

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

დათო ფირყულაშვილი

ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციების
სეისმომდეგობა საიმედოობის თეორიის გათვალისწინებით

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2013 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

სამშენებლო ფაკულტეტის სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის
მიმართულებაზე

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ასოც. პროფ. ბ. სურგულაძე

რეცენზენტები: ასოც. პროფ. შ. ბაქანიძე

ტმკ ა. ბერძენიშვილი

დაცვა შედგება ----- წლის ”-----” -----, ----- საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო საბჭოს

სხდომაზე, კორპუსი -----, აუდიტორია -----

მისამართი: თბილისი 0175, კოსტავას 72

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს

ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი: სრ. პროფესორი მ. კუბლაშვილი

ნაშრომის საერთო დახასიათება

ნაშრომის აქტუალურობა. თანამდროვე პროექტირების პრაქტიკაში მობილური ანუ დინამიკური არქიტექტურისადმი ინტერესი სულ უფროდაუფრო იზრდება, რაც ხშირ შემთხვევაში გამოწვეულია მობილური მშენებლობის მომხრეთა თეორიული კონცეფციებით, კინეტიკური არქიტექტურის მეტაბოლიზმით, სივრცის მრავალმხრივი გამოყენების მოთხოვნით და ისეთი ტრადიციული და საკმაოდ კონსერვატორული სფეროები როგორებიცაა არქიტექტურა და მშენებლობა, დგანან ძირეული ცვლილებების ზღვარზე. ამ ცვლილებებიდან ერთ-ერთი უმთავრესია გადასვლა დინამიკურ, ან როგორც უფრო ხშირად მოიხსენიებიან ტრანსფორმირებადი ფორმების მშენებლობაზე. ამ გადასვლის მიზანია არქიტექტურის მრავალი აქტუალური პრობლემის გადაწყვეტა, ადამიანების დაახლოება გარემომცველ ბუნებასთან, კომფორტულობის ამაღლება და რაც მთავარია შესაძლებლობა იმისა, რომ შეიცვალოს შენობის ცალკეულ ელემენტებს შორის (ან მთლიანად შენობაში) მორალურად ძველი ფუნქციონალური დამოკიდებულებები.

ცხადია, რომ მობილურ არქიტექტურაში მიზნის მისაღწევად მნიშვნელოვანი საშუალებაა კონსტრუქციები. დღევანდელი კონსტრუქციული აზრი მიმართულია ზემსუბუქი, მრავალფუნქციური ელემენტების ძიებაში, რომელთა როლი არა მხოლოდ მზიდი კონსტრუქციების, არამედ შიდა მოწყობილობებისა და კომუნიკაციების არსებობაცაა - ტენტური, პნევმოკარკასული და ჰაერზიდული, მოცულობით გარსული, ტრანსფორმირებადი სისტემები (ღეროვანი, ვანტურ-ღეროვანი, პანელური), თვითამძრავი კონსტრუქციები - ეს არასრული ჩამონათვალია იმ კონსტრუქციებისა, რომლებიც დინამიკურ არქიტექტურაში გამოიყენება.

თუმცა ტრანსფორმირებადი სისტემების მშენებლობის თანამედროვე დონე, რომელიც წარმოადგენს საინჟინრო კონსტრუქციებისა და მექანიზმების სინთეზს, არ აკმაყოფილებს მის მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებს, რადგან არ არის ჩამოყალიბებული ერთიანი საერთო თეორია, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციების სისტემური ანალიზის ჩატარება მათი განსაზღვრიდან კლასიფიკაციამდე. არასაკმარისადაა დამუშავებული კონსტრუქციული გადაწყვეტები მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიური და საექსპლუატაციო მაჩვენებლების მხრივ; ბოლომდე არ არის განსაზღვრული მათი გამოყენების სფერო და პერსპექტივაში გამოსაყენებელი სფეროები.

თანამედროვე ტენდენციების მიხედვით მშენებლობის პროცესის ეფექტური განხორციელების უმთავრესი ფაქტორებია საშენი მასალების ეკონომიურობა, კონსტრუქციის ზიდვის უნარის ამაღლება იაფი მასალების გამოყენებით, საექსპლუატაციო პირობების გაუმჯობესებას და საიმედოობის გაზრდა.

წინამდებარე ნაშრომი, „ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციების სეისმომდეგობა საიმედოობის თეორიის გათვალისწინებით“ ეხება ზემოთაღნიშნული პრობლემების კომპლექსური გადაწყვეტის მცდელობას და, შესაბამისად ითვლება რომ მასში დასმული საკითხები აქტუალურია.

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის გაანგარიშების და კონსტრუქციების საკითხების დამუშავება. ნაშრომში შესრულებულ ტექნიკურ გადაწყვეტილებაზე საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრ „საქპატენტის“ მიერ გაცემულია 1 პატენტი # GE P 2010 5097 B.

ნაშრომის მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქცია, შემუშავებული ახალი კონსტრუქციული გადაწყვეტები, გაანგარიშების მეთოდოლოგია.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება დასტურდება დამუშავებული ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის გაანგარიშების მეთოდოლოგიით და მიღებული ეკონომიკური შედეგებით, იგი ეფექტურია ნაგებობების გადახურვებში. კონსტრუქციის კომბინირებულობა და სიახლოვე კინეტიკურ სტრუქტურების მექანიზმებთან საშუალებას იძლევა მასში მოძრავ ელემენტებად გამოყენებული იქნას მართვის და კონტროლის პროგრამული მოწყობილობები და ელექტრონული სისტემები. ამდენად მისი გამოყენება ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციების მშენებლობაში (პატენტი GE P 2010 5097 B) მიზანშეწონილია.

შემოთავაზებული ახალი ტიპის კონსტრუქციის რეალიზაციისას ნაგებობებში უზრუნველყოფილი იქნება გადახურვის ტრანსფორმირება, შემცირდება გადახურვის წონა, მასალის ხარჯი, მშენებლობის ღირებულება, ამალდება კონსტრუქციის სეისმომდეგობა და საიმედოობა.

შედეგების უტყუარობას განპირობებებს გადამწყვეტი განტოლებების ფორმირებისას გამოიყენებული საყოველთაოდ მიღებული ჰიპოთეზები და დაშვებები, რომელთა ადეკვატურობა დამტკიცებულია. უტყუარობა მტკიცდება, აგრეთვე სხვადასხვა ავტორების მიერ მიღებული თეორიული და ექსპერიმენტული შედეგებთან დამაკმაყოფილებელი თანდამთხვევით.

ნაშრომის აპრობაცია და გამოქვეყნებული პუბლიკაციები. ნაშრომის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 3 სამეცნიერო სტატია. საქართველოს ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრის „საქპატენტის“ მიერ გაცემულია 1 პატენტი (GE P 2010 5097 B). დისერტაციის ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა ქ. თბილისში, 2013 წ-ს საქართველოს ტექნიკური

უნივერსიტეტის „სტუდენტთა 81-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე“, ხოლო მთლიანი ნაშრომი სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ ორ სემინარსა და კოლოკვიუმზე.

ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა. ნაშრომი შედგება შესავლის, 2 თავის, დასკვნის და გამოყენებული ლიტერატურის და დანართებისაგან.

ნაშრომის შინაარსი

შესავალში წარმოდგენილია თემის აქტუალობა, მეცნიერული სიახლე და ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება.

პირველი თავი მოიცავს ტრანსფორმირებადი სისტემების, პნევმატიკური სამშენებლო კონსტრუქციების და ლითონის დიდმალიანი კონსტრუქციების მიმოხილვას. ამავე თავში გაანალიზებულია სამშენებლო კონსტრუქციების ტრანსფორმირების პრობლემის თანამედროვე მოთხოვნები და მათი გადაწყვეტის მეთოდები.

მეორე თავში განხილულია შემდეგი საკითხები:

1. შემოთავაზებული კონსტრუქციის ტექნიკური გადაწყვეტილების აღწერა.

სადოქტორო ნაშრომში წარმოდგენილი ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქცია განკუთვნილია დიდმალიანი სამოქალაქო და სამრეწველო დანიშნულების ნაგებობების გადაწყვეტების შესასრულებლად.

