walls and is substantiated the possibility of material economy.

A. Akhvlediani, A. Gogoladze, G. Akhvlediani. The use of ARCC models for modeling And forecasting the process of the river runoff of the mid-annual sampling. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

ARSS - (Autoregressive Moving Average) models are linear models of a stationary time series, which are, as a first approximation, the series of observations over river banks. An analysis of the data of average annual observations of river runoff shows that they have no clearly expressed regular components. Some observations contain a significant error, whereas we want to not only allocate regular components, but also build a forecast. We have successfully applied this method in our wound works on modeling and forecasting of average annual river flow monitoring. In this article we will try to briefly introduce the proposed modeling method to the reader, and also give concrete examples of its implementation.

A. Kvaratskhelia, G. Kipiani. Dynamic stability of laminated plates. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

The dynamic stability of a laminated plate is described under the action of a periodically compressive load, which is applied to its median plane. General formulas are obtained for the frequencies of natural oscillations, critical loads, and excitation coefficients, which take into account the effect of transverse shear and high-order parametric terms. Taking into account these factors, instability zones for a transversally isotropic plate are obtained.

L. Ugulava, G. Robakidze. LIGHT DECORATIVE CONCRETE. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

Is considered the purpose of decorative concrete, field of application, its properties, the methods of making, is stated the stock of volcanic fields of Georgia, their physical-mechanical properties, the ability to use in decorative concrete.

T. Batsikadze, N. Murghulia, R. Giorgobiani, V. Turashvili. CALCULATION OF A THICK-WALLED CYLINDER ON THE ULTIMATE LOADING IN THE CONDITIONS OF INTERNAL PRESSURE. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

A thick cylindrical shell is undergoing an action of uniformly distributed pressure on the inside wall. The material of cylinder is incompatible, and the deformation is planar. In the paper is described the value of internal pressure in that originate the plastic zones, primarily on the cylinder inside wall. If the function $F(r) = \frac{\sigma(r)}{r^2 K(r)}$ where the $G(r)$ is the modulus of elasticity and the $K(r)$ is the yield point, satisfies the monotone decrease condition in the interval $[r_1, r_2]$, then the plasticity will be distributed on the rest of cylinder. Is determined the value of pressure that corresponds to the plastic deformation of the entire cylinder.

A.Nadiradze, I.Shikhashvili, D.Gotsadze, B.Chavchavadze, A. Janjgava, G. Gathenashvili, K.Darchiashvili. MANUFACTURE OF ANTI-HAIL SYSTEMS USING PRE-STRESSED REINFORCED CONCRETE POLES. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the Miksor Ltd. factory were manufactured anti-hail systems, one of the main parts of which is the pre-stressed reinforced concrete poles, the item is implemented in Gori, Ksovrissi, Kareli, Dusheti, which is very useful for the development of agriculture in these regions.

G. Danelia. CALCULATION OF RAKING PILES. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article is considered the method of calculation of suspended raking piles. In particular, due the proper selection of the piles length, cross-section area and the angle of inclination is given the calculation of optimal cross-section of pile.

N. Murghulia, T. Magradze, K. Iashvili, L. Korganashvili. CENTRAL COMPRESSION OF STEEL PIPE FILLED WITH REINFORCED CONCRETE. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article is considered a statical indeterminate task of steel pipe filled by reinforced concrete at central compression. The mode of deformation of the structure under consideration has been studied, is solved the design task and is shown its main positive revealings.

O.G. Khazaradze, G.E. Medzmariashvili. SELECTING THE EFFECTIVE STEEL GRADES FOR STEEL STRUCTURES. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article is considered the application of effective steel grades of steel structures. The final choice of the steel grade should be performed on the basis of a comparison of technical and economic indicators. In composite structure economically feasible is application of two steel grades.

N. Nakvetauri. ENSURE THE RELIABILITY OF THE PRE-STRESSED REINFORCED CONCRETE FRAME BUILDINGS. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article is considered the multi-storey frame-panel pre-stressed reinforced concrete buildings with tensioned reinforcement bars in construction conditions, features of their calculation and providing of reliability.

M. Vazagashvili, B. Churchelauri, Z. Churchelauri, Japaridze. FORCED VIBRATIONS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM.

In the work was made the formulation, was created an effective algorithm, and carried out a solution of the Cauchy problem on time for a mechanical system. Were studied the unsteady forced oscillations of a part of a barrel with a casing from the effect of a simulated turn of shots, than the correctness of the choice of casing optimal parameters was verified. The parametric study of the obtained solutions with respect to the problem of damping of special engineering items gives the possibility to significantly improve a number of their output characteristics.

M. Begiashvili, N. Mumladze, T. Shubitidze. PARALLEL TRANSITION SURFACES. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

From applied in the modern engineering industry geometric surfaces important are kinematic surfaces. In the article is considered one of the kind of kinematic surfaces the parallel transition surfaces. Are determined: law of their formation and graphical construction, interdependence of the surface-determining elements. Construction of orthogonal plans. Due the lines proportion coefficient are obtained different from each other kinds of surfaces.