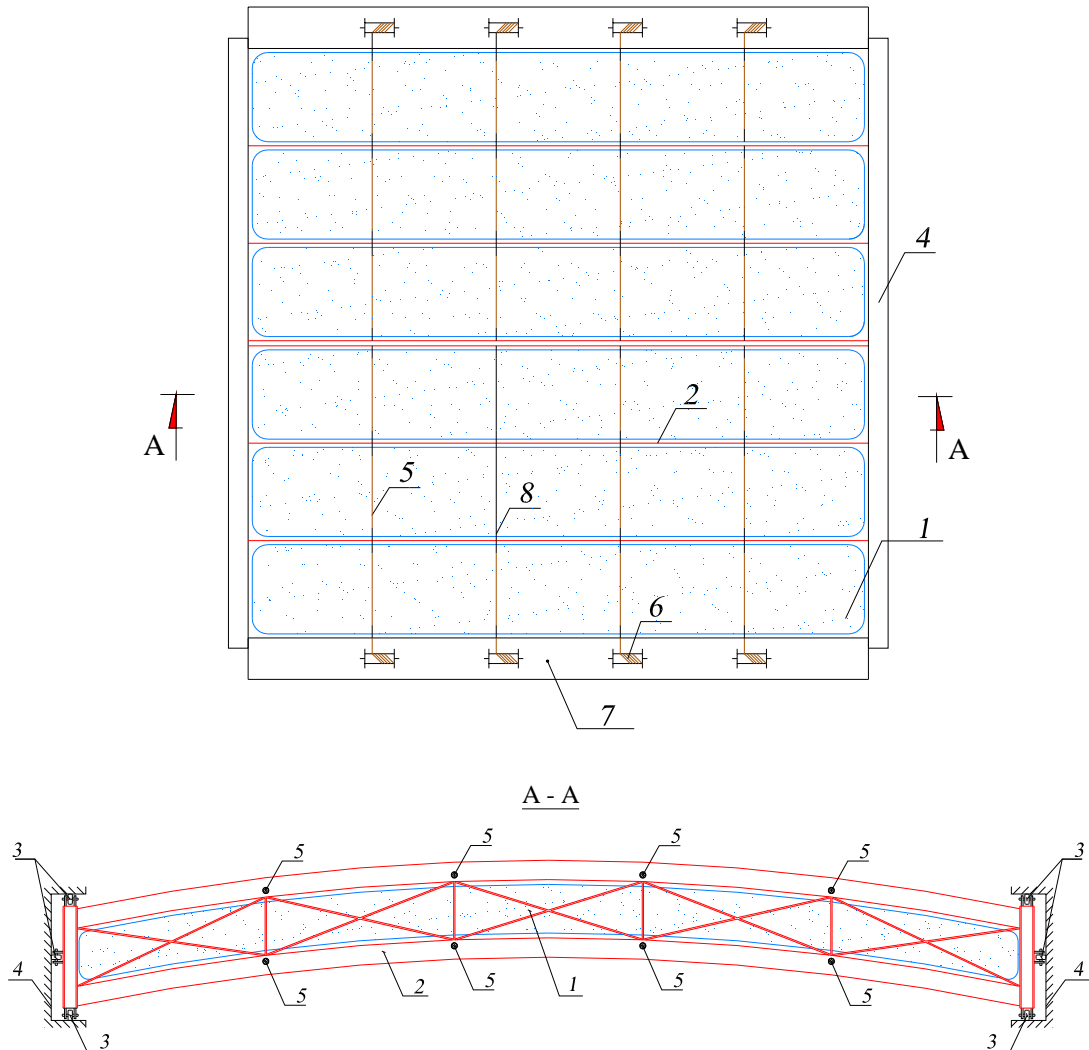
კონსტრუქცია შედგება ორი იდენტური ნაწილისაგან (იხ. ნახ. 1), რომელთა კარკასი აღჭურვილია ხისტი ელემენტებისაგან შედგენილი თაღებით 2. თაღები განთავსებულნი არიან ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ

საგორავიან 3 მიმმართველებში 4, ხოლო შიგა კვანძები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ზედა და ქვედა სიბრტყეში არსებული ბაგირებით 5. ბაგირები შეერთებულნი არიან მრავალღარიან დოლის 6 მქონე ჯალამბარებზე. ყოველ ორ მომიჯნავე თაღს შორის მოთავსებულია ცალკეული პნევმატიკური ბალიში 1, რომლის ქვედა ზედაპირის სიგრძე ნაკლებია ზედაზე, რითაც გაშლის შემდეგ უზრუნველყოფილი იქნება ბალიშების თაღოვანი მოხაზულობა. თითოეული ბალიში მოქნილი მილის 9 საშუალებით შეერთებულია კომპრესორთან 10. კარკასის ხისტი ელემენტების კვანძებში გათვალისწინებულია კონსტრუქციის ტრანსფორმირებისათვის საჭირო მარეგულირებელი ფიქსატორები 8.

კონსტრუქციის თითოეულ ნაწილს ტორეცის მხარეს გააჩნია საბჯენი კრონშტეინები 7, მათზე განთავსებულია გასაშლელ-დასაკეცი მოწყობილობები 6.

კონსტრუქციის ტექნიკური შედეგი მიიღწევა შემდეგნაირად (იხ. ნახ. 2): კონსტრუქციის ხისტი ელემენტები 2 და მათზე დამაგრებული პნევმატური ბალიშები 1 თავმოყრილია საბჯენ კრონშტეინებთან 7, ჯალამბრების მრავალღარიან დოლებზე 6 მინიმალურ სიგრძეზე დახვეულია ბაგირები 8. კონსტრუქციის ორივე ნაწილის კომპრესორიდან 10 მოქნილი მილის 9 საშუალებით მიეწოდება თანაბარი სიდიდის ჰაერის ჭარბი წნევა, რის შედეგადაც ბალიშებში ოთხივე მიმართულებით აღიძვრება საპირისპირო ნიშნის მქონე ვერტიკალური და ჰორიზონტალური წყვილძალები (იხ. ნახ. 10). ვერტიკალური წყვილძალებით, ბალიშების 1 ზედაპირების ფართობების განსხვავებულობის გამო (ზედა ფართობი წინასწარ გათვლილი სიდიდით მეტია ქვედაზე), ხდება ბალიშების ფორმირება - მათი ფორმა ემთხვევა კონსტრუქციის ხისტი ელემენტების 2 მოხაზულობას, ხოლო ჰორიზონტალური ძალების წყვილის ერთი მდგენელის მომიჯნავე ხისტ ელემენტებთან 2 და ჯამურად კრონშტეინებთან 7 მიბჯენის შედეგად

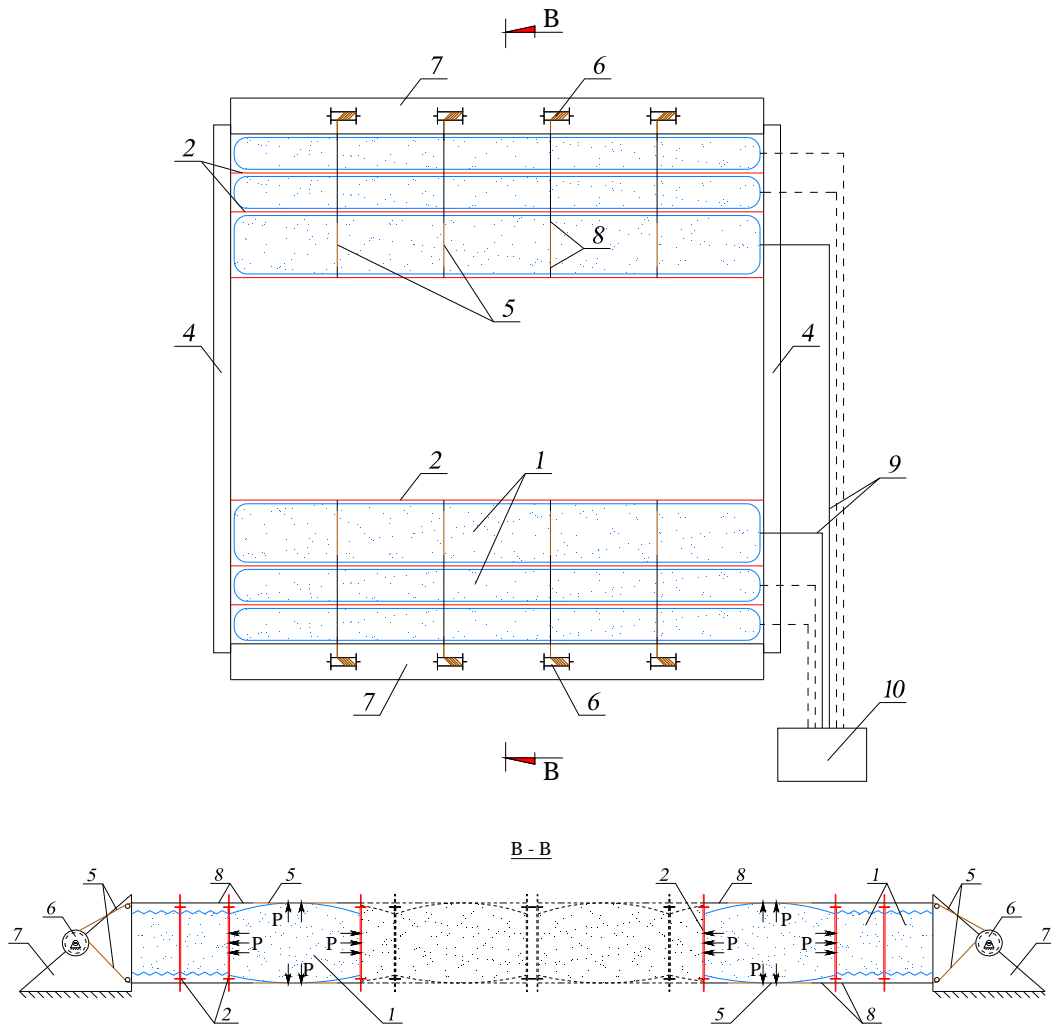
გამოთავისუფლებული ენერგია საგორავი სისტემების 3 საშუალებით იწვევს კონსტრუქციის გადაადგილებას მიმართველზე 4 (ჰორიზონტალურ ან დახრილ ზედაპირზე) - ხდება კონსტრუქციის გაშლა.



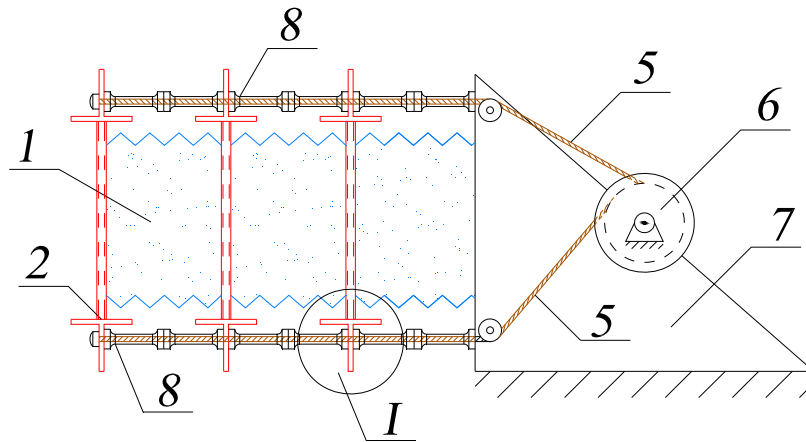
ნახ. 1 ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის საერთო ხედი. 1- პნევმატიკური ბალიში, 2 - ხისტი ელემენტებით შედგენილი თალი; 3 - საგორავი; 4- მიმართველი; 5 - ბაგირი; 6 - მრავალღარიანი დოლის მქონე ჯალამბარი; 7 - საყრდენი კრონშტეინი; 8 - ტრანსფორმირების ფიქსატორი

კონსტრუქციის დაკეცვა ხდება შემდეგი თანმიმდევრობით: კრონშტრინებთან 7 ყველაზე ახლოს მდებარე ბალიშებში 2 იხსნება სარქველები, მათგან გამოიღვენება ჭარბი ჰაერის ჭარბი წნევა, რის შედეგადაც ბალიშები

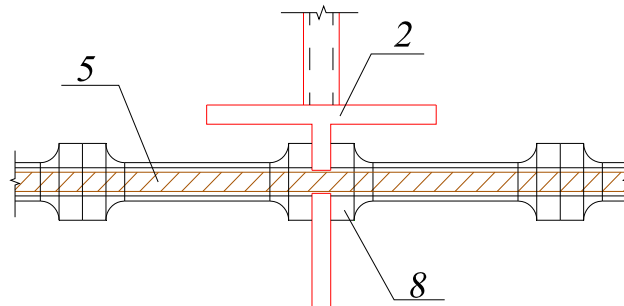
უბრუნდებიან საწყის მდგომარეობას, მათი მოცულობაში შემცირების პარალელურად ჯალამბრების 6 დოლებზე ბაგირების 4 დახვევით თაღები ბრუნდება საბჯენი კრონშტეინებისაკენ 7. პირველი უახლოესი ბალიშების დაკეცვის და ხისტი ელემენტების საწყის პოზიციაში დაბრუნების შემდეგ პროცესი მეორდება თანმიმდევრობით კონსტრუქციის ყველა ბალიშისათვის (იხ. ნახ. 3).



ნახ. 2 კონსტრუქციის ტრანსფორმაციის პროცესი. 1- პნევმატიკური ბალიში, 2 - ხისტი ელემენტებით შედგენილი თაღი; 3 - საგორავი; 4- მიმმართველი; 5 - ბაგირი; 6 - მრავალღარაინი დოლის მქონე ჯალამბარი; 7 - საყრდენი კრონშტეინი; 8 - ტრანსფორმირების ფიქსატორი; 9- მოქნილი მილი; 10 - კომპრესორი



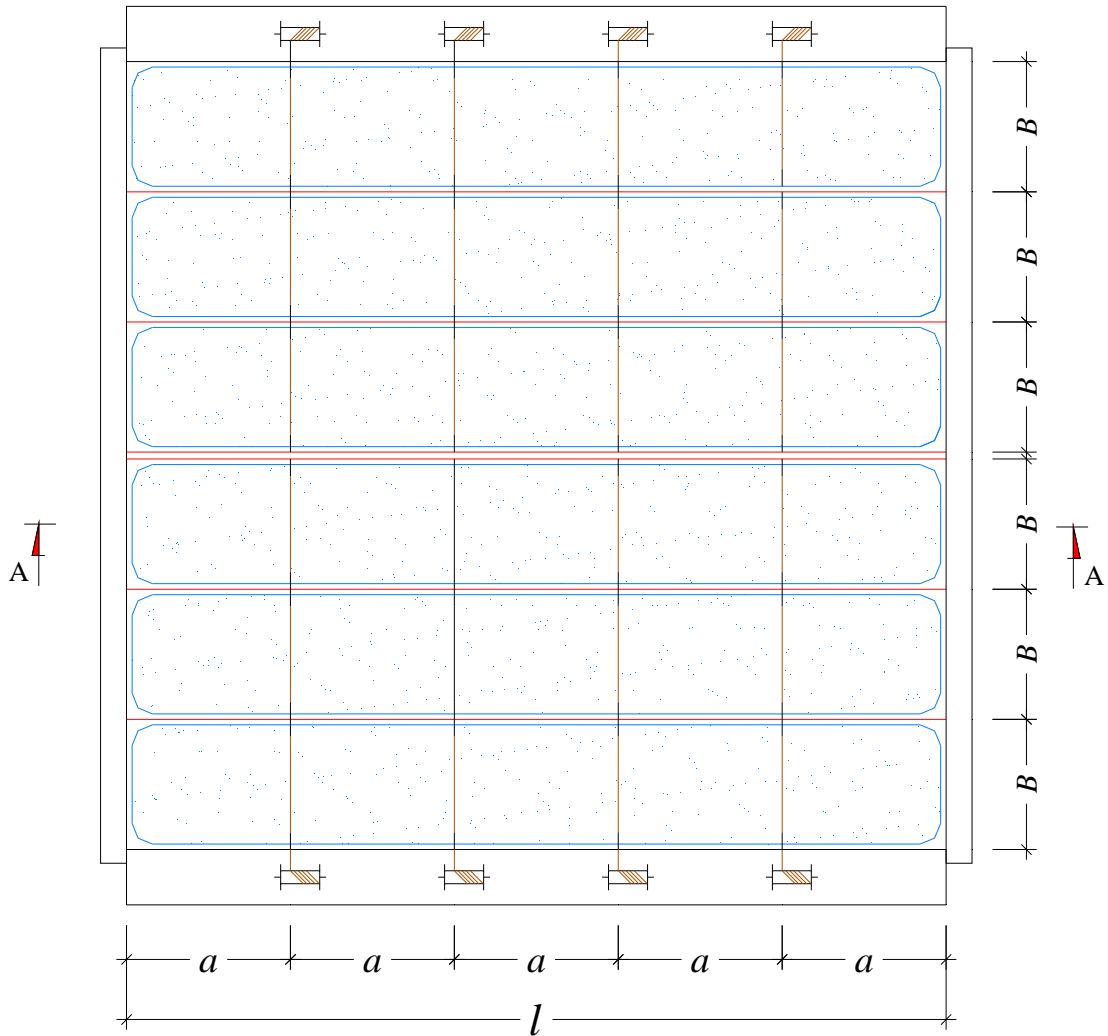
ნახ. 3 კონსტრუქციის ერთი ნაწილი ტრანსფორმაციამდელ (დაკეცილ) მდგომარეობაში. 1- პნევმატიკური ბალიში, 2 - ხისტი ელემენტებით შედგენილი თალი; 5 - ბაგირი; 6 - მრავალღარიანი დოლის მქონე ჯალამბარი; 7 - საყრდენი კრონშტეინი; 8 - ტრანსფორმირების ფიქსატორი