R. Imedadze, T. Magradze, M. Manjavidze, L. Beridze. ARCHITECTURE OR STRUCTURE. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

As the article shows for a long time were discussed over the importance at performing of the buildings, the architecture or structure. The ideas were divided by two, and because these two directions are

closely related, finally were agreed that both has equal importance and increasing or decreasing of their importance depends on variety of factors.

L. Kakhiani, G. Gureshidze, G. Oragvelidze. INSPECTION OF THE BENDING ELEMENTS INCLINED CROSS-SECTIONS BY REINFORCED CONCRETE FRACTURE MECHANICS METHODS. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article is considered the inspection of inclined cross-section strength and durability of reinforced concrete bending elements caused by shear force impact by methods of reinforced concrete fracture mechanics. Is proposed the method of calculation, calculation of M, Q and N by three equilibrium equations.

A. Gasimova. Experimental study of the process of tea drying using infrared rays. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article is considered the actual issue of tea drying. With taking into account that at drying is necessary not only to maintain the properties of material but also to improve the these properties.

In this regard, the use of infrared radiation for the heat treatment of food product has of particular interest, and this method has prospects for widespread implementation in industry.

M. Bediashvili, G. Kipiani, M. Todua. SOME PROTECTIVE MEASURES FROM THE CATASTROPHIC EARTHQUAKE PHENOMENON. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

the review of means of protection of property of people and countries from catastrophic consequences of the earthquake is presented. Three different systems have been identified, the maintenance of that can avoid or significantly reduce the effects of earthquake results.

The first concerns the full maintenance of the building codes and regulations "seismic resistant construction" (PN 01.01-09) that are in use in the design and construction of buildings, as well as the use of "Eurocode 8". At construction of high-altitude buildings in seismically active conditions, it is necessary to use the IIS-04 series units that have been experimentally tested for many years in unified frame structures and used for a period of three decades. Then, the use of seismic isolation systems for 1-2 points will reduce the intensity of the seismic effect, and also the existing non-structural elements in the structure are almost not damaged. These systems are used in many countries, with the exception of Georgia. The issue of mass use of the system in both new and used buildings was raised.

The third system, which is under development in Georgia, Russia, Azerbaijan, as well as in many countries, is the prediction of an earthquake. According to some information, prediction or forecasting of earthquakes has already been introduced in many countries, some of which are currently being developed. In the authors' opinion, all three methods are acceptable and their joint application is necessary.

A. Sakvarelidze. Swelling of concrete of different ages. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

Studied the swelling of concrete of different age $t_0=14,28,60$ and 180 days. Before the tests all spesimens were kept in invironment of 100% relative humidity, after dried in drying cabinet until moisture content of 0% (by constant weight). After wards once again were tested in invironment of 70 and 100% relative humidity.

Determined linear coefficients of swelling concrete of diffwerent ages. Mechanism of concrete swelling were developed. Created a universal model of concrete swelling. It is first time that a universal model of swelling takes into account the age and moisture content of material.

L. Janashia, I. Mikava, V. Kokhia. PROTECTION OF ROADS FROM MUDFLOWS. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

The article refers to one natural event, more precisely to the mudflow and the protection of roads from their impacts. Solution of this problem is to control mudflows and the development of new methods for against mudflows. This is one of the main problems in the road construction industry. The purpose of the study is to address the problems of protecting roads from mudflows. Here also are presented potential and existing places for the origin of mud flows in Georgia. Here are the current and passive methods and the corresponding ways for protecting highways and artificial structures from mudflows.

Sh. Bakanidze, L. Zambakhidze, B. Surguladze, A. Chkharchkhalia. FOR THE CONSTRUCTIVE SOLUTION OF THE CONTAINING WALLS OF THE MULTI-STOREY BUILDINGS. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

Is considered the performed from different materials by different structural solutions of single and double-walled containing walls of multi-storey buildings and is carried out analysis of their technical-economic criteria.

L.Verulashvili, L.Balanchivadze, N. Areshidze, N. NakveTauri. APPLIED IN CONSTRUCTION FIELD COMPOSITES. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article are stated the types of different composites used in the construction field, their structure, composition, constructive solution and influence on different force changes. Reduction of weight of the structure and determination of physical-mechanical characteristics.

A. Akhvlediani, A. Gogoladze, G. Akhvlediani. Models of autoregressive and integrated moving average (selection, identification, evaluation). Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

Many empirical time series behave as if they do not have a fixed average. But at the same time they smooth out uniform in the sense that if you do not take into account the local level or, possibly, the local level and trend, any part of the time series is similar in its behavior to any other part. Models describing such a homogeneous, nonstationary behavior can be obtained by assuming that a suitable process difference is stationary. These models are called autoregressive-integrated moving average (ARPS) processes.

Z. Kiknadze, T. Tabatadze. Modern paradigm of modeling. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

Nowadays, the understanding of basics of fractal structure is deeply intervened in many fields, including formation of external appearance of architectural-construction facilities as well as their internal structure of organization. Together with recognition of the importance of role of unconscious, from empirical theory to general vector – all well maneuvered study programs should serve to help transition from science to practice. The same should have to be a base principle of Fractal Architectural propedeutics.