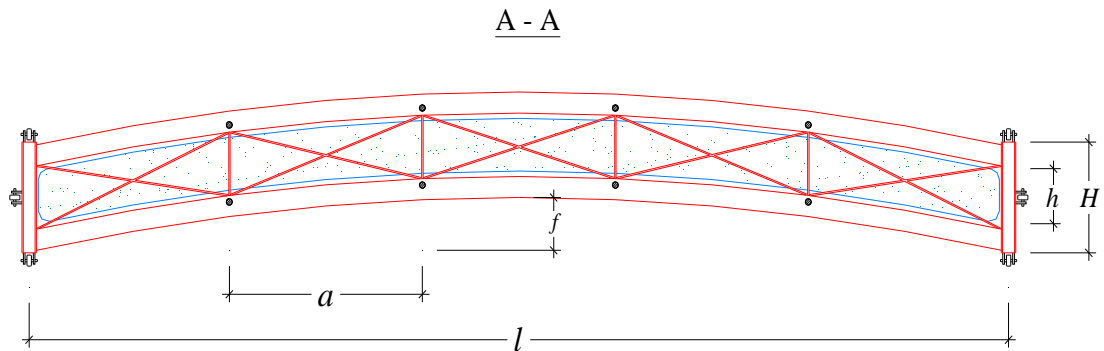
ნახ. 4 კვანძი I. 2 - ხისტი ელემენტებით შედგენილი თალი; 5 - ბაგირი; 8 - ტრანსფორმირების ფიქსატორი

კონსტრუქციის აღწერილობიდან გამომდინარე, გადახურვაზე მოსულ გარკვეული სიდიდის დატვირთვებისა და გადასახური ნაგებობის მოცემული მალის შემთხვევაში, ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის (ლითონის ჩარჩოსა და პნევმატიკური გარსის) ელემენტებში აღძრული ძალოვანი ფაქტორები

დამოკიდებულნი არიან ძირითადი მზიდი ელემენტების გეომეტრიულ პარამეტრებზე.



ნახ. 5 ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის ძირითადი გეომეტრიული პარამეტრები



ნახ. 6 ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის ძირითადი გეომეტრიული პარამეტრები (ჭრილი A-A)

ნახ. 5 და ნახ. 6-ზე მოცემულია ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის ძირითადი გეომეტრიული პარამეტრების ასოითი აღნიშვნები:

l არის კონსტრუქციის მალი;

B - ლითონის ჩარჩოებს შორის მანძილი, ბიჯი;

a - ბაგირებს შორის მანძილები;

f - აწეულობის ისარი;

H - კონსტრუქციის ლითონის ჩარჩოს სიმაღლე;

h - პნევმატიკური გარსის სიმაღლე.

იმის გამო, რომ კონსტრუქცია კომბინირებულია და შეიცავს როგორც ლითონის ხისტი ელემენტებისგან შედგენილ თაღს, ასევე პნევმატიკურ გარსს, ამიტომ გეომეტრიული პარამეტრების დასადგენად საჭირო ხდება ზემოთ ნახსენები ორივე კონსტრუქციული ნაწილის გეომეტრიული პარამეტრების განსაზღვრა.

2. შემოთავაზებული კონსტრუქციის ელემენტებისთვის ოპტიმალური გეომეტრიული პარამეტრების დადგენა

დისერტაციაში წამოდგენილი ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის ხისტ ელემენტად მიღებულია პარაბოლური მოხაზულობის ორსახსრიანი გამჭოლკედლიანი თალი პარალელური სარტყელებით. თალის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$y = \frac{4f}{\ell^2} \cdot x(\ell - x) \quad (1)$$

თალის მალის სიდიდედ აღებულია $\ell=60.0$ მ, აწეულობის ისარი - $f = \frac{1}{20} \cdot \ell = \frac{1}{20} \cdot 60 = 3.0$ მ; კვეთის სიმაღლე $H = 1.0$ მ; ბაგირებს შორის მანძილი $a = 6.0$ მ; ლითონის თალებს შორის მანძილი (ბიჯი) $B = 2.0$ მ.

(1) ფორმულით დათვლილია თალის მოხაზულობა $x = 1.0$ მ-იანი ბიჯით და მოცემულია ცხრილ #1-ში:

$x, (\vartheta)$	$y, (\vartheta)$	$x, (\vartheta)$	$y, (\vartheta)$
1.0	0.20	16.00	2.35
2.0	0.39	17.00	2.44
3.0	0.57	18.00	2.52
4.0	0.75	19.00	2.60
5.0	0.92	20.00	2.67
6.0	1.08	21.00	2.73
7.0	1.24	22.00	2.79
8.0	1.39	23.00	2.84
9.0	1.53	24.00	2.88
10.0	1.67	25.00	2.92
11.0	1.80	26.00	2.95
12.0	1.92	27.00	2.97
13.0	2.04	28.00	2.99
14.0	2.15	29.00	3.00
15.0	2.25	30.00	3.00

ცხრილი #1. ლითონის თალის გეომეტრიული პარამეტრების მნიშვნელობა

საკვლევი კონსტრუქციის თავისებურებიდან გამომდინარე პნევმატიკური გარსის ფორმა ემთხვევა ხისტი ელემენტებისგან შედგენილი თალის ფორმას და შესაბამისად მისი გეომეტრიული პარამეტრებიც მორგებულია ხისტი ელემენტების პარამეტრებს, კერძოდ: პნევმატიკური თალის მალის სიდიდედ მიღებულია $l = 60.0$ მ; აწეულობის ისარი $f = 3.0$ მ; გარსის სიმაღლე ანუ ქვედა და ზედა ზედაპირს შორის მანძილი $h = 0.95$ მ; გარსის სიგანე $b = 1.90$ მ.

3. პნევმოკარკასული გარსისათვის მასალის შერჩევა და მისი ანგარიში

პნევმატიკური სამშენებლო კონსტრუქციების მასალებად გამოიყენება რბილი ქსოვილური მასალები. ძირითადი მოთხოვნა რაც ამ მასალებს წაეყენებათ არის სიმტკიცე, ელასტიკურობა, სიმსუბუქე, ხანმედეგობა, ჰაერ-და ტენგაუმტარობა. ქსოვილი თავისი აგებულობით შეიძლება იყოს ერთშრიანი ან დუბლირებული. ერთშრიან ქსოვილში საფუძვლის მიმართულება ემთხვევა რულონის მიმართულებას, ხოლო მისაქსელები ძირითადის მართობულია. დუბლირებულ ქსოვილში შეიძლება იყოს ორი ან რამდენიმე ფენა, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდებიან გამჟღენთი ნივთიერებებით. დუბლირებული ქსოვილის სიმტკიცე და ხანგამძლეობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე ერთშრიანის.

დღეისათვის პნევმატიკური კონსტრუქციების მასალებად ძირითადად გამოიყენება პოლივინილქლორიდით დაფარული ქსოვილები, ფართო გამოყენება აქვს აგრეთვე ნეილონსა და პოლიტეტრაფტორეთილენით დაფარულ მინის ქსოვილს. ცალკე აღსანიშნავია ტეფლონით დაფარული მინაქსოვილი - „შირფილი“, რომელიც სპეციალურად იქნა დამუშავებული დიდმალიანი გადახურვებისათვის. ტეფლონისა და მინაბოჭკოს კომპოზიციური შეერთებით მიღებულ ამ მასალას გააჩნია მაღალი სიმტკიცე, ამაღლებული ცეცხლ- და ხანმედეგობა. ასეთი თვისებების გამო ის თითქმის

იდეალურ მასალად მიიჩნევა დიდმალიანი პნევმატიკური კონსტრუქციებისათვის.

შემოთავაზებული კონსტრუქციის პნევმატიკური გარსის მასალად აღებულია „შირფილი I“ რომლის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილ #2-ში:

მასა, ტ/მ ³	1.53
სისქე, მმ	0.97
სიმტკიცე გაჭიმვაზე, ტ/მ: საფუძვლის მიმართულებით	14.3
საფუძვლის მართობულად	12.5
სიმტკიცე ღუნვაზე ტ/მ საფუძვლის მიმართულებით	12.5
საფუძვლის მართობულად	10.7
სიმტკიცე გაგლეჯაზე, ტ: საფუძვლის მიმართულებით	0.027
საფუძვლის მართობულად	0.036
სიმტკიცე გაგლეჯაზე ორღერძა დატვირთვის შემთხვევაში, ტ:	0.014

ცხრილი #2. „შირფილი I“-ის ტექნიკური მახასიათებლები

პნევმატიკური კონსტრუქციები ზოგადად მიეკუთვნებიან წინასწარ დამაბულ კონსტრუქციათა კლასს, რომელთა ფორმა და მზიდუნარიანობა უზრუნველყოფილია გარსში ჰაერის ჭარბი წნევით გამოწვეული მუდმივად მომქმედი გამჭიმავი ძალებით, შესაბამისად მათთვის ყველაზე დამახასიათებელი სიდიდეა ჰაერის შიდა ჭარბი წნევა, რომლის სიდიდე ისეთი

უნდა იყოს, რომ გარსში აღძრულმა გამჭიმავმა ძალებმა ჩააქრონ გარე დატვირთვებისგან გამოწვეული მკუმშავი ძალები.

ჰაერის ჭარბი წნევა განისაზღვრება შემდეგი პირობით:

$$P \leq \sum P \quad (2)$$

სადაც $\sum P$ არის მომქმედი ძალების (თოვლის წონა, ქარი, საკუთარი წონა) ჯამი ყველაზე არახელსაყრელი კომბინაციით.

პნევმოკარკასული კონსტრუქციების ანგარიშის წარმოებს მიახლოებითი მეთოდებით. ძირითადად მიღებულია შემდეგი სასაზღვრო პირობები:

გარსის მასალის სიმტკიცე ფუძესთან (ან განივ ნაკერებზე):

$$n_1^P + n_1^M + n_1^N < R_1 \text{ (ან } R_1^{\text{წ}}) \quad (3)$$

ნაოჭების არგაჩენის პირობა

$$n_1^P - n_1^M - n_1^N > 0 \quad (4)$$

გარსის მასალის სიმტკიცე მისაქსელზე (ან გრძივ ნაკერებზე)

$$n_2^P < R_2 \text{ (ან } R_2^{\text{წ}}) \quad (5)$$

სადაც $n_1^P = \frac{PA}{F}$ არის გარსის დამაბულობა ჰაერის შიდა P წნევისგან გამოწვეული გრძივი (მერიდიანული) მიმართულებით, (ნ/მ);

A და F ფართობებია შესაბამისად „საჰაერო“ და მასალის კვეთისა პანელის ან ღეროსი;

$n_2^P = \frac{P \cdot r}{2}$ - იგივე, მხოლოდ განივი (წრიული) მიმართულებით, ნ/მ;

r - ღეროს განივი კვეთის რადიუსია;

$n_1^M = \pm \frac{M}{W}$ გრძივი დაძაბულობაა გარსის მღუნავი მომენტის მოქმედებით გამოწვეული, ნ/მ;

W - ღეროს ან ფილის წინაღობის მომენტი;

$n_1^N = \pm \frac{N}{F}$ - იგივე, N ძალის მოქმედებით გამოწვეული, ნ/მ;

R_1, R_2 გარსის მასალის საანგარშო წინაღობაა შესაბამისად ფუძეზე და მისაქსელზე, ნ/მ;

$R_1^{\bar{c}}, R_2^{\bar{c}}$ გარსის ნაკერების საანგარიშო წინაღობებია გრძივი და წრიული მიმართულებით, ნ/მ.

4. საიმედოობის თეორიის გამოყენება ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის გაანგარიშებაში - ექსპლუატაციის ვადის განსაზღვრა

რეალური სამშენებლო კონსტრუქციები შესრულებულნი არიან ისეთი მასალებისგან, რომელთა თვისებები დამოკიდებულია დროზე. ყველა მასალა განიცდის დაძველებას, დაღლილობას, სიმტკიცის დაკარგვას, კოროზიას და დროზე დამოკიდებულ სხვა ისეთი სახის პროცესებს, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან მასალის მზდუნარიანობის შეცვლასთან. ხშირ შემთხვევაში ეს ცვლილებები მასალის გაუარესებისკენაა და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ მტყუნების ალბათობაზე.

ნაგებობა ან მისი ელემენტი შეიძლება იმყოფებოდეს მხოლოდ ორ მდგომარეობაში: V - მტყუნება; \bar{V} - შეუფერხებელი მუშაობა. ორივე მდგომარეობით შეიძლება შედარდეს ალბათობა.

მტყუნების ალბათობა ანუ წყობიდან გამოსვლის ალბათობა $P_f = P(V)$ არის განსახილველ დროში კონსტრუქციის ზღვრული მდგომარეობის მიღწევის ალბათობა და ამგვარად წარმოადგენს მტყუნების მდგომარეობის V დადგომას. შეუფერხებელი მუშაობის ალბათობა ანუ გაძლების, გადარჩენის

ალბათობა $P_s = P(V)$ არის კონსტუქციის უნარი T დროის მანძილზე არ გამოვიდეს ზღვრული მდგომარეობის საზღვრებიდან.

ამრიგად, P_f და P_s მიეკუთვნება განსაზღვრული დროის მონაკვეთს, ხშირ შემთხვევებში იგი ნაგებობის ექსპლუატაციის პერიოდით განისაზღვრება.

მდგომარეობა აქვს V მდგომარეობის საწინააღმდეგო მნიშვნელობა:

$$P_f + P_s = 1 \quad (6)$$

ჩვეულებრივ, მშენებლობაში განიხილება მტყუნების ალბათობა და არა შეუფერხებელი მუშაობის ალბათობა. ეს მიდგომა რიცხვითი შეფასებების დროს წარმოადგენს უპირატეს მიდგომას. თუკი საიმედოობის საზომად აღებულია მტყუნების ალბათობა, ხოლო შესაბამისი ფუნქცია, რომელიც გაივლის ყველა მნიშვნელობას 0-დან 1-მდე, შეიძლება მიღებულ იქნას მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც დამატებით დანიშნული იქნება შესაბამისი დროის პერიოდი.

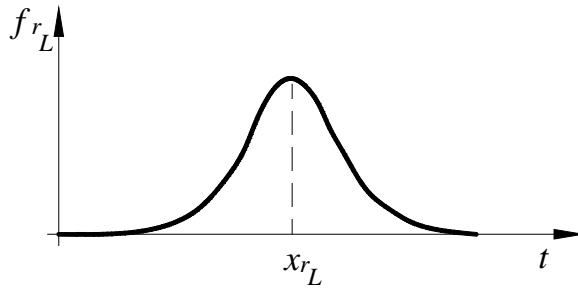
შენობის არსებობის ვადად T_L იგულისხმება დრო მისი ექსპლუატაციის დასაწყისიდან მტყუნების დადგომამდე. იგი შემთხვევითი სიდიდეა და საშუალო მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$E[T_L] = m_{T_L} = \int_0^{t_e} t f_{r_L}(t) dt = \int_0^{t_e} t dF_{r_L}(t) \quad (7)$$

სადაც $F_{r_L}(t)$ განაწილების ფუნქციაა და ტოლია იმ ალბათობისა, რომ შენობის არსებობის T_L ვადა ნაკლებია ან ტოლია t დროის:

$$F_{r_L}(t) = P(T_L \leq t) = P_f(t) \quad (8)$$

(8) ფორმულის გრაფიკული გამოსახულება მოცემულია ნახ. 7-ზე.



ნახ. 7 მტყუნების დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი

5. ახალი ტიპის ტრანსფორმირებად კონსტრუქციაზე მომქმედი საანგარიშო სტატისტიკური დატვირთვების განსაზღვრა

საანგარიშო დატვირთვებად შეტანილია შემდეგი სიდიდეები:

1. პნევმატიკური გარსის საკუთარი წონა - $g_0^0 = 2.8$ კგ/მ² უმნიშვნელოა და გაწონასწორდება ჰაერის წნევით, დაჯამებულია თოვლის დატვირთვასთან ერთად;

2. ჰაერის ჭარბი წნევით გამოწვეული დატვირთვა $P_g = 60.0$ ტ;

3. თოვლის დატვირთვა $S_1 = S + g_0^0 = 69.3 + 2.8 = 72,1$ (კგ/მ²);

4. ქარის დატვირთვა, მისი მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილ #3-ში

1. მარცხენა ქანობი	$\omega_1 = -73.4$ კგ/მ ²
2. შუა ნაწილი	$\omega_2 = -109.6$ კგ/მ ²
3. მარჯვენა ქანობი	$\omega_3 = -53.4$ კგ/მ ²

ცხრილი #3. ქარის დატვირთვის საანგარიშო მნიშვნელობები

6. ახალი ტიპის ტრანსფორმირებად კონსტრუქციაზე მომქმედი სეისმური დატვირთვების განსაზღვრა

ანგარიში ჩატარებულია 8 ბალიანი (ESM-98 სკალა) სეისმური ზონისათვის, სპექტრული მეთოდით. ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია სეისმური დატვირთვის ანგარიშისას გათვალისწინებულია

სხვადასხვა ფაქტორები, რომელებიც გავლენას ახდენენ შენობის სესმომედეგობაზე.