Z. Mchedlishvili, A. Tabatadze, E. Kristesiashvili. THE TEMPERATURE DISTRIBUTION ANALYSIS IN MACHINE-DRIVEN BODIES OF ROTATION WORKING AT HIGH TEMPERATURE MODES (DISCS). Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article is considered the analysis of existing in arbitrary machines and equipment rotating details at their operation of caused by their over-heating temperature distribution and mode of deformation that is constructed on the principles of solving the axis symmetric task of thermal elasticity.

A. Gasimova The possibility of drying tea with a combined method (radiation-confection drying). Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

The problem of drying of loose food products by a combined method that includes radiation and convective drying by infrared rays is considered. It is shown that the disadvantage of drying by infrared radiation is a small penetration of infrared ray's depth inside the product, which for tea mass makes up to 7-10 mm. Also is complicated to remove the steam released from the product at drying. A new drying method is proposed, which includes both radiation and convective drying with infrared rays. This ensures high efficiency of the drying process and product quality.

M. Grdzlishvili, K. Churadze, N. Otarashvili. METHODS OF CONSTRUCTION OF DEEPENING IN URBAN AREA COMPLEX DEVELOPMENT CONDITIONS BUILDINGS. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

Currently the population of the world's big cities is growing rapidly. For example in Tbilisi is concentrated more than 40% of Georgian population. In such conditions, the problems appeared in the housing, the expansion of the transport network and the infrastructure in general. One of the effective means of solving this problem is to use the underground space.

A. Sakvarelidze. Swelling of Concrete. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

Swelling of concrete was researched. Experiments were conducted over cylindrical specimens with diameter 70 mm and length 300 mm. Specimens were kept in environment of 100% relative humidity

during 28 days, and dried in drying cabinet until moisture content of 0 % (by constant weight). Afterwards were tested in environment of 70 % and 100% relative humidity.

Was determined that the swelling deformation increases proportionally to the proven moisture content of material. Linear coefficient swelling of concrete is determined. Theoretical conclusions are in consensus with experimental data.

M. Moistsrapishvili, T. Kiphiani. Modern approaches in designing of transport tunnels. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

This thesis deals with the features of tunnels' design on high-speed railways and analyzes the parameters of the structural part of the final lining of the tunnel. The article presents volume-planning solutions. The main parameters of the building design requirements and the requirements necessary to reduce the impact on the environment are proposed. The article concludes with a list of engineering industries, as a result of the synchronized work of which the main goal will be achieved.

T. Batsikadze, J. Nizharadze, R. Giorgobiani, V. Turashvili. ELASTIC-PLASTIC CONDITION OF SOMPOSITE CYLINDER UNDER CONDITIONS OF EXTERNAL PRESSURE AND VARIABLE TEMPERATURE. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

Is considered ideally elastic-plastic two-layered cylindrical shell, the thickness of the inside layer of that is much less in comparison with the thickness of outer layer. The sheet is subject to Tresca yield condition and the associated law of yield. The layers are characterized by different physico-mechanical properties. The impact of the equilibrium temperature field involves the entire interior layer and the interior surface of the outer layer. At the same time, on the outside surface of the cylinder, it is also equally distributed loading.

Are obtained the expressions of displacement and stresses for elastic as well as elastic-plastic stages. Based on comparative analysis a-is achieved the simplification of these expressions.

J.samkharadze, M. Javakhishvili. Developing of the acoustic-decorative materials technology on the base of georgian raw materials and its usage in mordern the construction. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

Resume: Problems caused by undesirable acoustics are so harmful that providing the proper acoustics is one of the most important and problematic challenges in the modern world.

The article discusses the creation of acoustic-decorative material using georgian raw materials and the possibilities of using it in modern construction. The properties of the material created are analyzed and the technical-economical expediency of its use is substantiated.

T. Chubinidze. The general overview of the development of mosaic art. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article there is reviewed the developing line of Mosaic art, the role and function of this art. The technologies and changes of these technologies in development of Mosaic art are generally reviewed. The article also causes stylistic peculiarities of arts schools according to the division into periods, on the bases of discussing the Mosaic art pieces of other countries.

N. Tevzadze, R. Zhgenti. ABOUT THE "CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE" MODULE. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

In the article is stated information about the "Construction and Architecture" module that was created in the third course of the Faculty of Civil Engineering in 2012.

The attention is focused on training courses "Architectural Planning Basics" (studies in the third semester) and "Architectural Planning" (studied in the fourth semester). In addition, the projects developed by the students and their analysis are provided.

L. Ugulava. ON PRACTICE OF CIVIL ENGINEERING SPECIALTY STUDENTS. Scientific-technical journal “BUILDING” #2(45), 2017

The issue concerns to students who master in the civil engineering specialty. It is necessary that these students should pass h the practice not only as the future specialists, but also to participate in the construction process as well as to be familiar with the purpose of object, its socio-political purpose and environmental protection.