საანგარიშო სეისმური დატვირთვა S_{ik} იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$S_{ik} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot S_{0ik} \quad (9)$$

სადაც K_1 კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ნაგებობის დასაშვებ დაზიანებებს, კონსტრუქციის უნარს განავითაროს არადრეკადი დეფორმაციები, აგრეთვე სეისმომედეგობის სხვა რეზერვებს;

K_2 - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ნაგებობის კონსტრუქციულ გადაწყვეტას;

K_3 - ნაგებობის მნიშვნელობის კოეფიციენტი;

S_{0ik} - შენობა-ნაგებობების, როგორც დრეკად-დეფორმირებადი სისტემის საკუთარი რხევის i -ური ტონის შესაბამისი სეისმური დატვირთვა, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$S_{0ik} = Q_k \cdot A \cdot \beta_i \cdot k_\psi \cdot k_0 \cdot \eta_{ik} \quad (10)$$

აქ Q_k ნაგებობის მასაა მოდებული k წერტილში, რომელიც განისაზღვრება კონსტრუქციაზე საანგარიშო დატვირთვების გათვალისწინებით;

A - სეისმურობის უგანზომილებო კოეფიციენტი, რომელიც უჩვენებს მოცემული დასახლებული პუნქტისათვის გრუნტის საანგარიშო აჩქარების შეფარდებას თავისუფალი ვარდნის აჩქარებასთან;

β_i - დინამიკურობის კოეფიციენტი, რომელიც შეესაბამება ნაგებობის თავისუფალი რხევის i -ურ ტონს;

k_{ψ} - კოეფიციენტი, რომელიც აიღება ნორმატიული ცხრილიდან;

k_0 - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საძირკვლისქვეშა გრუნტის არაწრფივ დეფორმირებას. გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც გრუნტის კატეგორიის კოეფიციენტი განისაზღვრება სეისმური მიკროდარაიონების შესრულების გარეშე;

η_{ik} - კოეფიციენტი რომელიც დამოკიდებულია კონსტრუქციის დეფორმაციის ფორმაზე მისი თავისუფალი რხევისას i -ური ტონის დროს.

მოყვანილ ფორმულებში მოცემული ყველა კოეფიციენტს აქვს განსაზღვრული ფიზიკური აზრი, მათ შორის A - სეისმურობის უგანზომილებო კოეფიციენტი ფაქტიურად წარმოადგენს „საიმედოობის“ კოეფიციენტს: $A = 1$ მნიშვნელობის შემთხვევაში სეისმურ დატვირთვის უზრუნველყოფას, ანუ შეუფერხებელი მუშაობის ალბათობას P_s -ს, ექნება 1-ზე ნაკლები მნიშვნელობა, თუმცა მისი გამოყენება შესაძლებელია მასობრივი მშენებლობის უმეტეს ობიექტებში.

7. ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის სეისმურ ზემოქმედებაზე გაანგარიშების შედეგები

კონსტრუქციის გაანგარიშება შესრულებულია უკრაინის ქალაქ კიევის შპს „ЛИРА софт“-ის პროგრამული უზრუნველყოფა “ПК ЛИРА версия 9.6 (R9)” მეშვეობით სასრულ ელემენტთა მეთოდის საფუძველზე.

გაანგარიშებაში განხილულია შემდეგი დატვირთვები:

1. სტატიკური მუდმივი;
2. სტატიკური დროებითი ხანმოკლე;

3. ქარის სტატიკური დატვირთვა პულსაციის გათვალისწინებით;
4. სეისმური დატვირთვა X მიმართულებით;
5. სეისმური დატვირთვა Y მიმართულებით;
6. ქარის დინამიკური დატვირთვა;

სამშენებლო მოედნის საანგარიშო სეისმურობად მიღებულია 8 ბალი (ESM-98 სკალით), გათვალისწინებულია საკუთარი რხევის 20 ფორმა.

ჩატარებული ანგარიშის შედეგად ტრანსფორმირებადი კონსტუქციის რხევის თითოეული ფორმისათვის მიღებული საკუთარი რხევის სიხშირეები წარმოდგენილია ცხრილ #4-ში:

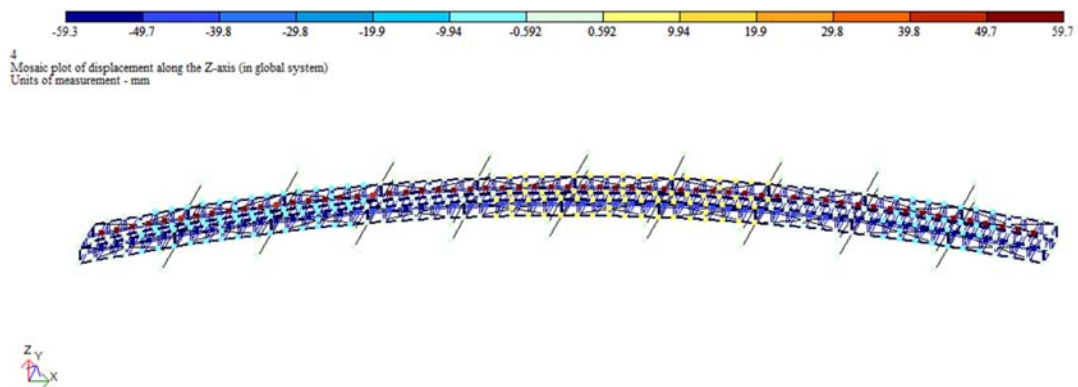
load .#	mode #	Eigenv alues	Frequencies		Period (s)	Distrib. coef.	Modal mass (%)	Modal mass sum (%)
			Circle freq. (rad/s)	Frequ ency (Hz)				
4	1	0.118	8.449	1.345	0.744	0.277	0.983	19.995
4	2	0.109	9.200	1.464	0.683	0.000	0.000	63.490
4	3	0.103	9.709	1.545	0.647	-0.004	0.000	64.364
4	4	0.103	9.712	1.546	0.647	0.000	0.000	64.370
4	5	0.103	9.717	1.547	0.647	0.002	0.000	65.723
4	6	0.103	9.723	1.547	0.646	0.000	0.000	65.802
4	7	0.103	9.733	1.549	0.646	0.000	0.000	68.033
4	8	0.103	9.738	1.550	0.645	0.013	0.001	76.320
4	9	0.103	9.753	1.552	0.644	0.019	0.002	77.326
4	10	0.102	9.756	1.553	0.644	0.002	0.000	78.033
4	11	0.102	9.776	1.556	0.643	-0.050	0.013	78.058
4	12	0.102	9.783	1.557	0.642	-0.002	0.000	78.062
4	13	0.102	9.807	1.561	0.641	0.001	0.000	78.074
4	14	0.102	9.817	1.562	0.640	0.001	0.000	78.479
4	15	0.102	9.833	1.565	0.639	-0.085	0.018	78.504
4	16	0.102	9.851	1.568	0.638	0.006	0.000	79.616
4	17	0.101	9.853	1.568	0.638	0.065	0.035	79.658
4	18	0.101	9.884	1.573	0.636	0.002	0.000	80.204
4	19	0.101	9.886	1.573	0.636	0.034	0.007	82.022
4	20	0.101	9.911	1.577	0.634	0.001	0.000	82.036
5	1	0.113	8.836	1.406	0.711	0.000	0.000	43.966
5	2	0.103	9.747	1.551	0.645	0.000	0.000	64.161

5	3	0.093	10.714	1.705	0.586	0.000	0.000	64.662
5	4	0.093	10.805	1.720	0.582	0.000	0.000	64.666
5	5	0.092	10.915	1.737	0.576	0.000	0.000	64.842
5	6	0.091	10.939	1.741	0.574	0.000	0.000	64.854
5	7	0.091	10.961	1.744	0.573	0.000	0.000	72.201
5	8	0.091	10.984	1.748	0.572	0.000	0.000	76.346
5	9	0.091	10.984	1.748	0.572	0.000	0.000	77.933
5	10	0.091	10.994	1.750	0.572	0.000	0.000	77.933
5	11	0.091	10.996	1.750	0.571	0.000	0.000	77.935
5	12	0.091	11.015	1.753	0.570	0.000	0.000	77.935
5	13	0.091	11.016	1.753	0.570	0.000	0.000	77.966
5	14	0.091	11.033	1.756	0.569	0.000	0.000	78.405
5	15	0.091	11.040	1.757	0.569	0.000	0.000	78.950
5	16	0.090	11.062	1.761	0.568	0.000	0.000	81.186
5	17	0.090	11.066	1.761	0.568	0.000	0.000	81.690
5	18	0.090	11.086	1.764	0.567	0.000	0.000	81.725
5	19	0.090	11.095	1.766	0.566	0.000	0.000	82.541
5	20	0.090	11.110	1.768	0.566	0.000	0.000	82.698

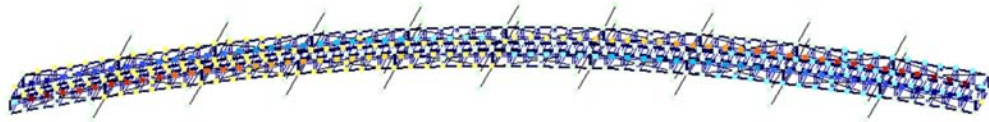
ცხრილი #4. კონსტრუქციის საკუთარი რხევის სიხშირეები

ცხრილ #4-დან ჩანს, რომ სეისმური ძალების წარმოქმნაში კონსტრუქციის მასის საშუალოდ 65-80 % მონაწილეობს, რაც თანამედროვე პროექტირების პრაქტიკაში კარგ შედეგად ითვლება.

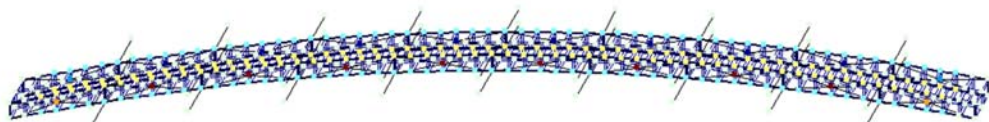
საანგარიშო პროგრამა “ПК ЛИРА версия 9.6 (R9)”-ში კონსტრუქციის სეისმურ დატვირთვებზე გაანგარიშების შედეგები გრაფიკული სახით წარმოდგენილია სურ. 1 ÷ 6-ზე:



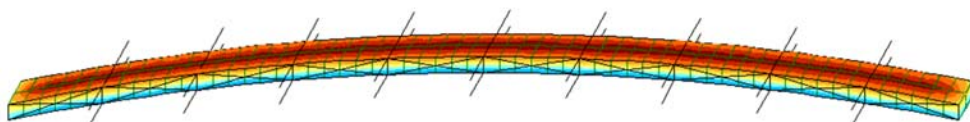
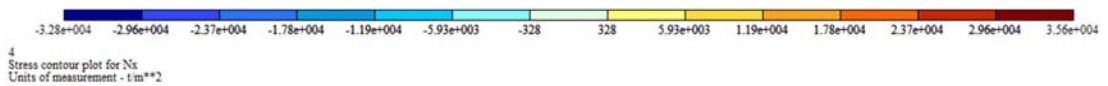
სურ. 1 კონსტრუქციის კვანძების გადაადგილებები Z ღერძის მიმართულებით



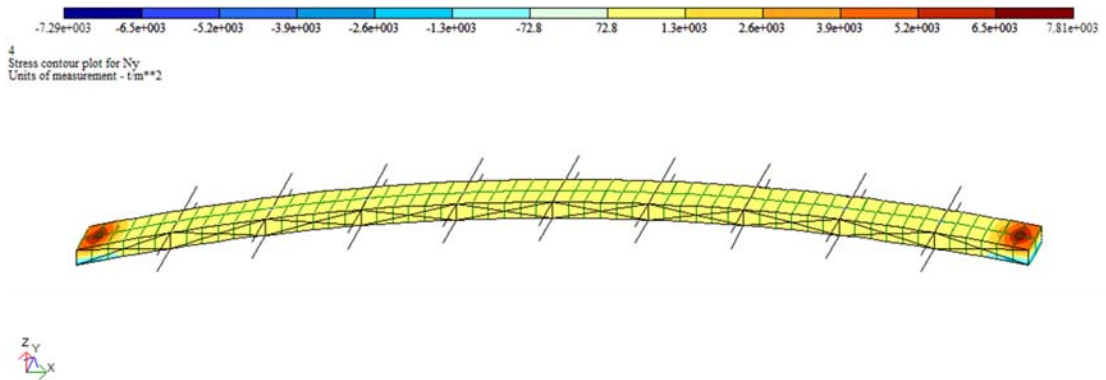
სურ. 2 კონსტრუქციის კვანძების გადაადგილებები X ღერძის მიმართულებით



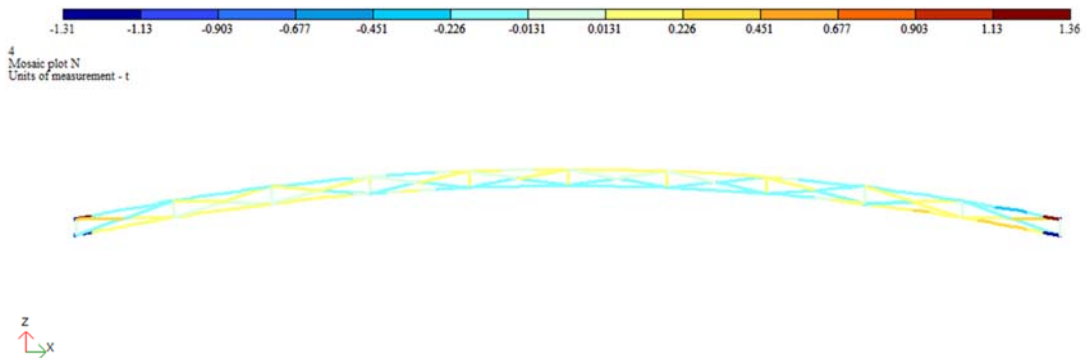
სურ. 3 კონსტრუქციის კვანძების გადაადგილებები Y ღერძის მიმართულებით



სურ. 4 ძაბვათა მოზაიკა N_x



სურ. 5 ძაბვათა მოზაიკა N_y



სურ. 6 N_x ძაბვათა მოზაიკა კონსტრუქციის ხისტ ელემენტებში

8. შემოთავაზებული და ტიპური კონსტრუქციების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარება

შემოთავაზებული კონსტრუქციის ეკონომიკური ეფექტურობის შესაფასებლად წინამდებარე გაანგარიშებაში შედარებულია არსებული (ანალოგიური) და ახალი ტიპის კონსტრუქციის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები. ტიპურ კონსტრუქციების მახასიათებლები აღებულია ყოფილ სსრკ „ლენინგრადის ზონალურ საკვლევ-სამეცნიერო ექსპერიმენტალური ინსტიტუტის“ ალბომების მონაცემებიდან.

შერჩეულია ოთხი სახის ტიპური კონსტრუქცია:

1. ფოლადის წამწე, გადახურული რკინაბეტონის ფილებით, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ², მალით $L = 42.0$ მ;
2. უნაგირისებრი ბაგროვანი

გარსი, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ², მალით $L = 45.0$ მ; 3. ურთიერთგადამკვეთი ორმაგი ამობურცულობის გადახურვა ბაგროვანი ფერმებით, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ², მალით $L = 60.0$ მ; 4. უარყოფითი სიმრუდის კიდული გარსი, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ², მალით $L = 60.0$ მ;

შედარება ჩატარებულია ახალი ტიპის კონსტრუქციის ორი ვარიანტისათვის:

1. ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქცია, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ², მალი $L = 42.0$ მ (I ვარიანტი); 2. ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქცია, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ², მალი $L = 60.0$ მ (II ვარიანტი);

შედარება ჩატარებულია მასის, შრომის დანახარჯების და მონტაჟის დანახარჯების მიხედვით, შეფასების ძირითად კრიტერიუმად აღებულია ღირებულება. კონსტრუქციის დამზადების შრომის დანახარჯები განსაზღვრულია დღეისათვის საქართველოში არსებული დამამზადებელი ქარხნების არსებული ტექნოლოგიების გათვალისწინებით.

##	კონსტრუქციის ტიპის დასახელება	მასალების დანახარჯები	კონსტრუქციის დამზადების, მონტაჟის და სახურავის დანახარჯები	ტრანსპორტირების დანახარჯები 500 კმ-ზე ტრანსპორტირებისას	კონსტრუქციის საერთო (ჯამური) ღირებულება, ლარი/მ ²
1	2	3	4	5	6
შემოთავაზებული კონსტრუქციები					
1	ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქცია, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ ² , მალი $L = 42.0$ მ; პატენტი # GE P 2010 5097 B	41.4	8.55	0.6	50.55
2	ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქცია, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ ² , მალი $L = 60.0$ მ; პატენტი # GE P 2010 5097 B	50.7	8.55	1.28	60.53

ცხრილი #5. ტიპურ და შემოთავაზებულ კონსტრუქციების საერთო (ჯამური) ღირებულება, ლარი/მ²

1	2	3	4	5	6
	ტიპური კონსტრუქციები				
1	ფოლადის წამწე, გადახურული რკინაბეტონის ფილებით, დატვირთვა $q=0.35$ ტ/მ ² , მალით $L=42.0$ მ;	123.5	60.27	8.34	192.11
2	უნაგირისებრი ბაგროვანი გარსი, დატვირთვა $q=0.35$ ტ/მ ² , მალით $L=45.0$ მ;	30.7	27.78	1.32	59.80
3	ურთიერთგადამკვეთი ორმაგი ამობურცულობის გადახურვა ბაგროვანი ფერმებით, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ ² , მალით $L = 60.0$ მ;	57.9	55.36	3.71	116.97
4	უარყოფითი სიმრუდის კიდული გარსი, დატვირთვა $q = 0.35$ ტ/მ ² , მალით $L = 60.0$ მ;	57.5	55.36	2.91	115.77

ცხრილი #5 (გაგრძელება). ტიპურ და შემოთავაზებულ კონსტრუქციების საერთო (ჯამური) ღირებულება, ლარი/მ²

ტექნიკური გადაწყვეტებისა და შედეგების ანალიზიდან გამომდინარე, შემოთავაზებულ კონსტრუქციებთან ყველაზე ახლოს მდგომი ანალოგები შემდეგია:

2. უნაგირისებრი ბაგროვანი გარსი, მალით $L = 45.0$ მ - I ვარიანტის ანალოგი;

4. უარყოფითი სიმრუდის კიდული გარსი, მალით $L = 60.0$ მ - II ვარიანტის ანალოგი;

ეკონომიური ეფექტი I ვარიანტის კონსტრუქციის გამოყენებისას შეადგენს 15.5 %-ს, II ვარიანტის კონსტრუქციის გამოყენებისას 47.7 %-ს.

მიღებული ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები ცხადყოფს, რომ ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის მშენებლობაში (პატენტი GE P 2010 5097 B) გამოყენება მიზანშეწონილია.

ჩატარებული გამოკვლევათა შედეგები საშუალებას იძლევა გაკეთდეს შემდეგი ძირითადი დასკვნები:

- დამუშავებულია შემოთავაზებული კონსტრუქციის ტრანსფორმირების, გეომეტრიული პარამეტრებისა და დატვირთვების, სესმომდეგობის, საიმედოობის თეორიის მიხედვით ექსპლუატაციის დროის განსაზღვრის მეთოდიკები;

- შემოთავაზებული ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის ჩამოყალიბებული გაანგარიშების მეთოდოლოგია მიახლოებულია კონსტრუქციის ნამდვილ მუშაობასთან;

- დამუშავებულია ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის ელემენტებისა და ძირითადი კვანძების კონსტრუქციული გადაწყვეტები;

- ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის კომბინირებულობა და სიახლოვე კინეტიკურ სტრუქტურების მექანიზმებთან საშუალებას იძლევა მის მოძრავ ელემენტებად გამოყენებული იქნას მართვის და კონტროლის პროგრამული მოწყობილობები და ელექტრონული სისტემები;

- ჩატარებულია ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზი: შემოთავაზებული კონსტრუქციის გამოყენება ეკონომიკური ეფექტურობის საშუალოდ 15.0÷45.0 %-ს იძლევა;

- დამუშავებული ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციის ტექნიკური გადაწყვეტა უზრუნველყოფს დიდმალიანი გადახურვის ტრანსფორმირებას, მზიდი კონსტრუქციების წონის, მასალის ხარჯის, მშენებლობის ხანგრძლივობისა და ღირებულების შემცირებას, სესმომდეგობისა და საიმედოობის გაზრდას;

- შემოთავაზებული ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქცია შეესაბამება პროექტირების თანამედროვე მოთხოვნებს და მისი გამოყენება ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციების მშენებლობაში მიზანშეწონილი და ეფექტურია;

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ

ნაშრომებში:

1. დ. ფირყულაშვილი „ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქცია“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა 81-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის“ თეზისების კრებული, თბილისი, 2013;

2. დ. ფირყულაშვილი „პნევმატიკური კონსტრუქციების ზოგადი მიმოხილვა და კლასიფიკაცია“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, #2 (29), 2013, გვ. 114-116;

3. დ. ფირყულაშვილი „პნევმოკარკასული კონსტრუქციების გაანგარიშების თავისებურებანი“ საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტუალი“ #23, 2013, გვ. 292-296;

4. დ. ფირყულაშვილი „ახალი ტიპის ტრანსფორმირებადი კონსტრუქცია“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“, #2 (29), 2013, გვ. 133-137;

5. ბ. სურგულაძე. დ. ფირყულაშვილი „პნევმატიკური ტრანსფორმირებადი სივრცითი კონსტრუქცია“ „საქპატენტი“ სამრეწველო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენი #20, 25.10.2010.

Abstract

In modern design practice interest to mobile or dynamic architecture is being increased more, which in frequent cases is caused by theoretical concepts of mobile construction supporters, metabolism of kinetic architecture, requirement of multilateral use of space and such traditional and conservative fields as architecture and construction are standing at the edge of basic changes. Among these changes one of the principals are transition to the construction of dynamic or as often called transformable forms. Aim of this transition is settlement of many actual problems, human approachment to nature, growth of comfortable, and principally, opportunity to change morally old functional dependences among separate elements of building (or inside the building).

It is clear that constructions are important means in mobile architecture in order to achieve a goal. Today`s constructional idea refers to searching of over-light, multifunctional elements, role of which are existence of not only bearing structures, but internal equipments and communications – awning, pneumatic structural and air-bearing, thecal volume, transformable systems (stalked, bracing wire-stalked, panel), self-driving structures – this is an incomplete list of those structures which are used in dynamic architecture.

Though modern level of transformable systems construction, which is a synthesis of engineering constructions and mechanisms, does not meet with the requirements arisen towards it, because united common theory is not formed, by which systemic analysis of transformable constructions will be conducted from determination to classification. Constructional solutions have been processed not quite enough with regard to high technical-economical and exploitation indexes; field of their use and fields to be used in perspective have not been defined completely.

According to modern tendencies the most principal factors for effective performance of construction process are economy of building materials, growth of haulage ability of construction by using cheap materials, improvement of exploitation provisions and growth of reliability.

This paper titled “Seismic Stability of New-Type Transformable Structure in Consideration with Theory of Reliability” refers to attempt of complex settlement of above-mentioned problems and accordingly, it is considered that issues arisen in it are actual.

Aim of the paper is to present processing of calculation of new-type transformable structure and construction issues. 1 patent GE P 2010 5097 B, [official bulletin of industrial property, #20, 25.10.2010] is issued by National Intellectual Property Center of Georgia “Sakpatenti” to technical solutions done in the paper.

New-type transformable structure presented in doctoral thesis is belonged to perform solutions of large-span civil and industrial buildings.

Structure consists of two identical parts, frame of which is equipped with arches comprising hard elements. Arches are placed in horizontal and vertical rolling guides, but internal knots are connected to each other with the ropes being in upper and lower plain. Ropes are connected on winches having multi-chute drums. Separate pneumatic pillow is placed among every two adjoining arches, length of lower surface of which is less than the upper one, by which arched outline of pillows will be provided after opening. Each pillow through flexible pipe is connected with compressor. Regulatory fixators are provided in knots of hard elements of structure required for transformation of structure. Each part of construction, at the side of abut, has bearer brackets, extensible-folding equipments are placed on them.

Technical result of structure is achieved as follows: hard elements of construction and pneumatic pillows fastened on them are gathered with bearer brackets, ropes are wound on multi-chute drums of winches on minimal length. From compressor of both part of construction, surplus pressure of air with equal size is supplied through flexible pipe, as a result of which vertical and horizontal couple of forces having opposite marks are arisen in the pillows in all four directions. By vertical couple of forces, due to differences in areas of pillow surfaces (upper area with previously calculated size is more than the lower), pillows are formed – their form coincides with outline of hard elements of structure, but energy released as a result of resting against brackets and adjoining hard elements of horizontal couple of forces through rolling systems causes relocation of construction to guide (on horizontal or inclined surface) – structure is spreaded.

Structure is shut with the following sequences: valves are opened in the nearest pillows of the brackets; surplus pressure of surplus air is driven out from them, as a result of which pillows return their primary condition. In parallel of their reduction in volume, through winding the ropes on drums of winches, arches are returned to bearer brackets. After shutting the first nearest pillows and returning of the hard elements to the primary position, process is successively repeated for every pillows of structure.

Doctoral thesis includes calculation of new-type transformable structure on computing machine by use of software. Calculation is done through software “ПК ЛИРА version 9.6 (R9)” of Ltd “ЛИРА софт” in Kiev, Ukraine.

Scientific novelty of the paper is a new-type transformable structure. New constructional solutions, methodology of calculation are developed, practical cost of construction is determined, which is confirmed by analysis of results gained from technical-economical calculation.

“New-type transformable structure” processed based on theoretical studies, practical experience and current constructional norms-rules and recommendation, is effective with regard to methodology of calculation and received economical result. But its complexity and proximity with mechanisms of kinetic structures give a chance to use control program devices and electronic systems as movable elements. Herewith,

its use in building of transformable constructions (patent GE P 2010 5097 B) is advisable.

In realization of proposed new type structure, transformation of roofing will be provided in buildings, weight of roofing, cost of material, duration and cost of building will be reduced, seismic stability and reliability of structure will be raised.

Main results of dissertation are reported at the “81st Student Open International Scientific Conference” of Georgian Technical University held in Tbilisi in 2013 and won first place.

3 scientific articles are published on the mentioned paper, 1 patent (GE P 2010 5097 B) is issued by National Intellectual Property Center of Georgia “Sakpatenti”.

This paper includes introduction, 2 chapters, main conclusions, applied literature and annexes.